

RAPPORT

Waterhuishoud- kundig plan 380kV-station Breukelen

Analyse van de effecten op
water

Versie: 4.0

Status: Vrijgegeven

Datum: 02-11-2023

Kenmerk: D80-P-HS-RAP-23002761

Autorisatieblad

Waterhuishoudkundigplan 380kV-Station Breukelen

Analyse van de effecten op water

	Naam	Akkoord	Datum
Opgesteld door	Paul Dorst		02-11-2023
Gecontroleerd door	Marius de Nijs		02-11-2023
Vrijgegeven door	Gertjan van Manen		02-11-2023

Versiehistorie

Versie	Naam	Datum	Korte toelichting
1.0	Concept	21-09-2023	
2.0	Herzien	16-10-2023	
3.0	Vrijgegeven	20-10-2023	Onderbouwing maatregelen
4.0	Vrijgegeven	02-11-2023	Verwerking review

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Doel	3
1.3	Beleid en regelgeving	3
1.4	Proces	4
1.5	Leeswijzer	4
2	Achtergrond	5
2.1	Huidige situatie	5
2.2	Maaiveldhoogte	6
2.3	Watersysteem	6
2.4	Geohydrologische situatie	8
2.4.1	Bodemopbouw	8
2.4.2	Geohydrologie	9
2.4.3	Bodemdaling	9
3	Analyse effecten op water	11
3.1	Nieuwe situatie	11
3.2	Oppervlaktewater (kwantiteit)	12
3.2.1	Wateropgave en landschappelijke inpassing	12
3.2.2	Uitwerking wateropgave in relatie tot het risico voor opbarsten	14
3.2.3	Fasering van de uitvoeringswerkzaamheden	16
3.3	Oppervlaktewater (waterkwaliteit)	17
3.3.1	Watergangen naast het nieuwe terrein	17
3.3.2	KRW - watergangen	18
3.4	Grondwater	19
3.4.1	Ontwateringsdiepte	19
3.4.2	Kwel	19
3.5	Waterkering	19
3.6	Overstromingsrisico	20
3.7	Beheer en onderhoud	22
4	Samenvatting en procesafspraken	24
4.1	Samenvatting	24
4.2	Procesafspraken	24
	Colofon	25
	Bijlage 1 Verslag startoverleg 11-04-2023	26
	Bijlage 2 Verslag Watertoetsoverleg 12-05-2023	27
	Bijlage 3 Verslag Watertoetsoverleg 02-06-2023	28
	Bijlage 4 Controle gegevens opstellingshoogte 380kV station Breukelen (SVASEK Hydraulics, 2011)	29
	Bijlage 5 Verdieping Uitbreiding station TenneT opbarsting sloten 2.0	30

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het huidige hoogspanningsnetwerk is niet langer toereikend voor de groeiende vraag voor elektriciteit in de Provincie Utrecht. TenneT heeft Movares de opdracht gegeven voor het verrichten van een onderzoek naar de onderbouwing van een nieuw station en de locatiekeuze. Hieruit is de voorkeur gekomen om het bestaande hoogspanningsstation Kortrijk nabij Breukelen, uit te breiden. Aanleiding voor het volgen van de watertoets is dat de uitbreiding van het station invloed heeft op het watersysteem in een nu agrarische gebied.

1.2 Doel

Bij deze ruimtelijke ontwikkeling is het van belang om de waterhuishoudkundige aspecten van begin af aan mee te nemen in de planvorming. Om dat te waarborgen is een watertoets verplicht. Het doel van de watertoets is om een goede en evenwichtige afstemming tussen de waterbeheerder en de ruimtelijke plannen te bewerkstelligen en dient tevens als invulling voor het thema water in de ruimtelijke paragraaf. In de watertoets wordt bepaald of het ontwerp negatieve effecten heeft op de waterhuishouding en zo ja, in welke mate er compenserende dan wel alternatieve maatregelen kunnen worden getroffen.

Benodigde vergunningen worden niet met deze watertoets geregeld en zullen via daarvoor bedoelde procedures verkregen moeten worden. Wanneer een bemaling nodig is voor de bouwwerkzaamheden of bij ingrepen op de plaatselijke waterhuishouding (lozing / infiltratie of werkzaamheden in de buurt van een watergang), moeten in het kader van de Waterwet vergunningen/meldingen worden aangevraagd middels het Omgevingsloket.

1.3 Beleid en regelgeving

In het kader van het Besluit Ruimtelijke Ordening is het voor ruimtelijke ontwikkelingen sinds 1 november 2003 wettelijk verplicht een watertoets te verrichten. In de toelichting bij ruimtelijke besluiten en plannen, waarop bovengenoemd besluit van toepassing is, is het noodzakelijk een beschrijving te geven van de manier waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding.

Het waterbeleid in Nederland wordt van Europees niveau vertaald via rijks-, provinciaal en waterschapsbeleid, naar gemeentelijk beleid om samen de waterproblematiek in Nederland aan te pakken. Dit resulteert in de verplichting een watertoets uit te (laten) voeren. De voorschriften zijn vastgelegd in onder andere de Europese Kaderrichtlijn Water (22 december 2004, [1]) en zijn verder geïmplementeerd in het Rijksbeleid.

Daarnaast heeft het waterschap nog toegespitst beleid en beleidsregels op de verschillende aspecten uit het waterbeheersplan en heeft het waterschap een eigen verordening: de Keur [2]. Onderdeel van de Keur is de Legger. De legger geeft aan waar de waterstaatswerken liggen, aan welke afmetingen en eisen die moeten voldoen en wie onderhoudsplichtig is. De regels in de Keur hebben betrekking op het lozen, afvoeren, onttrekken of aanvoeren van grondwater en water uit sloten en andere watergangen. Iedereen die werkzaamheden uitvoert of activiteiten plant in of nabij waterlopen of waterkeringen, is onderhevig aan de Keur en bijbehorende Uitvoerings- en Beleidsregels. Als er niet aan de Algemene Regels kan worden voldaan dient er een vergunning te worden aangevraagd. De meeste werkzaamheden zijn minimaal meldingsplichtig.

Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) heeft de ambities om de waterdoelen van het gebied te bereiken, beschreven in het Waterbeheerprogramma 2022 – 2027 'Stroomopwaarts' [4]. Dit programma is ondersteunend aan de wettelijke kaders zoals hierboven beschreven en geeft een uitgebreider beeld voor een gebiedspecifieke aanpak.

1.4 Proces

Naar aanleiding van de *Beleidsregel bij de Keur Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden 2018* dient er afstemming te worden gezocht met de waterbeheerder voor ontwikkelingen met toename in verharding van meer dan 10.000 m². Deze afstemming heeft, voorlopig, plaatsgevonden in de vorm van een startoverleg en verschillende vervolg overleggen. De contactpersoon van HDSR is de heer A. van Spronsen, adviseur ruimtelijke adaptatie en omgevingswet. De verslagen van de eerste drie overleggen zijn opgenomen in de bijlagen 1, 2 en 3. Daarnaast heeft nog tweemaal afstemming plaatsgevonden.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de fysieke achtergrond van de projectlocatie beschreven. Hoofdstuk 3 licht de gevolgen van de uitbreiding toe van het hoogspanningsstation op de wateraspecten, conform HDSR *Handboek Water in ruimtelijke plannen* (2023, [3]). In hoofdstuk 4 zijn de bevindingen samengevat.

2 Achtergrond

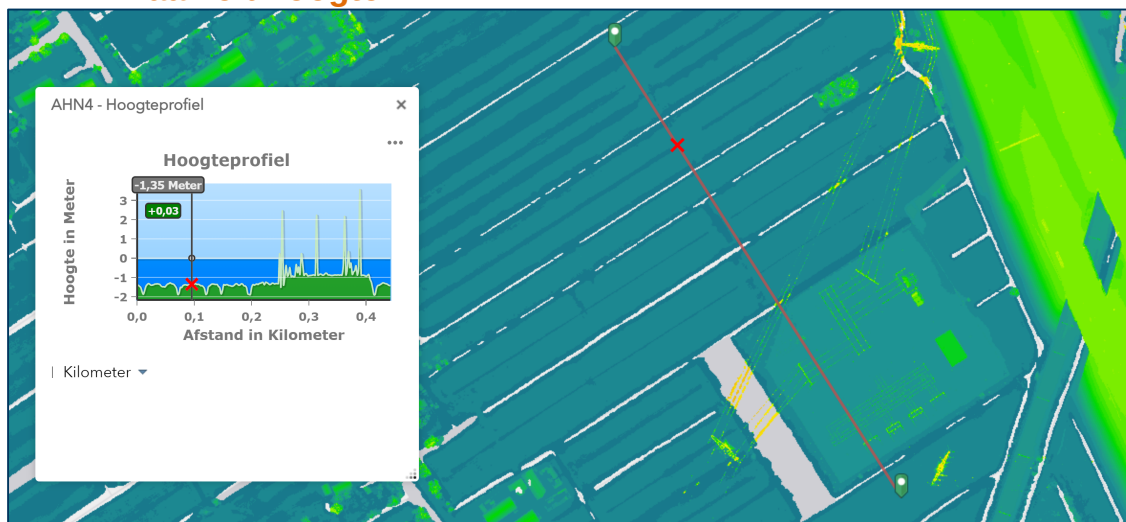
2.1 Huidige situatie

Het terrein van het huidige hoogspanningsstation heeft een oppervlak van ca. 22.000 m² en is gelegen ten westen van de A2 in een voormalig veenontginningsgebied (Figuur 1). Het station heeft aan de zuidwestzijde een waterlichaam van ca. 5.400 m² wat is aangelegd ten behoeve van de watercompensatie voor demping van watergangen en toename van verharding van het bestaande station.



Figuur 1: Locatie Hoogspanningsstation Breukelen

2.2 Maaiveldhoogte

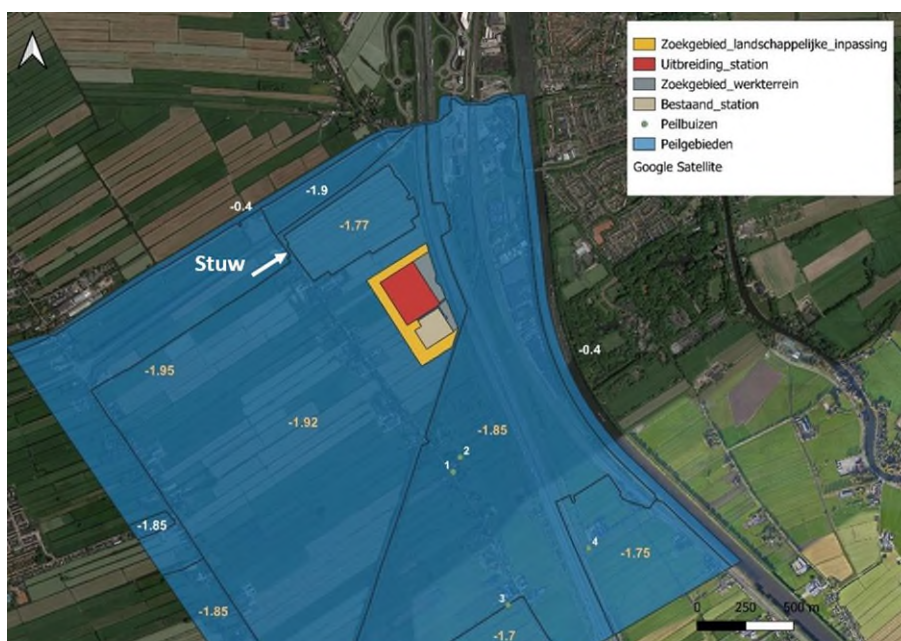


Figuur 2: Maaiveldhoogte [mNAP] huidige situatie [5]

Het maaiveld van het huidige station ligt op een niveau van circa NAP -0,85 m, dit is een kunstmatige verhoging ten opzichte van de weilanden in de omgeving. Het niveau van het omliggende maaiveld is ca. NAP -1,35 m (Figuur 2).

2.3 Watersysteem

De projectlocatie ligt in peilgebied (PG0400 / Tol_021 (Kortrijk Laag)) met een zomerpeil, hoogste peil, van NAP -1,92 m en wordt begrensd aan de noordoostzijde door PG2553 / Tol_22 (Kortrijk Hoog) met een zomerpeil van -1,85 m (Tabel 2, Figuur 3). Het waterpeil gedurende de winter staat voor beide peilgebieden 10 cm lager.



Figuur 3: Peilgebieden regio Breukelen. Waterpeil WIT vast peil en ORANJE zomerpeil, locatiepeilbuizen [6]

Het peilgebied heeft een oppervlak van circa 500 ha en ontvangt aan de zuidkant het aan- en afvoerwater uit de deelgebieden Gieltjesdorp en Otterspoorbroek. Aan de noordkant watert peilgebied Kortrijk af naar deelgebied Portengen. De afwatering van de polders Portengen en Kortrijk loopt via aparte hoofdwatgangen. Middels de stuw Kortrijk kan de verdeling van de waterafvoer uit de polders Portengen en Kortrijk worden beïnvloed. Deze stuw is een (automatisch) peilscheidend en peilregulerend waterschapskunstwerk. Indien nodig kan het water uit de polders Portengen en Kortrijk hierdoor afwisselend naar gemaal De Tol gestuurd worden. In een gemiddeld jaar moet er in Kortrijk zowel water worden ingelaten als afgevoerd. Inlaten van water gebeurt vooral in de zomer om het water op peil te houden. In droge perioden stroomt een beetje water over de stuw, zodat het peil niet uitzakt. Hierdoor is er ook doorspoeling van de hoofdwatgang.

Afvoer van water gebeurt in tijden van neerslag. De neerslag die op de percelen valt, infiltreert voor een deel en komt dan vertraagd tot afvoer.

De watgangen in het gebied dienen voor twee doeleinden, aan- en afvoer van water en het beheersen van de grondwaterstand. Bij demping van watgangen vervallen beide functies en dienen compenserende maatregelen te worden getroffen. In de huidige situatie zijn verschillende tertiaire watgangen gedempt ten behoeve van het bestaande HS-station. Ten zuidwesten van het huidige station is een waterlichaam gegraven dat de toename van verharding en de afname van bergingscapaciteit (vanwege te dempen watgangen) compenseert.



Figuur 4: Watersysteem – Oppervlaktewatgangen [6]

Ten noordwesten van het plangebied zijn Kader Richtlijn Water (KRW) – watgangen aanwezig (Figuur 5). Deze KRW – watgangen liggen ten noorden van de stuw, in deelgebied Portengen. Een groot deel van het jaar watert het plangebied via een KRW – watgang af naar het gemaal (via deelgebied Portengen), in droge perioden wordt er via de KRW – watgang water ingelaten.

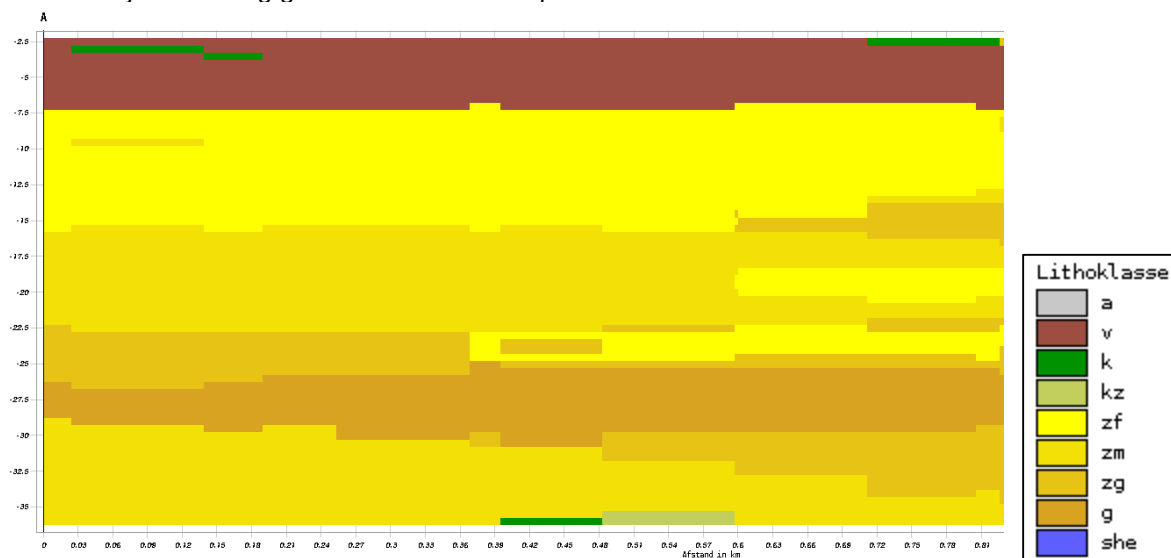


Figuur 5: KRW-watergangen deelgebied Portengen

2.4 Geohydrologische situatie

2.4.1 Bodemopbouw

Om inzicht te krijgen in de bodemopbouw is gebruik gemaakt van het ondergrondmodel GeoTOP v1.5 van DinoLoket (figuur 5 en tabel 1). Hieruit is afgeleid dat vanaf maaiveld een veenpakket aanwezig is, met een dikte van circa vijf meter. Onder het veenpakket bevindt zich een pakket met voornamelijk zand met een fijne tot matig grove fractie. Dit zandpakket reikt tot een niveau van ca. NAP -30 m.



Figuur 6: Bodemopbouw dinoloket, meest waarschijnlijke lithoklasse [7].

Tabel 1: Geologische eenheid en lithoklasse

Diepte [t.o.v. NAP]		Formatie	Watervoerend	Grondsoort
van	tot			
ca. -1,35 m	-7,5 m	Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket	Scheidende laag	Veen
-7,5 m	-11 m	Formatie van Boxtel	1 ^{ste} watervoerende laag	Zand, zeer fijn tot matig grof
-11 m	-26 m	Formatie van Kreftenheye en Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen		Zand, matig grof tot grof.
-26 m	-31 m	Formatie van Urk		Zand, grof.

2.4.2 Geohydrologie

2.4.2.1 Freatisch pakket (grondwaterstand)

Er zijn onvoldoende peilbuisgegevens beschikbaar nabij de projectlocatie om de grondwaterstand aan de hand hiervan te bepalen. De projectlocatie ligt in een poldergebied met een beheerst peil van NAP -1,92 m tot NAP -2,02 m, het is aannemelijk dat de grondwaterstand enkele decimeters hoger ligt dan dit polderpeil.

De grondwaterstroming in het freatische pakket is beperkt door de lage doorlatendheid. Daarnaast wordt deze beïnvloed door lokale omstandigheden zoals bodemopbouw en ligging van waterlopen.

2.4.2.2 1^e watervoerend pakket (stijghoogte)

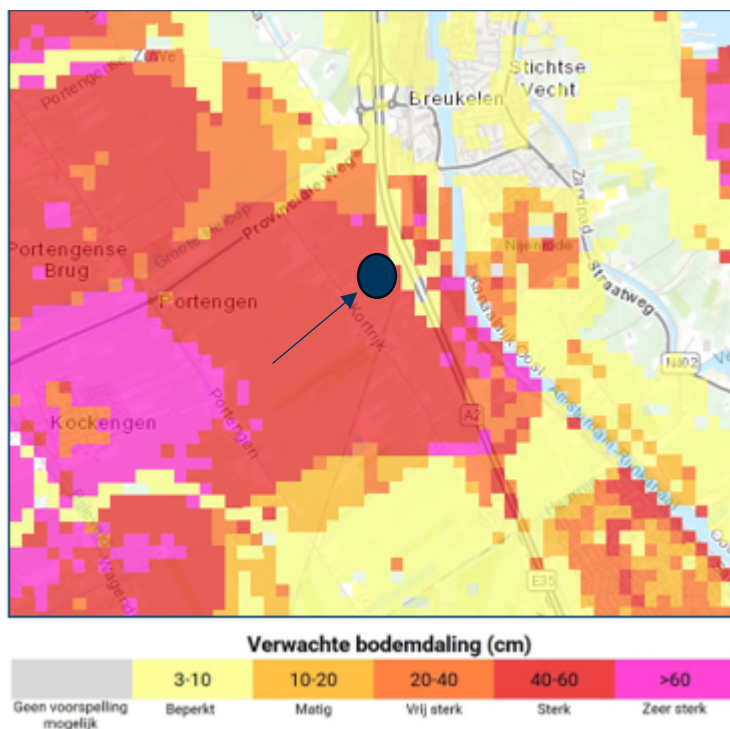
De peilbuisgegevens van Grondwatertools.nl zijn gebruikt voor het bepalen van de stijghoogtes. De gemiddeld hoogste stijghoogte (GHS) in het 1^e wvp is ingeschat op circa NAP -1,70 m (Tabel 2). De grondwaterstroming in het 1^e watervoerende pakket is voornamelijk noordelijk gericht.

Tabel 2: Waterstanden

	Bron	Waterstanden (t.o.v. NAP)				
		Filter diepte [mNAP]	Locatie (Figuur 3)	GWS [mNAP]	Hoogste stand [mNAP]	Laagste stand [mNAP]
Stijghoogte	GW-tools	-23,40/-24,40 -3,51/-4,51 -10,40/-12,40	1 2 3	-1,67 (p50) -1,78 -1,68	-1,63 (p90) -1,72 -1,68	-1,73 (p10) -1,83 -1,60
Peilgebied	HH De Stichtse Rijnlanden		PG0400 PG2553 PG2555 PG0402 PG0399	-1,92 /-2,02 -1,85 /-1,95 -1,77 /-2,02 -1,95 /-2,05 -1,75 /-1,85		

2.4.3 Bodemdaling

Zoals beschreven in de voorgaande paragrafen bestaat de toplaag voornamelijk uit veen. Het veen kan boven de grondwaterstand door oxidatie afbreken, als gevolg daarvan daalt het maaiveld. Verlaging van de grondwaterstand, door peilverlaging of vanwege natuurlijke omstandigheden, kan dit proces versnellen. Het belasten van de veenlagen kan ook zorgen voor bodemdaling. In onderstaande figuur is de verwachte bodemdaling weergegeven voor de polder Kortrijk, de projectlocatie van de uitbreiding (Klimaat-effectatlas.nl). Met een gewenste levensduur van 50 jaar voor de uitbreiding is de bodemdaling tot het jaar 2100 weergegeven. De verwachting voor een laag scenario (peilfixatie en beperkte klimaatverandering) is een matig tot vrij sterke bodemdaling van ~0,3 cm/jaar. Voor een hoog scenario (peilindexatie en sterke klimaatverandering) kan een vrij sterke tot sterke bodemdaling van ~0,6 cm/jaar worden verwacht. (Figuur 7).



Figuur 7: Verwachte bodemdaling 2100 - scenario hoog, locatie HS-station (BLAUW, pijl) [8].

3 Analyse effecten op water

3.1 Nieuwe situatie

De uitbreiding van het hoogspanningsstation zal ten noordwesten van het huidige station worden gerealiseerd en beslaat bijna vijf hectare. Transformatoren, schakelaars en aansluitvelden van inkomende hoogspanningslijnen zijn op elkaar aangesloten door middel van rails. De rails van het bestaande station moeten worden uitgebreid, dit kan enkel worden gedaan op hetzelfde niveau als het bestaande station. Om deze reden wordt het maaiveld van de uitbreiding op hetzelfde niveau als het bestaande station aangelegd. Voor de ontwerphoogte van het maaiveld voor de uitbreiding van het hoogspanningsstation wordt dan ook NAP -0,85 m aangehouden. Gebouwen en wegen kunnen op een hoger niveau worden aangelegd indien dit de toekomstbestendigheid van het station kan verbeteren (zie paragraaf 3.6).

Een globale inrichting van het terrein is weergegeven in Figuur 8 waarbij onderscheid is gemaakt tussen het huidige station, en de oppervlaktes die worden aangelegd, dan wel verhard of half-verhard. De verhardingsbalans en verdere details van het ontwerp zijn weergegeven in paragraaf 3.2, Figuur 9 en Figuur 10.

In de nieuwe situatie worden de volgende zaken gewijzigd:

- Terrein van het station wordt met ruim 46.000 m² uitgebreid ter plaatse van weiland;
- Een tijdelijk werkterrein wordt gerealiseerd ter plaatse van weiland;
- Verschillende tertiaire watergangen worden gedempt in peilgebied "De Tol";
- Watergangen worden aangepast ten behoeve van de watercompensatie.



Figuur 8: Plattegrond huidige situatie hoogspanningsstation en contouren nieuwe situatie

3.2 Oppervlaktewater (kwantiteit)

3.2.1 Wateropgave en landschappelijke inpassing

De watergangen die bij de uitbreiding van het station waarschijnlijk worden gedempt (Figuur 5 en Figuur 9), gedeeltelijk of in zijn geheel, zijn weergegeven in Tabel 3. In totaal wordt er circa 3.200 m² watergang gedempt, deze moeten 1:1 worden gecompenseerd. De verhardingen dienen voor minimaal 15% te worden gecompenseerd [3].

Tabel 3: Te dempen watergangen

Watergang benamingen			
LE069157	LE069190	LE069492	LE069548
LE069177	LE069486	LE069491	LE069478
LE069496	LE069195	LE069503	
LE069178	LE069479	LE069529	

Samen met de compensatiemaatregelen voor de toename in verharding van de uitbreiding zal er nieuw oppervlaktewater moeten worden gerealiseerd. De inrichting voor landschappelijke inpassing en watercompensatie opgave is weergegeven in Figuur 9. De landschappelijke uitbreiding heeft een oppervlak van 52.561 m². In Figuur 10 is het VO (v28-08-2023) voor de verharding en inrichting van de uitbreiding weergegeven, details voor een definitief ontwerp kunnen hierin afwijken. Het oppervlak dat verhard of half-verhard wordt ingericht, en de compensatieopgave zijn samengevat in Tabel 4.

De opgave voor watercompensatie voor de bestaande ontwikkeling en voor de uitbreiding is in de verhardingsbalans/ compensatieopgave als één geheel beschouwd. De bestaande waterpartij voor watercompensatie wordt immers ook heringericht. Zodoende kan er beter rekening worden gehouden met het functioneren van het watersysteem en het borgen van de waterkwaliteit. Bovendien is in de huidige situatie circa 30% compensatie voor verharding en slootdemping toegepast, bijna het dubbele van wat vereist is.

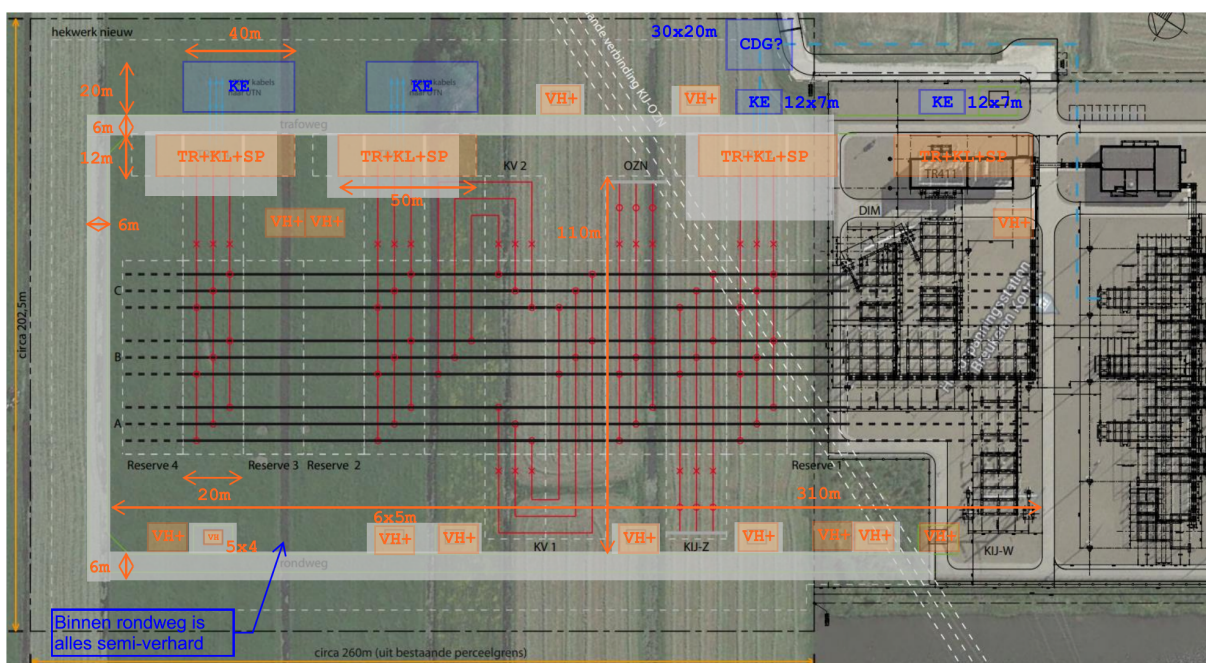
Tabel 4: Verhardingsbalans hoogspanningsstation bestaand en uitbreiding

Oppervlakte	Oppervlakte [m ²]	Te compenseren [m ²]	Wateroppervlak [m ²]
Uitbreiding			
- Verharding	10.520	10.520	
- Half-verharding*	31.124	31.124	
- Onverhard	4.628	0	
- Totaal	46.272	41.644	6.246
Slootdemping uitbreiding	3.218	3.218	3.218
Slootdemping landschap	8.074	8.074	8.074
Totaal			17.538

*In een vorige versie van de watertoets (v21-09-2023) werd tevens gesproken over het inrichten van het terrein met half-verharding. De half-verharding zou de watercompensatieopgave naar beneden kunnen brengen, door als bergende voorziening te functioneren. Door voortschrijdend inzicht is besloten om af te stappen van de watercompenserende functie van de half-verharding doordat het niet realistisch uitvoerbaar is.



Figuur 9: Concept SO Watercompensatie, landschappelijke inpassing en uitbreiding station, ORANJE uitsnede Figuur 8.



Figuur 10: Verhardingsopgave uitbreiding hoogspanningsstation Breukelen-Kortrijk. v28-08-2023, zonder landschappelijke inpassing (NB maatvoering niet op schaal).

Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden heeft tevens aangegeven dat de inrichting van watercompensatie met aandacht voor het functioneren van het watersysteem en in samenspraak met de gebiedsbeheerder dient te worden gerealiseerd (Verslag_Watertoetsoverleg_12-05-2023). Om deze reden heeft het Hoogheemraadschap deelgenomen aan een van de omgevingssessies voor landschappelijke inpassing te Breukelen. In samenwerking met de andere aanwezige partijen is het SO (Figuur 9) opgesteld, waarbij tevens rekening is gehouden met deze aandachtspunten.

3.2.2 Uitwerking wateropgave in relatie tot het risico voor opbarsten

Naar aanleiding van de achtergrondanalyse van de geohydrologische situatie en gesprekken met HDSR is naar voren gekomen dat er mogelijk een risico voor opbarsten bestaat. Bovendien is er een onderzoek verricht naar risico's voor opbarsten in polder Kortrijk, de polder van de projectlocatie, door Deltares [9]. Uit dit onderzoek en indicatieve berekeningen [Bijlage 5] is naar voren gekomen dat het risico voor opbarsten, rekenkundig, groot tot zeer groot is voor zowel de slootbodems als het maaiveld.

Om de situatie niet te verergeren dienen er maatregelen te worden genomen voor de realisatie van het station en de watercompensatie. De maatregelen dienen in de ontwerpfase, de realisatie en tijdens beheer en onderhoud van de landschappelijke inpassing te worden meegenomen.

Aan de hand van dit onderzoek en aanvullende geotechnische berekeningen zijn verschillende maatregelen rekenkundig getoetst en toegelicht in een door Movares opgestelde memo [Bijlage 5]**, deze bijlage is een verdieping van de memo opbarsten [10]. De maatregelen zijn hieronder beschreven.

3.2.2.1 Maatregelen tegen opbarsten

In het ontwerp is rekening gehouden met het risico voor opbarsten door de waterdiepte in de watergangen maximaal 0,6 m diep te maken, net zoals de watergangen in de huidige situatie. Daarnaast is de slootbreedte van de watercompensatie niet groter dan ca. 9 m. De slootbodem wordt verzwaaard door middel van bijvoorbeeld steenslag op geotextiel om genoeg neerwaartse druk te creëren waarmee opbarsten kan worden voorkomen. Deze toename in neerwaartse druk leidt echter tot zetting van het veenpakket. Er zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd om inzicht te krijgen in het evenwicht van aanvullend neerwaartse druk en samendrukking van het veenpakket.

Tabel 5: Methoden ter voorkoming van opbarsten*

Nr.	Doel	Methode
1	- Minimale dikte steenslag voor bereiken opbarstindex 1.0 bij aanvang werkzaamheden. - Geen waterberging bij aanvang werkzaamheden. - Minimale slootdiepte bij eindsituatie.	- Afgraven watergang tot NAP -2,55 m en aanbrengen van 0,75 m steenslag. Slootbodem na realisatie watergang: NAP -1,80 m. - Geen waterberging bij afronding watergang realisatie. - Opbarstindex > 1.0. Slootbodem na 180 dagen (zettingstijd): NAP -2,65 m; waterdiepte 0,60 m. Watersysteem functioneel.
2	- Minimale afgraving voor 0,30 m waterberging voor bij aanvang werkzaamheden. - Opbarstindex 1.0 bij aanvang werkzaamheden.	- Afgraven watergangen tot NAP -3,50 m en aanbrengen van 1,15 m steenslag. Slootbodem na realisatie watergang: NAP -2,32 m - 0,30 m waterberging bij aanvang werkzaamheden. - Opbarstindex = 1.01. Slootbodem na 180 dagen (zettingstijd): NAP -3,25 m; waterdiepte 1,25 m. Watersysteem functioneel.
3	- Bij aanvang werkzaamheden 0,60 m waterdiepte en volledig functionerend watersysteem. - Opbarstindex 1.0 na realisatie watergang	- Afgraven watergang tot NAP -3,75 m en aanbrengen van 1,10 m steenslag. Slootbodem na realisatie watergang: NAP -2,65 m. - 0,60 m waterberging na realisatie watergang. (watersysteem functioneel), - Opbarstindex = 1.0. Slootbodem na 180 dagen (zettingstijd): NAP -3,50 m; waterdiepte 1,50 m bij aanvang werkzaamheden

*Voor de details van de berekeningen en uitvoering van de realisatie van de maatregelen tegen opbarsten, zie [Bijlage 5].

Uit het overleg *Afstemmen Opbarsten Breukelen-Kortrijk 17-10-2023* is naar voren gekomen dat de eerste methode de voorkeur heeft voor de realisatie. Doordat er bij deze methode de ontgraving tot een minimum wordt beperkt heeft het in de uitvoeringsfase het laagste risico met betrekking tot opbarsten. Bovendien is er bij deze methode het minste steenslag nodig om een opbarstindex groter dan 1,0 te halen. Het HDSR stelt dat een ontwikkeling pas kan worden gerealiseerd als de watercompensatie gereed is. In de voorkeursmethode wordt hier van afgeweken.

De watergangen worden in twee fasen aangelegd (zie onderstaande subparagraaf). Door de neerwaartse druk afkomstig van de steenslag (met het geotextiel) op de slootbodem, zal de onderliggende veenlaag gaan consolideren en daarmee samendrukken. Dit heeft tot gevolg dat de slootbodem (inclusief steenslag) in de loop van de tijd zal zakken. Hierdoor heeft de slootbodem (en daarmee de waterdiepte) pas na een zettingsperiode van circa 180 dagen de gewenste diepte bereikt, waarna de fysieke watercompensatie gereed zal zijn.

3.2.2.2 Maatregelen tegen opbarsten tijdens de uitvoering

Het huidige maaiveld en slootbodem voldoet niet aan opbarsten, dit vormt een risico tijdens de uitvoering van zowel het HS-station als de watercompensatie. Omdat er in de huidige situatie al niet wordt voldaan aan opbarsten kan het risico niet worden weggenomen voor de uitvoering, wel worden onderstaande maatregelen getroffen om het risico tijdens de uitvoering zo veel mogelijk te beperken.

1. De landschappelijke inpassing (Figuur 9 & Figuur 11) wordt, samen met de uitbreiding van het HS-station en de sloten voor de watercompensatie, gefaseerd gerealiseerd;
2. Het ontgraven van de sloten moet met zo min mogelijk verstoring van de bodem worden uitgevoerd (trillingen worden zoveel mogelijk beperkt)
3. De watergangen hebben een breedte van maximaal ca. 9 m¹.
4. Steenslag (of vergelijkbaar) wordt bij het aanbrengen gelijkmatig en gefaseerd verdeeld over de slootbodem.
5. Continue visuele inspectie om welvorming te spotten.

3.2.2.3 Maatregelen beheer en onderhoud tegen opbarsten

Voor het onderhoud van de landschapszone dient er met materieel te worden gewerkt die de cohesie van de bodem niet verslechterd. Hiervoor kan het materieel worden uitgerust met last spreidende banden, ook wel dubbel-lucht genoemd. De watergangen worden varend onderhouden, zie paragraaf 3.7 Beheer en onderhoud.

3.2.2.4 Samenvatting van de maatregelen tegen opbarsten

Bovenstaande is kort samengevat in onderstaande Tabel 7.

Tabel 6: Maatregelen en risico's realisatie

Activiteit	Risico	Maatregel
Ontwerp: landschappelijke inpassing en watercompensatie	Opbarsten	Beperken waterdiepte, beperken slootbreedte
Ontwerp: landschappelijke inpassing en watercompensatie	Opbarsten	Slootbodem beperkt afgraven om vervolgens te verzwaren met steenslag.
Uitvoering: Graven watergangen	Opbarsten	Gefaseerd uitgraven, trillingsarm werken.
Uitvoering: Graven watergangen	Welvorming	Continue visuele inspectie
Uitvoering: Ophogen, bouwrijp maken nieuwe locatie	Opbarsten	Ophoging gefaseerd uitvoeren en/of over langere periode uitspreiden.
Uitvoering: Inrichting nieuwe locatie	Opbarsten	Werkzaamheden zoveel mogelijk trillingsarm uitvoeren
Beheer: Watergangen	Opbarsten	Ophogen van maaiveld met zand.
Beheer: Watergangen	Opdrijven van veeneilanden	Aanbrengen van steenslag bij realisatie.

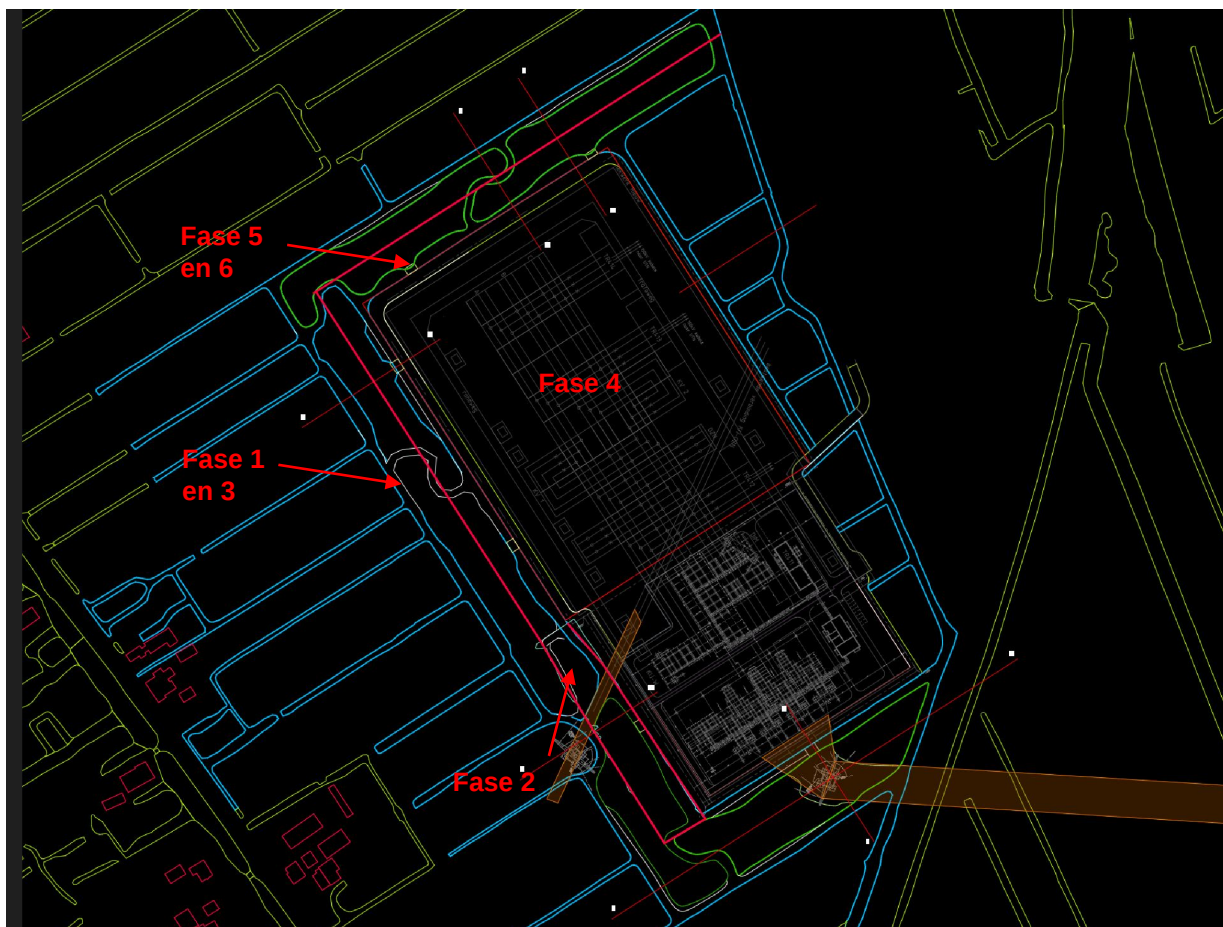
3.2.3 Fasering van de uitvoeringswerkzaamheden

De fasering van de landschappelijke inpassing, realisatie van de watercompensatie en de uitvoering van het HS-station uitbreiding is in Tabel 6 beschreven. De doorlooptijd van de fases is afhankelijk van de gewenste zettingsperiode, dit zal in de DO fase moeten worden bepaald.

Tabel 7: Fasering Uitvoering Landschappelijke inpassing, realisatie watercompensatie en uitvoering uitbreiding 380kV-station

Fase	Activiteit	Risico beperking
1	De watergang aan de buitenzijde (zijde die zichtbaar is voor de omgeving) wordt bij aanvang van de ontwikkeling gerealiseerd. Na ca. 180 dagen is de veenlaag voldoende geconsolideerd zijn voor een waterdiepte van 0,60 m. Hiermee is een groot deel van het watersysteem in functie gebracht en een groot deel van de watercompensatie ingevuld alvorens wordt gestart met de werkzaamheden van de uitbreiding van het HS-station.	
2	Het waterlichaam aan de zuidwestzijde en de watergangen aangrenzend aan het terrein voor uitbreiding worden tijdelijk, dan wel permanent, gedempt (1a, [Bijlage 5]).	
3	Het creëren van de landschappelijke zone 1 [12]: De totale zone wordt ca. 50 m breed. De buitenste 25 m wordt in deze fase gerealiseerd.	
4	In deze fase wordt gestart met de voorbelasting van het terrein voor de uitbreiding van het HS-station. In Bijlage 5 is aandacht gevraagd voor de wijze van voorbelasting, specifiek voor het dempen van de watergangen die direct tegen de uitbreiding aan liggen. De precieze wijze van voorbelasting moet in de DO fase nader worden bepaald, als ook een notitie voor het bouwrijp maken. Als het terrein bouwrijp is kan worden gestart met de bouw van het station.	
5	De watergang aan de binnenzijde, de overige watercompensatie, (zijde direct tegen de uitbreiding van het hoogspanningsstation aan) wordt gerealiseerd tijdens de bouw van het station.	
6	Creëren landschappelijke zone 2 [12]: De binnenste 25 m van de landschapszone wordt gerealiseerd. In deze fase kan de plas-draszone in zone 1 van de landschappelijke inrichting worden gecreëerd. De waterbodem is dan voldoende gezakt en kan worden aangevuld met veen en/of klei tot er ten minste een waterdiepte van 0,30 m resteert. De plas-draszone voor de landschappelijke zone 2 kan na de periode van zetting worden gecreëerd.	

Tijdens de graafwerkzaamheden dient een voortdurende visuele inspectie plaats te vinden van het eventueel optreden van nieuwe welvorming. Bij constatering van welvorming dienen de werkzaamheden direct te worden stopgezet en moet in overleg met het bevoegd gezag worden bepaald wat de vervolgacties zijn.



Figuur 11: Fasering landschappelijke inrichting

3.3 Oppervlaktewater (waterkwaliteit)

3.3.1 Watergangen naast het nieuwe terrein

De herinrichting heeft tot gevolg dat agrarisch gebied wordt omgezet naar een terrein met een trafostation en landschap. De grootste bron van de voedingsstoffen (nutriënten) in het oppervlaktewater van de polder (75 tot 80%) is uit- en afspoeling van de agrarische percelen (bron: Toelichting wijziging peilbesluit De Tol, HDSR, 2019). Als gevolg van de herinrichting zal het oppervlak agrarisch gebied afnemen met ongeveer 10 ha, en daarmee zal de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten in het gebied afnemen. Dit heeft een positief effect op de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Het terrein van het HS-station wordt zeer extensief gebruikt. Alleen tijdens onderhoudswerkzaamheden van het station zijn er activiteiten op het terrein. De gebouwen en transformatorhuizen worden ingericht met een bodembeschermende voorziening (vloei-stofdichte vloer) om bodemverontreiniging te voorkomen, zoals dit ook voor de huidige installatiegebouwen is toegepast.

De daken worden gemaakt van materiaal dat niet uitloogbaar is. Het afstromende hemelwater zal dan ook geen verontreinigingen bevatten. Dit water wordt direct afgevoerd naar het oppervlaktewater.

De half-verharding op het binnenterrein zorgt voor infiltratie van neerslag waardoor deze niet direct afstroomt naar het oppervlaktewater. Een deel van de neerslag die terecht komt op de verharding van de onderhoudsweg, stroomt via een berm (met een breedte van 3 á 4 m), af naar het oppervlaktewater.

Een deel van de neerslag zal infiltreren in de bodem. De berm zorgt voor filtering van het afstromende water zodat eventuele verontreinigingen niet in het oppervlaktewater terecht komen.

De uitbreiding van het station zal op een gelijke wijze als het huidige station worden ingericht en geen- tot zeer geringe impact hebben op de waterkwaliteit door de genomen en te nemen maatregelen.

3.3.2 KRW - watergangen

Ten noordwesten van het plangebied zijn KRW–watergangen aanwezig (Figuur 5). Deze KRW – watergangen liggen ten noorden van de stuw, in deelgebied Portengen. Een groot deel van het jaar watert het plangebied via een KRW – watergang af naar het gemaal (via deelgebied Portengen), in droge perioden wordt er via de KRW – watergang ten noorden van de stuw, water ingelaten.

Verandering kwelstroming

Bij een toename van het oppervlak open water kan de totale opwaartse stroming (kwel) vanuit het 1^e watervoerende pakket naar het oppervlaktewater toenemen en daarmee leiden tot een verandering van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Dit is afhankelijk van de inrichting van het gebied.

In de toekomstige situatie is er sprake van een verhoogd terrein met een trafostation, dit terrein heeft een oppervlak van 46.272 m² (tabel 4). In dit gebied wordt het oppervlaktewater gedempt en zal de grondwaterstand hoger zijn dan in de huidige situatie. Door deze hogere grondwaterstand zal er geen sprake meer zijn van een opwaartse grondwaterstroming (kwel). Het nieuwe landschap krijgt een oppervlak van 52.561 m², in dit gebied wordt 8.074 m² oppervlaktewater gedempt en wordt 17.538 m² oppervlaktewater teruggebracht (tabel 4).

Alle nieuwe watergangen krijgen een verzwaarde bodem waardoor de onderliggende veenbodem wordt samengedrukt; hierdoor neemt de doorlatendheid van het veen weliswaar af, maar de dikte van het veen neemt ook af. Wanneer wordt aangenomen dat de doorlatendheid recht evenredig afneemt met de dikte van het veen, dan blijft de weerstand van het veen gelijk en daarmee blijft ook de opwaartse grondwaterstroming (per m²) gelijk. Omdat de omvang van het oppervlaktewater toeneemt met 117 % zal ook de kwel in dit gebied met dit percentage toenemen. Echter, vanwege de toepassing van plas/draszones zal deze toename minder zijn: de weerstand van de veenlaag ter plaatse van de plas/draszones is namelijk hoger dan bij de watergangen zelf. In iets minder dan de helft van het totale gebied (het nieuwe trafostation) neemt de huidige kwel af tot 0. Op grond hiervan wordt verwacht dat de herinrichting van het gebied leidt tot een toename van de kwelstroming in het plangebied van maximaal 15 %. Aangezien het plangebied met een oppervlak van circa 10 ha maar voor een klein deel bijdraagt aan de totale kwelafvoer in polder Kortrijk (grootte circa 500 ha), kan er een zeer beperkte toename van de kwel optreden.

Het kwelwater in het gebied bevat ijzer, de gehalten ijzer in het 1^e watervoerende pakket variëren van 5 tot 15 mg/l (bron: Grondwatertools.nl). IJzerrijk kwelwater dat in het oppervlaktewater terecht komt, kan reageren met fosfaat dat aanwezig is in het oppervlaktewater (afkomstig van agrarische percelen). Dit kan leiden tot neerslag van fosfaat, dit is positief voor de waterkwaliteit. Kanttekening hierbij is dat het ijzer voortijdig kan neerslaan in de waterbodem. Voorzichtigheidshalve wordt gesteld dat een lichte toename van de kwel in het plangebied in ieder geval geen negatief effect op de fosfaatbalans van het oppervlaktewater kan hebben. In droge perioden is er sprake van wateraanvoer in polder Kortrijk en kan er geen sprake zijn van beïnvloeding door activiteiten in het plangebied.

Nutriëntenbalans

De grootste bron van de voedingsstoffen (nutriënten) in de polder (75 tot 80%) is uit- en afspoeling van de agrarische percelen (bron: Toelichting wijziging peilbesluit De Tol, HDSR, 2019). Als gevolg van de herinrichting zal het oppervlak agrarisch gebied afnemen met ongeveer 10 ha, dit leidt tot een lichte verbetering van de waterkwaliteit in het gebied en daarmee ook tot een lichte verbetering van de waterkwaliteit van de KRW – watergang.

3.4 Grondwater

3.4.1 Ontwateringsdiepte

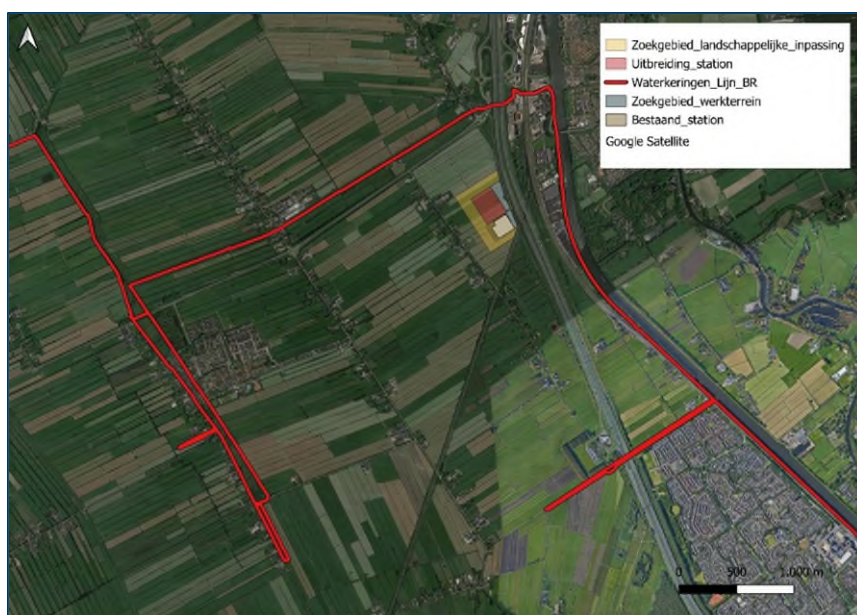
In de huidige situatie hebben de watergangen een drainerende werking op de grondwaterstand in het gebied (polder). Wanneer deze drainerende werking niet behouden wordt (demping watergangen), kan de grondwaterstand (lokaal) stijgen, hetgeen op de projectlocatie tot wateroverlast kan leiden. De locatie wordt opgehoogd met zand. Vanuit dit zandpakket vindt afstroming plaats naar het omliggende oppervlaktewater. Ter plaatse van de half-verharding wordt er drainage toegepast om infiltrerend hemelwater te af te voeren.

3.4.2 Kwel

In paragraaf 3.3. is aangegeven dat als gevolg van de herinrichting van het gebied de opwaartse stroming vanuit het 1^e watervoerende pakket in het plangebied (circa 10 ha) toeneemt met maximaal 15 %. Voor de gehele polder (circa 500 ha) is deze toename verwaarloosbaar.

3.5 Waterkering

De projectlocatie ligt aan de westzijde van het Amsterdam-Rijnkanaal en ca. 500 m van de Kanaaldijk West verwijderd. Deze dijk is aangemerkt als een 'niet primaire' waterkering voor het achterliggende gebied (Legger rijkswaterstaatswerken 2022). De beschermingszone van de kering rijkt tot 50 m aan weerszijden van de kering. De projectlocatie ligt derhalve niet ter plaatse van een kering of in de beschermingszone daarvan (Figuur 12).



Figuur 12: Waterkeringen nabij projectlocatie

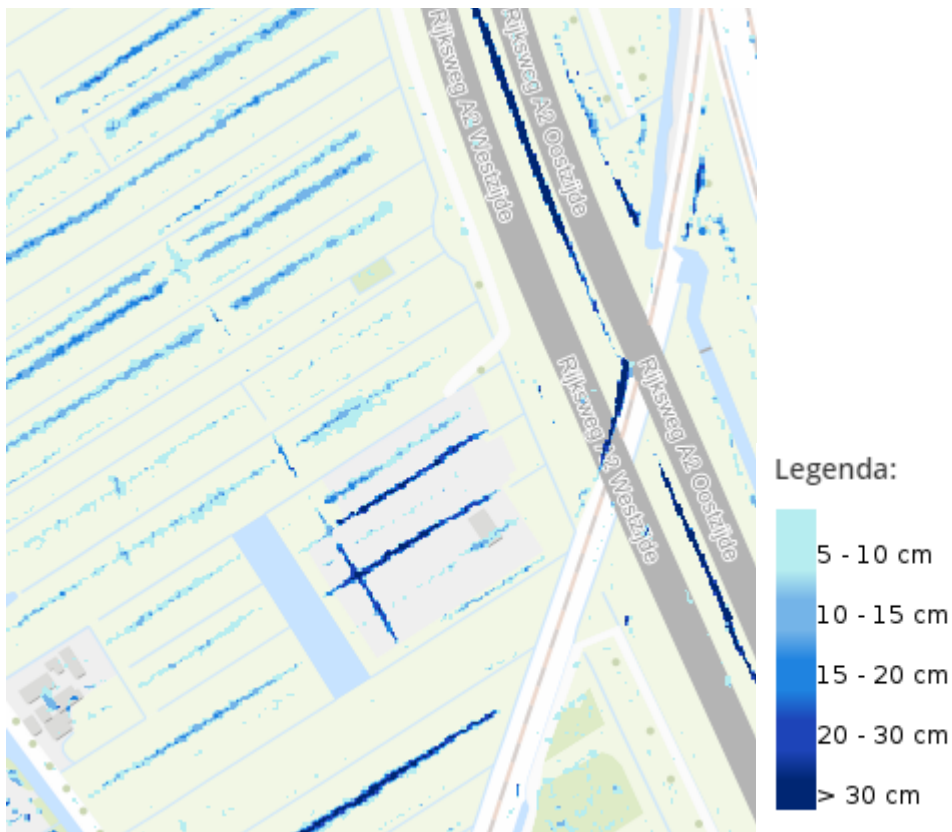
3.6 Overstromingsrisico

Voor de realisatie van het huidige station is er een studie uitgevoerd voor de aanleghoogte van het station [Bijlage 4]. Hierin is gekeken naar verschillende risico's voor overstroming door neerslag, bezwijken van de boezemkade en/ of waterkering van het Amsterdam-Rijnkanaal.

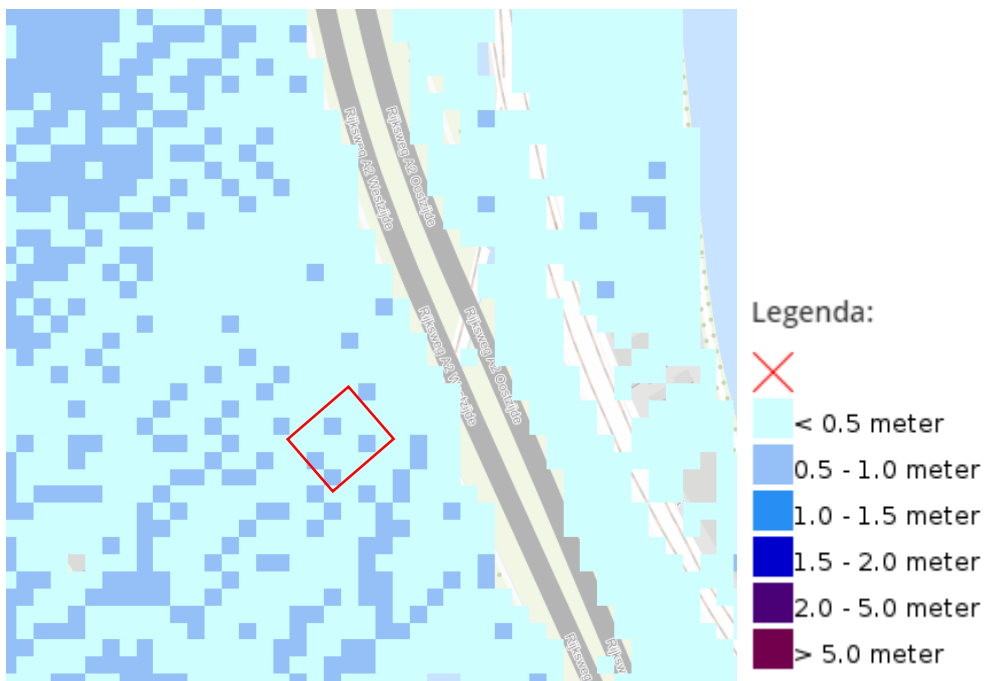
In onderstaande tabel zijn de verschillende faalmechanismen weergegeven voor de locatie van het huidige station en de uitbreiding, geactualiseerd met recente gegevens. Ter voorkoming van wateroverlast wordt aangeraden de apparatuur ten minste 0,50 m boven de maatgevende waterstand te realiseren. Er is hiermee rekening gehouden door het huidige station als *hoogwaterhoogspanningsstation* te ontwerpen. Hierbij is de hoogte van de mastfundering en installatiegebouwen verhoogd aangelegd. De uitbreiding wordt ook als *hoogwaterhoogspanningsstation* ontworpen en voldoet daarmee aan de vigerende eisen voor overstromingsrisico.

Faalmechanisme	Kans op optreden	Waterstand op projectlocatie	Aanbevolen maatregel ter voorkoming overlast
Extreme neerslag	1:100 jaar 'Middelgroot' (Figuur 13)	NAP -1,50 m	Apparatuur op NAP -0,30 m
Plaatsgebonden overstroming	1:3000 – 1:30.000 jaar (Figuur 15)	NAP + 0,0 m	Apparatuur op NAP + 0,50 m
Bezwijken dijk boezem	1:300 jaar (Figuur 14)	NAP + 0,0 m*	Apparatuur op NAP + 0,50 m
Bezwijken primaire kering RWS	1:10.000 jaar	NAP +1,6 m	Apparatuur op NAP + 2,1 m

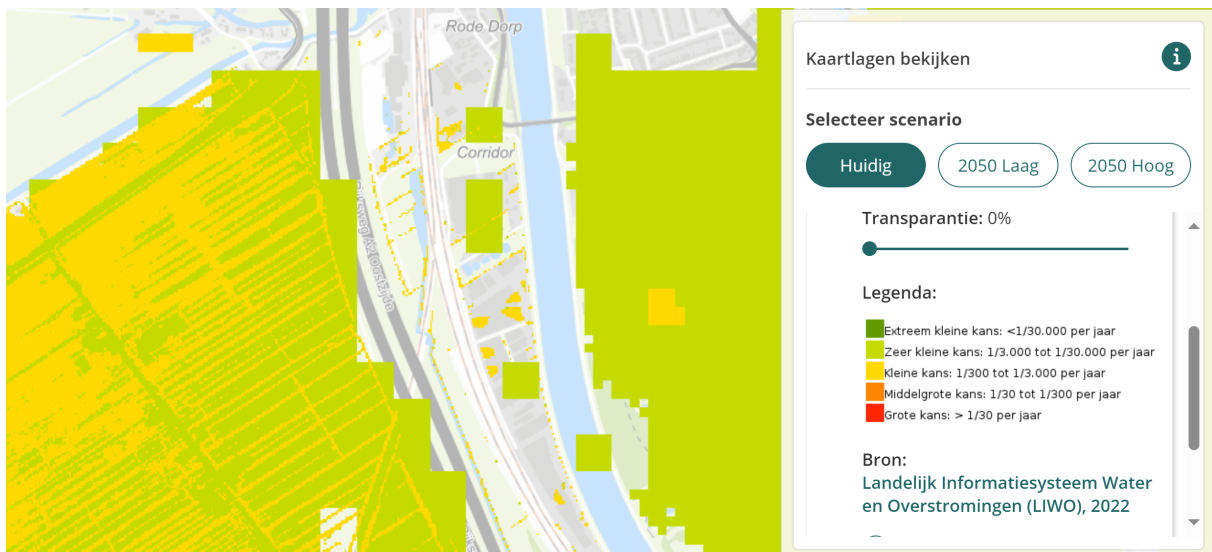
* Hoogst mogelijke niveau Amsterdam-Rijnkanaal. De boezem van de Groote Heicoop staat in directe verbinding met het Amsterdam-Rijnkanaal. Om deze reden is de hoogst mogelijke waterstand in de polder NAP +0,0 m bij het bezwijken van de boezem. Een kanttekening hierbij is dat bij plannen voor het opzetten van het peil van het ARK bij perioden van hevig neerslag, het maximale waterniveau in extreme situaties mee kan stijgen met de peilopzet ([Toekomstbestendig watersysteem Amsterdam-Rijnkanaal/ Noordzeekanaalgebied - Slimwatermanagement](#)).



Figuur 13: Waterdiepte hevige bui 70 mm/2uur [11]



Figuur 14: Overstromingsdiepte middelgrote kans ROOD locatie huidige station [11].



Figuur 15: Plaatsgebonden overstromingskans > 50 cm < 200 cm [11]

3.7 Beheer en onderhoud

De watergangen in en rondom de projectlocatie zijn tertiaire watergangen. Voor tertiaire watergangen geldt dat aangelanden verantwoordelijk zijn voor het onderhoud. Onderhoud houdt in dat de taluds moeten worden gemaaid en dat de watergangen op diepte moeten worden gehouden. Voor het profiel van plas-draszones en veenbodems gelden aanvullende eisen.

De eilanden in het midden van de watercompensatie worden ingericht met een onderhoudsstrook van circa 5 m breedte. Zodoende heeft het onderhoudsmaterieel de ruimte om vanaf land de eilanden te onderhouden. Voor de verder invulling van het onderhoud van de landschappelijke inpassing wordt verwezen naar het *Beheer- en onderhoudsplan Landschappelijke inrichting* [12].

De watergangen worden varend onderhouden. Hieraan zijn de volgende voorwaarden gesteld:

- Bereikbaarheid van watergangen met maaiboot: opnemen van inlaatplaatsen voor een maaiboot in het ruimtelijk ontwerp.
- Watergangen dienen aaneengesloten en goed bereikbaar te zijn, ten minste 1 km onderhoud moet in één keer mogelijk zijn. Indien hiervan wordt afgeweken kunnen de kosten voor onderhoud toenemen.
- Minimale breedte op de waterlijn van 5 m.
- Minimale waterdiepte van 0,8 m. (In overeenstemming met HDSR wordt hiervan afgeweken. In verband met het beperken van de risico's voor opbarsten wordt de waterdiepte 0,6 m. Dit houdt in dat er met meer regelmaat onderhoud moet worden gepleegd. Dit valt onder de verantwoordelijkheid van TenneT).

De toplaag van de eilanden zal met veen worden bekleed afkomstig uit de te graven watergangen. De draagkracht van dit veen is beperkt. Hierbij dient rekening gehouden te worden bij het inzetten van onderhoudsmaterieel. De plas-dras worden zones die worden gecreëerd ten behoeve van de watercompensatie en landschappelijke inrichting hebben in deze situatie veel kenmerken van natuurvriendelijke oevers. In het algemeen geldt voor beheer van natuurvriendelijke oevers (*Handreiking natuurvriendelijke oevers* STOWA 2009 [13]):

- Verstoor het ecologisch systeem zo min mogelijk;
- Volg de gedragscode beschermde dieren voor de flora en faunawet;
- Stem maai- en baggerfrequenties en materieel af op de lokale situatie;
- Faseer onderhoudswerkzaamheden.

Tabel 8: Onderhoudsinterval natuurvriendelijk oevers

Activiteit	Maaifrequentie	Tijdstip
Schonen van de watergang	Zo weinig mogelijk, bij voorkeur gefaseerd en maximaal 1 x per jaar	September – oktober
Baggeren van de watergang	1x per 6 jaar, indien noodzakelijk vanuit afvoerfunctie. <i>N.b. Voor varend onderhoud bij een waterdiepte van 0,60 m is dit 2 à 3x per 6 jaar.</i>	September – oktober
Baggeren van de plasberm	1 x 10-20 jaar	Tussen half juli en eind oktober

Daarnaast dient op gemerkt te worden dat bij aanbrengen van steenslag het onwenselijk is om dit te verwijderen tijdens het baggeren. Dit kan worden voorkomen door in de periode van restzetting niet te baggeren. Zodoende zakt de waterbodem tot onder NAP -2,65 m waarna er veilig tot 0,60 m waterdiepte kan worden gebaggerd.

Aanbevolen wordt om 1 maal per jaar alle watergangen visueel te inspecteren op welvorming. Bij constatering van een wel, wordt in overleg getreden met HDSR.

4 Samenvatting en procesafspraken

4.1 Samenvatting

Voor het project Breukelen – Kortrijk Hoogspanningsstation heeft Movares in opdracht van TenneT een watertoets opgesteld. Aanleiding voor het opstellen van de watertoets is de uitbreiding van het huidige station.

Het onderzoek heeft tot doel om te bepalen of het ontwerp negatieve effecten heeft en of en in welke mate mitigerende of compenserende maatregelen kunnen worden getroffen voor wat betreft de waterhuishouding. De effecten op de waterhuishouding zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 9: Effecten op de waterhuishouding

Thema	Opmerking	Relevant
Waterkwantiteit – watercompensatie	De watercompensatie dient te worden afgestemd met de gebiedsbeheerder.	Ja
Waterkwantiteit - watersysteem	De watercompensatie dient het functioneren van het watersysteem in stand te houden.	Ja
Waterkwantiteit - opbarsten	Risico voor opbarsten is aanwezig voor het gebied.	Ja
Waterkwaliteit	De afwatering van het terrein zal bij voldoende brede bermen tot de watergang geen negatieve effecten hebben op de waterkwaliteit.	Nee
Grondwater - drooglegging	Vermindering drooglegging zou kunnen optreden door dempen van watergangen.	Ja
Waterveiligheid	De projectlocatie ligt niet in of nabij de beschermingszone van een waterkering	Nee
Beheer en onderhoud	De OG is verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van de watergangen	Ja
Overstromingsrisico	In zeer uitzonderlijke situaties is er risico aanwezig op overstroming. Hier wordt rekening mee gehouden door het station te ontwerpen als hoogwaterhoogspanningsstation	Ja

4.2 Procesafspraken

Invulling van de watercompensatie dient te worden afgestemd met HDSR en de gebiedsbeheerder. Het Hoogheemraadschap moet betrokken blijven bij de invulling van de watercompensatie en de landschappelijke inrichting. Daarom worden in de nog op te stellen Vraagspecificatie proceseisen opgenomen die borgen dat de uitvoerende partijen de activiteiten op het gebied van water en landschap tijdig afstemmen met HDSR.

Colofon

OPDRACHTGEVER	TenneT
UITGAVE	Movares Nederland B.V. Daalseplein 100 Postbus 2855 3500 GW Utrecht
TELEFOON	+31 (0)30 - 265 5555
ONDERTEKENAAR	Dorst P (Paul) paul.dorst@movares.nl
PROJECTNUMMER	MN004623
KENMERK	D80-P-HS-RAP-23002761

© 2023, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

Bijlage 1 Verslag startoverleg 11-04-2023

VERSLAG

PROJECT	Watertoets breukelen
PROJECTNUMMER	MN
KENMERK	D80-P-HS-VSL-23003940
TYPE VERGADERING	Watertoets Startoverleg
PLAATS	MS Teams
DATUM	11 april 2023
AUTEUR VERSLAG	Paul Dorst
AANWEZIG	HDSR: Arnoud Spronsen Movares: Paul Dorst
BIJLAGEN	Mail - item

1.1 Opening

Voor de ontwikkeling van de uitbreiding Hoogspanningsstation Breukelen/Kortrijk is het proces van de Watertoets in gang gezet. Dit is naar aanleiding van de voorschriften uit de Keur (art. 15.2a) HDSR en Handboek Water in ruimtelijke plannen 2023, waarin vermeld staat dat er in de planvorming met het waterschap een maatwerkberekening gemaakt dient te worden voor ontwikkeling groter dan 10.000 m².

Dit verslag dient als input voor het Watertoetsrapport en zal worden gedeeld met bovengenoemde personen.

1.2 Project Breukelen/Kortrijk HS-station

Paul licht de aanleiding van het overleg toe en de fase van de ontwikkeling waarin het project zich bevindt.

1.3 Watertoets

In deze fase is enkel de wijze van compensatie besproken voor de toename in verharding.

1. Watercompensatie: Bij deze nieuwe ontwikkeling is op dit moment nog niet duidelijk of de locatie zal worden aangemerkt als een 'stedelijke ontwikkeling' of als een 'landelijke uitbreiding'. Dit heeft gevolgen voor de mate van compensatie die is vereist. Voor een stedelijk ontwikkeling dient rekening te worden gehouden met een ontwerpbui van 70 mm en compensatie van 22,5%. Voor een landelijk uitbreiding dient er rekening gehouden te worden met ontwerpbui van 45 mm en 15% compensatie. De aanmerking als landelijk of stedelijk is mede afhankelijk voor de bestemming van het gebied. HDSR gaat dit verder uitzoeken en koppelt dit terug aan Movares. **Actie 1**
2. Maatwerk oplossing: Het is mogelijk om af te wijken van de vuistregels voor compensatie (22,5 of 15%) door de ontwikkeling aan de hand van een 3D model door te rekenen. Op deze manier kan in kaart worden gebracht wat voor situatie zich voordoet bij de vereiste ontwerpbui, en of er geen overlast ontstaat.

Bijlage 2 Verslag Watertoetsoverleg 12-05-2023

VERSLAG

PROJECT	HS-station Breukelen/Kortrijk
PROJECTNUMMER	MN
KENMERK	D80-P-HS-VSL-23003884
TYPE VERGADERING	Watertoetsoverleg
PLAATS	MS Teams
DATUM	12 mei 2023
AUTEUR VERSLAG	Paul Dorst
AANWEZIG	HDSR: Arnoud van Spronsen Movares: Marius de Nijs, Paul Dorst
AFWEZIG	Movares: Jense van der Veen
BIJLAGEN	Ppt. Watertoets - HS-station

1.1 Opening

Voor de ontwikkeling van de uitbreiding Hoogspanningsstation Breukelen/Kortrijk is het proces van de Watertoets in gang gezet. Het startoverleg vond op 11-04-2023 plaats. In dit vervolgoverleg wordt de stand van zaken toegelicht en vindt verdere afstemming plaats over de te treffen waterhuishoudkundige maatregelen.

Dit verslag dient als input voor het Watertoetsrapport en zal worden gedeeld met bovengenoemde personen.

1.2 Project Breukelen/Kortrijk HS-station

Paul licht de aanleiding van het overleg toe en de fase van de ontwikkeling waarin het project zich bevindt. Hierbij aanhakend op de totstandkoming van de voorlopige voorkeurslocatie en de voorgaande notitie voor locatiekeuze. De voorkeurslocatie is gelegen tegen het bestaande hoogspanningsstation en zal als uitbreiding hiervan worden ontwikkeld. De uitbreiding bedraagt circa 50.000 m² waarbij verschillende tertiaire watergangen worden gedempt.

1.3 Watertoets

Waterveiligheid

- Er zijn geen aandachtspunten voor de waterveiligheid doordat zich in de nabijheid van de ontwikkeling geen waterkeringen bevinden

Voor de overige waterhuishoudkundige aspecten zijn er vier aandachtspunten waar rekening mee dient te worden gehouden/ die verder moeten worden onderzocht:

1. Locatie watercompensatie: De wijze waarop de watercompensatie zal worden gerealiseerd is een groot punt van aandacht. De watercompensatie van het huidige station is voldoende maar met weinig aandacht voor het watersysteem en de omgeving aangebracht. Het 1 : 1 uitbreiden van de bestaande waterpartij heeft niet zonder meer de voorkeur van het waterschap. De watercompensatie voor de uitbreiding zou bij realisatie met meer oog op doorstroming van de watergangen moeten plaatsvinden dan nu het geval is bij het huidige HS-station. (Niet één waterlichaam maar verschillende sloten verbreden).

VERSLAG

PROJECT HS-station Breukelen/Kortrijk
KENMERK D80-P-HS-VSL-23003884
TYPE VERGADERING Watertoetsoverleg

In het gebied vinden momenteel bijeenkomsten plaats om te komen tot een gebiedsplan. De watercompensatie dient zoveel mogelijk te worden gerealiseerd in overeenstemming met de gebiedsbeheerder en land-eigenaren in de omgeving. De compensatie hoeft namelijk niet direct tegen de uitbreiding aan te liggen maar zou ook op een andere locatie in het peilgebied kunnen worden gerealiseerd.

Het water van het terrein dient wel naar de nieuwe compensatiegebieden te kunnen stromen, dit is een aandachtspunt voor de uit te werken maatregelen. Wat de voorkeur van de omgeving heeft (met name agrariërs), is in deze fase nog niet bekend. Dit wordt door HDSR uitgezocht en teruggekoppeld met Movares. **Actie 1**

2. Omvang watercompensatie: In de Keur is vastgelegd dat uitbreiding met meer dan 10 000 m² verhard oppervlak ,voor 15 % dient te worden gecompenseerd. Dit is de vuistregel. Echter is het mogelijk, bij ontwikkelingen van deze omvang of groter, om door middel van maatwerk (3D-model berekeningen, Tygron, 3Di) aan te tonen dat de geldende ontwerp-bui geen overlast veroorzaakt. Dit kan resulteren in een compensatie-percentages dat afwijkt van de vuistregel van 15 %. Dit kan lager (tot 10 % compensatie) of hoger (tot 18 %) uitvallen. De meerwaarde is afhankelijk van de inspanning die het kost voor het uitwerken van de maatwerkoplossing (met formeel Waterhuishoudkundig Plan) ten opzichte van de mogelijk gereduceerde compensatieopgave. Dit is aan de OG. **Actie 2**
3. Risico voor opbarsten: enerzijds bestaat de zorg dat de omliggende watergangen kunnen opbarsten door de toegenomen druk op de slappe veenlagen. Anderzijds is er het risico van opbarsten van de bodems van nieuwe watergangen (opbarsten als gevolg van de waterdruk in het onderliggende zandpakket). Beide aspecten worden meegenomen in de vervolgfase van het onderzoek.
4. Drooglegging: In de huidige situatie bedraagt de maximale slootafstand circa 80 m. Hiermee wordt de grondwaterstand voldoende beheerst om de akkers te betreden en verweking van de grond te voorkomen. Bij demping van de sloten door de uitbreiding zou deze opbolling kunnen toenemen met verweking als gevolg. Hiervoor dienen dan maatregelen te worden getroffen, bijv. drainage of grindsleuven, of een watergang tussen het huidige station en de uitbreiding. Dit dient te worden meegenomen in de vervolgfase van het onderzoek.

Bijlage 3 Verslag Watertoetsoverleg 02-06-2023

VERSLAG

PROJECT	Hoogspanningsstation Breukelen-Kortrijk
PROJECTNUMMER	MN
KENMERK	D80-P-HS-VSL-23005659
TYPE VERGADERING	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden - TenneT - Movares
PLAATS	Movares
DATUM	18 juli 2023
AUTEUR VERSLAG	Paul Dorst
AANWEZIG	HDSR: Marije van Bergen, Arnoud van Spronsen TenneT: Arnold van Driel, Floor Pesch Movarse: Diederik Bredero, Paul Dorst

Het initiatief van dit overleg is naar aanleiding van de gevoerde omgevingsessies voor de landschappelijke inpassing en watercompensatie. Hierin kwam naar voren dat de risico's die in het gebied spelen een grote rol moeten spelen in het ontwerpproces, dat het duidelijker moet worden hoe groot de risico's precies zijn en dat het Hoogheemraadschap ook wordt betrokken bij het verdere ontwerpproces.

De volgende aandachtspunten zijn naar voren gekomen / benadrukt:

- **Opbarsten:** het gebied van de projectlocatie heeft te maken met (zeer) verhoogde kans op opbarsten van de bodem, voornamelijk slootbodems. Dit heeft meerdere oorzaken, maar in de basis is de opwaartse waterdruk uit diepere gelegen lagen te groot om te worden tegengehouden door de belasting van de bodemlagen van de deklaag. De deklaag bestaat hier voornamelijk uit veen, wat deels is geoxideerd. Opbarsten kan bijvoorbeeld optreden door gasvorming onder de deklaag, periodieke peilverlaging (zomerpeil), stijghoogte verhoging, baggeren en bodemdaling, maar ook door verschillende bouwwerkzaamheden of effecten van de werkzaamheden zoals graven, trillingen en graven van watergangen.

In dit gebied is de stijghoogte van het 1^{ste} watervoerende pakket groter dan de grondwaterstand in het freatisch pakket. Hierdoor is er kwel aanwezig van 0,5 tot 2 mm/dag. Sterke indicaties dat kwel afkomstig is van het nabijgelegen Amsterdam-Rijnkanaal. Tevens wellen waargenomen in de omgeving.

Voor HDSR zijn de ontwikkelingen met hoog risico voor opbarsten een recente ontwikkeling er is nog weinig ervaring met werkbare maatregelen tegen opbarsten. Waterschap AGV is hier verder in, tevens opgenomen in Keur → nazoeken: Actie 1 Paul

Contactpersoon Deltares en/of geohydroloog van HDSR betrekken voor mogelijke maatregelen tegen opbarsten. → Actie 2 Paul

VERSLAG

PROJECT Hoogsspanningsstation Breukelen-Kortrijk
KENMERK D80-P-HS-VSL-23005659
TYPE VERGADERING Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden - TenneT - Movares

- **Onderhoud en uitvoering:** Mochten er tijdens de aanleg toch problemen voor doen met opbarsten is het belangrijk dat er vooraf is nagedacht welke maatregelen dan kunnen worden getroffen om gevolgen in te perken. In het onderhoudsplan is het noodzakelijk om op te nemen dat er risico's aanwezig zijn en dat hiervoor maatregelen zijn getroffen. Het effect van de maatregelen mag niet verminderen door onjuist onderhoud.

Zeer wenselijk dat er in de contract eisen voor de uitvoering criteria worden opgenomen voor werken in slappe bodemlagen / opbarst risico's. Actie 3 TenneT

- **Waterkwaliteit:** Boeren worden in het gebied aansprakelijk gehouden voor de waterkwaliteit van het oppervlaktewater in het gebied.

HDSR zou graag zien dat mogelijke verontreiniging van het in bedrijf zijn en andere activiteit van het huidige en nieuwe transformatorstation ook duidelijk zijn onderzocht voor bijvoorbeeld voorzorgsmaatregelen. Actie 4 Paul

Er is een update beschikbaar voor verschillende peilhoogtes. Actie 5 Paul.

- **Overstroming:** Inundatie risico's van Amsterdam-Rijnkanaal en wateroverlast scenario van 90 mm-bui en 'Limburg-bui' eveneens onderzoeken en opnemen in watertoets. Hoe blijft het station functioneel, afstroming d.m.v. greppels, drainage, 'verzopen'-drainage. Ophoging van het terrein geeft ook risico voor opbarsten: 'squeezing'.
- **Watercompensatie:** In het ontwerp van juli is nu 30% watercompensatie opgenomen waarbij het volledige station (nieuw + huidig) wordt beschouwd als verhard oppervlak. Waar dit normaalgesproken positief is, want 30% > vereiste 15%, moet dit worden geoptimaliseerd in verband met het risico voor opbarsten. (Meer sloten is groter risico, niet al het oppervlak is verhard, overige ontwerp- en risico's: spoorbaan, bomen, masten en beplanting) Actie 6 Movares

Bijlage 4 Controle gegevens opstellingshoogte 380kV station Breukelen (SVASEK Hydraulics, 2011)

MEMO

Aan : S. Huvenaars (TenneT B.V.)
 Van : P. van de Rest
 Controle: L. de Wit
 Datum : 4 november 2011
 ref : 1649/U11229/PvdR/B
 betreft : Controle gegevens opstellingshoogte 380kV station Breukelen

1

Inleiding

TenneT B.V. is voornemens een nieuw hoogspanningsstation (380 kV) te bouwen nabij Breukelen. Gezien het lage bodempeil ter plekke is er een risico dat de locatie door diverse oorzaken onder water kan komen te staan. Het kan hierbij zowel gaan om overstromingsgevaar vanuit de Noordzee en de rivieren als om overstroming vanuit achterliggende gebieden, door bijvoorbeeld stagnerende afvoer of het overlopen of bezwijken van een boezemkade. De opstellingshoogte van apparatuur in het aan te leggen hoogspanningsstation dient zodanig te zijn dat bedrijfsvoering van het station mogelijk blijft, terwijl de omgeving geïnundeerd is.

In 2007 heeft Svašek Hydraulics in opdracht van TenneT B.V. een studie uitgevoerd voor de aanleghoogte van het nieuw te bouwen 380 kV hoogspanningsstation Breukelen [lit. 1]. Omdat het 380 kV station Breukelen een belangrijke rol speelt in het doortransport van elektrisch vermogen in een keten van stations is het overstromingsrisico beschouwd in samenhang met de overstromingsrisico's van de hoogspanningsstations Diemen en Krimpen.

De bouw van het station is echter uitgesteld tot 2012/2013, waardoor de informatie waarop de conclusies uit de rapportage [lit. 1] zijn getrokken mogelijk verouderd zijn. In deze memo is de controle van deze gegevens uit de rapportage beschreven en is gecontroleerd of de conclusies uit de rapportage veranderd zijn.

2

Samenvatting conclusies rapportage 2007

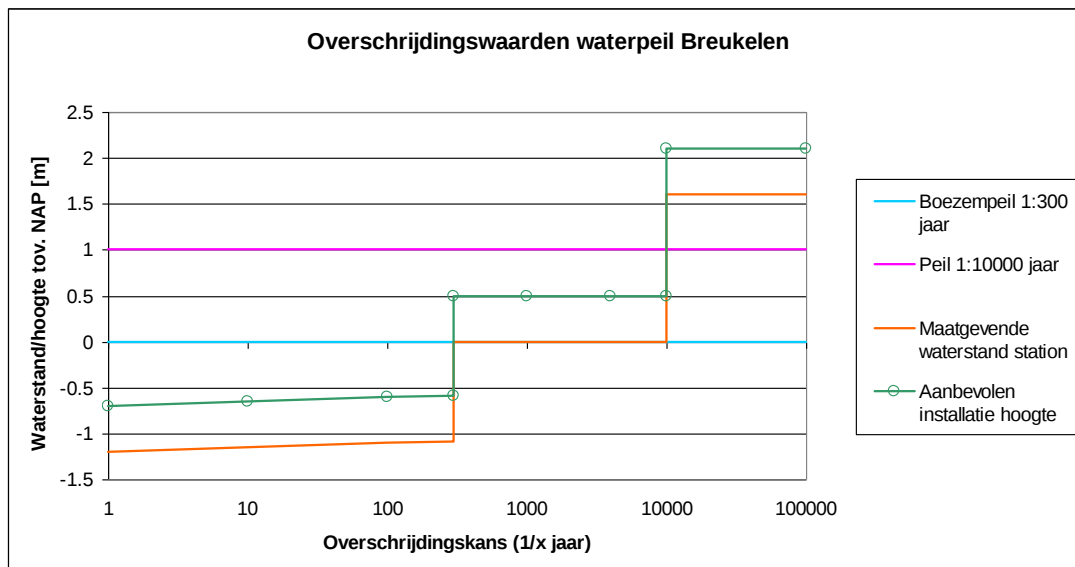
Het overstromingsrisico van het 380 kV hoogspanningsstation Breukelen is in samenhang met de bestaande hoogspanningsstations Krimpen en Diemen bepaald. Het overstromingsrisico van deze stations is bepaald in 2003 [lit. 2], waaruit blijkt dat hoogspanningsstation Diemen het laagste veiligheidsniveau heeft van de bestaande stations. Voor het nieuw te bouwen hoogspanningsstation Breukelen is door TenneT B.V. gevraagd een veiligheidsniveau aan te houden van 1:4000 jaar.

De kans op overstroom van de locatie Breukelen is in tabel 1 gepresenteerd [lit. 1]. Als aanleghoogte van het 380 kV hoogspanningsstation wordt geadviseerd minimaal 0.5 m boven de maatgevende waterstand aan te houden voor spatwater e.d.

Faalmechanisme	Kans op optreden	Waterstand op locatie van hoogspanningsstation	aanbevolen maatregel om overstroming te voorkomen
Extreme neerslag	1:100 jaar	NAP – 1,1 m	Apparatuur op NAP -0,6 m
Doorbraak dijk boezem water	1:300 jaar	NAP + 0,0 m	Apparatuur op NAP + 0,5 m.
Doorbraak primaire waterkering	1:10.000 jaar	NAP + 1,6 m	Apparatuur op NAP + 2,1 m.

Tabel 1: Kans op overstroom hoogspanningsstation Breukelen en bijbehorend waterstandniveau [lit. 1]

In figuur 1 [lit. 1] is aangegeven wat de maatgevende waterstand is afhankelijk van het overschrijdingsrisico. Bij een overschrijdingskans van meer dan 1:4000 jaar (veiliger dan Diemen en Krimpen) hoort een aanbevolen installatie hoogte van NAP +0.50 m. Dit is 1.70 m boven het maaiveld en 0.50 m boven het boezempeil van de Groote Heicop en de Haarrijn.



Figuur 1: Overschrijdingswaarden waterpeil Breukelen [lit. 1]

De maatgevende waterstand tussen de 1:300 en 1:10.000 jaar blijkt maatgevend voor de opstellingshoogte van de apparatuur. De bijbehorende waterstand is gelijk aan het boezempeil van de Groote Heicop en de Haarrijn. Aangezien deze in open verbinding staan met het Amsterdam Rijnkanaal is de maatgevende waterstand gelijk aan de maximale waterstand op het Amsterdam Rijnkanaal, welke gelijk is aan NAP +0m.

De opstellingshoogte van de apparatuur van het nieuw te bouwen station Breukelen hangt direct af van het maximale peil van het Amsterdam Rijnkanaal. Daarom moet worden onderzocht of het peilbeheer van het Amsterdam Rijnkanaal veranderd is. Indien dit peil onveranderd is blijven de conclusies uit het vorige rapport [lit. 1] ongewijzigd. Voor de volledigheid wordt informatie voor andere faalmechanisme ook gecontroleerd.

3 Controle gegevens

3.1 Peilbeheer Amsterdam Rijnkanaal

De beheerder van de polderpeilen, dijklichamen en het boezemwater is Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. Het dijklichaam langs het Amsterdam-Rijnkanaal en het bijbehorende peil worden echter beheerd door Rijkswaterstaat. Volgens Rijkswaterstaat zijn de waterpeilen van het Amsterdam Rijnkanaal ongewijzigd gebleven, dat wil zeggen een streefpeil van NAP -0,4m en een maximaal peil van NAP +0m (zie bijlage 1, correspondentie A. de Bruijn, RWS).

3.2 Falen primaire waterkering

Hoogspanningsstation Breukelen komt te liggen in de dijkkring Zuid-Holland (dijkkring 14). Deze dijkkring is een primaire waterkering en beschermt een groot gedeelte van Zuid-Holland

tegen overstroming vanuit onder andere de Noordzee, de Nieuwe Waterweg, de Nieuwe Maas en het Amsterdam-Rijnkanaal. De kans op overstroming van deze dijkkring is 1:10.000 jaar. De genoemde waterstanden uit vorige studie die op kunnen treden bij het doorbreken van de van de primaire waterkering zijn gebaseerd op het Hydraulische Randvoorwaardenboek uit 2001 (HR2001) [lit. 3], terwijl er een nieuw randvoorwaardenboek is verschenen. De waterstanden uit het vernieuwde Hydraulische Randvoorwaardenboek uit 2006 [lit. 4] zijn echter ongewijzigd. Er wordt daarom vanuit gegaan dat de optredende waterstand ter hoogte van het station bij falen van de waterkering ook ongewijzigd is (zie ook bijlage 1).

3.3 Gevolgen van dijkdoorbraak Wilnis

In 2003 heeft er een dijkdoorbraak plaats gevonden bij Wilnis. Het Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden (HHSR) heeft laten weten dat dit in principe geen gevolgen heeft gehad voor het dijkbeheer. Opgemerkt moet worden dat de dijk bij Wilnis een veendijk betreft de dijken rondom polder Kortrijk betreffen kleidijken. Bij doorbraak van een dijk bij droogte kan daarnaast geen hoge waterstand in de polder optreden.

3.4 Plannen Hoogheemraadschap

Uit vorige studie [lit. 1] is gebleken dat het Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden (HHSR) plannen heeft om de Haarrijn niet meer te gebruiken als boezemwater en het waterpeil te verlagen naar polderpeil. Deze plannen staan intussen op het punt van uitvoering, wat tot gevolgen heeft dat binnenkort alleen de Groote Heicop nog wordt gebruikt als boezemwater (zie bijlage 2, correspondentie H. van Rooijen, HHSR). Aangezien er in de nieuwe situatie slechts water vanuit één boezemwater kan komen in plaats van twee is de kans op overstromen in principe afgenomen. Echter de kans van doorbreken van de afzonderlijke kade is nog steeds eens per 300 jaar en de bijbehorende waterstand NAP+0m.

4 Conclusie

Het peilbeheer van het Amsterdam Rijnkanaal blijkt ongewijzigd te zijn. Daarnaast zijn er geen andere factoren gevonden die van invloed kunnen zijn op de conclusies uit de voorgaande rapportage [lit. 1]. Geconcludeerd kan worden de informatie uit voorgaande studie op welke basis de conclusies uit voorgaande rapportage zijn getrokken nog steeds up to date is. De conclusies zijn daardoor ongewijzigd. Tabel 1 en figuur 1 kunnen derhalve nog gebruikt worden voor de bepaling van de opstellingshoogte van de apparatuur.

Literatuur

1. Opstellingshoogte installatie project naam: Nieuwbouw 380kV hoogspanningsstation Breukelen, 214.506, Svašek Hydraulics, ref: 07038-verB/1419/PvdR, 7 februari 2007
2. Opstellingshoogte apparatuur 380 kV/ 150 kV station Wateringen, Svašek Hydraulics, nr. 03130/1271/MJA, december 2003
3. Hydraulische randvoorwaarden 2001 voor het toetsen van primaire waterkeringen, Rijkswaterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, December 2001
4. Hydraulische randvoorwaarden primaire waterkeringen voor de derde toetsronde 2006-2011 (HR 2006), Ministerie van Verkeer en Waterstaat, September 2007

Bijlage 5 Verdieping Uitbreiding station TenneT opbarsting sloten 2.0

MEMO

VAN Hessel Hooijmaaijer
KENMERK D80-HH-HS-MEMO-23007746
PROJECTNUMMER MN004623
STATUS Vrijgegeven
VERSIE 2.0
ONDERWERP Verdieping op memo Opbarsten sloten - Breukelen
DATUM 18 oktober 2023

Deze memo dient als verdieping op memo opbarsten sloten 'D80-TAB-HS-MEMO-23007038'. In voorliggende memo wordt een dwarsprofiel van de watergang zonder maatregelen berekend op opbarsten, vervolgens worden verschillende maatregelen bekeken om het opbarst risico te verkleinen. Ook wordt bij de maatregelen gekeken welk effect deze hebben op zettingen van de slootbodem.

Uitgangspunten

Dit advies is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Deltares heeft in opdracht van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden een onderzoek uitgevoerd naar opbarsting in polder Kortrijk, zie rapportage
 - o [1] Onderzoek mogelijke opbarsting polder Kortrijk, Deltares, 11207333-000-BGS-003, versie 0.1, definitief, 20 juli 2022
- Watertoets HS-Station
 - o [2] D80-P-HS-RAP-23002761
- Memo Opbarsten sloten
 - o [3] D80-TAB-HS-MEMO-23007038
- Bij het opstellen van het funderingsadvies is uitgegaan van de volgende NEN-EN-normen en (interne) richtlijnen:
 - o NEN-EN 1997-1+C1+A1/NB - Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp - d.d. juli 2019;
- De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met de software D-Settlement versie 21.2 van Deltares Systems;
- De volgende uitgangspunten voor de berekeningen zijn gehanteerd:
 - o Winterpeil: NAP -2,02 m
 - o Zomerpeil: NAP -1,92 m
 - o Stijghoogte watervoerend pakket: NAP -1,55 m
 - o Maaiveld: NAP -1,40 m
 - o Bovenkant watervoerend pakket: NAP -6,80 m
 - o Bodemsloot: NAP -2,65 m (= winterpeil -0,60 m)

MEMO

Grondopbouw

De grondopbouw is gebaseerd op rapport [1], memo [2] en grondonderzoek uit DinoLoket, zie bijlage 1. In tabel 1-1 is de bodemopbouw inclusief grondparameters, gebaseerd op [1] en tabel 2.b van de NEN-EN 1997-1, weergegeven.

Tabel 1: Bodemopbouw en grondparameters

Diepte t.o.v. NAP in m		Grondsoort	Grondparameters						
Van	Tot		γ_{rep}	$\gamma_{sat,rep}$	C_v	CR	C_α	RR	OCR/POP
			[kN/m ³]	[kN/m ³]	[m ² /s]	[-]	[-]	[-]	[- / kN/m ²]
mv.	-1,70	Klei	15	15	1*10 ⁻⁷	0,1533	0,0061	0,0511	5
-1,70	-6,80	Veen	9,8	9,8	3*10 ⁻⁸	0,1600	0,0230	0,1533	5
-6,80	e.w.	Zand, pleistoceen	18	20	-	0,0038	0	0,0013	1,2
-	-	Steenslag*	18	20	-	-	-	-	-

Waarin: mv.: huidig maaiveldniveau ligt op ca. NAP -1,40 m;
 γ_{rep} : representatieve volumegewicht van grond boven de grondwaterstand;
 $\gamma_{sat,rep}$: representatieve volumegewicht van grond beneden de grondwaterstand;
 C_v : consolidatiecoëfficiënt;
 CR: compressie ratio;
 C_α : kruipcoëfficiënt;
 RR: recompressie ratio;
 OCR: overconsolidationratio;
 POP: pre overburden pressure;
 e.w.: einde waarneming.

*In de zettingsberekening is de steenslag toegepast als 'non-uniform load'. Om deze reden zijn er geen zettingsparameters aan de grondsoort toegekend.

Opbarsten

In het laatste ontwerp [2], zie figuur 1, worden er twee brede sloten gerealiseerd rond het HS-station, met in het midden eilanden.

De breedste sloot heeft een slootbodembreedte van ca. 9,0 m. Door de breedte van de sloot is de invloed van het talud bij de opbarstberekening achterwege gelaten.



Figuur 1: concept SO watercompensatie, landschappelijke inpassing en uitbreiding station

MEMO

Tabel 2: Opbarstberekening resultaten in de sloot

Nr	Maatregel	Neerwaartse druk (sf 0,9) [kN/m ²]				Opwaartse druk [kN/m ²]	Safety factor [-]	Sloot bodem [mNAP]	
		water	steenslag	grond	totaal			direct	180 d
1	Geen (maaiveld)	-	-	49,03	49,03	52,5	0,93	-	-
2	Ontgraven NAP -2,65	6	-	39,25	45,25	52,5	0,86	-2,65	-2,65
3	Ontgraven NAP -2,65 0,76 m steenslag	-	13,4	39,25	52,65	52,5	1,00	-1,89	-2,89
4	Ontgraven NAP -3,50 1,15 m steenslag	3	20,7	29,10	52,80	52,5	1,01	-2,35	-3,25
5	Ontgraven NAP -2,55 0,75 m steenslag	-	13,5	37,50	51,00	52,5	0,97	-1,80	-2,64
6	Ontgraven NAP -3,75 1,10 m steenslag	6	19,8	26,90	52,70	52,5	1,00	-2,65	-3,51

In tabel 2 zijn de resultaten van de opbarstberekeningen weergegeven (voor de berekening is gebruik gemaakt van vereist waterpeil van NAP -2,05). De opwaartse druk, afkomstig van het eerste watervoerende pakket, is 52,5 kN/m².

Berekening 1 geeft de huidige opbarstveiligheid op maaiveld weer, en in berekening 2 de opbarstveiligheid na het ontgraven van de sloot (0,60 m onder winterpeil) zonder maatregel. Vervolgens zijn er berekeningen (3 t/m 5) uitgevoerd met maatregelen waar de berekende opbarstveiligheid gelijk of hoger is dan de huidige berekende opbarstveiligheid van het maaiveld. Op de neerwaartse druk van grond en steenslag is een veiligheidsfactor van 0,9 in rekening gebracht.

In berekening 3 is er ontgraven tot slootdiepte, vervolgens is er aangevuld met steenslag tot de opbarstveiligheid boven de 1,0 is.

In berekening 4 is de slootdiepte direct na realisatie 0,3 m, voldoende om te voldoen aan de watercompensatie.

In berekening 5 is de slootdiepte (0,6 m) 180 dagen na aanleg bereikt, hier is de opbarstveiligheid lager dan 1,0.

In berekening 6 is de slootdiepte direct na aanleg op juiste diepte (0,6 m)

De maatregelen bestaan uit het toevoegen van steenslag op de slootbodembodem. Dit zorgt voor aanvullende neerwaartse druk. Echter zorgt de aanvullende neerwaartse druk ook voor zettingen in het veenpakket. Om uitspoeling van het ballast materiaal (steenslag) te voorkomen zal er een geotextiel moeten worden toegepast. De zettingen zorgen voor aanvullende maatregelen met betrekking tot het geotextiel en de slootdiepte.

De slootdiepte is voorzien op 0,60 m onder het winterpeil, dit is ca. NAP -2,65 m, door de steenslag zal dit in de tijd gaan zakken. Een mogelijkheid is om de sloot niet direct op diepte te brengen, en het in de tijd de laten zetten tot de gewenste slootdiepte is bereikt als de werkzaamheden aan het hoogspanning station beginnen. In de laatste kolom van tabel 2 is de slootdiepte direct na aanleg en na 180 dagen weergegeven. Dat de slootdiepte uiteindelijk meer dan 0,60 m wordt is geen probleem, als het opbarst probleem is verholpen.

Door de zettingen van het veenpakket zal het geotextiel met steenslag ook langzaam gaan zakken, hierdoor zal er aan de randen waar het geotextiel moet

MEMO

worden vast gemaakt getrokken worden. Als het doek niet verder kan zakken en de ondergelegen grond wel, zullen er aanzienlijke trekspanningen in het geotextiel ontstaan en is er een kans dat het een soort hangmat wordt. De verdeling van de steenslag op het geotextiel moet ook in evenwicht blijven.

Voorgesteld wordt om de bevestiging van het geotextiel op den duur te verwijderen.

Uitvoeringsaspecten

Zoals in tabel 2 te zien is voldoet een sloot zonder maatregelen niet aan het bezwijk criterium opbarsten. Ook kan er niet in den droge worden gewerkt door het risico tot opbarsten, er kan dus niet zomaar worden ontgraven om de sloot te creëren en de werkzaamheden zullen in den natte moeten worden uitgevoerd. Een maatregel tegen opbarsten in de uitvoering is om ter plaatse van de te ontgraven sloot het peil tijdelijk te verhogen tot ca. NAP -1,55 m, hiermee wordt voldoende neerwaartse druk gegenereerd dat er kan worden ontgraven ten behoeve van de sloot. Op de taluds dient er klei te worden aangebracht om afkalving ervan te voorkomen.

In de volgende stap kan er, onder water, een geogrid of geotextiel over de slootbodem en taluds worden aangelegd, deze dient aan de randen te worden gefixeerd zodat deze op z'n plek blijft liggen.

Vervolgens kan de steenslag worden geplaatst en daarna het peil weer worden verlaagd tot het polderpeil.

Op deze manier kan ook per segment van de sloot worden gewerkt.

De locatie waar de uitbreiding van het HS-station is voorzien moet voor het bouwrijp maken ook worden voorbelast. Geadviseerd wordt om eerst de buitenste sloot te maken (zie figuur 1). Dan gefaseerd voorbelasten van het HS-station waarna de binnenste sloot kan worden gemaakt.

Deze volgorde heeft de voorkeur omdat de taluds van de sloot door de voorbelasting van het HS-station kunnen bezwijken.

Stabiliteit ophogen nabij de huidige sloot.

Tijdens de ophoging van het huidige station is de watergang uitgezakt die was gecreëerd ten behoeve van de watercompensatie aan de zuidwestzijde van de ontwikkeling (Figuur 2). Dit is onwenselijk en brengt extra risico's met zich mee. Om deze reden willen we dit voor de realisatie van de uitbreiding voorkomen.

MEMO



Figuur 2: Herstelwerkzaamheden verzakken watergang na voorbelasting

(<https://www.facebook.com/StationBreukelenKortrijk> Station Breukelen - Kortrijk | Arnhem | Facebook dd. mei en okt 2015).

In Figuur 3 is in het geel het terreindeel van de uitbreiding gearceerd dat bij voorbelasting kans geeft op uitzakken van de sloottaluds in de omliggende watergangen (groen gearceerd). Door de toename in belasting kan het veenpakket onderuit schuiven, met name bij brede sloten. Om de stabiliteit te vergroten en afschuiven te voorkomen wordt er voorgenomen om de sloot voor aanvang van de voorbelastingperiode deels te dempen. Na de voorbelastingsperiode kan de watergang tussen de landschappelijke zone en het station worden gecreeerd voor de resterende watercompensatie.



Figuur 3: Voorbeeld demping watergang en verzwarend uitbreiding (onvolledig).

Waarin: Gele vlak is het voor te belasten gebied
Groene vlak is de te dempen sloot

MEMO

Er dient te worden opgemerkt dat er naast effecten van voorbelasting van de uitbreiding op de omliggende watergangen tevens zettingseffecten zouden kunnen optreden voor het huidige station. Hier moet rekening mee worden gehouden in de detail uitwerking van het ontwerp en de uitvoering.

Conclusie

Voor de uitbreiding van het huidige HS-station moeten er ten behoeve van de watercompensatie nieuwe sloten worden aangelegd. Het maaiveld ter plaatse voldoet al niet aan opbarsten, de realisatie van de nieuwe sloot zal het risico vergroten, daarom moeten er maatregelen worden getroffen tegen het risico op opbarsten.

Dit risico kan worden beperkt door de slootbodem te bedekken met een geotextiel met steenslag. Hoewel dit effectief is tegen opbarsten, zorgt dit ook voor zettingen. Deze zettingen hebben effect op de slootdiepte en het geotextiel. De sloot zal in de tijd dieper worden, de uiteindelijke slootdiepte is afhankelijk van de hoeveelheid steenslag en het aanleg niveau van de sloot. Als het geotextiel wordt gefixeerd aan de randen is er een risico dat de zettingen zorgen dat het geotextiel gaat vervormen tot een soort hangmat. Voorgesteld is om na een periode het geotextiel los te maken, zodat het mee zakt met de bodem. Deze periode zal nader moeten worden bepaald door middel van monitoring.

Bij de berekeningsresultaten zoals weergegeven in tabel 2 moet worden opgemerkt dat er voor dit project nog geen grondonderzoek is uitgevoerd, waardoor de gebruikte parameters mogelijk conservatief zijn. Ook hebben zettingsberekeningen een nauwkeurigheid van +/-30%. In de praktijk kunnen de zettingen dus groter of kleiner zijn. Hier dient rekening mee te worden gehouden in het uiteindelijke ontwerp.

Om afschuiving tegen te gaan bij de watergangen ten gevolge van het voorbelasting van het naastliggende maaiveld, kunnen deze tijdelijk (deels) worden gedempt met zand.

Met vriendelijke groet,

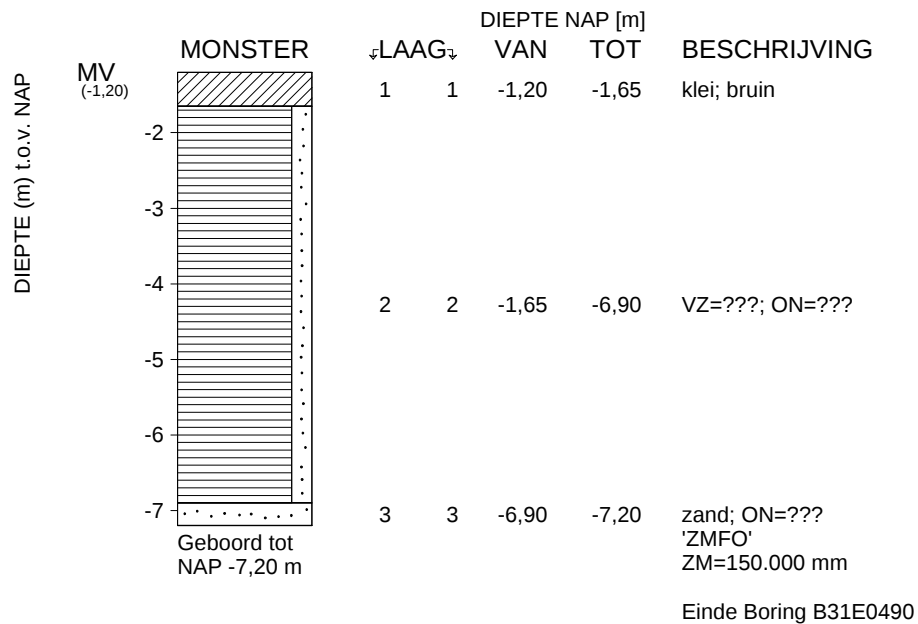
Hessel Hooijmaaijer
Adviseur geotechniek

Bijlages:

Bijlage 1	- Beschikbaar grondonderzoek
Bijlage 2a	- In- en uitvoer zettingsberekening 1
Bijlage 2b	- In- en uitvoer zettingsberekening 2
Bijlage 2c	- In- en uitvoer zettingsberekening 3
Bijlage 2d	- In- en uitvoer zettingsberekening 4
Bijlage 2e	- In- en uitvoer zettingsberekening 5
Bijlage 2f	- In- en uitvoer zettingsberekening 6

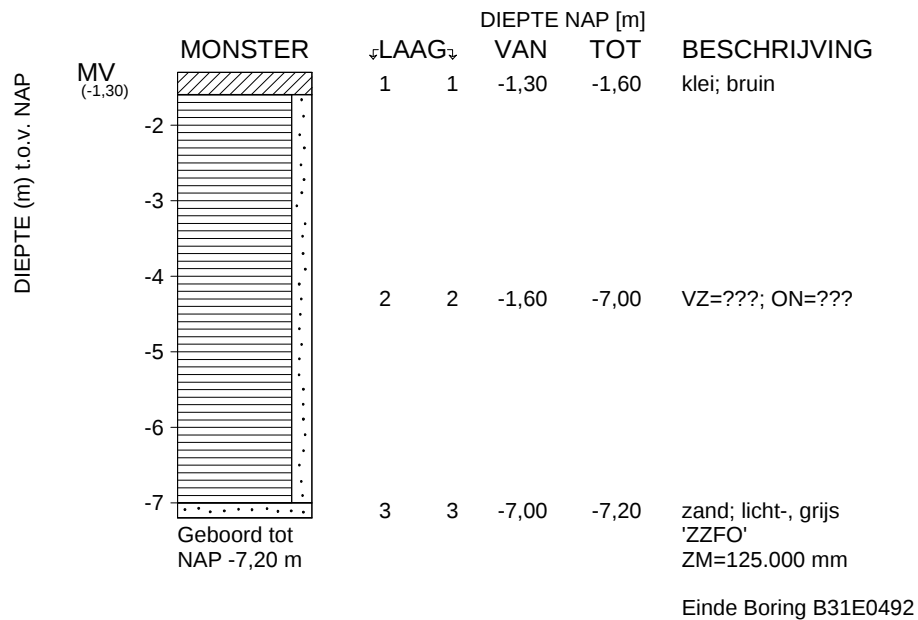


DIEPTE (m) t.o.v. NAP		MONSTER	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING	
			↓LAAG↓	VAN TOT		
MV (-1,30)	-2		1	1	-1,30 -1,70	klei; bruin
	-3					
	-4					
	-5					
	-6					
	-7					
		Geboord tot NAP -7,30 m				
		Einde Boring B31E0489				



maaiveld: NAP -1,20 m
 X = 127605 m Y = 463182 m (RD)

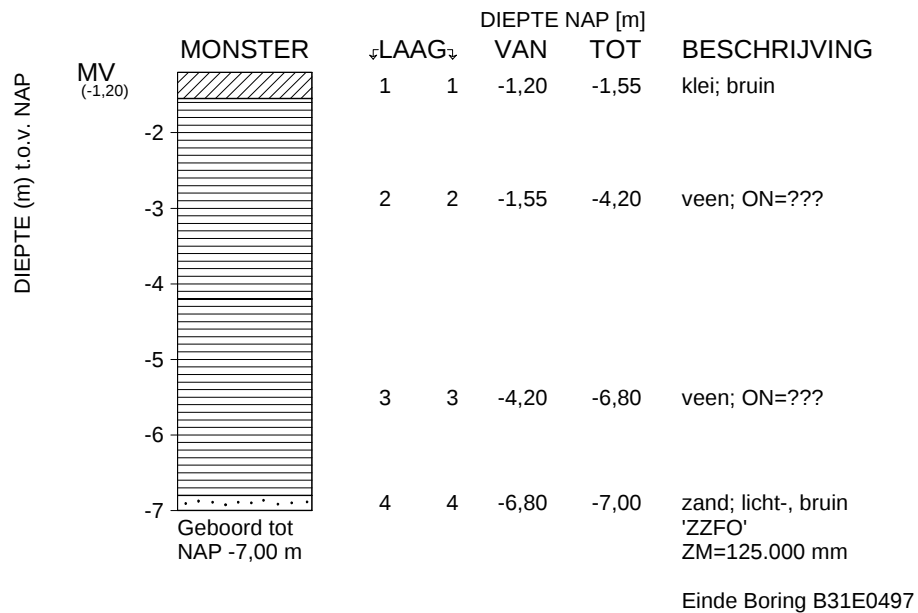
-	<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon Telefax	<Not Registered> <Not Registered>	datum	get.
					DINO-BOR	gez.
-					BIJL.	form. A4



maaiveld: NAP -1,30 m
 X = 127399 m Y = 463958 m (RD)

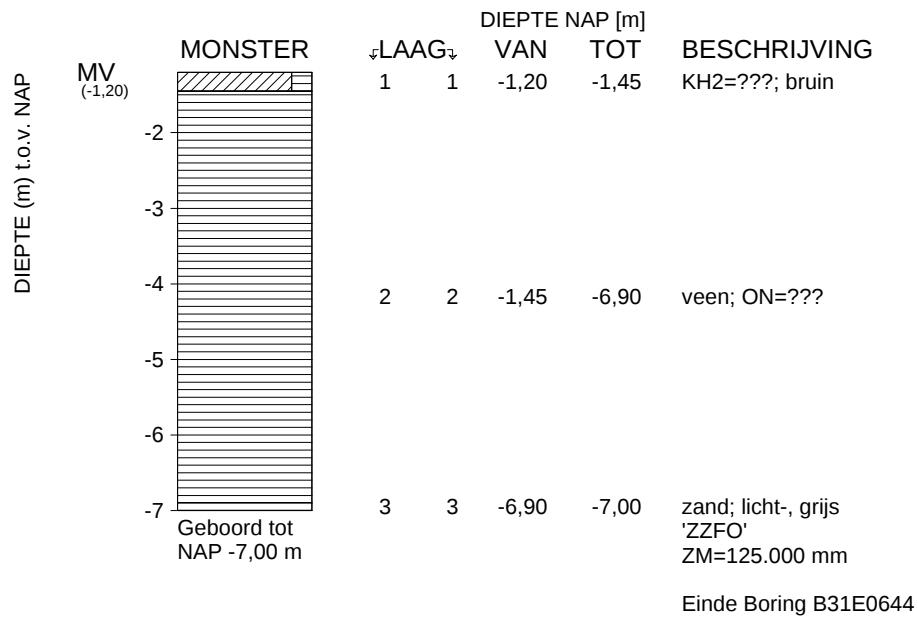
-	-	-	-	-	datum	get.
					DINO-BOR	gez.
					BIJL.	form. A4

		DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING		
		↓LAAG↓	VAN			TOT
DIEPTE (m) t.o.v. NAP	MV (-1,20)	1	1	-1,20	-1,55	klei; bruin
	-2					
	-3					
	-4	2	2	-1,55	-6,80	VZ=???; ON=???
	-5					
	-6					
	-7	3	3	-6,80	-7,00	zand; licht-, grijs 'ZZFO' ZM=125.000 mm
	Geboord tot NAP -7,00 m					
						Einde Boring B31E0494
maaiveld: NAP -1,20 m X = 127566 m Y = 463673 m (RD)						
<Not Registered> <Not Registered>		<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon Telefax	<Not Registered> <Not Registered>	datum get.	
-					DINO-BOR	gez.
					BIJL.	form. A4



maaiveld: NAP -1,20 m
 X = 127291 m Y = 463472 m (RD)

-	-	<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered> <Not Registered>	Telefoon Telefax	<Not Registered> <Not Registered>	datum	get.
						DINO-BOR	gez.
						BIJL.	form. A4



maaiveld: NAP -1,20 m
 X = 127607 m Y = 464086 m (RD)

-	-	-	-	-	datum	get.
					DINO-BOR	gez.
					BIJL.	form. A4

Report for D-Settlement 21.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 13-10-2023
Time of report: 11:36:28
Report with version: 21.2.1.34213

Date of calculation: 12-10-2023
Time of calculation: 15:08:44
Calculated with version: 21.2.1.34213

File name: TenneT station Breukelen Sloot (HH) mv

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)	6
3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)	8
3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	9
4 Settlements	10
4.1 Settlements	10
4.2 Residual Times	10

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	-39,576	2,500
4 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,400	-1,400
4 - X -	3,100	15,900	16,500	50,000	
4 - Y -	-1,700	-1,700	-1,400	-1,400	
3 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	3,100	15,900
3 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-1,700
3 - X -	16,500	50,000			
3 - Y -	-1,400	-1,400			
2 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	3,100	15,900
2 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-1,700
2 - X -	50,000				
2 - Y -	-1,700				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-6,800	-6,800			
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	-15,000	-15,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-2,050	-2,050			
2 - X -	-50,000	50,000			
2 - Y -	-1,550	-1,550			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m ³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei	1	1
3	Klei	1	1
2	Veen	1	1
1	Zand, pleistoceen	2	2

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
4	No	15,00	15,00
3	No	15,00	15,00
2	No	10,00	10,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
4	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
4	5,00	-	-
3	5,00	-	-
2	5,00	-	-
1	-	1,20	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
4	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
3	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
2	0,1533000	0,4600000	0,0230000	-	-	-
1	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	0	18,00	20,00
2	0	15,00	15,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	3,10	3,50	9,50	15,50	15,90	
1 - Y -	-1,70	-1,20	-1,20	-1,20	-1,70	
2 - X -	-25,00	-24,00	-16,00	-15,00		
2 - Y -	-1,40	-1,10	-1,10	-1,40		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-20,000	2,500	5,000	9,500
6 - 8	14,000	16,500	50,000		

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	0,001	-2,050	0,000	0,000
-2,750	0,019	-2,050	0,000	0,000
-2,850	0,038	-2,050	0,000	0,000
-2,950	0,057	-2,050	0,000	0,000
-3,050	0,076	-2,050	0,000	0,000
-3,150	0,095	-2,050	0,000	0,000
-3,250	0,114	-2,050	0,000	0,000
-3,350	0,133	-2,050	0,000	0,000
-3,450	0,152	-2,050	0,000	0,000
-3,550	0,171	-2,050	0,000	0,000
-3,650	0,190	-2,050	0,000	0,000
-4,225	0,299	-2,050	0,000	0,000
-4,725	0,394	-2,050	0,000	0,000
-5,400	0,523	-2,050	0,000	0,000
-6,400	0,713	-2,050	0,001	0,000
-6,800	0,790	-2,050	0,001	0,000
-6,800	0,002	-1,550	0,001	0,000
-7,700	5,057	-1,550	0,002	0,000
-8,700	15,248	-1,550	0,004	0,000
-9,700	25,440	-1,550	0,006	0,000
-10,700	35,633	-1,550	0,009	0,000
-10,900	37,672	-1,550	0,009	0,000
-11,800	46,847	-1,550	0,013	0,000
-12,800	57,041	-1,550	0,018	0,000
-13,800	67,237	-1,550	0,024	0,000
-14,800	77,434	-1,550	0,030	0,000
-15,000	79,473	-1,550	0,032	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	4,501	-1,400	4,500	0,344
-1,500	5,997	-1,500	4,500	0,338
-1,550	6,746	-1,550	4,500	0,335
-1,600	7,494	-1,599	4,500	0,333
-1,700	8,990	-1,699	4,500	0,329
-1,700	8,990	-1,699	4,500	0,329
-1,800	9,632	-1,798	4,148	0,317
-1,900	9,645	-1,898	3,167	0,306
-2,000	9,659	-1,997	2,186	0,297
-2,050	9,665	-2,047	1,695	0,293
-2,100	9,672	-2,047	1,695	0,290
-2,200	9,685	-2,046	1,694	0,283
-2,300	9,698	-2,046	1,693	0,276
-2,400	9,710	-2,045	1,692	0,269
-3,350	9,813	-2,042	1,647	0,207
-4,250	9,859	-2,041	1,531	0,151
-5,200	9,857	-2,042	1,334	0,094
-6,200	9,829	-2,046	1,075	0,035
-6,800	9,813	-2,050	0,910	0,000
-6,800	4,908	-1,550	0,910	0,000
-7,700	13,833	-1,550	0,664	0,000

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-8,700	23,764	-1,550	0,405	0,000
-9,700	33,718	-1,550	0,169	0,000
-10,700	43,697	-1,550	-0,041	0,000
-10,900	45,696	-1,550	-0,080	0,000
-11,800	54,703	-1,550	-0,244	0,000
-12,800	64,733	-1,550	-0,404	0,000
-13,800	74,784	-1,550	-0,543	0,000
-14,800	84,853	-1,550	-0,664	0,000
-15,000	86,869	-1,550	-0,687	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,187
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,187
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,187
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,187
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,187
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,187
-1,800	5,494	-1,799	0,001	0,186
-1,900	6,215	-1,899	-0,275	0,185
-2,000	6,263	-1,999	-1,224	0,184
-2,050	6,299	-2,049	-1,687	0,185
-2,100	6,342	-2,048	-1,652	0,185
-2,200	6,453	-2,048	-1,557	0,186
-2,300	6,589	-2,048	-1,438	0,186
-2,400	6,741	-2,048	-1,302	0,186
-3,350	8,138	-2,045	-0,060	0,173
-4,250	8,952	-2,044	0,594	0,140
-5,200	9,499	-2,044	0,956	0,094
-6,200	9,927	-2,047	1,165	0,038
-6,800	10,148	-2,050	1,245	0,000
-6,800	5,243	-1,550	1,245	0,000
-7,700	14,495	-1,550	1,327	0,000
-8,700	24,738	-1,550	1,380	0,000
-9,700	34,955	-1,550	1,407	0,000
-10,700	45,153	-1,550	1,414	0,000
-10,900	47,190	-1,550	1,414	0,000
-11,800	56,353	-1,550	1,406	0,000
-12,800	66,524	-1,550	1,387	0,000
-13,800	76,687	-1,550	1,360	0,000
-14,800	86,844	-1,550	1,326	0,000
-15,000	88,874	-1,550	1,319	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,700	7,525	-1,700	7,524	0,563
-1,800	7,539	-1,800	6,543	0,531
-1,900	7,556	-1,899	5,565	0,508
-2,000	7,578	-1,999	4,592	0,490
-2,050	7,592	-2,048	4,107	0,483
-2,100	7,606	-2,048	4,114	0,476
-2,200	7,635	-2,048	4,129	0,463
-2,300	7,663	-2,047	4,141	0,449
-2,400	7,685	-2,047	4,149	0,436

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,500	7,700	-2,047	4,149	0,423
-2,600	7,708	-2,046	4,141	0,410
-2,700	7,707	-2,046	4,124	0,397
-3,450	7,495	-2,044	3,790	0,305
-4,250	7,127	-2,043	3,276	0,218
-5,200	6,767	-2,044	2,724	0,129
-6,200	6,532	-2,047	2,269	0,048
-6,800	6,449	-2,050	2,047	0,001
-6,800	2,048	-1,550	2,047	0,001
-7,700	10,435	-1,550	1,766	0,000
-8,700	20,365	-1,550	1,506	0,000
-9,700	30,331	-1,550	1,283	0,000
-10,700	40,323	-1,550	1,084	0,000
-10,900	42,323	-1,550	1,047	0,000
-11,800	51,334	-1,550	0,886	0,000
-12,800	61,358	-1,550	0,721	0,000
-13,800	71,395	-1,550	0,567	0,000
-14,800	81,441	-1,550	0,423	0,000
-15,000	83,451	-1,550	0,396	0,000

3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,700	7,048	-1,700	7,047	0,612
-1,800	7,062	-1,800	6,066	0,580
-1,900	7,077	-1,899	5,085	0,558
-2,000	7,092	-1,999	4,105	0,542
-2,050	7,101	-2,049	3,615	0,535
-2,100	7,109	-2,048	3,616	0,529
-2,200	7,126	-2,048	3,618	0,517
-2,300	7,144	-2,047	3,621	0,505
-2,400	7,161	-2,047	3,623	0,493
-2,500	7,180	-2,047	3,626	0,482
-2,600	7,198	-2,046	3,629	0,470
-2,700	7,217	-2,046	3,632	0,458
-3,450	7,357	-2,044	3,649	0,372
-4,250	7,493	-2,043	3,641	0,282
-5,200	7,617	-2,044	3,575	0,177
-6,200	7,689	-2,047	3,427	0,068
-6,800	7,705	-2,050	3,303	0,002
-6,800	3,304	-1,550	3,303	0,002
-7,700	11,746	-1,550	3,077	0,001
-8,700	21,649	-1,550	2,791	0,000
-9,700	31,536	-1,550	2,488	0,000
-10,700	41,422	-1,550	2,183	0,000
-10,900	43,400	-1,550	2,123	0,000
-11,800	52,307	-1,550	1,859	0,000
-12,800	62,218	-1,550	1,581	0,000
-13,800	72,149	-1,550	1,321	0,000
-14,800	82,098	-1,550	1,081	0,000
-15,000	84,091	-1,550	1,035	0,000

3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,700	7,673	-1,700	7,672	0,564

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,800	7,686	-1,800	6,691	0,532
-1,900	7,700	-1,899	5,710	0,508
-2,000	7,714	-1,999	4,727	0,491
-2,050	7,720	-2,048	4,236	0,483
-2,100	7,726	-2,048	4,234	0,476
-2,200	7,736	-2,048	4,230	0,463
-2,300	7,743	-2,047	4,222	0,449
-2,400	7,747	-2,047	4,211	0,436
-2,500	7,746	-2,047	4,194	0,423
-2,600	7,740	-2,046	4,173	0,410
-2,700	7,728	-2,046	4,146	0,397
-3,450	7,488	-2,044	3,782	0,304
-4,250	7,118	-2,043	3,267	0,217
-5,200	6,759	-2,044	2,716	0,129
-6,200	6,525	-2,047	2,262	0,048
-6,800	6,443	-2,050	2,040	0,001
-6,800	2,041	-1,550	2,040	0,001
-7,700	10,427	-1,550	1,759	0,000
-8,700	20,355	-1,550	1,497	0,000
-9,700	30,319	-1,550	1,270	0,000
-10,700	40,306	-1,550	1,068	0,000
-10,900	42,306	-1,550	1,029	0,000
-11,800	51,311	-1,550	0,864	0,000
-12,800	61,330	-1,550	0,692	0,000
-13,800	71,359	-1,550	0,531	0,000
-14,800	81,397	-1,550	0,380	0,000
-15,000	83,406	-1,550	0,350	0,000

3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,187
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,187
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,187
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,187
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,187
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,187
-1,800	5,494	-1,799	0,001	0,186
-1,900	6,216	-1,899	-0,274	0,185
-2,000	6,264	-1,999	-1,223	0,184
-2,050	6,300	-2,049	-1,686	0,185
-2,100	6,344	-2,048	-1,650	0,185
-2,200	6,455	-2,048	-1,555	0,186
-2,300	6,591	-2,048	-1,435	0,186
-2,400	6,744	-2,048	-1,298	0,186
-3,350	8,144	-2,045	-0,054	0,172
-4,250	8,953	-2,044	0,596	0,140
-5,200	9,498	-2,044	0,954	0,094
-6,200	9,923	-2,047	1,161	0,038
-6,800	10,142	-2,050	1,240	0,000
-6,800	5,237	-1,550	1,240	0,000
-7,700	14,486	-1,550	1,318	0,000
-8,700	24,725	-1,550	1,366	0,000
-9,700	34,935	-1,550	1,386	0,000
-10,700	45,124	-1,550	1,386	0,000
-10,900	47,160	-1,550	1,383	0,000
-11,800	56,314	-1,550	1,366	0,000
-12,800	66,474	-1,550	1,336	0,000
-13,800	76,624	-1,550	1,296	0,000
-14,800	86,767	-1,550	1,249	0,000

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-15,000	88,795	-1,550	1,239	0,000

3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,030
-6,200	8,079	-2,048	-0,687	0,012
-6,800	8,215	-2,050	-0,687	0,000
-6,800	3,310	-1,550	-0,687	0,000
-7,700	12,482	-1,550	-0,687	0,000
-8,700	22,672	-1,550	-0,686	0,000
-9,700	32,864	-1,550	-0,685	0,000
-10,700	43,055	-1,550	-0,683	0,000
-10,900	45,093	-1,550	-0,683	0,000
-11,800	54,266	-1,550	-0,681	0,000
-12,800	64,459	-1,550	-0,678	0,000
-13,800	74,653	-1,550	-0,675	0,000
-14,800	84,847	-1,550	-0,671	0,000
-15,000	86,886	-1,550	-0,670	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	0,00	-2,65	0,000
2	-20,00	0,00	-1,40	0,344
3	2,50	0,00	-1,40	0,187
4	5,00	0,00	-1,70	0,563
5	9,50	0,00	-1,70	0,612
6	14,00	0,00	-1,70	0,564
7	16,50	0,00	-1,40	0,187
8	50,00	0,00	-1,40	0,080

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	0	0,000	0,000	0,000
	365	0,000	98,423	0,000
	10000	0,000	100,000	0,000
2	0	0,000	0,000	0,344
	365	0,142	41,313	0,202
	10000	0,344	100,000	0,000
3	0	0,000	0,000	0,187
	365	0,066	35,355	0,121
	10000	0,187	100,000	0,000
4	0	0,000	0,000	0,563
	365	0,340	60,429	0,223
	10000	0,563	100,000	0,000
5	0	0,000	0,000	0,612
	365	0,371	60,621	0,241
	10000	0,612	100,000	0,000
6	0	0,000	0,000	0,564
	365	0,340	60,281	0,224
	10000	0,564	100,000	0,000
7	0	0,000	0,000	0,187
	365	0,066	35,348	0,121
	10000	0,187	100,000	0,000
8	0	0,000	0,000	0,080
	365	0,006	7,259	0,075
	10000	0,080	100,000	0,000

End of Report



D-Settlement 21.2 : Termet station Brucklen Stoot (HH) m/sjlf			
<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered>	Phone Fax	<Not Registered> <Not Registered>
	date 13-10-2023	drw.	-
	-	ctr.	
	Annex -	form.	A4

Report for D-Settlement 21.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 13-10-2023
Time of report: 11:37:17
Report with version: 21.2.1.34213

Date of calculation: 12-10-2023
Time of calculation: 11:57:43
Calculated with version: 21.2.1.34213

File name: TenneT station Breukelen Sloot (HH) - ontgr

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)	6
3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)	8
3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	9
4 Settlements	10
4.1 Settlements	10
4.2 Residual Times	10
5 Warnings and errors	11

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	-39,576	2,500
4 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,400	-1,400
4 - X -	3,100	5,000	14,000	15,900	16,500
4 - Y -	-1,700	-2,650	-2,650	-1,700	-1,400
4 - X -	50,000				
4 - Y -	-1,400				
3 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	3,100	5,000
3 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-2,650
3 - X -	14,000	15,900	16,500	50,000	
3 - Y -	-2,650	-1,700	-1,400	-1,400	
2 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	3,100	5,000
2 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-2,650
2 - X -	14,000	15,900	50,000		
2 - Y -	-2,650	-1,700	-1,700		
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-6,800	-6,800			
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	-15,000	-15,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-2,050	-2,050			
2 - X -	-50,000	50,000			
2 - Y -	-1,550	-1,550			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei	1	1
3	Klei	1	1
2	Veen	1	1
1	Zand, pleistoceen	2	2

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
4	No	15,00	15,00
3	No	15,00	15,00
2	No	10,00	10,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
4	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
4	5,00	-	-
3	5,00	-	-
2	5,00	-	-
1	-	1,20	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
4	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
3	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
2	0,1533000	0,4600000	0,0230000	-	-	-
1	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	0	15,00	15,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-25,00	-24,00	-16,00	-15,00		
1 - Y -	-1,40	-1,10	-1,10	-1,40		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-20,000	2,500	5,000	9,500
6 - 8	14,000	16,500	50,000		

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	0,001	-2,050	0,000	0,000
-2,750	0,019	-2,050	0,000	0,000
-2,850	0,038	-2,050	0,000	0,000
-2,950	0,057	-2,050	0,000	0,000
-3,050	0,076	-2,050	0,000	0,000
-3,150	0,095	-2,050	0,000	0,000
-3,250	0,114	-2,050	0,000	0,000
-3,350	0,133	-2,050	0,000	0,000
-3,450	0,152	-2,050	0,000	0,000
-3,550	0,171	-2,050	0,000	0,000
-3,650	0,190	-2,050	0,000	0,000
-4,225	0,299	-2,050	0,000	0,000
-4,725	0,394	-2,050	0,000	0,000
-5,400	0,523	-2,050	0,000	0,000
-6,400	0,713	-2,050	0,001	0,000
-6,800	0,790	-2,050	0,001	0,000
-6,800	0,002	-1,550	0,001	0,000
-7,700	5,056	-1,550	0,002	0,000
-8,700	15,248	-1,550	0,003	0,000
-9,700	25,440	-1,550	0,005	0,000
-10,700	35,633	-1,550	0,008	0,000
-10,900	37,671	-1,550	0,009	0,000
-11,800	46,846	-1,550	0,012	0,000
-12,800	57,040	-1,550	0,016	0,000
-13,800	67,235	-1,550	0,022	0,000
-14,800	77,431	-1,550	0,028	0,000
-15,000	79,470	-1,550	0,029	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	4,501	-1,400	4,500	0,344
-1,500	5,997	-1,500	4,500	0,338
-1,550	6,746	-1,550	4,500	0,335
-1,600	7,494	-1,599	4,500	0,333
-1,700	8,990	-1,699	4,500	0,329
-1,700	8,990	-1,699	4,500	0,329
-1,800	9,633	-1,798	4,149	0,317
-1,900	9,646	-1,898	3,167	0,306
-2,000	9,659	-1,997	2,186	0,297
-2,050	9,665	-2,047	1,695	0,293
-2,100	9,672	-2,047	1,695	0,290
-2,200	9,685	-2,046	1,694	0,283
-2,300	9,698	-2,046	1,693	0,276
-2,400	9,711	-2,045	1,692	0,269
-3,350	9,813	-2,042	1,647	0,207
-4,250	9,859	-2,041	1,532	0,151
-5,200	9,856	-2,042	1,334	0,094
-6,200	9,828	-2,046	1,074	0,035
-6,800	9,811	-2,050	0,908	0,000
-6,800	4,906	-1,550	0,908	0,000
-7,700	13,828	-1,550	0,660	0,000

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-8,700	23,756	-1,550	0,397	0,000
-9,700	33,705	-1,550	0,156	0,000
-10,700	43,678	-1,550	-0,061	0,000
-10,900	45,675	-1,550	-0,102	0,000
-11,800	54,674	-1,550	-0,273	0,000
-12,800	64,693	-1,550	-0,445	0,000
-13,800	74,731	-1,550	-0,597	0,000
-14,800	84,785	-1,550	-0,733	0,000
-15,000	86,797	-1,550	-0,758	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,198	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,867	-2,045	-0,687	0,030
-6,200	8,081	-2,048	-0,685	0,012
-6,800	8,219	-2,050	-0,684	0,000
-6,800	3,314	-1,550	-0,684	0,000
-7,700	12,488	-1,550	-0,680	0,000
-8,700	22,684	-1,550	-0,674	0,000
-9,700	32,882	-1,550	-0,667	0,000
-10,700	43,081	-1,550	-0,657	0,000
-10,900	45,121	-1,550	-0,655	0,000
-11,800	54,303	-1,550	-0,645	0,000
-12,800	64,506	-1,550	-0,631	0,000
-13,800	74,711	-1,550	-0,616	0,000
-14,800	84,918	-1,550	-0,600	0,000
-15,000	86,959	-1,550	-0,597	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	0,001	-2,050	0,000	0,000
-2,750	0,019	-2,050	0,000	0,000
-2,850	0,038	-2,050	0,000	0,000
-2,950	0,057	-2,050	0,000	0,000
-3,050	0,076	-2,050	0,000	0,000
-3,150	0,095	-2,050	0,000	0,000
-3,250	0,114	-2,050	0,000	0,000
-3,350	0,133	-2,050	0,000	0,000
-3,450	0,152	-2,050	0,000	0,000

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-3,550	0,171	-2,050	0,000	0,000
-3,650	0,190	-2,050	0,000	0,000
-4,225	0,299	-2,050	0,000	0,000
-4,725	0,395	-2,050	0,000	0,000
-5,400	0,523	-2,050	0,001	0,000
-6,400	0,715	-2,050	0,002	0,000
-6,800	0,791	-2,050	0,003	0,000
-6,800	0,004	-1,550	0,003	0,000
-7,700	5,059	-1,550	0,005	0,000
-8,700	15,253	-1,550	0,008	0,000
-9,700	25,448	-1,550	0,013	0,000
-10,700	35,644	-1,550	0,019	0,000
-10,900	37,683	-1,550	0,021	0,000
-11,800	46,861	-1,550	0,027	0,000
-12,800	57,060	-1,550	0,037	0,000
-13,800	67,261	-1,550	0,047	0,000
-14,800	77,462	-1,550	0,059	0,000
-15,000	79,503	-1,550	0,061	0,000

3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	0,001	-2,050	0,000	0,000
-2,750	0,019	-2,050	0,000	0,000
-2,850	0,038	-2,050	0,000	0,000
-2,950	0,057	-2,050	0,000	0,000
-3,050	0,076	-2,050	0,000	0,000
-3,150	0,095	-2,050	0,000	0,000
-3,250	0,114	-2,050	0,000	0,000
-3,350	0,133	-2,050	0,000	0,000
-3,450	0,152	-2,050	0,000	0,000
-3,550	0,171	-2,050	0,000	0,000
-3,650	0,190	-2,050	0,000	0,000
-4,225	0,299	-2,050	0,000	0,000
-4,725	0,394	-2,050	0,000	0,000
-5,400	0,523	-2,050	0,000	0,000
-6,400	0,713	-2,050	0,001	0,000
-6,800	0,790	-2,050	0,001	0,000
-6,800	0,002	-1,550	0,001	0,000
-7,700	5,057	-1,550	0,002	0,000
-8,700	15,248	-1,550	0,004	0,000
-9,700	25,440	-1,550	0,006	0,000
-10,700	35,633	-1,550	0,009	0,000
-10,900	37,672	-1,550	0,010	0,000
-11,800	46,847	-1,550	0,013	0,000
-12,800	57,041	-1,550	0,018	0,000
-13,800	67,237	-1,550	0,023	0,000
-14,800	77,433	-1,550	0,030	0,000
-15,000	79,473	-1,550	0,031	0,000

3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	0,001	-2,050	0,000	0,000
-2,750	0,019	-2,050	0,000	0,000
-2,850	0,038	-2,050	0,000	0,000

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,950	0,057	-2,050	0,000	0,000
-3,050	0,076	-2,050	0,000	0,000
-3,150	0,095	-2,050	0,000	0,000
-3,250	0,114	-2,050	0,000	0,000
-3,350	0,133	-2,050	0,000	0,000
-3,450	0,152	-2,050	0,000	0,000
-3,550	0,171	-2,050	0,000	0,000
-3,650	0,190	-2,050	0,000	0,000
-4,225	0,299	-2,050	0,000	0,000
-4,725	0,394	-2,050	0,000	0,000
-5,400	0,523	-2,050	0,000	0,000
-6,400	0,713	-2,050	0,000	0,000
-6,800	0,789	-2,050	0,001	0,000
-6,800	0,002	-1,550	0,001	0,000
-7,700	5,056	-1,550	0,001	0,000
-8,700	15,246	-1,550	0,002	0,000
-9,700	25,437	-1,550	0,003	0,000
-10,700	35,629	-1,550	0,005	0,000
-10,900	37,667	-1,550	0,005	0,000
-11,800	46,840	-1,550	0,007	0,000
-12,800	57,033	-1,550	0,009	0,000
-13,800	67,226	-1,550	0,012	0,000
-14,800	77,420	-1,550	0,016	0,000
-15,000	79,458	-1,550	0,017	0,000

3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,030
-6,200	8,079	-2,048	-0,687	0,012
-6,800	8,215	-2,050	-0,687	0,000
-6,800	3,310	-1,550	-0,687	0,000
-7,700	12,482	-1,550	-0,687	0,000
-8,700	22,672	-1,550	-0,686	0,000
-9,700	32,863	-1,550	-0,686	0,000
-10,700	43,054	-1,550	-0,684	0,000
-10,900	45,092	-1,550	-0,684	0,000
-11,800	54,265	-1,550	-0,683	0,000
-12,800	64,456	-1,550	-0,681	0,000
-13,800	74,649	-1,550	-0,679	0,000
-14,800	84,841	-1,550	-0,676	0,000
-15,000	86,880	-1,550	-0,675	0,000

3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,029
-6,200	8,079	-2,048	-0,688	0,012
-6,800	8,215	-2,050	-0,688	0,000
-6,800	3,310	-1,550	-0,688	0,000
-7,700	12,481	-1,550	-0,688	0,000
-8,700	22,671	-1,550	-0,688	0,000
-9,700	32,861	-1,550	-0,688	0,000
-10,700	43,051	-1,550	-0,688	0,000
-10,900	45,089	-1,550	-0,688	0,000
-11,800	54,260	-1,550	-0,687	0,000
-12,800	64,450	-1,550	-0,687	0,000
-13,800	74,640	-1,550	-0,687	0,000
-14,800	84,830	-1,550	-0,687	0,000
-15,000	86,868	-1,550	-0,687	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	0,00	-2,65	0,000
2	-20,00	0,00	-1,40	0,344
3	2,50	0,00	-1,40	0,080
4	5,00	0,00	-2,65	0,000
5	9,50	0,00	-2,65	0,000
6	14,00	0,00	-2,65	0,000
7	16,50	0,00	-1,40	0,080
8	50,00	0,00	-1,40	0,080

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	0	0,000	0,000	0,000
	365	0,000	97,508	0,000
	10000	0,000	100,000	0,000
2	0	0,000	0,000	0,344
	365	0,142	41,309	0,202
	10000	0,344	100,000	0,000
3	0	0,000	0,000	0,080
	365	0,006	7,298	0,075
	10000	0,080	100,000	0,000
4	0	0,000	0,000	0,000
	365	0,000	97,491	0,000
	10000	0,000	100,000	0,000
5	0	0,000	0,000	0,000
	365	0,000	97,478	0,000
	10000	0,000	100,000	0,000
6	0	0,000	0,000	0,000
	365	0,000	97,461	0,000
	10000	0,000	100,000	0,000
7	0	0,000	0,000	0,080
	365	0,006	7,257	0,075
	10000	0,080	100,000	0,000
8	0	0,000	0,000	0,080
	365	0,006	7,254	0,075
	10000	0,080	100,000	0,000

5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

1 Program D-Settlement

2 Version 21.2

3 License

4 Company <Not Registered> <Not Registered>

5

6 Run identification :

7

8

9

10 Date 12-10-2023

11 Time 15:45:11

12

13 ERRORS IN LOADS

14 For a calculation at least one load is needed with time ≥ 0 and time $<$ end of settlement calculation.

15

16 [END OF ERROR FILE]

End of Report



D-Scutellum 21.2 : Tennet station Braukelen Sloot (Hh) : ongr. sl.			
<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered>	Phone Fax	<Not Registered> <Not Registered>
date			drw.
13-10-2023			-
-			ctr.
Annex -			form.
			A4

Report for D-Settlement 21.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 13-10-2023
Time of report: 11:37:57
Report with version: 21.2.1.34213

Date of calculation: 12-10-2023
Time of calculation: 16:08:01
Calculated with version: 21.2.1.34213

File name: TenneT station Breukelen Sloot (HH) - ontgr -2.65 - 76 cm steenslag.sld

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)	6
3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)	8
3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	9
4 Settlements	10
4.1 Settlements	10
4.2 Residual Times	10

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	-39,576	2,500
4 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,400	-1,400
4 - X -	3,100	5,000	14,000	15,900	16,500
4 - Y -	-1,700	-2,650	-2,650	-1,700	-1,400
4 - X -	50,000				
4 - Y -	-1,400				
3 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	3,100	5,000
3 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-2,650
3 - X -	14,000	15,900	16,500	50,000	
3 - Y -	-2,650	-1,700	-1,400	-1,400	
2 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	3,100	5,000
2 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-2,650
2 - X -	14,000	15,900	50,000		
2 - Y -	-2,650	-1,700	-1,700		
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-6,800	-6,800			
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	-15,000	-15,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-2,050	-2,050			
2 - X -	-50,000	50,000			
2 - Y -	-1,550	-1,550			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei	1	1
3	Klei	1	1
2	Veen	1	1
1	Zand, pleistoceen	2	2

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
4	No	15,00	15,00
3	No	15,00	15,00
2	No	10,00	10,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
4	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
4	5,00	-	-
3	5,00	-	-
2	5,00	-	-
1	-	1,20	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
4	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
3	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
2	0,1533000	0,4600000	0,0230000	-	-	-
1	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	0	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	3,48	9,50	15,52			
1 - Y -	-1,89	-1,89	-1,89			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-20,000	2,500	5,000	9,500
6 - 8	14,000	16,500	50,000		

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	0,001	-2,050	0,000	0,000
-2,750	0,019	-2,050	0,000	0,000
-2,850	0,038	-2,050	0,000	0,000
-2,950	0,057	-2,050	0,000	0,000
-3,050	0,076	-2,050	0,000	0,000
-3,150	0,095	-2,050	0,000	0,000
-3,250	0,114	-2,050	0,000	0,000
-3,350	0,133	-2,050	0,000	0,000
-3,450	0,152	-2,050	0,000	0,000
-3,550	0,171	-2,050	0,000	0,000
-3,650	0,190	-2,050	0,000	0,000
-4,225	0,299	-2,050	0,000	0,000
-4,725	0,394	-2,050	0,000	0,000
-5,400	0,523	-2,050	0,000	0,000
-6,400	0,713	-2,050	0,000	0,000
-6,800	0,789	-2,050	0,000	0,000
-6,800	0,001	-1,550	0,000	0,000
-7,700	5,055	-1,550	0,000	0,000
-8,700	15,245	-1,550	0,000	0,000
-9,700	25,435	-1,550	0,000	0,000
-10,700	35,625	-1,550	0,000	0,000
-10,900	37,663	-1,550	0,000	0,000
-11,800	46,834	-1,550	0,001	0,000
-12,800	57,024	-1,550	0,001	0,000
-13,800	67,215	-1,550	0,001	0,000
-14,800	77,405	-1,550	0,002	0,000
-15,000	79,443	-1,550	0,002	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,030
-6,200	8,079	-2,048	-0,687	0,012
-6,800	8,216	-2,050	-0,687	0,000
-6,800	3,311	-1,550	-0,687	0,000
-7,700	12,483	-1,550	-0,686	0,000

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-8,700	22,675	-1,550	-0,684	0,000
-9,700	32,868	-1,550	-0,680	0,000
-10,700	43,062	-1,550	-0,676	0,000
-10,900	45,102	-1,550	-0,675	0,000
-11,800	54,278	-1,550	-0,669	0,000
-12,800	64,476	-1,550	-0,661	0,000
-13,800	74,676	-1,550	-0,652	0,000
-14,800	84,877	-1,550	-0,640	0,000
-15,000	86,918	-1,550	-0,638	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,124
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,124
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,124
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,124
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,124
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,124
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,123
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,122
-2,000	6,857	-1,999	-0,631	0,120
-2,050	6,865	-2,049	-1,121	0,120
-2,100	6,873	-2,048	-1,121	0,120
-2,200	6,889	-2,048	-1,121	0,119
-2,300	6,905	-2,048	-1,121	0,119
-2,400	6,924	-2,048	-1,119	0,119
-3,350	7,370	-2,045	-0,831	0,112
-4,250	7,985	-2,044	-0,376	0,097
-5,200	8,661	-2,045	0,115	0,070
-6,200	9,319	-2,047	0,558	0,030
-6,800	9,675	-2,050	0,773	0,000
-6,800	4,770	-1,550	0,773	0,000
-7,700	14,198	-1,550	1,030	0,000
-8,700	24,596	-1,550	1,238	0,000
-9,700	34,931	-1,550	1,382	0,000
-10,700	45,216	-1,550	1,478	0,000
-10,900	47,268	-1,550	1,492	0,000
-11,800	56,486	-1,550	1,539	0,000
-12,800	66,701	-1,550	1,563	0,000
-13,800	76,893	-1,550	1,566	0,000
-14,800	87,068	-1,550	1,551	0,000
-15,000	89,101	-1,550	1,546	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	7,269	-2,050	7,268	1,292
-2,750	7,336	-2,049	7,325	1,234
-2,850	7,357	-2,048	7,334	1,183
-2,950	7,325	-2,048	7,290	1,136
-3,050	7,252	-2,047	7,204	1,090
-3,150	7,155	-2,047	7,095	1,047
-3,250	7,047	-2,046	6,973	1,006
-3,350	6,938	-2,045	6,850	0,966
-3,450	6,831	-2,045	6,729	0,927

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-3,550	6,730	-2,044	6,613	0,890
-3,650	6,635	-2,044	6,504	0,854
-4,225	6,218	-2,043	5,992	0,662
-4,725	5,990	-2,042	5,672	0,514
-5,400	5,811	-2,043	5,354	0,333
-6,400	5,713	-2,048	5,025	0,092
-6,800	5,710	-2,050	4,922	0,002
-6,800	4,923	-1,550	4,922	0,002
-7,700	9,778	-1,550	4,724	0,001
-8,700	19,780	-1,550	4,536	0,000
-9,700	29,799	-1,550	4,364	0,000
-10,700	39,826	-1,550	4,201	0,000
-10,900	41,832	-1,550	4,169	0,000
-11,800	50,861	-1,550	4,027	0,000
-12,800	60,896	-1,550	3,873	0,000
-13,800	70,936	-1,550	3,723	0,000
-14,800	80,981	-1,550	3,577	0,000
-15,000	82,990	-1,550	3,549	0,000

3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	7,745	-2,050	7,744	1,497
-2,750	7,754	-2,049	7,745	1,438
-2,850	7,765	-2,048	7,745	1,386
-2,950	7,775	-2,047	7,745	1,337
-3,050	7,787	-2,046	7,745	1,291
-3,150	7,798	-2,046	7,745	1,246
-3,250	7,810	-2,045	7,745	1,203
-3,350	7,822	-2,044	7,746	1,161
-3,450	7,835	-2,044	7,746	1,120
-3,550	7,848	-2,043	7,746	1,079
-3,650	7,861	-2,042	7,745	1,040
-4,225	7,937	-2,040	7,735	0,825
-4,725	7,997	-2,039	7,706	0,651
-5,400	8,054	-2,041	7,624	0,428
-6,400	8,075	-2,046	7,398	0,121
-6,800	8,065	-2,050	7,276	0,003
-6,800	7,277	-1,550	7,276	0,003
-7,700	12,011	-1,550	6,956	0,001
-8,700	21,803	-1,550	6,558	0,001
-9,700	31,584	-1,550	6,149	0,000
-10,700	41,377	-1,550	5,752	0,000
-10,900	43,338	-1,550	5,676	0,000
-11,800	52,177	-1,550	5,344	0,000
-12,800	62,026	-1,550	5,003	0,000
-13,800	71,905	-1,550	4,692	0,000
-14,800	81,813	-1,550	4,409	0,000
-15,000	83,797	-1,550	4,356	0,000

3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	6,495	-2,050	6,494	1,259
-2,750	6,511	-2,049	6,499	1,203
-2,850	6,522	-2,049	6,497	1,154

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,950	6,523	-2,048	6,485	1,109
-3,050	6,513	-2,047	6,462	1,066
-3,150	6,493	-2,047	6,429	1,025
-3,250	6,464	-2,046	6,386	0,985
-3,350	6,427	-2,046	6,334	0,947
-3,450	6,384	-2,045	6,277	0,910
-3,550	6,338	-2,045	6,216	0,874
-3,650	6,290	-2,045	6,153	0,838
-4,225	6,020	-2,043	5,789	0,652
-4,725	5,843	-2,043	5,519	0,507
-5,400	5,696	-2,044	5,236	0,328
-6,400	5,622	-2,048	4,933	0,091
-6,800	5,626	-2,050	4,837	0,002
-6,800	4,838	-1,550	4,837	0,002
-7,700	9,707	-1,550	4,652	0,001
-8,700	19,720	-1,550	4,476	0,000
-9,700	29,748	-1,550	4,314	0,000
-10,700	39,782	-1,550	4,158	0,000
-10,900	41,790	-1,550	4,127	0,000
-11,800	50,824	-1,550	3,991	0,000
-12,800	60,865	-1,550	3,842	0,000
-13,800	70,909	-1,550	3,696	0,000
-14,800	80,958	-1,550	3,554	0,000
-15,000	82,968	-1,550	3,526	0,000

3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,121
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,121
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,121
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,121
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,121
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,121
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,120
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,119
-2,000	6,888	-1,999	-0,599	0,117
-2,050	6,896	-2,049	-1,090	0,117
-2,100	6,904	-2,048	-1,090	0,117
-2,200	6,921	-2,048	-1,090	0,116
-2,300	6,938	-2,048	-1,088	0,116
-2,400	6,958	-2,048	-1,084	0,115
-3,350	7,328	-2,045	-0,873	0,108
-4,250	7,929	-2,044	-0,433	0,095
-5,200	8,617	-2,045	0,071	0,069
-6,200	9,283	-2,047	0,521	0,030
-6,800	9,642	-2,050	0,740	0,000
-6,800	4,738	-1,550	0,740	0,000
-7,700	14,171	-1,550	1,002	0,000
-8,700	24,575	-1,550	1,216	0,000
-9,700	34,915	-1,550	1,366	0,000
-10,700	45,205	-1,550	1,467	0,000
-10,900	47,258	-1,550	1,482	0,000
-11,800	56,480	-1,550	1,533	0,000
-12,800	66,699	-1,550	1,562	0,000
-13,800	76,895	-1,550	1,568	0,000
-14,800	87,073	-1,550	1,556	0,000
-15,000	89,107	-1,550	1,552	0,000

3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,029
-6,200	8,079	-2,048	-0,688	0,012
-6,800	8,215	-2,050	-0,687	0,000
-6,800	3,310	-1,550	-0,687	0,000
-7,700	12,481	-1,550	-0,687	0,000
-8,700	22,672	-1,550	-0,687	0,000
-9,700	32,862	-1,550	-0,686	0,000
-10,700	43,053	-1,550	-0,685	0,000
-10,900	45,091	-1,550	-0,685	0,000
-11,800	54,264	-1,550	-0,684	0,000
-12,800	64,456	-1,550	-0,682	0,000
-13,800	74,648	-1,550	-0,680	0,000
-14,800	84,841	-1,550	-0,677	0,000
-15,000	86,879	-1,550	-0,676	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

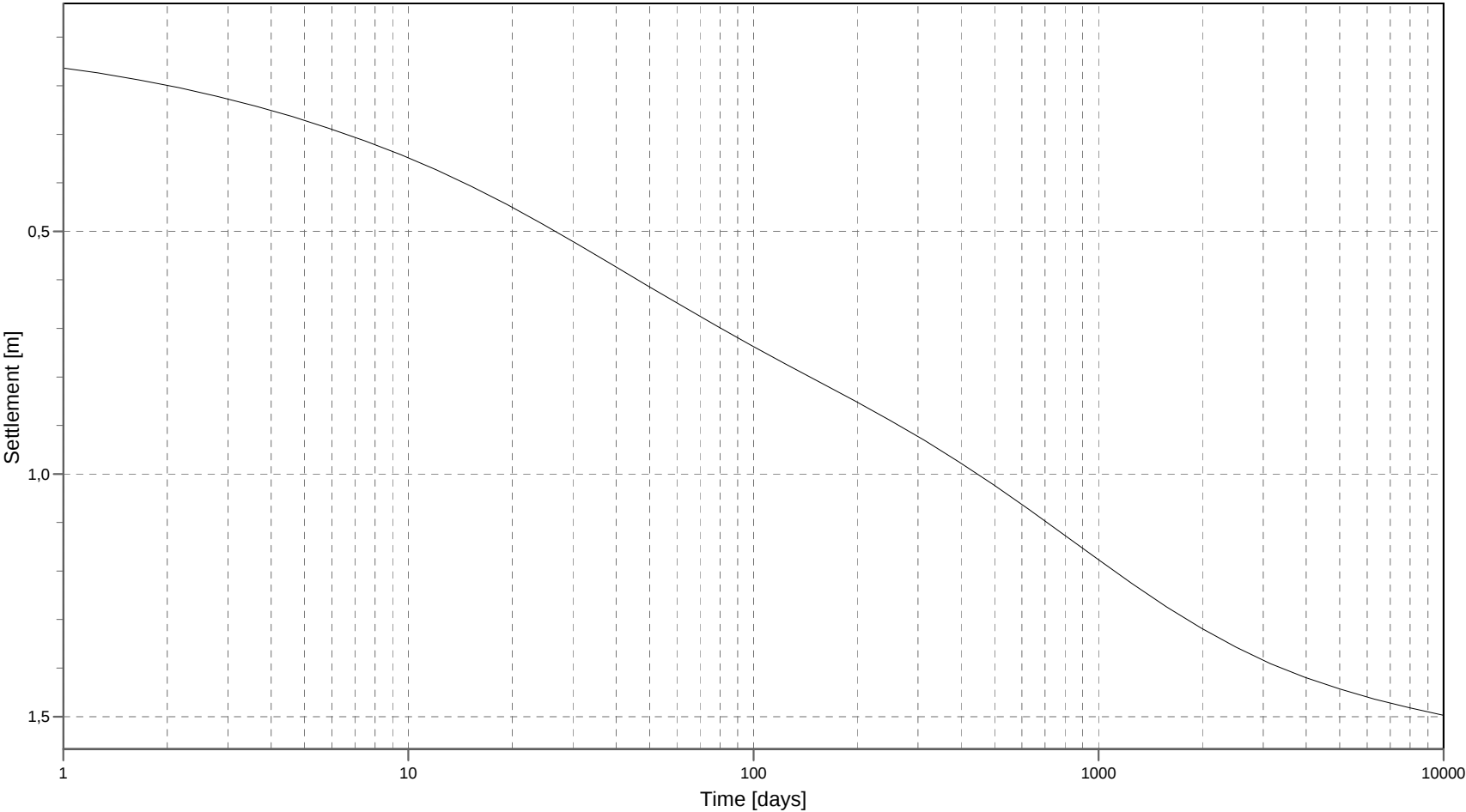
Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	0,00	-2,65	0,000
2	-20,00	0,00	-1,40	0,080
3	2,50	0,00	-1,40	0,124
4	5,00	0,00	-2,65	1,292
5	9,50	0,00	-2,65	1,497
6	14,00	0,00	-2,65	1,259
7	16,50	0,00	-1,40	0,121
8	50,00	0,00	-1,40	0,080

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	180	0,000	85,185	0,000
2	180	0,001	0,919	0,080
3	180	0,019	15,335	0,105
4	180	0,760	58,817	0,532
5	180	0,835	55,751	0,662
6	180	0,749	59,517	0,509
7	180	0,018	14,890	0,103
8	180	0,001	0,912	0,080

End of Report

Time-History



Depth = 2,650 (-) [m]

Settlement after 10000 days = 1,497 [m]

Vertical 5 (X = 9,500 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Bjerrum with Darcy

D-Settlement 21.2 : Teme T station Breukelen Sloot (Hh) - omgr -2.65 - 76 cm stevenslag stl sl			
<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered>	Phone Fax	<Not Registered> <Not Registered>
		date	driv.
		13-10-2023	-
		-	ctf.
Annex -			form.
			A4

Report for D-Settlement 21.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 16-10-2023
Time of report: 11:17:22
Report with version: 21.2.1.34213

Date of calculation: 16-10-2023
Time of calculation: 11:09:29
Calculated with version: 21.2.1.34213

File name: TenneT station Breukelen Sloot (HH) - slootbodem -2,35.sld

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)	6
3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)	8
3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	8
4 Settlements	10
4.1 Settlements	10
4.2 Residual Times	10
5 Warnings and errors	11

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	-39,576	2,500
4 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,400	-1,400
4 - X -	3,100	5,000	14,000	15,900	16,500
4 - Y -	-1,700	-3,500	-3,500	-1,700	-1,400
4 - X -	50,000				
4 - Y -	-1,400				
3 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	3,100	5,000
3 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-3,500
3 - X -	14,000	15,900	16,500	50,000	
3 - Y -	-3,500	-1,700	-1,400	-1,400	
2 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	3,100	5,000
2 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-3,500
2 - X -	14,000	15,900	50,000		
2 - Y -	-3,500	-1,700	-1,700		
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-6,800	-6,800			
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	-15,000	-15,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-2,050	-2,050			
2 - X -	-50,000	50,000			
2 - Y -	-1,550	-1,550			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei	1	1
3	Klei	1	1
2	Veen	1	1
1	Zand, pleistoceen	2	2

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
4	No	15,00	15,00
3	No	15,00	15,00
2	No	10,00	10,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
4	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
4	5,00	-	-
3	5,00	-	-
2	5,00	-	-
1	-	1,20	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
4	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
3	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
2	0,1533000	0,4600000	0,0230000	-	-	-
1	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	0	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	3,79	9,50	15,21			
1 - Y -	-2,35	-2,35	-2,35			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-20,000	2,500	5,000	9,500
6 - 8	14,000	16,500	50,000		

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	0,001	-2,050	0,000	0,000
-2,750	0,019	-2,050	0,000	0,000
-2,850	0,038	-2,050	0,000	0,000
-2,950	0,057	-2,050	0,000	0,000
-3,050	0,076	-2,050	0,000	0,000
-3,150	0,095	-2,050	0,000	0,000
-3,250	0,114	-2,050	0,000	0,000
-3,350	0,133	-2,050	0,000	0,000
-3,450	0,152	-2,050	0,000	0,000
-3,550	0,171	-2,050	0,000	0,000
-3,650	0,190	-2,050	0,000	0,000
-4,225	0,299	-2,050	0,000	0,000
-4,725	0,394	-2,050	0,000	0,000
-5,400	0,523	-2,050	0,000	0,000
-6,400	0,713	-2,050	0,000	0,000
-6,800	0,789	-2,050	0,000	0,000
-6,800	0,001	-1,550	0,000	0,000
-7,700	5,055	-1,550	0,000	0,000
-8,700	15,245	-1,550	0,000	0,000
-9,700	25,435	-1,550	0,000	0,000
-10,700	35,625	-1,550	0,000	0,000
-10,900	37,663	-1,550	0,000	0,000
-11,800	46,834	-1,550	0,001	0,000
-12,800	57,024	-1,550	0,001	0,000
-13,800	67,215	-1,550	0,001	0,000
-14,800	77,405	-1,550	0,002	0,000
-15,000	79,444	-1,550	0,002	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,030
-6,200	8,079	-2,048	-0,687	0,012
-6,800	8,215	-2,050	-0,687	0,000
-6,800	3,310	-1,550	-0,687	0,000
-7,700	12,482	-1,550	-0,686	0,000

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-8,700	22,674	-1,550	-0,684	0,000
-9,700	32,867	-1,550	-0,681	0,000
-10,700	43,062	-1,550	-0,677	0,000
-10,900	45,101	-1,550	-0,675	0,000
-11,800	54,278	-1,550	-0,669	0,000
-12,800	64,477	-1,550	-0,660	0,000
-13,800	74,679	-1,550	-0,649	0,000
-14,800	84,883	-1,550	-0,634	0,000
-15,000	86,924	-1,550	-0,631	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,111
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,111
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,111
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,111
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,111
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,111
-1,800	5,494	-1,799	0,000	0,111
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,109
-2,000	6,981	-1,999	-0,507	0,108
-2,050	6,989	-2,049	-0,997	0,107
-2,100	6,997	-2,048	-0,997	0,107
-2,200	7,013	-2,048	-0,997	0,106
-2,300	7,029	-2,048	-0,997	0,106
-2,400	7,045	-2,048	-0,997	0,105
-3,350	7,222	-2,045	-0,980	0,098
-4,250	7,663	-2,044	-0,701	0,088
-5,200	8,388	-2,045	-0,160	0,068
-6,200	9,306	-2,047	0,544	0,031
-6,800	9,853	-2,050	0,951	0,000
-6,800	4,948	-1,550	0,951	0,000
-7,700	14,647	-1,550	1,478	0,000
-8,700	25,293	-1,550	1,935	0,000
-9,700	35,818	-1,550	2,270	0,000
-10,700	46,245	-1,550	2,507	0,000
-10,900	48,321	-1,550	2,545	0,000
-11,800	57,627	-1,550	2,680	0,000
-12,800	67,912	-1,550	2,775	0,000
-13,800	78,151	-1,550	2,823	0,000
-14,800	88,354	-1,550	2,837	0,000
-15,000	90,391	-1,550	2,836	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-3,500	12,430	-2,050	12,429	1,312
-3,600	12,063	-2,049	12,053	1,244
-3,700	11,451	-2,048	11,430	1,184
-3,800	10,871	-2,048	10,838	1,128
-3,900	10,395	-2,047	10,350	1,075
-4,000	10,016	-2,046	9,957	1,025
-4,100	9,711	-2,046	9,638	0,977
-4,200	9,462	-2,045	9,375	0,931
-4,300	9,254	-2,045	9,152	0,886

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-4,400	9,078	-2,045	8,960	0,842
-4,500	8,927	-2,044	8,793	0,800
-5,150	8,301	-2,044	8,050	0,547
-6,000	7,934	-2,046	7,502	0,254
-6,800	7,799	-2,050	7,172	0,003
-6,800	7,173	-1,550	7,172	0,003
-7,700	11,793	-1,550	6,900	0,001
-8,700	21,739	-1,550	6,656	0,001
-9,700	31,707	-1,550	6,434	0,000
-10,700	41,683	-1,550	6,220	0,000
-10,900	43,678	-1,550	6,177	0,000
-11,800	52,657	-1,550	5,985	0,000
-12,800	62,632	-1,550	5,770	0,000
-13,800	72,609	-1,550	5,557	0,000
-14,800	82,588	-1,550	5,346	0,000
-15,000	84,584	-1,550	5,304	0,000

3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-3,500	11,720	-2,050	11,719	1,515
-3,600	11,728	-2,049	11,719	1,448
-3,700	11,738	-2,048	11,719	1,387
-3,800	11,749	-2,047	11,720	1,331
-3,900	11,760	-2,046	11,721	1,276
-4,000	11,772	-2,046	11,721	1,223
-4,100	11,785	-2,045	11,722	1,171
-4,200	11,798	-2,044	11,722	1,121
-4,300	11,811	-2,044	11,723	1,072
-4,400	11,825	-2,043	11,723	1,023
-4,500	11,839	-2,043	11,723	0,976
-5,150	11,928	-2,041	11,702	0,681
-6,000	11,991	-2,044	11,580	0,322
-6,800	11,956	-2,050	11,329	0,004
-6,800	11,330	-1,550	11,329	0,004
-7,700	15,796	-1,550	10,903	0,002
-8,700	25,392	-1,550	10,309	0,001
-9,700	34,936	-1,550	9,663	0,001
-10,700	44,481	-1,550	9,018	0,000
-10,900	46,393	-1,550	8,892	0,000
-11,800	55,017	-1,550	8,345	0,000
-12,800	64,644	-1,550	7,782	0,000
-13,800	74,320	-1,550	7,268	0,000
-14,800	84,046	-1,550	6,804	0,000
-15,000	85,997	-1,550	6,717	0,000

3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-3,500	9,284	-2,050	9,283	1,283
-3,600	9,259	-2,049	9,246	1,220
-3,700	9,219	-2,049	9,195	1,165
-3,800	9,167	-2,048	9,129	1,113
-3,900	9,103	-2,047	9,052	1,063
-4,000	9,032	-2,047	8,967	1,015
-4,100	8,956	-2,046	8,876	0,969

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-4,200	8,876	-2,046	8,782	0,924
-4,300	8,796	-2,046	8,687	0,881
-4,400	8,717	-2,045	8,592	0,838
-4,500	8,640	-2,045	8,499	0,797
-5,150	8,226	-2,044	7,969	0,546
-6,000	7,916	-2,046	7,481	0,254
-6,800	7,792	-2,050	7,165	0,003
-6,800	7,165	-1,550	7,164	0,003
-7,700	11,791	-1,550	6,898	0,001
-8,700	21,737	-1,550	6,654	0,001
-9,700	31,707	-1,550	6,434	0,000
-10,700	41,683	-1,550	6,220	0,000
-10,900	43,678	-1,550	6,177	0,000
-11,800	52,657	-1,550	5,985	0,000
-12,800	62,632	-1,550	5,770	0,000
-13,800	72,609	-1,550	5,557	0,000
-14,800	82,588	-1,550	5,346	0,000
-15,000	84,584	-1,550	5,304	0,000

3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,111
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,111
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,111
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,111
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,111
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,111
-1,800	5,494	-1,799	0,000	0,110
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,109
-2,000	6,988	-1,999	-0,499	0,107
-2,050	6,996	-2,049	-0,990	0,106
-2,100	7,004	-2,048	-0,990	0,106
-2,200	7,020	-2,048	-0,990	0,105
-2,300	7,037	-2,048	-0,990	0,105
-2,400	7,053	-2,048	-0,990	0,104
-3,350	7,224	-2,045	-0,979	0,097
-4,250	7,609	-2,044	-0,755	0,088
-5,200	8,380	-2,045	-0,168	0,068
-6,200	9,323	-2,047	0,561	0,031
-6,800	9,872	-2,050	0,969	0,000
-6,800	4,967	-1,550	0,969	0,000
-7,700	14,663	-1,550	1,495	0,000
-8,700	25,307	-1,550	1,948	0,000
-9,700	35,829	-1,550	2,281	0,000
-10,700	46,255	-1,550	2,517	0,000
-10,900	48,331	-1,550	2,554	0,000
-11,800	57,636	-1,550	2,689	0,000
-12,800	67,921	-1,550	2,783	0,000
-13,800	78,159	-1,550	2,832	0,000
-14,800	88,362	-1,550	2,845	0,000
-15,000	90,399	-1,550	2,844	0,000

3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,029
-6,200	8,079	-2,048	-0,688	0,012
-6,800	8,215	-2,050	-0,688	0,000
-6,800	3,310	-1,550	-0,688	0,000
-7,700	12,481	-1,550	-0,687	0,000
-8,700	22,671	-1,550	-0,687	0,000
-9,700	32,862	-1,550	-0,686	0,000
-10,700	43,053	-1,550	-0,685	0,000
-10,900	45,091	-1,550	-0,685	0,000
-11,800	54,264	-1,550	-0,684	0,000
-12,800	64,456	-1,550	-0,682	0,000
-13,800	74,649	-1,550	-0,679	0,000
-14,800	84,842	-1,550	-0,675	0,000
-15,000	86,881	-1,550	-0,675	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	0,00	-2,65	0,000
2	-20,00	0,00	-1,40	0,080
3	2,50	0,00	-1,40	0,111
4	5,00	0,00	-3,50	1,312
5	9,50	0,00	-3,50	1,515
6	14,00	0,00	-3,50	1,283
7	16,50	0,00	-1,40	0,111
8	50,00	0,00	-1,40	0,080

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	180	0,000	84,615	0,000
2	180	0,001	0,916	0,080
3	180	0,016	14,435	0,095
4	180	0,799	60,901	0,513
5	180	0,901	59,466	0,614
6	180	0,792	61,751	0,491
7	180	0,016	14,450	0,095
8	180	0,001	0,912	0,080

5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 Non-uniform load [1]: Co-ordinate (1) lies below surface
- 2 Non-uniform load [1]: Co-ordinate (3) lies below surface

End of Report

Report for D-Settlement 21.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 13-10-2023
Time of report: 11:38:17
Report with version: 21.2.1.34213

Date of calculation: 13-10-2023
Time of calculation: 11:34:48
Calculated with version: 21.2.1.34213

File name: TenneT station Breukelen Sloot (HH) - ontgr -2,55 - 75 cm steenslag.sld

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)	6
3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)	8
3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	9
4 Settlements	10
4.1 Settlements	10
4.2 Residual Times	10

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	-39,576	2,500
4 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,400	-1,400
4 - X -	3,100	5,000	14,000	15,900	16,500
4 - Y -	-1,700	-2,550	-2,550	-1,700	-1,400
4 - X -	50,000				
4 - Y -	-1,400				
3 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	3,100	5,000
3 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-2,550
3 - X -	14,000	15,900	16,500	50,000	
3 - Y -	-2,550	-1,700	-1,400	-1,400	
2 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	3,100	5,000
2 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-2,550
2 - X -	14,000	15,900	50,000		
2 - Y -	-2,550	-1,700	-1,700		
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-6,800	-6,800			
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	-15,000	-15,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-2,050	-2,050			
2 - X -	-50,000	50,000			
2 - Y -	-1,550	-1,550			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei	1	1
3	Klei	1	1
2	Veen	1	1
1	Zand, pleistoceen	2	2

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
4	No	15,00	15,00
3	No	15,00	15,00
2	No	10,00	10,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
4	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
4	5,00	-	-
3	5,00	-	-
2	5,00	-	-
1	-	1,20	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
4	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
3	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
2	0,1533000	0,4600000	0,0230000	-	-	-
1	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	0	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	3,32	9,50	15,68			
1 - Y -	-1,80	-1,80	-1,80			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-20,000	2,500	5,000	9,500
6 - 8	14,000	16,500	50,000		

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	0,001	-2,050	0,000	0,000
-2,750	0,019	-2,050	0,000	0,000
-2,850	0,038	-2,050	0,000	0,000
-2,950	0,057	-2,050	0,000	0,000
-3,050	0,076	-2,050	0,000	0,000
-3,150	0,095	-2,050	0,000	0,000
-3,250	0,114	-2,050	0,000	0,000
-3,350	0,133	-2,050	0,000	0,000
-3,450	0,152	-2,050	0,000	0,000
-3,550	0,171	-2,050	0,000	0,000
-3,650	0,190	-2,050	0,000	0,000
-4,225	0,299	-2,050	0,000	0,000
-4,725	0,394	-2,050	0,000	0,000
-5,400	0,523	-2,050	0,000	0,000
-6,400	0,713	-2,050	0,000	0,000
-6,800	0,789	-2,050	0,000	0,000
-6,800	0,001	-1,550	0,000	0,000
-7,700	5,055	-1,550	0,000	0,000
-8,700	15,245	-1,550	0,000	0,000
-9,700	25,435	-1,550	0,000	0,000
-10,700	35,625	-1,550	0,000	0,000
-10,900	37,663	-1,550	0,000	0,000
-11,800	46,834	-1,550	0,001	0,000
-12,800	57,024	-1,550	0,001	0,000
-13,800	67,215	-1,550	0,001	0,000
-14,800	77,405	-1,550	0,002	0,000
-15,000	79,443	-1,550	0,002	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,030
-6,200	8,080	-2,048	-0,687	0,012
-6,800	8,216	-2,050	-0,687	0,000
-6,800	3,311	-1,550	-0,687	0,000
-7,700	12,483	-1,550	-0,685	0,000

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-8,700	22,675	-1,550	-0,683	0,000
-9,700	32,869	-1,550	-0,680	0,000
-10,700	43,063	-1,550	-0,675	0,000
-10,900	45,102	-1,550	-0,674	0,000
-11,800	54,279	-1,550	-0,668	0,000
-12,800	64,477	-1,550	-0,660	0,000
-13,800	74,677	-1,550	-0,650	0,000
-14,800	84,879	-1,550	-0,638	0,000
-15,000	86,920	-1,550	-0,636	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,131
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,131
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,131
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,131
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,131
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,131
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,131
-1,900	6,490	-1,899	0,000	0,129
-2,000	6,782	-1,999	-0,706	0,128
-2,050	6,790	-2,049	-1,196	0,128
-2,100	6,798	-2,048	-1,196	0,128
-2,200	6,815	-2,048	-1,195	0,127
-2,300	6,836	-2,048	-1,189	0,127
-2,400	6,866	-2,048	-1,176	0,127
-3,350	7,470	-2,045	-0,730	0,119
-4,250	8,111	-2,044	-0,249	0,102
-5,200	8,770	-2,045	0,226	0,073
-6,200	9,397	-2,047	0,636	0,031
-6,800	9,734	-2,050	0,832	0,000
-6,800	4,829	-1,550	0,832	0,000
-7,700	14,232	-1,550	1,063	0,000
-8,700	24,607	-1,550	1,249	0,000
-9,700	34,925	-1,550	1,376	0,000
-10,700	45,197	-1,550	1,458	0,000
-10,900	47,246	-1,550	1,470	0,000
-11,800	56,455	-1,550	1,508	0,000
-12,800	66,663	-1,550	1,525	0,000
-13,800	76,849	-1,550	1,521	0,000
-14,800	87,019	-1,550	1,502	0,000
-15,000	89,052	-1,550	1,496	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,550	6,977	-2,050	6,976	1,318
-2,650	7,030	-2,049	7,019	1,261
-2,750	7,067	-2,048	7,044	1,210
-2,850	7,077	-2,048	7,042	1,164
-2,950	7,059	-2,047	7,011	1,119
-3,050	7,017	-2,046	6,957	1,076
-3,150	6,960	-2,046	6,887	1,035
-3,250	6,892	-2,045	6,805	0,996
-3,350	6,819	-2,045	6,719	0,957

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-3,450	6,744	-2,044	6,630	0,920
-3,550	6,670	-2,044	6,541	0,883
-4,075	6,331	-2,042	6,117	0,707
-4,675	6,063	-2,042	5,741	0,527
-5,400	5,875	-2,043	5,403	0,333
-6,400	5,776	-2,047	5,070	0,092
-6,800	5,771	-2,050	4,963	0,002
-6,800	4,964	-1,550	4,963	0,002
-7,700	9,831	-1,550	4,757	0,001
-8,700	19,825	-1,550	4,562	0,000
-9,700	29,838	-1,550	4,384	0,000
-10,700	39,860	-1,550	4,217	0,000
-10,900	41,866	-1,550	4,184	0,000
-11,800	50,892	-1,550	4,039	0,000
-12,800	60,926	-1,550	3,883	0,000
-13,800	70,964	-1,550	3,732	0,000
-14,800	81,008	-1,550	3,586	0,000
-15,000	83,018	-1,550	3,557	0,000

3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,550	7,644	-2,050	7,643	1,515
-2,650	7,652	-2,049	7,643	1,456
-2,750	7,662	-2,048	7,643	1,404
-2,850	7,673	-2,047	7,643	1,356
-2,950	7,683	-2,046	7,643	1,309
-3,050	7,695	-2,046	7,643	1,265
-3,150	7,706	-2,045	7,644	1,222
-3,250	7,718	-2,044	7,644	1,180
-3,350	7,731	-2,043	7,644	1,139
-3,450	7,743	-2,043	7,644	1,099
-3,550	7,756	-2,042	7,644	1,060
-4,075	7,826	-2,040	7,637	0,865
-4,675	7,899	-2,039	7,605	0,657
-5,400	7,962	-2,040	7,518	0,422
-6,400	7,990	-2,046	7,295	0,119
-6,800	7,984	-2,050	7,176	0,003
-6,800	7,177	-1,550	7,176	0,003
-7,700	11,940	-1,550	6,866	0,001
-8,700	21,745	-1,550	6,482	0,001
-9,700	31,540	-1,550	6,087	0,000
-10,700	41,346	-1,550	5,702	0,000
-10,900	43,309	-1,550	5,628	0,000
-11,800	52,158	-1,550	5,306	0,000
-12,800	62,016	-1,550	4,973	0,000
-13,800	71,902	-1,550	4,670	0,000
-14,800	81,816	-1,550	4,393	0,000
-15,000	83,801	-1,550	4,341	0,000

3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,550	6,533	-2,050	6,532	1,291
-2,650	6,554	-2,049	6,542	1,235
-2,750	6,571	-2,049	6,547	1,186

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,850	6,580	-2,048	6,544	1,141
-2,950	6,579	-2,047	6,529	1,098
-3,050	6,567	-2,047	6,504	1,057
-3,150	6,544	-2,046	6,468	1,017
-3,250	6,514	-2,046	6,424	0,978
-3,350	6,476	-2,045	6,372	0,941
-3,450	6,434	-2,045	6,316	0,904
-3,550	6,389	-2,044	6,256	0,869
-4,075	6,146	-2,043	5,928	0,696
-4,675	5,926	-2,042	5,599	0,520
-5,400	5,765	-2,043	5,290	0,328
-6,400	5,686	-2,047	4,979	0,091
-6,800	5,686	-2,050	4,879	0,002
-6,800	4,880	-1,550	4,879	0,002
-7,700	9,759	-1,550	4,685	0,001
-8,700	19,764	-1,550	4,501	0,000
-9,700	29,786	-1,550	4,333	0,000
-10,700	39,816	-1,550	4,173	0,000
-10,900	41,823	-1,550	4,141	0,000
-11,800	50,854	-1,550	4,002	0,000
-12,800	60,893	-1,550	3,851	0,000
-13,800	70,936	-1,550	3,704	0,000
-14,800	80,984	-1,550	3,562	0,000
-15,000	82,994	-1,550	3,534	0,000

3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,128
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,128
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,128
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,128
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,128
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,128
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,127
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,126
-2,000	6,818	-1,999	-0,670	0,124
-2,050	6,826	-2,049	-1,160	0,124
-2,100	6,834	-2,048	-1,160	0,124
-2,200	6,853	-2,048	-1,157	0,124
-2,300	6,876	-2,048	-1,150	0,123
-2,400	6,906	-2,048	-1,136	0,123
-3,350	7,414	-2,045	-0,786	0,116
-4,250	8,049	-2,044	-0,312	0,100
-5,200	8,722	-2,045	0,177	0,072
-6,200	9,358	-2,047	0,596	0,030
-6,800	9,699	-2,050	0,797	0,000
-6,800	4,795	-1,550	0,797	0,000
-7,700	14,204	-1,550	1,035	0,000
-8,700	24,587	-1,550	1,228	0,000
-9,700	34,910	-1,550	1,362	0,000
-10,700	45,188	-1,550	1,449	0,000
-10,900	47,239	-1,550	1,462	0,000
-11,800	56,452	-1,550	1,505	0,000
-12,800	66,664	-1,550	1,526	0,000
-13,800	76,854	-1,550	1,526	0,000
-14,800	87,028	-1,550	1,510	0,000
-15,000	89,061	-1,550	1,505	0,000

3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,029
-6,200	8,079	-2,048	-0,688	0,012
-6,800	8,215	-2,050	-0,687	0,000
-6,800	3,310	-1,550	-0,687	0,000
-7,700	12,481	-1,550	-0,687	0,000
-8,700	22,672	-1,550	-0,687	0,000
-9,700	32,862	-1,550	-0,686	0,000
-10,700	43,053	-1,550	-0,685	0,000
-10,900	45,092	-1,550	-0,685	0,000
-11,800	54,264	-1,550	-0,684	0,000
-12,800	64,456	-1,550	-0,682	0,000
-13,800	74,648	-1,550	-0,679	0,000
-14,800	84,841	-1,550	-0,676	0,000
-15,000	86,880	-1,550	-0,676	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	0,00	-2,65	0,000
2	-20,00	0,00	-1,40	0,080
3	2,50	0,00	-1,40	0,131
4	5,00	0,00	-2,55	1,318
5	9,50	0,00	-2,55	1,515
6	14,00	0,00	-2,55	1,291
7	16,50	0,00	-1,40	0,128
8	50,00	0,00	-1,40	0,080

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	180	0,000	87,097	0,000
2	180	0,001	0,920	0,080
3	180	0,021	16,325	0,110
4	180	0,767	58,163	0,551
5	180	0,837	55,253	0,678
6	180	0,758	58,693	0,533
7	180	0,020	15,892	0,108
8	180	0,001	0,912	0,080

End of Report

Report for D-Settlement 21.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: <Not Registered>
<Not Registered>

Date of report: 13-10-2023
Time of report: 11:37:40
Report with version: 21.2.1.34213

Date of calculation: 12-10-2023
Time of calculation: 16:31:41
Calculated with version: 21.2.1.34213

File name: TenneT station Breukelen Sloot (HH) - ontgr. -3,75 - 110 cm steenslag.sld

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)	6
3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)	7
3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)	8
3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	8
4 Settlements	10
4.1 Settlements	10
4.2 Residual Times	10

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	-39,576	2,500
4 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,400	-1,400
4 - X -	2,955	5,000	14,000	16,045	16,500
4 - Y -	-1,700	-3,750	-3,750	-1,700	-1,400
4 - X -	50,000				
4 - Y -	-1,400				
3 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	2,955	5,000
3 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-3,750
3 - X -	14,000	16,045	16,500	50,000	
3 - Y -	-3,750	-1,700	-1,400	-1,400	
2 - X -	-50,000	-42,711	-39,939	2,955	5,000
2 - Y -	-2,650	-2,650	-1,700	-1,700	-3,750
2 - X -	14,000	16,045	50,000		
2 - Y -	-3,750	-1,700	-1,700		
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-6,800	-6,800			
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	-15,000	-15,000			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-2,050	-2,050			
2 - X -	-50,000	50,000			
2 - Y -	-1,550	-1,550			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	10000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Klei	1	1
3	Klei	1	1
2	Veen	1	1
1	Zand, pleistoceen	2	2

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
4	No	15,00	15,00
3	No	15,00	15,00
2	No	10,00	10,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m ² /s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [-]	Initial vertical permeability [m/s]
4	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
3	Vert. cons.	1,00E-07	-	-	-
2	Vert. cons.	3,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m ²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
4	5,00	-	-
3	5,00	-	-
2	5,00	-	-
1	-	1,20	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
4	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
3	0,0511000	0,1533000	0,0061000	-	-	-
2	0,1533000	0,4600000	0,0230000	-	-	-
1	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	0	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	3,90	10,00	15,10			
1 - Y -	-2,65	-2,65	-2,65			

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	-50,000	-20,000	2,500	5,000	9,500
6 - 8	14,000	16,500	50,000		

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-2,650	0,001	-2,050	0,000	0,000
-2,750	0,019	-2,050	0,000	0,000
-2,850	0,038	-2,050	0,000	0,000
-2,950	0,057	-2,050	0,000	0,000
-3,050	0,076	-2,050	0,000	0,000
-3,150	0,095	-2,050	0,000	0,000
-3,250	0,114	-2,050	0,000	0,000
-3,350	0,133	-2,050	0,000	0,000
-3,450	0,152	-2,050	0,000	0,000
-3,550	0,171	-2,050	0,000	0,000
-3,650	0,190	-2,050	0,000	0,000
-4,225	0,299	-2,050	0,000	0,000
-4,725	0,394	-2,050	0,000	0,000
-5,400	0,523	-2,050	0,000	0,000
-6,400	0,713	-2,050	0,000	0,000
-6,800	0,789	-2,050	0,000	0,000
-6,800	0,001	-1,550	0,000	0,000
-7,700	5,055	-1,550	0,000	0,000
-8,700	15,245	-1,550	0,000	0,000
-9,700	25,435	-1,550	0,000	0,000
-10,700	35,625	-1,550	0,000	0,000
-10,900	37,663	-1,550	0,000	0,000
-11,800	46,834	-1,550	0,000	0,000
-12,800	57,024	-1,550	0,001	0,000
-13,800	67,215	-1,550	0,001	0,000
-14,800	77,405	-1,550	0,002	0,000
-15,000	79,443	-1,550	0,002	0,000

3.2 Results for Vertical 2 (X = -20,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,030
-6,200	8,079	-2,048	-0,688	0,012
-6,800	8,215	-2,050	-0,687	0,000
-6,800	3,310	-1,550	-0,687	0,000
-7,700	12,482	-1,550	-0,687	0,000

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-8,700	22,673	-1,550	-0,685	0,000
-9,700	32,866	-1,550	-0,682	0,000
-10,700	43,060	-1,550	-0,678	0,000
-10,900	45,099	-1,550	-0,677	0,000
-11,800	54,275	-1,550	-0,672	0,000
-12,800	64,473	-1,550	-0,664	0,000
-13,800	74,674	-1,550	-0,654	0,000
-14,800	84,876	-1,550	-0,641	0,000
-15,000	86,917	-1,550	-0,638	0,000

3.3 Results for Vertical 3 (X = 2,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,104
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,104
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,104
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,104
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,104
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,104
-1,800	5,494	-1,799	0,000	0,103
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,102
-2,000	7,059	-1,999	-0,428	0,100
-2,050	7,067	-2,049	-0,919	0,099
-2,100	7,075	-2,048	-0,919	0,099
-2,200	7,091	-2,048	-0,919	0,098
-2,300	7,108	-2,048	-0,919	0,097
-2,400	7,124	-2,048	-0,919	0,096
-3,350	7,284	-2,046	-0,919	0,088
-4,250	7,580	-2,045	-0,785	0,078
-5,200	8,215	-2,045	-0,334	0,061
-6,200	9,081	-2,047	0,318	0,028
-6,800	9,619	-2,050	0,717	0,000
-6,800	4,715	-1,550	0,717	0,000
-7,700	14,419	-1,550	1,250	0,000
-8,700	25,080	-1,550	1,722	0,000
-9,700	35,622	-1,550	2,073	0,000
-10,700	46,064	-1,550	2,326	0,000
-10,900	48,143	-1,550	2,366	0,000
-11,800	57,461	-1,550	2,513	0,000
-12,800	67,757	-1,550	2,620	0,000
-13,800	78,006	-1,550	2,679	0,000
-14,800	88,219	-1,550	2,702	0,000
-15,000	90,258	-1,550	2,702	0,000

3.4 Results for Vertical 4 (X = 5,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-3,750	12,768	-2,050	12,767	1,192
-3,850	11,513	-2,049	11,501	1,124
-3,950	10,384	-2,049	10,360	1,064
-4,050	9,708	-2,048	9,671	1,011
-4,150	9,277	-2,047	9,226	0,960
-4,250	8,977	-2,047	8,911	0,912
-4,350	8,752	-2,047	8,671	0,866
-4,450	8,574	-2,046	8,477	0,822
-4,550	8,427	-2,046	8,314	0,779

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-4,650	8,303	-2,046	8,173	0,738
-4,750	8,195	-2,046	8,048	0,697
-5,275	7,802	-2,045	7,558	0,498
-6,000	7,520	-2,047	7,126	0,251
-6,800	7,390	-2,050	6,811	0,003
-6,800	6,812	-1,550	6,811	0,003
-7,700	11,402	-1,550	6,556	0,001
-8,700	21,366	-1,550	6,330	0,001
-9,700	31,353	-1,550	6,127	0,000
-10,700	41,345	-1,550	5,930	0,000
-10,900	43,344	-1,550	5,890	0,000
-11,800	52,336	-1,550	5,711	0,000
-12,800	62,325	-1,550	5,510	0,000
-13,800	72,314	-1,550	5,309	0,000
-14,800	82,304	-1,550	5,110	0,000
-15,000	84,303	-1,550	5,070	0,000

3.5 Results for Vertical 5 (X = 9,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-3,750	11,210	-2,050	11,209	1,394
-3,850	11,220	-2,049	11,209	1,327
-3,950	11,232	-2,048	11,210	1,268
-4,050	11,245	-2,048	11,210	1,212
-4,150	11,258	-2,047	11,211	1,158
-4,250	11,271	-2,046	11,211	1,106
-4,350	11,285	-2,046	11,212	1,055
-4,450	11,300	-2,045	11,212	1,006
-4,550	11,314	-2,045	11,213	0,957
-4,650	11,329	-2,044	11,213	0,909
-4,750	11,345	-2,044	11,212	0,862
-5,275	11,422	-2,043	11,198	0,627
-6,000	11,495	-2,045	11,118	0,321
-6,800	11,490	-2,050	10,911	0,004
-6,800	10,912	-1,550	10,911	0,004
-7,700	15,375	-1,550	10,530	0,002
-8,700	25,010	-1,550	9,975	0,001
-9,700	34,581	-1,550	9,355	0,001
-10,700	44,144	-1,550	8,729	0,000
-10,900	46,059	-1,550	8,606	0,000
-11,800	54,695	-1,550	8,071	0,000
-12,800	64,333	-1,550	7,519	0,000
-13,800	74,020	-1,550	7,016	0,000
-14,800	83,755	-1,550	6,561	0,000
-15,000	85,708	-1,550	6,475	0,000

3.6 Results for Vertical 6 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-3,750	8,613	-2,050	8,612	1,167
-3,850	8,587	-2,049	8,573	1,106
-3,950	8,549	-2,049	8,522	1,052
-4,050	8,501	-2,048	8,459	1,001
-4,150	8,443	-2,048	8,387	0,953
-4,250	8,380	-2,048	8,309	0,907
-4,350	8,313	-2,047	8,227	0,862

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-4,450	8,245	-2,047	8,143	0,819
-4,550	8,176	-2,047	8,058	0,777
-4,650	8,109	-2,046	7,974	0,735
-4,750	8,043	-2,046	7,891	0,695
-5,275	7,754	-2,046	7,506	0,498
-6,000	7,507	-2,047	7,111	0,251
-6,800	7,385	-2,050	6,806	0,003
-6,800	6,807	-1,550	6,806	0,003
-7,700	11,400	-1,550	6,554	0,001
-8,700	21,365	-1,550	6,329	0,001
-9,700	31,352	-1,550	6,127	0,000
-10,700	41,345	-1,550	5,929	0,000
-10,900	43,343	-1,550	5,890	0,000
-11,800	52,336	-1,550	5,711	0,000
-12,800	62,325	-1,550	5,510	0,000
-13,800	72,314	-1,550	5,309	0,000
-14,800	82,304	-1,550	5,110	0,000
-15,000	84,303	-1,550	5,070	0,000

3.7 Results for Vertical 7 (X = 16,50 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,103
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,103
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,103
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,103
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,103
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,103
-1,800	5,494	-1,799	0,000	0,102
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,101
-2,000	7,063	-1,999	-0,425	0,099
-2,050	7,071	-2,049	-0,915	0,099
-2,100	7,079	-2,048	-0,915	0,098
-2,200	7,095	-2,048	-0,915	0,098
-2,300	7,111	-2,048	-0,915	0,097
-2,400	7,128	-2,048	-0,915	0,096
-3,350	7,288	-2,046	-0,914	0,087
-4,250	7,557	-2,045	-0,808	0,078
-5,200	8,204	-2,045	-0,346	0,061
-6,200	9,088	-2,047	0,325	0,028
-6,800	9,629	-2,050	0,726	0,000
-6,800	4,724	-1,550	0,726	0,000
-7,700	14,428	-1,550	1,259	0,000
-8,700	25,087	-1,550	1,729	0,000
-9,700	35,628	-1,550	2,079	0,000
-10,700	46,069	-1,550	2,331	0,000
-10,900	48,148	-1,550	2,371	0,000
-11,800	57,465	-1,550	2,518	0,000
-12,800	67,762	-1,550	2,624	0,000
-13,800	78,011	-1,550	2,683	0,000
-14,800	88,223	-1,550	2,706	0,000
-15,000	90,262	-1,550	2,707	0,000

3.8 Results for Vertical 8 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Effective Stress	Hydraulic head	Loading	Settlement
[m]	[kPa]	[m]	[kPa]	[m]
-1,400	0,001	-1,400	0,000	0,080
-1,500	1,499	-1,500	0,000	0,080
-1,550	2,249	-1,550	0,000	0,080
-1,600	2,998	-1,600	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,700	4,496	-1,700	0,000	0,080
-1,800	5,493	-1,799	0,000	0,080
-1,900	6,491	-1,899	0,000	0,078
-2,000	7,290	-1,999	-0,197	0,076
-2,050	7,298	-2,049	-0,688	0,076
-2,100	7,306	-2,048	-0,688	0,075
-2,200	7,322	-2,048	-0,688	0,073
-2,300	7,338	-2,048	-0,688	0,072
-2,400	7,354	-2,048	-0,688	0,071
-3,350	7,515	-2,045	-0,688	0,057
-4,250	7,679	-2,045	-0,688	0,044
-5,200	7,866	-2,045	-0,688	0,029
-6,200	8,079	-2,048	-0,688	0,012
-6,800	8,215	-2,050	-0,688	0,000
-6,800	3,310	-1,550	-0,688	0,000
-7,700	12,481	-1,550	-0,687	0,000
-8,700	22,671	-1,550	-0,687	0,000
-9,700	32,862	-1,550	-0,687	0,000
-10,700	43,053	-1,550	-0,686	0,000
-10,900	45,091	-1,550	-0,686	0,000
-11,800	54,263	-1,550	-0,684	0,000
-12,800	64,455	-1,550	-0,683	0,000
-13,800	74,647	-1,550	-0,680	0,000
-14,800	84,840	-1,550	-0,677	0,000
-15,000	86,879	-1,550	-0,676	0,000

4 Settlements

4.1 Settlements

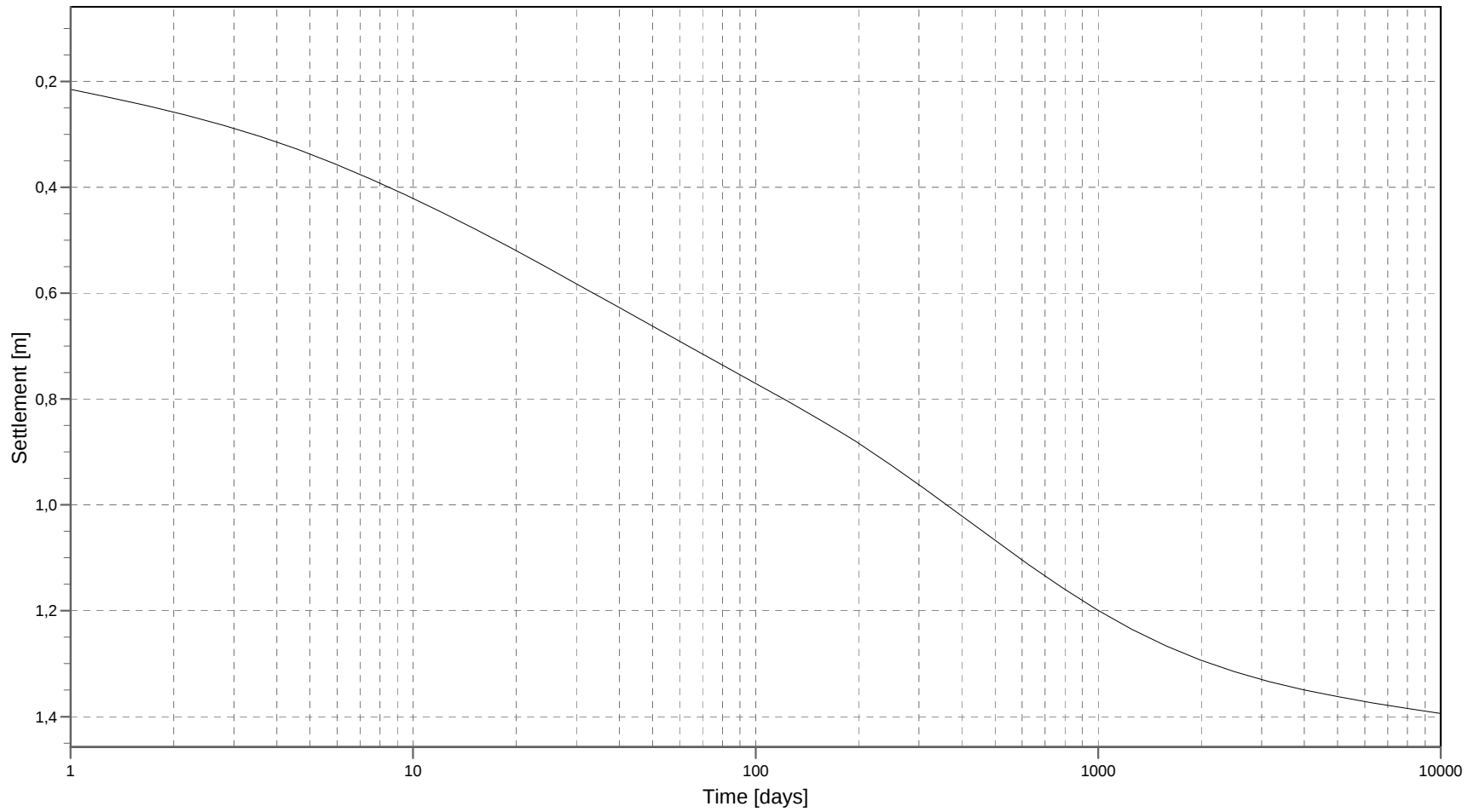
Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-50,00	0,00	-2,65	0,000
2	-20,00	0,00	-1,40	0,080
3	2,50	0,00	-1,40	0,104
4	5,00	0,00	-3,75	1,192
5	9,50	0,00	-3,75	1,394
6	14,00	0,00	-3,75	1,167
7	16,50	0,00	-1,40	0,103
8	50,00	0,00	-1,40	0,080

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	180	0,000	87,500	0,000
2	180	0,001	0,914	0,080
3	180	0,013	12,352	0,091
4	180	0,758	63,597	0,434
5	180	0,865	62,089	0,528
6	180	0,752	64,437	0,415
7	180	0,013	12,345	0,090
8	180	0,001	0,911	0,080

End of Report

Time-History



Vertical 5 (X = 9,500 m; Z = 0,000 m)
Method = NEN - Bjerrum with Darcy

Depth = 3,750 (-) [m]
Settlement after 10000 days = 1,394 [m]

D-Settlement 21.2 : TennerT station Brakleken Sloot (H+)- omg. - 3.75 - 110 cm steenslag stld stl			
<Not Registered> <Not Registered>	<Not Registered> <Not Registered>	Phone Fax	<Not Registered> <Not Registered>
		date	13-10-2023
		-	
		Annex -	A4
			form.
			ctf.

 **Movares** samen werkt het

 **Movares** samen werkt het