

Notitie

Contactpersoon Ing. F.P. (Frans) van der Put

Datum 1 oktober 2013

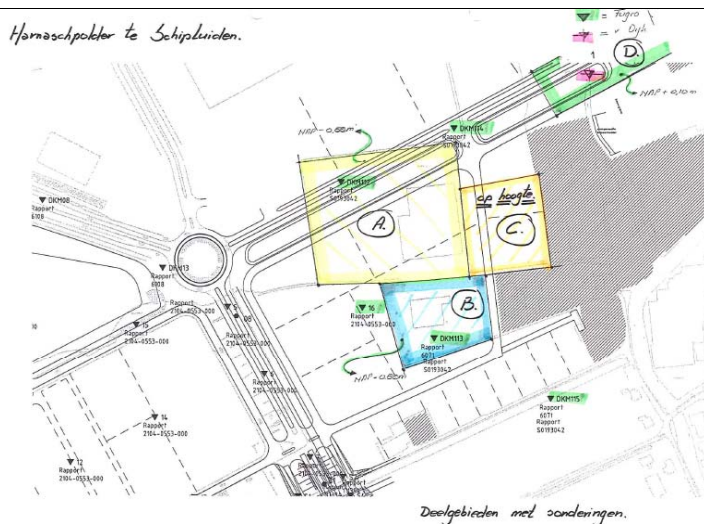
Kenmerk N001-1218745FPU-mdg-V01-NL

Advies voorbelasting subgebieden A, B, C en D van bedrijventerrein Harnaspolder te Schipluiden

1 Inleiding

In de Harnaspolder te Midden-Delfland wordt het Bedrijventerrein Harnaspolder ontwikkeld. Voor het realiseren van dit bedrijventerrein zal een ophoging plaats vinden. De subgebieden A, B, C en D worden voorbelast om restzettingen na oplevering te reduceren.

Het beschouwde terrein wordt ten behoeve van dit voorbelastadvies opgedeeld in vier subgebieden met een nagenoeg rechthoekige vorm. Het noordwestelijk deel (A), het zuidelijk deel (B) het oostelijk deel (C) en het noordoostelijk deel (D). Het huidige maaiveldniveau in deel C bevindt zich op dit moment al boven het planpeil (planpeil bedraagt NAP -0,50 m) en zal afgegraven worden. Om voornoemde reden zal in deze notitie subgebied C worden genoemd maar niet verder worden uitgewerkt. De subgebieden A, B en D worden opgehoogd. Het beschouwde gebied wordt omsloten door al op hoogte gebracht terreinen. Voor een overzicht van de voornoemde subgebieden A, B, C en D zie figuur 1.1



Figuur 1.1 Subgebieden A, B, C en D

In onderliggende notitie is een voorbelastadvies gegeven voor deelgebied A, B en D. De bevindingen qua zetting in de gebieden die al zijn voorbelast (onder andere VH1-C en VH2-D) zijn meegenomen in dit advies.

In deze notitie zijn de onderstaande geotechnische onderwerpen behandeld:

- Een analyse van het beschikbaar geotechnische grondonderzoek bestaande uit sonderingen
- Een analyse van de gehanteerde grondparameters uit het al opgestelde geotechnische advies behorende bij de omsluitende gebieden
- Een analyse van de beschikbare zakbaakgegevens uit de omsluitende gebieden
- Het opstellen van een representatieve bodemopbouw met bijbehorende geotechnische grondparameters voor het projectgebied (subgebieden A, B en D)
- Berekeningsresultaten van zettingberekeningen voor de subgebieden A, B en D, inclusief zettingversnellende maatregelen
- Het voorbelastadvies voor de subgebieden A, B en D
- Een monitoringsplan voor de subgebieden A, B en D

2 Uitgangspunten

2.1 Ontwerpeisen

In overleg met de opdrachtgever zijn de navolgende ontwerpeisen gehanteerd:

- Het toekomstig planpeil voor deelgebied A en B bedraagt NAP -0,50 m
- Het toekomstig planpeil voor deelgebied D bedraagt NAP +0,10 m
- De restzettingseis bedraagt 0,10 m in 10.000 dagen (circa 30 jaar)
- Voor de voorbelastperiode is voor de subgebieden A en B uitgegaan van een voorbelastperiode van 3 maanden (90 dagen) bij een planpeil van NAP -0,50 m; voor subgebied D van een voorbelastperiode van 3 maanden (90 dagen) bij een planpeil van NAP +0,10 m

2.2 Uitgangspunten

Het advies is gemaakt op basis van de uitgevoerde sonderingen in en rond de beschouwde subgebieden, zie de sondeerrapporten I-6071 (september 2002) en 2104-0553-000 (juni 2004) van Fugro Ingenieursbureau bv en rapport 114081 (24 augustus 2012) van Van Dijk Geo- en Milieutechniek.

Voor het ophoogmateriaal is uitgegaan van zand ($\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$ en $\gamma_{\text{sat}} = 20,0 \text{ kN/m}^3$).

De subgebieden A, B, C en D zijn ingemeten door van Steenis. Als uitgangspunt van de huidige situatie is gebruik gemaakt van de tekening van Tauw 'Bedrijvenschap Harnaschpolder' met situatie en hoogtemaatvoering met projectnummer 4321251 tekeningnummer 2082, concept A

van 03 september 2013. Uit bestudering van meetgegevens en luchtfoto's volgt dat binnen de subgebieden diverse watergangen evenals een waterreservoir aanwezig zijn c.q. zijn geweest.

Uit de meetgegevens volgt dat in de subgebieden de huidige maaiveldhoogten kunnen worden samengevat zoals weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Huidige maaiveldhoogten subgebieden

Deelgebied	m.v. \approx laag t.o.v. NAP	m.v. \approx hoog t.o.v. NAP	m.v. \approx gemiddeld over subgedeelte t.o.v. NAP	Opmerking
A	$\approx -1,24$ m	$\approx -0,52$ m	$\approx -0,90$ m	Noordwest is laag, zuidwest is hoog.
B	$\approx -0,66$ m	$\approx -0,33$ m	$\approx -0,53$ m	Tamelijk vlak terrein.
D	$\approx -0,35$ m	$\approx -0,12$ m	$\approx -0,20$ m	Tamelijk vlak terrein.

Opmerking: bovengenoemde 'gemiddelde' maaiveldhoogten zijn berekend op basis van een groot aantal waarden binnen het subgebied. De maaiveldhoogten 'hoog' en 'laag' zijn \approx uiterste waarden.

2.3 Analyse beschikbaar grondonderzoek en zakbaakgegevens

Beschikbaar grondonderzoek

De beschouwde subgebieden vallen binnen een zestal ter beschikking zijnde sonderingen. De sondeergrafieken geven, met uitzondering van sondering 1 (van Dijk, 114081), een redelijk gelijkvormige bodemopbouw. Sondering 1 geeft aan dat zowel in het bovengebied als vanaf NAP -6,0 m tot de verkende diepte zand aanwezig is. De overige sonderingen geven, met uitzondering van een dunne tussenlaag van zand, aan dat tot de diepere zandlaag samendrukbare lagen aanwezig zijn. Omdat sondering 1 van Van Dijk binnen het totale beeld gezien kan worden als uitzonderlijk heeft controle plaats gevonden. De in het Dinoloket (database van TNO met grondonderzoek) aanwezige sonderingen geven eveneens de in sondering 1 geconstateerde bodemopbouw en bevestigen hiermee de ter plaatse aanwezige bodemopbouw.

Zakbaakgegevens aanliggend gebied VH2-D

Door Tauw is in oktober 2011 een advies voorbelasting uitgebracht voor een noordelijk van subgebied A gelegen deelgebied (VH2-D). Om het ontwerp in relatie tot de gemeten zettingen te analyseren zijn zakbaken geplaatst en werd een advies gegeven over het verwijderen van de tijdelijke overhoogte.

Voor het noordelijk gelegen gebied valt op dat veel diversiteit in de metingen te zien is. Daarnaast bestaan clusters van zakbaken die hetzelfde beeld geven als het ontwerp. Deze diversiteit kan

duiden op meer verschil in bodemopbouw dan verwacht en/of zandhoogtes die niet gelijkmatig zijn.

Verder valt op dat de zetting achterblijft bij de berekende zetting na 6 maanden. Dit is mogelijk te verklaren door het schatten van conservatieve grondparameters zoals samendrukkingcoëfficiënten, POP en de consolidatiecoëfficiënt (voornamelijk bij gebied VH2-D in verband met de afwezigheid van verticale drainage).

Zakbaakgegevens overige nabij gelegen deelgebieden

Voor de naastgelegen deelgebieden van VH1-C, te weten VH-1A en E (voormalig plandeel 5), VH1-B, VH1-C en VH2-D zijn voorbelastadviezen opgesteld en de zettingen gemonitord. Uit de zakbaakanalyse van (het noordelijke deel) van VH1-B blijkt dat de opgetreden zetting overeenkomt met de berekende zetting. Uit de resultaten van de zakbaakanalyse van VH-1A en E blijkt dat de opgetreden zetting minder groot is dan de berekende zetting. Een analyse van zakbaakgegevens van deelgebieden VH1-C en VH2-D, de laatstgenoemde grenst aan subgebied B van deze notitie, geeft eveneens aan dat de opgetreden zetting achter blijft met de berekende zetting.

3 Bodemopbouw, grondparameters en grondwaterstanden

3.1 Bodemopbouw en grondparameters

Voor het vaststellen van de bodemopbouw voor de subgebieden A, B en D werd gebruik gemaakt van de eerder genoemde sondeerrapporten van Fugro Ingenieursbureau bv. en Van Dijk Geo- en Milieutechniek bv.

In navolgende tabel zijn de beschikbare grondonderzoeken per subgebied aangegeven. Voor subgebied A is sondering DKM112 van S01933042 als representatief (gemiddeld) beschouwd, voor subgebied B sondering DKM113 van S01933042 en voor subgebied D sondering 1 van 114081. De representatieve sonderingen zijn vet gedrukt aangegeven.

Tabel 2 Beschikbare grondonderzoeken

Subgebied	S01933042	2104-0553-000	114081
	Fugro	Fugro	Van Dijk
A	DKM 112	16	---
	DKM 114		
B	DKM 112 en DKM 114	16	---
		DKM113	
D	---	---	1/B5

Op basis van de resultaten van de naastgelegen deelgebieden is er een grensspanning in rekening gebracht. Als gevolg van belastingen in het verleden, en resultaten van omliggende gebieden, is het aannemelijk dat een grensspanning van 10 kPa boven de initiële korrelspanning in rekening gebracht mag worden.

Aan de hand van de beschikbare grondonderzoeken en tabel 2.b. 'karakteristieke waarden van grondeigenschappen' van NEN 9997-1:2011 is in onderstaande tabellen 3, 4 en 5 de bodemopbouw met bijhorende grondparameters vastgesteld voor respectievelijk de subgebieden A, B en D.

Tabel 3 Bodemopbouw en parameters subgebied A (sondering DKM 112, Fugro)

Bovenkant laag	DKM 112	γ	γ_{sat}	C_p	C'_p	C_s	C'_s	c_v
Grondsoort	[m NAP]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m ² /s]
Klei, toplaag	-1,1 tot -2,0	17,0	17,0	100	20	1200	240	$8 \cdot 10^{-8}$
Klei, humeus	-2,0 tot -3,6	15,0	15,0	50	10	200	40	$8 \cdot 10^{-8}$
Veen	-3,6 tot -4,1	10,5	10,5	37,5	7,5	150	30	$3 \cdot 10^{-7}$
Klei, humeus	-4,1 tot -5,7	15,0	15,0	50	10	200	40	$8 \cdot 10^{-8}$
Zand, tussenlaag	-5,7 tot -7,1	17,0	19,0	1000	200	-	-	-
Klei	-7,1 tot -10,1	17,0	17,0	75	15	800	160	$8 \cdot 10^{-8}$
Veen	-10,1 tot -10,6	11,0	11,0	37,5	7,5	150	30	$3 \cdot 10^{-7}$
Klei, sterk siltig	-10,6 tot -15,4	18,0	18,0	125	25	1600	320	$8 \cdot 10^{-8}$
Basisveen	-15,4 tot -16,1	12,0	12,0	50	10	200	40	$3 \cdot 10^{-7}$
Zand, vast	-16,1 tot -26,1	18,0	20,0	3000	600	-	-	-
Verkende diepte NAP	-26,1 m	m.v. = NAP -1,10 m						

Tabel 4 Bodemopbouw en parameters subgebied B (sondering DKM 113, Fugro)

Bovenkant laag	DKM 113	γ	γ_{sat}	C_p	C'_p	C_s	C'_s	c_v
Grondsoort	[m NAP]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m ² /s]
Klei, top laag	-0,5 tot -1,0	17,0	17,0	100	20	1200	240	$8 \cdot 10^{-8}$
Klei, humeus	-1,0 tot -1,8	15,0	15,0	50	10	200	40	$8 \cdot 10^{-8}$
Zand, tussenlaag	-1,8 tot -4,3	17,0	19,0	1000	200	-	-	-
Veen	-4,3 tot -6,3	10,5	10,5	37,5	7,5	150	30	$3 \cdot 10^{-7}$
Zand, tussenlaag	-6,3 tot -7,5	17,0	19,0	1000	200	-	-	-
Klei	-7,5 tot -10,2	17,0	17,0	75	15	800	160	$8 \cdot 10^{-8}$
Veen	-10,2 tot -10,6	11,0	11,0	37,5	7,5	150	30	$3 \cdot 10^{-7}$
Klei, sterk siltig	-10,6 tot -16,2	18,0	18,0	125	25	1600	320	$8 \cdot 10^{-8}$
Basisveen	-16,2 tot -16,5	12,0	12,0	50	10	200	40	$3 \cdot 10^{-7}$
Klei, sterk siltig	-16,5 tot -18,1	18,0	18,0	125	25	1600	320	$8 \cdot 10^{-8}$
Zand, vast	-18,1 tot -25,5	18,0	20,0	3000	600	-	-	-
Verkende diepte NAP -25,5 m		m.v. = NAP -0,51 m						

Tabel 5 Bodemopbouw en parameters subgebied D (sondering 1 en boring B5 van van Dijk)

Bovenkant laag	1/B5	γ	γ_{sat}	C_p	C'_p	C_s	C'_s	c_v
Grondsoort	[m NAP]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m ² /s]
Veen, wortels	+0,23 tot -0,8	10,5	10,5	37,5	7,5	150	30	$3 \cdot 10^{-7}$
Zand	-0,80 tot -1,3	17,0	19,0	1000	200	-	-	-
Klei	-1,3 tot -2,6	17,0	17,0	100	20	1200	240	$8 \cdot 10^{-8}$
Zand, tussenlaag	-2,6 tot -4,5	17,0	19,0	1000	200	-	-	-
Veen	-4,5 tot -5,2	11,0	11,0	37,5	7,5	150	30	$3 \cdot 10^{-7}$
Klei	-5,2 tot -6,0	17,0	17,0	100	20	1200	240	$8 \cdot 10^{-8}$
Zand, tussenlaag	-6,0 tot -9,7	17,0	19,0	1000	200	-	-	-
Verkende diepte NAP -9,7 m		m.v. = NAP +0,23 m						

3.2 Gegevens grondwaterstanden

Voor de drie subgebieden zijn de in tabel 6 aangegeven grondwaterstanden bekend.

Tabel 6 Gegevens grondwaterstanden

Subgebied	Grondwaterstand t.o.v. N.A.P.	Bron
A	-2,75 m	DKM 113, Fugro, (rapportage Tauw 4706654, terrein VH1-C), heeft een ander peilvak, daarom afwijkend.
B	-1,75 m	DKM 112, Fugro, (rapportage Tauw 4706654, terrein VH2-D, subgebied B in peilvak, daarom bruikbaar)
D	-1,12 m	Sondering 1/B5, van Dijk, gemeten in boorgat, niet representatief.

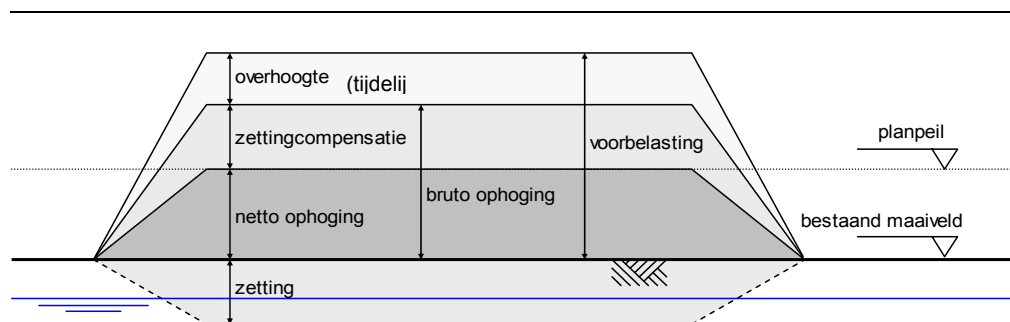
Omdat in eerdere notities en rapporten een grondwaterstand van omstreeks NAP 1,65 tot NAP - 1,75 m is gemeten en gehanteerd is in deze notitie voor de subgebieden A, B en D een grondwaterstand van NAP -1,70 m aangehouden.

4 Berekeningresultaten voorbelasting, conclusies en advies

4.1 Methode

De zettingberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het programma D-Settlement. Daarin is de bodemopbouw geschematiseerd door middel van laagscheidingen met bijbehorende grondparameters. De ophoging is geschematiseerd door middel van het aanbrengen van een belasting, de netto ophoging. De zettingen worden berekend per verticaal (berekendingsdoorsnede).

Om de zettingen te compenseren wordt in de berekeningen een extra hoogte aangebracht, de zettingcompensatie. De netto ophoging plus de zettingcompensatie is de bruto ophoging. Er is uitgegaan dat de restzettingseis maximaal 0,10 m na 30 jaar bedraagt. Indien uit de berekeningen volgt dat er binnen de voorbelastperiode van drie maanden niet voldaan wordt aan de restzettingseis kan er een tijdelijke overhoogte aangebracht worden om de zettingen sneller te laten verlopen. Naast het toepassen van een overhoogte kan een z.g. stripdrainage worden aangebracht. Door snellere uitreding van het poriënwater in de samendrukbare lagen zal hiermee het zakkingproces nog extra worden versneld. Navolgend figuur 2.1 geeft een algemene schematisering van de voorbelasting.



Figuur 2.1 Schematisatie voorbelasting

Bij het berekenen van de zettingen is er rekening mee gehouden dat de zettingen die gedurende de planperiode optreden gecompenseerd worden (middels de rekenmethode 'maintain profile' in D-Settlement). De zettingen die berekend worden zijn gebaseerd op de bruto ophoging.

4.2 Resultaten zettingberekeningen.

Met behulp van het programma D-settlement zijn zettingberekeningen uitgevoerd voor de eerder beschreven bodemopbouw en grondparameters. In tabel 7 zijn de eindzettingen per subgebied per rekenmethode samengevat.

Tabel 7. Overzicht berekende eindzettingen subgebieden A, B en D (10.000 dagen)

Subgebied en rekenmethode [-]	Overhoogte [m]	Drainage [-]	Eindzetting [m]
A. situatie laag maaiveldniveau met overhoogte	1,70 m	nee	0,91
A. situatie laag maaiveldniveau met overhoogte	0,80 m	nee	0,61
A. situatie hoog maaiveldniveau met overhoogte	0,80 m	nee	0,01
A. situatie gemiddeld maaiveldniveau met overhoogte	0,80 m	nee	0,08
A. situatie laag maaiveldniveau, maintain profile	-	ja	0,45
B. situatie laag maaiveldniveau, maintain profile	-	nee	0,05
D. situatie laag maaiveldniveau	-	nee	0,06

Opmerking: met behulp van de rekenmethode 'maintain profile' zijn de berekende zettingen gebaseerd op de bruto ophoging.

Conclusie en advies subgebied A. (planpeil NAP – 0,50 m)

Op basis van de inmetingen kan het volgende worden geconcludeerd:

- De netto ophoging bij een gemiddeld maaiveldniveau bedraagt circa 0,4 meter
- De netto ophoging bij een laag gelegen maaiveld (noordwest zijde) bedraagt circa 0,7 meter
- De netto ophoging bij een hoog gelegen maaiveld (zuidwest zijde) bedraagt circa 0,02 meter

Subgebied A wordt dus aan een relatief kleine ophoging onderworpen. Wanneer subgebied A wordt beschouwd bij een gemiddeld tot hoog gelegen maaiveldhoogte zijn geen extra zettingversnellende maatregelen noodzakelijk. Wanneer subgebied A wordt beschouwd met als uitgangspunt een laag gelegen maaiveldhoogte dan is het wel noodzakelijk om zettingversnellende maatregelen toe te passen middels een tijdelijke extra overhoogte in combinatie met verticale drainage.

De resultaten van de zettingberekeningen voor gebied A zijn weergegeven in tabel 8. De zetting is berekend voor een planperiode van 10.000 dagen (27,4 jaar) de doorgerekende variant, 'm.v. laag', voldoet niet aan de restzettingseis van 0,10 m restzetting in 10000 dagen na een voorbelastperiode van zes maanden zonder toepassing van zettingversnellende maatregelen.

Tabel 8 Berekeningsresultaten subgebied A

Situatie [-]	Maaiveld [m NAP]	Ophoging Netto [m]	Overhoogte (tijdelijk, m)	drainage	Zakking 10.000 dgn	Maatregelen (advies)
m.v. ≈ laag	≈ -1,24 m	0,74	1,70 (1)	Nee	0,9113 m	Ja
			0,80	Nee	0,0132 m	Ja
			0,80 (2)	ja	0,4481 m	ja
m.v. ≈ hoog	≈ -0,52 m	0,02	---	nee	0,0132 m	≈ nee/ja
m.v. ≈ gemiddeld	≈ -0,90 m	0,40	---	nee	0,0793 m	nee

Toepassing van tijdelijke extra overhoogte subgebied A.

Met het toepassen van een voorbelastperiode van 90 dage wordt de restzetting gedurende de gebruiksfase van subgebied A beperkt. Met deze voorbelastperiode kan worden voldaan aan de gestelde restzettingseis.

In tabel 9 zijn berekeningsresultaten weergegeven voor de situatie met maaiveldniveau 'laag', bij toepassing van tijdelijke overhoogte van resp. 1,70 m (1) en 0,80 m (2) met drainage.

Tabel 9 Resultaat zettingsberekeningen subgebied A { eindzetting in 10000 dagen [m] / restzetting na 90 dagen voorbelasting [m] }

Variant	Zetting (met overhoogte) na 90 dagen [m]	Restzetting [m]
1	0,39 (1,70 m overhoogte)	0,08
2	0,38 (0,80 m overhoogte + verticale drainage)	0,09

Op basis van bovenstaande berekeningsresultaten kan worden opgemaakt dat bij ophoogvariant 1 aan de restzettingseis van 0,10 m in 10.000 dagen kan worden voldaan bij toepassing van respectievelijk 1,70 m overhoogte. Meer dan 1,70 m tijdelijke overhoogte wordt niet beschouwd.

Toepassing verticale drainage subgebied A

Met variant 2 in tabel 9 (optie overhoogte van 0,80 meter in combinatie met verticale drainage) wordt ook voldaan aan de restzettingseis. Met verticale drainage wordt hier kunststof drainagestrips bedoeld, met een lengte van ca. 5,0 meter, een breedte van 0,10 m en een dikte van 0,003 meter. De hart-op-hart afstand tussen de drainagestrip bedraagt 1,0 meter (drainagestrips geplaatst in driehoeksstramien).

De verticale drainage mag tot maximaal 1,5 meter boven de onderzijde van het samendrukbare pakket reiken om kortsluiting met het watervoerend pakket te voorkomen. Ter plaatse van sondering DKM 112 bevindt de onderzijde van het samendrukbare pakket zich op het hoogste niveau (NAP -5,70 m). Dit betekent dat verticale drainage tot maximaal NAP -4,20 m mag reiken om kortsluiting te voorkomen.

Binnen het subgebied A bestaat een maximaal maaiveldhoogteverschil van 0,72 meter. Om te voldoen aan de restzettingseis binnen de gestelde voorbelastperiode kan worden gekozen uit twee varianten (1,70 meter overhoogte (zand) of 0,80 meter overhoogte (zand) met drainage waarbij over het gehele terrein (behalve ter plaatse van de watergangen) wordt voldaan aan de gestelde restzettingseis binnen de voorbelastperiode.

Ter plaatse van de watergangen wordt (ongeacht de gekozen zettingsversnellende maatregel) geadviseerd de overhoogte met 0,50 meter te vergroten.

Voornoemde berekeningsresultaten zijn gebaseerd op de toepassing van zand (zie uitgangspunten). In principe is er geen bezwaar het zand te vervangen door grond mits het gewichtsverlies wordt gecompenseerd door extra hoogte.

Binnen het subgebied A was in het verleden een waterbassin gelegen. Omdat, zowel de tijdsperiode van het gebruik van het bassin als de concrete waterhoogten in het bassin, bij ons

onbekend zijn, is de positieve bijdrage van de aanwezigheid van het waterbassin niet in de modellering verwerkt. In werkelijkheid zal dit terreindeel een belasting hebben ondergaan waardoor maaiveldzakkingen ten gevolge van de geplande ophoging minder kunnen zijn.

Conclusie en advies subgebied B. (planpeil NAP – 0,50 m).

De gemiddelde netto ophoging in subgebied B is 0,03 meter. Het maaiveld in subgebied B is tamelijk vlak. De berekende restzakking na 10.000 dagen is 0,045ter en voldoet hiermee aan de eis (< 0,10m). Door de beperkte ophoging voldoet subgebied B aan de restzettingseis van maximaal 0,10 m na 10.000 dagen. Er zijn om voornoemde reden geen maatregelen noodzakelijk. Zie voor het resumé tevens tabel 10.

Tabel 10 Resumé zettingsberekening subgebied B

Deelgebied B	Maaiveld [m NAP]	Ophoging Netto [m]	Overhoogte [m]	Drainage [-]	Eindzetting [m]	Maatregelen [-]
m.v. ≈ laag	≈ -0,66 m	0,16	---	Nee	0,045	geen
m.v. ≈ hoog	≈ -0,33 m	Ontgraven!	---	nee		geen
m.v. ≈ gemiddeld	≈ -0,53 m	0,03	---	nee		geen

Opmerking: meest bepalende situatie is m.v. 'laag', indien deze voldoet voldoen ook de overige situaties en zijn zakkingen daarom ook niet meer berekend.

Conclusie en advies subgebied D. (planpeil NAP + 0,10 m).

De gemiddelde netto ophoging in subgebied D is 0,30 meter. Het maaiveld in subgebied D is tamelijk vlak. De zettingberekening resulteert in een restzakking na 10.000 dagen van 0,061 meter. Om voornoemde reden voldoet subgebied D hierbij aan de van maximaal 0,10 m na 10.000 dagen. Er zijn geen maatregelen noodzakelijk. Zie voor het resumé tevens tabel 11.

Tabel 11 Resume subgebied D

Deelgebied B	Maaiveld [m NAP]	Ophoging Netto [m]	Overhoogte [m]	Drainage [-]	Eindzetting [m]	Maatregelen [-]
m.v. ≈ laag	≈ -0,35 m	0,45	---	Nee	0,061	nee
m.v. ≈ hoog	≈ -0,12 m	0,22	---	nee		nee
m.v. ≈ gemiddeld	≈ -0,20 m	0,30	---	nee		nee

Opmerking: meest bepalende situatie is m.v. 'laag', indien deze voldoet voldoen ook de overige situaties en zijn zakkingen daarom ook niet meer berekend.

5 Monitoringsplan

Ondanks de nauwkeurigheid van de zettingberekeningen kunnen in de praktijk afwijkingen van de verwachte zettingen optreden. Dit is onder andere mogelijk door de heterogeniteit in de opbouw van de ondergrond of in de lagen zelf die door de mazen van het net van het grondonderzoek niet bekend zijn. Variaties in de huidige maaiveldhoogtes, oude watergangen of terreingebruik kunnen tevens zorgen voor afwijkingen. Deze afwijkingen kunnen voortijdig worden gesignaleerd en gecorrigeerd door de nodige maatregelen te nemen door het opstellen van een monitoringsplan.

Om een monitoringsplan te kunnen uitvoeren, dienen zakbaken geplaatst te worden zodat de zettingen en de aangebrachte zandhoogtes gemeten kunnen worden. Tauw adviseert om in de subgebieden A, zakbaken te plaatsen waarbij, voor een juiste / correcte meting, wordt geadviseerd de onderstaande aandachtspunten in acht te nemen:

- Zakbaken plaatsen voordat enige grondactiviteit / grondverzet heeft plaats gevonden en voorzien van een goede aanrijdbescherming
- Zakbaken te plaatsen op een stramien van circa 50 x 50 meter
- Ter plaatse van oude watergangen en waterbassin (subgebied A) plaatsen van extra zakbaken
- Geadviseerd wordt de eerste drie maanden met een frequentie van eens per week te meten, in de periode daarna adviseert Tauw eenmaal per twee weken
- Voorafgaand aan het ophogen meten / registreren van de volgende zaken:
 - nauwkeurige nulmeting oorspronkelijk maaiveld
 - datum meting
 - hoogte voetplaat
 - coördinaat zakbaak (RD coördinaat)
- Elke meetfase meten / registreren van de volgende zaken:
 - datum meting
 - hoogte zandaanvulling, hoogte bovenkant baak, hoogte ophoging (m), zetting (m), zetting cumulatief (m)
 - registreren activiteiten, afwijkingen, beschadigingen et cetera
 - meetnauwkeurigheid +/- 5 mm, metingen ten opzichte van NAP

Door de meetgegevens in te voeren in D-settlement kan een zakbaakfit worden uitgevoerd. Hierbij worden de resultaten van de zakkingberekening en opgestelde prognose getoetst aan de werkelijk opgetreden zakkingen. Afhankelijk van de gemeten waarden en mogelijke significante afwijkingen kan het advies voorbelasting eventueel worden bijgesteld om toch het gewenste maaiveldniveau te bereiken. Tauw kan desgewenst zorg dragen het monitoringsplan.