

Notitie

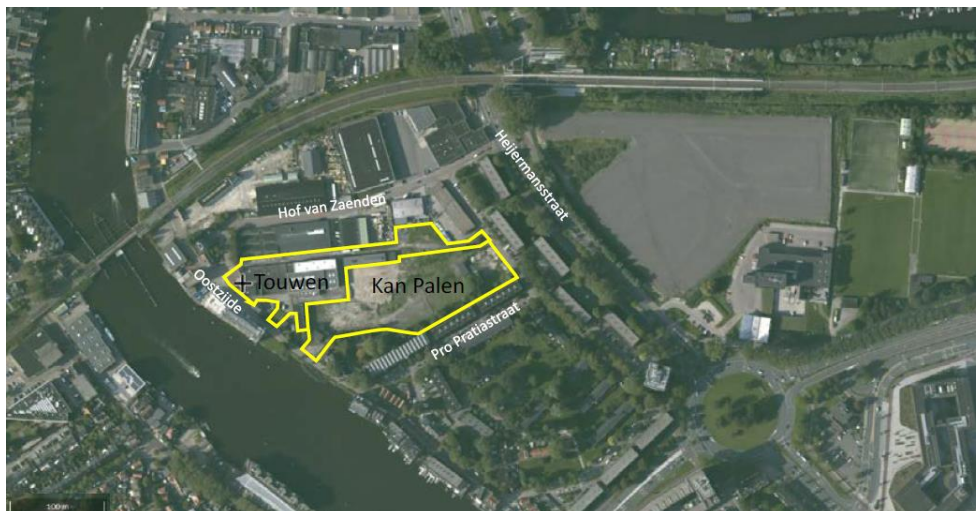
Contactpersoon	Rutger Bosmans
Datum	27 juli 2022
Kenmerk	N003-1276274RBS-V01-NL

Zettingsberekening Kan Palen Zaandam

1 Inleiding

De gemeente Zaanstad is van plan 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 bepalen van de zettingen die op zullen treden onder invloed van de ophoging.



Figuur 1.1 Overzicht van locatie van projectterrein.

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

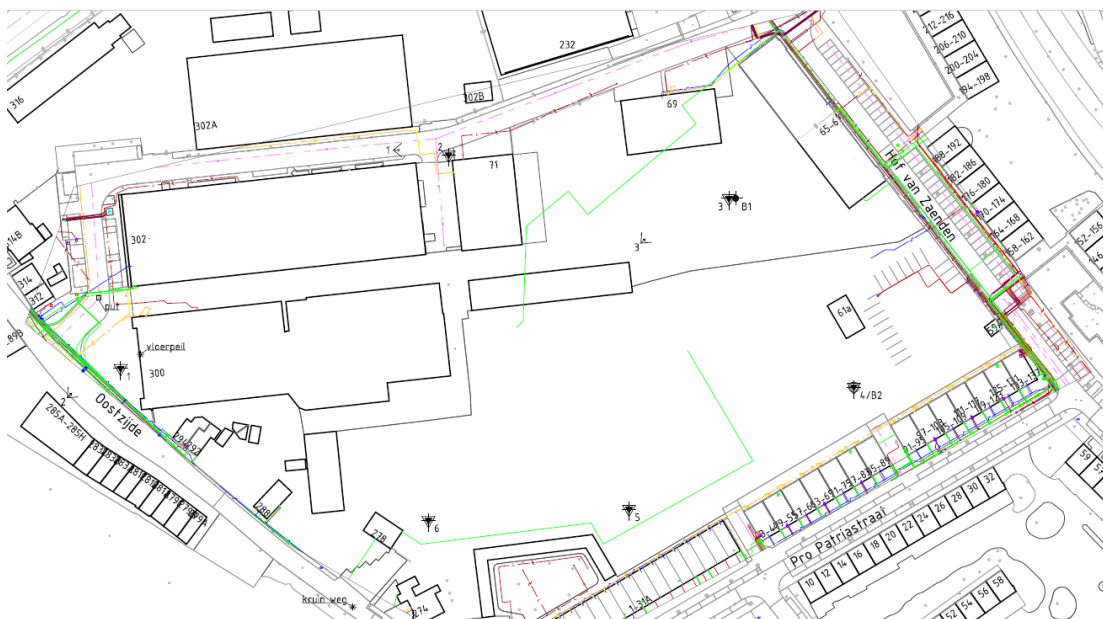
De volgende referenties zijn gebruikt bij het opstellen van de voorliggende notitie:

- [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: R001-1276274AAR-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 kN/m³ heeft. Dit zitten 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.

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

3.2 Grondwaterstand

Uit het bemalingsadvies [4] komt naar voren dat zowel de grondwaterstand als de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket NAP -1,4 m zijn. Dit wordt aangehouden in de berekening.

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.

Twee mogelijke manieren van het aanbrengen van de leeflaag worden behandeld:

1. De eerste optie is het direct aanbrengen van de leeflaag op het maaiveld.
2. De tweede optie is het eerst ontgraven van 2 meter onder maaiveld, dit vervolgens opvullen met zand waarna de leeflaag aangebracht wordt.

Het ophoog- en opvulmateriaal bestaat uit zand met onverzadigd volumegewicht van 18 kN/m^3 en een verzadigd volumegewicht van 20 kN/m^3 .

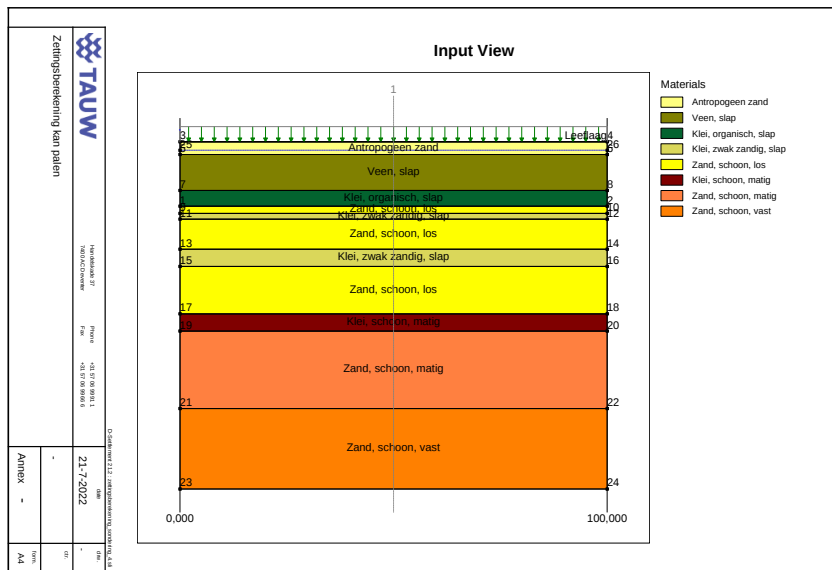
Er zal gerekend worden met D-Settlement versie 21.2, rekenmodel Bjerrum en consolidatiemodel Darcy.

4 Resultaten

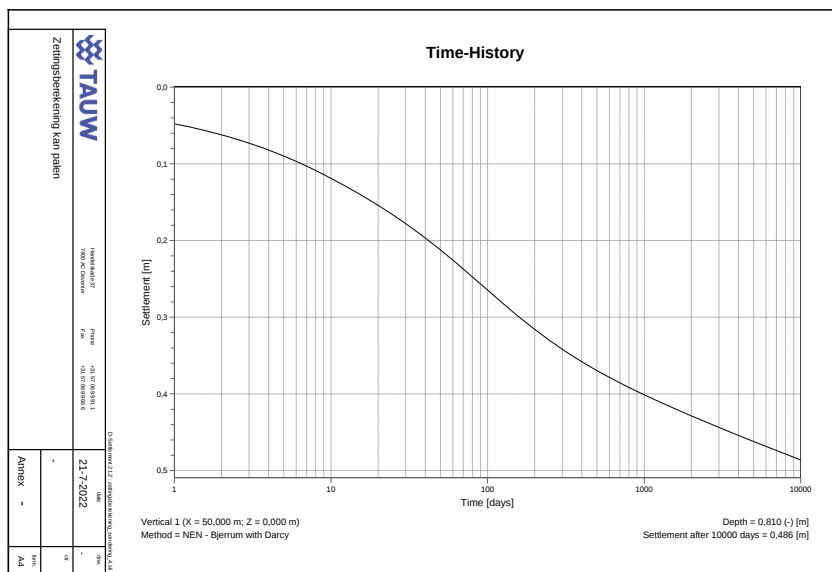
In dit hoofdstuk zijn de resultaten kort gepresenteerd. Een interpretatie van de resultaten vindt in het volgende hoofdstuk plaats.

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.

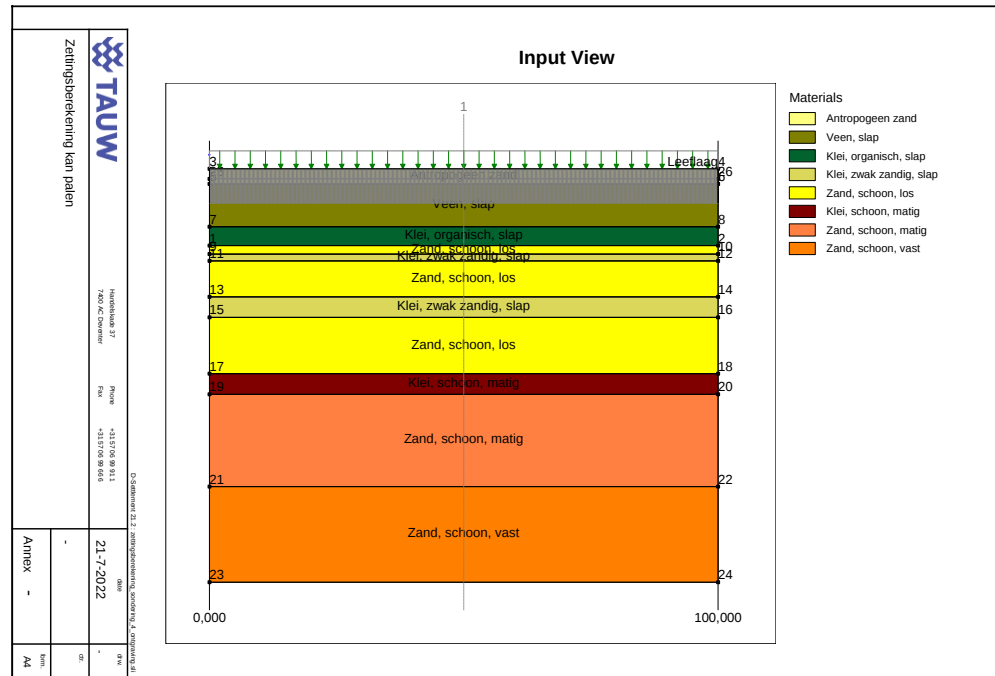


Figuur 4.1 Visualisatie van de berekening in D-Settlement.

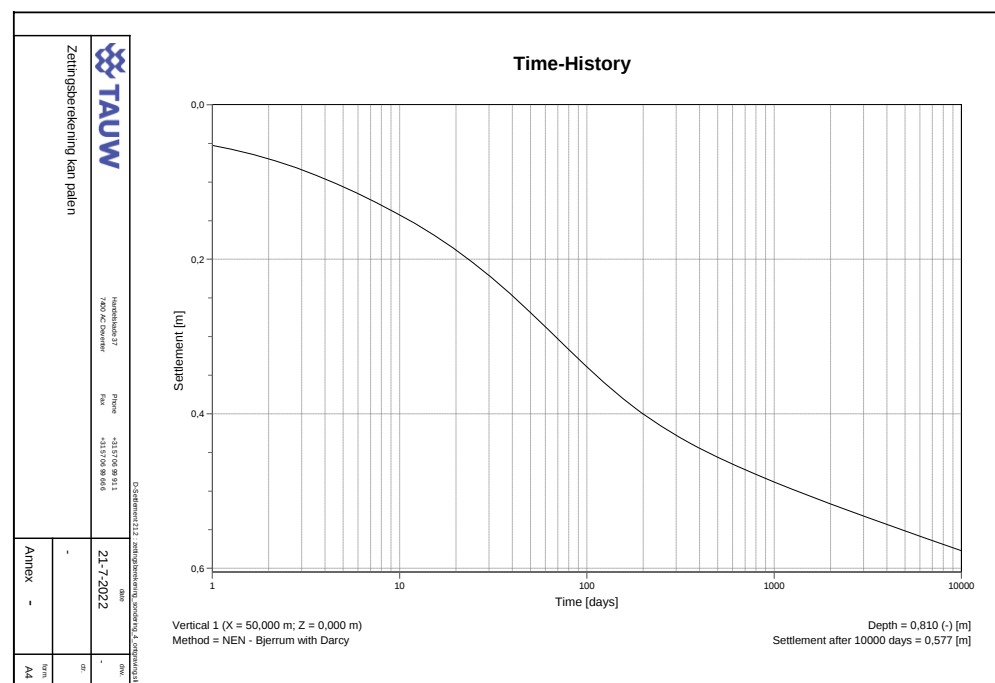


Figuur 4.2 Zettingsverloop na aanbrengen ophoging.

4.2 Ontgraving en ophoging



Figuur 4.3 Visualisatie van de zettingsberekening met ontgraving in D-Settlement.



Figuur 4.4 Zettingsverloop in het midden van de geometrie na ontgraven van eerste 2 meter en vervolgens ophoging.

4.3 Overzicht resultaten

Een overzicht van de resultaten is opgenomen in onderstaande 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	0,49	0,35	0,14	700
2 m ontgraving, opvulling en dan ophoging van 1m	0,58	0,44	0,14	790

5 Beschouwing

Uit de resultaten die hierboven gepresenteerd zijn blijkt dat na directe ophoging de eindzetting 0,49 m is. Indien er eerst ontgraven wordt, daarna de grond opgevuld wordt en dan ophoging toegepast wordt is de eindzetting 0,58 m.

De constatering dat de optie waarbij eerst ontgraven wordt leidt tot meer eindzetting kan worden verklaard doordat een deel van het veen vervangen wordt met zand. Het zand heeft een hoger volumiek gewicht waardoor een grotere belastingtoename (grotere toename van de korrelspanning) ontstaat dan in de situatie waarbij er direct opgehoogd wordt. Dit leidt tot meer zettingen. De ontgraving zorgt er echter wel voor dat de dikte van de veenlaag afneemt waardoor er minder veen aanwezig is dat kan samendrukken en dus tot zettingen kan leiden. De ontgraving zorgt dus aan de ene kant voor een grotere belastingtoename maar aan de andere kant voor een afname van de hoeveelheid veen. In het hier berekende geval heeft de toename van de effectieve korrelspanning een groter effect dan de dikte afname van de veenlaag waardoor er meer zettingen zijn. Er is een omslagpunt te definiëren op een nader te bepalen ontgravingsdiepte waarbij het effect van dikteafname van de veenlaag groter wordt dan het effect van de belastingtoename door de grondverbetering met zand, waardoor er dus minder eindzetting plaats zal vinden. Dit valt echter buiten de scope van deze notitie en is om die reden niet verder uitgewerkt.

Uit het overzicht van de berekeningen (tabel 4.1) blijkt dat, hoewel de eindzetting groter is indien er eerst ontgraven wordt, de restzetting na 1 jaar vrijwel gelijk is en dat het aantal dagen tot 0,10 m restzetting niet veel verschilt.