

ONDERWERP

Verwerking aanvullend onderzoek Bedrijventerrein Urk

PROJECTNUMMER

E07031.000523

DATUM

12 november 2021

ONZE REFERENTIE

D10042053:66

VAN

[REDACTED]

AAN

Gemeente Urk

KOPIE AAN

[REDACTED] en [REDACTED]

1 Inleiding

In de komende jaren wordt in de Gemeente Urk het nieuwe binnendijsk bedrijventerrein Port of Urk gerealiseerd. Het nieuwe bedrijventerrein zal aansluiten op het bestaande bedrijventerrein (Zwolsehoek) en met dit bedrijventerrein wil de Gemeente Urk de vraag naar geschikte terreinen voor bedrijven/bedrijfskavels faciliteren. In Figuur 1-1 is de locatie van het bedrijventerrein Port of Urk weergegeven.



Figuur 1-1 Locatie bedrijventerrein Port of Urk

Het gebied waar het bestemmingsplan bedrijventerrein Port of Urk is gesitueerd, betreft een zettingsgevoelig gebied met hoge archeologische verwachtingen. Voordat de bouw van het bedrijventerrein kan worden gestart, moet het gebied bouwrijp gemaakt (BRM) worden. Ten behoeve van het BRM is door Arcadis een Voorbelastingadvies [5] en Opbarst-advies [6] opgesteld. In het voorbelastingadvies zijn zettingsberekeningen uitgevoerd om te onderzoeken of maatregelen noodzakelijk zijn om de restzettingen in het projectgebied te beheersen. In het opbarst-advies is onderzocht of opbarsten een risico vormt voor de te graven waterpartijen en tijdelijke rioleringsseuven en/of er maatregelen noodzakelijk zijn om opbarsten van de ondoorlatende laag te voorkomen.

In deze adviezen zijn (conservatieve) aannames gedaan voor ontbrekende uitgangspunten. Inmiddels zijn er verschillende extra onderzoeken uitgevoerd bepalen en in voorliggend memo zijn de aangenomen uitgangspunten getoetst aan de extra uitgevoerde onderzoeken. De extra uitgevoerde onderzoeken zijn:

- Extra sonderingen;
- Peilbuismetingen;
- Geotechnisch labonderzoek, met daarin:
 - Volumiek gewicht van 37 monsters;
 - Organisch stofgehalte van 7 monsters;
 - Samendrukkingsproeven van 20 monsters.

2 Referenties

De volgende referenties zijn gebruikt voor het opstellen van deze memo:

- [1] NEN 9997-1:2017, Geotechnisch ontwerp van constructies, november 2017;
- [2] CUR 162, Construeren met grond, november 1992;
- [3] "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Nota van uitgangspunten" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. januari 2019;
- [4] "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Zettingsberekeningen" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. maart 2019;
- [5] "Voorbelastingadvies Bedrijventerrein Urk" Arcadis d.d. mei 2021;
- [6] "Opbarst-advies Bedrijventerrein Urk " Arcadis d.d. juni 2021;
- [7] "Resultaten Grondonderzoek – Uitbreiding bedrijventerrein, Urk Zuid" (1802682.002) Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV d.d. 30 juli 2021;
- [8] "Classificatieproeven V2.12 met OS" en samendrukkingsproeven (1802682.001) Silt lab d.d. juni 2021;
- [9] "Resultaten geotechnisch laboratoriumonderzoek" (1802682.003) RPS d.d. oktober 2021.
- [10] "BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9600 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Hoogtekaarten zandlagen" (8 bladnummers) Arcadis d.d. 26 maart 2021;
- [11] "BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9006 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Hoogtekaarten zandlagen" (8 bladnummers) Arcadis d.d. 27 augustus 2021.

3 Extra sonderingen

3.1 Beschrijving extra onderzoek

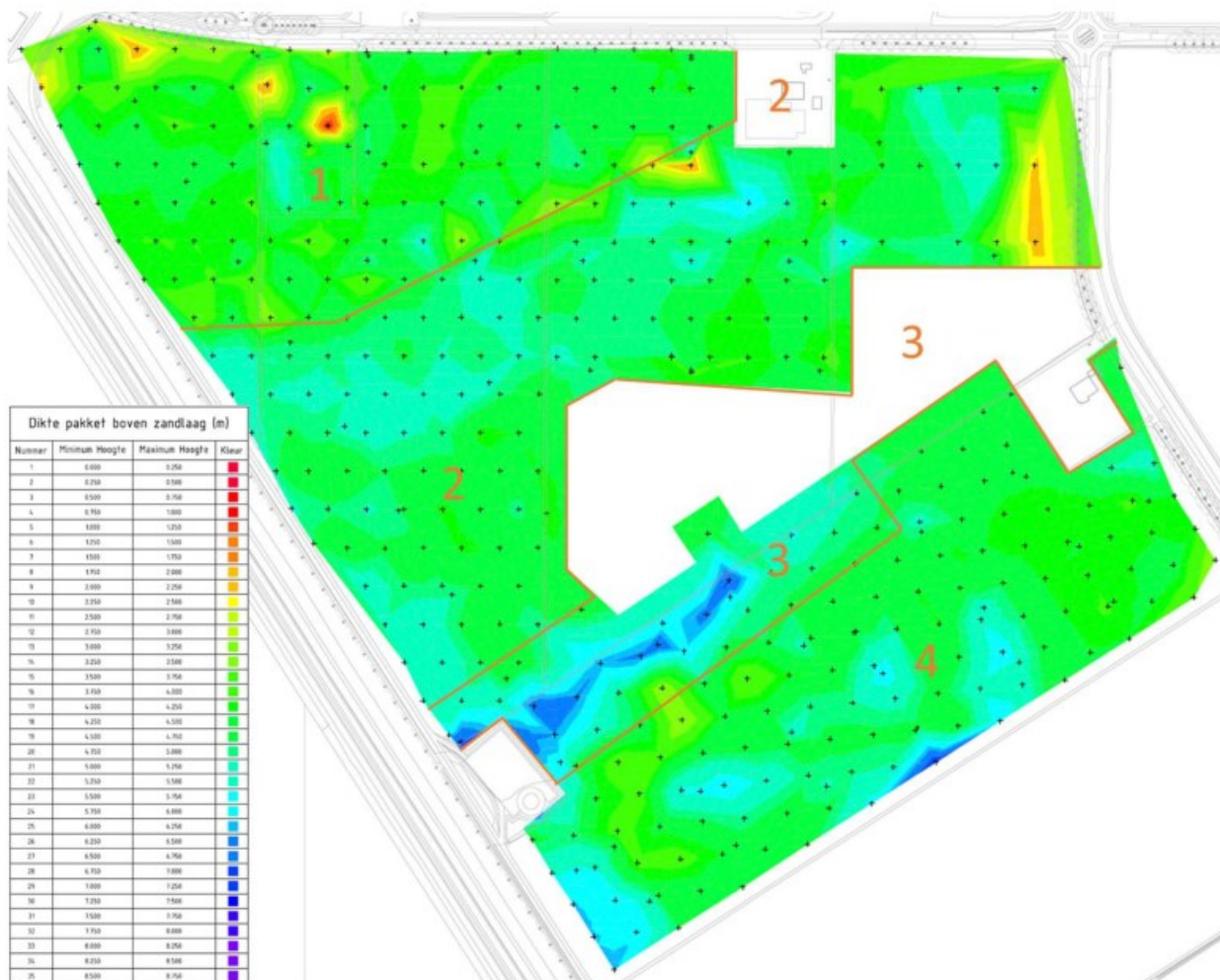
Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV heeft grondonderzoek uitgevoerd ter plaatse van het Bedrijventerrein Urk, bestaande uit sonderingen, boringen en peilbuizen [7]. In de maanden januari, februari en maart van 2021 heeft fase 1 van het grondonderzoek plaatsgevonden bestaande uit 81 sonderingen, 3 mechanische boringen, 4 peilbuizen en 6 handboringen. In juli 2021 heeft fase 2 van het grondonderzoek plaatsgevonden bestaande uit 11 extra sonderingen. Het reeds opgestelde voorbelasting- en opbarst-advies zijn gebaseerd op de sonderingen en boringen van fase 1.

Naast sonderingen en boringen zijn er in het projectgebied ook archeologische boringen uitgevoerd om de diepte van de vaste zandlaag te bepalen. De archeologische boringen zijn in combinatie met de resultaten van de geotechnische sonderingen en boringen gebruikt om de dikte van het samendrukbare pakket, aanwezig boven de vaste zandlaag, vast te stellen. Op basis van deze resultaten zijn verschillende kaarten (niveau zandlaag en dikte samendrukbare pakket) uitgewerkt en deze zijn bijgevoegd in Bijlage A [10].

De extra sonderingen van fase 2 leveren nieuwe datapunten op welke mogelijk het verloop van het niveau van de zandlaag en de dikte samendrukbare pakket beïnvloeden. De datapunten van de zandniveaus van de extra sonderingen zijn verwerkt in de verschillende kaarten (niveau zandlaag en dikte samendrukbare pakket) en deze zijn bijgevoegd in Bijlage B [11].

3.2 Invloed op voorbelastingadvies

Ten behoeve van het voorbelastingadvies is de relevante hoogtekaart 'dikte pakket boven zandlaag' van fase 1 gebruikt voor de vakindeling, zie Figuur 3-1. De witte vlakken in Figuur 3-1 geven de locatie van het ontbrekende grondonderzoek weer ten tijde van het oorspronkelijke voorbelastingadvies voor het bedrijventerrein [5]. Over het algemeen is het samendrukbare pakket boven de zandlaag gemiddeld ca. 4 m en maximaal ca. 7 m dik. Opvallend is het blauwgekleurde gebied in het midden, waar een relatief dik samendrukbare pakket aanwezig is. In het voorbelastingadvies zijn (conservatieve) aannames gedaan voor de ontbrekende uitgangspunten. Dit betekent dat het witte vierkant in het noorden is beschouwd als vak 2 en het grote witte vlak in het midden als vak 3.



Figuur 3-1 Vakindeling voorbelastingadvies o.b.v. dikte pakket boven zandlaag bedrijventerrein (fase 1) [10]

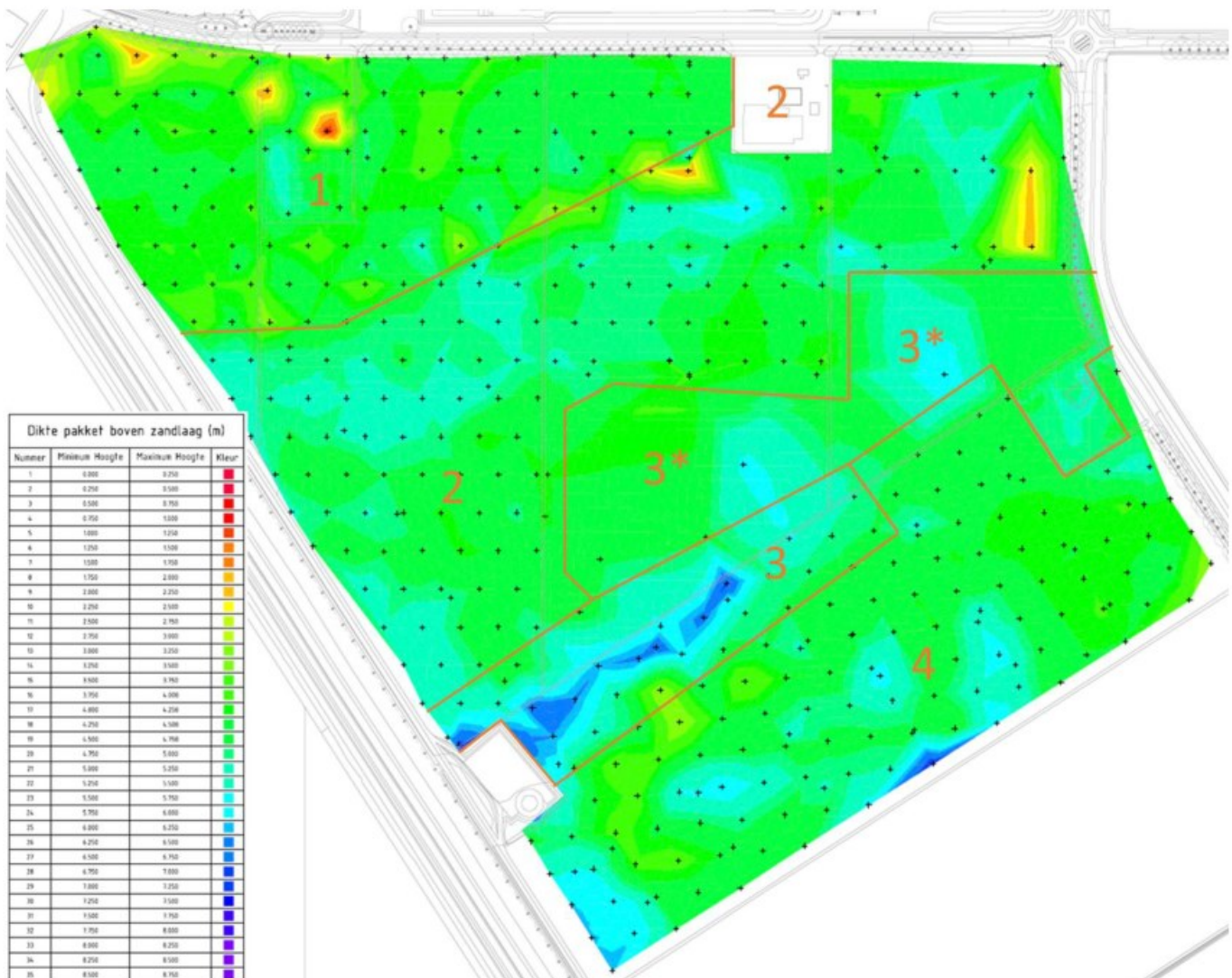
In Figuur 3-2 is de hoogtekaart 'dikte pakket boven zandlaag' op basis van het grondonderzoek van fase 1 en 2 (inclusief de extra sonderingen) weergegeven. Hierin is de dikte van de zandlaag tussen de meetpunten lineair geëxtrapoleerd. Er zijn enkele extra sonderingen uitgevoerd in het witte vlak in vak 3 van Figuur 3-1. De dikte van het samendrukbare pakket in het witte vlak is door de extra sonderingen beter in beeld.

Het witte vlak is in Figuur 3-2 als vak 3* is aangeduid, omdat de gemiddelde dikte van het samendrukbare pakket in vak 3* is ca. 1 m kleiner dan aangehouden in vak 3 in het oorspronkelijk voorbelastingadvies. Opvallend is dat er nog steeds relatief grote vlakken zonder geotechnisch onderzoek zijn in vak 3*, doordat in dit vak geen archeologische boringen zijn uitgevoerd. Echter, door de extra sonderingen in vak 3* is de verwachting dat het samendrukbare pakket kleiner is, de zettingen en de benodigde maatregelen kleiner zijn. Om deze reden wordt er geadviseerd om voor vak 3* het voorbelastingadvies te baseren op de berekeningsresultaten van vak 3 met een overschrijdingskans van 50%.

In Tabel 3-1 is een overzicht gegeven van het voorbelastingadvies per vak op basis een zettingstijd 180 en 270 dagen, deze tabel vervangt Tabel 5-1 uit het oorspronkelijke voorbelastingadvies [5]. Er wordt geadviseerd om de zetting in vak 3* deze periode te monitoren m.b.v. zakbaken. Op deze wijze kunnen aan de hand van de zakbaakmetingen de benodigde maatregelen eventueel tussentijds nog aangepast worden.

Tabel 3-1 Voorbelastingadvies overzicht (ophogingen zijn afgerond) – ter vervanging van Tabel 5-1 uit [5]

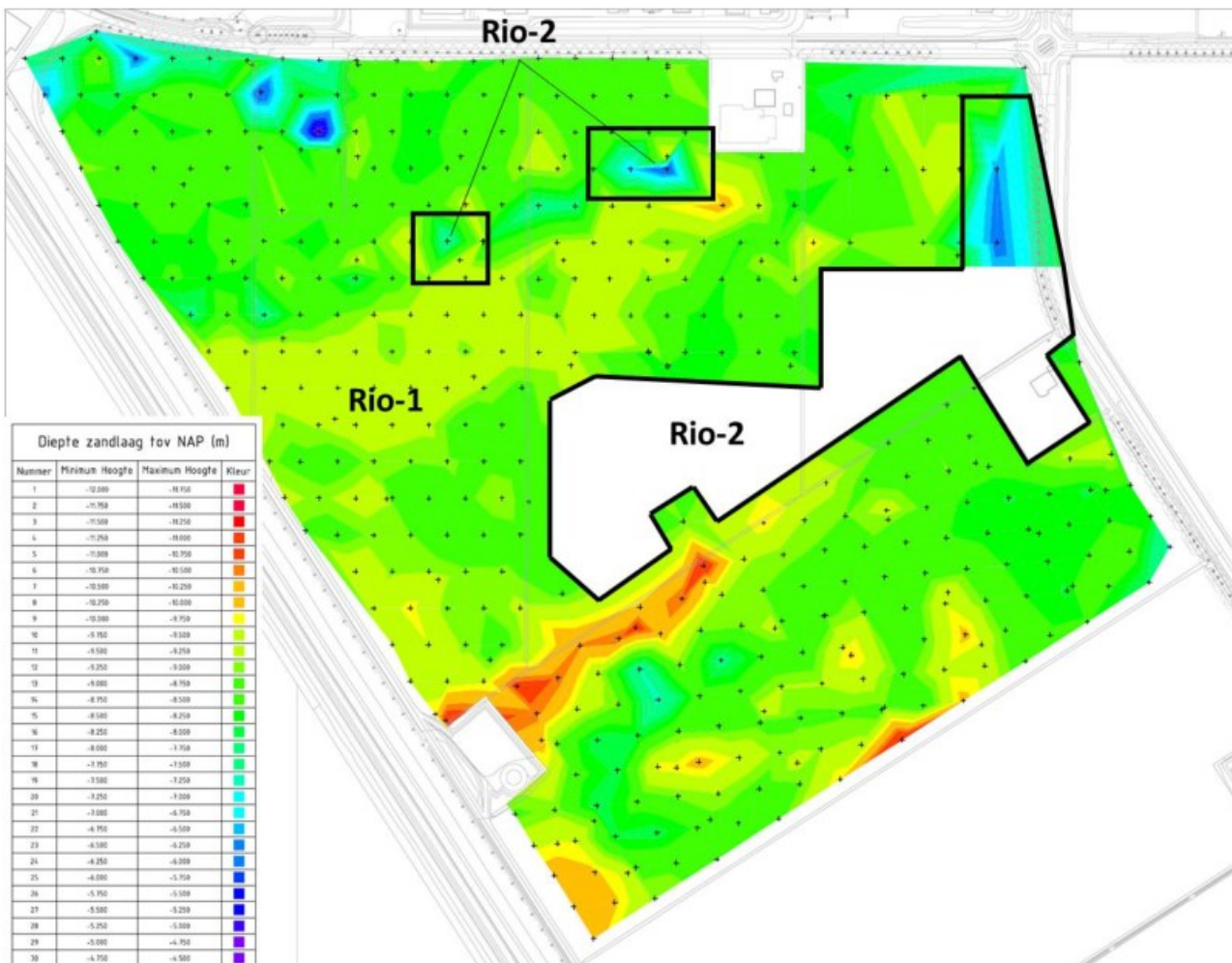
Vak	Extra overhoogte 180 dagen [m]	Extra overhoogte 270 dagen [m]	Ontgravingsniveau cunet BRM [m NAP]	Totale ophoging BRM (180/270) [m]	Bovenzijde ophoging BRM (180/270) [m NAP]	Tijdsduur [dagen]
1I	0,0	0,0	-5,30	1,25	-4,05	130
1U	0,5	0,5	-	1,35	-3,10	130
2I	0,0	0,0	-5,30	1,25	-4,05	100
2U	0,5	0,5	-	1,25	-3,10	150
3I	0,5	0,5	-5,30	1,80	-3,50	50
3U	1,0	0,5	-	1,90/1,40	-2,5/-3,0	180/270
3*I	0,0	0,0	-5,30	1,30	-4,00	150
3*U	0,5	0,0	-	1,40/0,90	-3,0/-3,5	180/270
4I	0,0	0,0	-5,30	1,25	-4,05	20
4U	0,5	0,5	-	1,20	-3,10	130



Figuur 3-2 Hoogtekaart dikte pakket boven zandlaag bedrijventerrein (fase 1 en 2) [11]

3.3 Invloed op opbarst-advies

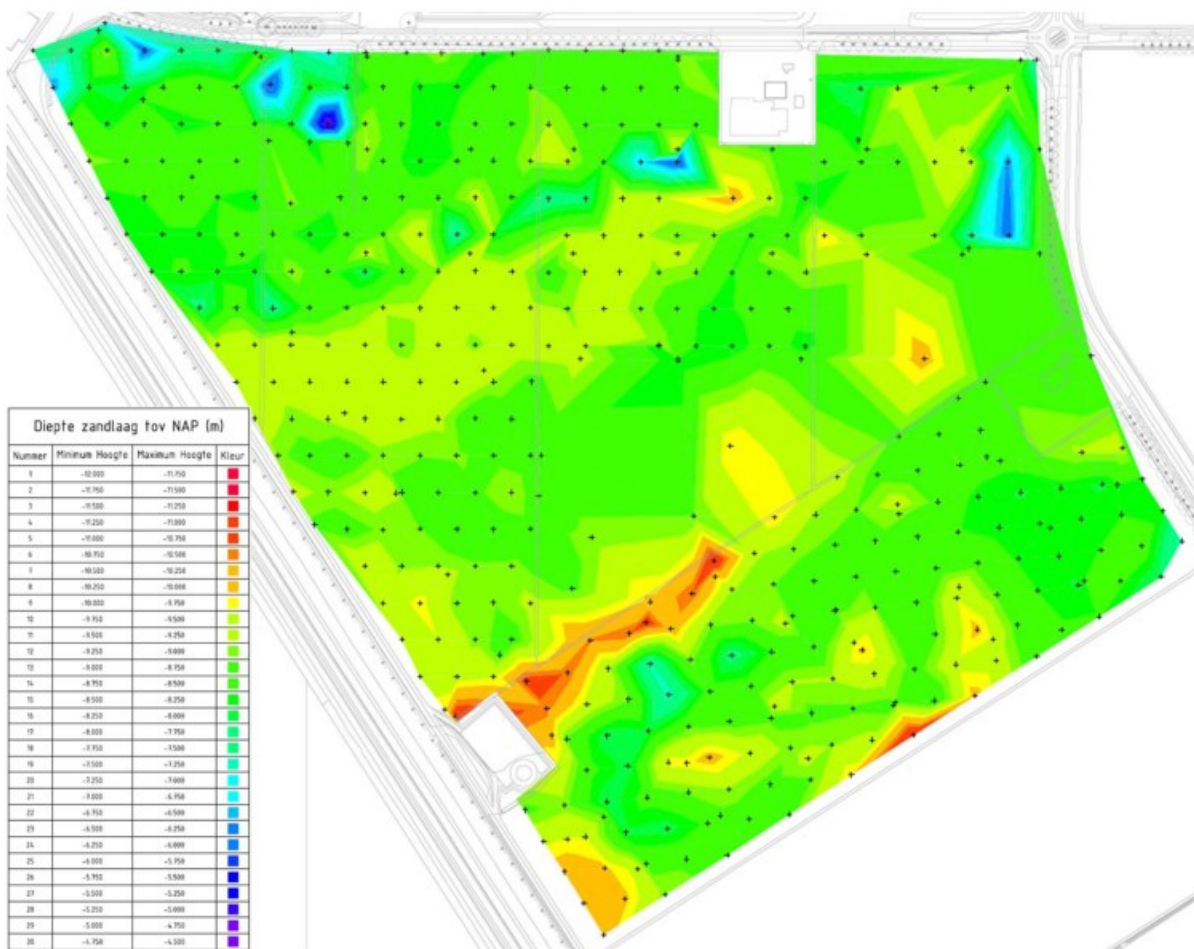
Ten behoeve van het oorspronkelijke opbarst-advies is de relevante hoogtekaart 'diepte bovenkant zandlaag' van fase 1 gebruikt voor de vakindeling, zie Figuur 3-2 [6]. Opvallend is het rood-oranje gebied in het midden van het terrein, waar een relatief dik samendrukbaar pakket aanwezig is. Dit gebied is dus het minst gevoelig voor opbarsten. De blauwe gebieden, met een relatief dun samendrukbaar pakket, zijn het meest gevoelig voor opbarsten. De witte vlakken in Figuur 3-2 geven de locatie van het ontbrekende grondonderzoek weer. In het opbarst-advies zijn (conservatieve) aannames gedaan voor de ontbrekende uitgangspunten. Dit betekent dat het witte vlak in het midden wordt beschouwd als vak Rio-2. Er is in het opbarst-advies tevens een vergelijkbare vakindeling gemaakt voor de opbarst-berekeningen van de waterpartijen.



Figuur 3-3 Vakindeling opbarst-advies o.b.v. diepte bovenkant zandlaag bedrijventerrein (fase 1) [10]

In Figuur 3-4 is de hoogtekaart 'diepte bovenkant zandlaag' op basis van het grondonderzoek van fase 1 en 2 (inclusief de extra sonderingen) weergegeven. Hierin is ter plaatse van het ontbreken van gegevens de dikte van het zandpakket geëxtrapoleerd. Er zijn enkele extra sonderingen uitgevoerd in het witte vlak in Rio-2 van Figuur 3-1. De diepte van de zandlaag in deze sonderingen is dieper dan aangehouden in het opbarst-advies. Dit zou een gunstig effect op de opbarst-berekeningen hebben en het is eventueel mogelijk om delen van het gebied op basis hiervan te optimaliseren. Echter, de extra sonderingen bestrijken een beperkt gebied waardoor er nog relatief grote vlakken zonder geotechnisch onderzoek zijn in vak Rio-2, omdat er in dit vak geen archeologische boringen zijn uitgevoerd.

Geadviseerd wordt om (de vakindeling van) het reeds opgestelde opbarst-advies niet verder te optimaliseren, omdat door de missende archeologische boringen het risico op opbarsten in de Rio-2 te groot is. Daarbij zal een vergroting van de dikte van de veenlaag (door de extra sonderingen) nauwelijks invloed hebben op de benodigde maatregelen vanwege het beperkte volumegewicht van veen. Verder is het faalmechanisme opbarsten een plotselinge gebeurtenis zonder waarschuwing. Hierdoor is monitoring van het samendrukbare pakket en op basis hiervan het eventueel aanpassen van de maatregelen lastig.



Figuur 3-4 Hoogtekaart diepte bovenkant zandlaag bedrijventerrein (fase 1 en 2) [11]

4 Peilbuismetingen

4.1 Beschrijving extra onderzoek

Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV heeft in fase 1 van het grondonderzoek vier peilbuizen aangebracht ter plaatse van het Bedrijventerrein Urk [7]. Vanaf 1 juni 2021 wordt de waterstand in deze peilbuizen gemeten en inmiddels zijn de eerste resultaten hiervan beschikbaar. De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 4-1. De peilbuismetingen hebben direct invloed op het opbarst-advies, maar hebben verder niet of nauwelijks invloed op het reeds opgestelde voorbelastingadvies.

Peilbuismetingen zijn beschikbaar voor drie peilbuizen, namelijk PB1, PB4 en PB5. PB2 is wel geplaatst, maar deze is kapot gereden door een aanrijding met een agrariër. PB2 ligt het dichtstbijzijnde bij het IJsselmeer en de verwachting is dat hierdoor de stijghoogte ter plaatse van PB2 het grootst kan zijn.

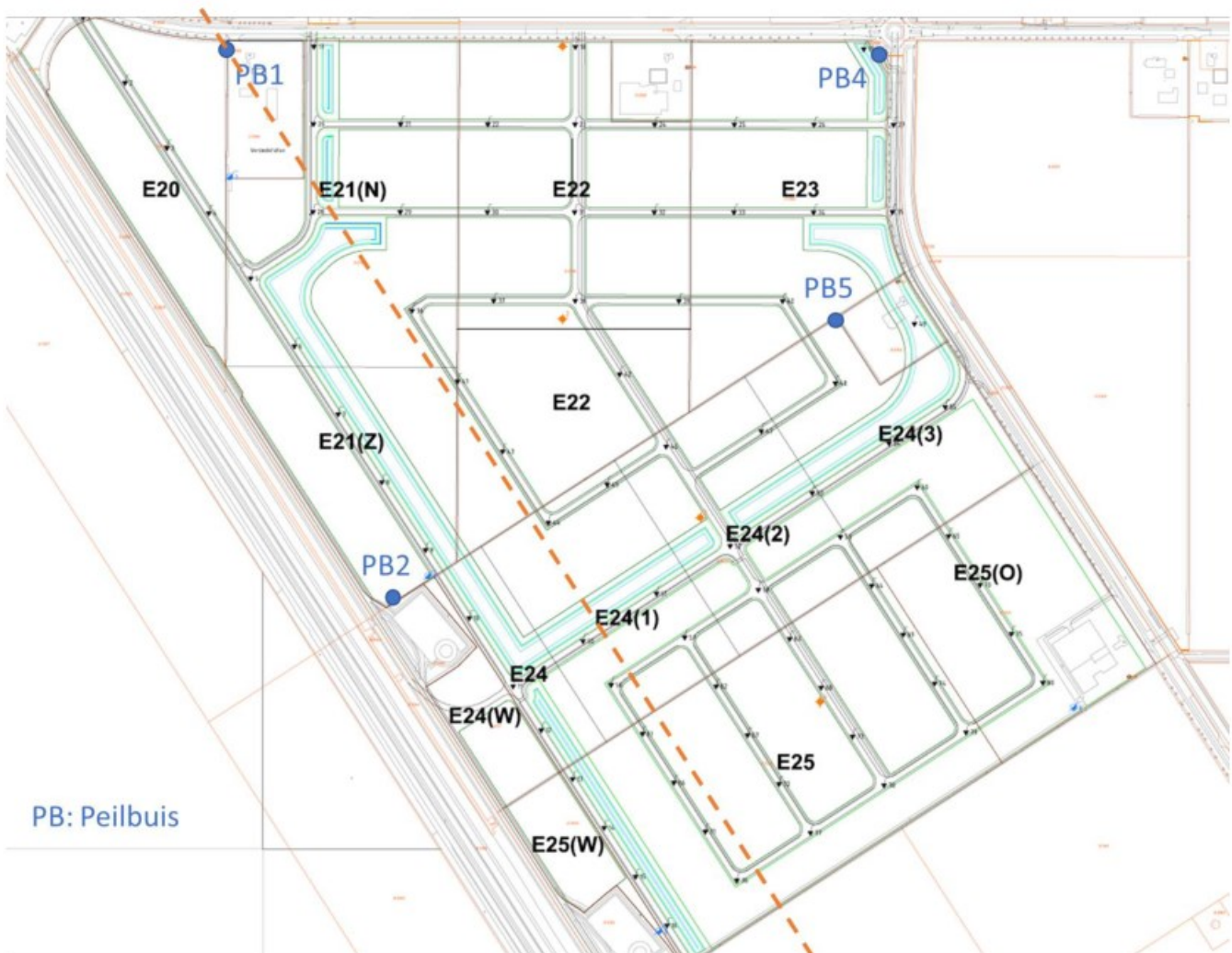
4.2 Invloed op opbarst-advies

In het opbarst-advies is een aanname gedaan voor de maatgevende stijghoogte op basis van bestaande peilbuismetingen in de omgeving afkomstig van het DINOlaket, namelijk NAP -4,2 m. In Figuur 4-2 zijn de voorlopige peilbuismetingen weergegeven. De gemeten stijghoogtes van PB4 en PB5 zijn ruim lager dan de aangehouden NAP -4,2 m. Echter, de gemeten stijghoogte van PB1 is rond de NAP -4,2 m, waarbij dit niveau in juli 2021 licht overschreden werd (met maximaal 0,03 m).

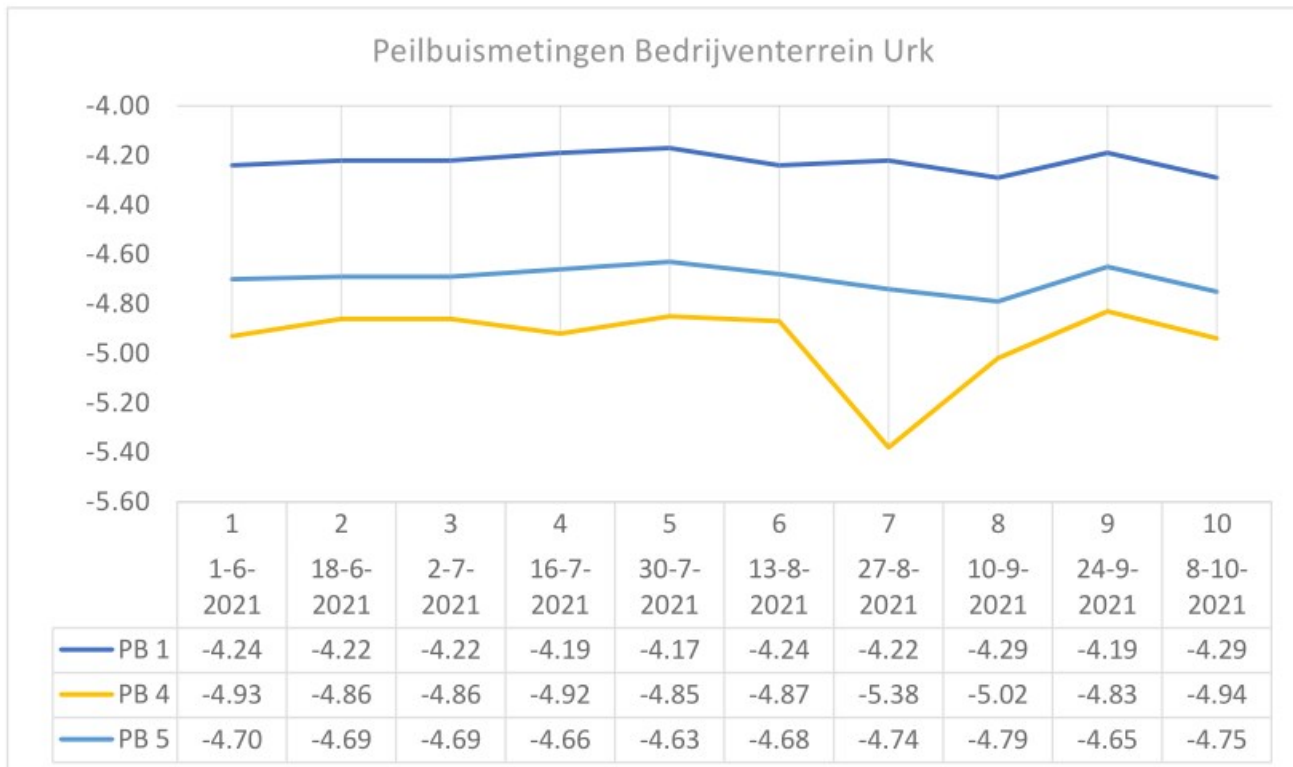
Volgens de peilbuismetingen lijkt er een verband te zitten tussen de stijghoogte en de afstand tot het IJsselmeer, hoe dichterbij het IJsselmeer des te hoger de stijghoogte. Dit zou betekenen dat de stijghoogte westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) hoger kan zijn dan de peilbuismetingen van PB1. Er wordt geadviseerd om een van onderstaande beheersmaatregelen uit te voeren om het risico op opbarsten in dit gebied te beperken:

- Plaatsen van een nieuwe peilbuis vlak langs de waterkering, bijvoorbeeld ter plaatse van PB2;
- Updaten opbarst-advies westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) op basis van een lineaire interpolatie van de peilbuismetingen van PB4, PB5 en PB1 richting de waterkering.

Verder dienen deze peilbuismetingen regelmatig gemonitord te blijven worden om te controleren of de stijghoogte van NAP -4,2 m niet (significant) overschreden wordt.



Figuur 4-1 Locaties peilbuizen



Figuur 4-2 Peilbuismetingen bedrijventerrein Urk

5 Labonderzoek

5.1 Beschrijving extra onderzoek

In Tabel 5-1 is de principe grondopbouw ter plaatse van het bedrijventerrein gegeven, welke is bepaald in het Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk [5]. Voor de drie onderkende samendrukbare lagen is labonderzoek uitgevoerd.

Tabel 5-1 Principe grondopbouw

Grondsoort	Bovenkant grondlaag [m NAP]	Onderkant grondlaag [m NAP]	$\rho_{nat,k}$ [kN/m ³]
KLEI, zwak siltig	-4,3 tot -4,45	-5,1 tot -5,8	15,1
Organische KLEI	-5,1 tot -5,8	-6,2 tot -6,9	12,2
VEEN slap	-6,2 tot -6,9	-8,6 tot -10,0	10,7
ZAND	-8,6 tot -10,0	-20,0 (en dieper)	-

Op verschillende monsters van de boringen uit het grondonderzoek van Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV [7] is labonderzoek [8] [9] uitgevoerd om meer inzicht te verkrijgen in de volgende relevante geotechnische parameters:

- Volumiek gewicht (37 monsters);
- Organisch stofgehalte (7 monsters);
- Samendrukkingsproeven (20 monsters).

De zettingsberekeningen in het Voorbelastingadvies zijn uitgevoerd met behulp van het Koppejan-Terzaghi model. De aangehouden zettingsparameters (samendrukbaarheid inclusief variatiecoëfficiënt en consolidatie coëfficiënten) in deze berekeningen zijn gegeven in Tabel 5-2. Verder is er een algemene POP van 7,5 kPa aangehouden met een variatiecoëfficiënt van 0,25.

Tabel 5-2 Aangehouden gemiddelde zettingsparameters [5]

Grondsoort	ρ_{nat} [kN/m ³]	C_p [-]	C_s [-]	C_p' [-]	C_s' [-]	C' [$\cdot 10^{-4}$]	VC [-]	$C_{v,\text{min}}$ [m ² /s]	$C_{v,\text{max}}$ [m ² /s]
KLEI, zwak siltig	15,5	72	1600	24	200	16	0,33	$1 \cdot 10^{-8}$	$7 \cdot 10^{-8}$
Organische KLEI	13,0	36	400	12	50	6	0,25	$3 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$
VEEN slap	11,0	30	280	10	35	5	0,25	$5 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-7}$
ZAND	Onsamendrukbaar								

5.1.1 Veen

Voor het labonderzoek waren 25 Veen monsters beschikbaar, waarvan 14 monsters alleen zijn beproefd op het volumieke gewicht (en watergehalte) en op 11 monsters zijn tevens samendrukkingsproeven zijn uitgevoerd.

Volumieke gewicht (en watergehalte)

In Tabel 5-3 is een overzicht gegeven van de veenmonsters met het bijbehorende volumiek gewicht. De meeste monsters betreffen mineraalarm veen, waarvan verschillende monsters zwak kleilig zijn. Monster PB1-3 is sterk kleilig en heeft een relatief hoog (nat) volumiek van 12 kN/m³. Vanwege het sterk kleilige karakter is dit monster te beschouwen als organische klei en is daarom buiten beschouwing gelaten. De monsters welke verder zijn aangeduid als veen komen allemaal voor in de als veen aangeduide grondlaag zoals weergegeven in Tabel 5-1. Dit betekent dat er zich geen veeninsluitingen bevinden in de overige grondlagen.

Op basis van de overige 24 monsters is het gemiddelde volumieke gewicht en de variatiecoëfficiënt (o.b.v. de CUR 162 [2]) berekend. Daarbij is ook de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] gegeven. Deze is lager dan de berekende waarde. De waarde volgens de NEN 9997-1 wordt gezien als bovengrens voor de variatiecoëfficiënt, dus zijn op basis van deze waarde de karakteristieke waarden bepaald in Tabel 5-3.

De karakteristieke waarde van het volumieke gewicht van het veen is volgens de lab resultaten 10,2 kN/m³. In de opbarst-berekeningen is een karakteristiek volumiek gewicht van 10,7 kN/m³ aangehouden (Tabel 5-1). Echter, het volumiek gewicht van veen heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen veen bevindt onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsleuven. De invloed op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-3 Volumiek gewicht veenmonsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
B1-3-O12	VEEN, zwak kleilig	-6,8	11,2	2,7	307
B1-6-O13	VEEN, mineraalarm	-8,3	10,0	1,3	663
B3-4-O7	VEEN, mineraalarm, houtresten houdend	-6,9	10,2	1,6	529
B3-6-O8	VEEN, mineraalarm, houtresten houdend	-8,2	10,1	1,6	531
PB1-6-O6	VEEN, mineraalarm	-7,4	10,1	1,8	461
PB2-10-O3	VEEN, mineraalarm	-7,6	10,9	2,3	372
PB2-24-O15	VEEN, mineraalarm	-10,6	10,4	1,8	490
PB4-12-O10	VEEN, mineraalarm	-7,3	11,2	3,1	256
B1-2	VEEN, zwak kleilig	-6,3	11,4	3,3	247
B1-4	VEEN, zwak kleilig	-7,3	11,5	3,3	246
B1-7	VEEN, mineraalarm	-8,8	9,6	1,3	658
B2-2	VEEN, mineraalarm	-6,7	10,3	2,0	429
B2-4	VEEN, mineraalarm	-7,7	9,5	1,4	602

B3-3	VEEN, mineraalarm	-6,7	10,7	2,3	365
B3-5	VEEN, mineraalarm	-7,7	10,3	1,8	463
PB1-3	VEEN, sterk kleiig	-5,8	12,0	4,3	183
PB1-5	VEEN, zwak kleiig	-6,8	11,2	2,9	288
PB1-7	VEEN, mineraalarm	-7,8	9,4	1,1	798
PB2-11	VEEN, mineraalarm	-8,1	9,9	1,6	514
PB4-11	VEEN, zwak zandig	-6,9	10,7	3,9	175
PB5-6	VEEN, mineraalarm	-7,3	9,9	1,5	565
PB5-8	VEEN, mineraalarm	-8,3	10,1	1,5	576
B2-3	VEEN	-7,0	10,6	2,4	335
B2-5	VEEN	-8,1	10,1	1,6	529
PB5-7	VEEN	-7,6	10,3	1,8	479
Gemiddelde			10,4	2,1	453
Variatiecoëfficiënt (berekend volgens CUR 162)			0,06	0,37	
Variatiecoëfficiënt (volgens NEN 9997-1)			0,05	0,05	
Karakteristieke waarde (CUR 162)			10,2	1,8	
Karakteristieke waarde (NEN 9997-1)			10,2	2,0	

Samendrukking coëfficiënten

In Tabel 5-4 is een overzicht gegeven van de resultaten van de samendrukkingsproeven op 11 monsters (veen). De oranje gemarkeerde monsters in de tabel zijn beproefd door het Silt lab [8], de geel gemarkeerde monsters door RPS [9]. Door het Silt lab is C_p en σ'_p bepaald o.b.v. de eerste belastingtrap, door RPS o.b.v. de herbelastingtrap. Deze verschillende benadering heeft nauwelijks invloed op het resultaat. Verder is de bepaling van C en C' door het Silt lab onjuist uitgevoerd, om deze reden zijn de C en C' in dit document bepaald o.b.v. onderstaande vergelijking 5.18 uit de CUR 162 [2]:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s} \cdot \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} \quad (\text{met } t_d = 10.000 \text{ dagen: } \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} = 4)$$

Op basis van de 11 monsters zijn de gemiddelde waardes, variatiecoëfficiënten (V) en karakteristieke waardes berekend. Hierbij is rekening gehouden dat de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] een bovengrens is.

Over het algemeen zijn de gemiddelde waardes van de samendrukking coëfficiënten o.b.v. de samendrukkingsproeven van veen lager dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Dit zou betekenen dat het veen gevoeliger is voor zetting dan aangehouden. Daarentegen is de grensspanning en dus de POP (en OCR) volgens de lab resultaten een stuk hoger dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). De invloed hiervan op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-4 Resultaten zettingsparameters o.b.v. samendrukkingsproeven veenmonsters

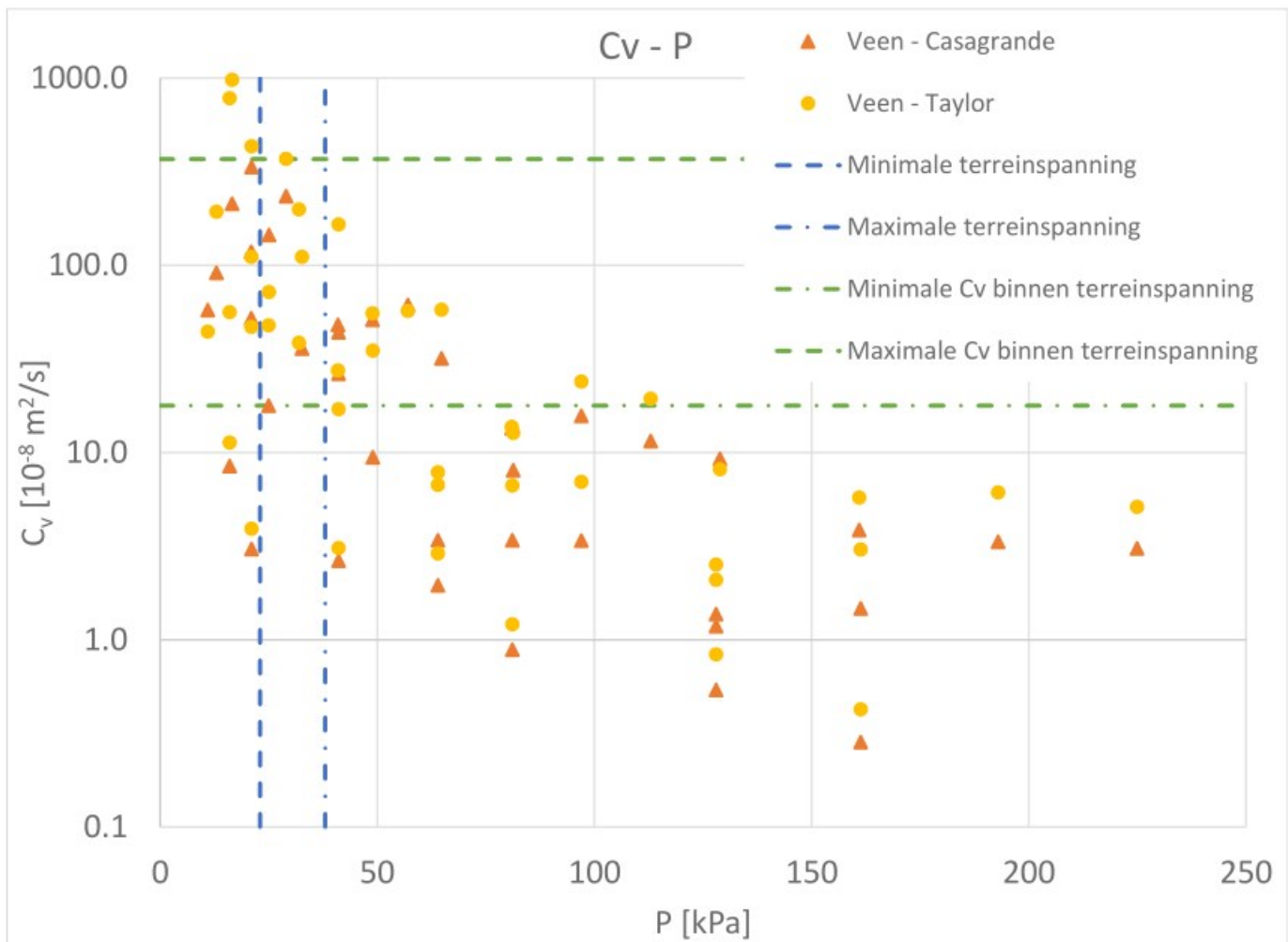
Monster	C_p [-]	C_s [-]	C [$\cdot 10^{-4}$]	C_p' [-]	C_s' [-]	C' [$\cdot 10^{-4}$]	σ'_p [kPa]	POP [kPa]	OCR [-]
B1-3-O12	27,4	166,5	16,5	7,0	33,2	3,8	22,2	10,0	1,8
B1-6-O13	17,6	71,4	8,9	5,1	29,8	3,0	25,1	11,4	1,8
B3-4-O7	36,3	254,3	23,1	4,3	39,7	3,0	41,5	20,8	2,0
B3-6-O8	34,3	442,2	26,2	4,1	31,9	2,7	37,6	15,7	1,7
PB1-6-O6	13,9	59,1	7,2	4,5	52,1	3,3	24,8	7,0	1,4
PB2-10-O3	18,8	180,9	13,3	5,3	27,7	3,0	36,5	13,9	1,6
PB2-24-O15	22,5	349,3	17,9	5,5	49,4	3,8	34,2	4,1	1,1

PB4-12-O10	22,2	170,7	14,6	5,0	43,1	3,4	58,9	33,4	2,3
B2-3	21,5	255,1	16,1	5,8	70,2	4,4	26,1	8,8	1,5
B2-5	50,0	392,0	33,1	4,4	14,1	2,0	35,0	16,8	1,9
PB5-7	31,3	147,3	16,9	5,3	27,8	3,0	30,6	13,6	1,8
Gemiddelde	<u>26,9</u>	<u>226,3</u>	<u>17,6</u>	<u>5,1</u>	<u>38,1</u>	<u>3,2</u>	<u>33,9</u>	<u>14,1</u>	<u>1,7</u>
V (berekend)	<u>0,39</u>	<u>0,56</u>	<u>0,43</u>	<u>0,16</u>	0,40	<u>0,20</u>	<u>0,31</u>	<u>0,56</u>	<u>0,18</u>
V (NEN 9997-1)				0,25	<u>0,25</u>	0,25			
Kar. (berekend)	21,2	157,6	13,5	4,7	29,8	2,9	28,2	9,8	1,56
Kar. (NEN 9997-1)				4,4	32,9	2,8			
Aangehouden gemiddelde waardes in [5]	30	280	21	10	35	4,7	-	7,5	-

Consolidatie coëfficiënt

Op basis van de resultaten van de samendrukkingsproeven zijn de consolidatie coëfficiënten (c_v) afgeleid voor de veenmonsters, op basis van zowel de Taylor als de Casagrande methode. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 5-1. De C_v -waarden in de herbelastingtrap zijn hierin niet meegenomen. In de figuur zijn tevens de toekomstige minimale en maximale terreinspanning weergegeven met de bijbehorende minimale en maximale C_v binnen dit gebied.

De C_v binnen de toekomstige terreinspanning ligt tussen de $1,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ en de $3,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Deze waarden zijn hoger dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Het veen lijkt dus doorlatender dan aangehouden in de zettingsberekeningen. De invloed hiervan op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.



Figuur 5-1 Consolidatie coëfficiënt (C_v) – spanning (P) diagram veenmonsters

5.1.2 Organische klei

Voor het labonderzoek waren 5 monsters organische klei beschikbaar, waarvan 2 monsters alleen zijn beproefd op het volumieke gewicht (en watergehalte) en op 3 monsters zijn tevens samendrukkingsproeven uitgevoerd. De grondmonsters zijn door de laboratoria verschillend beschreven (als Klei, Silt of Veen), maar in dit document vanwege de geotechnische parameters als organische klei beschouwd.

Volumieke gewicht (en watergehalte)

In Tabel 5-5 is een overzicht gegeven van de kleimonsters met het bijbehorende volumiek gewicht. Op basis hiervan is het gemiddelde volumieke gewicht en de variatiecoëfficiënt (o.b.v. de CUR 162 [2]) berekend. Daarbij is ook de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] gegeven. Deze is lager dan de berekende waarde. De waarde volgens de NEN 9997-1 wordt gezien als bovengrens voor de variatiecoëfficiënt, dus zijn op basis van deze waarde de karakteristieke waarden bepaald in Tabel 5-5.

De gemiddelde waarde van het volumieke gewicht van het organische klei is volgens de lab resultaten $12,7 \text{ kN/m}^3$ en de karakteristieke waarde $12,1 \text{ kN/m}^3$. Deze waarden zijn iets lager dan oorspronkelijk aangehouden. Het volumiek gewicht van het organische klei heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen organische klei bevindt onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsgleuven. De invloed op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-5 Volumiek gewicht organische klei monsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
B1-1-O11	KLEI, zwak siltig, met veenlagen	-5,7	13,3	5,9	127
PB1-3	VEEN, sterk kleiig	-5,8	12,0	4,3	183
PB2-25	KLEI, zwak zandig, matig humeus	-11,1	12,4	4,9	154
B1-2	SILT, zwak zandig, sterk organisch	-5,9	12,2	4,6	168
B2-2	SILT, zwak zandig, zwak organisch	-6,5	13,7	6,4	113
Gemiddelde			12,7	5,2	149
Variatiecoëfficiënt (berekend volgens CUR 162)			0,06	0,17	
Variatiecoëfficiënt (volgens NEN 9997-1)			0,05	0,05	
Karakteristieke waarde (CUR 162)			12,0	4,4	
Karakteristieke waarde (NEN 9997-1)			12,1	5,0	

Samendrukking coëfficiënten

In Tabel 5-6 is een overzicht gegeven van de resultaten van de samendrukkingsproeven op 3 monsters (organische klei). De oranje gemarkeerde monsters in de tabel zijn beproefd door het Silt lab [8], de geel gemarkeerde monsters door RPS [9]. Door het Silt lab is C_p en σ'_p bepaald o.b.v. de eerste belastingtrap, door RPS o.b.v. de herbelastingtrap. Deze verschillende benadering heeft nauwelijks invloed op het resultaat. Verder is de bepaling van C en C' door het Silt lab onjuist uitgevoerd, om deze reden zijn de C en C' in dit document bepaald o.b.v. onderstaande vergelijking 5.18 uit de CUR 162 [2]:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_p'} + \frac{1}{C_s'} \cdot \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} \quad (\text{met } t_d = 10.000 \text{ dagen: } \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} = 4)$$

Op basis van de 3 monsters zijn de gemiddelde waardes, variatiecoëfficiënten (V) en karakteristieke waardes berekend. Hierbij is rekening gehouden dat de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] een bovengrens is.

3 monsters zijn te weinig om een gedegen statistische analyse mee uit te voeren om de karakteristieke waarde te bepalen. Om deze reden zijn alleen de gemiddelde waarden van het lab onderzoek vergeleken met de oorspronkelijk aangehouden waarden. De gemiddelde waardes van de samendrukking coëfficiënten en POP o.b.v. de samendrukkingsproeven zijn vergelijkbaar met de waarden aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Er kan worden gesteld dat het Voorbelastingadvies [5] op basis hiervan niet hierzien hoeft te worden.

Tabel 5-6 Resultaten zettingsparameters o.b.v. samendrukkingsproeven organische klei monsters

Monster	C_p [-]	C_s [-]	C [$\cdot 10^{-4}$]	C_p' [-]	C_s' [-]	C' [$\cdot 10^{-4}$]	σ'_p [kPa]	POP [kPa]	OCR [-]
B1-1-O11	36,9	172,6	19,9	12,2	63,4	6,9	12,8	1,6	1,1
B1-2	40,0	131,3	18,0	10,9	46,5	5,6	19,2	7,3	1,6
B2-2	34,1	191,2	19,9	11,8	71,3	7,1	25,8	8,9	1,5
Gemiddelde	37,0	165,0	19,3	11,6	60,4	6,5	19,3	5,9	1,4
Aangehouden gemiddelde waardes in [5]	36	400	26,5	12	50	6,0	-	7,5	-

5.1.3 Klei, zwak siltig

Voor het labonderzoek waren 5 monsters klei, zwak siltig beschikbaar, waarvan 2 monsters alleen zijn beproefd op het volumieke gewicht (en watergehalte) en op 3 monsters zijn tevens samendrukkingsproeven uitgevoerd. De grondmonsters zijn door de laboratoria beschreven als zand, maar in dit document vanwege de geotechnische parameters als klei, zwak siltig beschouwd.

Volumieke gewicht (en watergehalte)

In Tabel 5-7 is een overzicht gegeven van de kleimonsters met het bijbehorende volumiek gewicht. Op basis hiervan is het gemiddelde volumieke gewicht en de variatiecoëfficiënt (o.b.v. de CUR 162 [2]) berekend. Daarbij is ook de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] gegeven. Deze is lager dan de berekende waarde. De waarde volgens de NEN 9997-1 wordt gezien als bovengrens voor de variatiecoëfficiënt, dus zijn op basis van deze waarde de karakteristieke waarden bepaald in Tabel 5-7.

De gemiddelde waarde van het volumieke gewicht van klei, zwak siltig is volgens de lab resultaten 16,9 kN/m³ en de karakteristieke waarde 16,1 kN/m³. Deze waarden zijn hoger dan oorspronkelijk aangehouden. Het volumiek gewicht van klei, zwak siltig heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen klei, zwak siltig bevindt onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsseuven. De invloed op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-7 Volumiek gewicht klei, zwak siltig monsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
B3-2-O5	ZAND, zwak siltig, met veen- en kleilagen	-6,2	17,0	13,0	31
PB4-10-O9	ZAND, uiterst fijn, zwak humeus	-6,3	17,6	12,7	38
PB5-3-O14	ZAND, uiterst fijn, zwak siltig, zwak humeus	-5,7	17,6	12,6	40
B3-1	ZAND, zwak siltig, met veen- en kleilagen	-5,7	16,7	11,6	45
PB2-8	ZAND, zwak siltig, met veel veenlagen	-6,6	15,5	9,5	63
Gemiddelde			16,9	11,9	44
Variatiecoëfficiënt (berekend volgens CUR 162)			0,05	0,12	
Variatiecoëfficiënt (volgens NEN 9997-1)			0,05	0,05	
Karakteristieke waarde (CUR 162)			16,1	10,5	
Karakteristieke waarde (NEN 9997-1)			16,1	11,3	

Samendrukking coëfficiënten

In Tabel 5-8 is een overzicht gegeven van de resultaten van de samendrukkingsproeven op 3 monsters (klei, zwak siltig). Alle (oranje gemarkeerde) monsters in de tabel zijn beproefd door het Silt lab [8]. De bepaling van C en C' door het Silt lab onjuist uitgevoerd, om deze reden zijn de C en C' in dit document bepaald o.b.v. onderstaande vergelijking 5.18 uit de CUR 162 [2]:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s} \cdot \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} \quad (\text{met } t_d = 10.000 \text{ dagen: } \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} = 4)$$

Op basis van de 3 monsters zijn de gemiddelde waardes, variatiecoëfficiënten (V) en karakteristieke waardes berekend. Hierbij is rekening gehouden dat de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] een bovengrens is.

3 monsters zijn te weinig om een gedegen statistische analyse mee uit te voeren om de karakteristieke waarde te bepalen. Om deze reden zijn alleen de gemiddelde waarden van het lab onderzoek vergeleken met de oorspronkelijk aangehouden waarden. De gemiddelde waarden van de samendrukking coëfficiënten en POP o.b.v. de samendrukkingproeven zijn hoger dan de waarden aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Het voorbelastingadvies zou met deze waarden dus wat gunstiger uitkomen.

Tabel 5-8 Resultaten zettingsparameters o.b.v. samendrukkingproeven klei, zwak siltig monsters

Monster	C_p [-]	C_s [-]	$C \cdot 10^{-4}$	C_p' [-]	C_s' [-]	$C' \cdot 10^{-4}$	σ'_p [kPa]	POP [kPa]	OCR [-]
B3-2-O5	92,1	748,5	61,7	46,9	400,0	31,9	22,5	4,9	1,3
PB4-10-O9	146,6	1373,1	102,7	61,0	631,3	44,0	52,8	28,4	2,2
PB5-3-O14	223,0	2648,4	166,8	56,9	568,1	40,6	35,3	21,0	2,5
Gemiddelde	153,9	1590,0	150,2	54,9	533,1	53,5	36,9	18,1	2,0
Aangehouden gemiddelde waarden in [5]	72	1600	61,0	24	200	16,2	-	7,5	-

5.1.4 Zand

Verder zijn 3 monsters zand beschikbaar, waarop zowel het volumieke gewicht (en watergehalte) is beproefd en samendrukkingproeven zijn uitgevoerd. De samendrukkingproeven op zand zijn vanwege het onsamendrukbare karakter van zand onbruikbaar. In Tabel 5-9 is een overzicht van de volumieke gewichten van de zandmonsters gegeven. Deze monsters komen voor in de als klei aangeduide grondlagen in de principe grondopbouw in Tabel 5-1. Dit betekent dat deze kleilagen zandiger zijn dan aangenomen. Hierdoor is de samendrukbaarheid van de ondergrond kleiner dan aangenomen, hetgeen ook van toepassing is op het volumiek gewicht.

Tabel 5-9 Volumiek gewicht zandmonsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
PB2-5	Silt, sterk zandig, zwak organisch, schelpmat.	-4,9	19,0	15,1	26
PB2-6	Silt, sterk zandig, zwak organisch, schelpmat.	-5,4	19,7	15,7	25
PB2-7	Silt, sterk zandig, zwak organisch, schelpmat.	-5,9	19,7	15,9	24
Gemiddelde			19,5	15,6	25

5.2 Invloed op voorbelastingadvies

Om de invloed op het voorbelastingadvies te bepalen is de maatgevende zettingsberekening voor vak 3 – uitgeefbaar uit het Voorbelastingadvies Bedrijventerrein Urk [5] opnieuw uitgevoerd met de geotechnische parameters voor veen zoals deze volgen uit het labonderzoek. Voor veen zijn de gemiddelde samendrukbaarheidsconstanten (C_p , C_s , C_p' , C_s') en de POP conform Tabel 5-4 en de consolidatie coëfficiënt tussen de $1,8 \cdot 10^{-7}$ m²/s en de $3,7 \cdot 10^{-6}$ m²/s aangehouden. Voor de overige samendrukbare lagen zijn de parameters aangehouden, zoals in het oorspronkelijk advies weergegeven. Echter de veenlaag heeft de grootste bijdrage aan de zetting, namelijk ca. 65% in de maatgevende berekening. De bijdrage van de andere lagen aan de zetting is dus relatief beperkt.

In Tabel 5-10 is een overzicht gegeven van de resultaten van de maatgevende zettingsberekening voor vak 3 – uitgeefbaar voor zowel de oorspronkelijke als de zettingsparameters welke volgen uit het labonderzoek. Voor dit vak is de eindzetting na 30 jaar met een 50% overschrijdingskans (eindzetting 50%) en 10% overschrijdingskans (eindzetting 10%) weergegeven. Deze eindzetting is bepaald als gevolg van de toekomstige belasting, zonder maatregelen. Verder

is de benodigde tijd bepaald, die deze toekomstige belasting aanwezig dient te zijn om aan de restzettingseis te voldoen. Voor de oorspronkelijke berekening van vak 3 – uitgeefbaar wordt verwezen naar het Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk [5]. In Bijlage C is de uitvoer van de S.S.A.T. berekening voor vak 3 (uitgeefbaar terrein) met de verbeterde geotechnische parameters bijgevoegd.

Tabel 5-10 Zettingsresultaten vak 3 uitgeefbaar oorspronkelijk en verbeterd

Vak	Fase	Eindzetting 50% [m]	Eindzetting 10% [m]	Tijd benodigd 50% [dagen]	Tijd benodigd 10% [dagen]
3U	Oorspronkelijk	0,14	0,23	50	400
3U	O.b.v. lab onderzoek	0,14	0,28	40	300

Uit de resultaten blijkt dat de berekende zetting en benodigde tijd voor de berekening met de nieuwe geotechnische parameters zeer vergelijkbaar is met de berekening met de oorspronkelijke uitgangspunten. De eindzetting bij een overschrijdingskans van 10% voor de berekening met de nieuwe parameters is net wat hoger dan volgens het oorspronkelijke advies, maar de benodigde tijd voor het bereiken van de restzettingseis is wat lager. De berekening is uitgevoerd voor het maatgevende vak, welke representatief wordt gezien voor de overige vakken. Op basis hiervan kan worden gesteld dat het Voorbelastingsadvies [5] niet hierzien hoeft te worden op basis van het labonderzoek.

6 Conclusie

Ten behoeve van het BRM van het bedrijventerrein Port of Urk is door Arcadis een Voorbelastingsadvies [5] en Opbarst-advies [6] opgesteld. In deze adviezen zijn (conservatieve) aannames gedaan voor ontbrekende uitgangspunten. Inmiddels zijn er verschillende extra onderzoeken uitgevoerd bepalen en in voorliggend memo zijn de aangenomen uitgangspunten getoetst aan de extra uitgevoerde onderzoeken. De extra uitgevoerde onderzoeken zijn:

- Extra sonderingen;
- Peilbuismetingen;
- Geotechnisch labonderzoek, met daarin:
 - Volumiek gewicht van 37 monsters;
 - Organisch stofgehalte van 7 monsters;
 - Samendrukkingproeven van 20 monsters.

Extra sonderingen

In juli 2021 heeft fase 2 van het grondonderzoek plaatsgevonden bestaande uit 11 extra sonderingen. Er zijn enkele extra sonderingen uitgevoerd in het gebied waar sondeergegevens ontbraken. Echter, opvallend is dat er nog steeds relatief grote vlakken zonder geotechnisch onderzoek bevinden in vak 3 van het voorbelastingsadvies en vak Rio-2 van het opbarstadvies door het ontbreken van archeologische boringen.

Op basis van de extra sonderingen is er in het voorbelastingsadvies een extra vak 3* toegevoegd met een kleiner samendrukbaar pakket dan aangehouden in het oorspronkelijke voorbelastingsadvies. Op deze wijze zijn de zettingen en de benodigde maatregelen binnen dit vak kleiner. In Tabel 3-1 is een overzicht gegeven van het voorbelastingsadvies per vak op basis een zettingstijd 180 en 270 dagen, deze tabel vervangt Tabel 5-1 uit het oorspronkelijke voorbelastingsadvies [5]. Er wordt geadviseerd om de zetting in vak 3* deze periode te monitoren m.b.v. zakbaken. Op deze wijze kunnen aan de hand van de zakbaakmetingen de benodigde maatregelen eventueel tussentijds nog aangepast worden.

Geadviseerd wordt om (de vakindeling van) het reeds opgestelde opbarst-advies niet verder te optimaliseren, omdat ter plaatse van de missende archeologische boringen het risico op opbarsten te groot is. Het faalmechanisme opbarsten is namelijk een plotselinge gebeurtenis zonder waarschuwing.

Peilbuismetingen

Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV heeft in fase 1 van het grondonderzoek vier peilbuizen aangebracht ter plaatse van het Bedrijventerrein Urk [7] en vanaf 1 juni wordt de waterstand in deze peilbuizen gemeten. Peilbuismetingen zijn beschikbaar voor drie peilbuizen, namelijk PB1, PB4 en PB5. PB2 is wel geplaatst, maar deze is

kapot gereden door een aanrijding met een agrariër. De aangehouden stijghoogte in het opbarst-advies van NAP -4,2 m wordt in juli 2021 een enkele keer licht overschreden.

Volgens de peilbuismetingen lijkt er een verband te zitten tussen de stijghoogte en de afstand tot het IJsselmeer, hoe dichterbij het IJsselmeer des te hoger de stijghoogte. Dit zou betekenen dat de stijghoogte westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) hoger kan zijn dan de peilbuismetingen van PB1. Er wordt geadviseerd om een van onderstaande beheersmaatregelen uit te voeren om het risico op opbarsten in dit gebied te beperken:

- Plaatsen van een nieuwe peilbuis vlak langs de waterkering, bijvoorbeeld ter plaatse van PB2;
- Updaten opbarst-advies westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) op basis van een lineaire interpolatie van de peilbuismetingen van PB4, PB5 en PB1 richting de waterkering.

Verder dienen deze peilbuismetingen regelmatig gemonitord te blijven worden om te controleren of de stijghoogte van NAP -4,2 m niet (significant) overschreden wordt.

Labonderzoek

Op verschillende monsters van de boringen uit het grondonderzoek van Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV [7] is labonderzoek uitgevoerd om meer inzicht te verkrijgen over geotechnische parameters, namelijk [8] [9]:

- Volumiek gewicht van 37 monsters;
- Organisch stofgehalte van 7 monsters;
- Samendrukkingproeven van 20 monsters.

Het gemiddelde en de karakteristieke waarden van de volumieke gewichten van de samendrukbare lagen komt goed overeen met de oorspronkelijk aangehouden waarden. Het volumiek gewicht heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen oorspronkelijke lagen bevinden onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsseuven. Dit was destijds bij het uitvragen van het labonderzoek nog niet bekend.

Over het algemeen zijn de gemiddelde waarden van de samendrukking coëfficiënten o.b.v. de samendrukkingproeven van een lager dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Dit zou betekenen dat het veen gevoeliger is voor zetting dan aangehouden. Daarentegen is de grensspanning en dus de POP (en OCR) volgens de lab resultaten een stuk hoger dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2).

Er waren voor zowel organische klei als klei, zwak siltig 3 monsters beschikbaar voor samendrukkingproeven. 3 monsters zijn te weinig om een gedegen statistische analyse mee uit te voeren om de karakteristieke waarde te bepalen. Om deze reden zijn alleen de gemiddelde waarden van het lab onderzoek vergeleken met de oorspronkelijk aangehouden waarden. De gemiddelde waarden van de samendrukking coëfficiënten en POP o.b.v. de samendrukkingproeven zijn vergelijkbaar met of hoger dan de waarden aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Er kan worden gesteld dat het Voorbelastingadvies [5] op basis hiervan niet hierzien hoeft te worden.

Verder zijn 3 monsters zand beschikbaar. Deze monsters komen voor in de als klei aangeduide grondlagen in de principe grondopbouw in Tabel 5-1. Dit betekent dat deze kleilagen zandiger zijn dan aangenomen. Hierdoor is de samendrukbaarheid van de ondergrond kleiner dan aangenomen, hetgeen ook van toepassing is op het volumiek gewicht.

Om de invloed van het labonderzoek op het voorbelastingadvies te bepalen is de maatgevende zettingsberekening voor vak 3 – uitgeefbaar uit het Voorbelastingadvies Bedrijventerrein Urk [5] opnieuw uitgevoerd met de nieuwe geotechnische parameters voor veen. Voor veen zijn de gemiddelde samendrukbaarheidsconstanten (C_p , C_s , C_p' , C_s') en de POP conform Tabel 5-4 en de consolidatie coëfficiënt tussen de $1,8 \cdot 10^{-7}$ m²/s en de $3,7 \cdot 10^{-6}$ m²/s aangehouden. Voor de overige samendrukbare lagen zijn de parameters aangehouden, zoals in het oorspronkelijk advies weergegeven. Echter de veenlaag heeft de grootste bijdrage aan de zetting, namelijk ca. 65% in de maatgevende berekening. De bijdrage van de andere lagen aan de zetting is dus relatief beperkt.

Uit de resultaten blijkt dat de berekende zetting en benodigde tijd voor de berekening met de nieuwe geotechnische parameters zeer vergelijkbaar is met de berekening met de oorspronkelijke uitgangspunten. De eindzetting bij een overschrijdingskans van 10% voor de berekening met de nieuwe parameters is net wat hoger dan volgens het oorspronkelijke advies, maar de benodigde tijd voor het bereiken van de restzettingseis is wat lager. De berekening is

uitgevoerd voor het maatgevende vak, welke representatief wordt gezien voor de overige vakken. Op basis hiervan kan worden gesteld dat het Voorbelastingadvies [5] niet hierzien hoeft te worden op basis van het labonderzoek.

7 Bijlages

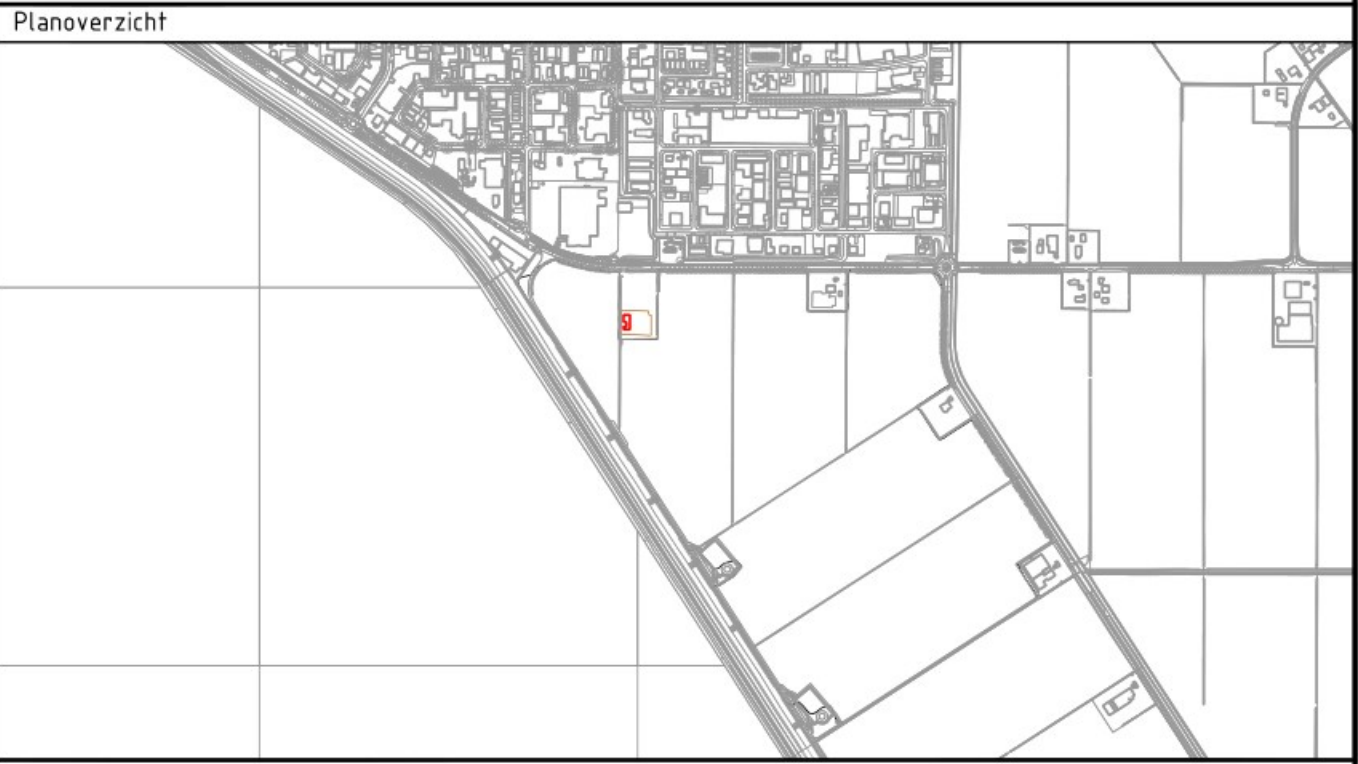
Bijlage A Hoogtekaarten zandlagen fase 1

Bijlage B Hoogtekaarten zandlagen fase 2

Bijlage C Uitvoer S.S.A.T. Berekening vak 3 o.b.v. labonderzoek (uitgeefbaar terrein)



Hoogte tabel bestaande situatie			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	-4.710	-4.600	
2	-4.600	-4.500	
3	-4.500	-4.400	
4	-4.400	-4.300	
5	-4.300	-4.200	
6	-4.200	-4.100	
7	-4.100	-4.000	
8	-4.000	-3.750	
9	-3.750	-3.500	
10	-3.500	-3.250	
11	-3.250	-3.000	
12	-3.000	-2.750	
13	-2.750	-2.500	
14	-2.500	-2.250	
15	-2.250	-2.000	



Versie
V2

Deonting: Rijsen kaarten met nieuw meetgegevens
Datum: 26/03/2021
Get.: Kerkweg, N

Con.: de Wt. J

Vrij

Versie
V1

Deonting: Hoogtekaarten zanddag en bereigend pakket
Datum: 05/03/2021
Get.: Kerkweg, N

Con.: de Wt. J

Vrij

Oprachtgever

Contact

Advies- en Ingenieursorganisatie

Architect

Project

Raamcontract Urk
Projectnummer : E07031000447
Fase : VO

Security Category: ASD-Internal

Onderwerp

Binnendijks bedrijventerrein Port of Urk
Hoogtekaart bestaande situatie

Schaal : 1:2000
Contractnummer:

Bladformaat: A0
Bladnummer : 1 van 8

Status :
Concept

Versie:
V2

9600

C:\Users\Korteweg\Documents\100-Arcadis\ARCADIS-NL-E07031000447-Raamcontract-URK\Projectbestanden\0903_B08T12_MPLC\02\05\N000_Hoogtekaart\B08T1-ABC-SL-00-00-DE-VO-9600 - 190003205.dwg 190003205.dwg



Versie V2	Omschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens			
	Datum: 26/03/2021	Get.: Kerfweg, M.	Con.: de Wit, J.	Vrij:
Versie V1	Omschrijving: Hoofdekaarten zondag en bovenliggend pakket			
	Datum: 05/03/2021	Get.: Kerfweg, M.	Con.: de Wit, J.	Vrij:

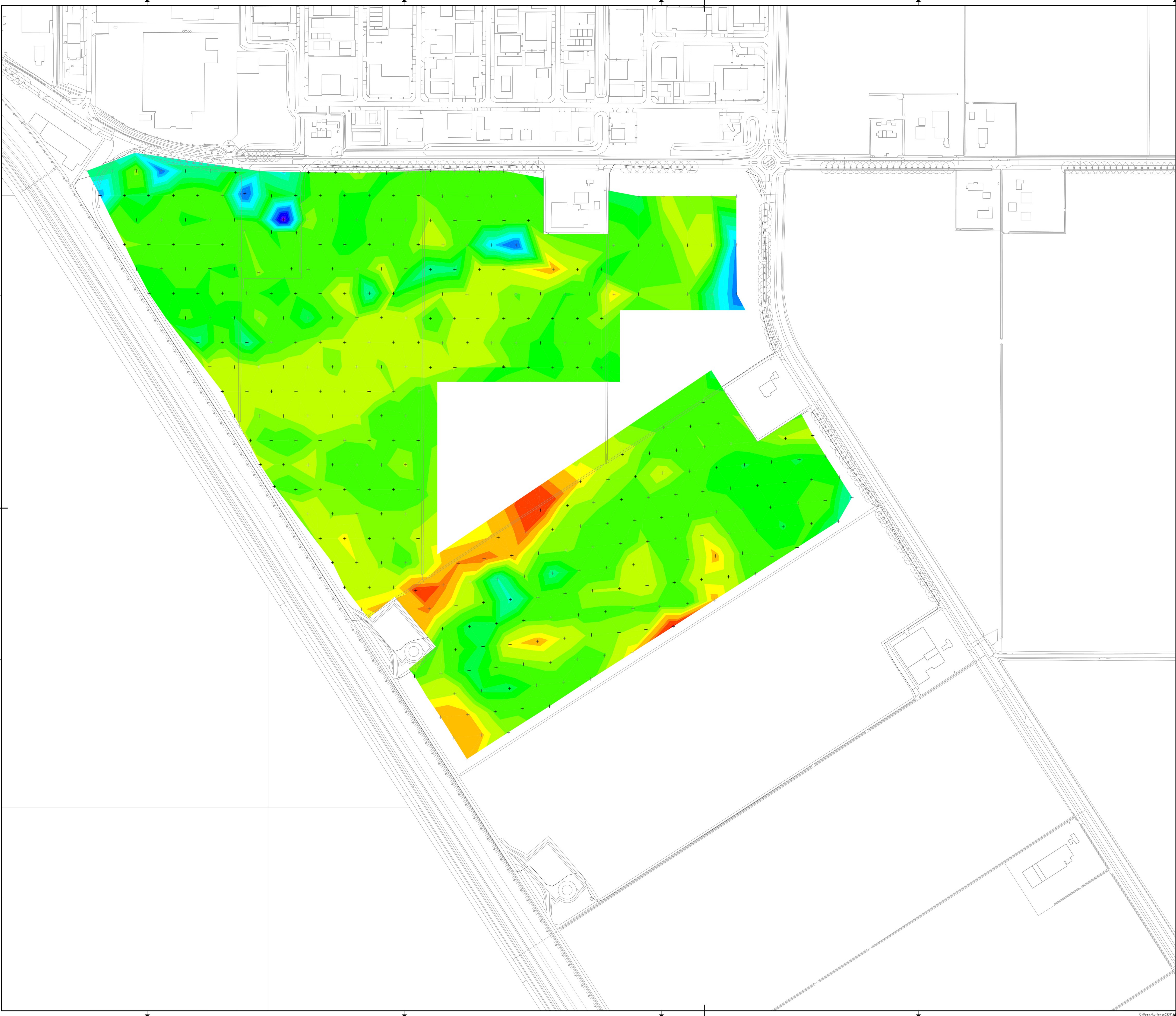
Opdrachtgever  **URK**

Advies- en Ingenieursorganisatie Architect

 **ARCADIS** | Design & Consultancy
for natural and built assets

Project		Contact
Raamcontract Urk		de Groot, P.
Projectnummer :	E07031.000447	Security Category
Fase :	V0	AS2-internal
Onderwerp :	Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk Kleurenkaart diepte zandlaag Bodemonderzoek Lankelma	

Schaal : 1:2000	Bladformaat: A0	Status : Concept
Contractnummer:	Bladnummer : 2 van 8	
Tekeningnummer: 9600-2		Versie: V2



Diepte zandlaag tov NAP (m)			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	-12.000	-11.750	
2	-11.750	-11.500	
3	-11.500	-11.250	
4	-11.250	-11.000	
5	-11.000	-10.750	
6	-10.750	-10.500	
7	-10.500	-10.250	
8	-10.250	-10.000	
9	-10.000	-9.750	
10	-9.750	-9.500	
11	-9.500	-9.250	
12	-9.250	-9.000	
13	-9.000	-8.750	
14	-8.750	-8.500	
15	-8.500	-8.250	
16	-8.250	-8.000	
17	-8.000	-7.750	
18	-7.750	-7.500	
19	-7.500	-7.250	
20	-7.250	-7.000	
21	-7.000	-6.750	
22	-6.750	-6.500	
23	-6.500	-6.250	
24	-6.250	-6.000	
25	-6.000	-5.750	
26	-5.750	-5.500	
27	-5.500	-5.250	
28	-5.250	-5.000	
29	-5.000	-4.750	
30	-4.750	-4.500	



Versie V2

Deelname Rijbewijs kaart met nieuwe meetgegevens

Datum: 26/03/2021

Get.: Kerkweg, H.

Con.: de Wijk, J.

Vrij.

Versie V1

Deelname Rijbewijs kaart met nieuwe meetgegevens

Datum: 26/03/2021

Get.: Kerkweg, H.

Con.: de Wijk, J.

Vrij.

Opdrachtgever

URK

Contact

Advies- en Ingenieursorganisatie

Architect

ARCADIS

Design & Consultancy for natural and built assets

Project

Raamcontract Urk

Projectnummer: E07031000447

Fase: V2

Security Category: AS2-Internal

Onderwerp

Binnendijks bedrijventerrein Port of Urk

Kleurenkaart diepte zandlaag

Archeologisch bodemonderzoek

Schaal: 1:12000

Bladformaat: A0

Status: Concept

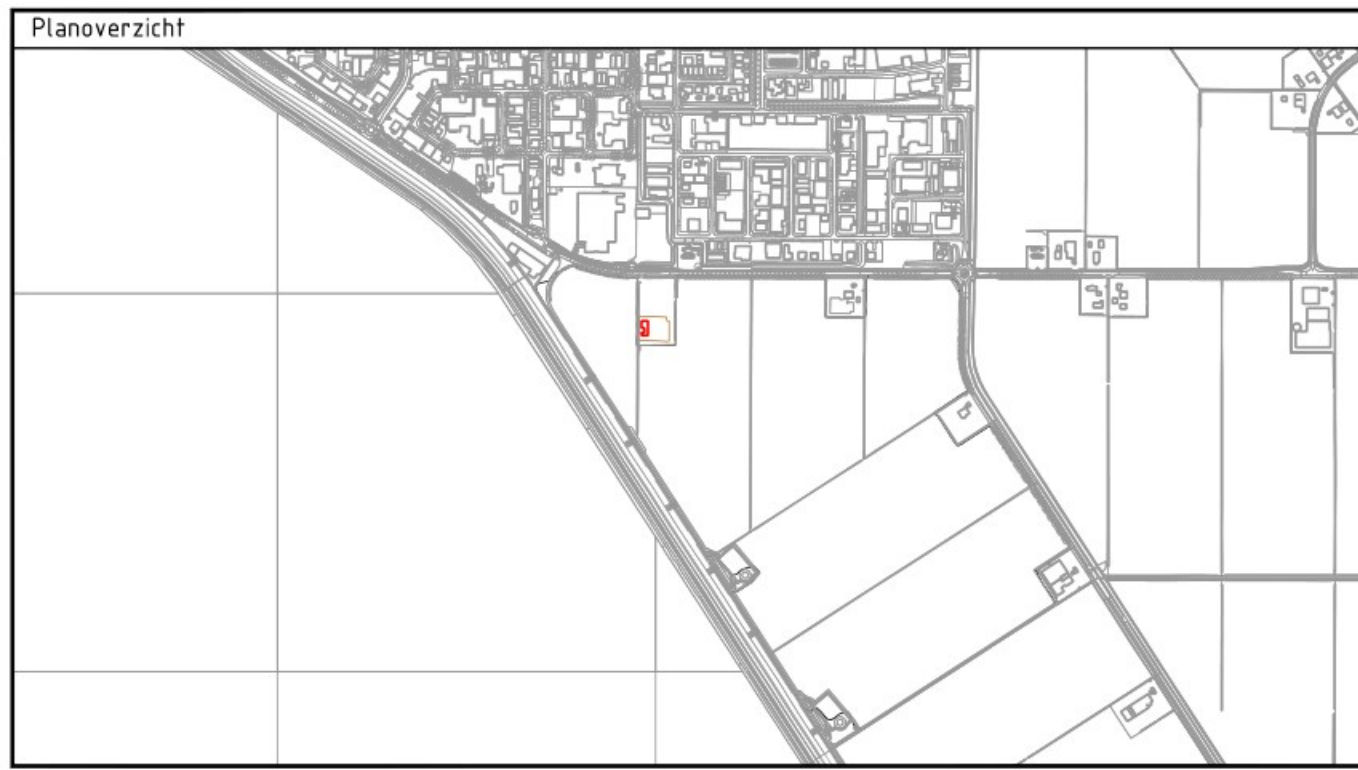
Contractnummer: 9600-3

Bladnummer: 3 van 8

Versie: V2



Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	-12.000	-11.750	
2	-11.750	-11.500	
3	-11.500	-11.250	
4	-11.250	-11.000	
5	-11.000	-10.750	
6	-10.750	-10.500	
7	-10.500	-10.250	
8	-10.250	-10.000	
9	-10.000	-9.750	
10	-9.750	-9.500	
11	-9.500	-9.250	
12	-9.250	-9.000	
13	-9.000	-8.750	
14	-8.750	-8.500	
15	-8.500	-8.250	
16	-8.250	-8.000	
17	-8.000	-7.750	
18	-7.750	-7.500	
19	-7.500	-7.250	
20	-7.250	-7.000	
21	-7.000	-6.750	
22	-6.750	-6.500	
23	-6.500	-6.250	
24	-6.250	-6.000	
25	-6.000	-5.750	
26	-5.750	-5.500	
27	-5.500	-5.250	
28	-5.250	-5.000	
29	-5.000	-4.750	
30	-4.750	-4.500	



Versie V2	Omschrijving Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens Datum: 26/03/2021 Gef.: Korfweg, M. Cen.: de Wt., J.	Vrij.
Versie V1	Omschrijving Hoofdraaktaken zandlaag en boretoeggend pakket Datum: 05/09/2021 Gef.: Korfweg, M. Cen.: de Wt., J.	Vrij.

Opdrachtgever _____ **Contact** _____



Advies- en Ingenieursorganisatie
Architect



ARCADIS
*Design & Consultancy
for natural and built assets*

Project

Raamcontract Uk

Projectnummer : E07031.000447

Fase : VO

Onderwerp : Binnendijks bedrijventerrein Port of Urk
Kleurenkaart diepte zandlaag
Combinatie beide onderzoeken

Contact

de Groot, P.

Safety Safety:
ASU-internaal

Schaal : 1:2000

Contractnummer:

Tekeningnummer:

9600-4

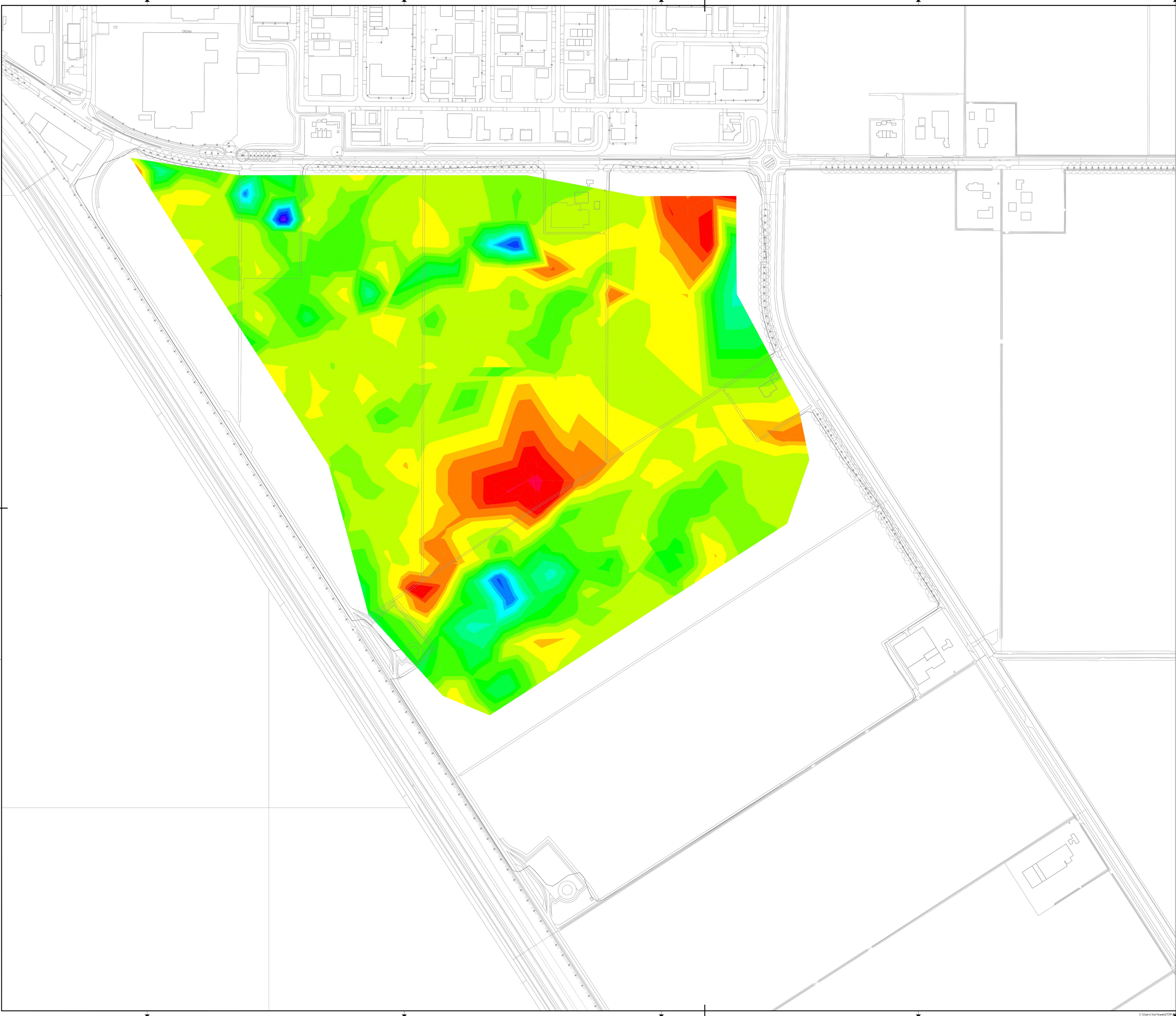
Blaadformaat: A0

Bladnummer: 4 van 8

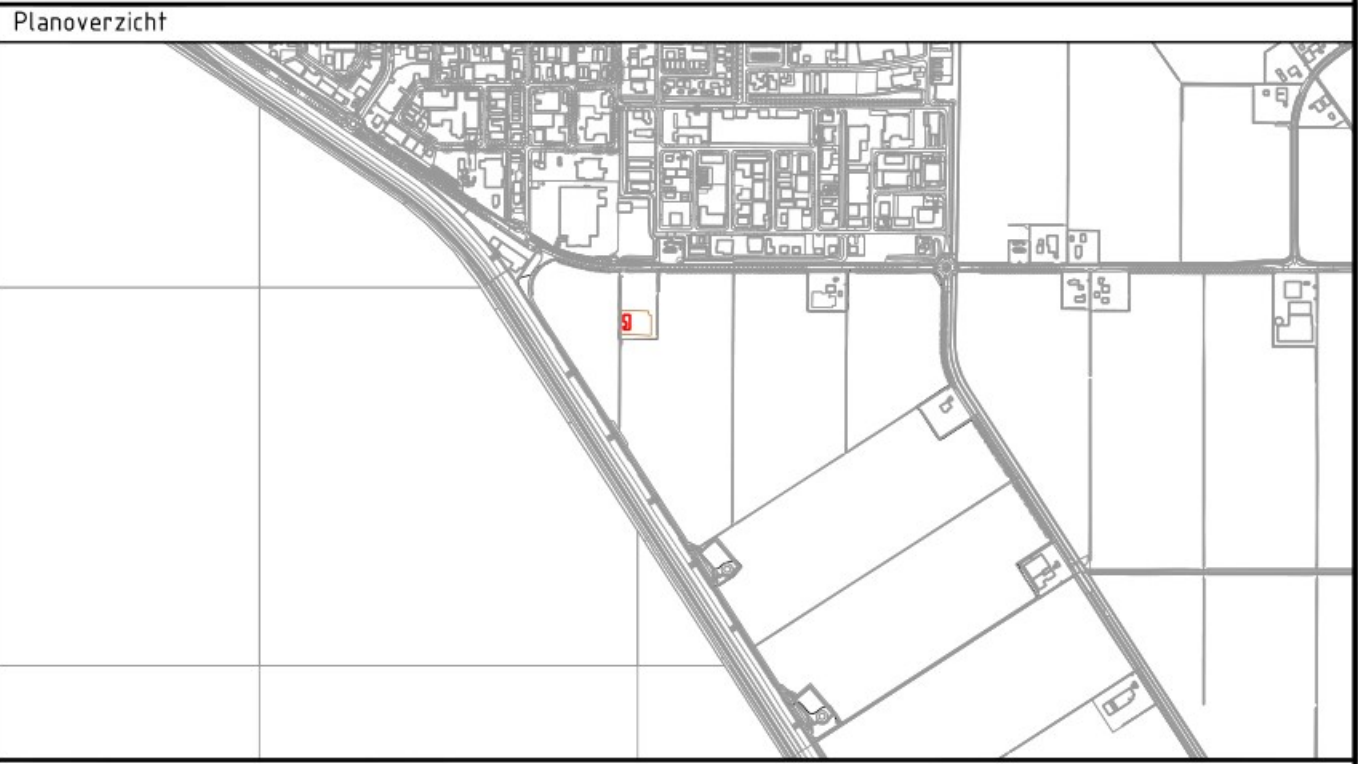
Status : Concept

Versie:

9600-4



Verschil tussen zandlaag Lankelma/archeologie (m)			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	-2.000	-1.800	
2	-1.800	-1.600	
3	-1.600	-1.400	
4	-1.400	-1.200	
5	-1.200	-1.000	
6	-1.000	-0.800	
7	-0.800	-0.600	
8	-0.600	-0.400	
9	-0.400	-0.200	
10	-0.200	0.000	
11	0.000	0.200	
12	0.200	0.400	
13	0.400	0.600	
14	0.600	0.800	
15	0.800	1.000	
16	1.000	1.200	
17	1.200	1.400	
18	1.400	1.600	
19	1.600	1.800	
20	1.800	2.000	
21	2.000	2.200	
22	2.200	2.400	
23	2.400	2.600	
24	2.600	2.800	
25	2.800	3.000	
26	3.000	3.200	
27	3.200	3.400	
28	3.400	3.600	
29	3.600	3.800	
30	3.800	4.000	
31	4.000	4.200	
32	4.200	4.400	
33	4.400	4.600	



Versie V2

Deelrijping Rijpeken kaarten met nieuwe meetgegevens

Datum: 26/03/2021

Get.: Kerkweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Versie V1

Deelrijping Hoofdekaarten zandlaag en boretoeged pakket

Datum: 05/03/2021

Get.: Kerkweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Opdrachtgever

Contact

Advies- en Ingenieursorganisatie

Architect

Project

Raamcontract Urk

Projectnummer : E07031.0004.4.7

Fase : V0

Security Category: AS2-Internal

Onderwerp

Binnendijks bedrijventerrein Port of Urk

Kleurenkaart diepte zandlaag

Totaalsurface

Schaal : 1:2000

Bladformaat: A0

Status : Concept

Tekeningnummer:

9600-5

Contractnummer:

5 van 8

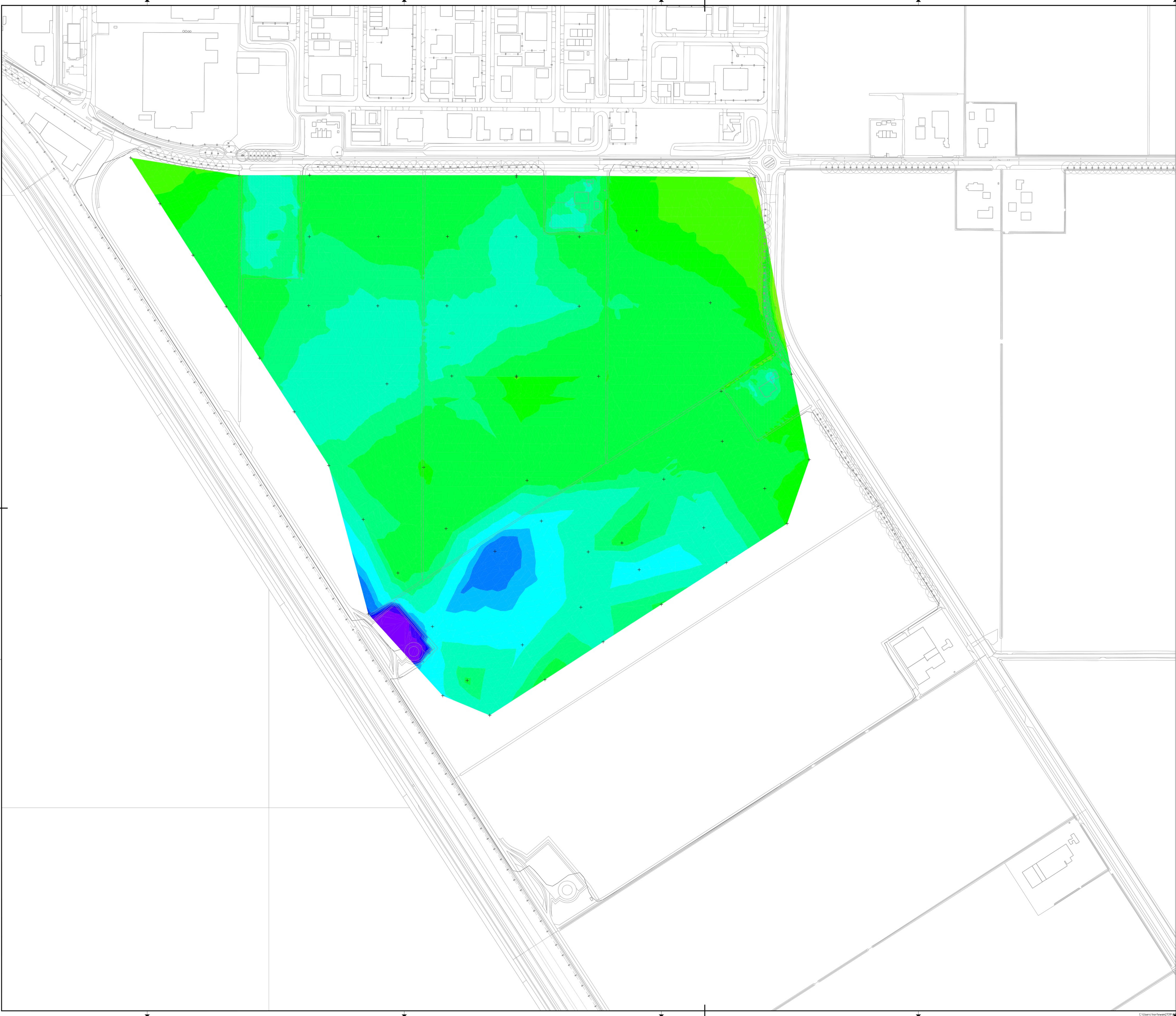
Versie:

V2

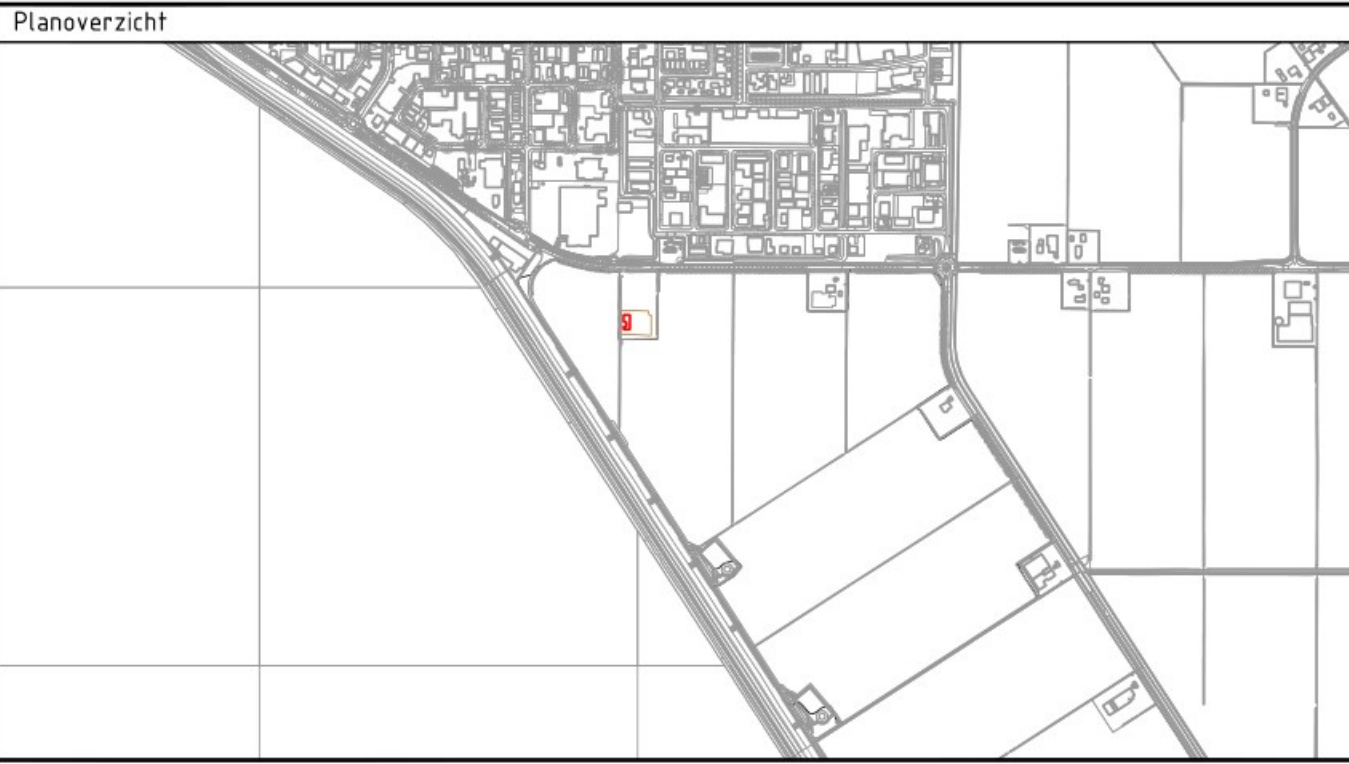
Bladnummer:

5 van 8

C:\Users\Korffewer\Documents\9600-5\Arcadis\ARCADIS-NL-E07031.0004.4.7-Raamcontract_Urk\Springen\Bestanden\0903_B08T12_MPLA02\025\N003_Hoofdekaarten\B08T-ABC-S0-00-20-2E-W0-9600 - 190003225.dwg



Dikte pakket boven zandlaag (m)			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	0.000	0.250	Red
2	0.250	0.500	Red
3	0.500	0.750	Red
4	0.750	1.000	Red
5	1.000	1.250	Orange
6	1.250	1.500	Orange
7	1.500	1.750	Orange
8	1.750	2.000	Yellow
9	2.000	2.250	Yellow
10	2.250	2.500	Yellow
11	2.500	2.750	Yellow
12	2.750	3.000	Yellow
13	3.000	3.250	Yellow
14	3.250	3.500	Yellow
15	3.500	3.750	Yellow
16	3.750	4.000	Yellow
17	4.000	4.250	Yellow
18	4.250	4.500	Yellow
19	4.500	4.750	Yellow
20	4.750	5.000	Yellow
21	5.000	5.250	Yellow
22	5.250	5.500	Yellow
23	5.500	5.750	Yellow
24	5.750	6.000	Yellow
25	6.000	6.250	Yellow
26	6.250	6.500	Yellow
27	6.500	6.750	Yellow
28	6.750	7.000	Yellow
29	7.000	7.250	Yellow
30	7.250	7.500	Yellow
31	7.500	7.750	Yellow
32	7.750	8.000	Yellow
33	8.000	8.250	Yellow
34	8.250	8.500	Yellow
35	8.500	8.750	Yellow



Versie V2

omschrijving: Rijpe kaarten met nieuwe meetgegevens

Datum: 26/03/2021

Get.: Kortweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Versie V1

omschrijving: Hoofdekaarten zandlaag en boretoeged pakket

Datum: 05/03/2021

Get.: Kortweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Opdrachtgever



Advies- en Ingenieursorganisatie

 Design & Consultancy for natural and built assets

Architect



Project

Raamcontract Urk

Projectnummer : E07031000447

Fase : V2

Security Category: ASD-Internal

Onderwerp

Binnendijks bedrijventerrein Port of Urk

Kleurenkaart dikte pakket boven zandlaag

Bodemonderzoek Lankelma

Schaal : 1:2000

Bladformaat: A0

Status : Concept

Contractnummer: 9600-6

Bladnummer : 6 van 8

Versie: V2



Dikte pakket boven zandlaag (m)			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	0.000	0.250	■
2	0.250	0.500	■
3	0.500	0.750	■
4	0.750	1.000	■
5	1.000	1.250	■
6	1.250	1.500	■
7	1.500	1.750	■
8	1.750	2.000	■
9	2.000	2.250	■
10	2.250	2.500	■
11	2.500	2.750	■
12	2.750	3.000	■
13	3.000	3.250	■
14	3.250	3.500	■
15	3.500	3.750	■
16	3.750	4.000	■
17	4.000	4.250	■
18	4.250	4.500	■
19	4.500	4.750	■
20	4.750	5.000	■
21	5.000	5.250	■
22	5.250	5.500	■
23	5.500	5.750	■
24	5.750	6.000	■
25	6.000	6.250	■
26	6.250	6.500	■
27	6.500	6.750	■
28	6.750	7.000	■
29	7.000	7.250	■
30	7.250	7.500	■
31	7.500	7.750	■
32	7.750	8.000	■
33	8.000	8.250	■
34	8.250	8.500	■
35	8.500	8.750	■



Versie V2 Beschrijving: Buiten kaarten met nieuw meetgegevens Datum: 26/03/2021 Get.: Korfweg, H	Get.: de Wk. 1 Vrij:
Versie V1 Beschrijving: Hoogtekaarten zandlag en boreerliggend pakket Datum: 05/03/2021 Get.: Korfweg, H	Get.: de Wk. 1 Vrij:



Opdrachtgever

Advies- en Ingenieursorganisatie

Architect



ARCADIS

for natural and built assets

Contract

Project

Raamcontract Urk
 Projectnummer : ED7931.00044.47
 Fase : V-0

Contract
 de Groot, P.

Onderwerp

**Binnendijds bedrijventerrein Port of Urk
 Kleurenkaart dikke pakket boven zandlaag
 Archeologisch bodemonderzoek**

Security Category
 AIS-niveau

Schaal : 1:2000

Tekeningnummer:

Blaadformaat: A0

Bladnummer : 7 van 8

Status : Concept

9600-7

Versie:
V2



Dikte pakket boven zandlaag (m)			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	0.000	0.250	
2	0.250	0.500	
3	0.500	0.750	
4	0.750	1.000	
5	1.000	1.250	
6	1.250	1.500	
7	1.500	1.750	
8	1.750	2.000	
9	2.000	2.250	
10	2.250	2.500	
11	2.500	2.750	
12	2.750	3.000	
13	3.000	3.250	
14	3.250	3.500	
15	3.500	3.750	
16	3.750	4.000	
17	4.000	4.250	
18	4.250	4.500	
19	4.500	4.750	
20	4.750	5.000	
21	5.000	5.250	
22	5.250	5.500	
23	5.500	5.750	
24	5.750	6.000	
25	6.000	6.250	
26	6.250	6.500	
27	6.500	6.750	
28	6.750	7.000	
29	7.000	7.250	
30	7.250	7.500	
31	7.500	7.750	
32	7.750	8.000	
33	8.000	8.250	
34	8.250	8.500	
35	8.500	8.750	



Versie V2 Datum: 26/03/2021 Versie V1	Omschrijving: Bovenrij kaarten met nieuwe indeling/versie Get.: Kortweg, H Omschrijving: Hoofdkaarten zandlaag en bovenliggend pakket Datum: 05/03/2021 Get.: Kortweg, H	Con: de Wit, J Con: de Wit, J	Vrij: Vrij:
		Contract	
Advies- en Ingenieursorganisatie		Architect	
		Design & Consultancy for natural and built assets	
Project		Contract	
Raamcontract Ark Projectnummer : E07031.0004.47 Fase : V0		de Groot, P.	
Onderwerp:		Security Category: A33-overig	
Binnendijks bedrijventerrein Port of Urk Kleurenkaart dikte pakket boven zandlaag Combinatie beide onderzoeken			
Schaal : 1:2000 Contractnummer :		Bladformaat : A0 Bladnummer : 8 van 8	
Tekeningnummer: 9600-8		Status : Concept	
		Versie: V2	

ONDERWERP

Verwerking aanvullend onderzoek Bedrijventerrein Urk

PROJECTNUMMER

E07031.000523

DATUM

12 november 2021

ONZE REFERENTIE

D10042053:66

VAN

[REDACTED]

AAN

Gemeente Urk

KOPIE AAN

[REDACTED] [REDACTED]

1 Inleiding

In de komende jaren wordt in de Gemeente Urk het nieuwe binnendijsk bedrijventerrein Port of Urk gerealiseerd. Het nieuwe bedrijventerrein zal aansluiten op het bestaande bedrijventerrein (Zwolsehoek) en met dit bedrijventerrein wil de Gemeente Urk de vraag naar geschikte terreinen voor bedrijven/bedrijfskavels faciliteren. In Figuur 1-1 is de locatie van het bedrijventerrein Port of Urk weergegeven.



Figuur 1-1 Locatie bedrijventerrein Port of Urk

Het gebied waar het bestemmingsplan bedrijventerrein Port of Urk is gesitueerd, betreft een zettingsgevoelig gebied met hoge archeologische verwachtingen. Voordat de bouw van het bedrijventerrein kan worden gestart, moet het gebied bouwrijp gemaakt (BRM) worden. Ten behoeve van het BRM is door Arcadis een Voorbelastingadvies [5] en Opbarst-advies [6] opgesteld. In het voorbelastingadvies zijn zettingsberekeningen uitgevoerd om te onderzoeken of maatregelen noodzakelijk zijn om de restzettingen in het projectgebied te beheersen. In het opbarst-advies is onderzocht of opbarsten een risico vormt voor de te graven waterpartijen en tijdelijke rioleringsseuven en/of er maatregelen noodzakelijk zijn om opbarsten van de ondoorlatende laag te voorkomen.

In deze adviezen zijn (conservatieve) aannames gedaan voor ontbrekende uitgangspunten. Inmiddels zijn er verschillende extra onderzoeken uitgevoerd bepalen en in voorliggend memo zijn de aangenomen uitgangspunten getoetst aan de extra uitgevoerde onderzoeken. De extra uitgevoerde onderzoeken zijn:

- Extra sonderingen;
- Peilbuismetingen;
- Geotechnisch labonderzoek, met daarin:
 - Volumiek gewicht van 37 monsters;
 - Organisch stofgehalte van 7 monsters;
 - Samendrukkingsproeven van 20 monsters.

2 Referenties

De volgende referenties zijn gebruikt voor het opstellen van deze memo:

- [1] NEN 9997-1:2017, Geotechnisch ontwerp van constructies, november 2017;
- [2] CUR 162, Construeren met grond, november 1992;
- [3] "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Nota van uitgangspunten" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. januari 2019;
- [4] "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Zettingsberekeningen" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. maart 2019;
- [5] "Voorbelastingadvies Bedrijventerrein Urk" Arcadis d.d. mei 2021;
- [6] "Opbarst-advies Bedrijventerrein Urk" Arcadis d.d. juni 2021;
- [7] "Resultaten Grondonderzoek – Uitbreiding bedrijventerrein, Urk Zuid" (1802682.002) Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV d.d. 30 juli 2021;
- [8] "Classificatieproeven V2.12 met OS" en samendrukkingsproeven (1802682.001) Silt lab d.d. juni 2021;
- [9] "Resultaten geotechnisch laboratoriumonderzoek" (1802682.003) RPS d.d. oktober 2021.
- [10] "BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9600 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Hoogtekaarten zandlagen" (8 bladnummers) Arcadis d.d. 26 maart 2021;
- [11] "BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9006 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Hoogtekaarten zandlagen" (8 bladnummers) Arcadis d.d. 27 augustus 2021.

3 Extra sonderingen

3.1 Beschrijving extra onderzoek

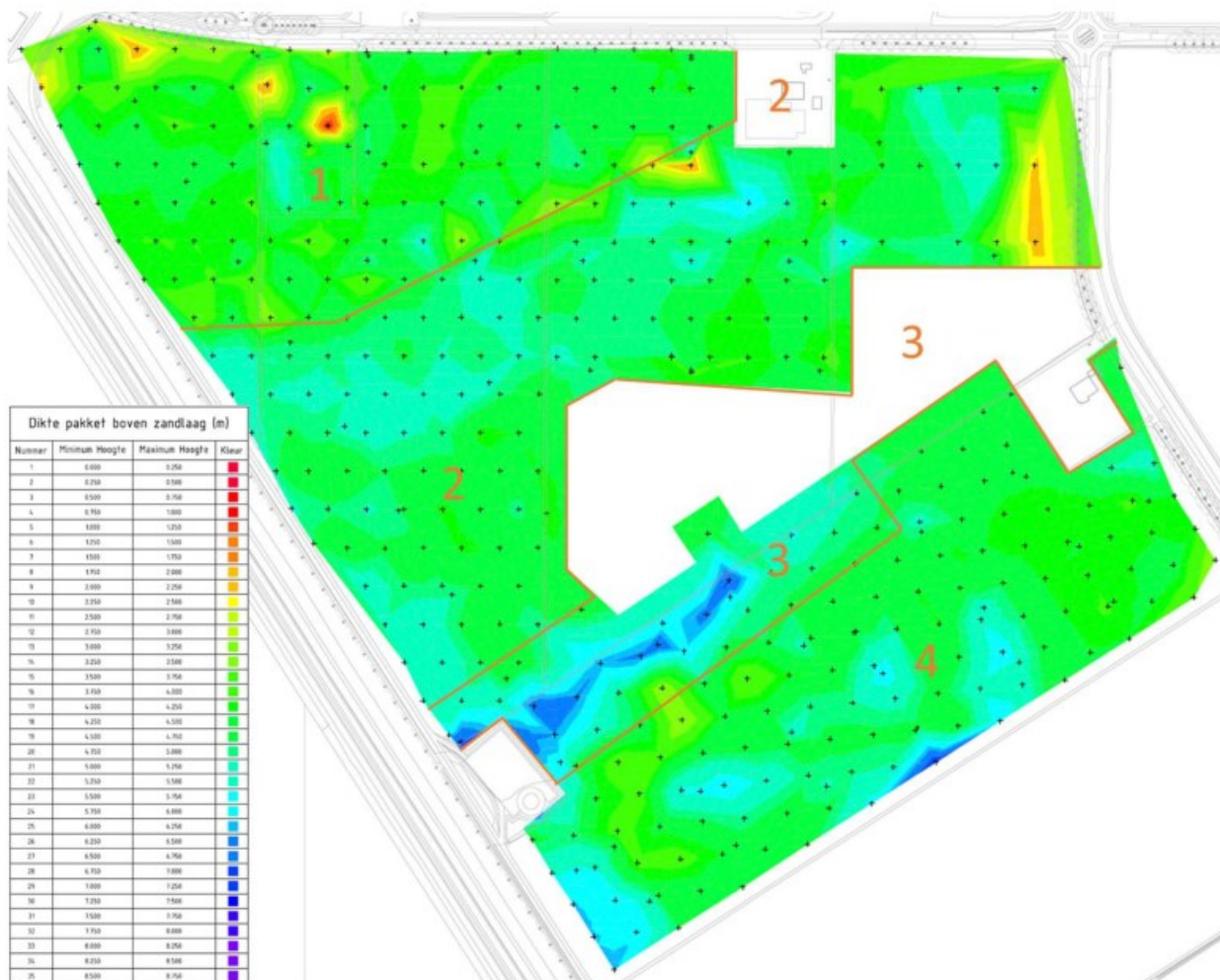
Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV heeft grondonderzoek uitgevoerd ter plaatse van het Bedrijventerrein Urk, bestaande uit sonderingen, boringen en peilbuizen [7]. In de maanden januari, februari en maart van 2021 heeft fase 1 van het grondonderzoek plaatsgevonden bestaande uit 81 sonderingen, 3 mechanische boringen, 4 peilbuizen en 6 handboringen. In juli 2021 heeft fase 2 van het grondonderzoek plaatsgevonden bestaande uit 11 extra sonderingen. Het reeds opgestelde voorbelasting- en opbarst-advies zijn gebaseerd op de sonderingen en boringen van fase 1.

Naast sonderingen en boringen zijn er in het projectgebied ook archeologische boringen uitgevoerd om de diepte van de vaste zandlaag te bepalen. De archeologische boringen zijn in combinatie met de resultaten van de geotechnische sonderingen en boringen gebruikt om de dikte van het samendrukbare pakket, aanwezig boven de vaste zandlaag, vast te stellen. Op basis van deze resultaten zijn verschillende kaarten (niveau zandlaag en dikte samendrukbare pakket) uitgewerkt en deze zijn bijgevoegd in Bijlage A [10].

De extra sonderingen van fase 2 leveren nieuwe datapunten op welke mogelijk het verloop van het niveau van de zandlaag en de dikte samendrukbare pakket beïnvloeden. De datapunten van de zandniveaus van de extra sonderingen zijn verwerkt in de verschillende kaarten (niveau zandlaag en dikte samendrukbare pakket) en deze zijn bijgevoegd in Bijlage B [11].

3.2 Invloed op voorbelastingadvies

Ten behoeve van het voorbelastingadvies is de relevante hoogtekaart 'dikte pakket boven zandlaag' van fase 1 gebruikt voor de vakindeling, zie Figuur 3-1. De witte vlakken in Figuur 3-1 geven de locatie van het ontbrekende grondonderzoek weer ten tijde van het oorspronkelijke voorbelastingadvies voor het bedrijventerrein [5]. Over het algemeen is het samendrukbare pakket boven de zandlaag gemiddeld ca. 4 m en maximaal ca. 7 m dik. Opvallend is het blauwgekleurde gebied in het midden, waar een relatief dik samendrukbare pakket aanwezig is. In het voorbelastingadvies zijn (conservatieve) aannames gedaan voor de ontbrekende uitgangspunten. Dit betekent dat het witte vierkant in het noorden is beschouwd als vak 2 en het grote witte vlak in het midden als vak 3.



Figuur 3-1 Vakindeling voorbelastingadvies o.b.v. dikte pakket boven zandlaag bedrijventerrein (fase 1) [10]

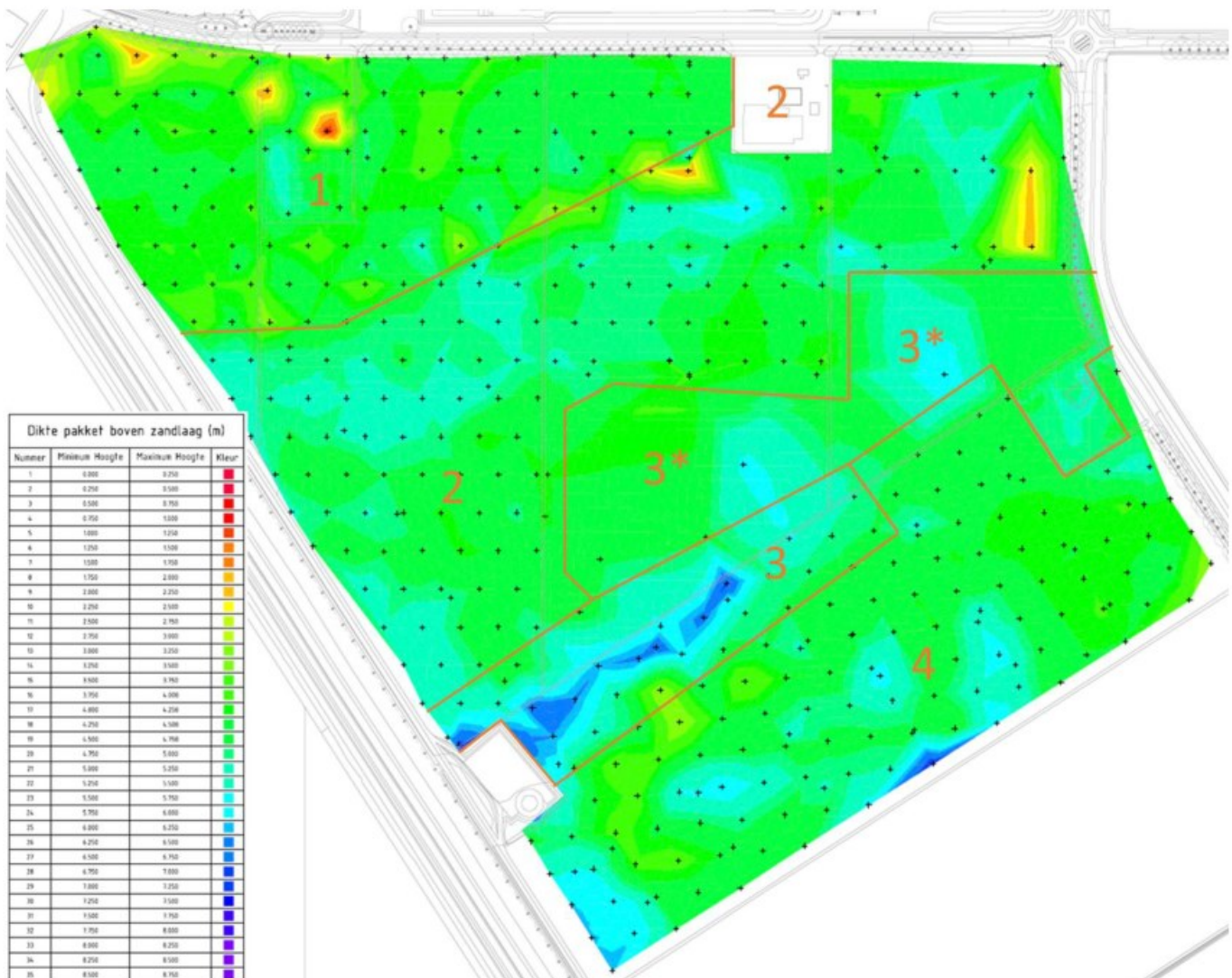
In Figuur 3-2 is de hoogtekaart 'dikte pakket boven zandlaag' op basis van het grondonderzoek van fase 1 en 2 (inclusief de extra sonderingen) weergegeven. Hierin is de dikte van de zandlaag tussen de meetpunten lineair geëxtrapoleerd. Er zijn enkele extra sonderingen uitgevoerd in het witte vlak in vak 3 van Figuur 3-1. De dikte van het samendrukbare pakket in het witte vlak is door de extra sonderingen beter in beeld.

Het witte vlak is in Figuur 3-2 als vak 3* is aangeduid, omdat de gemiddelde dikte van het samendrukbare pakket in vak 3* is ca. 1 m kleiner dan aangehouden in vak 3 in het oorspronkelijk voorbelastingadvies. Opvallend is dat er nog steeds relatief grote vlakken zonder geotechnisch onderzoek zijn in vak 3*, doordat in dit vak geen archeologische boringen zijn uitgevoerd. Echter, door de extra sonderingen in vak 3* is de verwachting dat het samendrukbare pakket kleiner is, de zettingen en de benodigde maatregelen kleiner zijn. Om deze reden wordt er geadviseerd om voor vak 3* het voorbelastingadvies te baseren op de berekeningsresultaten van vak 3 met een overschrijdingskans van 50%.

In Tabel 3-1 is een overzicht gegeven van het voorbelastingadvies per vak op basis een zettingstijd 180 en 270 dagen, deze tabel vervangt Tabel 5-1 uit het oorspronkelijke voorbelastingadvies [5]. Er wordt geadviseerd om de zetting in vak 3* deze periode te monitoren m.b.v. zakbaken. Op deze wijze kunnen aan de hand van de zakbaakmetingen de benodigde maatregelen eventueel tussentijds nog aangepast worden.

Tabel 3-1 Voorbelastingadvies overzicht (ophogingen zijn afgerond) – ter vervanging van Tabel 5-1 uit [5]

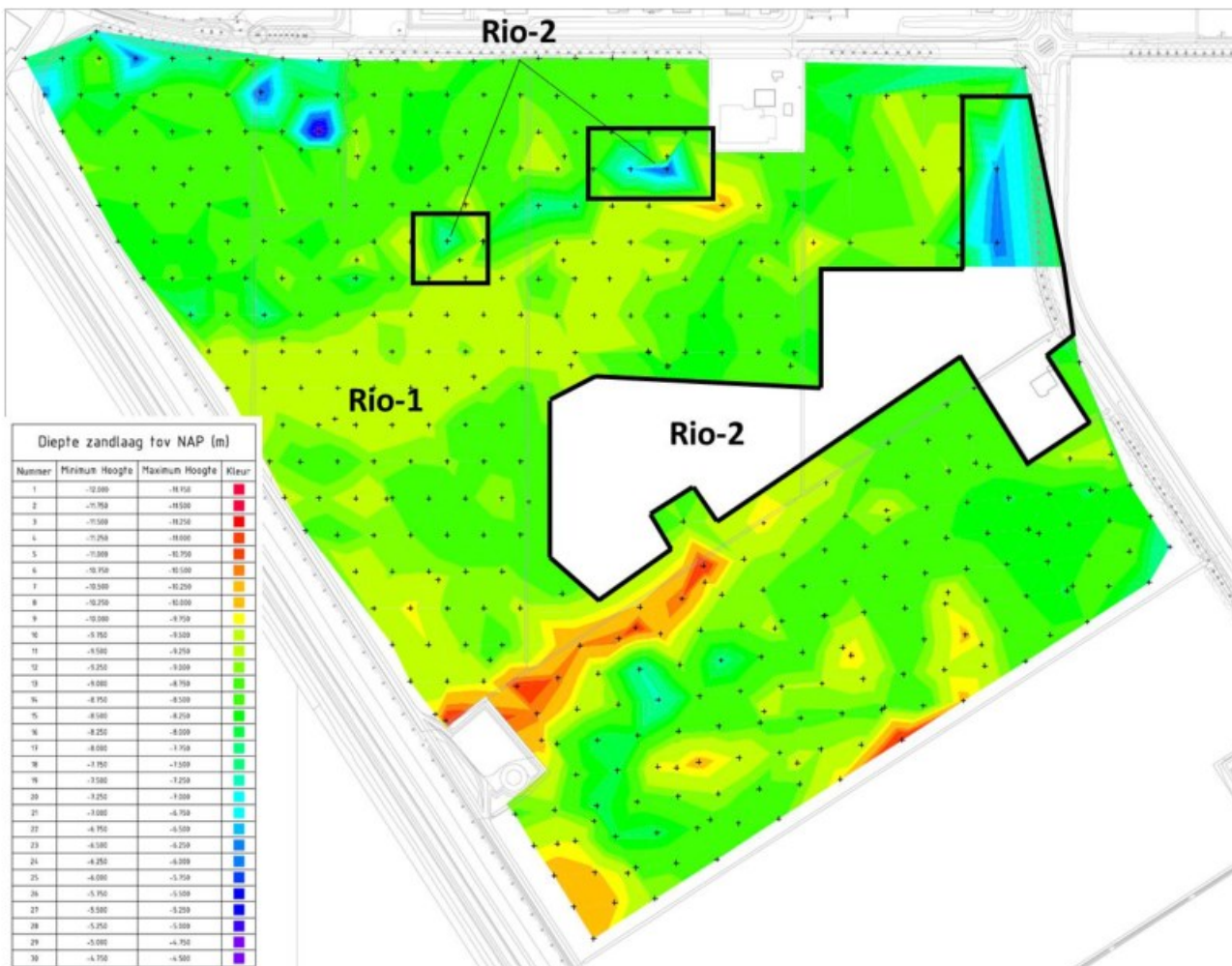
Vak	Extra overhoogte 180 dagen [m]	Extra overhoogte 270 dagen [m]	Ontgravingsniveau cunet BRM [m NAP]	Totale ophoging BRM (180/270) [m]	Bovenzijde ophoging BRM (180/270) [m NAP]	Tijdsduur [dagen]
1I	0,0	0,0	-5,30	1,25	-4,05	130
1U	0,5	0,5	-	1,35	-3,10	130
2I	0,0	0,0	-5,30	1,25	-4,05	100
2U	0,5	0,5	-	1,25	-3,10	150
3I	0,5	0,5	-5,30	1,80	-3,50	50
3U	1,0	0,5	-	1,90/1,40	-2,5/-3,0	180/270
3*I	0,0	0,0	-5,30	1,30	-4,00	150
3*U	0,5	0,0	-	1,40/0,90	-3,0/-3,5	180/270
4I	0,0	0,0	-5,30	1,25	-4,05	20
4U	0,5	0,5	-	1,20	-3,10	130



Figuur 3-2 Hoogtekaart dikte pakket boven zandlaag bedrijventerrein (fase 1 en 2) [11]

3.3 Invloed op opbarst-advies

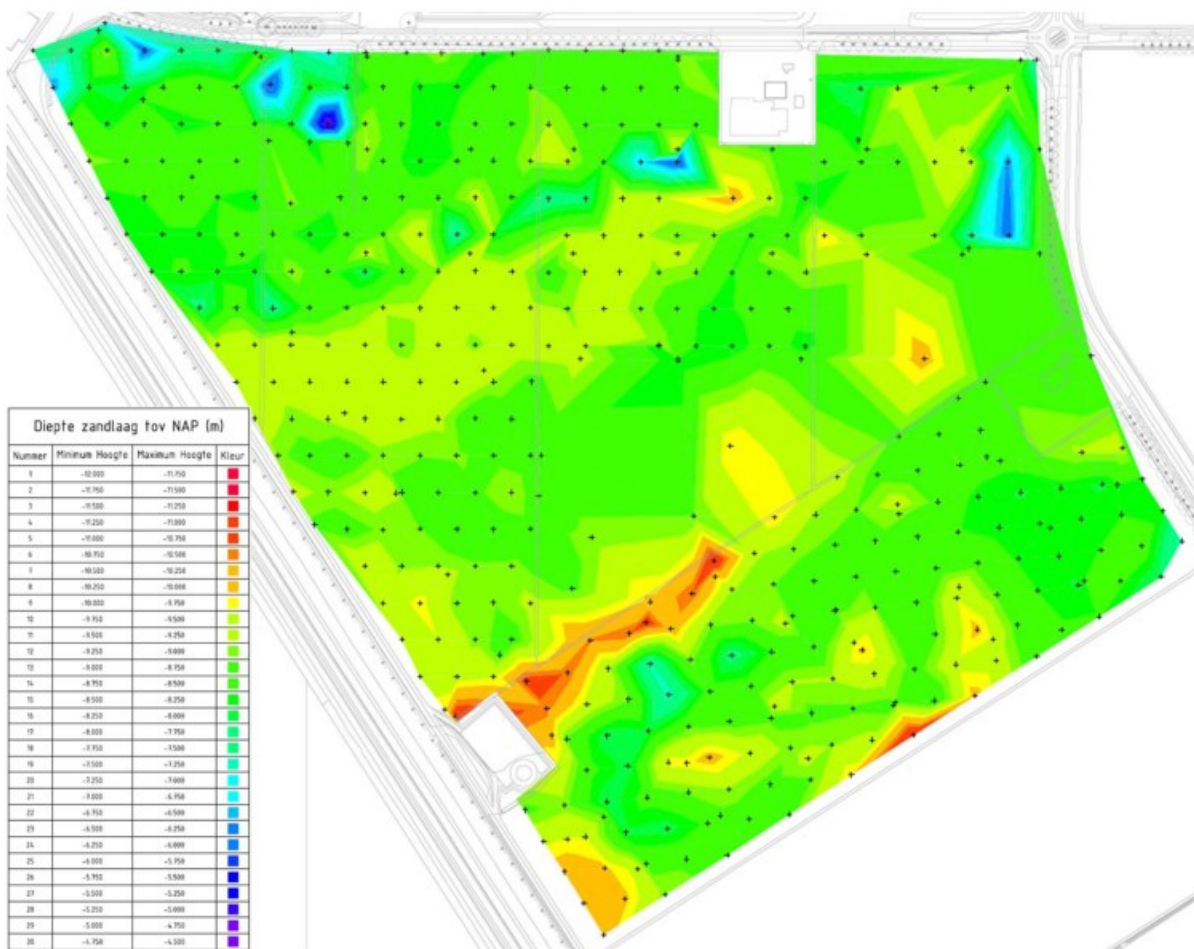
Ten behoeve van het oorspronkelijke opbarst-advies is de relevante hoogtekaart 'diepte bovenkant zandlaag' van fase 1 gebruikt voor de vakindeling, zie Figuur 3-2 [6]. Opvallend is het rood-oranje gebied in het midden van het terrein, waar een relatief dik samendrukbaar pakket aanwezig is. Dit gebied is dus het minst gevoelig voor opbarsten. De blauwe gebieden, met een relatief dun samendrukbaar pakket, zijn het meest gevoelig voor opbarsten. De witte vlakken in Figuur 3-2 geven de locatie van het ontbrekende grondonderzoek weer. In het opbarst-advies zijn (conservatieve) aannames gedaan voor de ontbrekende uitgangspunten. Dit betekent dat het witte vlak in het midden wordt beschouwd als vak Rio-2. Er is in het opbarst-advies tevens een vergelijkbare vakindeling gemaakt voor de opbarst-berekeningen van de waterpartijen.



Figuur 3-3 Vakindeling opbarst-advies o.b.v. diepte bovenkant zandlaag bedrijventerrein (fase 1) [10]

In Figuur 3-4 is de hoogtekaart 'diepte bovenkant zandlaag' op basis van het grondonderzoek van fase 1 en 2 (inclusief de extra sonderingen) weergegeven. Hierin is ter plaatse van het ontbreken van gegevens de dikte van het zandpakket geëxtrapoleerd. Er zijn enkele extra sonderingen uitgevoerd in het witte vlak in Rio-2 van Figuur 3-1. De diepte van de zandlaag in deze sonderingen is dieper dan aangehouden in het opbarst-advies. Dit zou een gunstig effect op de opbarst-berekeningen hebben en het is eventueel mogelijk om delen van het gebied op basis hiervan te optimaliseren. Echter, de extra sonderingen bestrijken een beperkt gebied waardoor er nog relatief grote vlakken zonder geotechnisch onderzoek zijn in vak Rio-2, omdat er in dit vak geen archeologische boringen zijn uitgevoerd.

Geadviseerd wordt om (de vakindeling van) het reeds opgestelde opbarst-advies niet verder te optimaliseren, omdat door de missende archeologische boringen het risico op opbarsten in de Rio-2 te groot is. Daarbij zal een vergroting van de dikte van de veenlaag (door de extra sonderingen) nauwelijks invloed hebben op de benodigde maatregelen vanwege het beperkte volumegewicht van veen. Verder is het faalmechanisme opbarsten een plotselinge gebeurtenis zonder waarschuwing. Hierdoor is monitoring van het samendrukbare pakket en op basis hiervan het eventueel aanpassen van de maatregelen lastig.



Figuur 3-4 Hoogtekaart diepte bovenkant zandlaag bedrijventerrein (fase 1 en 2) [11]

4 Peilbuismetingen

4.1 Beschrijving extra onderzoek

Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV heeft in fase 1 van het grondonderzoek vier peilbuizen aangebracht ter plaatse van het Bedrijventerrein Urk [7]. Vanaf 1 juni 2021 wordt de waterstand in deze peilbuizen gemeten en inmiddels zijn de eerste resultaten hiervan beschikbaar. De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 4-1. De peilbuismetingen hebben direct invloed op het opbarst-advies, maar hebben verder niet of nauwelijks invloed op het reeds opgestelde voorbelastingadvies.

Peilbuismetingen zijn beschikbaar voor drie peilbuizen, namelijk PB1, PB4 en PB5. PB2 is wel geplaatst, maar deze is kapot gereden door een aanrijding met een agrariër. PB2 ligt het dichtstbijzijnde bij het IJsselmeer en de verwachting is dat hierdoor de stijghoogte ter plaatse van PB2 het grootst kan zijn.

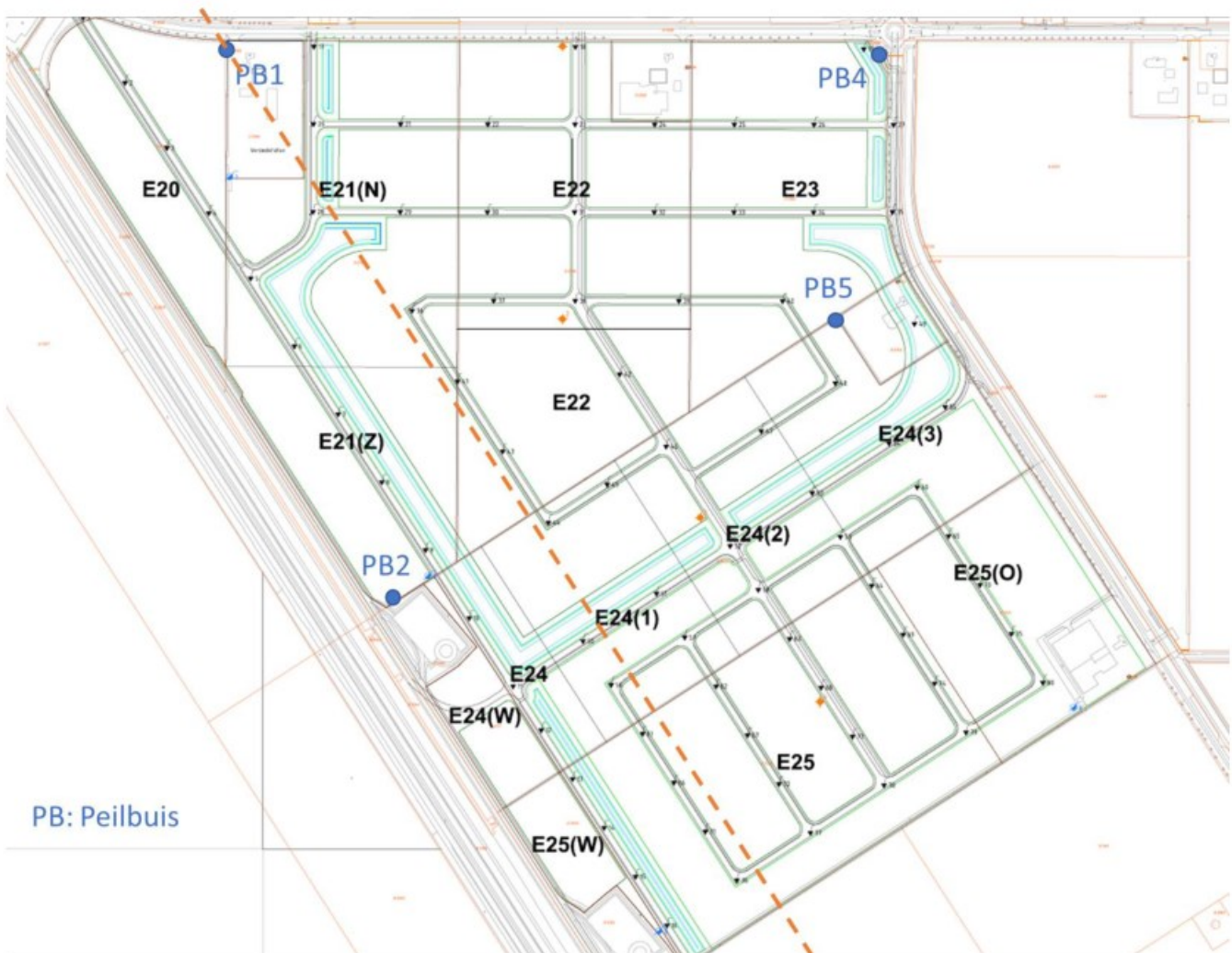
4.2 Invloed op opbarst-advies

In het opbarst-advies is een aanname gedaan voor de maatgevende stijghoogte op basis van bestaande peilbuismetingen in de omgeving afkomstig van het DINOlaket, namelijk NAP -4,2 m. In Figuur 4-2 zijn de voorlopige peilbuismetingen weergegeven. De gemeten stijghoogtes van PB4 en PB5 zijn ruim lager dan de aangehouden NAP -4,2 m. Echter, de gemeten stijghoogte van PB1 is rond de NAP -4,2 m, waarbij dit niveau in juli 2021 licht overschreden werd (met maximaal 0,03 m).

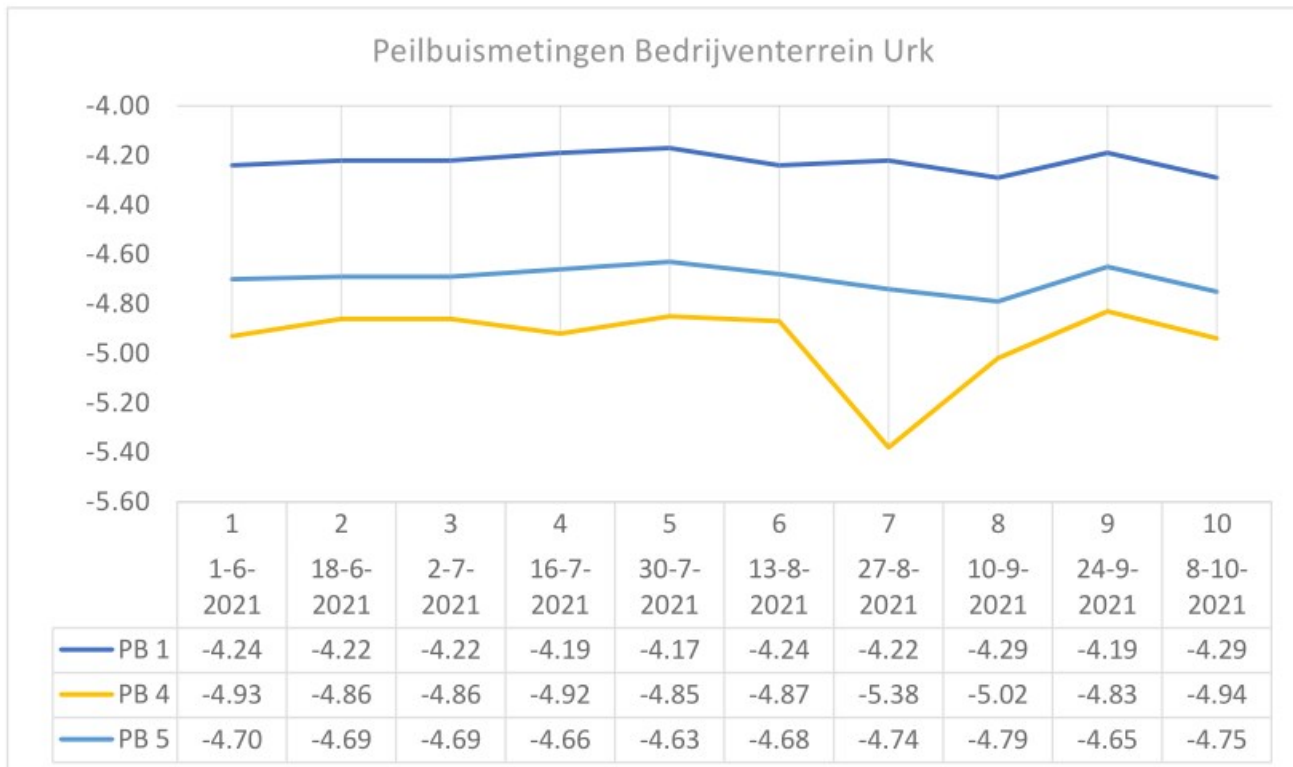
Volgens de peilbuismetingen lijkt er een verband te zitten tussen de stijghoogte en de afstand tot het IJsselmeer, hoe dichterbij het IJsselmeer des te hoger de stijghoogte. Dit zou betekenen dat de stijghoogte westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) hoger kan zijn dan de peilbuismetingen van PB1. Er wordt geadviseerd om een van onderstaande beheersmaatregelen uit te voeren om het risico op opbarsten in dit gebied te beperken:

- Plaatsen van een nieuwe peilbuis vlak langs de waterkering, bijvoorbeeld ter plaatse van PB2;
- Updaten opbarst-advies westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) op basis van een lineaire interpolatie van de peilbuismetingen van PB4, PB5 en PB1 richting de waterkering.

Verder dienen deze peilbuismetingen regelmatig gemonitord te blijven worden om te controleren of de stijghoogte van NAP -4,2 m niet (significant) overschreden wordt.



Figuur 4-1 Locaties peilbuizen



Figuur 4-2 Peilbuismetingen bedrijventerrein Urk

5 Labonderzoek

5.1 Beschrijving extra onderzoek

In Tabel 5-1 is de principe grondopbouw ter plaatse van het bedrijventerrein gegeven, welke is bepaald in het Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk [5]. Voor de drie onderkende samendrukbare lagen is labonderzoek uitgevoerd.

Tabel 5-1 Principe grondopbouw

Grondsoort	Bovenkant grondlaag [m NAP]	Onderkant grondlaag [m NAP]	$\rho_{nat,k}$ [kN/m ³]
KLEI, zwak siltig	-4,3 tot -4,45	-5,1 tot -5,8	15,1
Organische KLEI	-5,1 tot -5,8	-6,2 tot -6,9	12,2
VEEN slap	-6,2 tot -6,9	-8,6 tot -10,0	10,7
ZAND	-8,6 tot -10,0	-20,0 (en dieper)	-

Op verschillende monsters van de boringen uit het grondonderzoek van Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV [7] is labonderzoek [8] [9] uitgevoerd om meer inzicht te verkrijgen in de volgende relevante geotechnische parameters:

- Volumiek gewicht (37 monsters);
- Organisch stofgehalte (7 monsters);
- Samendrukkingsproeven (20 monsters).

De zettingsberekeningen in het Voorbelastingadvies zijn uitgevoerd met behulp van het Koppejan-Terzaghi model. De aangehouden zettingsparameters (samendrukbaarheid inclusief variatiecoëfficiënt en consolidatie coëfficiënten) in deze berekeningen zijn gegeven in Tabel 5-2. Verder is er een algemene POP van 7,5 kPa aangehouden met een variatiecoëfficiënt van 0,25.

Tabel 5-2 Aangehouden gemiddelde zettingsparameters [5]

Grondsoort	ρ_{nat} [kN/m ³]	C_p [-]	C_s [-]	C_p' [-]	C_s' [-]	C' [$\cdot 10^{-4}$]	VC [-]	$C_{v,\text{min}}$ [m ² /s]	$C_{v,\text{max}}$ [m ² /s]
KLEI, zwak siltig	15,5	72	1600	24	200	16	0,33	$1 \cdot 10^{-8}$	$7 \cdot 10^{-8}$
Organische KLEI	13,0	36	400	12	50	6	0,25	$3 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$
VEEN slap	11,0	30	280	10	35	5	0,25	$5 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-7}$
ZAND	Onsamendrukbaar								

5.1.1 Veen

Voor het labonderzoek waren 25 Veen monsters beschikbaar, waarvan 14 monsters alleen zijn beproefd op het volumieke gewicht (en watergehalte) en op 11 monsters zijn tevens samendrukkingsproeven zijn uitgevoerd.

Volumieke gewicht (en watergehalte)

In Tabel 5-3 is een overzicht gegeven van de veenmonsters met het bijbehorende volumiek gewicht. De meeste monsters betreffen mineraalarm veen, waarvan verschillende monsters zwak kleiig zijn. Monster PB1-3 is sterk kleiig en heeft een relatief hoog (nat) volumiek van 12 kN/m³. Vanwege het sterk kleiige karakter is dit monster te beschouwen als organische klei en is daarom buiten beschouwing gelaten. De monsters welke verder zijn aangeduid als veen komen allemaal voor in de als veen aangeduide grondlaag zoals weergegeven in Tabel 5-1. Dit betekent dat er zich geen veeninsluitingen bevinden in de overige grondlagen.

Op basis van de overige 24 monsters is het gemiddelde volumieke gewicht en de variatiecoëfficiënt (o.b.v. de CUR 162 [2]) berekend. Daarbij is ook de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] gegeven. Deze is lager dan de berekende waarde. De waarde volgens de NEN 9997-1 wordt gezien als bovengrens voor de variatiecoëfficiënt, dus zijn op basis van deze waarde de karakteristieke waarden bepaald in Tabel 5-3.

De karakteristieke waarde van het volumieke gewicht van het veen is volgens de lab resultaten 10,2 kN/m³. In de opbarst-berekeningen is een karakteristiek volumiek gewicht van 10,7 kN/m³ aangehouden (Tabel 5-1). Echter, het volumiek gewicht van veen heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen veen bevindt onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsleuven. De invloed op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-3 Volumiek gewicht veenmonsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
B1-3-O12	VEEN, zwak kleiig	-6,8	11,2	2,7	307
B1-6-O13	VEEN, mineraalarm	-8,3	10,0	1,3	663
B3-4-O7	VEEN, mineraalarm, houtresten houdend	-6,9	10,2	1,6	529
B3-6-O8	VEEN, mineraalarm, houtresten houdend	-8,2	10,1	1,6	531
PB1-6-O6	VEEN, mineraalarm	-7,4	10,1	1,8	461
PB2-10-O3	VEEN, mineraalarm	-7,6	10,9	2,3	372
PB2-24-O15	VEEN, mineraalarm	-10,6	10,4	1,8	490
PB4-12-O10	VEEN, mineraalarm	-7,3	11,2	3,1	256
B1-2	VEEN, zwak kleiig	-6,3	11,4	3,3	247
B1-4	VEEN, zwak kleiig	-7,3	11,5	3,3	246
B1-7	VEEN, mineraalarm	-8,8	9,6	1,3	658
B2-2	VEEN, mineraalarm	-6,7	10,3	2,0	429
B2-4	VEEN, mineraalarm	-7,7	9,5	1,4	602

B3-3	VEEN, mineraalarm	-6,7	10,7	2,3	365
B3-5	VEEN, mineraalarm	-7,7	10,3	1,8	463
PB1-3	VEEN, sterk kleiig	-5,8	12,0	4,3	183
PB1-5	VEEN, zwak kleiig	-6,8	11,2	2,9	288
PB1-7	VEEN, mineraalarm	-7,8	9,4	1,1	798
PB2-11	VEEN, mineraalarm	-8,1	9,9	1,6	514
PB4-11	VEEN, zwak zandig	-6,9	10,7	3,9	175
PB5-6	VEEN, mineraalarm	-7,3	9,9	1,5	565
PB5-8	VEEN, mineraalarm	-8,3	10,1	1,5	576
B2-3	VEEN	-7,0	10,6	2,4	335
B2-5	VEEN	-8,1	10,1	1,6	529
PB5-7	VEEN	-7,6	10,3	1,8	479
Gemiddelde			10,4	2,1	453
Variatiecoëfficiënt (berekend volgens CUR 162)			0,06	0,37	
Variatiecoëfficiënt (volgens NEN 9997-1)			0,05	0,05	
Karakteristieke waarde (CUR 162)			10,2	1,8	
Karakteristieke waarde (NEN 9997-1)			10,2	2,0	

Samendrukking coëfficiënten

In Tabel 5-4 is een overzicht gegeven van de resultaten van de samendrukkingsproeven op 11 monsters (veen). De oranje gemarkeerde monsters in de tabel zijn beproefd door het Silt lab [8], de geel gemarkeerde monsters door RPS [9]. Door het Silt lab is C_p en σ'_p bepaald o.b.v. de eerste belastingtrap, door RPS o.b.v. de herbelastingtrap. Deze verschillende benadering heeft nauwelijks invloed op het resultaat. Verder is de bepaling van C en C' door het Silt lab onjuist uitgevoerd, om deze reden zijn de C en C' in dit document bepaald o.b.v. onderstaande vergelijking 5.18 uit de CUR 162 [2]:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s} \cdot \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} \quad (\text{met } t_d = 10.000 \text{ dagen: } \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} = 4)$$

Op basis van de 11 monsters zijn de gemiddelde waardes, variatiecoëfficiënten (V) en karakteristieke waardes berekend. Hierbij is rekening gehouden dat de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] een bovengrens is.

Over het algemeen zijn de gemiddelde waardes van de samendrukking coëfficiënten o.b.v. de samendrukkingsproeven van veen lager dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Dit zou betekenen dat het veen gevoeliger is voor zetting dan aangehouden. Daarentegen is de grensspanning en dus de POP (en OCR) volgens de lab resultaten een stuk hoger dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). De invloed hiervan op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-4 Resultaten zettingsparameters o.b.v. samendrukkingsproeven veenmonsters

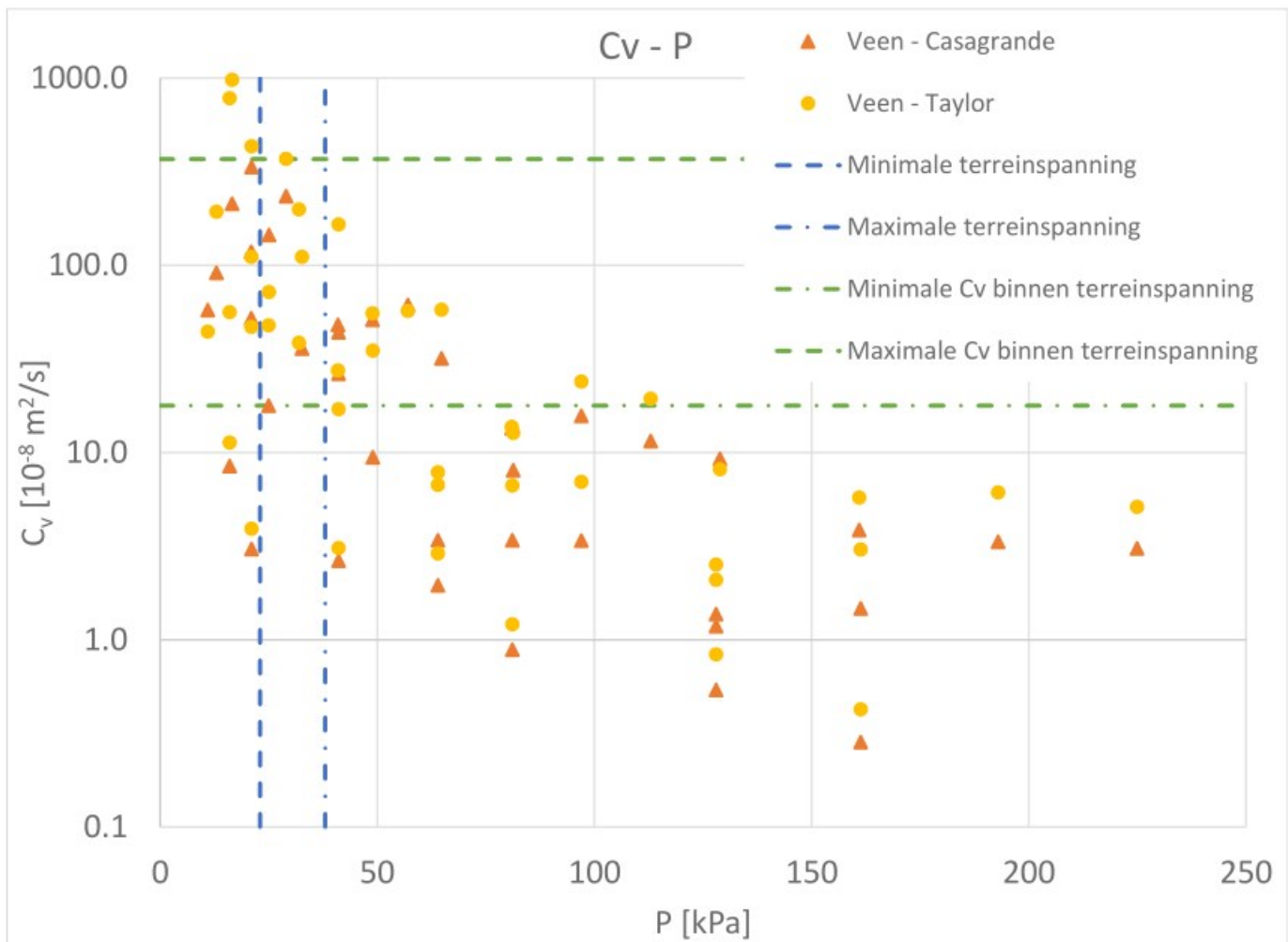
Monster	C_p [-]	C_s [-]	C [$\cdot 10^{-4}$]	C_p' [-]	C_s' [-]	C' [$\cdot 10^{-4}$]	σ'_p [kPa]	POP [kPa]	OCR [-]
B1-3-O12	27,4	166,5	16,5	7,0	33,2	3,8	22,2	10,0	1,8
B1-6-O13	17,6	71,4	8,9	5,1	29,8	3,0	25,1	11,4	1,8
B3-4-O7	36,3	254,3	23,1	4,3	39,7	3,0	41,5	20,8	2,0
B3-6-O8	34,3	442,2	26,2	4,1	31,9	2,7	37,6	15,7	1,7
PB1-6-O6	13,9	59,1	7,2	4,5	52,1	3,3	24,8	7,0	1,4
PB2-10-O3	18,8	180,9	13,3	5,3	27,7	3,0	36,5	13,9	1,6
PB2-24-O15	22,5	349,3	17,9	5,5	49,4	3,8	34,2	4,1	1,1

PB4-12-O10	22,2	170,7	14,6	5,0	43,1	3,4	58,9	33,4	2,3
B2-3	21,5	255,1	16,1	5,8	70,2	4,4	26,1	8,8	1,5
B2-5	50,0	392,0	33,1	4,4	14,1	2,0	35,0	16,8	1,9
PB5-7	31,3	147,3	16,9	5,3	27,8	3,0	30,6	13,6	1,8
Gemiddelde	<u>26,9</u>	<u>226,3</u>	<u>17,6</u>	<u>5,1</u>	<u>38,1</u>	<u>3,2</u>	<u>33,9</u>	<u>14,1</u>	<u>1,7</u>
V (berekend)	<u>0,39</u>	<u>0,56</u>	<u>0,43</u>	<u>0,16</u>	0,40	<u>0,20</u>	<u>0,31</u>	<u>0,56</u>	<u>0,18</u>
V (NEN 9997-1)				0,25	<u>0,25</u>	0,25			
Kar. (berekend)	21,2	157,6	13,5	4,7	29,8	2,9	28,2	9,8	1,56
Kar. (NEN 9997-1)				4,4	32,9	2,8			
Aangehouden gemiddelde waardes in [5]	30	280	21	10	35	4,7	-	7,5	-

Consolidatie coëfficiënt

Op basis van de resultaten van de samendrukkingsproeven zijn de consolidatie coëfficiënten (c_v) afgeleid voor de veenmonsters, op basis van zowel de Taylor als de Casagrande methode. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 5-1. De C_v -waarden in de herbelastingtrap zijn hierin niet meegenomen. In de figuur zijn tevens de toekomstige minimale en maximale terreinspanning weergegeven met de bijbehorende minimale en maximale C_v binnen dit gebied.

De C_v binnen de toekomstige terreinspanning ligt tussen de $1,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ en de $3,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Deze waarden zijn hoger dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Het veen lijkt dus doorlatender dan aangehouden in de zettingsberekeningen. De invloed hiervan op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.



Figuur 5-1 Consolidatie coëfficiënt (C_v) – spanning (P) diagram veenmonsters

5.1.2 Organische klei

Voor het labonderzoek waren 5 monsters organische klei beschikbaar, waarvan 2 monsters alleen zijn beproefd op het volumieke gewicht (en watergehalte) en op 3 monsters zijn tevens samendrukkingsproeven uitgevoerd. De grondmonsters zijn door de laboratoria verschillend beschreven (als Klei, Silt of Veen), maar in dit document vanwege de geotechnische parameters als organische klei beschouwd.

Volumieke gewicht (en watergehalte)

In Tabel 5-5 is een overzicht gegeven van de kleimonsters met het bijbehorende volumiek gewicht. Op basis hiervan is het gemiddelde volumieke gewicht en de variatiecoëfficiënt (o.b.v. de CUR 162 [2]) berekend. Daarbij is ook de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] gegeven. Deze is lager dan de berekende waarde. De waarde volgens de NEN 9997-1 wordt gezien als bovengrens voor de variatiecoëfficiënt, dus zijn op basis van deze waarde de karakteristieke waarden bepaald in Tabel 5-5.

De gemiddelde waarde van het volumieke gewicht van het organische klei is volgens de lab resultaten 12,7 kN/m³ en de karakteristieke waarde 12,1 kN/m³. Deze waarden zijn iets lager dan oorspronkelijk aangehouden. Het volumiek gewicht van het organische klei heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen organische klei bevindt onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsgleuven. De invloed op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-5 Volumiek gewicht organische klei monsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
B1-1-O11	KLEI, zwak siltig, met veenlagen	-5,7	13,3	5,9	127
PB1-3	VEEN, sterk kleiig	-5,8	12,0	4,3	183
PB2-25	KLEI, zwak zandig, matig humeus	-11,1	12,4	4,9	154
B1-2	SILT, zwak zandig, sterk organisch	-5,9	12,2	4,6	168
B2-2	SILT, zwak zandig, zwak organisch	-6,5	13,7	6,4	113
Gemiddelde			12,7	5,2	149
Variatiecoëfficiënt (berekend volgens CUR 162)			0,06	0,17	
Variatiecoëfficiënt (volgens NEN 9997-1)			0,05	0,05	
Karakteristieke waarde (CUR 162)			12,0	4,4	
Karakteristieke waarde (NEN 9997-1)			12,1	5,0	

Samendrukking coëfficiënten

In Tabel 5-6 is een overzicht gegeven van de resultaten van de samendrukkingsproeven op 3 monsters (organische klei). De oranje gemarkeerde monsters in de tabel zijn beproefd door het Silt lab [8], de geel gemarkeerde monsters door RPS [9]. Door het Silt lab is C_p en σ'_p bepaald o.b.v. de eerste belastingtrap, door RPS o.b.v. de herbelastingtrap. Deze verschillende benadering heeft nauwelijks invloed op het resultaat. Verder is de bepaling van C en C' door het Silt lab onjuist uitgevoerd, om deze reden zijn de C en C' in dit document bepaald o.b.v. onderstaande vergelijking 5.18 uit de CUR 162 [2]:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s} \cdot \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} \quad (\text{met } t_d = 10.000 \text{ dagen: } \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} = 4)$$

Op basis van de 3 monsters zijn de gemiddelde waardes, variatiecoëfficiënten (V) en karakteristieke waardes berekend. Hierbij is rekening gehouden dat de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] een bovengrens is.

3 monsters zijn te weinig om een gedegen statistische analyse mee uit te voeren om de karakteristieke waarde te bepalen. Om deze reden zijn alleen de gemiddelde waarden van het lab onderzoek vergeleken met de oorspronkelijk aangehouden waarden. De gemiddelde waardes van de samendrukking coëfficiënten en POP o.b.v. de samendrukkingsproeven zijn vergelijkbaar met de waarden aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Er kan worden gesteld dat het Voorbelastingadvies [5] op basis hiervan niet hierzien hoeft te worden.

Tabel 5-6 Resultaten zettingsparameters o.b.v. samendrukkingsproeven organische klei monsters

Monster	C_p [-]	C_s [-]	C [$\cdot 10^{-4}$]	C_p' [-]	C_s' [-]	C' [$\cdot 10^{-4}$]	σ'_p [kPa]	POP [kPa]	OCR [-]
B1-1-O11	36,9	172,6	19,9	12,2	63,4	6,9	12,8	1,6	1,1
B1-2	40,0	131,3	18,0	10,9	46,5	5,6	19,2	7,3	1,6
B2-2	34,1	191,2	19,9	11,8	71,3	7,1	25,8	8,9	1,5
Gemiddelde	37,0	165,0	19,3	11,6	60,4	6,5	19,3	5,9	1,4
Aangehouden gemiddelde waardes in [5]	36	400	26,5	12	50	6,0	-	7,5	-

5.1.3 Klei, zwak siltig

Voor het labonderzoek waren 5 monsters klei, zwak siltig beschikbaar, waarvan 2 monsters alleen zijn beproefd op het volumieke gewicht (en watergehalte) en op 3 monsters zijn tevens samendrukkingsproeven uitgevoerd. De grondmonsters zijn door de laboratoria beschreven als zand, maar in dit document vanwege de geotechnische parameters als klei, zwak siltig beschouwd.

Volumieke gewicht (en watergehalte)

In Tabel 5-7 is een overzicht gegeven van de kleimonsters met het bijbehorende volumiek gewicht. Op basis hiervan is het gemiddelde volumieke gewicht en de variatiecoëfficiënt (o.b.v. de CUR 162 [2]) berekend. Daarbij is ook de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] gegeven. Deze is lager dan de berekende waarde. De waarde volgens de NEN 9997-1 wordt gezien als bovengrens voor de variatiecoëfficiënt, dus zijn op basis van deze waarde de karakteristieke waarden bepaald in Tabel 5-7.

De gemiddelde waarde van het volumieke gewicht van klei, zwak siltig is volgens de lab resultaten 16,9 kN/m³ en de karakteristieke waarde 16,1 kN/m³. Deze waarden zijn hoger dan oorspronkelijk aangehouden. Het volumiek gewicht van klei, zwak siltig heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen klei, zwak siltig bevindt onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsseuven. De invloed op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-7 Volumiek gewicht klei, zwak siltig monsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
B3-2-O5	ZAND, zwak siltig, met veen- en kleilagen	-6,2	17,0	13,0	31
PB4-10-O9	ZAND, uiterst fijn, zwak humeus	-6,3	17,6	12,7	38
PB5-3-O14	ZAND, uiterst fijn, zwak siltig, zwak humeus	-5,7	17,6	12,6	40
B3-1	ZAND, zwak siltig, met veen- en kleilagen	-5,7	16,7	11,6	45
PB2-8	ZAND, zwak siltig, met veel veenlagen	-6,6	15,5	9,5	63
Gemiddelde			16,9	11,9	44
Variatiecoëfficiënt (berekend volgens CUR 162)			0,05	0,12	
Variatiecoëfficiënt (volgens NEN 9997-1)			0,05	0,05	
Karakteristieke waarde (CUR 162)			16,1	10,5	
Karakteristieke waarde (NEN 9997-1)			16,1	11,3	

Samendrukking coëfficiënten

In Tabel 5-8 is een overzicht gegeven van de resultaten van de samendrukkingsproeven op 3 monsters (klei, zwak siltig). Alle (oranje gemarkeerde) monsters in de tabel zijn beproefd door het Silt lab [8]. De bepaling van C en C' door het Silt lab onjuist uitgevoerd, om deze reden zijn de C en C' in dit document bepaald o.b.v. onderstaande vergelijking 5.18 uit de CUR 162 [2]:

$$\frac{1}{c'} = \frac{1}{c_p} + \frac{1}{c_s} \cdot \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} \quad (\text{met } t_d = 10.000 \text{ dagen: } \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} = 4)$$

Op basis van de 3 monsters zijn de gemiddelde waardes, variatiecoëfficiënten (V) en karakteristieke waardes berekend. Hierbij is rekening gehouden dat de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] een bovengrens is.

3 monsters zijn te weinig om een gedegen statistische analyse mee uit te voeren om de karakteristieke waarde te bepalen. Om deze reden zijn alleen de gemiddelde waarden van het lab onderzoek vergeleken met de oorspronkelijk aangehouden waarden. De gemiddelde waarden van de samendrukking coëfficiënten en POP o.b.v. de samendrukkingproeven zijn hoger dan de waarden aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Het voorbelastingadvies zou met deze waarden dus wat gunstiger uitkomen.

Tabel 5-8 Resultaten zettingsparameters o.b.v. samendrukkingproeven klei, zwak siltig monsters

Monster	C_p [-]	C_s [-]	$C \cdot 10^{-4}$	C_p' [-]	C_s' [-]	$C' \cdot 10^{-4}$	σ'_p [kPa]	POP [kPa]	OCR [-]
B3-2-O5	92,1	748,5	61,7	46,9	400,0	31,9	22,5	4,9	1,3
PB4-10-O9	146,6	1373,1	102,7	61,0	631,3	44,0	52,8	28,4	2,2
PB5-3-O14	223,0	2648,4	166,8	56,9	568,1	40,6	35,3	21,0	2,5
Gemiddelde	153,9	1590,0	150,2	54,9	533,1	53,5	36,9	18,1	2,0
Aangehouden gemiddelde waarden in [5]	72	1600	61,0	24	200	16,2	-	7,5	-

5.1.4 Zand

Verder zijn 3 monsters zand beschikbaar, waarop zowel het volumieke gewicht (en watergehalte) is beproefd en samendrukkingproeven zijn uitgevoerd. De samendrukkingproeven op zand zijn vanwege het onsamendrukbare karakter van zand onbruikbaar. In Tabel 5-9 is een overzicht van de volumieke gewichten van de zandmonsters gegeven. Deze monsters komen voor in de als klei aangeduide grondlagen in de principe grondopbouw in Tabel 5-1. Dit betekent dat deze kleilagen zandiger zijn dan aangenomen. Hierdoor is de samendrukbaarheid van de ondergrond kleiner dan aangenomen, hetgeen ook van toepassing is op het volumiek gewicht.

Tabel 5-9 Volumiek gewicht zandmonsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
PB2-5	Silt, sterk zandig, zwak organisch, schelpmat.	-4,9	19,0	15,1	26
PB2-6	Silt, sterk zandig, zwak organisch, schelpmat.	-5,4	19,7	15,7	25
PB2-7	Silt, sterk zandig, zwak organisch, schelpmat.	-5,9	19,7	15,9	24
Gemiddelde			19,5	15,6	25

5.2 Invloed op voorbelastingadvies

Om de invloed op het voorbelastingadvies te bepalen is de maatgevende zettingsberekening voor vak 3 – uitgeefbaar uit het Voorbelastingadvies Bedrijventerrein Urk [5] opnieuw uitgevoerd met de geotechnische parameters voor veen zoals deze volgen uit het labonderzoek. Voor veen zijn de gemiddelde samendrukbaarheidsconstanten (C_p , C_s , C_p' , C_s') en de POP conform Tabel 5-4 en de consolidatie coëfficiënt tussen de $1,8 \cdot 10^{-7}$ m²/s en de $3,7 \cdot 10^{-6}$ m²/s aangehouden. Voor de overige samendrukbare lagen zijn de parameters aangehouden, zoals in het oorspronkelijk advies weergegeven. Echter de veenlaag heeft de grootste bijdrage aan de zetting, namelijk ca. 65% in de maatgevende berekening. De bijdrage van de andere lagen aan de zetting is dus relatief beperkt.

In Tabel 5-10 is een overzicht gegeven van de resultaten van de maatgevende zettingsberekening voor vak 3 – uitgeefbaar voor zowel de oorspronkelijke als de zettingsparameters welke volgen uit het labonderzoek. Voor dit vak is de eindzetting na 30 jaar met een 50% overschrijdingskans (eindzetting 50%) en 10% overschrijdingskans (eindzetting 10%) weergegeven. Deze eindzetting is bepaald als gevolg van de toekomstige belasting, zonder maatregelen. Verder

is de benodigde tijd bepaald, die deze toekomstige belasting aanwezig dient te zijn om aan de restzettingseis te voldoen. Voor de oorspronkelijke berekening van vak 3 – uitgeefbaar wordt verwezen naar het Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk [5]. In Bijlage C is de uitvoer van de S.S.A.T. berekening voor vak 3 (uitgeefbaar terrein) met de verbeterde geotechnische parameters bijgevoegd.

Tabel 5-10 Zettingsresultaten vak 3 uitgeefbaar oorspronkelijk en verbeterd

Vak	Fase	Eindzetting 50% [m]	Eindzetting 10% [m]	Tijd benodigd 50% [dagen]	Tijd benodigd 10% [dagen]
3U	Oorspronkelijk	0,14	0,23	50	400
3U	O.b.v. lab onderzoek	0,14	0,28	40	300

Uit de resultaten blijkt dat de berekende zetting en benodigde tijd voor de berekening met de nieuwe geotechnische parameters zeer vergelijkbaar is met de berekening met de oorspronkelijke uitgangspunten. De eindzetting bij een overschrijdingskans van 10% voor de berekening met de nieuwe parameters is net wat hoger dan volgens het oorspronkelijke advies, maar de benodigde tijd voor het bereiken van de restzettingseis is wat lager. De berekening is uitgevoerd voor het maatgevende vak, welke representatief wordt gezien voor de overige vakken. Op basis hiervan kan worden gesteld dat het Voorbelastingsadvies [5] niet hierzien hoeft te worden op basis van het labonderzoek.

6 Conclusie

Ten behoeve van het BRM van het bedrijventerrein Port of Urk is door Arcadis een Voorbelastingsadvies [5] en Opbarst-advies [6] opgesteld. In deze adviezen zijn (conservatieve) aannames gedaan voor ontbrekende uitgangspunten. Inmiddels zijn er verschillende extra onderzoeken uitgevoerd bepalen en in voorliggend memo zijn de aangenomen uitgangspunten getoetst aan de extra uitgevoerde onderzoeken. De extra uitgevoerde onderzoeken zijn:

- Extra sonderingen;
- Peilbuismetingen;
- Geotechnisch labonderzoek, met daarin:
 - Volumiek gewicht van 37 monsters;
 - Organisch stofgehalte van 7 monsters;
 - Samendrukkingproeven van 20 monsters.

Extra sonderingen

In juli 2021 heeft fase 2 van het grondonderzoek plaatsgevonden bestaande uit 11 extra sonderingen. Er zijn enkele extra sonderingen uitgevoerd in het gebied waar sondeergegevens ontbraken. Echter, opvallend is dat er nog steeds relatief grote vlakken zonder geotechnisch onderzoek bevinden in vak 3 van het voorbelastingsadvies en vak Rio-2 van het opbarstadvies door het ontbreken van archeologische boringen.

Op basis van de extra sonderingen is er in het voorbelastingsadvies een extra vak 3* toegevoegd met een kleiner samendrukbaar pakket dan aangehouden in het oorspronkelijke voorbelastingsadvies. Op deze wijze zijn de zettingen en de benodigde maatregelen binnen dit vak kleiner. In Tabel 3-1 is een overzicht gegeven van het voorbelastingsadvies per vak op basis een zettingstijd 180 en 270 dagen, deze tabel vervangt Tabel 5-1 uit het oorspronkelijke voorbelastingsadvies [5]. Er wordt geadviseerd om de zetting in vak 3* deze periode te monitoren m.b.v. zakbaken. Op deze wijze kunnen aan de hand van de zakbaakmetingen de benodigde maatregelen eventueel tussentijds nog aangepast worden.

Geadviseerd wordt om (de vakindeling van) het reeds opgestelde opbarst-advies niet verder te optimaliseren, omdat ter plaatse van de missende archeologische boringen het risico op opbarsten te groot is. Het faalmechanisme opbarsten is namelijk een plotselinge gebeurtenis zonder waarschuwing.

Peilbuismetingen

Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV heeft in fase 1 van het grondonderzoek vier peilbuizen aangebracht ter plaatse van het Bedrijventerrein Urk [7] en vanaf 1 juni wordt de waterstand in deze peilbuizen gemeten. Peilbuismetingen zijn beschikbaar voor drie peilbuizen, namelijk PB1, PB4 en PB5. PB2 is wel geplaatst, maar deze is

kapot gereden door een aanrijding met een agrariër. De aangehouden stijghoogte in het opbarst-advies van NAP -4,2 m wordt in juli 2021 een enkele keer licht overschreden.

Volgens de peilbuismetingen lijkt er een verband te zitten tussen de stijghoogte en de afstand tot het IJsselmeer, hoe dichterbij het IJsselmeer des te hoger de stijghoogte. Dit zou betekenen dat de stijghoogte westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) hoger kan zijn dan de peilbuismetingen van PB1. Er wordt geadviseerd om een van onderstaande beheersmaatregelen uit te voeren om het risico op opbarsten in dit gebied te beperken:

- Plaatsen van een nieuwe peilbuis vlak langs de waterkering, bijvoorbeeld ter plaatse van PB2;
- Updaten opbarst-advies westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) op basis van een lineaire interpolatie van de peilbuismetingen van PB4, PB5 en PB1 richting de waterkering.

Verder dienen deze peilbuismetingen regelmatig gemonitord te blijven worden om te controleren of de stijghoogte van NAP -4,2 m niet (significant) overschreden wordt.

Labonderzoek

Op verschillende monsters van de boringen uit het grondonderzoek van Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV [7] is labonderzoek uitgevoerd om meer inzicht te verkrijgen over geotechnische parameters, namelijk [8] [9]:

- Volumiek gewicht van 37 monsters;
- Organisch stofgehalte van 7 monsters;
- Samendrukkingsproeven van 20 monsters.

Het gemiddelde en de karakteristieke waarden van de volumieke gewichten van de samendrukbare lagen komt goed overeen met de oorspronkelijk aangehouden waarden. Het volumiek gewicht heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen oorspronkelijke lagen bevinden onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsseuven. Dit was destijds bij het uitvragen van het labonderzoek nog niet bekend.

Over het algemeen zijn de gemiddelde waarden van de samendrukking coëfficiënten o.b.v. de samendrukkingsproeven van een lager dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Dit zou betekenen dat het veen gevoeliger is voor zetting dan aangehouden. Daarentegen is de grensspanning en dus de POP (en OCR) volgens de lab resultaten een stuk hoger dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2).

Er waren voor zowel organische klei als klei, zwak siltig 3 monsters beschikbaar voor samendrukkingsproeven. 3 monsters zijn te weinig om een gedegen statistische analyse mee uit te voeren om de karakteristieke waarde te bepalen. Om deze reden zijn alleen de gemiddelde waarden van het lab onderzoek vergeleken met de oorspronkelijk aangehouden waarden. De gemiddelde waarden van de samendrukking coëfficiënten en POP o.b.v. de samendrukkingsproeven zijn vergelijkbaar met of hoger dan de waarden aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Er kan worden gesteld dat het Voorbelastingadvies [5] op basis hiervan niet hierzien hoeft te worden.

Verder zijn 3 monsters zand beschikbaar. Deze monsters komen voor in de als klei aangeduide grondlagen in de principe grondopbouw in Tabel 5-1. Dit betekent dat deze kleilagen zandiger zijn dan aangenomen. Hierdoor is de samendrukbaarheid van de ondergrond kleiner dan aangenomen, hetgeen ook van toepassing is op het volumiek gewicht.

Om de invloed van het labonderzoek op het voorbelastingadvies te bepalen is de maatgevende zettingsberekening voor vak 3 – uitgeefbaar uit het Voorbelastingadvies Bedrijventerrein Urk [5] opnieuw uitgevoerd met de nieuwe geotechnische parameters voor veen. Voor veen zijn de gemiddelde samendrukbaarheidsconstanten (C_p , C_s , C_p' , C_s') en de POP conform Tabel 5-4 en de consolidatie coëfficiënt tussen de $1,8 \cdot 10^{-7}$ m²/s en de $3,7 \cdot 10^{-6}$ m²/s aangehouden. Voor de overige samendrukbare lagen zijn de parameters aangehouden, zoals in het oorspronkelijk advies weergegeven. Echter de veenlaag heeft de grootste bijdrage aan de zetting, namelijk ca. 65% in de maatgevende berekening. De bijdrage van de andere lagen aan de zetting is dus relatief beperkt.

Uit de resultaten blijkt dat de berekende zetting en benodigde tijd voor de berekening met de nieuwe geotechnische parameters zeer vergelijkbaar is met de berekening met de oorspronkelijke uitgangspunten. De eindzetting bij een overschrijdingskans van 10% voor de berekening met de nieuwe parameters is net wat hoger dan volgens het oorspronkelijke advies, maar de benodigde tijd voor het bereiken van de restzettingseis is wat lager. De berekening is

uitgevoerd voor het maatgevende vak, welke representatief wordt gezien voor de overige vakken. Op basis hiervan kan worden gesteld dat het Voorbelastingadvies [5] niet hierzien hoeft te worden op basis van het labonderzoek.

7 Bijlages

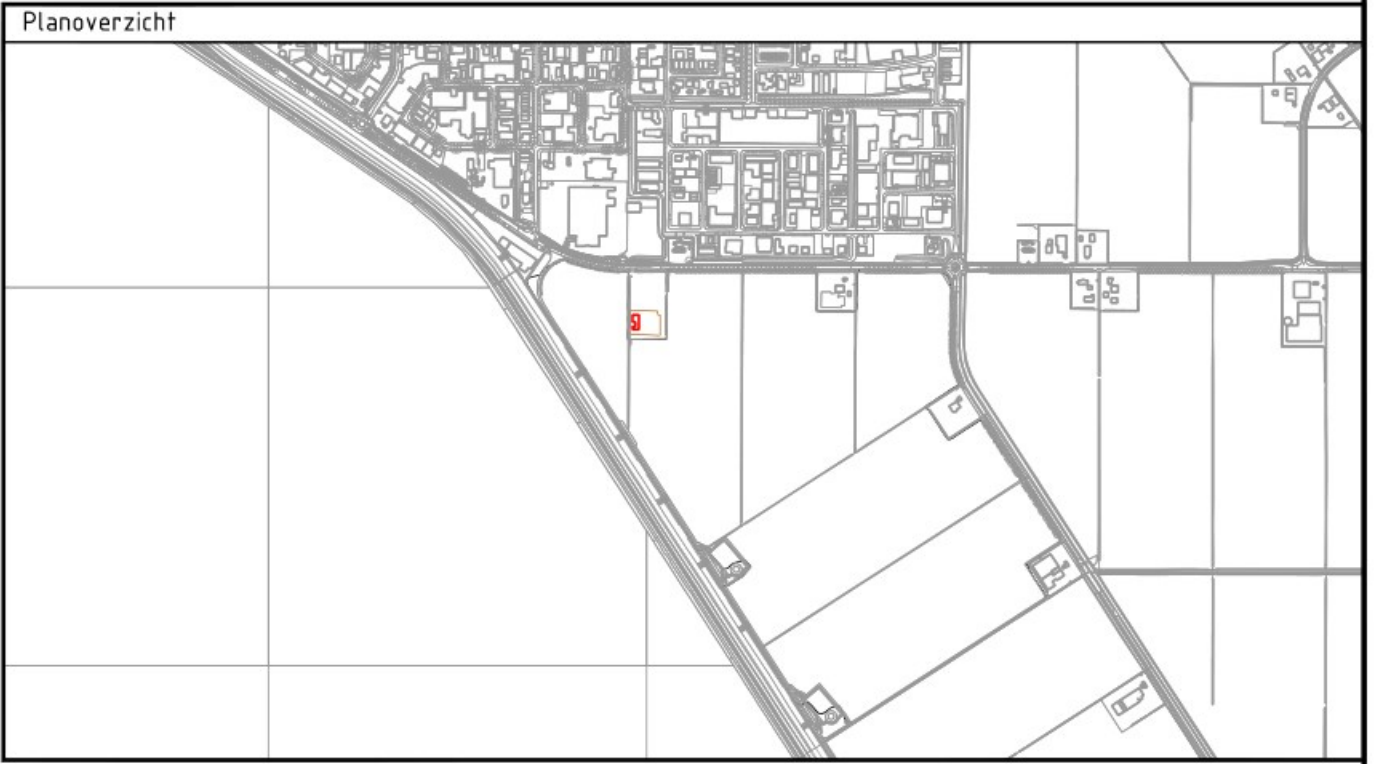
Bijlage A Hoogtekaarten zandlagen fase 1

Bijlage B Hoogtekaarten zandlagen fase 2

Bijlage C Uitvoer S.S.A.T. Berekening vak 3 o.b.v. labonderzoek (uitgeefbaar terrein)



Hoogte tabel bestaande situatie			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	-4.710	-4.600	
2	-4.600	-4.500	
3	-4.500	-4.400	
4	-4.400	-4.300	
5	-4.300	-4.200	
6	-4.200	-4.100	
7	-4.100	-4.000	
8	-4.000	-3.750	
9	-3.750	-3.500	
10	-3.500	-3.250	
11	-3.250	-3.000	
12	-3.000	-2.750	
13	-2.750	-2.500	
14	-2.500	-2.250	
15	-2.250	-2.000	



Versie V3

Deonting Rijsen kaarten met nieuwe meegrenzen

Datum: 27-08-2021

Get: Kerkweg, H

Con: de Wt. J

Vrij

Versie V2

Deonting Rijsen kaarten met nieuwe meegrenzen

Datum: 26-03-2021

Get: Kerkweg, H

Con: de Wt. J

Vrij

Oprachtgever

Contact

Advies- en Ingenieursorganisatie

Architect

Project

BDBT Port of Urk

Projectnummer: E07031000447

Fase: VO

Contact

de Groot, P.

Onderwerp

Hoogtekaart bestaande situatie

Security Category

RIS-Intern

Schaal: 1:2000

Bladformaat: A0

Tekeningnummer: Contractnummer: 1 van 8

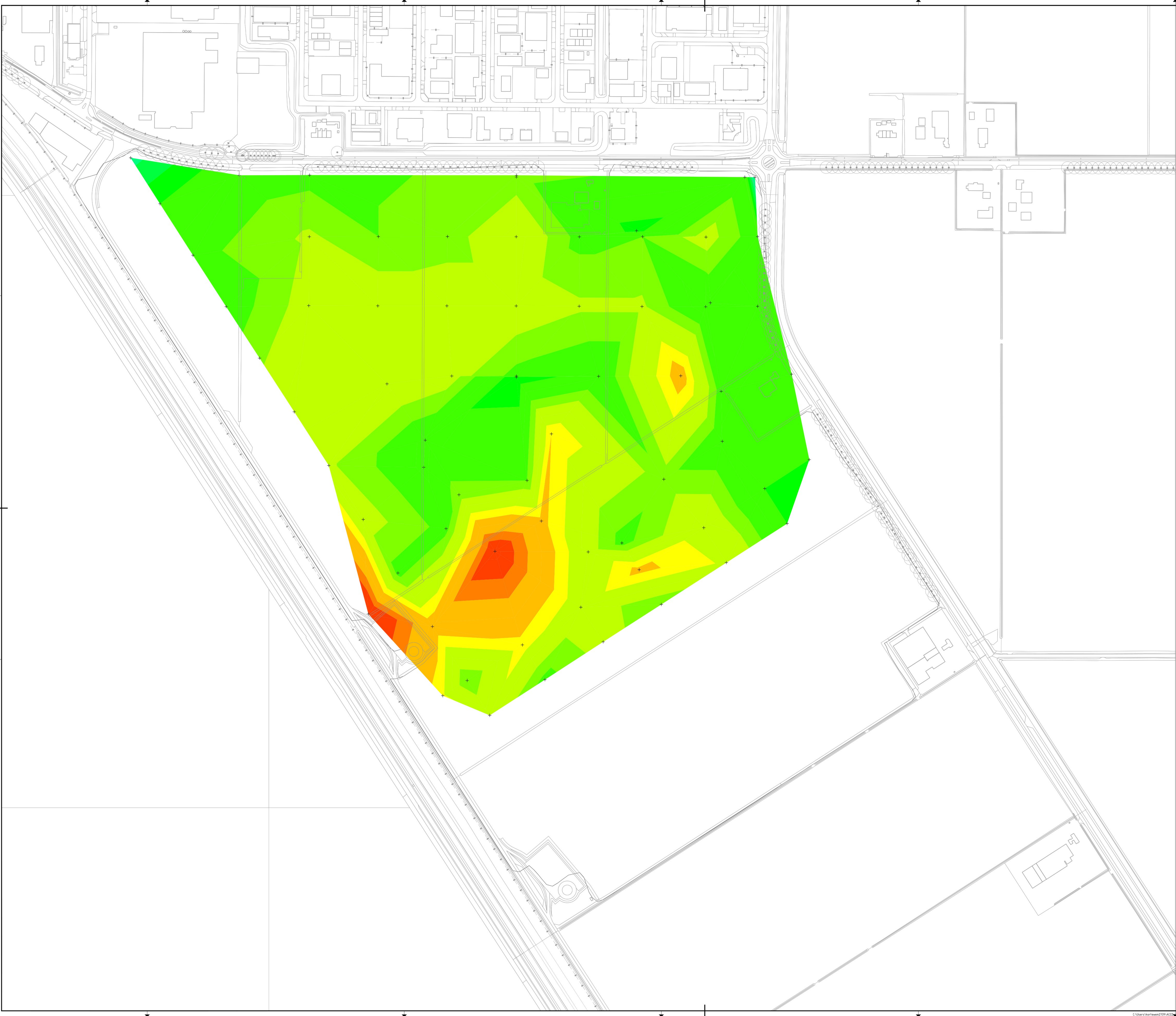
Status: Concept

Versie: V3

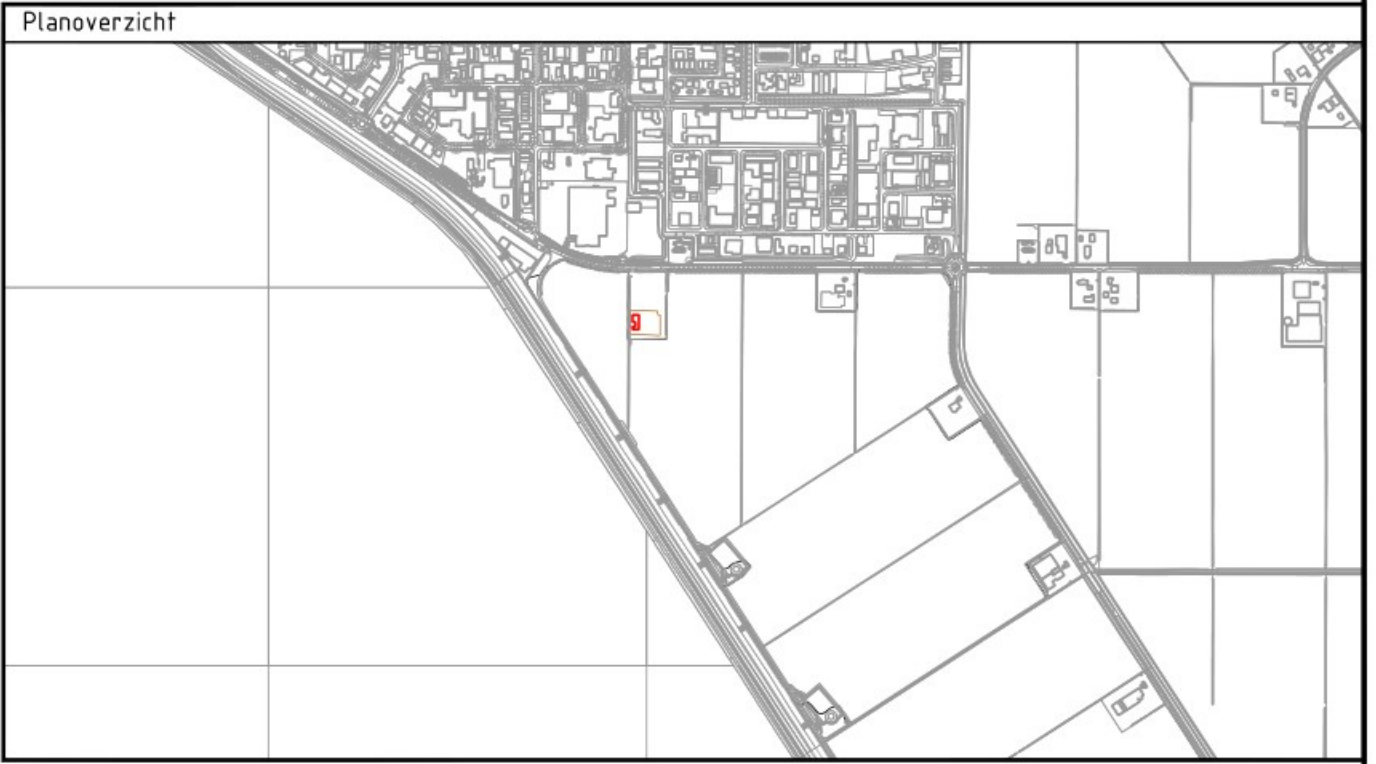
BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9006

100003255.dwg

C:\Users\korkewen2791\ACD\... Arcadis\ARCADIS-AL-E07031000447-Raanconfract-URK\projectbestanden\9000_BDBT\2_WP\CA2\VOwerp\9000_Hoogtekaart\BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9006 - 100003255.dwg



Diepte zandlaag tov NAP (m)			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	-12.000	-11.750	
2	-11.750	-11.500	
3	-11.500	-11.250	
4	-11.250	-11.000	
5	-11.000	-10.750	
6	-10.750	-10.500	
7	-10.500	-10.250	
8	-10.250	-10.000	
9	-10.000	-9.750	
10	-9.750	-9.500	
11	-9.500	-9.250	
12	-9.250	-9.000	
13	-9.000	-8.750	
14	-8.750	-8.500	
15	-8.500	-8.250	
16	-8.250	-8.000	
17	-8.000	-7.750	
18	-7.750	-7.500	
19	-7.500	-7.250	
20	-7.250	-7.000	
21	-7.000	-6.750	
22	-6.750	-6.500	
23	-6.500	-6.250	
24	-6.250	-6.000	
25	-6.000	-5.750	
26	-5.750	-5.500	
27	-5.500	-5.250	
28	-5.250	-5.000	
29	-5.000	-4.750	
30	-4.750	-4.500	



Versie V3

omschrijving: Bijkomen kaarten met nieuwe meetgegevens

Datum: 27-08-2021

Gef.: Korfweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Versie V2

omschrijving: Bijkomen kaarten met nieuwe meetgegevens

Datum: 26-03-2021

Gef.: Korfweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Opdrachtgever

Advies- en Ingenieursorganisatie

Project

BDBT Port of Urk

Contractnummer: E07031000447

Fase: VO

Onderwerp: Kleurenkaart diepte zandlaag Bodemonderzoek Lankelma

Schaal: 1:2000

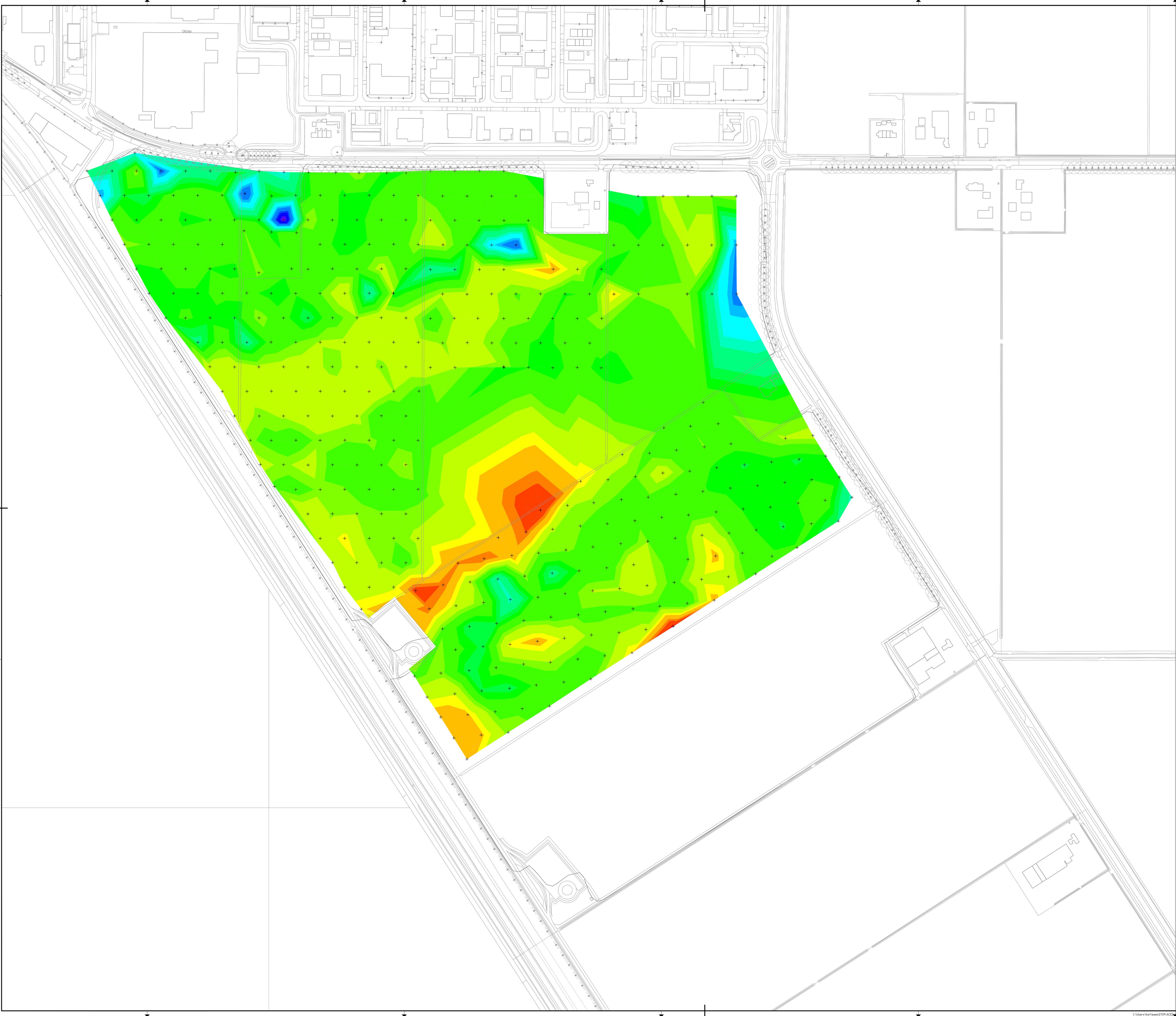
Bladformaat: A0

Tekeningnummer: 2 van 8

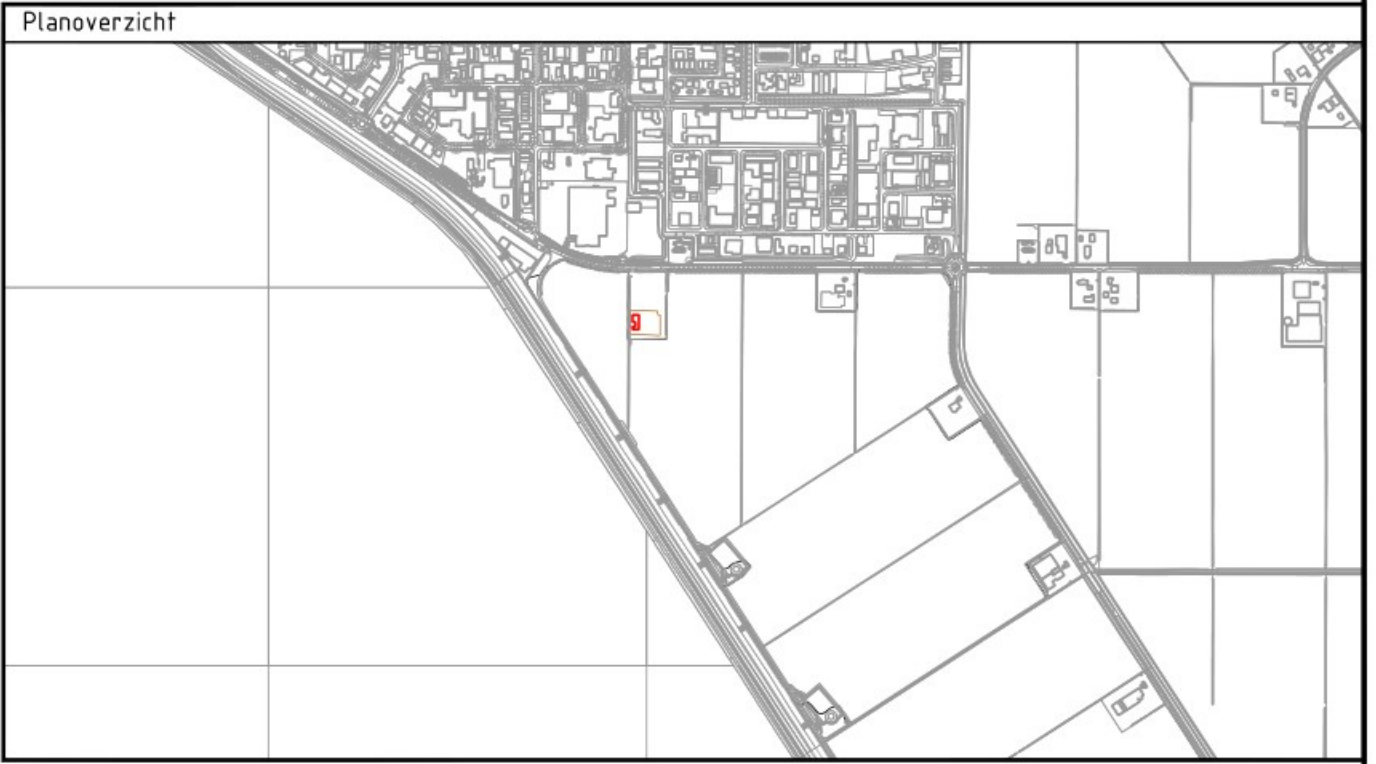
Versie: V3

Contract: de Groot, P.

Security Category: ASD-Internal



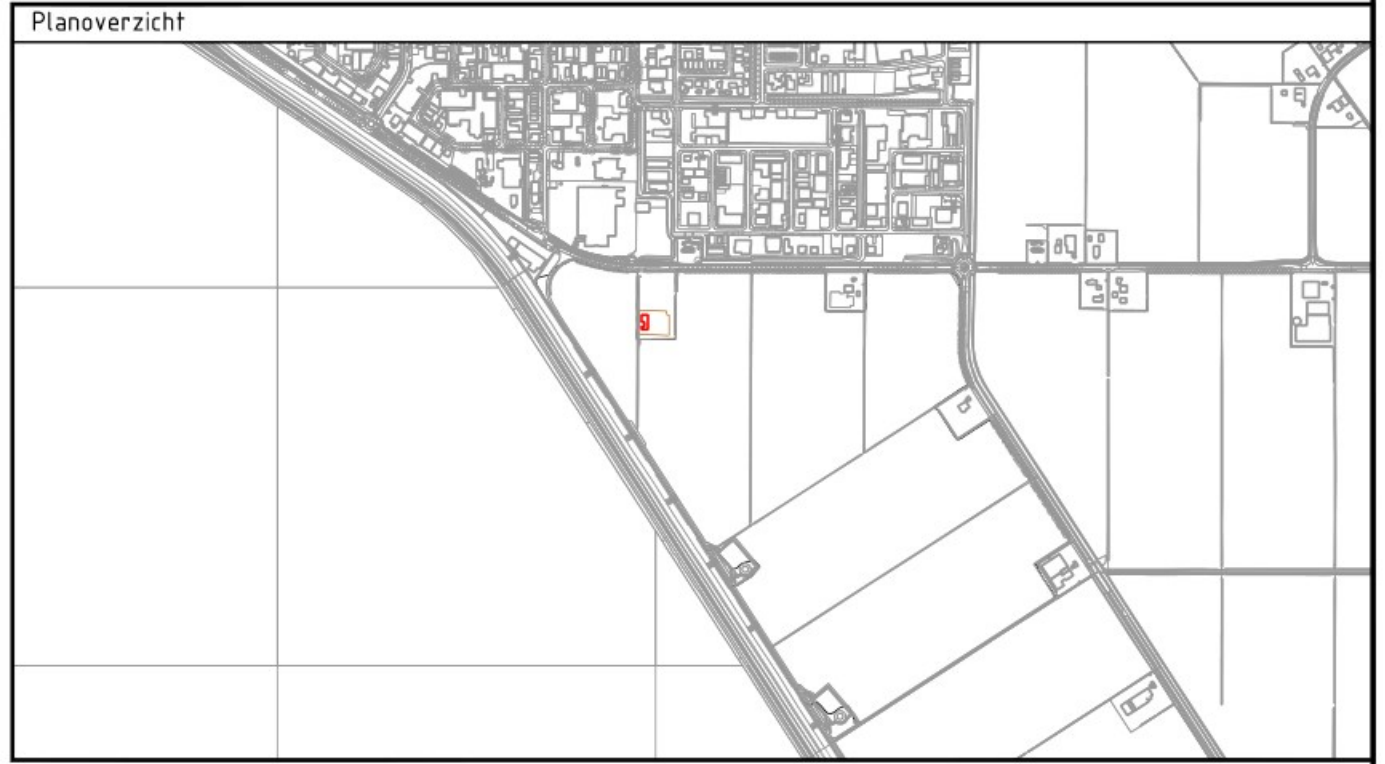
Diepte zandlaag tov NAP (m)			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	-12.000	-11.750	
2	-11.750	-11.500	
3	-11.500	-11.250	
4	-11.250	-11.000	
5	-11.000	-10.750	
6	-10.750	-10.500	
7	-10.500	-10.250	
8	-10.250	-10.000	
9	-10.000	-9.750	
10	-9.750	-9.500	
11	-9.500	-9.250	
12	-9.250	-9.000	
13	-9.000	-8.750	
14	-8.750	-8.500	
15	-8.500	-8.250	
16	-8.250	-8.000	
17	-8.000	-7.750	
18	-7.750	-7.500	
19	-7.500	-7.250	
20	-7.250	-7.000	
21	-7.000	-6.750	
22	-6.750	-6.500	
23	-6.500	-6.250	
24	-6.250	-6.000	
25	-6.000	-5.750	
26	-5.750	-5.500	
27	-5.500	-5.250	
28	-5.250	-5.000	
29	-5.000	-4.750	
30	-4.750	-4.500	



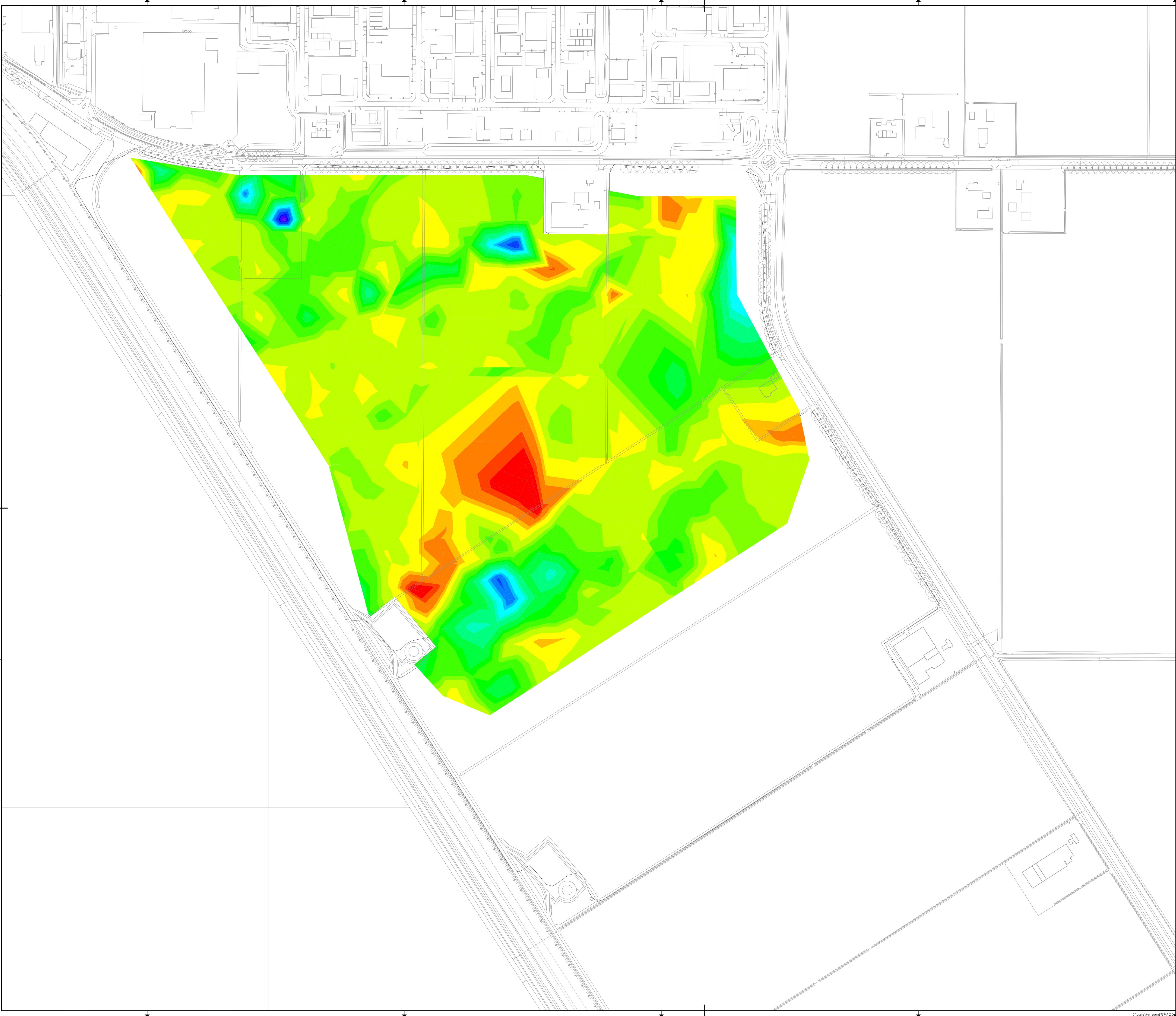
Versie V3		Beschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens		Con. de Wijk J		Vrij	
Datum 27-08-2021		Get. Korfweg, H					
Versie V2		Beschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens		Con. de Wijk J		Vrij	
Datum 26-03-2021		Get. Korfweg, H					
Opdrachtgever						Contact	
							
Advies- en Ingenieursorganisatie						Architect	
 ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets							
Project						Contact	
BDBT Port of Urk						de Groot, P.	
Projectnummer E07031000447						Security Category ASD-internal	
Fase VO							
Onderwerp Kleurenkaart diepte zandlaag Archeologisch bodemonderzoek							
Schaal 1:12000		Bladformaat: A0		Status: Concept		Versie: V3	
Contractnummer:		Bladnummer: 3 van 8					
Tekeningnummer:							
BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9006							



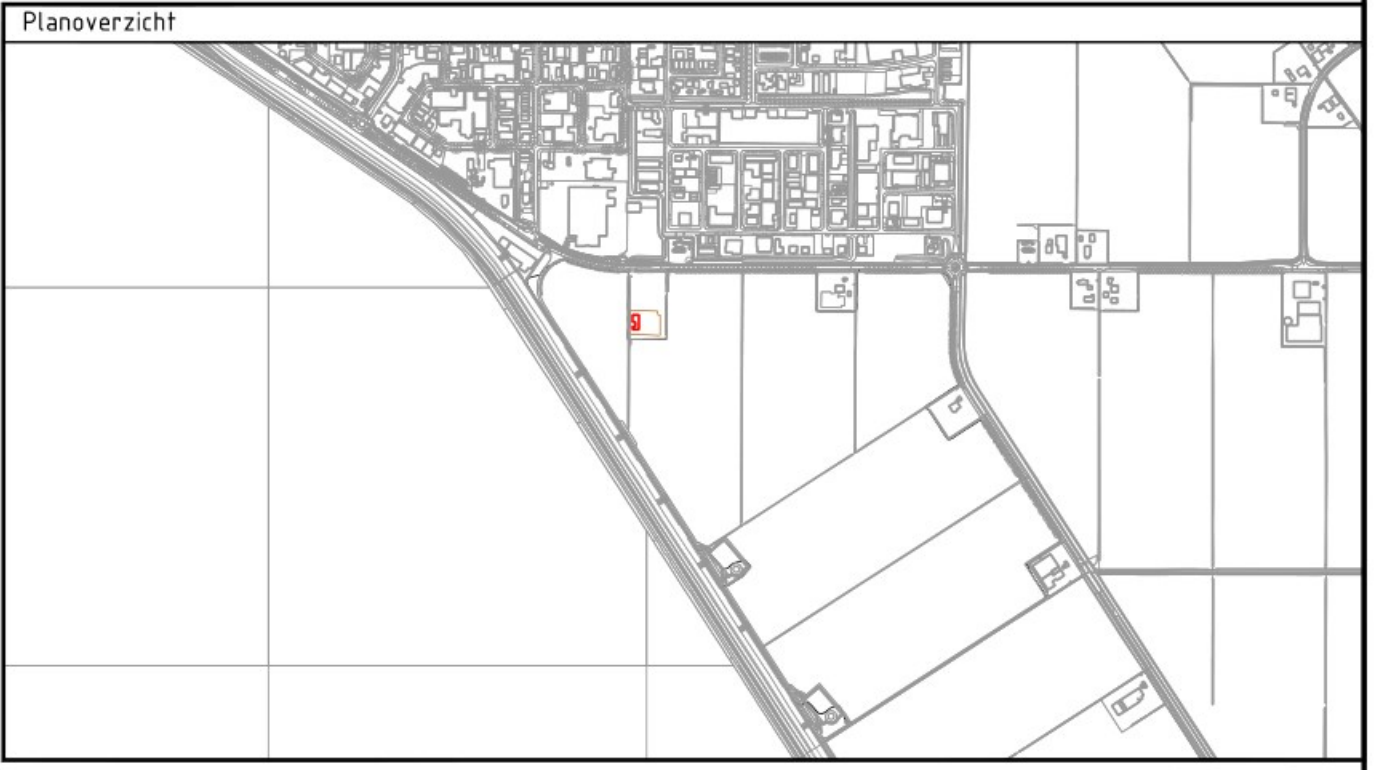
Diepte zandlaag tov NAP (m)			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	-12.000	-11.750	
2	-11.750	-11.500	
3	-11.500	-11.250	
4	-11.250	-11.000	
5	-11.000	-10.750	
6	-10.750	-10.500	
7	-10.500	-10.250	
8	-10.250	-10.000	
9	-10.000	-9.750	
10	-9.750	-9.500	
11	-9.500	-9.250	
12	-9.250	-9.000	
13	-9.000	-8.750	
14	-8.750	-8.500	
15	-8.500	-8.250	
16	-8.250	-8.000	
17	-8.000	-7.750	
18	-7.750	-7.500	
19	-7.500	-7.250	
20	-7.250	-7.000	
21	-7.000	-6.750	
22	-6.750	-6.500	
23	-6.500	-6.250	
24	-6.250	-6.000	
25	-6.000	-5.750	
26	-5.750	-5.500	
27	-5.500	-5.250	
28	-5.250	-5.000	
29	-5.000	-4.750	
30	-4.750	-4.500	



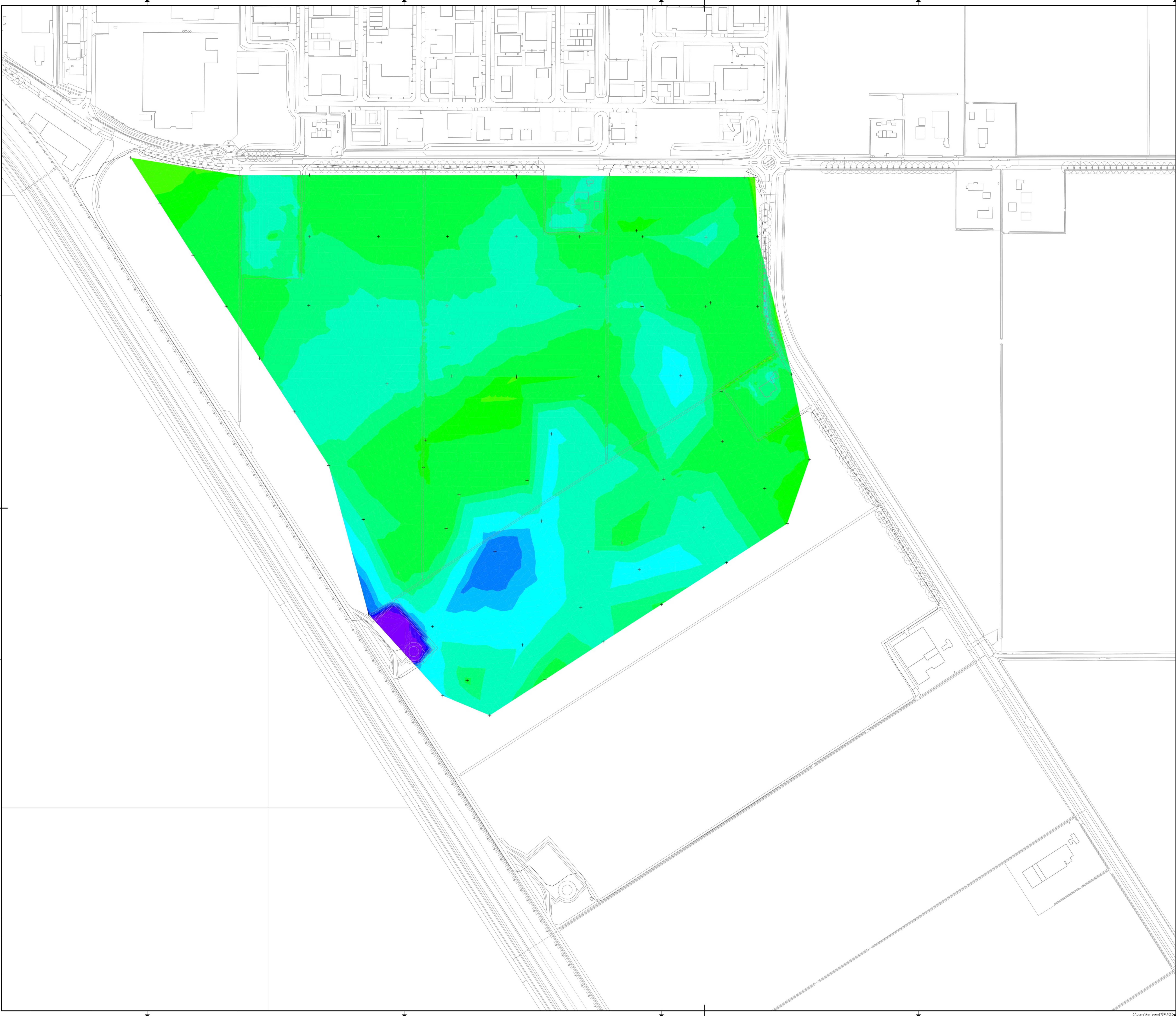
Versie V3		Beschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens		Con. de Wijk J		Vrij	
Datum: 27-08-2021		Get.: Korfweg, H.					
Versie V2		Beschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens		Con. de Wijk J		Vrij	
Datum: 26-03-2021		Get.: Korfweg, H.					
Oprachtgever		Advies- en Ingenieursorganisatie		Architect		Contact	
URK		ARCADIS		Design & Consultancy for natural and built assets			
Project		BDBT Port of Urk		de Groot, P.		Contact	
Projectnummer: E07031000447		Fase: VO				Security Category: ASD-Internal	
Onderwerp		Kleurenkaart diepte zandlaag		Combinatie beide onderzoeken			
Schaal: 1:12000		Bladformaat: A0		Bladnummer: 4 van 8		Status: Concept	
Contractnummer:		Tekeningsnummer:		Versie: V3			
BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9006							



Verschil tussen zandlaag Lankelma/archeologie (m)			
Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	-2.000	-1.800	
2	-1.800	-1.600	
3	-1.600	-1.400	
4	-1.400	-1.200	
5	-1.200	-1.000	
6	-1.000	-0.800	
7	-0.800	-0.600	
8	-0.600	-0.400	
9	-0.400	-0.200	
10	-0.200	0.000	
11	0.000	0.200	
12	0.200	0.400	
13	0.400	0.600	
14	0.600	0.800	
15	0.800	1.000	
16	1.000	1.200	
17	1.200	1.400	
18	1.400	1.600	
19	1.600	1.800	
20	1.800	2.000	
21	2.000	2.200	
22	2.200	2.400	
23	2.400	2.600	
24	2.600	2.800	
25	2.800	3.000	
26	3.000	3.200	
27	3.200	3.400	
28	3.400	3.600	
29	3.600	3.800	
30	3.800	4.000	
31	4.000	4.200	
32	4.200	4.400	
33	4.400	4.600	

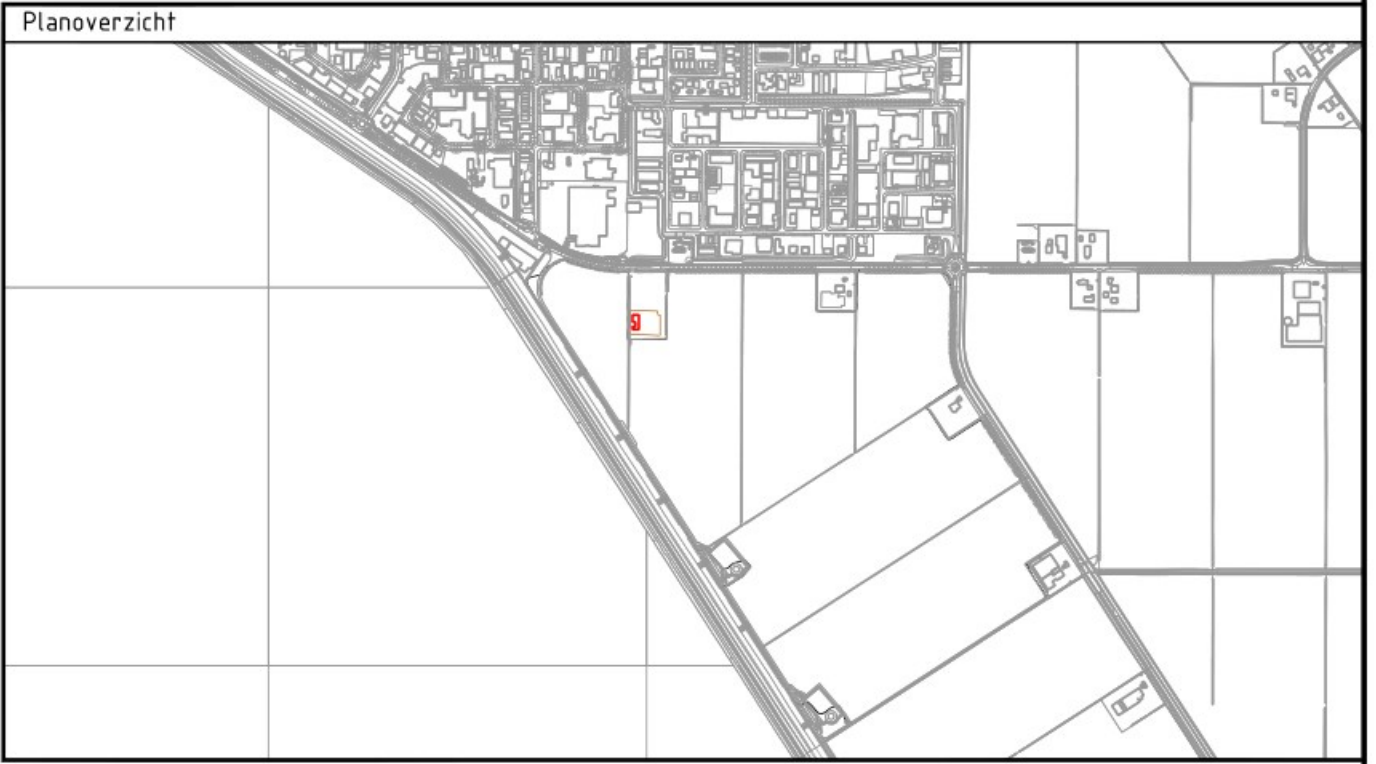


Versie V3		Beschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens		Con. de Wijk J		Vrij	
Datum 27-08-2021		Get. Korfweg, H.					
Versie V2		Beschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens		Con. de Wijk J		Vrij	
Datum 26-03-2021		Get. Korfweg, H.					
Oprachtgever						Contact	
							
Advies- en Ingenieursorganisatie						Architect	
 ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets							
Project						Contact	
BDBT Port of Urk						de Groot, P.	
Projectnummer		E07031000447					
Fase		VO				Security Category A0 internal	
Onderwerp		Kleurenkaart diepte zandlaag Vergelijking tussen onderzoeken					
Schaal		1:2000		Bladformaat: A0		Status:	
Contractnummer:		5		van 8		Concept	
Tekeningnummer:		BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9006					Versie:
							V3



Dikte pakket boven zandlaag (m)

Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	0.000	0.250	Red
2	0.250	0.500	Red
3	0.500	0.750	Red
4	0.750	1.000	Red
5	1.000	1.250	Orange
6	1.250	1.500	Orange
7	1.500	1.750	Orange
8	1.750	2.000	Orange
9	2.000	2.250	Orange
10	2.250	2.500	Yellow
11	2.500	2.750	Yellow
12	2.750	3.000	Yellow
13	3.000	3.250	Yellow
14	3.250	3.500	Yellow
15	3.500	3.750	Yellow
16	3.750	4.000	Yellow
17	4.000	4.250	Yellow
18	4.250	4.500	Yellow
19	4.500	4.750	Yellow
20	4.750	5.000	Yellow
21	5.000	5.250	Yellow
22	5.250	5.500	Yellow
23	5.500	5.750	Yellow
24	5.750	6.000	Yellow
25	6.000	6.250	Yellow
26	6.250	6.500	Yellow
27	6.500	6.750	Yellow
28	6.750	7.000	Yellow
29	7.000	7.250	Yellow
30	7.250	7.500	Yellow
31	7.500	7.750	Yellow
32	7.750	8.000	Yellow
33	8.000	8.250	Yellow
34	8.250	8.500	Yellow
35	8.500	8.750	Yellow



Versie V3

omschrijving: Rijpe kaarten met nieuwe meetgegevens

Datum: 27-08-2021

Get.: Korfweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Versie V2

omschrijving: Rijpe kaarten met nieuwe meetgegevens

Datum: 26-03-2021

Get.: Korfweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Opdrachtgever

Contact

Advies- en Ingenieursorganisatie

Architect

Design & Consultancy for natural and built assets

Project

BDBT Port of Urk

Projectnummer: E07031000447

Fase: VO

Security Category: AS2-Internal

Onderwerp

Kleurenkaart dikte pakket boven zandlaag

Bodemonderzoek Lankelma

Schaal: 1:2000

Bladformaat: A0

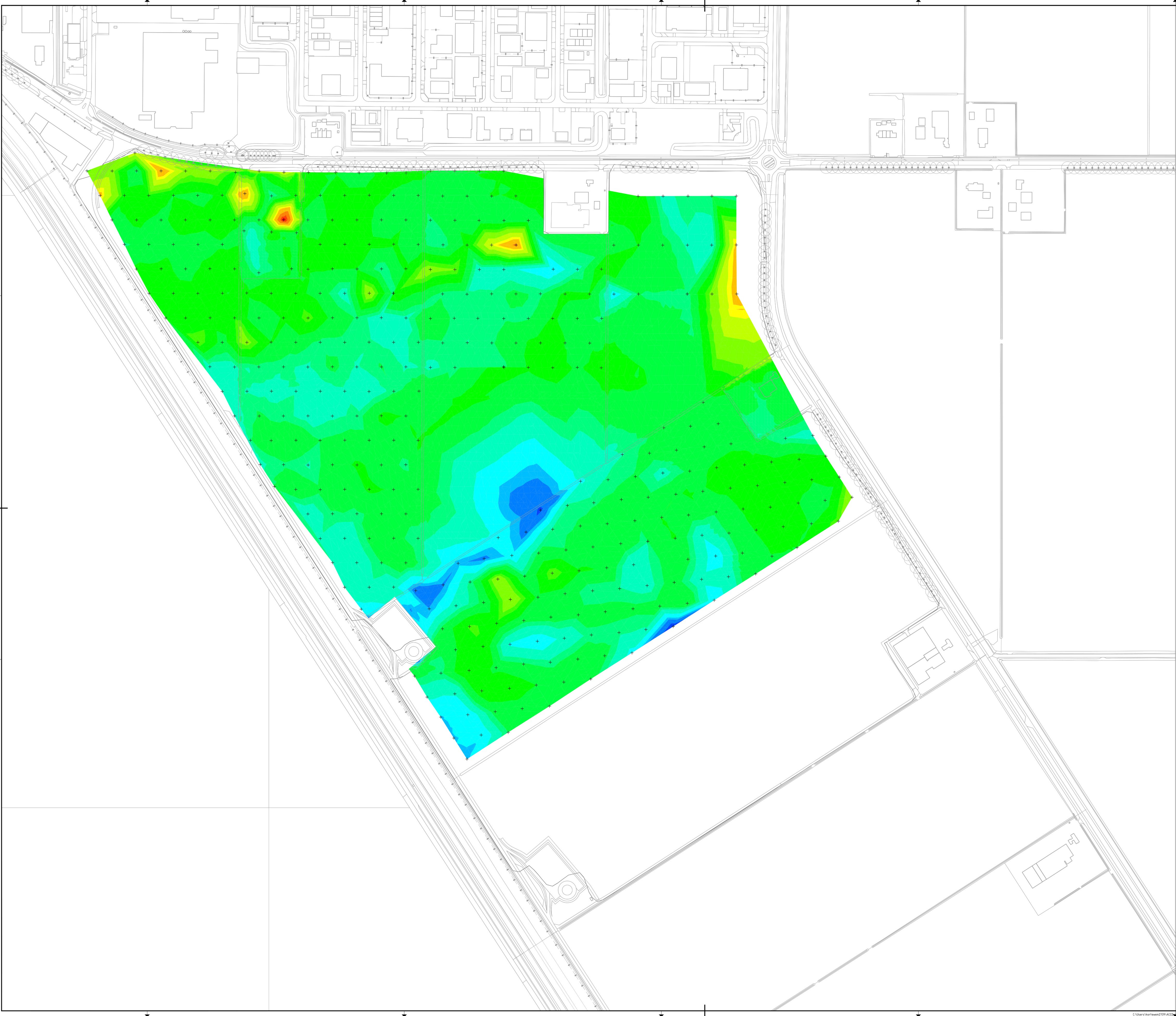
Tekeningnummer: 6 van 8

Status: Concept

Versie: V3

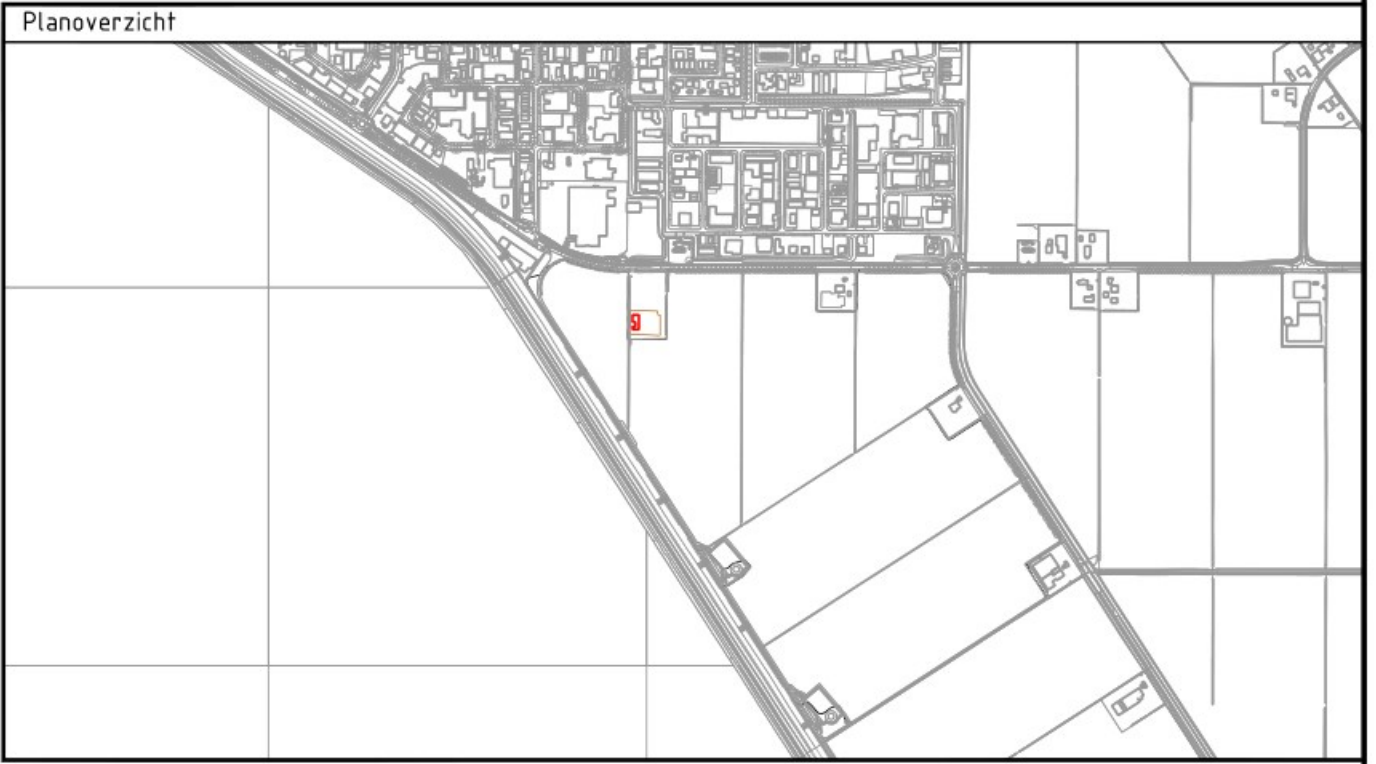
BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9006

100003255.dwg



Dikte pakket boven zandlaag (m)

Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	0.000	0.250	Red
2	0.250	0.500	Red
3	0.500	0.750	Red
4	0.750	1.000	Red
5	1.000	1.250	Red
6	1.250	1.500	Orange
7	1.500	1.750	Orange
8	1.750	2.000	Orange
9	2.000	2.250	Orange
10	2.250	2.500	Yellow
11	2.500	2.750	Yellow
12	2.750	3.000	Yellow
13	3.000	3.250	Yellow
14	3.250	3.500	Yellow
15	3.500	3.750	Yellow
16	3.750	4.000	Yellow
17	4.000	4.250	Yellow
18	4.250	4.500	Yellow
19	4.500	4.750	Yellow
20	4.750	5.000	Yellow
21	5.000	5.250	Yellow
22	5.250	5.500	Yellow
23	5.500	5.750	Yellow
24	5.750	6.000	Yellow
25	6.000	6.250	Yellow
26	6.250	6.500	Yellow
27	6.500	6.750	Yellow
28	6.750	7.000	Yellow
29	7.000	7.250	Yellow
30	7.250	7.500	Yellow
31	7.500	7.750	Yellow
32	7.750	8.000	Yellow
33	8.000	8.250	Yellow
34	8.250	8.500	Yellow
35	8.500	8.750	Yellow



Versie V3

omschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens

Datum: 27-08-2021

Get.: Kortweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Versie V2

omschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens

Datum: 26-03-2021

Get.: Kortweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Opdrachtgever

Advies- en Ingenieursorganisatie

Architect

Project

BDBT Port of Urk

Projectnummer: E07031000447

Fase: VO

Security Category: AS2-Internal

Onderwerp

Kleurenkaart dikte pakket boven zandlaag

Archeologisch bodemonderzoek

Schaal: 1:12000

Bladformaat: A0

Status: Concept

Contractnummer:

Bladnummer: 7 van 8

Tekeningnummer:

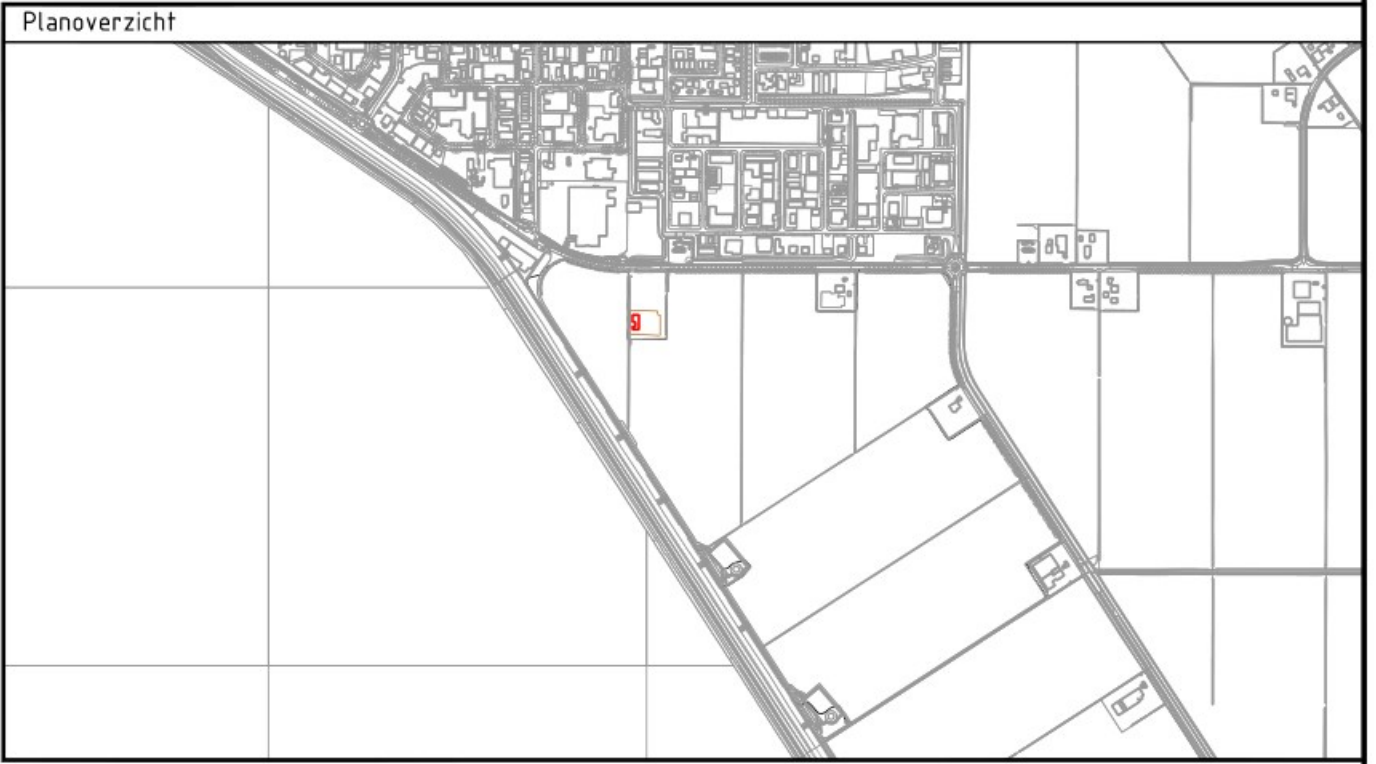
Versie: V3

BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9006



Dikte pakket boven zandlaag (m)

Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	0.000	0.250	Red
2	0.250	0.500	Red
3	0.500	0.750	Red
4	0.750	1.000	Red
5	1.000	1.250	Orange
6	1.250	1.500	Orange
7	1.500	1.750	Orange
8	1.750	2.000	Orange
9	2.000	2.250	Orange
10	2.250	2.500	Yellow
11	2.500	2.750	Yellow
12	2.750	3.000	Yellow
13	3.000	3.250	Yellow
14	3.250	3.500	Yellow
15	3.500	3.750	Yellow
16	3.750	4.000	Yellow
17	4.000	4.250	Yellow
18	4.250	4.500	Yellow
19	4.500	4.750	Yellow
20	4.750	5.000	Yellow
21	5.000	5.250	Yellow
22	5.250	5.500	Yellow
23	5.500	5.750	Yellow
24	5.750	6.000	Yellow
25	6.000	6.250	Yellow
26	6.250	6.500	Yellow
27	6.500	6.750	Yellow
28	6.750	7.000	Yellow
29	7.000	7.250	Yellow
30	7.250	7.500	Yellow
31	7.500	7.750	Yellow
32	7.750	8.000	Yellow
33	8.000	8.250	Yellow
34	8.250	8.500	Yellow
35	8.500	8.750	Yellow



Versie V3

omschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens

Datum: 27-08-2021

Get.: Korfweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Versie V2

omschrijving: Bijwerken kaarten met nieuwe meetgegevens

Datum: 26-03-2021

Get.: Korfweg, H.

Con.: de Wt. J.

Vrij.

Opdrachtgever

Advies- en Ingenieursorganisatie

Project

BDBT Port of Urk

Contractnummer: - VO

Projectnummer: - E07031.0004.4.7

Fase

Onderwerp

Kleurenkaart dikte pakket boven zandlaag

Combinatie beide onderzoeken

Schaal: 1:12000

Bladformaat: A0

Tekeningnummer:

Bladnummer: 8

van 8

Versie: V3

Contact

de Groot, P.

Security Category: ASD-Internal

ONDERWERP

Verwerking aanvullend onderzoek Bedrijventerrein Urk

PROJECTNUMMER

E07031.000523

DATUM

12 november 2021

ONZE REFERENTIE

D10042053:66

VAN

[redacted]

AAN

Gemeente Urk

KOPIE AAN

[redacted] en [redacted]

1 Inleiding

In de komende jaren wordt in de Gemeente Urk het nieuwe binnendijsk bedrijventerrein Port of Urk gerealiseerd. Het nieuwe bedrijventerrein zal aansluiten op het bestaande bedrijventerrein (Zwolsehoek) en met dit bedrijventerrein wil de Gemeente Urk de vraag naar geschikte terreinen voor bedrijven/bedrijfskavels faciliteren. In Figuur 1-1 is de locatie van het bedrijventerrein Port of Urk weergegeven.



Figuur 1-1 Locatie bedrijventerrein Port of Urk

Het gebied waar het bestemmingsplan bedrijventerrein Port of Urk is gesitueerd, betreft een zettingsgevoelig gebied met hoge archeologische verwachtingen. Voordat de bouw van het bedrijventerrein kan worden gestart, moet het gebied bouwrijp gemaakt (BRM) worden. Ten behoeve van het BRM is door Arcadis een Voorbelastingadvies [5] en Opbarst-advies [6] opgesteld. In het voorbelastingadvies zijn zettingsberekeningen uitgevoerd om te onderzoeken of maatregelen noodzakelijk zijn om de restzettingen in het projectgebied te beheersen. In het opbarst-advies is onderzocht of opbarsten een risico vormt voor de te graven waterpartijen en tijdelijke rioleringsseuven en/of er maatregelen noodzakelijk zijn om opbarsten van de ondoorlatende laag te voorkomen.

In deze adviezen zijn (conservatieve) aannames gedaan voor ontbrekende uitgangspunten. Inmiddels zijn er verschillende extra onderzoeken uitgevoerd bepalen en in voorliggend memo zijn de aangenomen uitgangspunten getoetst aan de extra uitgevoerde onderzoeken. De extra uitgevoerde onderzoeken zijn:

- Extra sonderingen;
- Peilbuismetingen;
- Geotechnisch labonderzoek, met daarin:
 - Volumiek gewicht van 37 monsters;
 - Organisch stofgehalte van 7 monsters;
 - Samendrukkingsproeven van 20 monsters.

2 Referenties

De volgende referenties zijn gebruikt voor het opstellen van deze memo:

- [1] NEN 9997-1:2017, Geotechnisch ontwerp van constructies, november 2017;
- [2] CUR 162, Construeren met grond, november 1992;
- [3] "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Nota van uitgangspunten" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. januari 2019;
- [4] "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Zettingsberekeningen" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. maart 2019;
- [5] "Voorbelastingadvies Bedrijventerrein Urk" Arcadis d.d. mei 2021;
- [6] "Opbarst-advies Bedrijventerrein Urk " Arcadis d.d. juni 2021;
- [7] "Resultaten Grondonderzoek – Uitbreiding bedrijventerrein, Urk Zuid" (1802682.002) Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV d.d. 30 juli 2021;
- [8] "Classificatieproeven V2.12 met OS" en samendrukkingsproeven (1802682.001) Silt lab d.d. juni 2021;
- [9] "Resultaten geotechnisch laboratoriumonderzoek" (1802682.003) RPS d.d. oktober 2021.
- [10] "BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9600 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Hoogtekaarten zandlagen" (8 bladnummers) Arcadis d.d. 26 maart 2021;
- [11] "BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9006 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Hoogtekaarten zandlagen" (8 bladnummers) Arcadis d.d. 27 augustus 2021.

3 Extra sonderingen

3.1 Beschrijving extra onderzoek

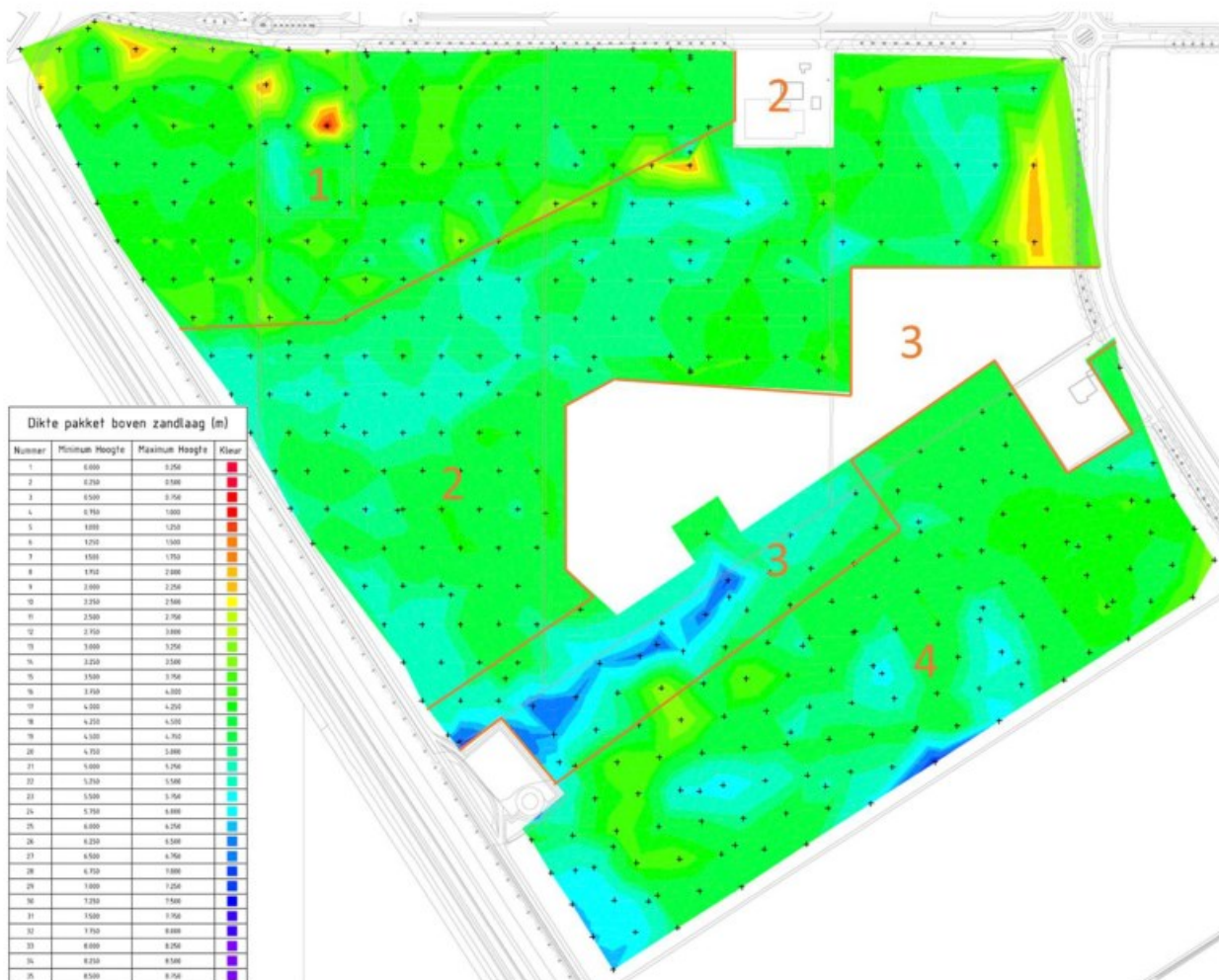
Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV heeft grondonderzoek uitgevoerd ter plaatse van het Bedrijventerrein Urk, bestaande uit sonderingen, boringen en peilbuizen [7]. In de maanden januari, februari en maart van 2021 heeft fase 1 van het grondonderzoek plaatsgevonden bestaande uit 81 sonderingen, 3 mechanische boringen, 4 peilbuizen en 6 handboringen. In juli 2021 heeft fase 2 van het grondonderzoek plaatsgevonden bestaande uit 11 extra sonderingen. Het reeds opgestelde voorbelasting- en opbarst-advies zijn gebaseerd op de sonderingen en boringen van fase 1.

Naast sonderingen en boringen zijn er in het projectgebied ook archeologische boringen uitgevoerd om de diepte van de vaste zandlaag te bepalen. De archeologische boringen zijn in combinatie met de resultaten van de geotechnische sonderingen en boringen gebruikt om de dikte van het samendrukbare pakket, aanwezig boven de vaste zandlaag, vast te stellen. Op basis van deze resultaten zijn verschillende kaarten (niveau zandlaag en dikte samendrukbare pakket) uitgewerkt en deze zijn bijgevoegd in Bijlage A [10].

De extra sonderingen van fase 2 leveren nieuwe datapunten op welke mogelijk het verloop van het niveau van de zandlaag en de dikte samendrukbare pakket beïnvloeden. De datapunten van de zandniveaus van de extra sonderingen zijn verwerkt in de verschillende kaarten (niveau zandlaag en dikte samendrukbare pakket) en deze zijn bijgevoegd in Bijlage B [11].

3.2 Invloed op voorbelastingadvies

Ten behoeve van het voorbelastingadvies is de relevante hoogtekaart 'dikte pakket boven zandlaag' van fase 1 gebruikt voor de vakindeling, zie Figuur 3-1. De witte vlakken in Figuur 3-1 geven de locatie van het ontbrekende grondonderzoek weer ten tijde van het oorspronkelijke voorbelastingadvies voor het bedrijventerrein [5]. Over het algemeen is het samendrukbare pakket boven de zandlaag gemiddeld ca. 4 m en maximaal ca. 7 m dik. Opvallend is het blauwgekleurde gebied in het midden, waar een relatief dik samendrukbare pakket aanwezig is. In het voorbelastingadvies zijn (conservatieve) aannames gedaan voor de ontbrekende uitgangspunten. Dit betekent dat het witte vierkant in het noorden is beschouwd als vak 2 en het grote witte vlak in het midden als vak 3.



Figuur 3-1 Vakindeling voorbelastingadvies o.b.v. dikte pakket boven zandlaag bedrijventerrein (fase 1) [10]

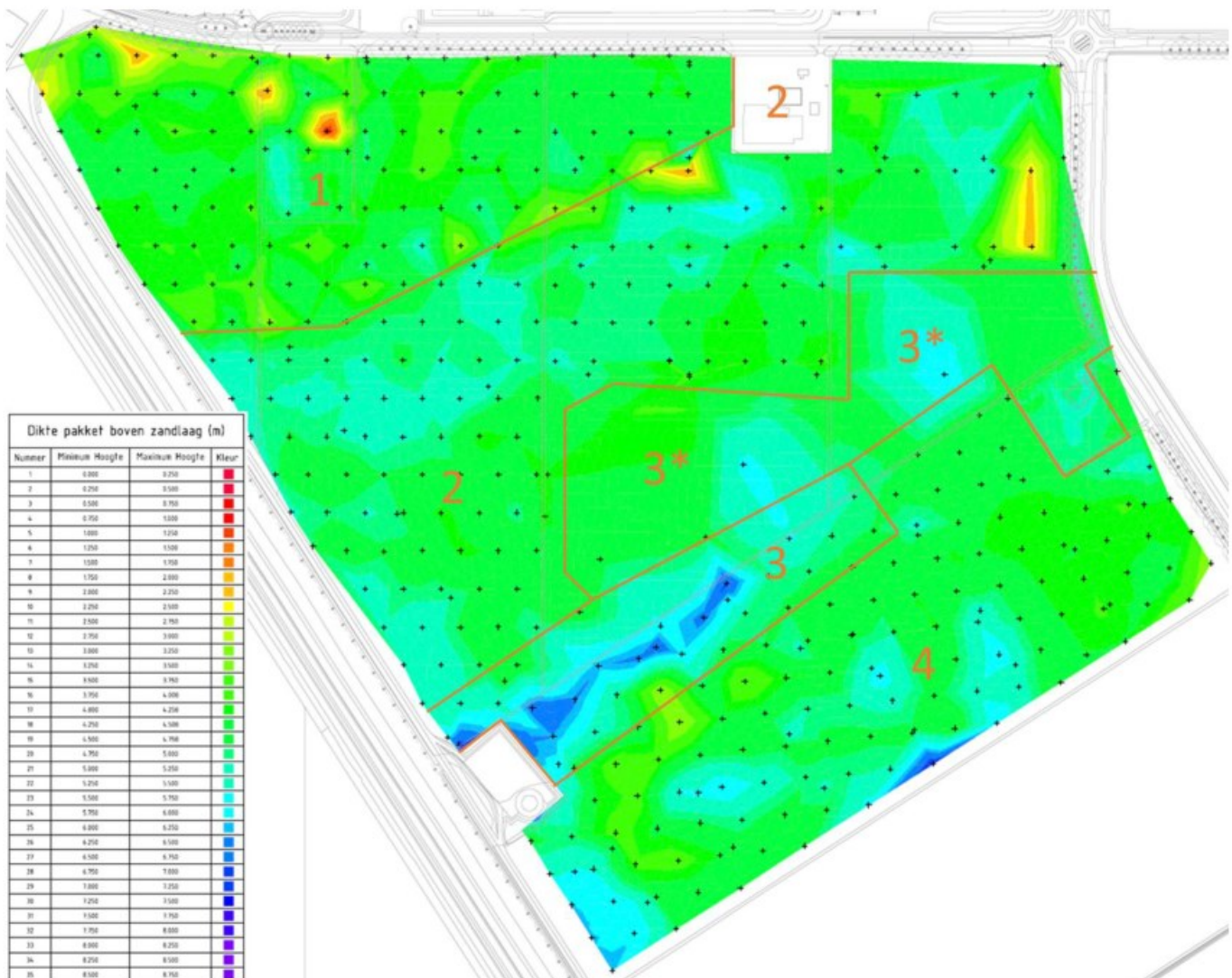
In Figuur 3-2 is de hoogtekaart 'dikte pakket boven zandlaag' op basis van het grondonderzoek van fase 1 en 2 (inclusief de extra sonderingen) weergegeven. Hierin is de dikte van de zandlaag tussen de meetpunten lineair geëxtrapoleerd. Er zijn enkele extra sonderingen uitgevoerd in het witte vlak in vak 3 van Figuur 3-1. De dikte van het samendrukbare pakket in het witte vlak is door de extra sonderingen beter in beeld.

Het witte vlak is in Figuur 3-2 als vak 3* is aangeduid, omdat de gemiddelde dikte van het samendrukbare pakket in vak 3* is ca. 1 m kleiner dan aangehouden in vak 3 in het oorspronkelijk voorbelastingadvies. Opvallend is dat er nog steeds relatief grote vlakken zonder geotechnisch onderzoek zijn in vak 3*, doordat in dit vak geen archeologische boringen zijn uitgevoerd. Echter, door de extra sonderingen in vak 3* is de verwachting dat het samendrukbare pakket kleiner is, de zettingen en de benodigde maatregelen kleiner zijn. Om deze reden wordt er geadviseerd om voor vak 3* het voorbelastingadvies te baseren op de berekeningsresultaten van vak 3 met een overschrijdingskans van 50%.

In Tabel 3-1 is een overzicht gegeven van het voorbelastingadvies per vak op basis een zettingstijd 180 en 270 dagen, deze tabel vervangt Tabel 5-1 uit het oorspronkelijke voorbelastingadvies [5]. Er wordt geadviseerd om de zetting in vak 3* deze periode te monitoren m.b.v. zakbaken. Op deze wijze kunnen aan de hand van de zakbaakmetingen de benodigde maatregelen eventueel tussentijds nog aangepast worden.

Tabel 3-1 Voorbelastingadvies overzicht (ophogingen zijn afgerond) – ter vervanging van Tabel 5-1 uit [5]

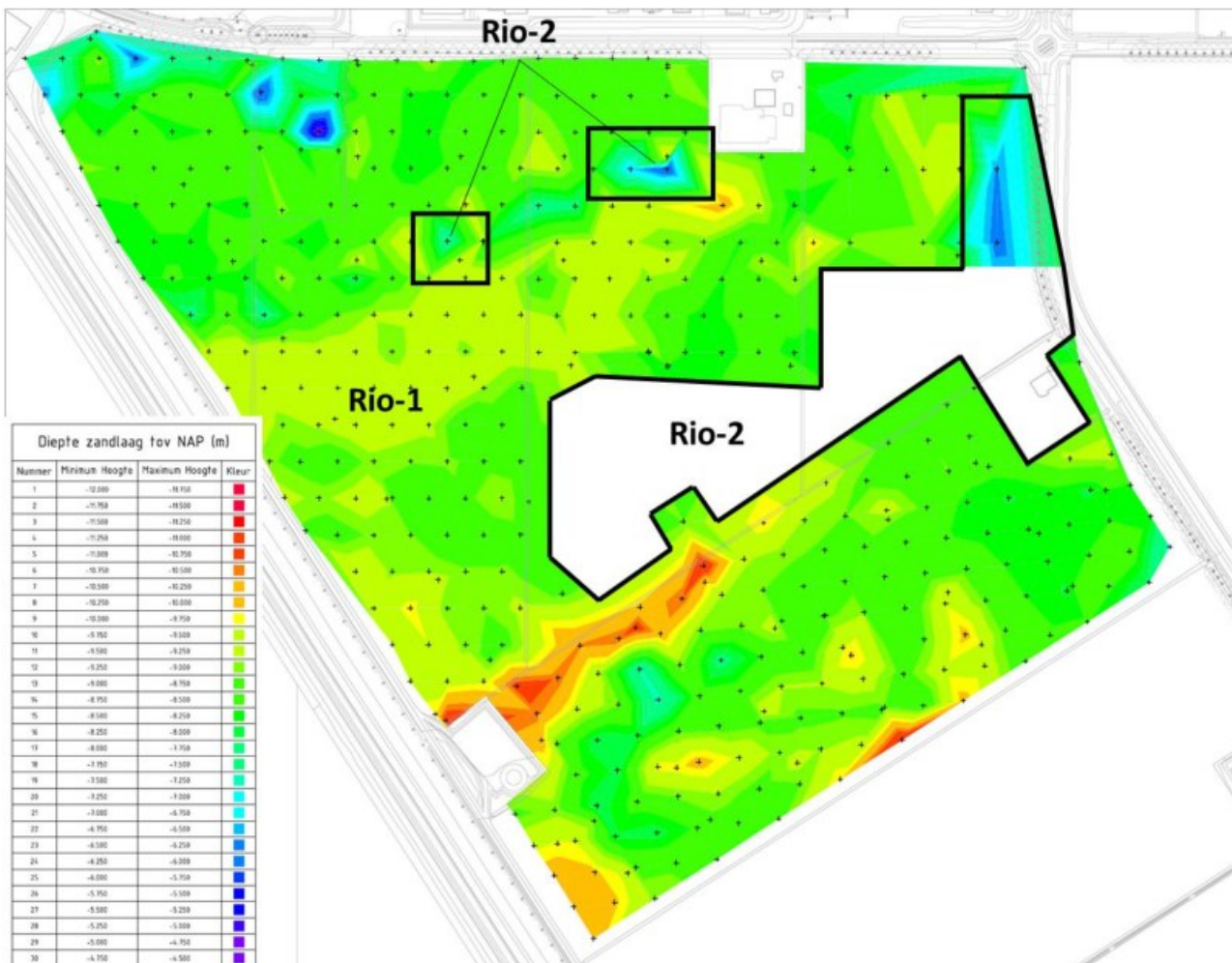
Vak	Extra overhoogte 180 dagen [m]	Extra overhoogte 270 dagen [m]	Ontgravingsniveau cunet BRM [m NAP]	Totale ophoging BRM (180/270) [m]	Bovenzijde ophoging BRM (180/270) [m NAP]	Tijdsduur [dagen]
1I	0,0	0,0	-5,30	1,25	-4,05	130
1U	0,5	0,5	-	1,35	-3,10	130
2I	0,0	0,0	-5,30	1,25	-4,05	100
2U	0,5	0,5	-	1,25	-3,10	150
3I	0,5	0,5	-5,30	1,80	-3,50	50
3U	1,0	0,5	-	1,90/1,40	-2,5/-3,0	180/270
3*I	0,0	0,0	-5,30	1,30	-4,00	150
3*U	0,5	0,0	-	1,40/0,90	-3,0/-3,5	180/270
4I	0,0	0,0	-5,30	1,25	-4,05	20
4U	0,5	0,5	-	1,20	-3,10	130



Figuur 3-2 Hoogtekaart dikte pakket boven zandlaag bedrijventerrein (fase 1 en 2) [11]

3.3 Invloed op opbarst-advies

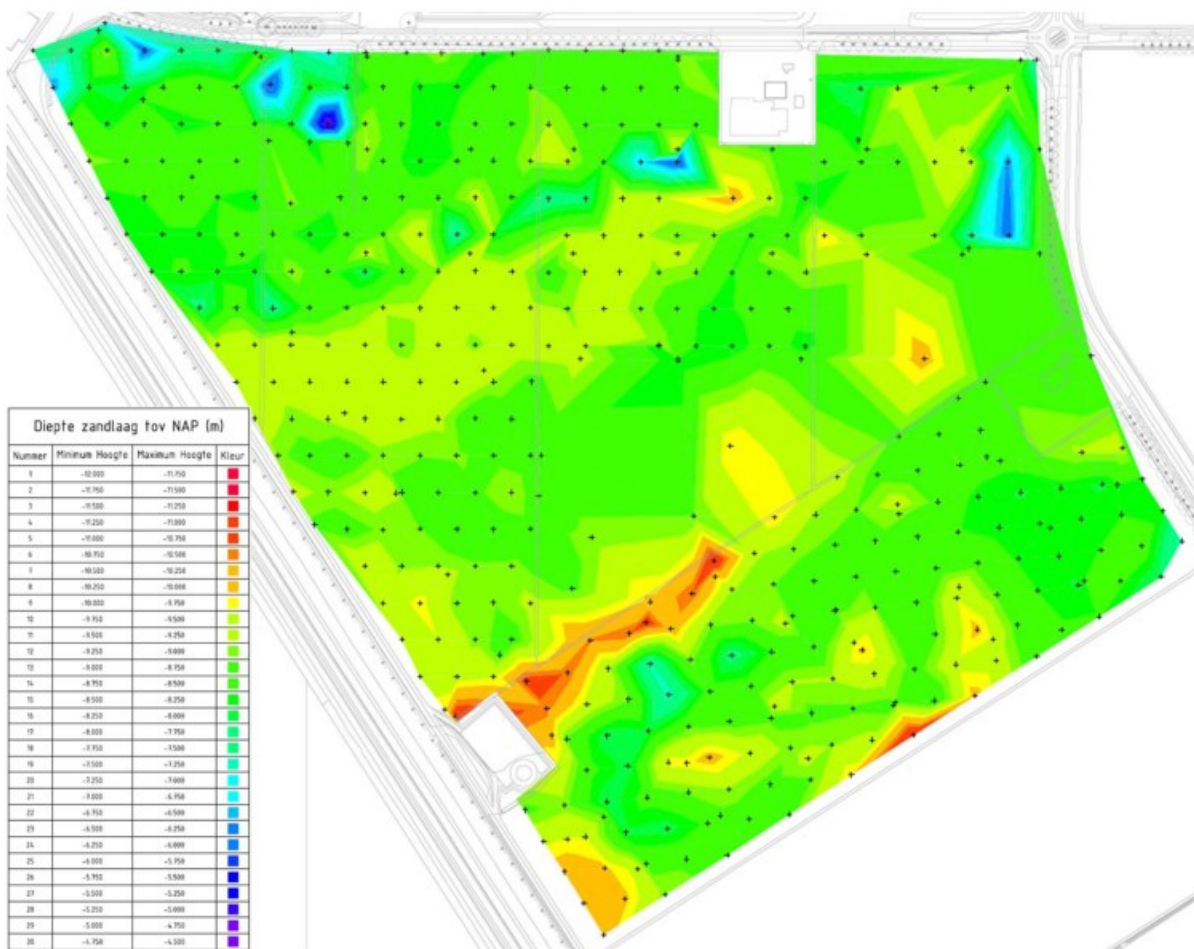
Ten behoeve van het oorspronkelijke opbarst-advies is de relevante hoogtekaart 'diepte bovenkant zandlaag' van fase 1 gebruikt voor de vakindeling, zie Figuur 3-2 [6]. Opvallend is het rood-oranje gebied in het midden van het terrein, waar een relatief dik samendrukbaar pakket aanwezig is. Dit gebied is dus het minst gevoelig voor opbarsten. De blauwe gebieden, met een relatief dun samendrukbaar pakket, zijn het meest gevoelig voor opbarsten. De witte vlakken in Figuur 3-2 geven de locatie van het ontbrekende grondonderzoek weer. In het opbarst-advies zijn (conservatieve) aannames gedaan voor de ontbrekende uitgangspunten. Dit betekent dat het witte vlak in het midden wordt beschouwd als vak Rio-2. Er is in het opbarst-advies tevens een vergelijkbare vakindeling gemaakt voor de opbarst-berekeningen van de waterpartijen.



Figuur 3-3 Vakindeling opbarst-advies o.b.v. diepte bovenkant zandlaag bedrijventerrein (fase 1) [10]

In Figuur 3-4 is de hoogtekaart 'diepte bovenkant zandlaag' op basis van het grondonderzoek van fase 1 en 2 (inclusief de extra sonderingen) weergegeven. Hierin is ter plaatse van het ontbreken van gegevens de dikte van het zandpakket geëxtrapoleerd. Er zijn enkele extra sonderingen uitgevoerd in het witte vlak in Rio-2 van Figuur 3-1. De diepte van de zandlaag in deze sonderingen is dieper dan aangehouden in het opbarst-advies. Dit zou een gunstig effect op de opbarst-berekeningen hebben en het is eventueel mogelijk om delen van het gebied op basis hiervan te optimaliseren. Echter, de extra sonderingen bestrijken een beperkt gebied waardoor er nog relatief grote vlakken zonder geotechnisch onderzoek zijn in vak Rio-2, omdat er in dit vak geen archeologische boringen zijn uitgevoerd.

Geadviseerd wordt om (de vakindeling van) het reeds opgestelde opbarst-advies niet verder te optimaliseren, omdat door de missende archeologische boringen het risico op opbarsten in de Rio-2 te groot is. Daarbij zal een vergroting van de dikte van de veenlaag (door de extra sonderingen) nauwelijks invloed hebben op de benodigde maatregelen vanwege het beperkte volumegewicht van veen. Verder is het faalmechanisme opbarsten een plotselinge gebeurtenis zonder waarschuwing. Hierdoor is monitoring van het samendrukbare pakket en op basis hiervan het eventueel aanpassen van de maatregelen lastig.



Figuur 3-4 Hoogtekaart diepte bovenkant zandlaag bedrijventerrein (fase 1 en 2) [11]

4 Peilbuismetingen

4.1 Beschrijving extra onderzoek

Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV heeft in fase 1 van het grondonderzoek vier peilbuizen aangebracht ter plaatse van het Bedrijventerrein Urk [7]. Vanaf 1 juni 2021 wordt de waterstand in deze peilbuizen gemeten en inmiddels zijn de eerste resultaten hiervan beschikbaar. De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 4-1. De peilbuismetingen hebben direct invloed op het opbarst-advies, maar hebben verder niet of nauwelijks invloed op het reeds opgestelde voorbelastingadvies.

Peilbuismetingen zijn beschikbaar voor drie peilbuizen, namelijk PB1, PB4 en PB5. PB2 is wel geplaatst, maar deze is kapot gereden door een aanrijding met een agrariër. PB2 ligt het dichtstbijzijnde bij het IJsselmeer en de verwachting is dat hierdoor de stijghoogte ter plaatse van PB2 het grootst kan zijn.

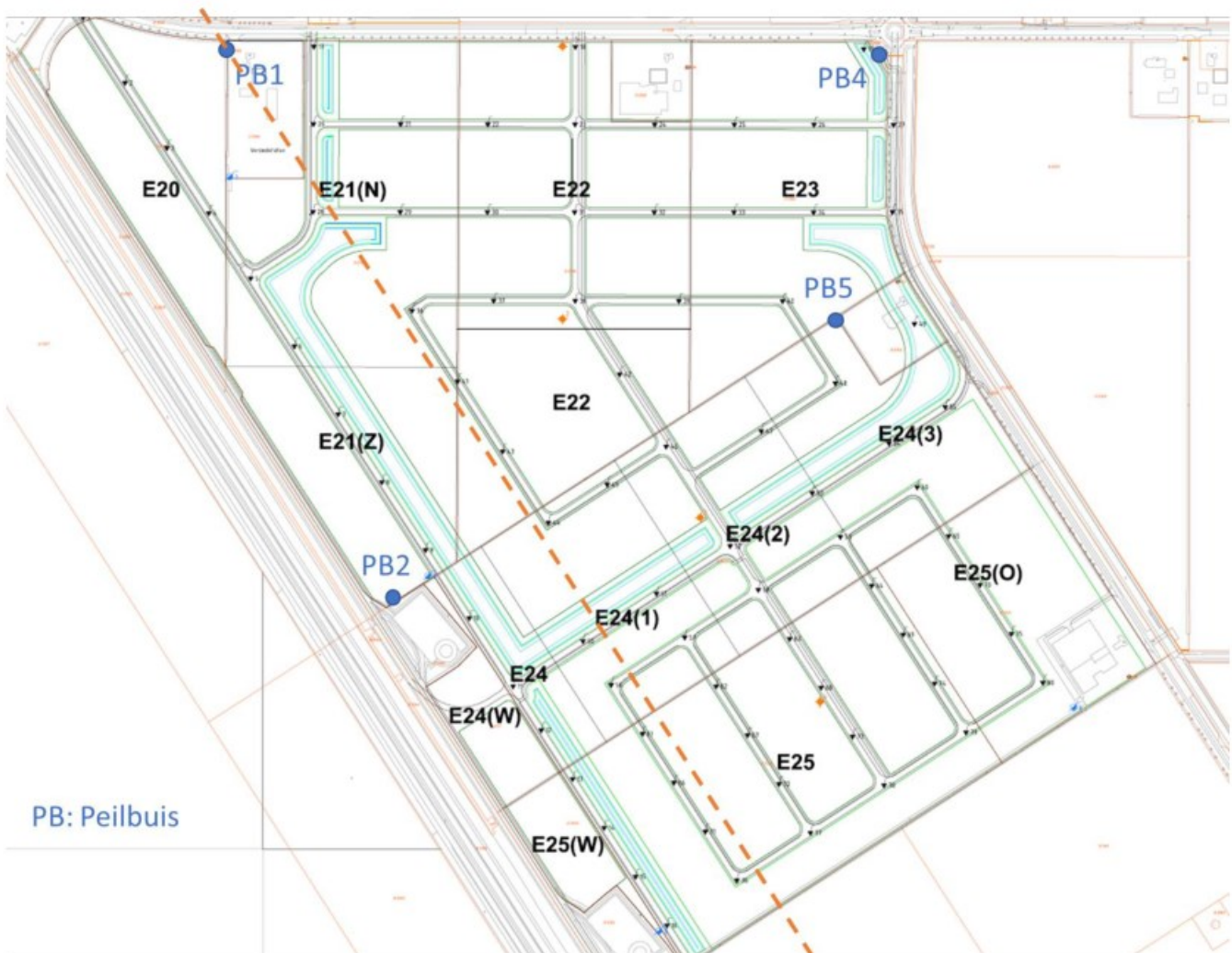
4.2 Invloed op opbarst-advies

In het opbarst-advies is een aanname gedaan voor de maatgevende stijghoogte op basis van bestaande peilbuismetingen in de omgeving afkomstig van het DINOlaket, namelijk NAP -4,2 m. In Figuur 4-2 zijn de voorlopige peilbuismetingen weergegeven. De gemeten stijghoogtes van PB4 en PB5 zijn ruim lager dan de aangehouden NAP -4,2 m. Echter, de gemeten stijghoogte van PB1 is rond de NAP -4,2 m, waarbij dit niveau in juli 2021 licht overschreden werd (met maximaal 0,03 m).

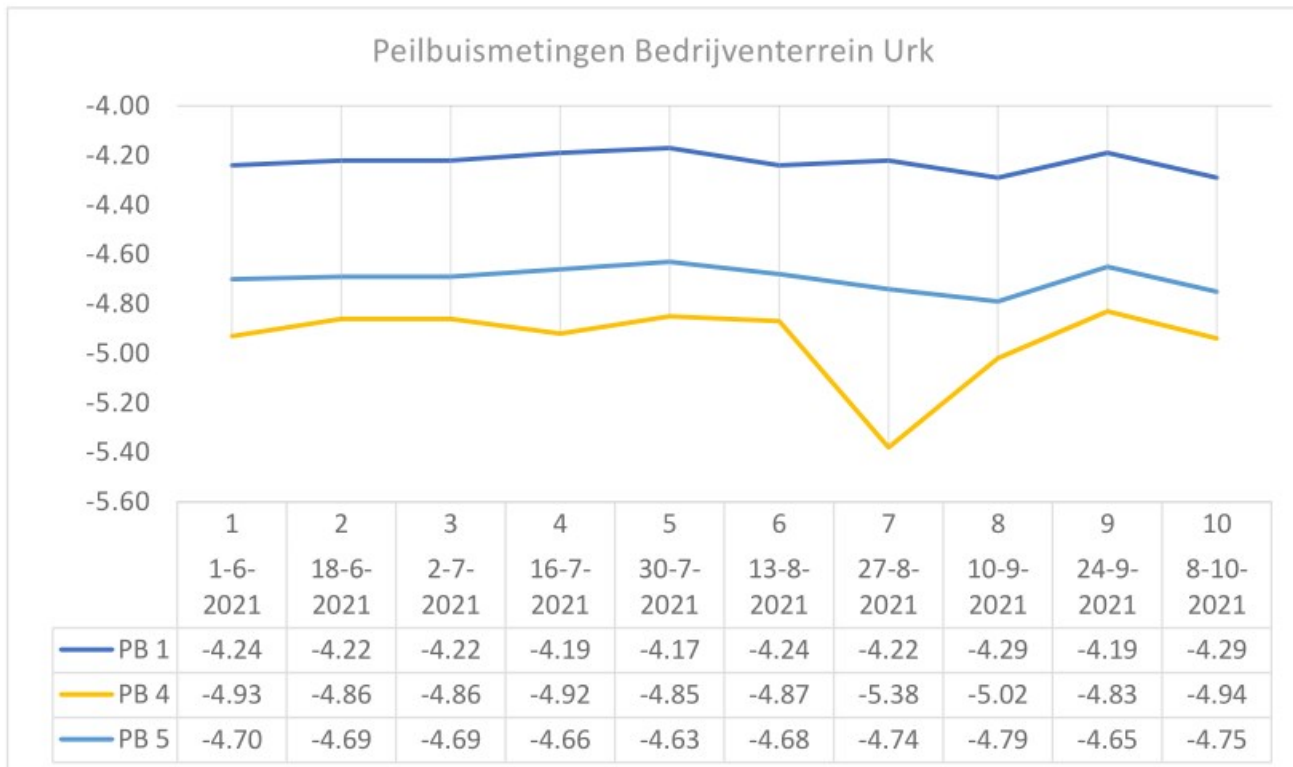
Volgens de peilbuismetingen lijkt er een verband te zitten tussen de stijghoogte en de afstand tot het IJsselmeer, hoe dichterbij het IJsselmeer des te hoger de stijghoogte. Dit zou betekenen dat de stijghoogte westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) hoger kan zijn dan de peilbuismetingen van PB1. Er wordt geadviseerd om een van onderstaande beheersmaatregelen uit te voeren om het risico op opbarsten in dit gebied te beperken:

- Plaatsen van een nieuwe peilbuis vlak langs de waterkering, bijvoorbeeld ter plaatse van PB2;
- Updaten opbarst-advies westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) op basis van een lineaire interpolatie van de peilbuismetingen van PB4, PB5 en PB1 richting de waterkering.

Verder dienen deze peilbuismetingen regelmatig gemonitord te blijven worden om te controleren of de stijghoogte van NAP -4,2 m niet (significant) overschreden wordt.



Figuur 4-1 Locaties peilbuizen



Figuur 4-2 Peilbuismetingen bedrijventerrein Urk

5 Labonderzoek

5.1 Beschrijving extra onderzoek

In Tabel 5-1 is de principe grondopbouw ter plaatse van het bedrijventerrein gegeven, welke is bepaald in het Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk [5]. Voor de drie onderkende samendrukbare lagen is labonderzoek uitgevoerd.

Tabel 5-1 Principe grondopbouw

Grondsoort	Bovenkant grondlaag [m NAP]	Onderkant grondlaag [m NAP]	$\rho_{nat,k}$ [kN/m ³]
KLEI, zwak siltig	-4,3 tot -4,45	-5,1 tot -5,8	15,1
Organische KLEI	-5,1 tot -5,8	-6,2 tot -6,9	12,2
VEEN slap	-6,2 tot -6,9	-8,6 tot -10,0	10,7
ZAND	-8,6 tot -10,0	-20,0 (en dieper)	-

Op verschillende monsters van de boringen uit het grondonderzoek van Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV [7] is labonderzoek [8] [9] uitgevoerd om meer inzicht te verkrijgen in de volgende relevante geotechnische parameters:

- Volumiek gewicht (37 monsters);
- Organisch stofgehalte (7 monsters);
- Samendrukkingsproeven (20 monsters).

De zettingsberekeningen in het Voorbelastingadvies zijn uitgevoerd met behulp van het Koppejan-Terzaghi model. De aangehouden zettingsparameters (samendrukbaarheid inclusief variatiecoëfficiënt en consolidatie coëfficiënten) in deze berekeningen zijn gegeven in Tabel 5-2. Verder is er een algemene POP van 7,5 kPa aangehouden met een variatiecoëfficiënt van 0,25.

Tabel 5-2 Aangehouden gemiddelde zettingsparameters [5]

Grondsoort	ρ_{nat} [kN/m ³]	C_p [-]	C_s [-]	C_p' [-]	C_s' [-]	C' [$\cdot 10^{-4}$]	VC [-]	$C_{v,\text{min}}$ [m ² /s]	$C_{v,\text{max}}$ [m ² /s]
KLEI, zwak siltig	15,5	72	1600	24	200	16	0,33	$1 \cdot 10^{-8}$	$7 \cdot 10^{-8}$
Organische KLEI	13,0	36	400	12	50	6	0,25	$3 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$
VEEN slap	11,0	30	280	10	35	5	0,25	$5 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-7}$
ZAND	Onsamendrukbaar								

5.1.1 Veen

Voor het labonderzoek waren 25 Veen monsters beschikbaar, waarvan 14 monsters alleen zijn beproefd op het volumieke gewicht (en watergehalte) en op 11 monsters zijn tevens samendrukkingsproeven zijn uitgevoerd.

Volumieke gewicht (en watergehalte)

In Tabel 5-3 is een overzicht gegeven van de veenmonsters met het bijbehorende volumiek gewicht. De meeste monsters betreffen mineraalarm veen, waarvan verschillende monsters zwak kleiig zijn. Monster PB1-3 is sterk kleiig en heeft een relatief hoog (nat) volumiek van 12 kN/m³. Vanwege het sterk kleiige karakter is dit monster te beschouwen als organische klei en is daarom buiten beschouwing gelaten. De monsters welke verder zijn aangeduid als veen komen allemaal voor in de als veen aangeduide grondlaag zoals weergegeven in Tabel 5-1. Dit betekent dat er zich geen veeninsluitingen bevinden in de overige grondlagen.

Op basis van de overige 24 monsters is het gemiddelde volumieke gewicht en de variatiecoëfficiënt (o.b.v. de CUR 162 [2]) berekend. Daarbij is ook de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] gegeven. Deze is lager dan de berekende waarde. De waarde volgens de NEN 9997-1 wordt gezien als bovengrens voor de variatiecoëfficiënt, dus zijn op basis van deze waarde de karakteristieke waarden bepaald in Tabel 5-3.

De karakteristieke waarde van het volumieke gewicht van het veen is volgens de lab resultaten 10,2 kN/m³. In de opbarst-berekeningen is een karakteristiek volumiek gewicht van 10,7 kN/m³ aangehouden (Tabel 5-1). Echter, het volumiek gewicht van veen heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen veen bevindt onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsleuven. De invloed op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-3 Volumiek gewicht veenmonsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
B1-3-O12	VEEN, zwak kleiig	-6,8	11,2	2,7	307
B1-6-O13	VEEN, mineraalarm	-8,3	10,0	1,3	663
B3-4-O7	VEEN, mineraalarm, houtresten houdend	-6,9	10,2	1,6	529
B3-6-O8	VEEN, mineraalarm, houtresten houdend	-8,2	10,1	1,6	531
PB1-6-O6	VEEN, mineraalarm	-7,4	10,1	1,8	461
PB2-10-O3	VEEN, mineraalarm	-7,6	10,9	2,3	372
PB2-24-O15	VEEN, mineraalarm	-10,6	10,4	1,8	490
PB4-12-O10	VEEN, mineraalarm	-7,3	11,2	3,1	256
B1-2	VEEN, zwak kleiig	-6,3	11,4	3,3	247
B1-4	VEEN, zwak kleiig	-7,3	11,5	3,3	246
B1-7	VEEN, mineraalarm	-8,8	9,6	1,3	658
B2-2	VEEN, mineraalarm	-6,7	10,3	2,0	429
B2-4	VEEN, mineraalarm	-7,7	9,5	1,4	602

B3-3	VEEN, mineraalarm	-6,7	10,7	2,3	365
B3-5	VEEN, mineraalarm	-7,7	10,3	1,8	463
PB1-3	VEEN, sterk kleiig	-5,8	12,0	4,3	183
PB1-5	VEEN, zwak kleiig	-6,8	11,2	2,9	288
PB1-7	VEEN, mineraalarm	-7,8	9,4	1,1	798
PB2-11	VEEN, mineraalarm	-8,1	9,9	1,6	514
PB4-11	VEEN, zwak zandig	-6,9	10,7	3,9	175
PB5-6	VEEN, mineraalarm	-7,3	9,9	1,5	565
PB5-8	VEEN, mineraalarm	-8,3	10,1	1,5	576
B2-3	VEEN	-7,0	10,6	2,4	335
B2-5	VEEN	-8,1	10,1	1,6	529
PB5-7	VEEN	-7,6	10,3	1,8	479
Gemiddelde			10,4	2,1	453
Variatiecoëfficiënt (berekend volgens CUR 162)			0,06	0,37	
Variatiecoëfficiënt (volgens NEN 9997-1)			0,05	0,05	
Karakteristieke waarde (CUR 162)			10,2	1,8	
Karakteristieke waarde (NEN 9997-1)			10,2	2,0	

Samendrukking coëfficiënten

In Tabel 5-4 is een overzicht gegeven van de resultaten van de samendrukkingsproeven op 11 monsters (veen). De oranje gemarkeerde monsters in de tabel zijn beproefd door het Silt lab [8], de geel gemarkeerde monsters door RPS [9]. Door het Silt lab is C_p en σ'_p bepaald o.b.v. de eerste belastingtrap, door RPS o.b.v. de herbelastingtrap. Deze verschillende benadering heeft nauwelijks invloed op het resultaat. Verder is de bepaling van C en C' door het Silt lab onjuist uitgevoerd, om deze reden zijn de C en C' in dit document bepaald o.b.v. onderstaande vergelijking 5.18 uit de CUR 162 [2]:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s} \cdot \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} \quad (\text{met } t_d = 10.000 \text{ dagen: } \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} = 4)$$

Op basis van de 11 monsters zijn de gemiddelde waardes, variatiecoëfficiënten (V) en karakteristieke waardes berekend. Hierbij is rekening gehouden dat de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] een bovengrens is.

Over het algemeen zijn de gemiddelde waardes van de samendrukking coëfficiënten o.b.v. de samendrukkingsproeven van veen lager dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Dit zou betekenen dat het veen gevoeliger is voor zetting dan aangehouden. Daarentegen is de grensspanning en dus de POP (en OCR) volgens de lab resultaten een stuk hoger dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). De invloed hiervan op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-4 Resultaten zettingsparameters o.b.v. samendrukkingsproeven veenmonsters

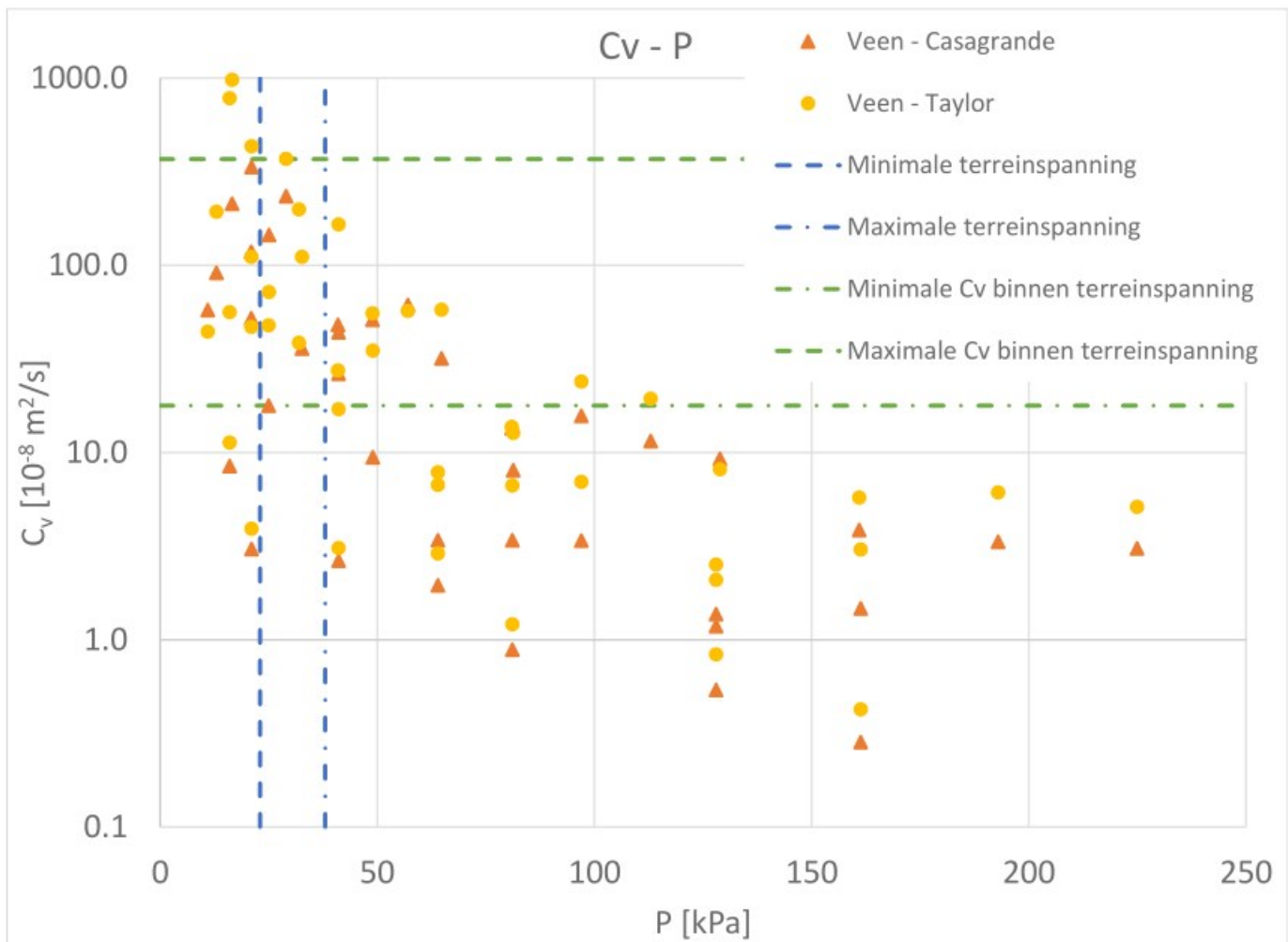
Monster	C_p [-]	C_s [-]	C [$\cdot 10^{-4}$]	C_p' [-]	C_s' [-]	C' [$\cdot 10^{-4}$]	σ'_p [kPa]	POP [kPa]	OCR [-]
B1-3-O12	27,4	166,5	16,5	7,0	33,2	3,8	22,2	10,0	1,8
B1-6-O13	17,6	71,4	8,9	5,1	29,8	3,0	25,1	11,4	1,8
B3-4-O7	36,3	254,3	23,1	4,3	39,7	3,0	41,5	20,8	2,0
B3-6-O8	34,3	442,2	26,2	4,1	31,9	2,7	37,6	15,7	1,7
PB1-6-O6	13,9	59,1	7,2	4,5	52,1	3,3	24,8	7,0	1,4
PB2-10-O3	18,8	180,9	13,3	5,3	27,7	3,0	36,5	13,9	1,6
PB2-24-O15	22,5	349,3	17,9	5,5	49,4	3,8	34,2	4,1	1,1

PB4-12-O10	22,2	170,7	14,6	5,0	43,1	3,4	58,9	33,4	2,3
B2-3	21,5	255,1	16,1	5,8	70,2	4,4	26,1	8,8	1,5
B2-5	50,0	392,0	33,1	4,4	14,1	2,0	35,0	16,8	1,9
PB5-7	31,3	147,3	16,9	5,3	27,8	3,0	30,6	13,6	1,8
Gemiddelde	<u>26,9</u>	<u>226,3</u>	<u>17,6</u>	<u>5,1</u>	<u>38,1</u>	<u>3,2</u>	<u>33,9</u>	<u>14,1</u>	<u>1,7</u>
V (berekend)	<u>0,39</u>	<u>0,56</u>	<u>0,43</u>	<u>0,16</u>	0,40	<u>0,20</u>	<u>0,31</u>	<u>0,56</u>	<u>0,18</u>
V (NEN 9997-1)				0,25	<u>0,25</u>	0,25			
Kar. (berekend)	21,2	157,6	13,5	4,7	29,8	2,9	28,2	9,8	1,56
Kar. (NEN 9997-1)				4,4	32,9	2,8			
Aangehouden gemiddelde waardes in [5]	30	280	21	10	35	4,7	-	7,5	-

Consolidatie coëfficiënt

Op basis van de resultaten van de samendrukkingsproeven zijn de consolidatie coëfficiënten (c_v) afgeleid voor de veenmonsters, op basis van zowel de Taylor als de Casagrande methode. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 5-1. De C_v -waarden in de herbelastingtrap zijn hierin niet meegenomen. In de figuur zijn tevens de toekomstige minimale en maximale terreinspanning weergegeven met de bijbehorende minimale en maximale C_v binnen dit gebied.

De C_v binnen de toekomstige terreinspanning ligt tussen de $1,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ en de $3,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Deze waardes zijn hoger dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Het veen lijkt dus doorlatender dan aangehouden in de zettingsberekeningen. De invloed hiervan op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.



Figuur 5-1 Consolidatie coëfficiënt (C_v) – spanning (P) diagram veenmonsters

5.1.2 Organische klei

Voor het labonderzoek waren 5 monsters organische klei beschikbaar, waarvan 2 monsters alleen zijn beproefd op het volumieke gewicht (en watergehalte) en op 3 monsters zijn tevens samendrukkingsproeven uitgevoerd. De grondmonsters zijn door de laboratoria verschillend beschreven (als Klei, Silt of Veen), maar in dit document vanwege de geotechnische parameters als organische klei beschouwd.

Volumieke gewicht (en watergehalte)

In Tabel 5-5 is een overzicht gegeven van de kleimonsters met het bijbehorende volumiek gewicht. Op basis hiervan is het gemiddelde volumieke gewicht en de variatiecoëfficiënt (o.b.v. de CUR 162 [2]) berekend. Daarbij is ook de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] gegeven. Deze is lager dan de berekende waarde. De waarde volgens de NEN 9997-1 wordt gezien als bovengrens voor de variatiecoëfficiënt, dus zijn op basis van deze waarde de karakteristieke waarden bepaald in Tabel 5-5.

De gemiddelde waarde van het volumieke gewicht van het organische klei is volgens de lab resultaten $12,7 \text{ kN/m}^3$ en de karakteristieke waarde $12,1 \text{ kN/m}^3$. Deze waarden zijn iets lager dan oorspronkelijk aangehouden. Het volumiek gewicht van het organische klei heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen organische klei bevindt onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsgleuven. De invloed op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-5 Volumiek gewicht organische klei monsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
B1-1-O11	KLEI, zwak siltig, met veenlagen	-5,7	13,3	5,9	127
PB1-3	VEEN, sterk kleiig	-5,8	12,0	4,3	183
PB2-25	KLEI, zwak zandig, matig humeus	-11,1	12,4	4,9	154
B1-2	SILT, zwak zandig, sterk organisch	-5,9	12,2	4,6	168
B2-2	SILT, zwak zandig, zwak organisch	-6,5	13,7	6,4	113
Gemiddelde			12,7	5,2	149
Variatiecoëfficiënt (berekend volgens CUR 162)			0,06	0,17	
Variatiecoëfficiënt (volgens NEN 9997-1)			0,05	0,05	
Karakteristieke waarde (CUR 162)			12,0	4,4	
Karakteristieke waarde (NEN 9997-1)			12,1	5,0	

Samendrukking coëfficiënten

In Tabel 5-6 is een overzicht gegeven van de resultaten van de samendrukkingsproeven op 3 monsters (organische klei). De oranje gemarkeerde monsters in de tabel zijn beproefd door het Silt lab [8], de geel gemarkeerde monsters door RPS [9]. Door het Silt lab is C_p en σ'_p bepaald o.b.v. de eerste belastingtrap, door RPS o.b.v. de herbelastingtrap. Deze verschillende benadering heeft nauwelijks invloed op het resultaat. Verder is de bepaling van C en C' door het Silt lab onjuist uitgevoerd, om deze reden zijn de C en C' in dit document bepaald o.b.v. onderstaande vergelijking 5.18 uit de CUR 162 [2]:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s} \cdot \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} \quad (\text{met } t_d = 10.000 \text{ dagen: } \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} = 4)$$

Op basis van de 3 monsters zijn de gemiddelde waardes, variatiecoëfficiënten (V) en karakteristieke waardes berekend. Hierbij is rekening gehouden dat de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] een bovengrens is.

3 monsters zijn te weinig om een gedegen statistische analyse mee uit te voeren om de karakteristieke waarde te bepalen. Om deze reden zijn alleen de gemiddelde waarden van het lab onderzoek vergeleken met de oorspronkelijk aangehouden waarden. De gemiddelde waardes van de samendrukking coëfficiënten en POP o.b.v. de samendrukkingsproeven zijn vergelijkbaar met de waarden aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Er kan worden gesteld dat het Voorbelastingadvies [5] op basis hiervan niet hierzien hoeft te worden.

Tabel 5-6 Resultaten zettingsparameters o.b.v. samendrukkingsproeven organische klei monsters

Monster	C_p [-]	C_s [-]	$C \cdot 10^{-4}$	C_p' [-]	C_s' [-]	$C' \cdot 10^{-4}$	σ'_p [kPa]	POP [kPa]	OCR [-]
B1-1-O11	36,9	172,6	19,9	12,2	63,4	6,9	12,8	1,6	1,1
B1-2	40,0	131,3	18,0	10,9	46,5	5,6	19,2	7,3	1,6
B2-2	34,1	191,2	19,9	11,8	71,3	7,1	25,8	8,9	1,5
Gemiddelde	37,0	165,0	19,3	11,6	60,4	6,5	19,3	5,9	1,4
Aangehouden gemiddelde waardes in [5]	36	400	26,5	12	50	6,0	-	7,5	-

5.1.3 Klei, zwak siltig

Voor het labonderzoek waren 5 monsters klei, zwak siltig beschikbaar, waarvan 2 monsters alleen zijn beproefd op het volumieke gewicht (en watergehalte) en op 3 monsters zijn tevens samendrukkingsproeven uitgevoerd. De grondmonsters zijn door de laboratoria beschreven als zand, maar in dit document vanwege de geotechnische parameters als klei, zwak siltig beschouwd.

Volumieke gewicht (en watergehalte)

In Tabel 5-7 is een overzicht gegeven van de kleimonsters met het bijbehorende volumiek gewicht. Op basis hiervan is het gemiddelde volumieke gewicht en de variatiecoëfficiënt (o.b.v. de CUR 162 [2]) berekend. Daarbij is ook de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] gegeven. Deze is lager dan de berekende waarde. De waarde volgens de NEN 9997-1 wordt gezien als bovengrens voor de variatiecoëfficiënt, dus zijn op basis van deze waarde de karakteristieke waarden bepaald in Tabel 5-7.

De gemiddelde waarde van het volumieke gewicht van klei, zwak siltig is volgens de lab resultaten 16,9 kN/m³ en de karakteristieke waarde 16,1 kN/m³. Deze waarden zijn hoger dan oorspronkelijk aangehouden. Het volumiek gewicht van klei, zwak siltig heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen klei, zwak siltig bevindt onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsseuven. De invloed op het voorbelastingadvies is bepaald in hoofdstuk 5.2.

Tabel 5-7 Volumiek gewicht klei, zwak siltig monsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
B3-2-O5	ZAND, zwak siltig, met veen- en kleilagen	-6,2	17,0	13,0	31
PB4-10-O9	ZAND, uiterst fijn, zwak humeus	-6,3	17,6	12,7	38
PB5-3-O14	ZAND, uiterst fijn, zwak siltig, zwak humeus	-5,7	17,6	12,6	40
B3-1	ZAND, zwak siltig, met veen- en kleilagen	-5,7	16,7	11,6	45
PB2-8	ZAND, zwak siltig, met veel veenlagen	-6,6	15,5	9,5	63
Gemiddelde			16,9	11,9	44
Variatiecoëfficiënt (berekend volgens CUR 162)			0,05	0,12	
Variatiecoëfficiënt (volgens NEN 9997-1)			0,05	0,05	
Karakteristieke waarde (CUR 162)			16,1	10,5	
Karakteristieke waarde (NEN 9997-1)			16,1	11,3	

Samendrukking coëfficiënten

In Tabel 5-8 is een overzicht gegeven van de resultaten van de samendrukkingsproeven op 3 monsters (klei, zwak siltig). Alle (oranje gemarkeerde) monsters in de tabel zijn beproefd door het Silt lab [8]. De bepaling van C en C' door het Silt lab onjuist uitgevoerd, om deze reden zijn de C en C' in dit document bepaald o.b.v. onderstaande vergelijking 5.18 uit de CUR 162 [2]:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s} \cdot \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} \quad (\text{met } t_d = 10.000 \text{ dagen: } \log \frac{\Delta t}{\Delta t_d} = 4)$$

Op basis van de 3 monsters zijn de gemiddelde waardes, variatiecoëfficiënten (V) en karakteristieke waardes berekend. Hierbij is rekening gehouden dat de variatiecoëfficiënt volgens de NEN 9997-1 [1] een bovengrens is.

3 monsters zijn te weinig om een gedegen statistische analyse mee uit te voeren om de karakteristieke waarde te bepalen. Om deze reden zijn alleen de gemiddelde waarden van het lab onderzoek vergeleken met de oorspronkelijk aangehouden waarden. De gemiddelde waarden van de samendrukking coëfficiënten en POP o.b.v. de samendrukkingproeven zijn hoger dan de waarden aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Het voorbelastingadvies zou met deze waarden dus wat gunstiger uitkomen.

Tabel 5-8 Resultaten zettingsparameters o.b.v. samendrukkingproeven klei, zwak siltig monsters

Monster	C_p [-]	C_s [-]	$C \cdot 10^{-4}$	C_p' [-]	C_s' [-]	$C' \cdot 10^{-4}$	σ'_p [kPa]	POP [kPa]	OCR [-]
B3-2-O5	92,1	748,5	61,7	46,9	400,0	31,9	22,5	4,9	1,3
PB4-10-O9	146,6	1373,1	102,7	61,0	631,3	44,0	52,8	28,4	2,2
PB5-3-O14	223,0	2648,4	166,8	56,9	568,1	40,6	35,3	21,0	2,5
Gemiddelde	153,9	1590,0	150,2	54,9	533,1	53,5	36,9	18,1	2,0
Aangehouden gemiddelde waarden in [5]	72	1600	61,0	24	200	16,2	-	7,5	-

5.1.4 Zand

Verder zijn 3 monsters zand beschikbaar, waarop zowel het volumieke gewicht (en watergehalte) is beproefd en samendrukkingproeven zijn uitgevoerd. De samendrukkingproeven op zand zijn vanwege het onsamendrukbare karakter van zand onbruikbaar. In Tabel 5-9 is een overzicht van de volumieke gewichten van de zandmonsters gegeven. Deze monsters komen voor in de als klei aangeduide grondlagen in de principe grondopbouw in Tabel 5-1. Dit betekent dat deze kleilagen zandiger zijn dan aangenomen. Hierdoor is de samendrukbaarheid van de ondergrond kleiner dan aangenomen, hetgeen ook van toepassing is op het volumiek gewicht.

Tabel 5-9 Volumiek gewicht zandmonsters

Monster	Grondbeschrijving	Niveau [m NAP]	ρ_{nat} [kN/m ³]	ρ_{droog} [kN/m ³]	Watergehalte voor [%]
PB2-5	Silt, sterk zandig, zwak organisch, schelpmat.	-4,9	19,0	15,1	26
PB2-6	Silt, sterk zandig, zwak organisch, schelpmat.	-5,4	19,7	15,7	25
PB2-7	Silt, sterk zandig, zwak organisch, schelpmat.	-5,9	19,7	15,9	24
Gemiddelde			19,5	15,6	25

5.2 Invloed op voorbelastingadvies

Om de invloed op het voorbelastingadvies te bepalen is de maatgevende zettingsberekening voor vak 3 – uitgeefbaar uit het Voorbelastingadvies Bedrijventerrein Urk [5] opnieuw uitgevoerd met de geotechnische parameters voor veen zoals deze volgen uit het labonderzoek. Voor veen zijn de gemiddelde samendrukbaarheidsconstanten (C_p , C_s , C_p' , C_s') en de POP conform Tabel 5-4 en de consolidatie coëfficiënt tussen de $1,8 \cdot 10^{-7}$ m²/s en de $3,7 \cdot 10^{-6}$ m²/s aangehouden. Voor de overige samendrukbare lagen zijn de parameters aangehouden, zoals in het oorspronkelijk advies weergegeven. Echter de veenlaag heeft de grootste bijdrage aan de zetting, namelijk ca. 65% in de maatgevende berekening. De bijdrage van de andere lagen aan de zetting is dus relatief beperkt.

In Tabel 5-10 is een overzicht gegeven van de resultaten van de maatgevende zettingsberekening voor vak 3 – uitgeefbaar voor zowel de oorspronkelijke als de zettingsparameters welke volgen uit het labonderzoek. Voor dit vak is de eindzetting na 30 jaar met een 50% overschrijdingskans (eindzetting 50%) en 10% overschrijdingskans (eindzetting 10%) weergegeven. Deze eindzetting is bepaald als gevolg van de toekomstige belasting, zonder maatregelen. Verder

is de benodigde tijd bepaald, die deze toekomstige belasting aanwezig dient te zijn om aan de restzettingseis te voldoen. Voor de oorspronkelijke berekening van vak 3 – uitgeefbaar wordt verwezen naar het Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk [5]. In Bijlage C is de uitvoer van de S.S.A.T. berekening voor vak 3 (uitgeefbaar terrein) met de verbeterde geotechnische parameters bijgevoegd.

Tabel 5-10 Zettingsresultaten vak 3 uitgeefbaar oorspronkelijk en verbeterd

Vak	Fase	Eindzetting 50% [m]	Eindzetting 10% [m]	Tijd benodigd 50% [dagen]	Tijd benodigd 10% [dagen]
3U	Oorspronkelijk	0,14	0,23	50	400
3U	O.b.v. lab onderzoek	0,14	0,28	40	300

Uit de resultaten blijkt dat de berekende zetting en benodigde tijd voor de berekening met de nieuwe geotechnische parameters zeer vergelijkbaar is met de berekening met de oorspronkelijke uitgangspunten. De eindzetting bij een overschrijdingskans van 10% voor de berekening met de nieuwe parameters is net wat hoger dan volgens het oorspronkelijke advies, maar de benodigde tijd voor het bereiken van de restzettingseis is wat lager. De berekening is uitgevoerd voor het maatgevende vak, welke representatief wordt gezien voor de overige vakken. Op basis hiervan kan worden gesteld dat het Voorbelastingsadvies [5] niet hierzien hoeft te worden op basis van het labonderzoek.

6 Conclusie

Ten behoeve van het BRM van het bedrijventerrein Port of Urk is door Arcadis een Voorbelastingsadvies [5] en Opbarst-advies [6] opgesteld. In deze adviezen zijn (conservatieve) aannames gedaan voor ontbrekende uitgangspunten. Inmiddels zijn er verschillende extra onderzoeken uitgevoerd bepalen en in voorliggend memo zijn de aangenomen uitgangspunten getoetst aan de extra uitgevoerde onderzoeken. De extra uitgevoerde onderzoeken zijn:

- Extra sonderingen;
- Peilbuismetingen;
- Geotechnisch labonderzoek, met daarin:
 - Volumiek gewicht van 37 monsters;
 - Organisch stofgehalte van 7 monsters;
 - Samendrukkingproeven van 20 monsters.

Extra sonderingen

In juli 2021 heeft fase 2 van het grondonderzoek plaatsgevonden bestaande uit 11 extra sonderingen. Er zijn enkele extra sonderingen uitgevoerd in het gebied waar sondeergegevens ontbraken. Echter, opvallend is dat er nog steeds relatief grote vlakken zonder geotechnisch onderzoek bevinden in vak 3 van het voorbelastingsadvies en vak Rio-2 van het opbarstadvies door het ontbreken van archeologische boringen.

Op basis van de extra sonderingen is er in het voorbelastingsadvies een extra vak 3* toegevoegd met een kleiner samendrukbaar pakket dan aangehouden in het oorspronkelijke voorbelastingsadvies. Op deze wijze zijn de zettingen en de benodigde maatregelen binnen dit vak kleiner. In Tabel 3-1 is een overzicht gegeven van het voorbelastingsadvies per vak op basis een zettingstijd 180 en 270 dagen, deze tabel vervangt Tabel 5-1 uit het oorspronkelijke voorbelastingsadvies [5]. Er wordt geadviseerd om de zetting in vak 3* deze periode te monitoren m.b.v. zakbaken. Op deze wijze kunnen aan de hand van de zakbaakmetingen de benodigde maatregelen eventueel tussentijds nog aangepast worden.

Geadviseerd wordt om (de vakindeling van) het reeds opgestelde opbarst-advies niet verder te optimaliseren, omdat ter plaatse van de missende archeologische boringen het risico op opbarsten te groot is. Het faalmechanisme opbarsten is namelijk een plotselinge gebeurtenis zonder waarschuwing.

Peilbuismetingen

Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV heeft in fase 1 van het grondonderzoek vier peilbuizen aangebracht ter plaatse van het Bedrijventerrein Urk [7] en vanaf 1 juni wordt de waterstand in deze peilbuizen gemeten. Peilbuismetingen zijn beschikbaar voor drie peilbuizen, namelijk PB1, PB4 en PB5. PB2 is wel geplaatst, maar deze is

kapot gereden door een aanrijding met een agrariër. De aangehouden stijghoogte in het opbarst-advies van NAP -4,2 m wordt in juli 2021 een enkele keer licht overschreden.

Volgens de peilbuismetingen lijkt er een verband te zitten tussen de stijghoogte en de afstand tot het IJsselmeer, hoe dichterbij het IJsselmeer des te hoger de stijghoogte. Dit zou betekenen dat de stijghoogte westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) hoger kan zijn dan de peilbuismetingen van PB1. Er wordt geadviseerd om een van onderstaande beheersmaatregelen uit te voeren om het risico op opbarsten in dit gebied te beperken:

- Plaatsen van een nieuwe peilbuis vlak langs de waterkering, bijvoorbeeld ter plaatse van PB2;
- Updaten opbarst-advies westelijk van PB1 (zie oranje lijn in Figuur 4-1) op basis van een lineaire interpolatie van de peilbuismetingen van PB4, PB5 en PB1 richting de waterkering.

Verder dienen deze peilbuismetingen regelmatig gemonitord te blijven worden om te controleren of de stijghoogte van NAP -4,2 m niet (significant) overschreden wordt.

Labonderzoek

Op verschillende monsters van de boringen uit het grondonderzoek van Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV [7] is labonderzoek uitgevoerd om meer inzicht te verkrijgen over geotechnische parameters, namelijk [8] [9]:

- Volumiek gewicht van 37 monsters;
- Organisch stofgehalte van 7 monsters;
- Samendrukkingproeven van 20 monsters.

Het gemiddelde en de karakteristieke waarden van de volumieke gewichten van de samendrukbare lagen komt goed overeen met de oorspronkelijk aangehouden waarden. Het volumiek gewicht heeft geen invloed op het resultaat van de opbarst-berekeningen, omdat er zich geen oorspronkelijke lagen bevinden onder het ontgravingsniveau van de waterpartijen en rioleringsseuven. Dit was destijds bij het uitvragen van het labonderzoek nog niet bekend.

Over het algemeen zijn de gemiddelde waarden van de samendrukking coëfficiënten o.b.v. de samendrukkingproeven van een lager dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Dit zou betekenen dat het veen gevoeliger is voor zetting dan aangehouden. Daarentegen is de grensspanning en dus de POP (en OCR) volgens de lab resultaten een stuk hoger dan aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2).

Er waren voor zowel organische klei als klei, zwak siltig 3 monsters beschikbaar voor samendrukkingproeven. 3 monsters zijn te weinig om een gedegen statistische analyse mee uit te voeren om de karakteristieke waarde te bepalen. Om deze reden zijn alleen de gemiddelde waarden van het lab onderzoek vergeleken met de oorspronkelijk aangehouden waarden. De gemiddelde waarden van de samendrukking coëfficiënten en POP o.b.v. de samendrukkingproeven zijn vergelijkbaar met of hoger dan de waarden aangehouden in de zettingsberekeningen (Tabel 5-2). Er kan worden gesteld dat het Voorbelastingadvies [5] op basis hiervan niet hierzien hoeft te worden.

Verder zijn 3 monsters zand beschikbaar. Deze monsters komen voor in de als klei aangeduide grondlagen in de principe grondopbouw in Tabel 5-1. Dit betekent dat deze kleilagen zandiger zijn dan aangenomen. Hierdoor is de samendrukbaarheid van de ondergrond kleiner dan aangenomen, hetgeen ook van toepassing is op het volumiek gewicht.

Om de invloed van het labonderzoek op het voorbelastingadvies te bepalen is de maatgevende zettingsberekening voor vak 3 – uitgeefbaar uit het Voorbelastingadvies Bedrijventerrein Urk [5] opnieuw uitgevoerd met de nieuwe geotechnische parameters voor veen. Voor veen zijn de gemiddelde samendrukbaarheidsconstanten (C_p , C_s , C_p' , C_s') en de POP conform Tabel 5-4 en de consolidatie coëfficiënt tussen de $1,8 \cdot 10^{-7}$ m²/s en de $3,7 \cdot 10^{-6}$ m²/s aangehouden. Voor de overige samendrukbare lagen zijn de parameters aangehouden, zoals in het oorspronkelijk advies weergegeven. Echter de veenlaag heeft de grootste bijdrage aan de zetting, namelijk ca. 65% in de maatgevende berekening. De bijdrage van de andere lagen aan de zetting is dus relatief beperkt.

Uit de resultaten blijkt dat de berekende zetting en benodigde tijd voor de berekening met de nieuwe geotechnische parameters zeer vergelijkbaar is met de berekening met de oorspronkelijke uitgangspunten. De eindzetting bij een overschrijdingskans van 10% voor de berekening met de nieuwe parameters is net wat hoger dan volgens het oorspronkelijke advies, maar de benodigde tijd voor het bereiken van de restzettingseis is wat lager. De berekening is

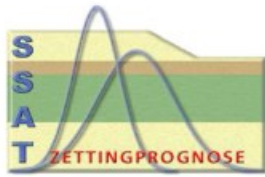
uitgevoerd voor het maatgevende vak, welke representatief wordt gezien voor de overige vakken. Op basis hiervan kan worden gesteld dat het Voorbelastingadvies [5] niet hierzien hoeft te worden op basis van het labonderzoek.

7 Bijlages

Bijlage A Hoogtekaarten zandlagen fase 1

Bijlage B Hoogtekaarten zandlagen fase 2

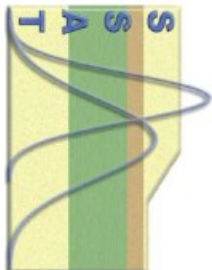
Bijlage C Uitvoer S.S.A.T. Berekening vak 3 o.b.v. labonderzoek (uitgeefbaar terrein)



STATISTICAL SOIL ANALYSES TOOL ZETTINGPROGNOSE

Projectnummer: 000447
Datum: 12-11-21 13:51
Project: Gemeente Urk
Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk

Geot. Specialist: 
Projectleider: 

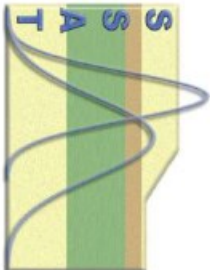


Project: Gemeente Urk Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk
 Projectnummer: 000447
 Datum: 12-11-21 13:51
 Methode: NEN Kopejan met Terzaghi
 Natural strain Bruto zetting

grondopbouw & parameters

laag nr.	grondsoort	bovenzijde grondlaag SD		volumegewicht			samendrukkingscoëfficiënten					grensspanning	
		[m +NAP]	[m]	nat	droog	VC	Cp	Cp'	Cs	Cs'	VC	waarde	VC
[-]	[-]			[kN/m³]	[kN/m³]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN/m²]	
1	klei, zwak siltig / -	-4.40	0.05	15.5	15.5	0.05	###	###	###	###	0.33	14.1	0.25
2	klei, zwak siltig / -	-5.00	0.01	15.5	15.5	0.05	72	24	1600	200	0.33		
3	venige klei slap	-5.70	0.20	12.7	12.7	0.05	36	12	400	50	0.25		
4	veen slap	-6.90	0.25	10.4	10.4	0.05	27	5	226	38.1	0.25		
5	veen slap	-8.45	0.01	10.4	10.4	0.05	27	5	226	38.1	0.25		
6													
7													
8													
9													
10													
onsamendrukbaar pakket		-10.00	0.25										

laag nr.	grondsoort	consolidatiecoëfficiënt			Drained
		min.	max.	horiz.	
[-]	[-]	[m²/s]	[m²/s]	[x]	[-]
1	klei, zwak siltig / -	1.0E-08	7.0E-08	1.0	nee
2	klei, zwak siltig / -	1.0E-08	7.0E-08	1.0	nee
3	venige klei slap	3.0E-08	1.0E-07	2.0	nee
4	veen slap	1.8E-07	3.7E-06	3.0	nee
5	veen slap	1.8E-07	3.7E-06	3.0	nee
6	0				nee
7	0				nee
8	0				nee
9	0				nee
10	0				nee
onsamendrukbaar pakket					



Project: Gemeente Urk Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk

Projectnummer: 000447

Datum: 12-11-21 13:51

Methode: NEN Koppejan met Terzaghi

Natural strain /Bruto zetting

belastingen, waterstand

type ophoging	bovenzijde		volumegewicht		
	grondlaag	SD	nat	droog	VC
[-]	bruto / maintain profile	[m +NAP]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]
zand	-3.6	0.05	20.0	18.0	0.1
bovenbelasting [kN/m2]					

waterlijn		water stand	SD	volume gewicht	zwaartekracht versnelling	
[-]	[-]	[m +NAP]	[m]	[kN/m³]	[m/s²]	
1	freatische lijn	-5.70	0.05	10.0	9.81	0.0

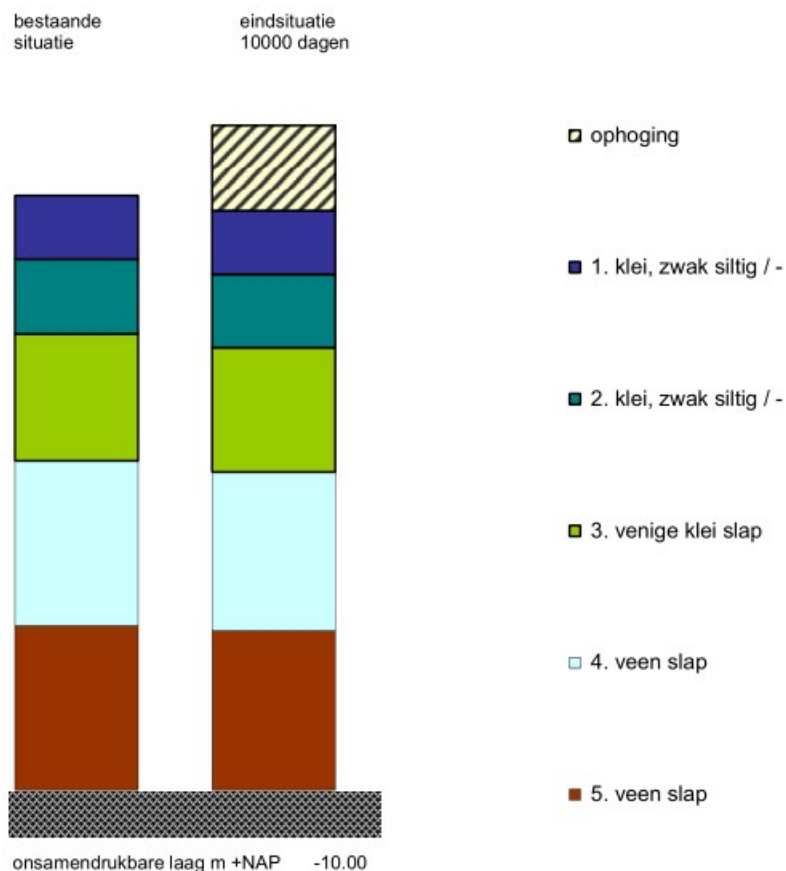
zettingversnellende maatregelen

verticale h.o.h. afstand drains		diameter drain	onderzijde drain
drainage			
[-]	[m]	[m]	[m +NAP]
	1.3	0.065	-9.00

tijdelijke overhoogte		dikte laag	
[-]	type berekening	[m]	
	Overhoogte tijd grafiek	0.5	2.00

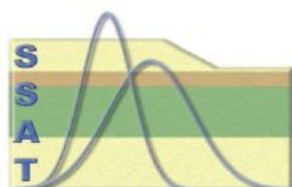
Grondopbouw, gemiddelde laagdiktes bestaande en eindsituatie

(zetting bij overschrijdingskans 50%)



bovenzijde grondlagen [m +NAP]

	bestaande situatie	eind situatie	laagdikte (m)	zetting per laag (m)	zetting per laag (% tot.)
ophoging		-3.74			
1. klei, zwak siltig / -	-4.40	-4.54	0.60	0.00	0%
2. klei, zwak siltig / -	-5.00	-5.14	0.70	0.01	7%
3. venige klei slap	-5.70	-5.83	1.20	0.03	20%
4. veen slap	-6.90	-7.00	1.55	0.05	36%
5. veen slap	-8.45	-8.50	1.55	0.05	35%
onsamendrukbare laag	-10.00	-10.00			



ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

Project: Gemeente Urk Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk

Projectnummer: 000447

Datum: 12-11-21 13:51

Methode: NEN Koppejan met Terzaghi

Natural strain / Bruto zetting

EINDZETTING IN METERS

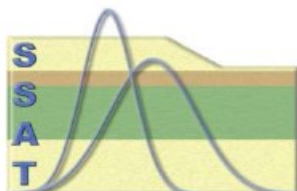
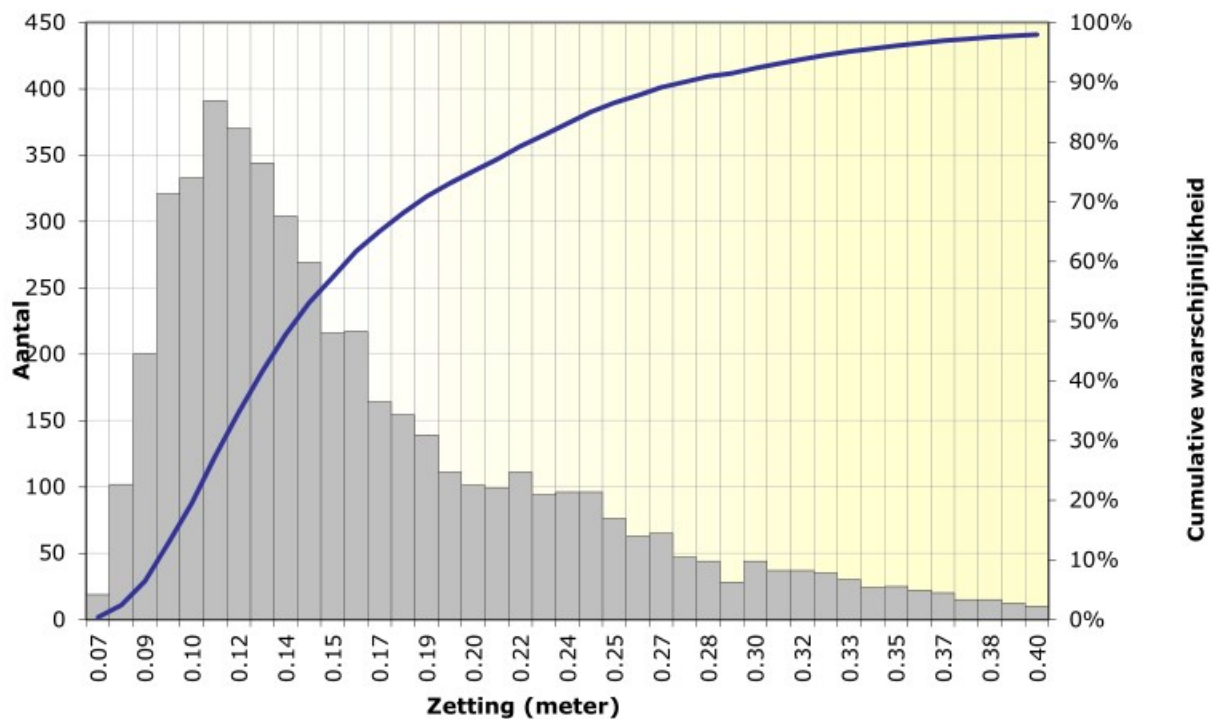
STATISTIEKEN:

Aantal simulaties 5000
Gemiddelde eindzetting 0.17

Percentielwaarden

	primair	seculair	zetting	ophoging
Q(.05):	0.06	0.03	0.08	0.68
Q(.10):	0.06	0.03	0.09	0.71
Q(.25):	0.08	0.03	0.11	0.75
Q(.50):	0.10	0.04	0.14	0.80
Q(.75):	0.13	0.07	0.20	0.85
Q(.90):	0.18	0.10	0.28	0.89
Q(.95):	0.21	0.12	0.33	0.91
Q(.975):	0.25	0.14	0.38	0.94

Histogram Monte Carlo simulatie EINDZETTING



Project: Gemeente Urk Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk
Projectnummer: 000447
Datum: 12-11-21 13:51

BENODIGDE TIJD IN DAGEN TOT RESTZETTING 0.1 METER

STATISTIEKEN:

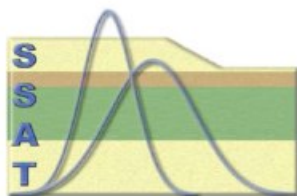
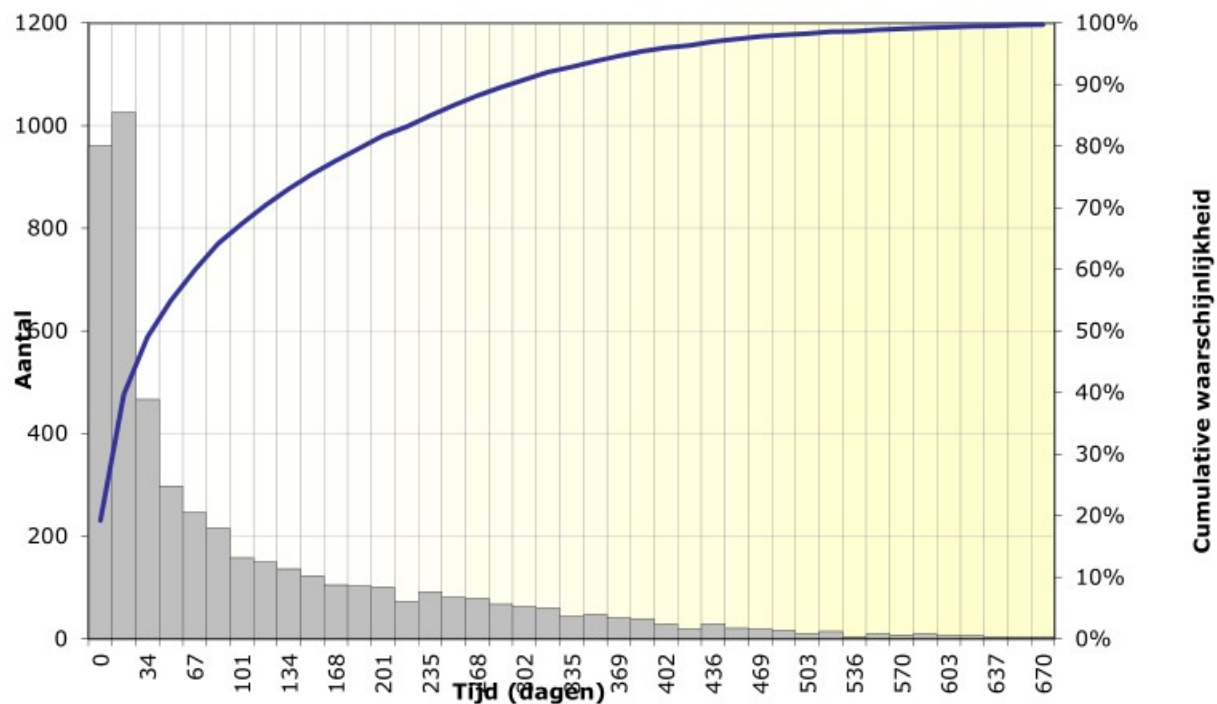
Aantal simulaties 5000
Gemiddeld aantal dagen 97

Percentielwaarden

Q(.05):	0	dagen
Q(.10):	0	dagen
Q(.25):	3	dagen
Q(.50):	36	dagen
Q(.75):	147	dagen
Q(.90):	292	dagen
Q(.95):	377	dagen
Q(.975):	454	dagen

Histogram Monte Carlo simulatie TIJD IN DAGEN TOT RESTZETTING

0.10 M



ARCADIS Design & Consultancy
for natural and built assets

Project: Gemeente Urk Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk
Projectnummer: 000447
Datum: 12-11-21 13:51

Methode: NEN Koppejan met Terzaghi
Natural strain / Bruto zetting

BENODIGDE TIJD IN DAGEN TOT RESTZETTING 0.1 METER MET GEBRUIK VAN VERTIKALE DRAINAGE

STATISTIEKEN:

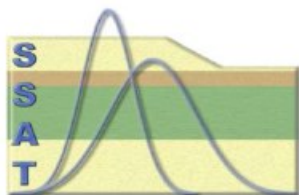
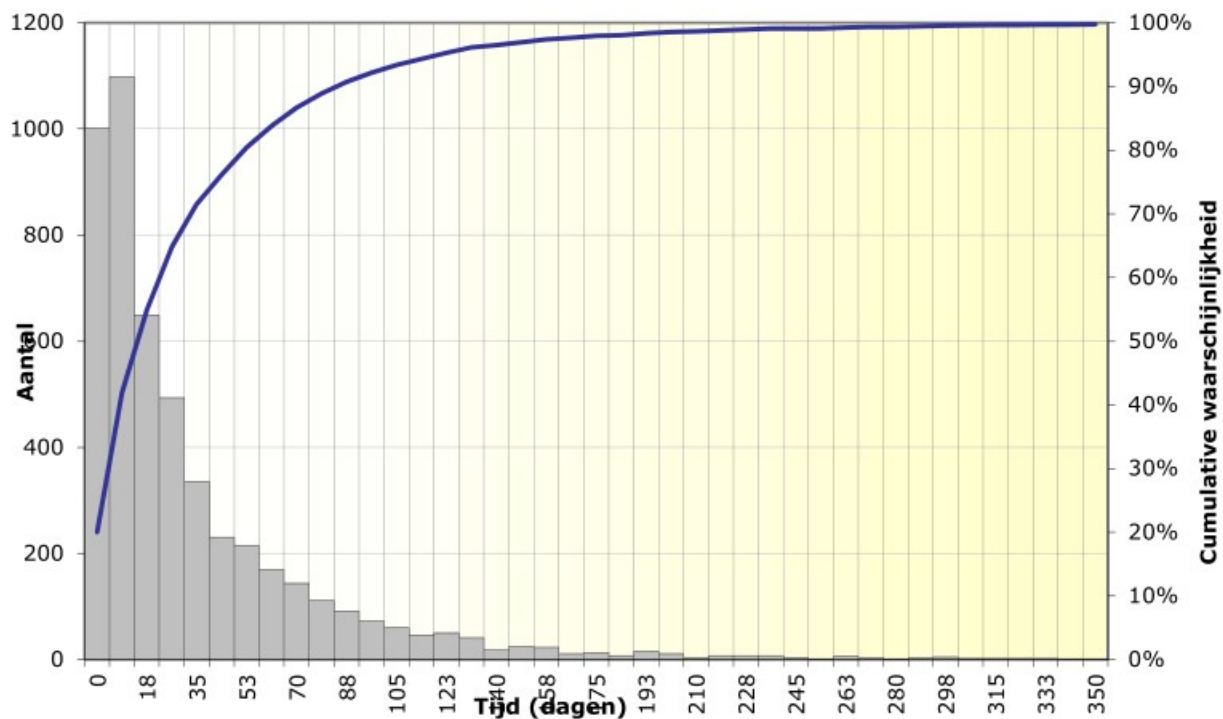
Aantal simulaties 5000
Gemiddeld aantal dagen 31

Percentielwaarden

Q(.05):	0	dagen
Q(.10):	0	dagen
Q(.25):	2	dagen
Q(.50):	14	dagen
Q(.75):	41	dagen
Q(.90):	84	dagen
Q(.95):	120	dagen

**Histogram Monte Carlo simulatie TIJD IN DAGEN TOT
RESTZETTING**

0.10 M

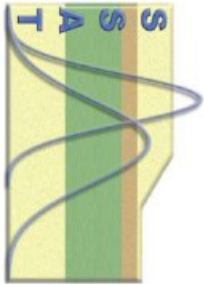
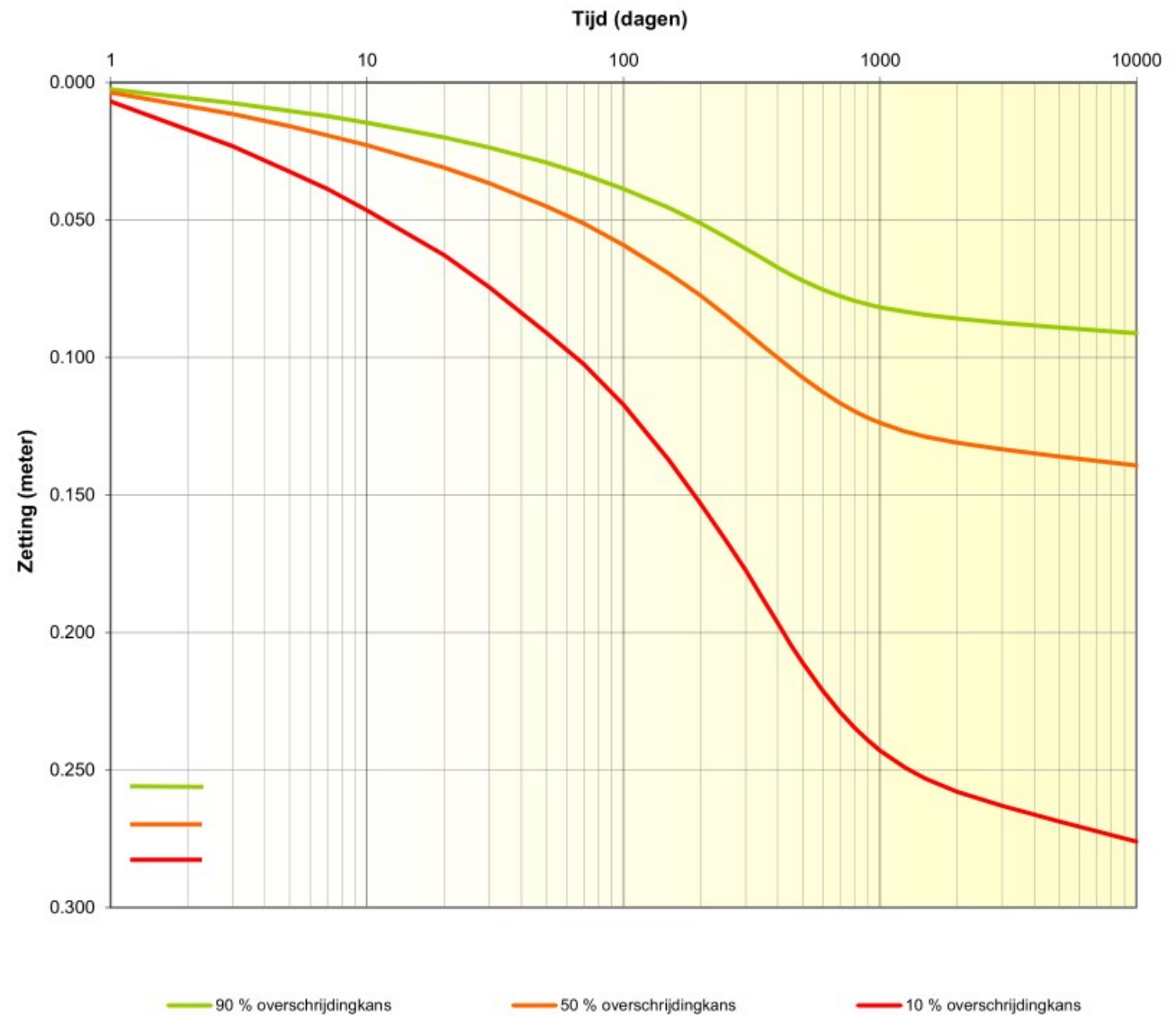


ARCADIS Design & Consultancy
for natural and built assets

Project: Gemeente Urk Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk
Projectnummer: 000447
Datum: 12-11-21 13:51

Methode: NEN Koppejan met Terzaghi
Natural strain / Bruto zetting

TIJD - ZETTING CURVE

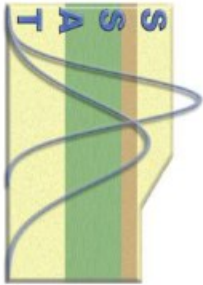
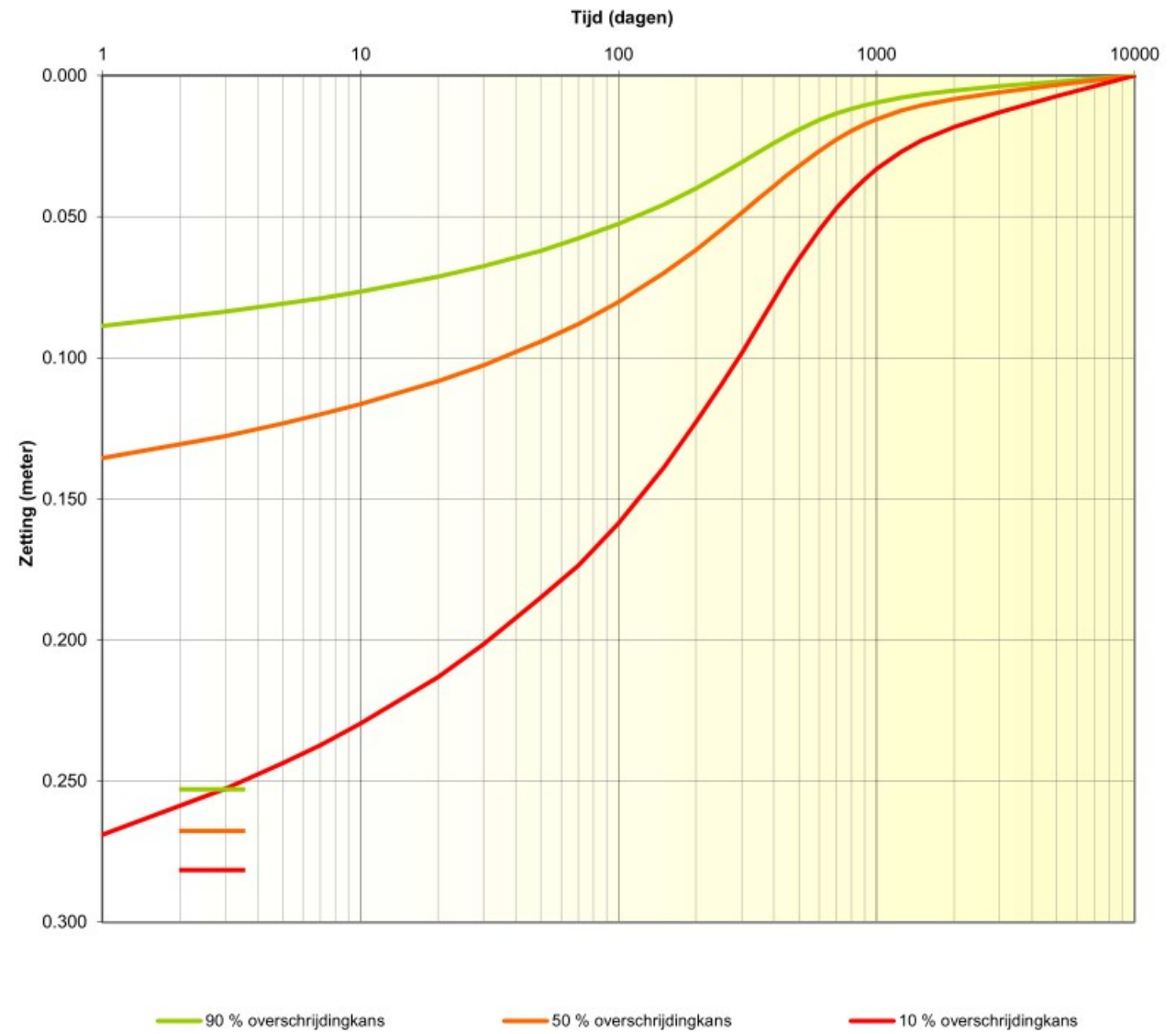


Project: Gemeente Urk Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk

Projectnummer: 000447

Datum: 12-11-21 13:51

TIJD - RESTZETTING CURVE

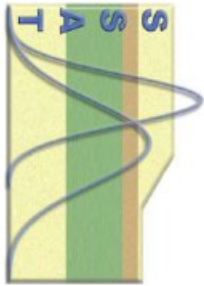
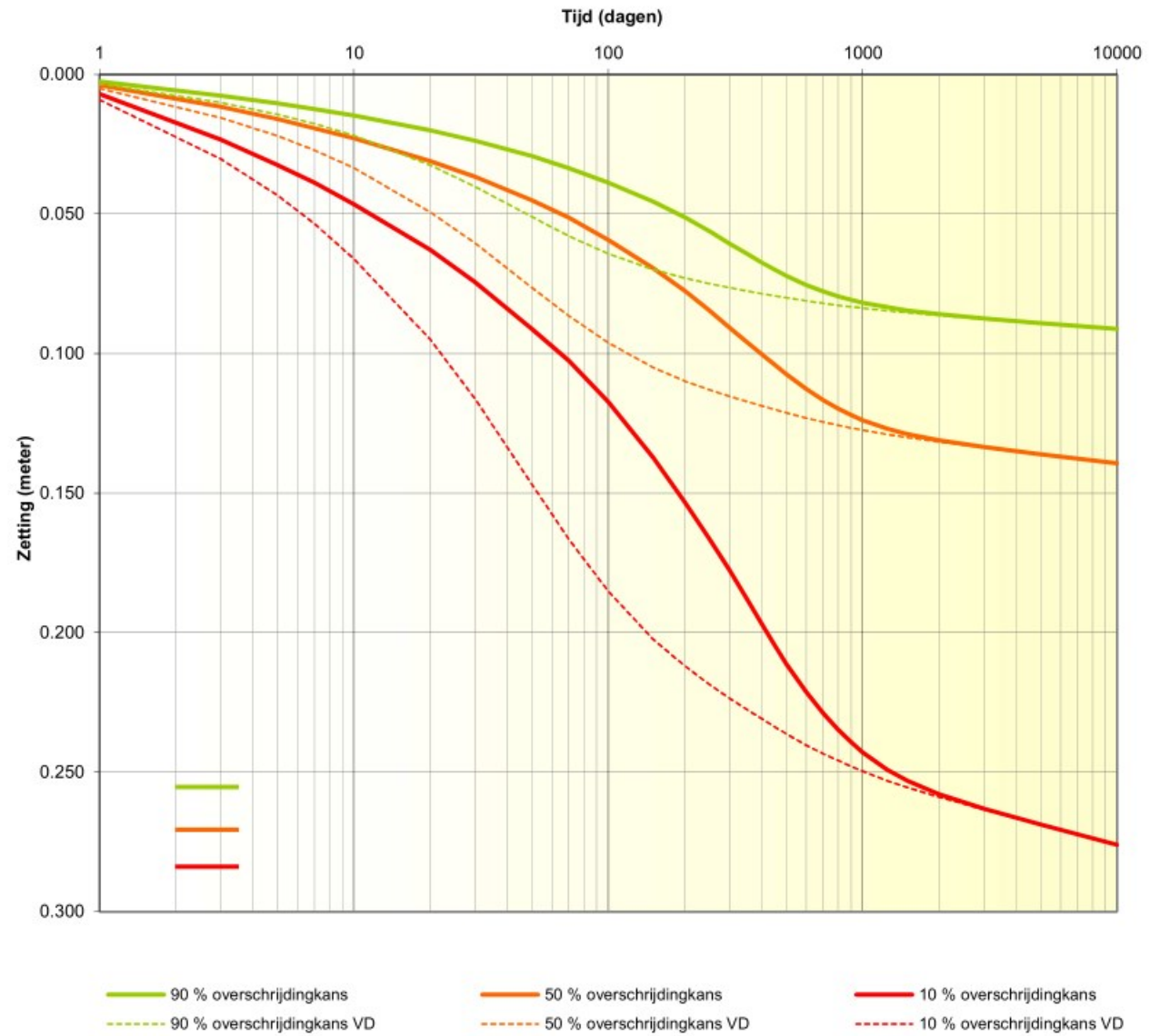


Project: Gemeente Urk Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk

Projectnummer: 000447

Datum: 12-11-21 13:51

TIJD - ZETTING CURVE (incl verticale drainage)



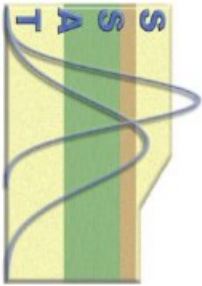
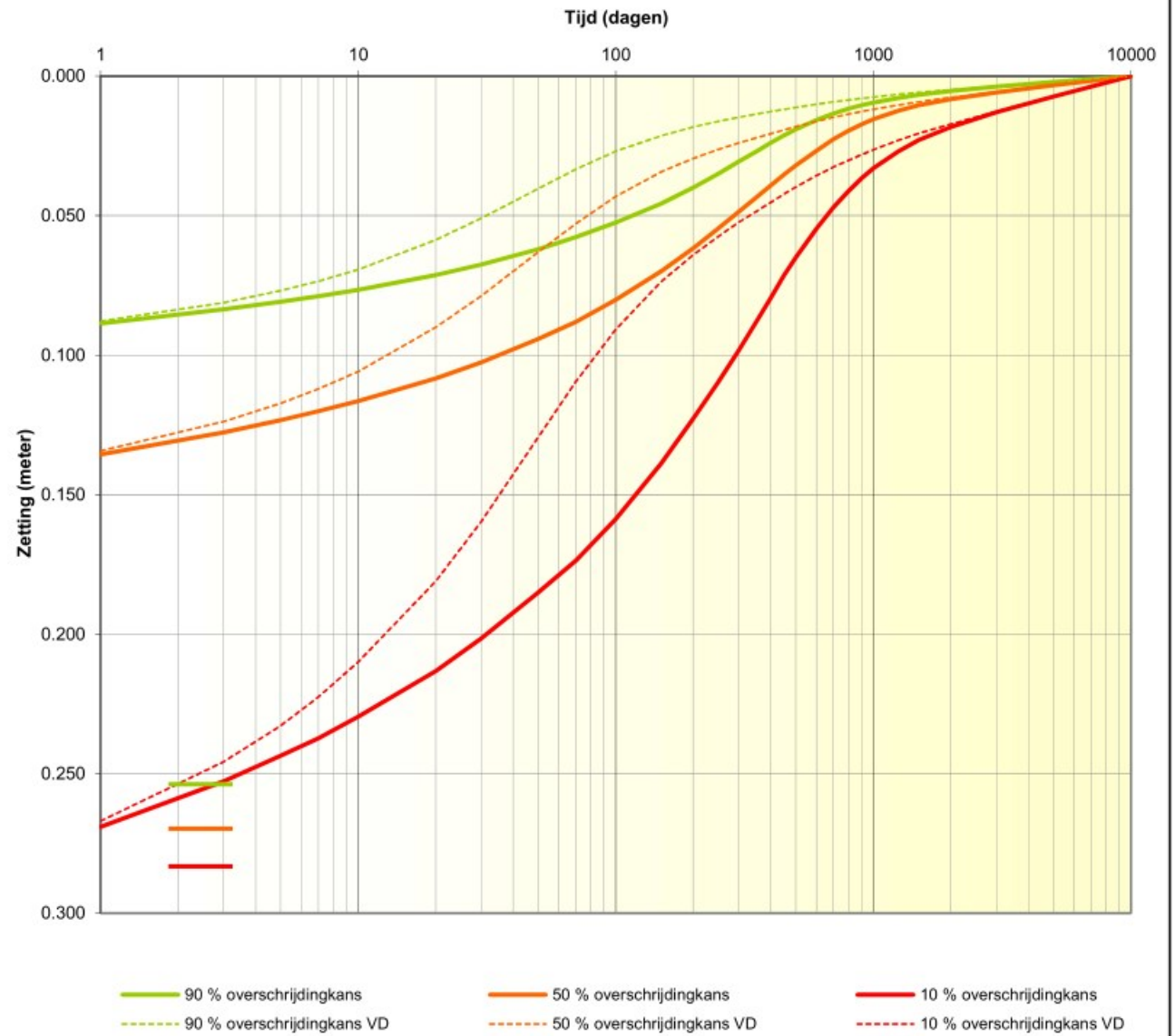
Project: Gemeente Urk Voorbelastingadvies Bedrijventerrein Urk

Projectnummer: 000447

Datum: 12-11-21 13:51

Methode: NEN Koppejan met Terzaghi
Natural strain / Bruto zetting

TIJD - RESTZETTING CURVE (incl verticale drainage)



Project: Gemeente Urk Voorbelastingsadvies Bedrijventerrein Urk

Projectnummer: 000447

Datum: 12-11-21 13:51