

Notitie

Contactpersoon	Rutger Bosmans
Datum	6 oktober 2022
Kenmerk	N003-1276274RBS-V02-nnc-NL

Zettingsberekening Kan Palen Zaandam

1 Inleiding

De Gemeente Zaanstad is voornemens het gebied ter plaatse van Oostzijde 278 en 300 te Zaandam te herontwikkelen. Dit terrein aan de Oostzijde 278 is bekend als het voormalige Kan Palen terrein en Oostzijde 300 betreft de bedrijfslocatie van Touwen. Een overzicht van de locatie is gegeven in figuur 1.1.

Als onderdeel van de herontwikkeling zal een leeflaag aangebracht worden op het huidige maaiveld. Het doel van deze notitie is het doen van een zettingsprognose ten gevolge van de geplande ophoging.



Figuur 1.1 Overzicht van locatie van projectterrein

Leeswijzer

De referenties en uitgangspunten bij de berekening zijn als eerste beschreven. Daarna zijn de resultaten beknopt gepresenteerd waarna in de beschouwing een interpretatie van de resultaten is gegeven.

2 Referenties

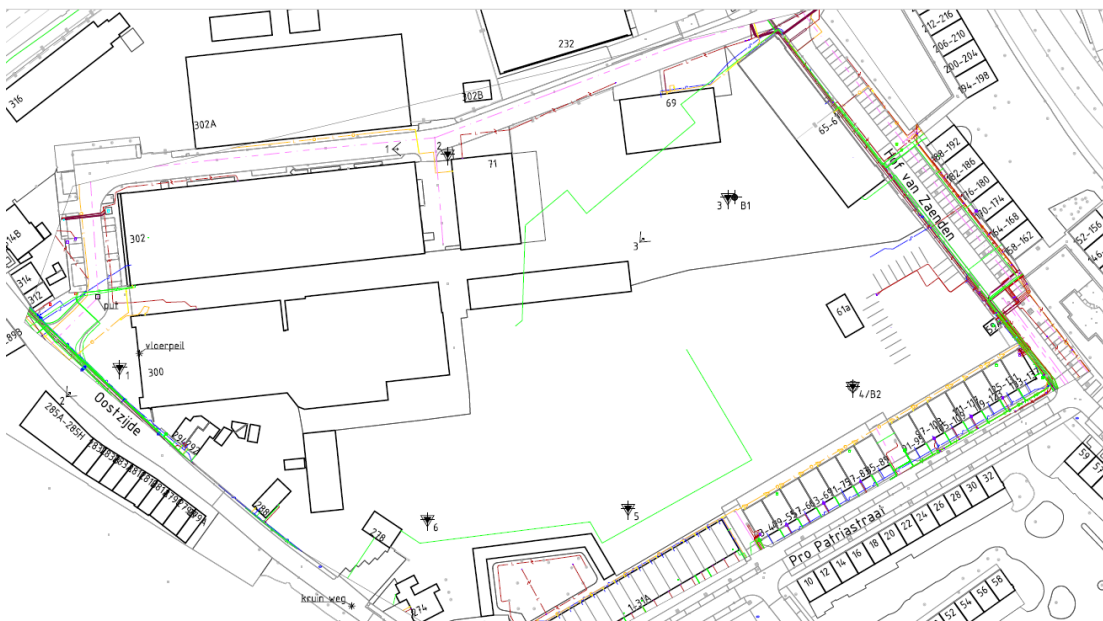
De volgende referenties zijn gebruikt bij het opstellen van de voorliggende notitie:

- [1] *herinrichting terrein Touwen en Kan Palen Hof van Zaenden*, Van Dijk Geo- en Milieutechniek b.v., kenmerk: 119636 versie 1, d.d. 2 juni 2022
- [2] *NEN9997-1:2016/C2:2017: 'Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels'*, d.d. november 2017
- [3] CUR166, Handboek damwand constructies 6e druk
- [4] *Kan Palen Zaandam Bemalingsadvies*, TAUW, kenmerk: R002-1276274AAR-V02-csr-NL, d.d. 29 juli 2021

3 Uitgangspunten

3.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw en grondeigenschappen zijn bepaald aan de hand van de maatgevende sondering en boring. Het geotechnisch grondonderzoek is uitgevoerd door Van Dijk Geo- en Milieutechniek [1] en bestaat uit zes sonderingen en 2 boringen met volumegewichten. Een overzicht van het uitgevoerd grondonderzoek is weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1 Overzicht grondonderzoek [1]

Sonderingen 3 t/m 6 en boring 1 en 2 zijn geplaatst op de locatie waar de ophoging plaats zal vinden. Uit analyse van de sonderingen blijkt dat sondering 4 maatgevend is.

De op basis van de veldwerkresultaten geschematiseerde bodemopbouw is in de onderstaande tabel opgenomen. Hierbij wordt opgemerkt dat het aangehouden maaiveldniveau niet gelijk is aan het maaiveldniveau van sondering 4. De reden hiervoor is dat op de locatie met het laagste maaiveldniveau de ophoging het grootst zal zijn wat zal leiden tot de meeste zettingen. De onderstaande tabel geeft de maatgevende bodemopbouw weer gebaseerd op sondering 4 (maatgevend omdat hier tussen circa NAP -6 en -10 m de grootste hoeveelheid klei aanwezig is), met als maaiveldniveau het laagste niveau op de projectlocatie.

Tabel 3.1 Bodemopbouw op basis van maatgevende sondering 4

Bovenkant laag [m NAP]	Grondsoort
-0,81	Antropogeen zand
-1,7	Veen, slap
-4,2	Klei, organisch, slap
-5,3	Zand, schoon, los
-5,8	Klei, zwak zandig, slap
-6,2	Zand, schoon, los
-8,3	Klei, zwak zandig, slap
-9,5	Zand, schoon, los
-12,8	Klei, schoon, matig
-14	Zand, schoon, matig
-19,4	Zand, schoon, vast

De parameters behorende bij de aanwezige grondsoorten zijn bepaald aan de hand van tabel 2b uit de NEN9997-1 [2] en ervaringen van TAUW.

Tabel 3.2 Parameters maatgevende bodemopbouw op basis van NEN9997-1 [2] en ervaringen TAUW

Grondsoort	Volumiek gewicht (droog/nat) [kN/m ³]	CR [-]	C _α [-]	RR [-]	c _v ^A [*10 ⁻⁸ m ² /s]
Antropogeen zand	18/20	0,0038	0	0,0013	Gedraineerd
Veen, slap	10,5/10,5	0,4217	0,0211	0,0920	30
Klei, organisch, slap	13/13	0,3067	0,0153	0,0511	16
Zand, schoon, los	17/19	0,0115	0	0,0038	Gedraineerd
Klei, zwak zandig, slap	15/15	0,2300	0,0092	0,0383	8
Klei, schoon, matig	17/17	0,1533	0,0061	0,0511	8
Zand, schoon, matig	18/20	0,0038	0	0,0013	Gedraineerd
Zand, schoon, vast	19/21	0,0023	0	0,0008	Gedraineerd

^A Op basis van CUR162 [3]

Uit boring 2 blijkt dat het veen een volumegewicht van $10,5 \text{ kN/m}^3$ heeft. Dit zit tussen veen, slap en veen, matig in. De zettingsparameters zijn daarom geïnterpoleerd tussen de twee grondsoorten op basis van het volumegewicht.

De volgende OCR waarden zijn aangehouden op basis van kennis en ervaring van TAUW. Deze OCR waarden komen overeen met een equivalent age van 10000 dagen, dat wil zeggen dat de grond er al 30 jaar in de huidige staat ligt. Dit is een veel aangehouden waarde.

- Veen: 2,0
- Klei, humeus: 1,8
- Klei: 1,4
- Zand: 1,0

3.2 Grondwaterstand

Op basis van twee peilbuismetingen aangeleverd door de gemeente Zaanstad is een grondwaterstand van NAP -1,0 m aangehouden. In het bemalingsadvies [4] is onderbouwd dat een waterstand van NAP -1,4 m aangehouden moeten worden bij bemaling. De bemaling staat echter vaker uit dan aan waardoor er conservatief gerekend is met een grondwaterstand van NAP -1,0 m. Uit het bemalingsadvies [4] blijkt verder dat de weerstand tussen het eerste watervoerende pakket en het freatisch pakket klein is waardoor de stijghoogte gelijk is aan de waterstand.

3.3 Overige uitgangspunten

Het maaiveld wordt eerst geëgaliseerd op NAP -0,76 m. Daarna wordt de leeflaag aangebracht met 1 m dikte tot een hoogte van NAP +0,24 m. Er wordt geen zettingscompensatie toegepast. In andere woorden, de ophoging wordt aangebracht tot NAP +0,24 m maar na zakking wordt geen extra ophoogmateriaal toegepast om op dit niveau te blijven.

De leeflaag bestaat uit zand met onverzadigd volumegewicht van 18 kN/m^3 en een verzadigd volumegewicht van 20 kN/m^3 .

De maximaal toelaatbare restzetting is in de voorliggende analyse gesteld op 0,10 m in 10.000 dagen (circa 30 jaar).

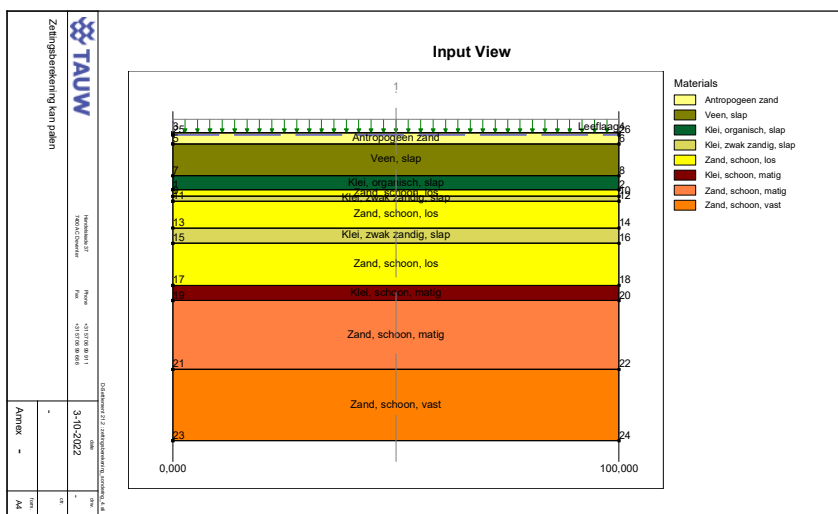
Er is gerekend met D-Settlement versie 21.2, rekenmodel Bjerrum en consolidatiemodel Darcy. Dit rekenmodel heeft een typische onzekerheid van +/- 30%.

4 Resultaten

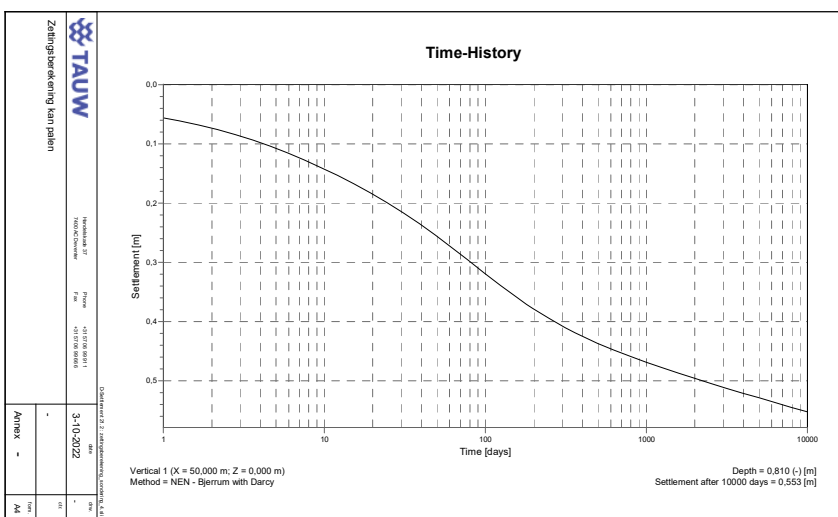
In dit hoofdstuk zijn de resultaten kort gepresenteerd. Een interpretatie van de resultaten vindt in het volgende hoofdstuk plaats.

4.1 Directe ophoging

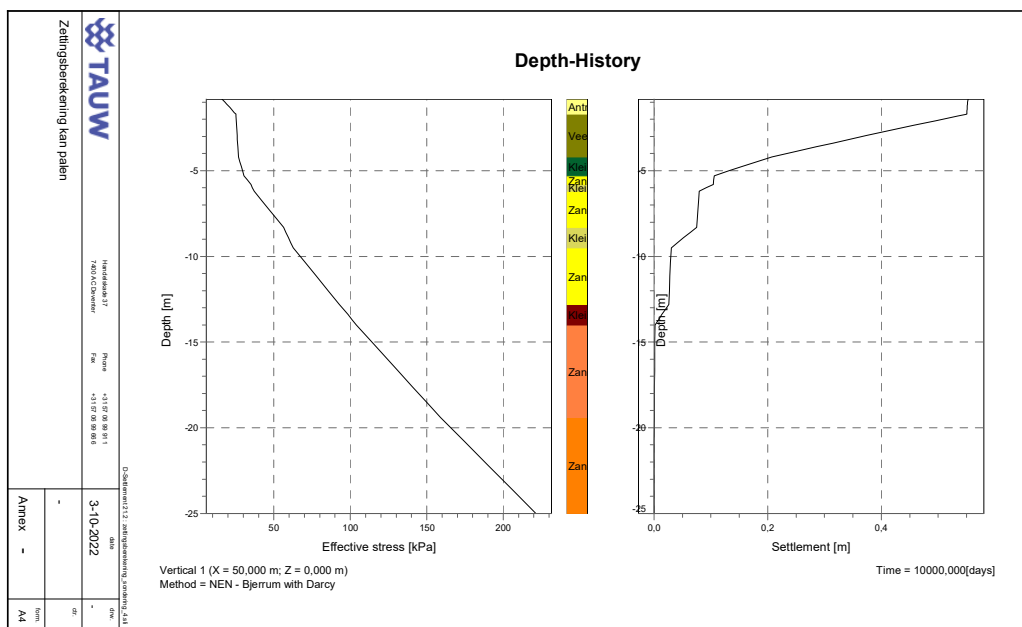
In figuur 4.1 is een visualisatie van het rekenmodel weergegeven. Het zettingsverloop over de tijd is in figuur 4.2 gepresenteerd, het zettingsverloop over de diepte is opgenomen in figuur 4.3.



Figuur 4.1 Visualisatie van de berekening in D-Settlement



Figuur 4.2 Zettingsverloop na aanbrengen leeflaag



Figuur 4.3 Zettingsverloop over de diepte 30 jaar na aanbrengen van de leeflaag

4.2 Overzicht resultaten

Een overzicht van de resultaten is opgenomen in onderstaande tabel. Zoals vermeld in paragraaf 3.3 is de restzettingseis 0,30 m. De tijd die benodigd is totdat er nog maar 0,10 m zetting optreedt is ook opgenomen in de tabel.

Tabel 4.1 Overzicht resultaten

Ontwerp	Eindzetting (na 30 jaar) [m]	Zetting na 1 jaar [m]	Restzetting na 1 jaar [m]	Tijd tot 0,10 m restzetting [dagen]
Directe ophoging (1 m) vanaf NAP -0,76 m	0,55	0,42	0,13	700

5 Conclusies en aanbevelingen

Uit de resultaten die hierboven gepresenteerd zijn blijkt dat na directe ophoging de eindzetting 0,55 m is. De restzetting na 1 jaar is 0,13 m en er zijn 700 dagen nodig om een restzetting van 0,10 m te behalen. Uit figuur 4.3 blijkt dat vrijwel de gehele zetting plaatsvindt in de slappe lagen (klei en veen). Hieruit valt te concluderen dat de dikte van de leeflaag in tact blijft. Het maaiveld zal ruim een halve meter zakken maar de leeflaag behoudt een dikte van 1 m.

Gezien de onzekerheid in de zettingsprognose wordt geadviseerd om de zettingen tijdens de uitvoering te monitoren met zakkaken (zodat indien nodig tijdig maatregelen getroffen kunnen worden).