



## CRUX

CRUX Engineering BV  
Pedro de Medinalaan 3c  
NL-1086 XK Amsterdam  
Tel: +31 (0)20 - 494 30 70  
Fax: +31 (0)20 - 494 30 71  
info@cruxbv.nl  
www.cruxbv.nl

OPDRACHTGEVER IB Amsterdam  
Dhr. P. Knaven  
Postbus 12693  
1100 AR Amsterdam

PROJECTNUMMER 16340

DOCUMENTNUMMER RA16340a VERSIE 3

OPGESTELD D. Hartmann M.Sc. ...  
ing. M.J. van Baars ...

GECONTROLEERD dr.-Ing. H.D. Netzel ...

VRIJGAVE dr.-Ing. H.D. Netzel ...

DATUM 31-01-2017

Rapport [RA16340a3]

Risicoanalyse bouwkuip Zuidergasfabriek  
Amsterdam

### VERSIEGESCHIEDENIS

REV.	DATUM	OPMERKING
1	17-10-2016	Eerste versie
2	5-12-2016	Herzien n.a.v. aanvullend grondonderzoek
3	22-12-2016	Belendingen toegevoegd, opmerkingen verwerkt
4	31-1-2016	Definitief

© 2017 CRUX Engineering BV

Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van CRUX Engineering BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Documentlocatie:

P:\16xxx\16340 IBA RA Overamstel voormalig kantoor NUON\01 RAP\RA16340a4 Risicoanalyse sloop Zuidergasfabriek.docm

Formulier RA-01-v16.0803

# Inhoudsopgave

1	INLEIDING .....	5
1.1	Algemeen .....	5
1.2	Projectomschrijving .....	5
1.3	Doel van dit document .....	7
1.4	Leeswijzer .....	7
2	UITGANGSPUNTEN .....	9
2.1	Documenten .....	9
2.2	Grondopbouw .....	9
2.3	Grondwaterstand .....	10
2.4	Belendingen .....	10
2.4.1	Belendende gebouwen .....	10
2.4.2	Belendende kaden .....	11
2.4.3	Kabels en leidingen .....	13
2.5	Ontwerp bouwkuipen .....	14
2.5.1	Gashouder 1 .....	14
2.5.2	Gebouw A .....	15
3	AANPAK OMGEVINGSBEÏNVLOEDING .....	17
3.1	Beschouwde invloedsbronnen .....	17
3.1.1	Installatie van damwanden .....	17
3.1.2	Aanbrengen onderheid riool .....	17
3.1.3	Ontgraving bouwkuip .....	17
3.1.4	Trekken van de damwanden .....	17
3.1.5	Invloed van grondwaterstandsverlagingen .....	18
3.1.6	Aanvullen van ontgravingen .....	18
3.1.7	Open ontgravingen en open bemalingen .....	18
3.1.8	Verwijderen van bestaande palen .....	18
3.2	Doel en methode van de schadevoorspelling .....	19
3.2.1	Doel van de schadepredicties .....	19
3.2.2	Methode der grensrekken .....	19
3.2.3	Overdracht verticale grondvervormingen aan palen .....	20
3.2.4	Overdracht horizontale grondvervormingen via de palen aan het gebouw .....	21
4	OMGEVINGSBEÏNVLOEDING DOOR TRILLINGEN .....	22
4.1	Installatie damwanden .....	22
4.1.1	Bepaling minimaal benodigde slagkracht .....	22
4.1.2	Richtlijn SBR-A voor schade aan gebouwen .....	23
4.1.3	Bepaling rekenwaarden van de grenswaarden .....	23
4.1.4	Toetsing trillingsintensiteiten SBR-A .....	24
4.2	Installatie heipalen onderheid riool .....	26
4.2.1	Inleiding .....	26
4.2.2	Toetsing trillingsintensiteiten .....	27
4.3	Sloopwerkzaamheden .....	28
5	OMGEVINGSBEÏNVLOEDING DOOR GRONDVERVORMINGEN .....	29
5.1	Inleiding .....	29
5.2	Grondvervormingen door trillen damwanden (inklinking van de grond) .....	29
5.3	Grondvervormingen door trekken damwanden .....	30

5.4	Grondvervormingen door aanvulling.....	32
5.4.1	Algemeen.....	32
5.4.2	Beschouwde doorsnede.....	32
5.4.3	Rekenmodel.....	33
5.4.4	Tijd-zettingsverloop.....	33
5.4.5	Zettingsparameters.....	34
5.4.6	Resultaat zettingsberekening.....	34
5.5	Grondvervormingen door grondwaterstandverlaging .....	35
5.5.1	Beschouwde snede .....	35
5.5.2	Resultaat zettingsberekening.....	37
5.6	Grondvervormingen door ontgraving van de bouwkuip.....	38
5.6.1	Modellering.....	38
5.6.2	Parameterset.....	38
5.6.3	Geometrie en doorsneden.....	39
5.6.4	Opbarsten.....	40
5.6.5	Fasering.....	41
5.6.6	Berekeningsresultaten .....	41
6	SCHADEPREDICTIE BELENDINGEN .....	45
6.1	Algemeen .....	45
6.2	Belendingen .....	45
6.2.1	Schadetoets monumenten.....	45
6.2.2	Schadetoets gasleidingen.....	46
7	UITVOERINGSADVIES .....	48
7.1	Inbrengen en trekken damwanden .....	48
7.1.1	In-/uittrillen van damwanden.....	48
7.1.2	Drukken van damwanden.....	48
7.1.3	Trekken damwanden.....	49
7.2	Inbrengen en verwijderen van ankers.....	49
7.3	Verwijderen van bestaande palen.....	50
7.4	Open ontgravingen en open bemalingen.....	50
8	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....	52
8.1	Algemeen .....	52
8.2	Conclusies omgevingsbeïnvloeding en schadepredicties .....	52
8.2.1	Gashouder 1.....	52
8.2.2	Gebouw A.....	52
8.2.3	Open ontgravingen en open bemalingen.....	53
8.3	Aanbevelingen .....	53
8.3.1	Beschikbare grondgegevens.....	53
8.3.2	Vrij kerende hoogte damwanden.....	53
8.3.3	Installatieniveau damwandverankering.....	53
8.3.4	Voorprikken damwandtracé en obstakelvrij maken.....	54
8.3.5	Schoorpalen gashouder 1.....	54
8.3.6	Opbarstveiligheid.....	54
8.3.7	Invloedsgebied bemaling.....	55
8.3.8	Monitoring tijdens de uitvoering.....	55

## Lijst van Figuren

Figuur 1 - Projectlocatie en omgeving (bron: google earth) .....	5
Figuur 2 - Contouren van gebouwdelen die gesloopt worden .....	6
Figuur 3 - Saneringsontgravingen.....	7
Figuur 4 - Op projectlocatie aanwezige belendingen.....	11

Figuur 5 - Belendende monumenten op kritische afstand van de tijdelijke bouwkuipen.....	11
Figuur 6 - Overzicht belendende kaden.....	12
Figuur 7 - Gedetailleerd overzicht van de maatgevende afstanden van de leidingen.....	13
Figuur 8 - Sneden ter plaatse van de gashouder.....	15
Figuur 9 - Sneden ter plaatse van gebouw A.....	16
Figuur 10 - Afschuifvlak intredende grond (Coulomb).....	18
Figuur 11 - Schematisering methode der grensrekken voor verticale verschilzettingen.....	19
Figuur 12 - Rekenkundig bepaalde invloedsgebieden (uittrillen).....	25
Figuur 13 - Trillingspredictie heien houten paal.....	27
Figuur 14 - Zakking op NAP-0,3m t.g.v. trekken damwand AZ18-700 (NAP-13m) op 1,9m afstand..	31
Figuur 15 - Zakking op NAP-0,3m t.g.v. trekken damwand AZ18-700 (NAP-13m) op 5,4m afstand..	31
Figuur 16 - Zakking op NAP-0,3m t.g.v. trekken damwand AZ28-700 (NAP-15m) op 9m afstand.....	32
Figuur 17 - Model/rekengeometrie in D-Settlement (grondaanvulling tot NAP-0,5m).....	33
Figuur 18 - Tijd-zettingsverloop t.p.v. 8 bar gasleiding op 1,9m afstand naast de gashouder.....	34
Figuur 19 - Zetting na 365 dagen op afstand van aanvulling.....	35
Figuur 20 - Te ontgraven onderdelen [2].....	36
Figuur 21 - Model/rekengeometrie in D-Settlement (GWS verlaging).....	37
Figuur 22 - Zettingen t.g.v. bemalen.....	37
Figuur 23 - Overzicht beschouwde doorsneden vervormingsberekeningen.....	39
Figuur 24 - Overzicht maatgevende afstanden leidingen.....	39
Figuur 25 - Plaxis vervormingscontouren in eindfase (totale verplaatsing) snede A.....	42
Figuur 26 - Horizontale verplaatsing damwand langs gasleiding snede A.....	42
Figuur 27 - Plaxis vervormingscontouren in eindfase (totale verplaatsing) snede E.....	43
Figuur 28 - Horizontale verplaatsing damwand langs gasleiding snede E.....	43
Figuur 29 - Bepaling verschilzakking 8 bar gasleiding in doorsnede A.....	47

## Lijst van Tabellen

Tabel 1 - Globale grondopbouw.....	10
Tabel 2 - Maatgevende afstanden en diepteligging van de leidingen.....	13
Tabel 3 - Toelaatbare verschilzakking voor restlevensduur uit externe werkzaamheden.....	14
Tabel 4 - Damwandontwerp gashouder 1 conform rapport [1].....	15
Tabel 5 - Damwandontwerp gebouw A conform rapport [1].....	16
Tabel 6 - Schade classificatiesysteem conform BRE.....	20
Tabel 7 - Minimaal benodigde rekenkundige slagkracht op basis van representatieve sonderingen....	23
Tabel 8 - Grenswaarden conform SBR-A, frequentie afhankelijk.....	24
Tabel 9 - Rekenkundig bepaalde invloedsgebieden.....	25
Tabel 10 - Toetsing belendingen aan invloedsgebied conform SBR-A.....	26
Tabel 11 - Rekenkundig bepaalde invloedsgebieden.....	27
Tabel 2 Grenswaarden trillingen (verkeer, bouw-/sloopwerkzaamheden).....	28
Tabel 12 - Resultaten en uitgangspunten rekenkundige inklinking van zandlagen.....	30
Tabel 13 - Gehanteerde samendrukkingsparameter.....	34
Tabel 14 - Grondwaterstandsverlaging op afstand van de bemaling volgens [2].....	35
Tabel 15 - Gehanteerde PLAXIS parameters.....	38
Tabel 16 - Damwandconfiguratie voor de verschillende sneden.....	40
Tabel 17 - Resultaten PLAXIS berekening.....	44
Tabel 18 - Resultaten schade predicties.....	45
Tabel 19 - Parameters en resultaten drukkracht bepaling, enkele plank.....	48

## Lijst van Bijlagen

Bijlage 1 – Rapportage grondonderzoek

Documentnummer: RA16340a3  
Project: Risicoanalyse bouwkuip Zuidergasfabriek Amsterdam

Projectnummer: 16340  
Afdrukdatum: 31-1-2017  
Pagina: 3

Bijlage 2 - Trillingspredictie Gashouder  
Bijlage 3 - Trillingspredicties Gebouw A  
Bijlage 4 - Inlinkingsberekening  
Bijlage 5 - Berekening trekken damwanden  
Bijlage 6 - Uitvoer D-Settlement; beschouwing grondaanvulling  
Bijlage 7 - Uitvoer D-Settlement; beschouwing waterstandverlaging  
Bijlage 8 – Ankerontwerp  
Bijlage 9 - Verticaal evenwicht toets  
Bijlage 10 - Drukpredictie enkele plank

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Door CRUX Engineering BV is in opdracht van IB Amsterdam een risicoanalyse opgesteld naar de omgevingsbeïnvloeding ten gevolge van de sanerings/sloopwerkzaamheden op het terrein Amstelkwartier van de voormalige Zuidergasfabriek te Amsterdam.

## 1.2 Projectomschrijving

Ten behoeve van de herinrichting van de Weststrook van Amstelkwartier tot Woongebied wordt het gebied bouwrijp gemaakt. Onderdeel van het bouwrijp maken zijn saneringswerkzaamheden, de sloop van de bestaande bebouwing en het (gedeeltelijk) verwijderen van funderingspalen. De locatie omvat globaal het terrein vanaf de Duivendrechtsevaart aan de westzijde tot en met Park Somerlust aan de oostzijde.

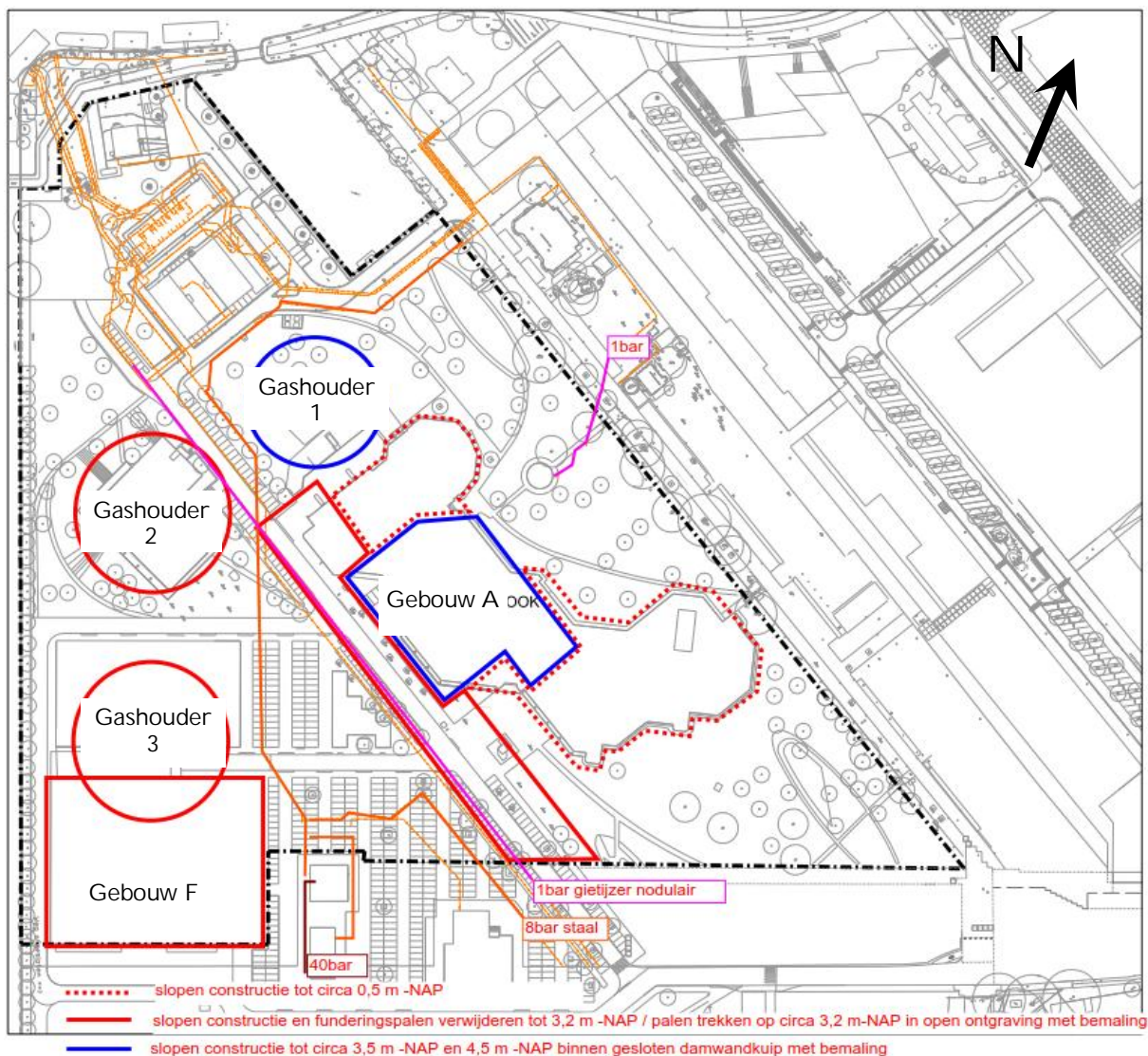


Figuur 1 - Projectlocatie en omgeving (bron: google earth)

Op het terrein zijn verschillende oude funderingen in de grond aanwezig (Figuur 2). Ten behoeve van de toekomstige maaiveldinrichting en de aan te leggen tracés voor kabels en leidingen worden de bestaande constructies in de bovenste laag van de ondergrond gesloopt en vrij gemaakt van obstakels. Men is voornemens op bepaalde locaties bestaande houten palen te trekken en bestaande dieper gelegen betonnen funderingspalen in te meten en tot een bepaald niveau af te knippen.

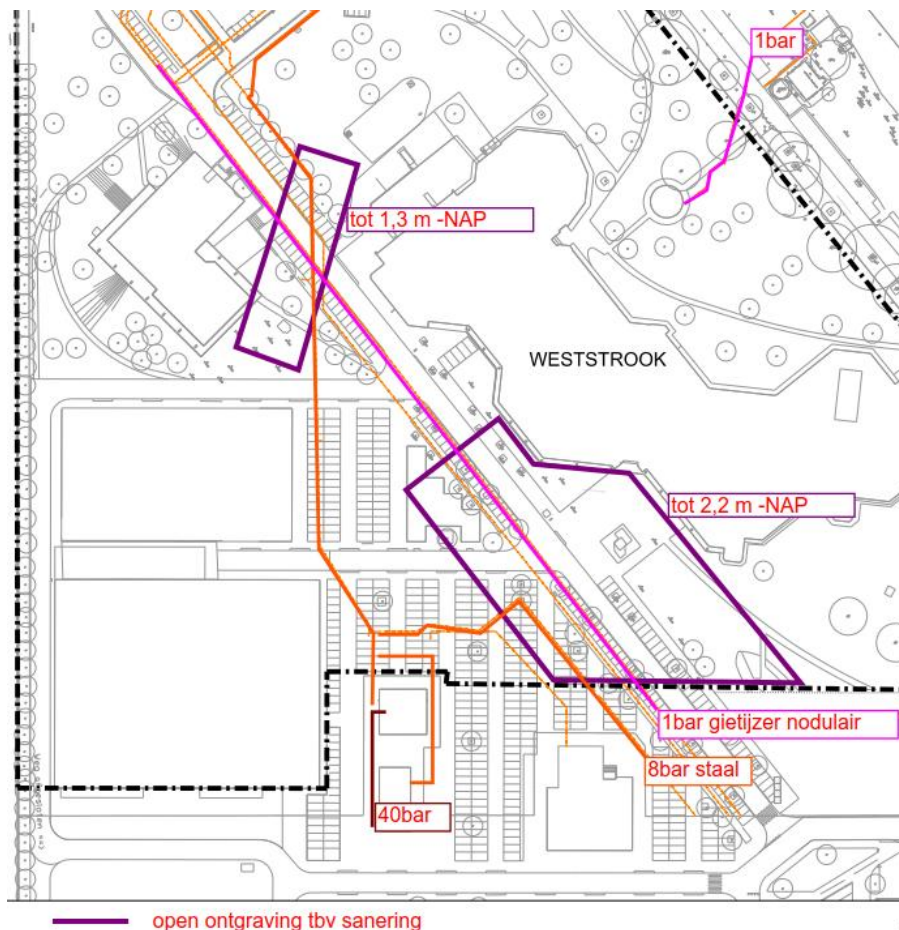
Figuur 2 geeft aan welke overige gebouwdelen gesloopt worden. De blauwe contouren in Figuur 2 geven aan, waar de werkzaamheden binnen een gesloten damwandkuip met bemaling worden uitgevoerd. De rode lijn markeert de gebouwdelen die in een open ontgraving met bemaling gesloopt worden. De gestippelde lijn toont gebouwdelen zonder kelder, die zonder een diepere ontgraving kunnen worden gesloopt.





Figuur 2 - Contouren van gebouwdelen die gesloopt worden

Daarnaast zijn op een tweetal locaties open saneringsontgravingen voorzien waarbij de ontgraven grond wordt vervangen met schone grond. Deze zijn aangegeven in Figuur 3. Hierbij wordt indien nodig de grondwaterstand met een open bemaling verlaagd.



Figuur 3 - Saneringsontgravingen

### 1.3 Doel van dit document

In dit rapport zijn de risico's beschouwd ten gevolge van de geplande sloop- en saneringswerkzaamheden op het terrein Amstelkwartier van de voormalige Zuidergasfabriek te Amsterdam. Dit betreft voornamelijk de omgevingsbeïnvloeding door het uitvoeren van de tijdelijke damwandkuipen ter plaatse van de gashouder 1 en het hoofdgebouw A, het open ontgraven en saneren van delen van het terrein en het verlagen van de grondwaterstand. De omgevingsbeïnvloeding wordt rekenkundig beoordeeld voor maatgevende objecten, locaties en doorsneden, mede op basis van de uitgangspunten zoals aangegeven in het bouwkuipontwerp opgesteld door Royal HaskoningDHV [1].

### 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de geometrische, geotechnische, hydrologische en constructieve uitgangspunten behandeld alsmede de omgevingsaspecten. Hoofdstuk 3 gaat in op de aanpak van de omgevingsbeïnvloeding welke in hoofdstuk 4 (trillingen) en hoofdstuk 5 (omgevingsbeïnvloeding door grondvervormingen) rekenkundig is uitgewerkt. In hoofdstuk 6 is de schadepredictie voor de omliggende objecten beschreven. In hoofdstuk 7 wordt kwalitatief advies gegeven omtrent de uitvoering van de verschillende werkzaamheden in relatie tot de ondergrond en omgeving. Tot slot



zijn in hoofdstuk 8 de conclusies uit de vorige hoofdstukken samengevat en worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek en uitvoering.

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van dit rapport:

Rapporten:

- [1] Gemeente Amsterdam, ontwerprapport *Ontwerp tijdelijke bouwkuip Amstelkwartier 2e fase t.b.v. sloopwerkzaamheden*, kenmerk BE3143\_R001\_C3.0, d.d. 7-06-2016.
- [2] Gemeente Amsterdam, Betalingsadvies *Sloop Weststrook Amstelkwartier 2e fase*, d.d. 14-09-2016
- [3] Royal HaskoningDHV, notitie *Uitgangspuntennotitie tijdelijke bouwkuip*, kenmerk T&P\_BE3143\_N001\_C1.0, d.d. 31-08-2016
- [4] CRUX Engineering BV, memo *Verwijderen ankers Zuidergasfabriek*, kenmerk ME16340b1, d.d. 19-09-2016
- [5] Lankelma BV, rapport *Grondonderzoek aan de Weststrook (Spaklerweg) Amsterdam*, kenmerk 16.19101, 01-12-2016
- [6] Gemeente Amsterdam, *"Constructietekening Bouwkuipen"*, kenmerk CON AK2-01-02, 12-01-2017

Tekeningen:

- [1] IB Amsterdam; tekeningen, *Slopen en Saneren Westtrook, Inventarisatie-03* (07-06-2016)
- [2] IB Amsterdam; tekening, *Bestaande GAS Ak2; met opmerkingen* (06-09-2016)

Normen en richtlijnen

- [1] NEN-EN 9997-1+C1; *Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels*; d.d.
- [2] april 2012;
- [3] NEN-EN 1991-1-7+C1:2011/NB:2011;
- [4] CUR 166, *Damwandconstructies* 6 e druk;
- [5] CUR 2003-7; *Bepaling geotechnische parameters*; d.d. oktober 2003;
- [6] CUR 162; *Construeren met grond, Grondconstructies op en in weinig draagkrachtige en sterk samendrukbare ondergrond*; d.d. november 1992.

*CRUX staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.*

### 2.2 Grondopbouw

Voor dit project is in een eerste fase uitgegaan van archiefgegevens van beschikbaar grondonderzoek. Vervolgens is dit rapport herzien aan de hand van lokaal uitgevoerd grondonderzoek [5]. Deze zijn in Bijlage 1 toegevoegd.

Zonder laboratoriumonderzoek kunnen de grondparameters worden bepaald op basis van correlaties tussen de sonderingen, EC7 en overige normen en richtlijnen. Een andere gebruikelijke aanpak is om de grondparameters te bepalen op basis van de lokale sonderingen en gebruik te maken van laboratorium onderzoeksresultaten die ter plaatse beschikbaar zijn van andere projecten.

In deze rapportage is ervoor gekozen om de grondparameters te bepalen op basis van de lokaal uitgevoerde sonderingen en betrouwbaar grootschalig laboratoriumonderzoek van het project Noord Zuidlijn in Amsterdam.

De geschematiseerde grondopbouw is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 - Globale grondopbouw

Laagnr.	Grondtype	Bovenkant grondlaag [m t.o.v. NAP]
1	Ophooglaag, zand, los tot matig vast gepakt	+1,33 à +0,54
2	Hollandveen	-3,0 à -6,0
3	Wadzand – kleig	-6,0 à -7,5
4	Basisveen	-10,0 à -12,0
5	Eerste Zandlaag, matig vast tot vast gepakt	-12,0 à -12,5
6	Allerod	-15,5 à -16,0
7	Tweede zandlaag	-21,0 à -22,0

## 2.3 Grondwaterstand

De maatgevende freatische grondwaterstand is conform bemalingsrapport [2] op NAP -0,5m aangehouden. Veiligheidshalve wordt in de Wadzandlaag een stijghoogte gelijk aan de freatische grondwaterstand aangehouden eveneens op NAP -0,5m. De maatgevende stijghoogte in de Eerste Zandlaag is conform bemalingsrapport aangehouden op NAP -2,8m.

## 2.4 Belendingen

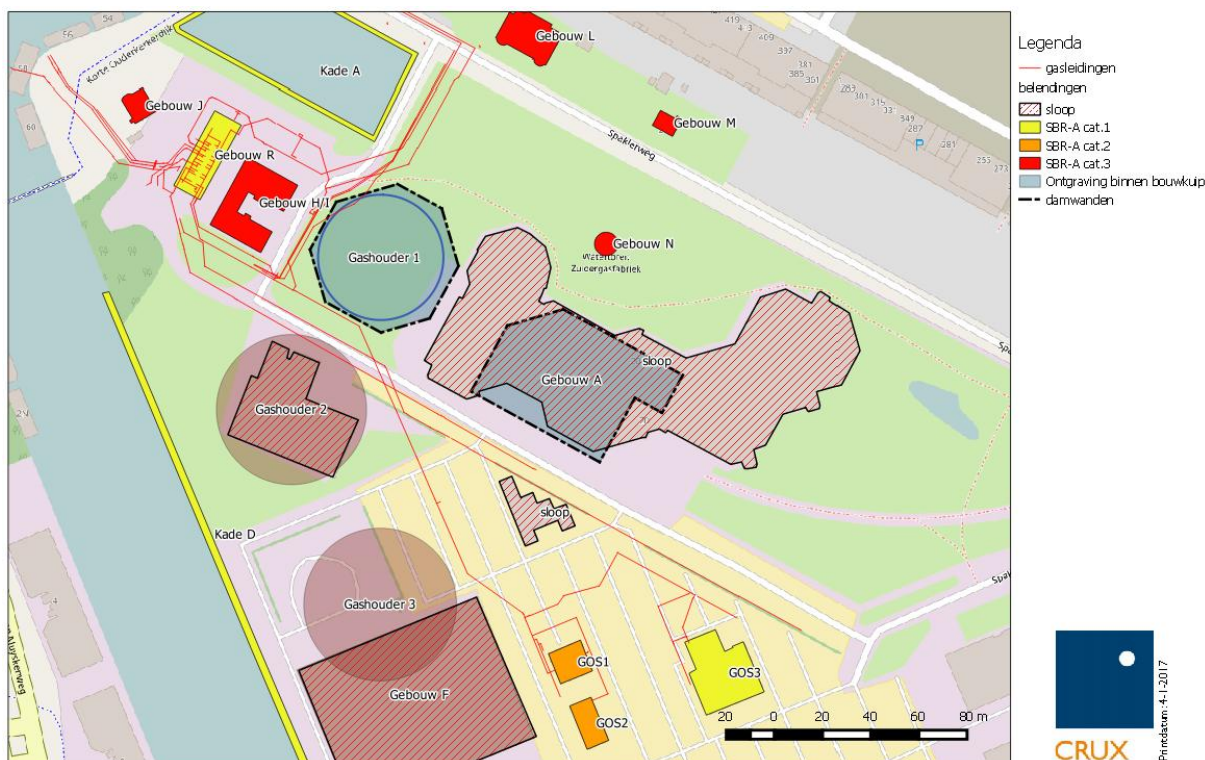
### 2.4.1 Belendende gebouwen

In het werkgebied zijn een aantal monumenten aanwezig (Figuur 4). Volgens de door de Gemeente Amsterdam verstrekte informatie in [2] wordt voor alle monumenten een fundering op houten palen aangehouden. Het paalpuntniveau is aangenomen in de Eerste Zandlaag (beneden NAP -12,0m). De monumenten zijn geplaatst in SBR-A bouwwerkcategorie 3.

De in rood gearceerde gebouwen in Figuur 4 worden gesloopt en zijn dus ten aanzien van omgevingsbeïnvloeding niet verder beschouwd.

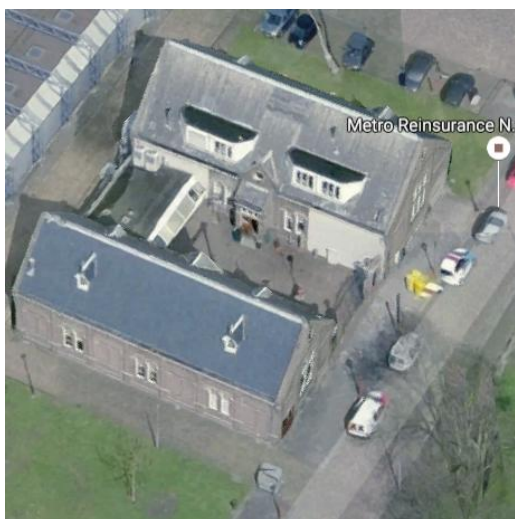
Op kritische afstand naast tijdelijke bouwkuipen liggende monumenten zijn het pand op Spaklerweg 32B-C. Dit pand ligt op ca. 20 m afstand aan de westelijke zijde van de tijdelijke bouwkuip ten behoeve van de gashouder. De watertoren op Spaklerweg 22 ligt op ca. 30 m afstand noordelijk van de tijdelijke bouwkuip ten behoeve van het hoofdgebouw A.

Tevens zijn nabij gebouw F twee Gas Ontvangst Stations (GOS1 en GOS2 in Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.) gelegen. Deze zijn vanwege de gemetselde constructie ingedeeld in SBR-A bouwwerkcategorie 2.



Figuur 4 - Op projectlocatie aanwezige belendingen

Spaklerweg 32 B-C (Gebouw H en I)



Spaklerweg 22c (gebouw N)



Figuur 5 - Belendende monumenten op kritische afstand van de tijdelijke bouwkuipen (bron: Google Earth)

#### 2.4.2 Belendende kaden

Langs het projectgebied zijn een insteekhaven (kade A) en een kadeconstructie langs de Duivendrechtsevaart (kade B/C/D) aanwezig. Kade A bestaat volgens opgave uit een betonnen gewichtsmuur op houten vloer met houten paalfundering. De onderliggende constructie is

waarschijnlijk een betonnen L-wand. Kade D bestaat uit een betonnen keerwand zonder afwerking en is de kade gefundeerd op houten palen en loopt achter de vloer van de L-wand een betonnen damwand. Langs kade D worden tot NAP -3,2m de betonnen funderingspalen van gebouw F en van gashouder 3 gesloopt. Zie onderstaand overzicht.



Figuur 6 - Overzicht belendende kaden

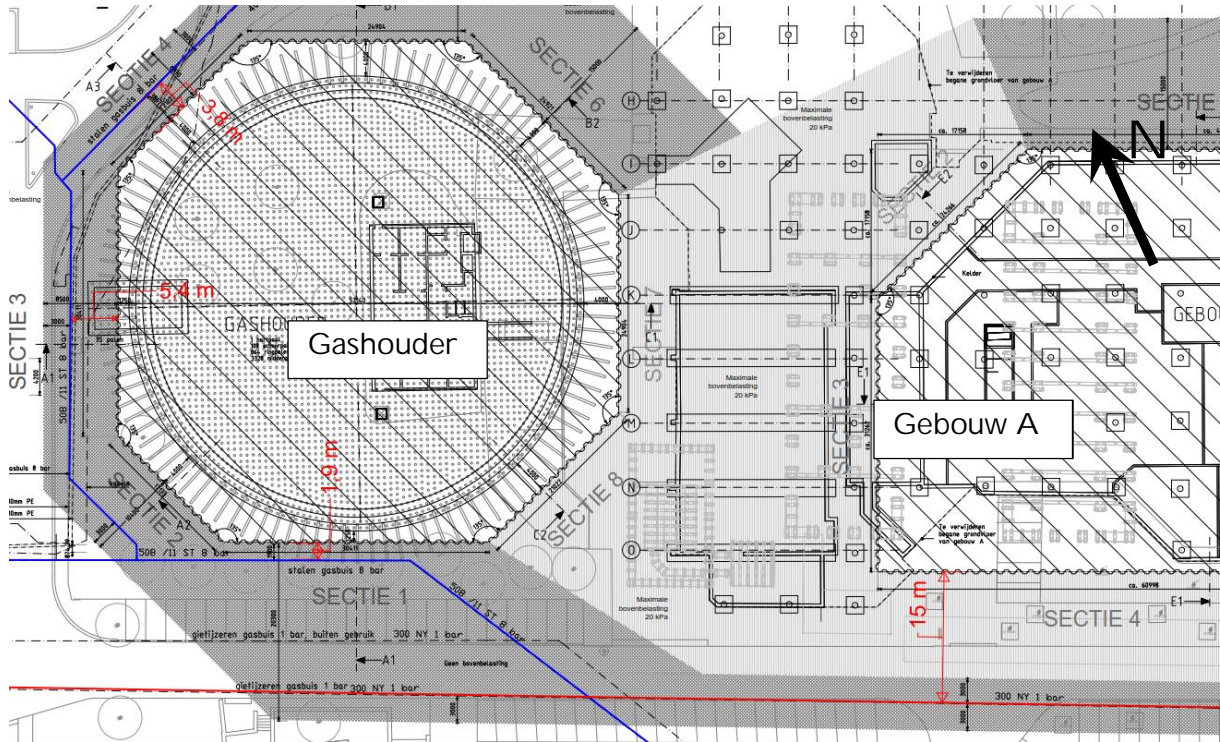
De conclusies uit het inspectie verslag van Gemeente Amsterdam (ref. Rapport "Staat van kade Amstelkwartier", ref. 40276057-58372, d.d. 22 november 2010) zijn hieronder voor de relevante kaden samengevat:

- *Kade A: Deze kade is alleen visueel bestudeerd. De kade ziet er goed uit, er zijn weinig schades of scheuren zichtbaar. De hanenpoten die bij de brug staan zijn in zeer slechte staat en zullen verwijderd moeten worden. Vervanging is met het oog op de toekomstige gebruik wenselijk.*
- *Kade D: De kade ziet er redelijk goed uit, bij de dilataties zijn de afzonderlijke onderdelen van de constructie versprongen. Aan de zuidzijde van de kade zijn scheuren in de kadeconstructie zichtbaar, deze zullen verder geïnspecteerd moet worden en waarschijnlijk gerepareerd.*






### 2.4.3 Kabels en leidingen

Langs de bouwkuip zijn op korte afstand verschillende stalen gasleidingen aanwezig die deels verwijderd worden. De leidingen die conform opgave van de Gemeente gehandhaafd worden zijn weergegeven in Figuur 7. Voor elk bouwkuip is door Gemeente Amsterdam een proefsleuf gegraven ter bepaling van de ligging van de gasleidingen. De ligging van de te handhaven gasleidingen is weergegeven in Figuur 7. De afstanden en diepteligging van deze leidingen zijn samengevat in Tabel 2. De afstand van de leiding naast de gashouder aan de zuidelijke zijde (ca. 1,9m) is kleiner dan aan de noordkant (ca. 2,3m). De zuidelijke zijde wordt dus als maatgevende snede beschouwd.



Figuur 7 - Gedetailleerd overzicht van de maatgevende afstanden van de leidingen

Tabel 2 - Maatgevende afstanden en diepteligging van de leidingen

Kleur	Leiding	Leeftijd	Nabij bouwkuip	diepte ok	H.o.h. afstand damwand
	Stalen 8 bar gasleiding 508/11	36 jaar (1980)	Gashouder	NAP-0,3m	1,9m (zuidelijk) 3,8m (noordelijk) 5,4m (noord-westelijk)
	Nodulair gietijzer 1bar gasleiding 300	35 jaar (1981)	Gashouder	NAP-0,7m	17,3m
	Nodulair gietijzer 1bar gasleiding 300	35 jaar (1981)	Gebouw A	NAP-0,7m	15m

De maatgevende afstanden van de te handhaven gasleidingen zoals gepresenteerd in Tabel 2 zijn als uitgangspunt gehanteerd voor de volgende berekeningen.



De grenswaarden ten aanzien van de gasleidingen in termen van toelaatbare zettingen voor de restlevensduur zijn in overleg met de leidingbeheerder bepaald aan de hand van de toelaatbare verschilzakking conform KIWA onderzoek (zonder veiligheden), de aangenomen, reeds opgetreden

(autonome) verschilzakking op basis van 1mm/jaar en een zettingstrogvorm van 16m breedte. Van de toelaatbare verschilzakking voor de restlevensduur mag conform Liander 25% toegerekend worden aan externe werkzaamheden (bouwputten).

De toelaatbare verschilzakking over een trogvorm van 16m bedraagt voor de beïnvloeding door de bouwputten voor de sanerings-/sloopwerkzaamheden Zuidergasfabriek zijn gepresenteerd in Tabel 3.

Het wordt opgemerkt, dat bij deze benadering ervan wordt uitgegaan dat in de restlevensduur niet nogmaals 25% mag worden gebruikt bij toekomstige bouwwerkzaamheden. Dit is een aandachtspunt voor de beïnvloeding door de toekomstige bebouwing met eventuele kelders.

Tabel 3 - Toelaatbare verschilzakking voor restlevensduur uit externe werkzaamheden

Kleur	Leiding	Leeftijd	Locatie	Toelaatbare zakking door externe werkzaamheden
	Stalen 8 bar gasleiding 508/11	36 jaar (1980)	t.p.v. Gashouder	15 mm*
	Nodulair gietijzer 1bar gasleiding 300	35 jaar (1981)	t.p.v. Gashouder en Gebouw A	27 mm*

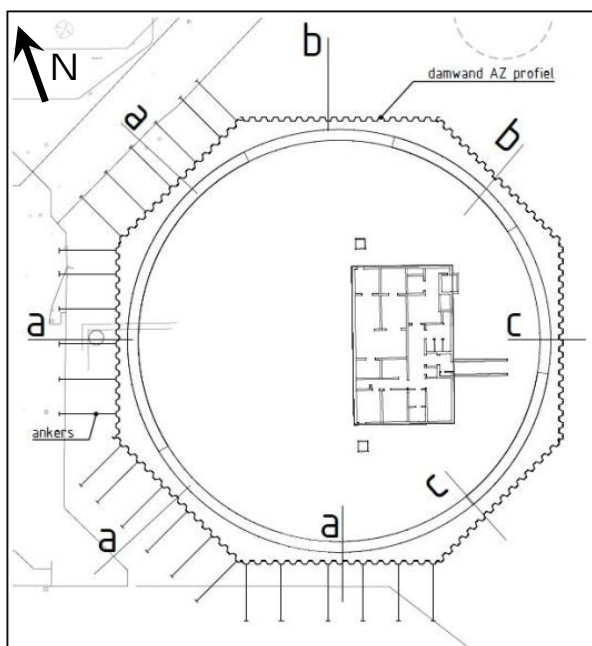
\*maximale verschilzakking op 8m afstand in een trogvorm van 16m

## 2.5 Ontwerp bouwkuipen

De volgende uitgangspunten, ontwerpkeuzes en berekeningsresultaten ten aanzien van de damwandconfiguratie van de bouwkuip ter plaatse van de gashouder en gebouw A zijn overgenomen uit het ontwerprapport [1] en voor de risicoanalyse aangehouden.

### 2.5.1 Gashouder 1

- Maaiveld NAP +0,70 m;
- Onderkant vloer gashouderplaat NAP -2,35 m;
- Maximaal ontgravingsniveau NAP -2,60 m;
- Funderingspaal Ø250 hout met hart-op-hart afstand 0,70 m, inheidiepte NAP -12,0 m en een schoorstand (langs de rand van de gashouder) van 3:1;
- Sloopruimte tussen de damwandkuip en de bestaande constructie minimaal ca. 1,0 m;
- Breedte van de bouwkuip ca. 53 m;
- AZ18-700 en AZ28-700 damwandprofielen voor de bouwkuip met installatieniveau van resp. NAP -13m en NAP -15m;
- Voor de bouwkuip wordt een combinatie van verankerde damwanden en onverankerde damwanden aangehouden;
- De verankering wordt met een bepaalde hoek uitgevoerd om conflict te voorkomen met de passage van de gasleidingen. Het type anker en ankerhoek volgen uit de berekening;
- Staalkwaliteit minimaal S240;



Figuur 8 - Sneden ter plaatse van de gashouder

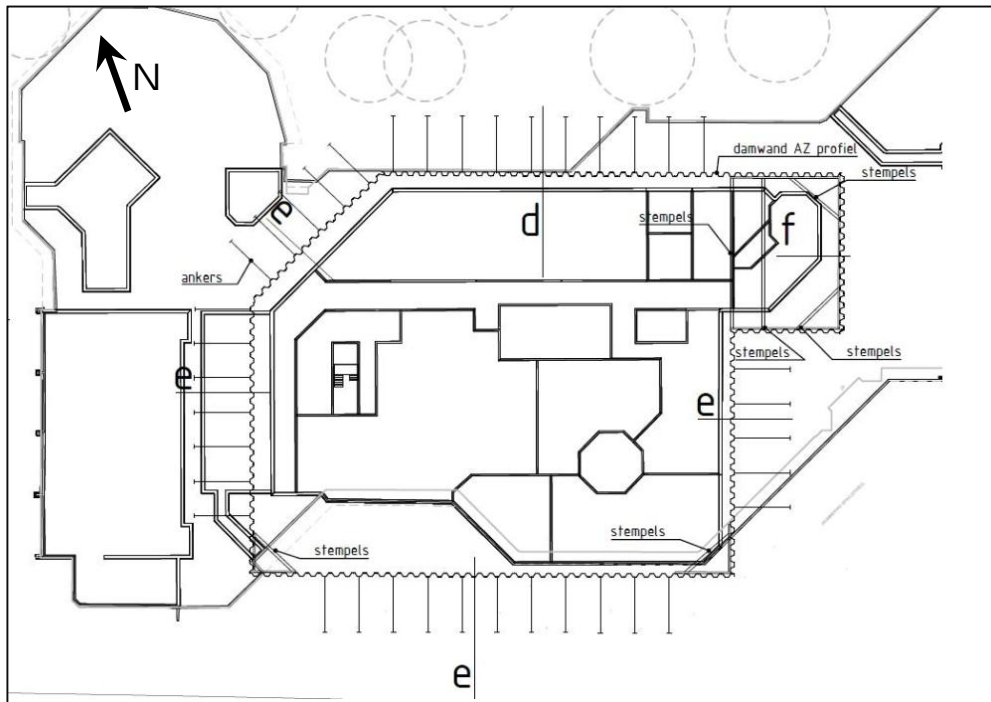
Tabel 4 - Damwandontwerp gashouder 1 conform rapport [1]

Snede	Profiel	Voetniveau [m NAP]	Verankering	Bovenbelasting	$M_d$ [kNm/m <sup>1</sup> ]	$F_d$ [kN/m <sup>1</sup> ]	Vervorming [mm]
A	AZ18-700 S240	-13,0	klapanker JLD 4.4 NAP+0,3m, h.o.h. 4,2m, staaf GEWI 32 T hoek 35° 13,0 m lengte	-	123	88	20
B	AZ28-700 S240	-15,0	-	-	568	-	104
C	AZ28-700 S240	-15,0	-	20kPa direct naast damwand over 25 m	916	-	200

### 2.5.2 Gebouw A

- Maaiveld NAP +0,70 m;
- Onderkant poer kelder NAP -3,70 m;
- Onderkant liftschacht NAP -4,50 m;
- Maximaal ontgravingsniveau kelder NAP -3,80 m;
- Plaatselijk maximaal ontgravingsniveau NAP -5,40 m ter plaatse van de liftschachten;
- Diepere smalle put onder de liftschacht tot NAP -13 m wordt niet gesloopt maar wordt volgestort om opdrijven te voorkomen;
- Bestaande funderingspalen van prefab beton;
- Sloopruijnte tussen de damwandkuip en de bestaande constructie ca. 1,0 m;
- Breedte bouwkuip is ca. 50 m;
- AZ28-700 damwandprofiel voor de bouwkuip met installatieniveau van NAP -15m;

- Voor de bouwkuip wordt een combinatie van verankerde damwanden en gestempelde damwanden ter plaatse van de diepere put van de dubbele liftschacht ontworpen;
- De verankering wordt met een bepaalde hoek uitgevoerd om een conflict te voorkomen met de wortels van de te behouden bomen. Het type anker en ankerhoek volgt uit de berekening;
- Stempelniveau op NAP +0,0 m;
- Staalkwaliteit minimaal S240.



Figuur 9 - Sneden ter plaatse van gebouw A

Tabel 5 - Damwandontwerp gebouw A conform rapport [1]

Snede -	Profiel -	Voetniveau [m NAP]	Verankering	Bovenbelasting	$M_d$ [kNm/m <sup>1</sup> ]	$F_d$ [kN/m <sup>1</sup> ]	Vervorming [mm]
D	AZ28-700 S355	-15,0	groutanker NAP-0,3m, h.o.h. 4,2m, staaf Ø32mm hoek 35° 15,0 m lengte	-	421	186	53
E	AZ28-700 S355	-15,0	groutanker NAP-0,3m, h.o.h. 4,2m, staaf Ø32mm hoek 35° 15,0 m lengte	20kPa direct naast damwand over 25 m	559	252	72
F	AZ28-700 S355	-15,0	stempel Ø508 x 16 NAP +0,0 m. gording HE600B h.o.h. 4,2m lengte ca. 19,0m.	-	678	282	43

## 3 Aanpak omgevingsbeïnvloeding

### 3.1 Beschouwde invloedsbronnen

De omgevingsbeïnvloeding is uitgevoerd voor de omgevingsobjecten zoals omschreven in §2.4. In het kader van de risicoanalyse naar de beïnvloeding ten gevolge van de bouwputten voor de sanerings/sloopwerkzaamheden Zuidergasfabriek zijn de hieronder beschreven mogelijke invloedsbronnen beschouwd.

#### 3.1.1 Installatie van damwanden

Trillen van damwanden. Door het trillen van stalen damwanden kunnen trillingen aan de belendingen worden veroorzaakt. De trillingsintensiteit ter plaatse van de belendende gebouwen door trillen van de damwanden kunnen rekenkundig worden gekwantificeerd met behulp van de rekenmethodiek zoals opgenomen in de CUR 166 (damwanden).

Inklinking door het trillen van de damwanden en/of anker-elementen. Door het trillen van damwanden en/of anker-elementen kunnen grondvervormingen door inklinking van de grond ontstaan. Dit is vooral van belang bij los en matig vast gepakte zandlagen met een lage relatieve dichtheid. Het zettingsverloop als gevolg van het trillen van damwanden (inklinking van de ophooglaag) kan voor Nederlandse omstandigheden rekenkundig worden gekwantificeerd met behulp het rekenmodel van Hergarden, TU Delft, december 2000.

Indien wordt uitgegaan van het drukkend installeren van de damwanden van belendingen (bijv. object A), kan ten gevolge van schuifspanningsoverdracht in de grond bij het drukken, op korte afstand van de damwand een geringe extra vervormingsaandeel worden veroorzaakt (empirische ervaring).

#### 3.1.2 Aanbrengen onderheid riool

Voor de aanleg van het onderheid transport riool worden houten palen geheid in hetzelfde het tracé voor de aanleg van nieuwe gasleidingen. De afstand tot de dichtstbijzijnde gasleiding (1bar gietijzeren leiding) bedraagt circa 40m. T.b.v. de aanleg van het riool worden 118 stuks houten palen met minimale puntomtrek van 450 mm ingeheid. Het paalpuntniveau zal worden bepaald aan de hand van lokale sonderingen.

#### 3.1.3 Ontgraving bouwkuip

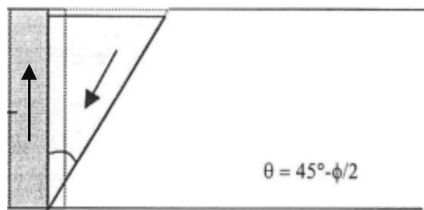
Door vervorming van grond- en waterkerende bouwkuipwanden tijdens de ontgraving treden grondvervormingen op. Door de vervorming van de bouwkuipwand vervormt ook de grond achter de wand, met als gevolg mogelijke (schadeveroorzakende) zettingen en horizontale (verschil) vervormingen aan belendingen. Tevens kunnen, onder invloed van de spanningsveranderingen in de omgeving, aanvullende zettingen en horizontale verschilvervormingen ter plaatse van de belendende objecten optreden. Het verloop van deze grondvervormingen als gevolg van de ontgravingswerkzaamheden zijn rekenkundig gekwantificeerd met behulp van het computerprogramma PLAXIS 2D 2016.

#### 3.1.4 Trekken van de damwanden

Door het trekken van de damwand ontstaat door het verwijderen van het volume van de damwandplanken een spleet in de grond. Aangenomen wordt dat deze vrijgekomen ruimte volledig wordt omgezet in maaiveldzakking. Het bepalen van de maaiveldzakking door het trekken van de damwanden kan met een theoretisch model van Hergarden (TUDelft, 2000) worden uitgevoerd.



Hierbij zal naastgelegen grond afschuiven onder een hoek van ongeveer 30 graden met de verticaal, zie Figuur 10.



Figuur 10 - Afschuifvlak intredende grond (Coulomb)

### 3.1.5 Invloed van grondwaterstandsverlagingen

Door verlaging van grondwaterstanden ontstaat een verhoging van de korrelspanningen waardoor zettingen in de omgeving kunnen ontstaan. Omdat de damwanden ter plaatse van de bouwkuipen als voldoende waterremmend kunnen worden beschouwd en de onderzijde van de kuip is afgesloten door waterremmende grondlagen zal het droogzetten geen noemenswaardige grondwaterstandsverlaging buiten de bouwkuip veroorzaken. Derhalve wordt de invloed van grondwaterstandsverlaging in deze risicoanalyse alleen ter plaatse van de open ontgravingen met open bemaling beschouwd (zie 3.1.6).

### 3.1.6 Aanvullen van ontgravingen

Na de sloop van de funderings- cq. kelderconstructies van de gashouders en gebouw A wordt grond aangevuld binnen de bouwkuipen. Deze belasting van de ondergrond kan additionele (lange termijn) zakkingen in de omgeving veroorzaken.

### 3.1.7 Open ontgravingen en open bemalingen

Voor de sloop- en saneringwerkzaamheden zijn open ontgravingen voorzien waarbij de grondwaterstand met een open bemaling zal worden verlaagd. Door de open ontgraving en grondwaterstandsverlaging zijn maaiveldzettingen in de omgeving te verwachten.

De mogelijkheid van een open ontgraving is sterk afhankelijk van de aanwezige ruimte en belendende objecten. Hierbij dient het effect op de omgeving in ogenschouw te worden genomen. Om afschuiven van het talud te voorkomen dient dit voldoende flauw te zijn en dient vooraf rekening te worden gehouden met mogelijk opslag van (bouw)materiaal en (bouw)verkeer vlak langs de kruin van het talud.

### 3.1.8 Verwijderen van bestaande palen

Het trekken van palen kan leiden tot grondontspanning en vervormingen in de directe omgeving door volumeverlies. Tevens kan door het trekken van bestaande palen kortsluiting ontstaan tussen de verschillende watervoerende lagen met welvorming en zeer grote ontrekkingsdebieten (bij ontgravingen) tot gevolg. Hierdoor zal de verlaging van de grondwaterstand tot ver in de omgeving kunnen leiden tot maaiveldzettingen.

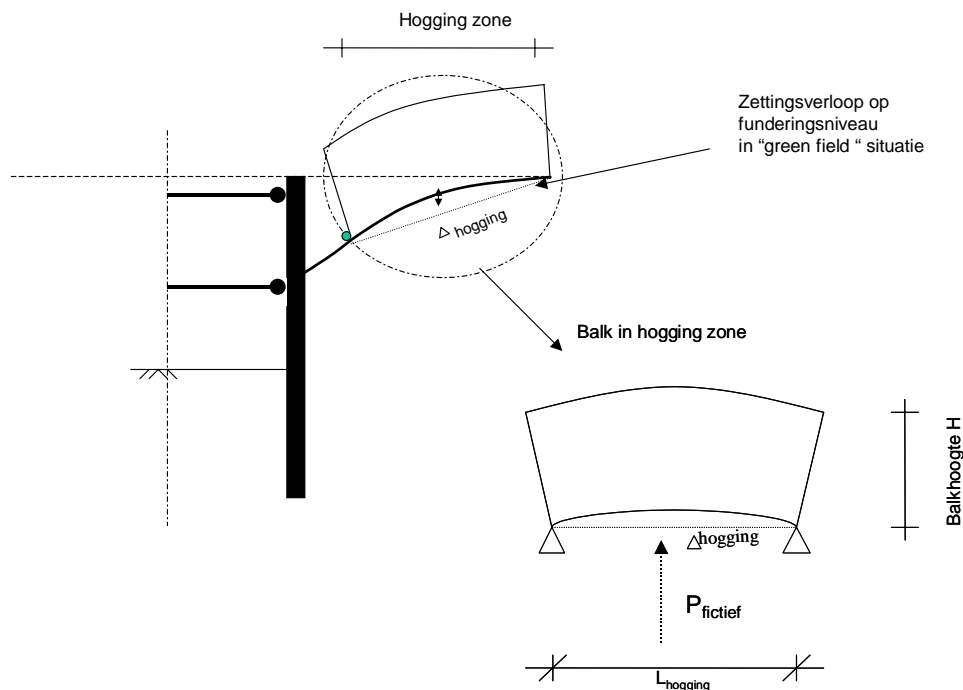
Zonder aanvullende maatregelen zal dit consequenties hebben voor zowel bestaande als toekomstige constructies op en nabij de paallocaties. Bij het trekken van palen dienen in alle gevallen aanvullende

maatregelen te worden genomen om de invloed op de ondergrond en omgeving te beperken (zie ook hoofdstuk 7.3).

## 3.2 Doel en methode van de schadevoorspelling

### 3.2.1 Doel van de schadepredicties

Schadepredicties worden uitgevoerd om in het ontwerpstadium met de gevolgen van omgevingsbeïnvloeding van bouwwerkzaamheden in binnenstedelijke omgeving rekening te kunnen houden. Het doel hiervan is om het ontwerp, de keuzes voor de bouwmethodes en mogelijke preventieve mitigerende maatregelen zodanig te optimaliseren, dat de kans op schade rekenkundig beperkt blijft tot een in de ontwerppraktijk voor binnenstedelijke bouwprojecten als acceptabel geacht minimum. Bovendien wordt de ontwerp kennis uit de schadepredictie in combinatie met monitoring gebruikt voor een proactieve risicobeheersing tijdens de uitvoering.



Figuur 11 - Schematisering methode der grensrekken voor verticale verschilzettingen

### 3.2.2 Methode der grensrekken

Met deze empirisch, analytische rekenmethodiek worden maatgevende rekken in het gebouw ten gevolge van de opgelegde verschil(grond)vervormingen bepaald. Het gebouw wordt hierbij vereenvoudigd geschematiseerd door een geavanceerd balkmodel (Timoshenko balk rekening houdend met buig- en afschuifvervormingen). Er wordt geen rekening gehouden met grond – constructie interactie waardoor de methode wordt geacht een conservatieve bovengrens van te verwachten schade weer te geven. Deze empirisch getoetste methodiek geeft een indicatie weer van de mogelijke schadeomvang ten gevolge van de werkzaamheden. De methodiek geeft de state-of-the-art in de ontwerppraktijk in het binnen- en buitenland weer en is succesvol toegepast voor schadepredicties van belendingen bij klein- en grootschalige ondergrondse bouwprojecten in binnenstedelijke omgeving.

De empirisch, analytische “Methode der grensrekken” wordt in dit rapport gebruikt ter bepaling van schade aan belendende panden. De principes van deze methodiek zijn het bepalen van geometrische schadeparameters (“angular distorsion” (relatieve hoekverdraaiing), “deflection ratio” (relatieve

doorbuiging) en horizontale rek uit de greenfield grondvervormingen ter plaatse van het gebouw. Het gebouw (geschematiseerd als een balk) wordt gesplitst in een opbuigingszone (hogging) en een doorbuigingszone (sagging); zie Figuur 11.

Op de als balk geschematiseerde constructie worden de grondvervormingen opgelegd en worden vervolgens met behulp van mechanische formules conform de elasticiteitsleer lineair-elastische rekken berekend. Om met een grote bandbreedte van in de praktijk voorkomende L/H (lengte/hogte)-verhoudingen van constructie-elementen rekening te houden, wordt daarbij in de balkformules o.a. met afschuifvervormingen rekening gehouden. De berekende rekken worden vervolgens gerelateerd aan empirisch afgeleide observaties tussen rekken en optredende schade. Verschillende mate van scheurvorming zijn met het oog op de mogelijkheid van schadereparatie (scheurreparatie) gerelateerd aan een schade classificatiesysteem van het Building Research Establishment (BRE), zie Tabel 6.

De perceptie van schade is subjectief en cultuurgebonden. Vaak worden binnen een project verschillende acceptabele niveaus gedefinieerd, die bijvoorbeeld afhankelijk zijn van:

- Functie/status (monumentaal pand)
- Constructietype (metselwerk, betonconstructie, slanke hoge gebouwen)

Tabel 6 - Schade classificatiesysteem conform BRE

Schadecategorie	Schade klasse
Esthetische, architectonische schade	<i>Verwaarloosbaar</i>
	<i>Zeer licht</i>
	<i>Licht</i>
Functionele Schade	<i>Matig</i>
	<i>Ernstig</i>
Constructieve Schade (Stabiliteitsproblemen)	<i>Zeer ernstige schade</i>

Door de gekozen conservatieve berekeningsaannamen (geen beschouwing van interactie tussen gebouw en grond) wordt rekenkundig een bovengrens van de te verwachten schade bepaald. Als acceptabele grens in de ontwerp praktijk wordt de schade klasse "lichte" esthetische schade aangehouden (zie groen gearceerd gebied in Tabel 6).

Door de invloed van het uitgraven van de bouwkuip op te leggen aan de belendingen kan een rekenkundige kwantificering gedaan worden van de te verwachten schade door grondverplaatsingen.

### 3.2.3 Overdracht verticale grondvervormingen aan palen

Voor op palen gefundeerde, belendende panden dienen de verticale grondvervormingen door de bouwput op verschillende niveaus in de grond te worden beschouwd. Daaruit is een mogelijke zetting van de palen af te leiden, waarbij rekening dient te worden gehouden met de volgende mogelijke effecten:

Mogelijke activering van negatieve kleef indien (in het geval van punt dragende palen) de grondvervormingen boven het paalpuntniveau groter zijn dan de zettingen op paalpuntniveau. Zettingen op paalpuntniveau, waarbij voor punt dragende palen meestal een directe paalzakking te verwachten is.

In SBR-rapport d.d. april 1998 is een empirische bandbreedte aangegeven voor het in rekening te brengen aandeel van de verhouding van gebouwzakking/maaiveldzinking voor stuitpalen voor een karakteristiek Amsterdams bodemprofiel. Hieruit volgt een verhouding van de paalzakking/maaiveldzakking van 5-20%. Tevens wordt in de SBR-rapportage vermeld dat de bandbreedte bij nieuwe betonen en/of stalen palen op stuit circa 2% tot 7% bedraagt.

Het wordt benadrukt dat deze bandbreedten algemeen zijn en per situatie afhankelijk zijn van verschillende factoren. De mate van overdracht is onder andere afhankelijk van de grootte van de te mobiliseren negatieve kleef, de permanent aanwezige paalbelasting en het last-zakkingsgedrag van de paal. Bovendien zal de gepresenteerde procentuele verhouding niet van toepassing zijn voor onbeperkt verder toenemende maaiveldzettingen, omdat op een gegeven moment de maximaal mogelijke negatieve wrijvingskrachten tussen grond en paal zijn geactiveerd.

Omdat het in de praktijk niet mogelijk is om vooraf het last-zakkingsdiagram van paalfundering c.q. het reeds gemobiliseerde negatieve kleefaandeel op deze palen te kunnen bepalen, wordt voor deze beschouwingen voor de overdracht van maaiveldzakkingen naar paalzakkingen (voor een Amsterdamse houten paalfundering in de Eerste Zandlaag) in principe van de bovengrens van 20% uitgegaan.

#### 3.2.4 Overdracht horizontale grondvervormingen via de palen aan het gebouw

Voor de beoordeling van het effect van horizontale verschilvervorming wordt voor de belendingen op palen in eerste instantie het verloop van de vervormingen op maaiveldniveau beschouwd. Hierbij wordt verondersteld dat de palen deze horizontale verschilvervorming van de grond gedeeltelijk volgen en 50% van de horizontale vervormingen ter plaatse van de paalkoppen (dus nagenoeg aan het maaiveld) worden overgedragen aan het bouwwerk. In werkelijkheid is de mogelijke horizontale krachtsoverdracht tussen de paalkop en de funderingsmuur afhankelijk van de details van deze verbinding, de beddingsstijfheid van de palen en de horizontale normaalstijfheid van de constructie. De 50% overdracht van horizontale verschilvervorming bij paalfundering is als conservatieve bovengrens te beschouwen.

Door de gekozen conservatieve berekeningsaannamen (geen beschouwing van interactie tussen gebouw en grond) wordt rekenkundig een bovengrens van de te verwachten schade bepaald. Als acceptabele grens in de ontwerp praktijk wordt de schadeklasse "lichte" esthetische schade aangehouden (zie groen gearceerd gebied in Tabel 6).

## 4 Omgevingsbeïnvloeding door trillingen

### 4.1 Installatie damwanden

In dit hoofdstuk is de mogelijkheid om de stalen damwandprofielen trillend in te brengen nader beoordeeld in relatie tot de omgeving en de afstand van de bouwkuip tot de belendende objecten. Voor de trillingspredictie is het in- en uittrillen van de volgende dubbele stalen damwandplanken beschouwd:

- AZ18-700 met een installatieniveau van NAP -13,0m;
- AZ28-700 met een installatieniveau van NAP -15,0m;

Het wordt opgemerkt dat de mogelijke grondvervormingen in de omgeving ten gevolge het in- en uittrillen van damwanden beschouwd zijn in paragraaf 5.2.

#### 4.1.1 Bepaling minimaal benodigde slagkracht

Om de trillingen in de omgeving door het intrillen van damwanden te kunnen kwantificeren dient eerst de benodigde slagkracht te worden bepaald, die noodzakelijk is om de damwand op diepte te krijgen. De minimaal benodigde slagkracht om de (dynamische) punt- en wrijvingsweerstand van de damwanden te kunnen overwinnen, is bepaald gebruik makende van het uitgevoerde grondonderzoek, de eigenschappen van de damwand met betrekking tot het damwandprofiel en de damwandlengte.

Met betrekking tot de gehanteerde sonderingen wordt opgemerkt, dat de (exacte) uitvoeringslocatie van de gehanteerde beschikbare sonderingen uit DINOLoket niet bekend is. De sonderingen geven aanzienlijke verschillen in pakkingsdichtheid van de zandige ophooglaag en de eerste zandlaag. De verschillende dichtheden hebben een behoorlijke invloed op de bepaalde slagkracht (verschil met een factor 5), de trillingen in de omgeving en de gevoeligheid voor inklinken. Het wordt derhalve aanbevolen aanvullende sonderingen uit te voeren ter plaatse van de verschillende projectonderdelen.

De minimaal benodigde rekenkundige slagkracht om de beschouwde dubbele stalen damwandplanken op diepte te brengen is weergegeven in Tabel 7. De berekeningen zijn in eerste instantie uitgevoerd voor de cursief aangegeven archiefgegevens en naderhand aangevuld met lokaal uitgevoerd grondonderzoek.

De hogere slagkracht bij het uittrillen (factor 1,5 hoger dan bij intrillen) is bepaald op basis van empirische ervaringen en wordt veroorzaakt door de vaak hoge slotwrijving van de planken ten gevolge van de installatie en de wanddeformaties na ontgraven.



Tabel 7 – Minimaal benodigde rekenkundige slagkracht op basis van representatieve sonderingen

CPT	Damwand	Installatieniveau	Slagkracht (intrillen)	zonder schade	Slagkracht (uittrillen)	zonder schade
S25G00855	AZ18-700	NAP-13,0m	363 kN	Ja	545 kN	Ja
	AZ28-700	NAP-15,0m	622 kN	Ja	933 kN	Ja
S25G01150	AZ18-700	NAP-13,0m	1024 kN	Ja	1536 kN	Ja
	AZ28-700	NAP-15,0m	1560 kN	Ja	2340 kN	Nee
S25G01151	AZ18-700	NAP-13,0m	1909 kN	Ja	2864 kN	Nee
	AZ28-700	NAP-15,0m	3474 kN	Nee	5211 kN	Nee
GAS1	AZ18-700	NAP-13,0m	197 kN	Ja	296 kN	Ja
	AZ28-700	NAP-15,0m	495 kN	Ja	743 kN	Ja
GAS3	AZ18-700	NAP-13,0m	435 kN	Ja	653 kN	Ja
	AZ28-700	NAP-15,0m	620 kN	Ja	930 kN	Ja
GAS5	AZ18-700	NAP-13,0m	193 kN	Ja	290 kN	Ja
	AZ28-700	NAP-15,0m	511 kN	Ja	767 kN	Ja
1995	AZ18-700	NAP-13,0m	385 kN	Ja	578 kN	Ja
	AZ28-700	NAP-15,0m	540 kN	Ja	810 kN	Ja
1998	AZ18-700	NAP-13,0m	465 kN	Ja	698 kN	Ja
	AZ28-700	NAP-15,0m	1435 kN	Ja	2153 kN	Nee

Op basis van de NVAF richtlijn wordt verwacht dat de damwanden op basis van het lokaal uitgevoerde grondonderzoek zonder schade op diepte gebracht kunnen worden. Conform deze richtlijn bedraagt de maximale slagkracht, uitgaande van het damwandtype en bodemprofiel, voor het schadevrij op diepte brengen van de damwanden 2000kN. Uit de analyse van deze sonderingen blijkt geen noodzaak voor het nemen van maatregelen om de damwanden schadevrij op diepte te kunnen brengen, zoals het reduceren van de dynamische punt- en wrijvingsweerstand. Hier wordt nader op ingegaan in hoofdstuk 7.1.

#### 4.1.2 Richtlijn SBR-A voor schade aan gebouwen

De meet- en beoordelingsrichtlijn SBR-A geeft een procedure voor het meten van trillingen en een procedure voor de beoordeling van de invloed van trillingen op mogelijke schade aan bouwwerken en/of aan onderdelen daarvan.

Volgens de bestaande praktijkervaring bestaat er een aanvaardbaar kleine kans (minder dan 1%), dat schade aan bouwwerken en funderingen zal optreden, indien de rekenwaarden uit voorspellingen of metingen de rekenwaarde van de grenswaarden conform de SBR-A richtlijn niet overschrijden.

#### 4.1.3 Bepaling rekenwaarden van de grenswaarden

Voor de bepaling van de rekenwaarden van de SBR-A grenswaarden zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

- In de berekening is een overschrijdingskans van 5% aangehouden, dit komt overeen met een betrouwbaarheidsindex ( $\beta$ ) van 1,64;

- De trillingsbron (intrillen stalen damwand) wordt als continue trilling gecategoriseerd (conform artikel 10.2.3 SBR-A) met partiële veiligheidsfactor  $\gamma_t$  van 2,5;
- In de berekening is uitgegaan van type meting beperkte meting conform SBR-A artikel 9.3 Tabel 4. Derhalve is een veiligheidsfactor  $\gamma_v$  van 1,4 gehanteerd in de predictie.
- Conform CUR166 (3e druk) is de trillingsintensiteit bepaald voor het grondprofiel Amsterdam.

De met bovenstaande uitgangspunten afgeleide grenswaarden zijn opgenomen in Tabel 8. De karakteristieke waarden van de grenswaarden zijn afhankelijk van het bouwwerk en de dominante frequentie van de trillingen. Voor de frequentie-bandbreedte van trillingen door het hoogfrequent trillen van damwanden zijn ervaringswaarden van 30Hz en 40Hz aangehouden.

Voor de bepaling van de partiële veiligheidsfactor  $g$  conform SBR-A zijn de trillingen door het trillen van damwanden gecategoriseerd als continu trillingen. De daarvoor te hanteren partiële veiligheidsfactor  $g$  bedraagt 2,5.

Tabel 8 - Grenswaarden conform SBR-A, frequentie afhankelijk

categorie conform SBR-A [-]	Frequentie [Hz]	Karakteristiek grenswaarden schade [mm/s]	Partiële veiligheids-factor $\gamma_t$ [-]	Grenswaarde schade (rekenwaarde) [mm/s]	Veiligheidsfactor 'indicatieve meting'	Grenswaarde gemeten trillingen $V_{top}$
3	30	5,5	2,5	2,2	1,4	1,6
	40	6,75	2,5	2,7	1,4	1,9
leiding staal (gelast)	30 & 40	100	2,5	40	1,4	28,5

In onderstaande paragrafen zijn de resultaten voor de toets van de verticale trillingsrichting gepresenteerd. Deze richting wordt door ons als maatgevend gesteld. Voor het Amsterdamse bodemprofiel worden in horizontale richting hogere trillingssnelheden voorspeld. Dit is te verklaren door de relatief hoge veiligheidsfactor die conform CUR 166 voor de horizontale trillingssnelheid wordt gegeven. Deze hoge veiligheidsfactor wordt vooral veroorzaakt door de zeer geringe hoeveelheid meetdata die ten grondslag ligt aan de voorspelling en de hierdoor grote spreidingsbreedte in de horizontale trillingscomponent met betrekking tot de sterkte van de trillingsbron. Deze veiligheidsfactor wordt door ons als onnodig hoog beschouwd. Op basis van meetresultaten afkomstig van een groot aantal projecten in de regio Amsterdam en Rotterdam blijken de verticale en horizontale trillingssnelheden elkaar dan in het algemeen niet significant te ontlopen en de maatgevende waarde in lijn te liggen met de voorspelde verticale trillingssnelheden. Daarnaast wordt de aanname voor de verschillen in het achtergrondrapport van de CUR166 trillingspredictie (TNO-rapport B-91-0401, 1991) twijfelachtig genoemd.

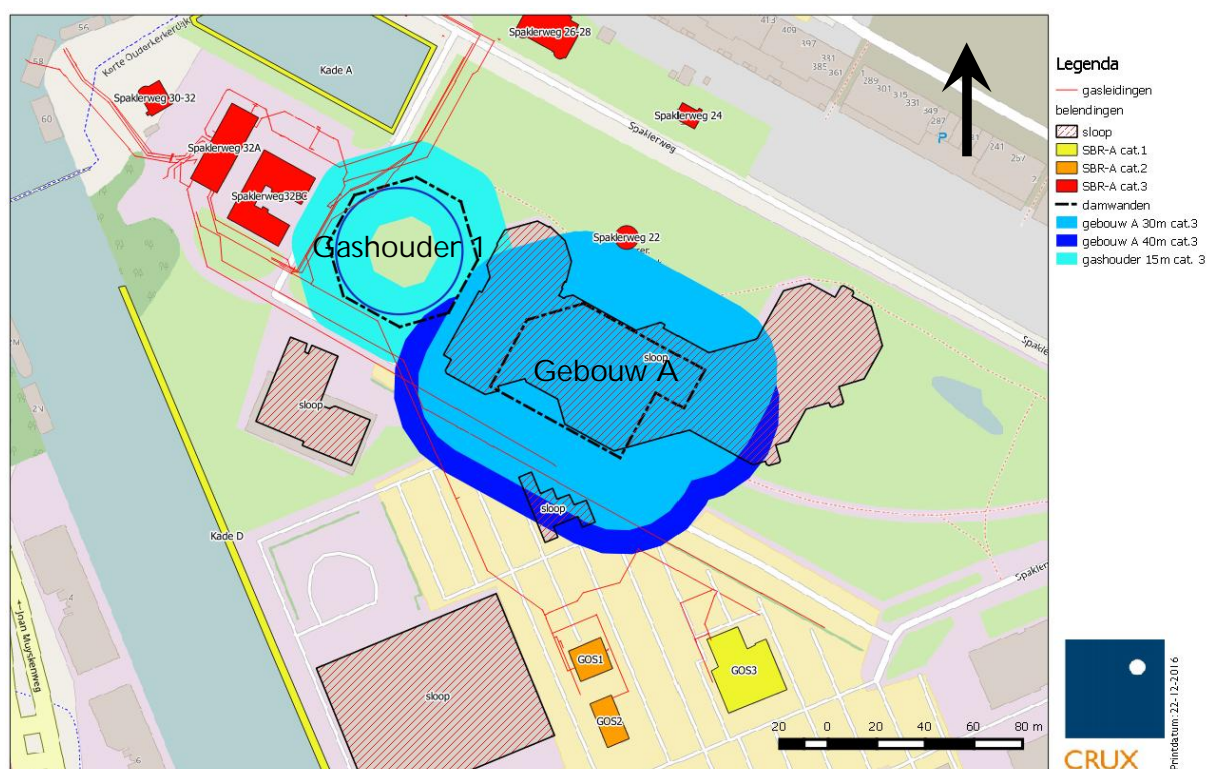
#### 4.1.4 Toetsing trillingsintensiteiten SBR-A

In Bijlage 2 is de verticale trillingsrichting gepresenteerd voor het in- en uittrillen van een AZ18-700 damwand profiel tot NAP -13m. In Bijlage 3 is de verticale trillingsrichting gepresenteerd voor het in- en uittrillen van een AZ28-700 damwandprofiel tot NAP-15m ter plaatse van gebouw A. Hierbij zijn de in Tabel 7 beschreven maatgevende slagkrachten beschouwd.

Om te bepalen of wel of niet voldaan wordt aan de SBR-A richtlijn, worden het rekenkundig invloedsgebied en de afstand van belending tot damwand met elkaar vergeleken. In Figuur 12 en Tabel 9 zijn de resultaten samengevat. In Tabel 10 is de toetsing conform SBR-A uitgevoerd.

Tabel 9 - Rekenkundig bepaalde invloedsgebieden

Bouwwerk categorie conform SBR-A [-]	Invloedsgebied [m]	
	Uittrillen AZ18-700 NAP -13m	Uittrillen AZ28-700 NAP -15m
	dubbele plank	dubbele plank
1	<1m	3,1 à 5,1m
2	2,1 à 3,6	10,3 à 15,0
3	10,2 à 15,2	30,7 à 39,0
Stalen leiding	<1m	<1m



Figuur 12 - Rekenkundig bepaalde invloedsgebieden (uittrillen)

Tabel 10 - Toetsing belendingen aan invloedsgebied conform SBR-A

Bouwkuip	Belending	SBR-A cat.	Afstand tot bron	In-/uittrillen damwand
Gashouder	Spaklerweg 32-BC	3	ca. 20m	OK
	stalen 8 bar gasleiding 508/11	leiding	1,9m (Z) 3,8m (N) 5,4m (NW)	OK
	Modulair gietijzer 1bar gasleiding 300	leiding	17,3m	OK
Gebouw A	Spaklerweg 22 (watertoren)	3	ca. 30m	OK; mogelijk overschrijding
	Modulair gietijzer 1bar gasleiding 300	leiding	15m	OK

Bij de toetsing worden de volgende opmerkingen gemaakt:

- De trillingspredictie is bij korte afstanden (kleiner dan 5m) minder betrouwbaar.
- De grenswaarde voor de toelaatbare trillingssnelheid is voor stalen gelaste leidingen dermate hoog, dat in alle gevallen wordt voldaan ten aanzien van de toets conform SBR-A. De kans op schade aan de leiding lijkt dan rekenkundig verwaarloosbaar gering echter kunnen wel door het trillen van damwanden grondvervormingen (en mogelijke schade) ontstaan door inklinking van zandlagen beneden de gasleiding. Voor aandachtspunten ten aanzien van mogelijke zakkingsinvloed door inklinking als gevolg van de trillingen en vervormingen door het trekken van damwanden wordt verwezen naar hoofdstuk 5.2.
- Het wordt opgemerkt dat in de trillingsvoorspellingen ervan is uitgegaan dat geen obstakels in de grond worden geraakt. Indien men echter bij het trillen op onvoorziene obstakels zou stuiten (oude funderingsresten en of overige grove puin) kunnen de trillingsnelheden ter plaatse van de belendingen snel oplopen. De aanwezigheid van obstakels in de bovenste lagen kan bijvoorbeeld door het voorprikken van het tracé in beeld worden gebracht. Als er obstakels worden aangetroffen dient, afhankelijk van de diepte te worden voorgesleufd of worden voorgeboord. Deze werkzaamheden dienen echter zorgvuldig te worden voorbereid en uitgevoerd, zodat geen ontoelaatbare grondontspanning en vervormingen optreden in de omgeving.
- Ter bewaking van de trillingsniveaus wordt het aanbevolen om in alle gevallen tijdens het trillen van de damwanden trillingsmetingen uit te voeren aan de belendende panden.

In hoofdstuk 7 wordt advies gegeven omtrent de installatiewijze van damwanden rekening houdend met de invloed van trillingen zelf op de panden en vervormingsinvloed door trillingen op de leidingen.

## 4.2 Installatie heipalen onderheid riool

### 4.2.1 Inleiding

Voor de aanleg van het onderheid transport riool worden houten palen geheid in hetzelfde het tracé voor de aanleg van nieuwe gasleidingen. De afstand tot de dichtstbijzijnde bestaande gasleiding (1bar gietijzeren leiding) bedraagt circa 40m. T.b.v. de aanleg van het riool worden 118 stuks houten palen met minimale puntomtrek van rond 450 mm ingeheid. Het paalpuntniveau zal worden bepaald aan de hand van lokale sonderingen. Uit wordt gegaan van een inheinniveau in de eerste zandlaag.

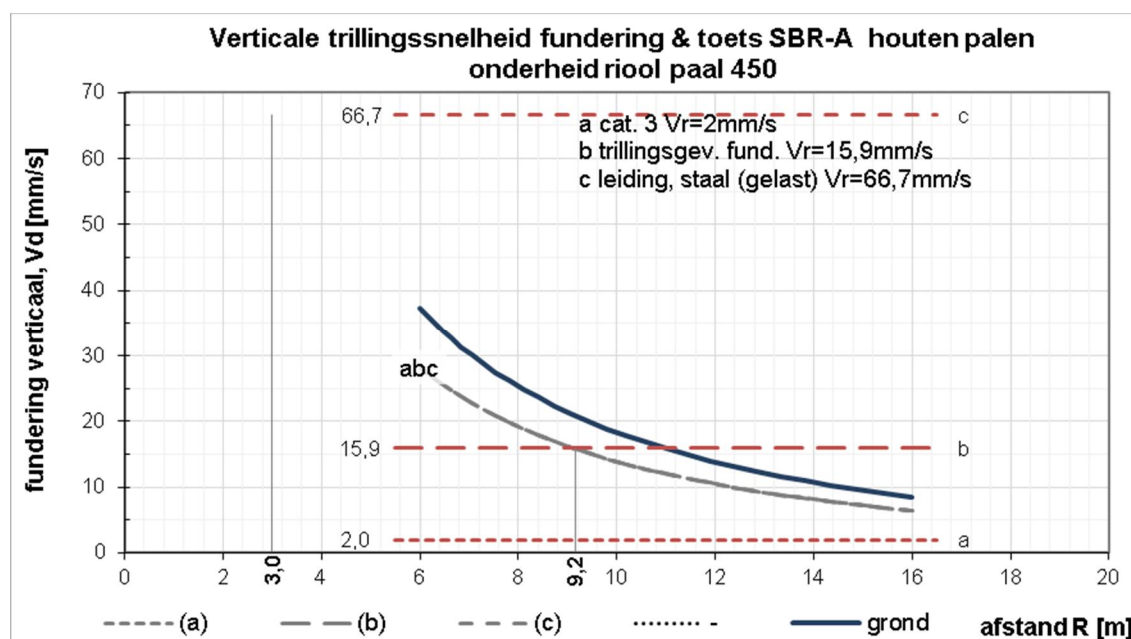
Door het heien van de houten palen kunnen trillingen aan de belendende panden worden veroorzaakt. In dit hoofdstuk worden de trillingen in de omgeving en de mogelijke invloed daarvan op de belendende panden rekenkundig gekwantificeerd.

De trillingspredicties voor het heien van de houten palen met afmeting rond 450mm zijn uitgevoerd conform de methode PREPAL. De toetsing vindt plaats conform de SBR-A richtlijn (schade aan gebouwen).

Aan de hand van de maximaal te passeren conusweerstand zijn de trillingen en de mogelijke invloed op de belendende panden rekenkundig gekwantificeerd. Hierbij is een gemiddelde conusweerstand in de eerste zandlaag van 15MPa gehanteerd.

#### 4.2.2 Toetsing trillingsintensiteiten

Om te bepalen of wel of niet voldaan wordt aan de SBR-A richtlijn, worden het rekenkundig invloedsgebied en de afstand van belending tot palen beschouwd. In Figuur 13 is de predictie gegeven. In Tabel 11 is de toetsing conform SBR-A uitgevoerd.



Figuur 13 - Trillingspredictie heien houten paal

Tabel 11 - Rekenkundig bepaalde invloedsgebieden

SBR-A categorie	Invloedsgebied [m]
	Heien betonpalen Ø450mm
3	28,1
Fund.	9,2
Stalen leiding	3,0

Waar de belendingen buiten het rekenkundig invloedsgebied vallen wordt voldaan aan de SBR-A richtlijn en is de kans op schade aan de panden verwaarloosbaar gering (kleiner dan 1%). Gezien de afstand tot de gasleidingen van minimaal 40m worden hieruit geen beperkingen verwacht. Mogelijk zijn wel andere belendende objecten binnen bovengenoemde invloedsgebieden aanwezig.



### 4.3 Sloopwerkzaamheden

De gebouwdelen gashouder 2, gashouder 3 en gebouw F worden in een open ontgraving met bemaling gesloopt. Nabij deze locaties zijn een aantal belendingen aanwezig waaronder de kadeconstructie aan de Duivendrechtsevaart (kade D in Figuur 4, SBR-A cat. 1) en de Gas Ontvangst Stations (GOS1 en GOS2 in Figuur 4, SBR-A cat. 2). Door trillingen ten gevolge van de sloopwerkzaamheden en bewegingen van bouwverkeer kan de omliggende grond in beweging / trilling worden gebracht. Afhankelijk van de mate waarin deze trillingen optreden kan dit een schadelijke invloed hebben op belendingen panden.

In de bepaling van de grenswaarden is uitgegaan van type meting "indicatieve meting" conform SBR-A artikel 9.3 Tabel 4 waarbij een partiële veiligheidsfactor  $g_r$  van 1,6 gehanteerd wordt.

Tabel 12 Grenswaarden trillingen (verkeer, bouw-/sloopwerkzaamheden)

Bron	SBR-A cat.	Freq. (Hz)	Karakteristieke grenswaarde schade (mm/s)	Veiligheids-factor (type trilling)	Grenswaarde Schade (rekenwaarde) (mm/s)	Veiligheids-factor 'indicatieve meting'	Grenswaarde gemeten trillingen $V_{top}$ (mm/s)
Bouwverkeer/sloop werkzaamheden*	1	0-10	20	1,5	13,3	1,6	8,3
		15	22,5	1,5	15,0	1,6	9,3
		20	25	1,5	16,6	1,6	10,4
	2	0-10	5	1,5	3,3	1,6	2,0
		15	6,25	1,5	4,1	1,6	2,6
		20	7,5	1,5	5,0	1,6	3,1

\* Uit praktijkervaring blijkt dat als gevolg van bouwverkeer/slopen frequenties tussen 0 en 15 Hz het meest voorkomen. De gegeven grenswaarden voor dit frequentiebereik bij SBR-A cat. 2 en 3, zijn strenger dan de grenswaarden voor trillingsgevoelige funderingen.

Trillingen door bouwverkeer en sloopwerkzaamheden kunnen op voorhand slecht worden geprognostiseerd. Het is wel bekend dat bij sloopwerkzaamheden onacceptabele trillingen kunnen optreden. Door met beleid te slopen, kunnen deze niveaus echter tot acceptabele niveaus worden teruggebracht. Enkele aandachtspunten ter minimalisatie van trillingen bij het uitvoeren van sloopwerkzaamheden zijn:

- Door het materieel over stalen rijplaten of draglineschotten te laten rijden worden trillingen door oneffenheden geminimaliseerd en kunnen de trillingen zich beter in de ondergrond spreiden.
- Minimalisatie van trillingen door de snelheid van het bouwverkeer te beperken en waar mogelijk licht materieel toe te passen.
- Bij voorkeur gebruik makend van knijpmethoden bij het slopen en hierbij in kleine delen te knijpen.
- Zware materialen dienen met beleid te worden verplaatst en niet van een hoogte te laten vallen.

## 5 Omgevingsbeïnvloeding door grondvervormingen

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de grondvervormingen in de omgeving ten gevolge van de werkzaamheden en de mogelijke invloed daarvan op (verschil)zettingen van de belendende constructies rekenkundig middels de huidig ter beschikking staande voorspellingsmethodieken gekwantificeerd. Met het oog op omgevingsbeïnvloeding door grondvervormingen worden hierbij de belendende panden en aangrenzende leidingen beschouwd.

### 5.2 Grondvervormingen door trillen damwanden (inklinking van de grond)

Gezien de korte afstand van de gasleidingen tot de damwand is in deze paragraaf de mogelijke inklinking van de zandige lagen ten gevolge van het intrillen van de damwanden beschouwd.

De grondvervormingen door inklinking treden voornamelijk op als gevolg van verdichting / inklinking van slecht tot matig gepakte zandlagen (10 - 40% relatieve dichtheid) onder invloed van de trillingen. Deze inklinking van het zand kan met behulp van het Hergarden Model (TUDelft, december 2000) worden bepaald.

Op basis van de rekenkundige beschouwing van de slagkrachten in §4.1.1, wordt in de analyse uitgegaan van een bandbreedte in de slagkracht van 500kN, 1000kN en maximaal 2000kN (uitgaande van een schadevrije installatie). Hierbij wordt opgemerkt dat bij het uittrillen doorgaans een hogere slagkracht wordt voorzien echter is het inklinkingsgevoelige pakket dan reeds verdicht waardoor toename van maaiveldzettingen en het invloedsgebied beperkt zullen zijn.

Door voorboren bij sondering S25G01150 en S25G01151 is de conusweerstand in de bovenste 1,5m van de ophooglaag niet gemeten. In het algemeen lijkt de zandhoudende toplaag goed verdicht. Als conservatieve aanname wordt voor de conusweerstand van de zandige ophooglaag de relatief lage aangetroffen conusweerstand tussen NAP -1m en NAP -5m zoals aangetroffen in sondering S25G00855 beschouwd.

De berekende zakkingen ter plaatse van de belendende gasleidingen zijn voor de gehanteerde slagkrachten gegeven in Tabel 13. De rekenkundig te verwachten zakkingslijnen zijn grafisch weergegeven in Bijlage 4.

Tabel 13 - Resultaten en uitgangspunten rekenkundige inklinking van zandlagen

Snede	Belending	Damwand	Installatieniveau [m NAP]	Slagkracht [kN]	Zakking t.p.v. belendende gasleidingen* [mm]
A	8 bar leiding afstand: 1,9m diepte: NAP-0,3m tpv gashouder I	AZ18-700	-13,0	500	70
				1000	155
A	8 bar leiding afstand: 5,4m diepte: NAP-0,3m tpv gashouder I	AZ18-700	-13,0	500	16
				1000	52
A	1 bar leiding afstand: 17,3m diepte: NAP-0,7m tpv gebouw A	AZ18-700	-13,0	500	0
				1000	0
				2000	0
D	1 bar leiding afstand: 15m diepte: NAP-0,7m tpv gebouw A	AZ28-700	-15,0	500	0
				1000	0
				2000	0

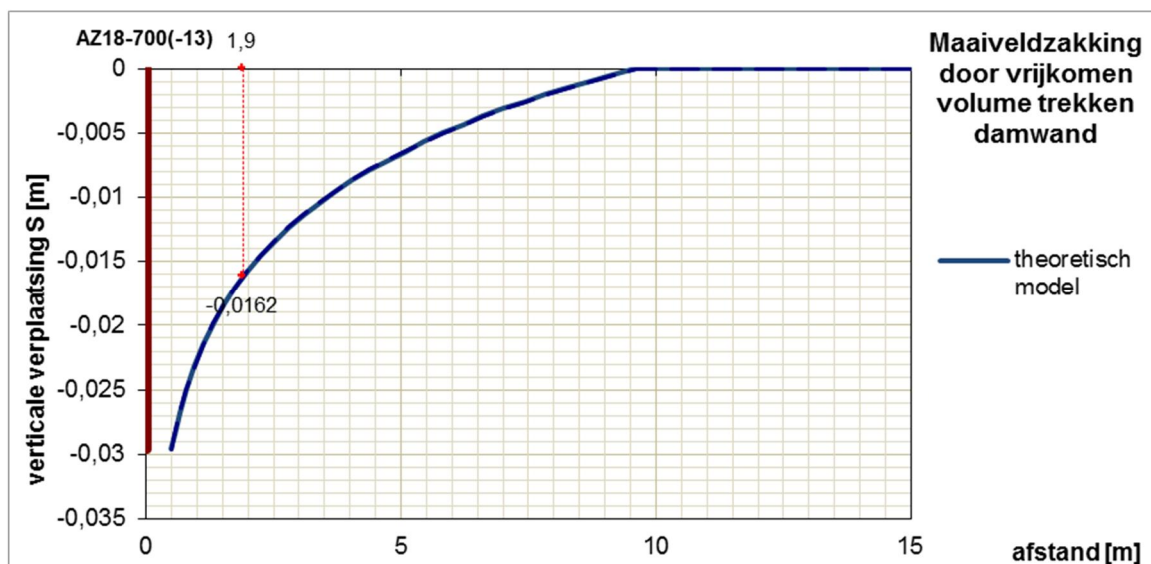
\* Er is hierbij rekening gehouden met de afstanden waar zich gasleidingen in de betreffende doorsnede bevinden.

### 5.3 Grondvervormingen door trekken damwanden

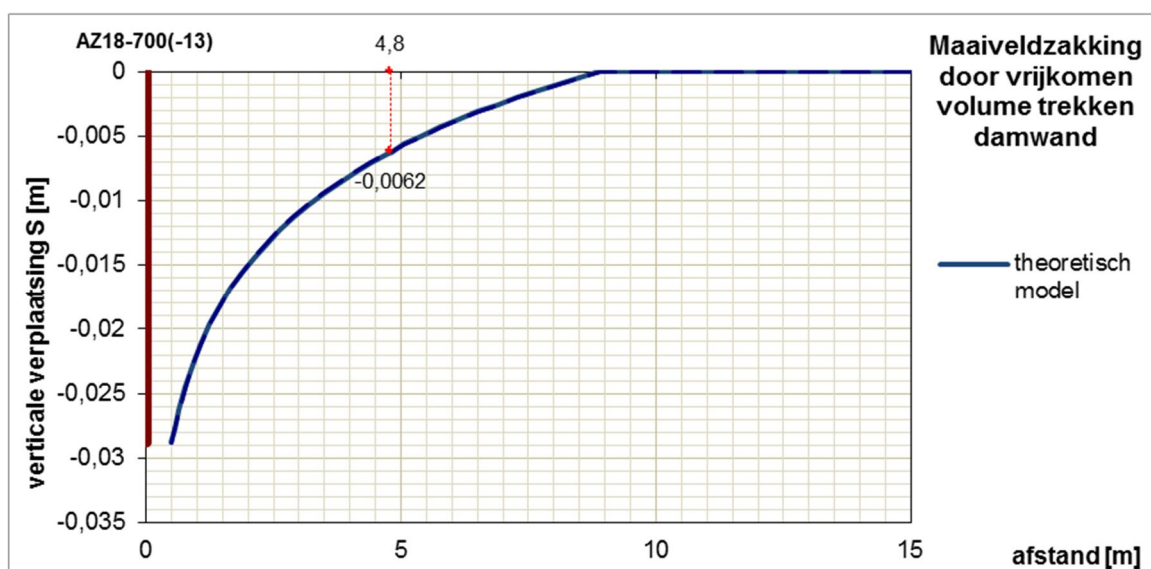
Door trekken van de damwandplanken kunnen grondvervormingen optreden in de grond ten gevolge van het verwijderen van de damwand en het ontstane 'open' volume in de grond. De omringende grond zal de ontstane ruimte weer opvullen met volumevermindering van het grondpakket tot gevolg.

Uit de analyse blijkt dat ten gevolge van het trekken van de AZ28-700 profielen met puntniveau op NAP -15m, geen noemenswaardige invloed is te verwachten ter plaatse van de belendende gasleidingen op min. 15m afstand. De damwanden ter plaatse van de gashouder zijn beschouwd die op korte afstand (respectievelijk 1,9m en 5,4 m) tot de 8 bar gasleiding liggen. Tevens is de invloed van het trekken van de damwand ter plaatse van snede B (Figuur 8) op de 8 bar gasleiding (afstand ca. 9m) beschouwd. Om deze reden zijn de zakkingen op niveaus van de onderkant van de 8 bar leiding (NAP-0,3m) ten gevolge van het verwijderen voor het damwandprofiel AZ18-700 met puntniveau op NAP -13,0) en AZ28-700 met puntniveau op NAP -15,0) berekend. Deze zijn bepaald met de methode Hergarden en weergegeven in Figuur 14 - Figuur 16 en in Bijlage 5. De berekende vervorming betreft een rekenkundige bovengrens aangezien er in de berekening vanuit wordt gegaan dat het volledige volume van de damwand wordt omgezet in zakkingen.

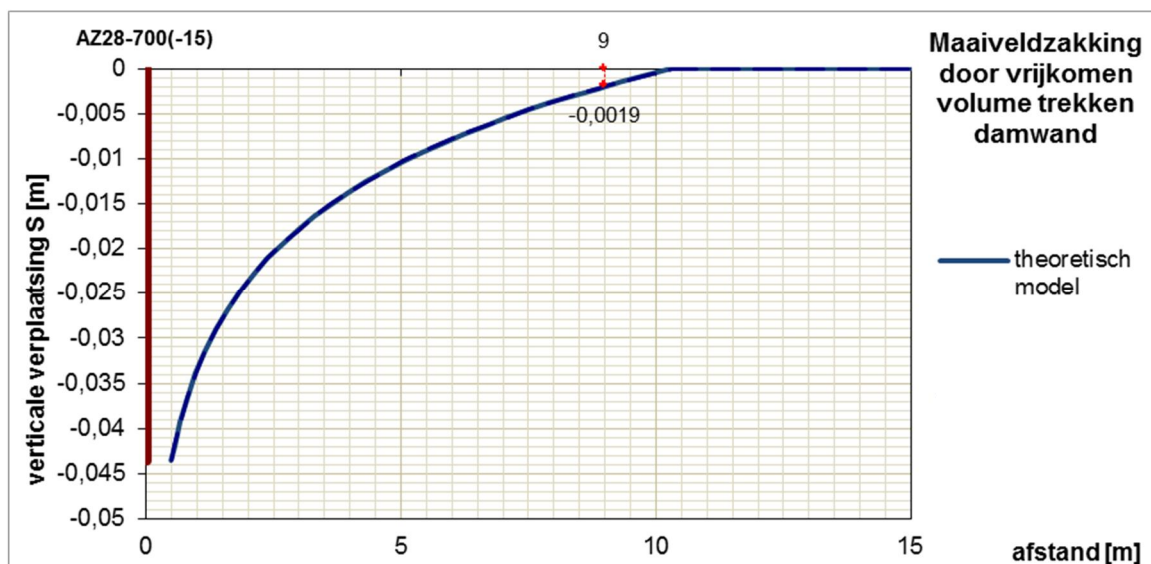
Het invloedsgebied is beperkt tot ca. 10m uit de damwand. De op grotere afstand liggende belendingen ter plaatse van de gashouder of het gebouw A worden niet beïnvloed door het trekken van de damwanden. Dit geldt voor alle beschouwde damwandprofielen en lengtes.



Figuur 14 - Zakking op NAP-0,3m t.g.v. trekken damwand AZ18-700 (NAP-13m) op 1,9m afstand



Figuur 15 - Zakking op NAP-0,3m t.g.v. trekken damwand AZ18-700 (NAP-13m) op 5,4m afstand



Figuur 16 - Zakking op NAP-0,3m t.g.v. trekken damwand AZ28-700 (NAP-15m) op 9m afstand

Bij het verwijderen van de damwandplanken dient te worden voorkomen dat de grond in de kassen van de damwandprofielen meekomt. Het meevoeren van grond tijdens het trekken van damwanden als gevolg van het plakken van cohesieve lagen is ongewenst. Het is aan te raden de planken eerst dieper te zetten (minimaal 0,1m) voordat deze getrokken. Indien tijdens het trekken grond meekomt moeten de desbetreffende planken opnieuw enkele decimeters dieper worden gezet. Deze procedure moet net zo vaak herhaald worden totdat geen grond meer in de kassen achterblijft. De beoordeling of trekken van de damwand ten aanzien van toelaatbare vervormingen mogelijk is, is beschreven in hoofdstuk 6.

## 5.4 Grondvervormingen door aanvulling

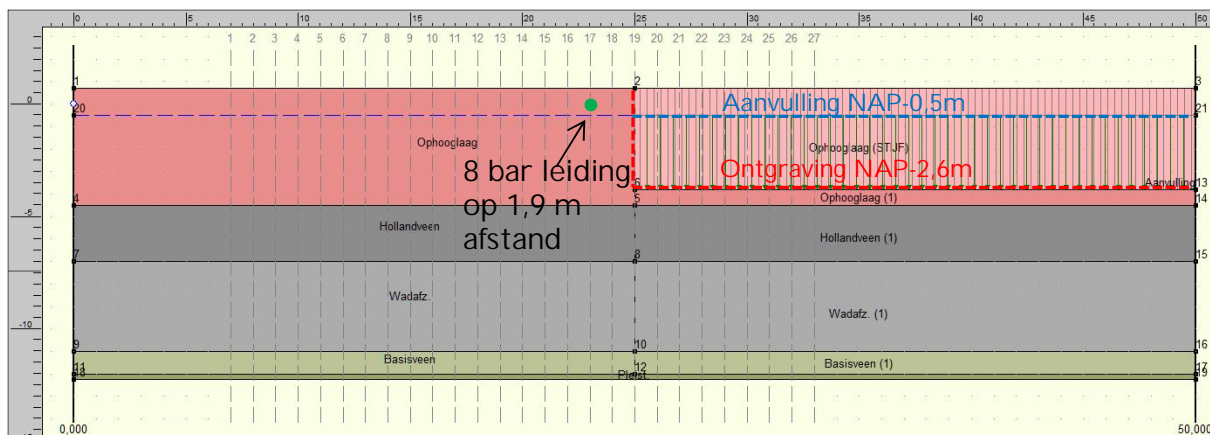
### 5.4.1 Algemeen

Voor het bepalen van de optredende zettingen wordt het programma DSettlement versie 16.1 van Deltares systems gebruikt. Dit programma houdt rekening met spreiding van de belasting(en) in de ondergrond. De berekeningen zijn gepresenteerd in Bijlage 6.

### 5.4.2 Beschouwde doorsnede

In de beschouwde doorsnede is de lange termijn zakkingsinvloed van de aanvulling op de naastgelegen leidingen beschouwd. Volgens [1] is hierbij uitgegaan dat ten behoeve van de sloopwerkzaamheden ontgraven wordt tot NAP -2,6m ter plaatse van de gashouder. Als aanvullingsmateriaal is rekening gehouden met schoon zand tot een niveau op NAP-0,5m. Het is een voorbelasting in de grond onder het te slopen gebouw uit oorspronkelijk aanwezige grond aangehouden.

De in de berekeningen gehanteerde rekengeometrie is weergegeven in Figuur 17.



Figuur 17 - Model/rekengeometrie in D-Settlement (grondaanvulling tot NAP-0,5m)

#### 5.4.3 Rekenmodel

Het optreden van de zettingen is een tijdsafhankelijk proces en bestaat uit enerzijds consolidatiezettingen gedurende de hydrodynamische periode en anderzijds kruip. De theoretische eindzetting betreft de gesommeerde primaire zetting en secundaire zetting (kruip) van de afzonderlijke grondlagen na een periode van 30 jaar (10.000 dagen).

Het verband tussen de optredende zettingen ten gevolge van een spanningsverandering wordt beschreven met het Koppejan model en gaat uit van lineaire rekken. De berekende zettingen worden gecorrigeerd voor eindige samendrukbaarheid van de slappe grond. Door het hanteren van de natuurlijke rek (Hencky rek,  $\epsilon_v^H$ ) kan de berekende zetting nooit groter worden dan de laagdikte.

De zettingsformule van Koppejan geeft de som van de primaire zetting na volledige consolidatie en de secundaire zetting bij een belastingsduur  $t$ . De primaire zetting treedt op in de fase waarin de wateroverspanning afstroomt (consolidatie) en de belasting wordt overgedragen op het korrelskelet. De secundaire zetting betreft de bijdrage van de kruip en zal optreden vanaf dag 1. Deze zetting is onafhankelijk van het consolidatieproces.

#### 5.4.4 Tijd-zettingsverloop

Ten gevolge van het aanbrengen van de ophoging of het verlagen van de grondwaterstand zal een spanningsverhoging in de ondergrond plaatsvinden. De spanningsverhoging wordt in cohesieve lagen in eerste instantie opgenomen door het aanwezige water waardoor een wateroverspanning ontstaat. Na verloop van tijd (hydrodynamische periode) zal de aanwezige wateroverspanning weggestroomd zijn. De zetting die in de hydrodynamische periode optreedt, bestaat deels uit primaire en deels uit secundaire zetting. Na het verstrijken van de hydrodynamische periode treden alleen nog secundaire zettingen op. In geval van een dik pakket slappe lagen bepaalt de duur van de hydrodynamische periode in belangrijke mate de grootte van de restzettingen na in gebruik name. Het proces van het wegstromen van wateroverspanning in grond wordt consolidatie genoemd.

Het proces wordt rekenkundig beschreven met het 1-dimensionale consolidatiemodel van Terzaghi. In het Terzaghi consolidatiemodel wordt de consolidatie coëfficiënt constant gesteld en is dus onafhankelijk van een spanningsverandering. In het Terzaghi model wordt de gedraineerde eindzetting per tijdstip gecorrigeerd door deze te vermenigvuldigen met het berekende aanpassingspercentage.

### 5.4.5 Zettingsparameters

De in deze paragraaf gepresenteerde parameters hebben alleen betrekking op het berekening van de zettingen. De zettingsparameters zijn afgeleid uit tabel 2B van de Eurocode [1], de sonderingen in de omgeving en correlaties als beschreven in de literatuur en geldende normen. De gehanteerde parameters zijn gepresenteerd in Tabel 14.

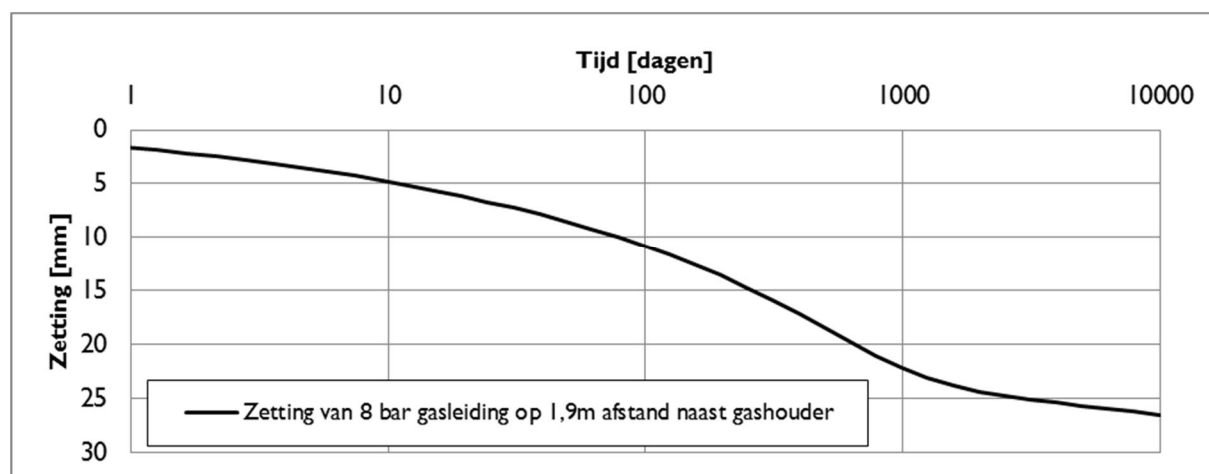
Tabel 14 - Gehanteerde samendrukkingsparameter

Laag	$\gamma_{dr} / \gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [-]	$C'_p$ [-]	$C_s$ [-]	$C'_s$ [-]	POP* [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]
Ophooglaag, zand	18,9/18,9	1800	450	$\infty$	$\infty$	10	gedraineerd
Hollandveen	10,5/10,5	25	5	100	20	10	2,0E-07
Wadzand, klei	14,9/14,9	50	10	550	110	10	1,0E-07
Basisveen	11,7/11,7	25	5	100	20	10	2,0E-07
Aanvulling	17,0/19,0	-	-	-	-	-	gedraineerd

\*De aangegeven waarden zijn de oorspronkelijk aanwezige POP van 10 kPa. Onder het gebouw is een verhoogde POP waarde aangehouden a.g.v. de belasting uit oorspronkelijke aanwezige grond. Hieruit resulteert een POP waarde van 10kPa + 3,3m \* 18,9kN/m<sup>3</sup> - 2,1m \* 10,0kN/m<sup>3</sup> = 51,4kPa.

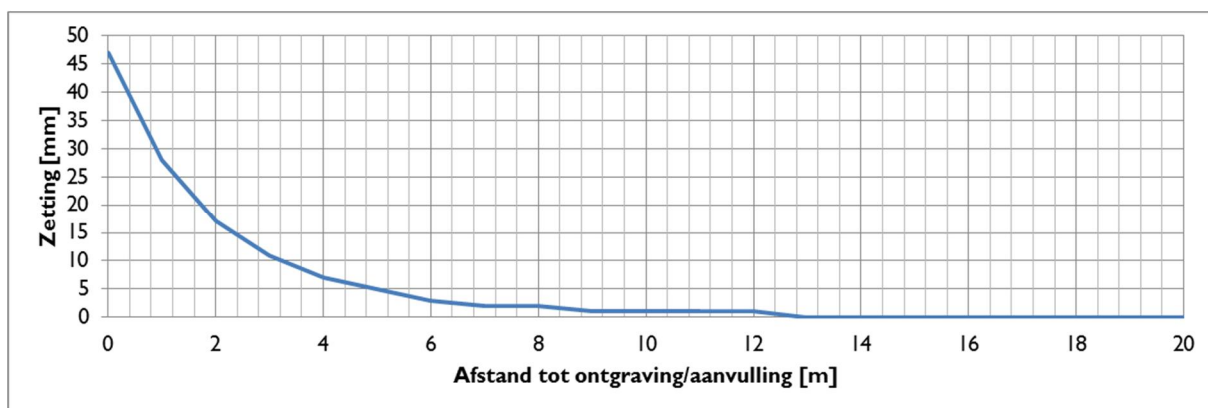
### 5.4.6 Resultaat zettingsberekening

Voor de beschouwde snede in Figuur 17 is de tijd-zettingsverloop aangegeven ter plaatse van de leiding op 1,9m naast de ontgravingen tot NAP-2,6m (t.p.v. de gashouder). De leiding op 17,3 m afstand of 15,2 m afstand naast het gebouw A is in een aparte berekening tevens beschouwd, de aanvulling heeft hier echter geen invloed op de leiding. Ten aanzien van de beperkte levensduur van de beschouwde leiding zijn de eindzettingen van ca. 27 mm na 10.000 dagen niet maatgevend, omdat de leidingen verwacht duidelijk eerder verwijderd worden. De zettingen zijn na 365 dagen beschouwd en in afhankelijkheid van de afstand naar de ontgraving/aanvulling gepresenteerd in Figuur 19. Door de grondaanvulling na slopen van de fundering van de gashouder ter plaatse van de gasleiding op kortste afstand (1,9m) treedt een zakking op van 15 mm. De onnauwkeurigheid in de berekende zetting bedraagt circa 30%.



Figuur 18 - Tijd-zettingsverloop t.p.v. 8 bar gasleiding op 1,9m afstand naast de gashouder





Figuur 19 - Zetting na 365 dagen op afstand van aanvulling

## 5.5 Grondvervormingen door grondwaterstandverlaging

### 5.4.1 Algemeen

Voor het bepalen van de optredende zettingen wordt het programma DSettlement versie 16.1 gebruikt. Ten aanzien van het rekenmodel en de gehanteerde parameters wordt verwezen naar de paragrafen 5.4.1 - 5.4.5. in het hoofdstuk over grondvervormingen door aanvulling hierboven.

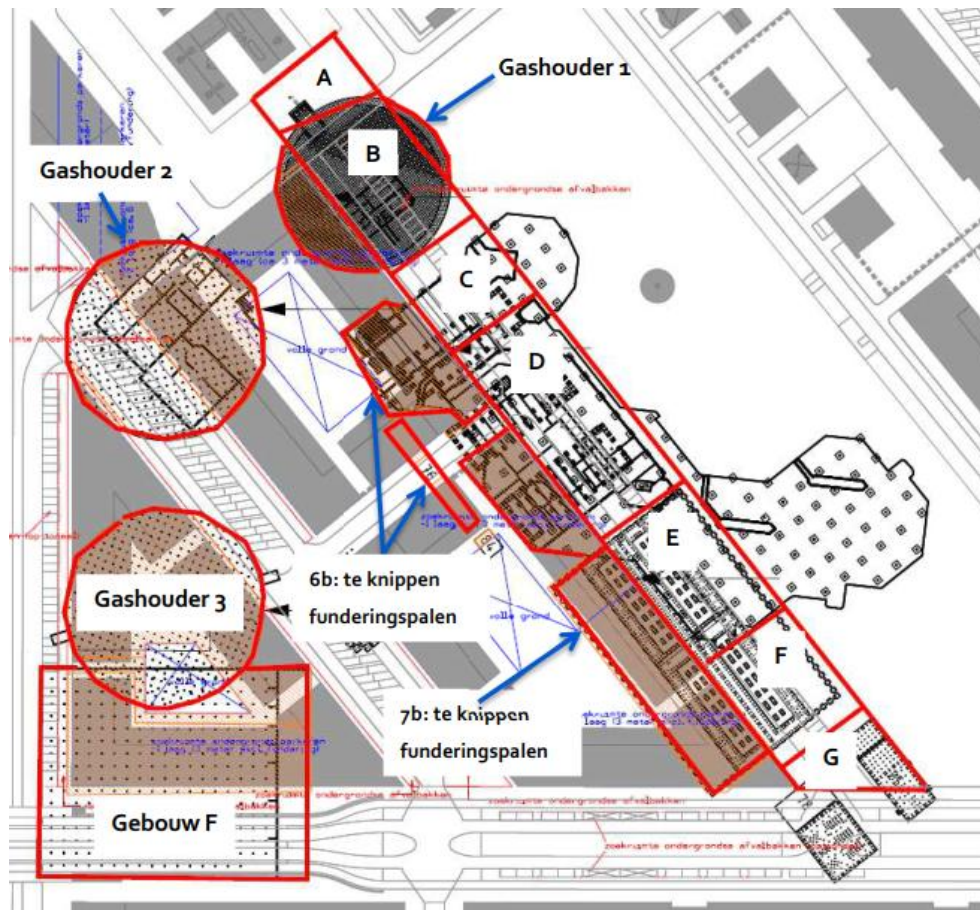
De berekeningen zijn gepresenteerd in Bijlage 7.

### 5.5.1 Beschouwde snede

In de beschouwde doorsnede is de invloed uit de waterstandverlaging bij een open ontgraving beschouwd. Hierbij is de ongunstigste waterstandverlagingslijn uit het bemalingsadvies [2] gehanteerd, Tabel 15. Deze hoort bij de Gashouder 2 en 3. Ter plaatse van het Gebouw F en de locatie 6b en 7b wordt tevens bemalen, echter in mindere mate.

Tabel 15 - Grondwaterstandsverlaging op afstand van de bemaling volgens [2]

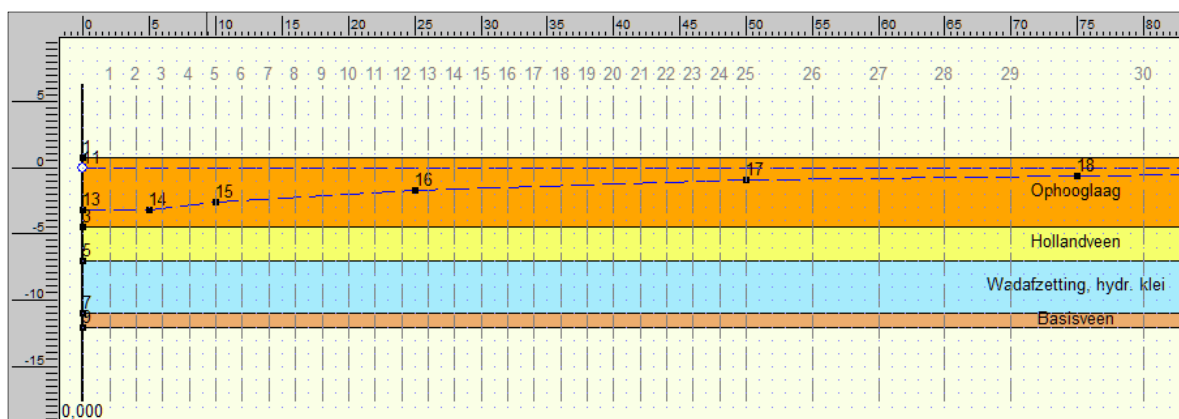
	Grondwaterstandsverlaging [m] op .. m afstand van bemaling						
	5	10	25	50	75	100	150
Knippen funderingspalen (gefaseerd, per 80 m <sup>2</sup> )	3,2	2,6	1,7	0,9	0,6	0,3	0,05



Figuur 20 - Te ontgraven onderdelen [2]

Als bemalingsduur zijn conform het bemalingsadvies [2] 30 dagen aangehouden. In de berekeningen is in een eerste variant aangenomen, dat de stijghoogte in de Hollandveen en de kleiige Wadafzetting geïnterpoleerd is tussen de oorspronkelijk en de verlaagde grondwaterstand. In een tweede variant is alleen de stijghoogte in de Hollandveen geïnterpoleerd en als stijghoogte voor de kleiige Wadafzetting de oorspronkelijke grondwaterstand aangehouden. Deze variatie is beschouwd, omdat de effecten van de bemaling in de cohesieve lagen vertraagd optreden en het consolidatieverloop moeilijk kan worden ingeschat en gemodelleerd.

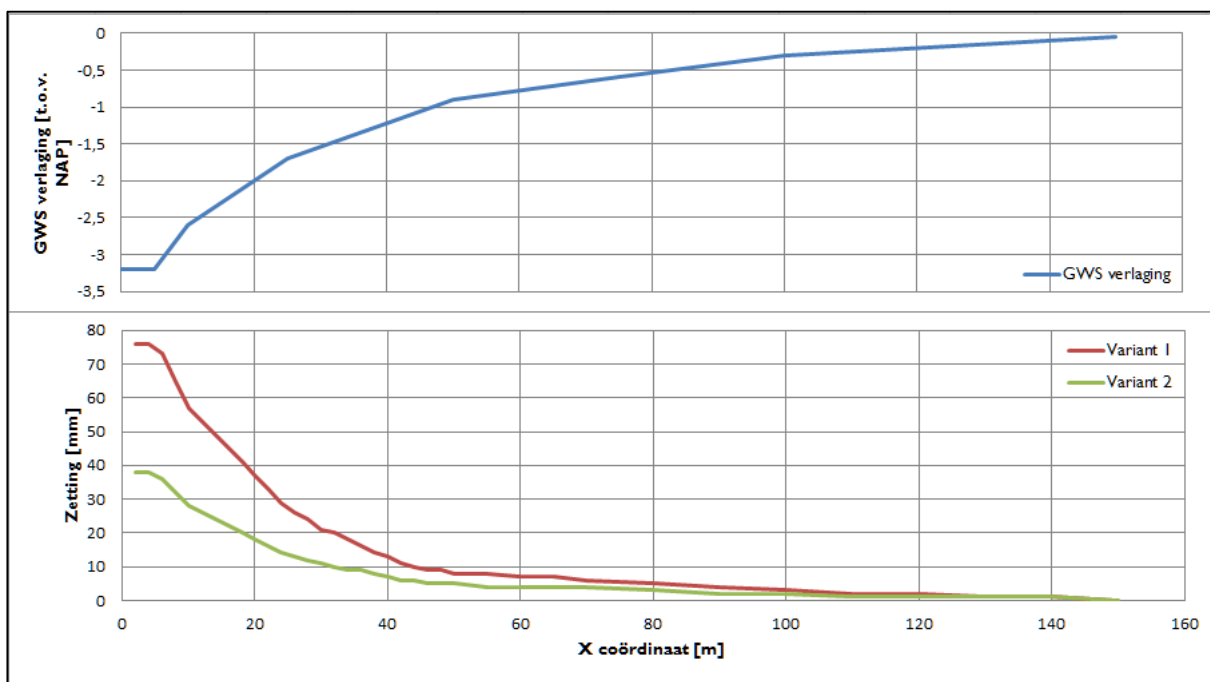
De in de berekeningen gehanteerde rekengeometrie is weergegeven in Figuur 21.



Figuur 21 - Model/rekengeometrie in D-Settlement (GWS verlaging)

### 5.5.2 Resultaat zettingsberekening

De rekenkundige zettingen als gevolg van de tijdelijke bemaling tot maximaal NAP-3,2 zijn gepresenteerd in Figuur 22. De zettingen na 30 dagen zijn gegeven. Zoals te zien in Figuur 22 zijn de rekenkundige zettingen ook op grotere afstand aanzienlijk (bij 20m afstand 20mm / 40mm). Volgens Figuur 20 liggen de onderdelen waar men voornemens is een open te ontgraven / open te bemalen lokaal op relatief korte afstand van de gasleidingen. Indien deze gasleidingen blijven gehandhaafd tijdens de bemalings- en ontgravingswerkzaamheden lijkt, mede gezien de vastgestelde zettingseisen van de leidingen, een oplossing met een open ontgraving en bemaling onwenselijk. Hierop wordt nader ingegaan in §7.4.



Figuur 22 - Zettingen t.g.v. bemalen

## 5.6 Grondvervormingen door ontgraving van de bouwkuip

### 5.6.1 Modelling

De grondvervormingen ten gevolge van de bouwkuipontgraving zijn berekend met het computerprogramma PLAXIS. Met dit programma is het mogelijk de spannings- en vervormingstoestand en de stabiliteit van een grondmassief met een gecompliceerde geometrie te beschouwen. De geometrie wordt ingedeeld in elementen. Aan elk element worden materiaaleigenschappen toegekend zoals eigengewicht, stijfheid en sterkte. Vervolgens wordt er een stelsel niet lineaire vergelijkingen opgesteld waarvan met behulp van numerieke oplosmethoden op iteratieve wijze de oplossing wordt benaderd. Zowel de spanningen als vervormingen kunnen op deze wijze voor elk element (lees op elke locatie in het grondmassief) worden berekend.

Tijdsafhankelijke effecten zoals consolidatie en kruip zijn niet in beschouwing genomen. De doorlatende zandige lagen zijn daartoe gedraineerd beschouwd. Voor de klei en veenlagen is eveneens gedraineerd gedrag verondersteld waarmee een bovengrens van de vervormingen wordt gevonden. De berekeningen zijn uitgevoerd met het constitutieve HSSmall-model waarin rekening wordt gehouden met een niet-lineaire spannings-rekrelaties en onderscheid wordt gemaakt in een stijfheid voor belasten, herbelasten en ontlasten. Tevens neemt het Small Strain Stiffness model de initiële grotere stijfheid van grond in acht bij zeer kleine rekken, de zogenaamde 'small strain stiffness'.

### 5.6.2 Parameterset

De parameterset ten behoeve van de PLAXIS berekeningen zijn afgeleid op basis van grootschalig grondonderzoek en laboratoriumproeven in de omgeving Amsterdam. De gebruikte parameters voor het ontwerp betreffen ondergrens vervormingswaarden en zijn gepresenteerd in Tabel 16.

Tabel 16 - Gehanteerde PLAXIS parameters

Grondsoort		$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]	$E'_{50\text{ref}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E'_{\text{oedref}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E'_{\text{urref}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_{0,7}$ [-]	$G_{0\text{ref}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1A	Ophooglaag zand	15,4	18,9	0	32	17.130	15.000	50.000	0,176 e-3	79.990
8	Hollandveen	10,5	10,5	5	17	2.000	1.043	7.000	0,442 e-3	28.590
10B	Wadzand – kleilig	14,9	14,9	8	27	4.999	2.594	10.000	0,493 e-3	33.930
12	Basisveen	11,7	11,7	6	18	2.000	1.023	7.000	0,471 e-3	28.590
13	Eerste zandlaag	19,7	19,7	0	33	35.000	20.000	100.000	0,120 e-3	122.100
14	Allerod	18,3	18,3	3	28	15.000	9.140	30.000	0,146 e-3	96.000
17	Tweede zandlaag	18,9	18,9	0	32	32.000	25.000	80.000	0,139 e-3	106.300

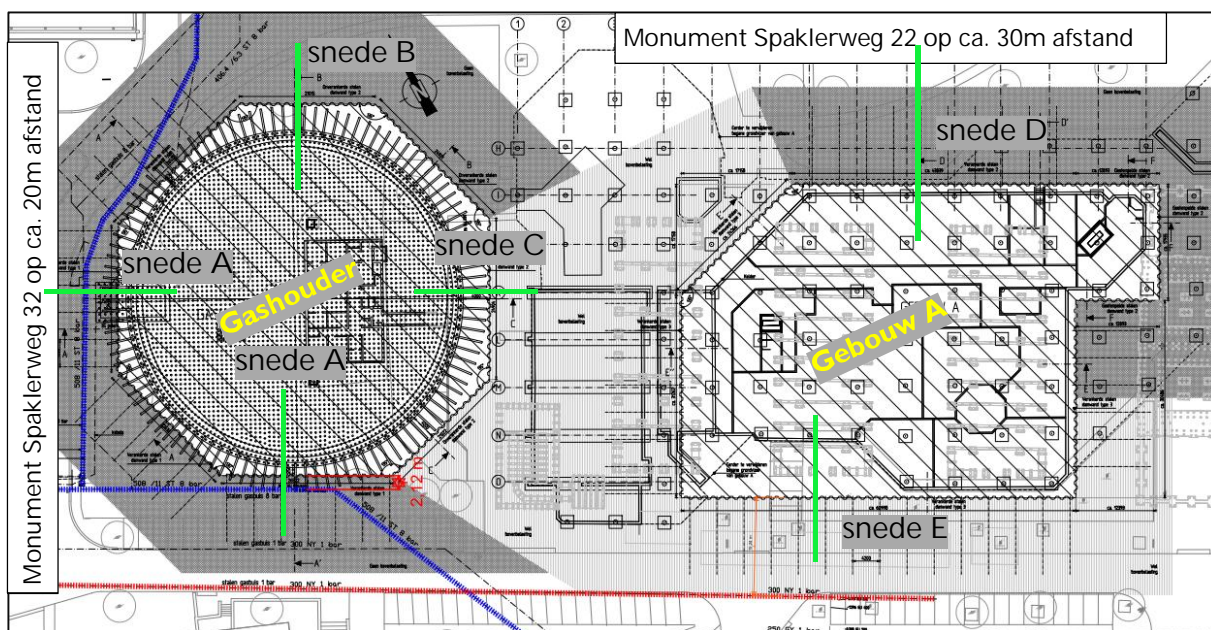
De grondparameters betreffen representatieve waarden en zijn verkregen uit bestaande grondonderzoeken van de Noord/Zuidlijn. Deze parameterset is voor het traject van de metrolijn in het Amsterdamse bodemprofiel opgesteld op basis van grootschalig grondonderzoek en laboratoriumproeven en onder meer door Deltares (strategisch adviseur van de Noord/Zuidlijn) geaccordeerd. CRUX heeft de NZL-parameterset in vele projecten in de Amsterdamse binnenstad (o.a. Rijksmuseum, Touwenterrein, Stradivarius en diverse rioleringsprojecten) met succes toegepast. In de parameterset van de Noord-Zuidlijn zijn een bovengrenswaarde, een verwachtingswaarde en ondergrenswaarde opgenomen. Om de vervormingen te berekenen wordt doorgaans de ondergrenswaarden aangehouden. Hiermee wordt een "best guess" voor de vervormingen berekend.



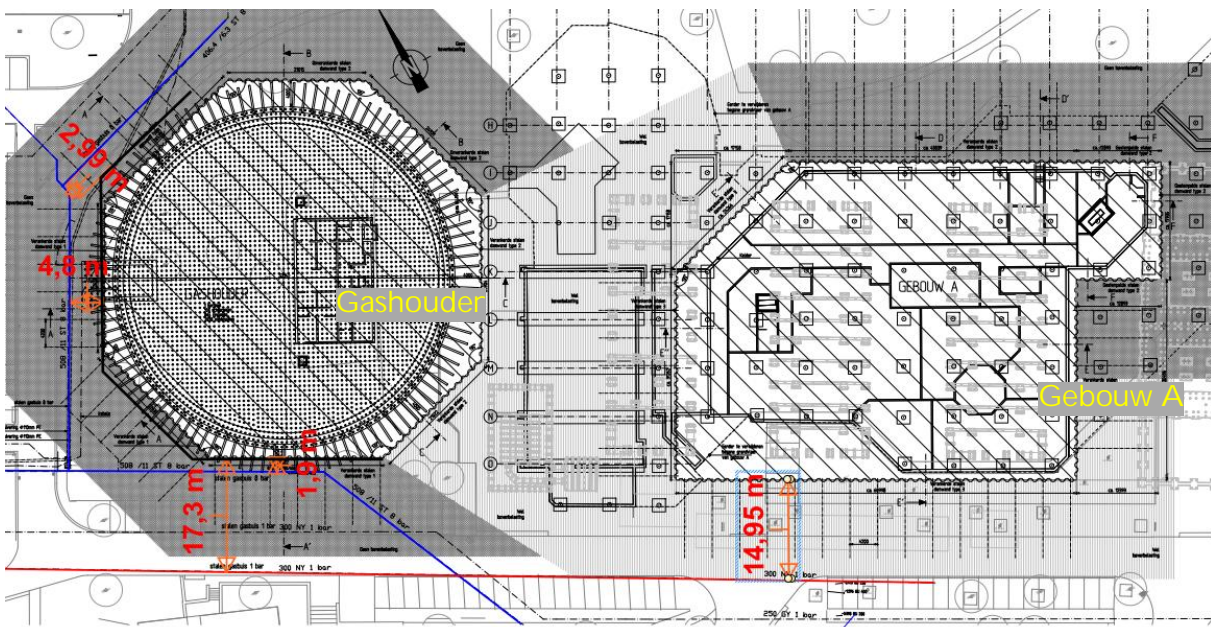
In de PLAXIS berekeningen zijn voor alle grondparameters veiligheidshalve de ondergrenswaarden aangehouden.

### 5.6.3 Geometrie en doorsneden

Voor de PLAXIS 2D berekeningen zijn een aantal doorsneden beschouwd ter bepaling van omgevingsbeïnvloeding van de belendende gebouwen naast de bouwkuip en de aan de bouwkuip grenzende kabels en leidingen. De locatie van de beschouwde doorsneden is weergegeven in Figuur 23.



Figuur 23 - Overzicht beschouwde doorsneden vervormingsberekeningen



Figuur 24 - Overzicht maatgevende afstanden leidingen

De configuratie van de damwanden en de fasering in de verschillende doorsneden zijn in principe gebaseerd op het ontwerpadvies [1]. Ter reductie van vervormingen zijn echter een aantal optimalisaties gemaakt. Deze zijn in Tabel 17 gekenmerkt door de groene kleur. Deze hebben betrekking tot de verankering, voorspanning en bovenbelasting. De lengte van de verankering is aangepast, zo dat deze toereikend lang is om een draagkrachtige zandlaag te bereiken. Indien groutankers met een voldoende lang groutlichaam worden toegepast dienen deze in de Tweede zandlaag geplaatst te worden, omdat de Eerste zandlaag volgens de momenteel beschikbare sonderingen van onvoldoende dikte is. Tabel 17 geeft aan welke configuraties per doorsneden gehanteerd zijn.

Tabel 17 - Damwandconfiguratie voor de verschillende sneden

Snede	Profiel	Installatieniveau [m NAP]	Verankering	Bovenbelasting
A	AZ18-700 S240	-13,0	Groutanker op NAP-0,3m, h.o.h. 4,2m, staaf GEWI 35+ hoek 45°, 36,7 m lengte Lgrout = 6m, voorsp. 275kN	-
B*	AZ28-700 S240	-15,0	klapanker JLD 4.4 op NAP-0,3m, h.o.h. 3,5m, staaf GEWI 35+ hoek 45°, 18,0 m lengte zonder voorsp.	-
B	AZ28-700 S240	-15,0	-	-
C*	AZ28-700 S240	-15,0	klapanker JLD 4.4 op NAP-0,3m, h.o.h. 2,5m, staaf GEWI 35+ hoek 45°, 18,0 m lengte zonder voorsp.	20kPa direct naast damwand over 25 m
C	AZ28-700 S240	-15,0	-	20kPa direct naast damwand over 25 m
D	AZ28-700 S355	-15,0	Groutanker op NAP-0,3m, h.o.h. 2,4m, staaf GEWI 43+ hoek 45°, 36,7 m lengte Lgrout = 6m, voorsp. 300kN	-
E	AZ28-700 S355	-15,0	Groutanker op NAP-0,3m, h.o.h. 2,4m, staaf GEWI 57,5+ hoek 45°, 37,2 m lengte Lgrout = 6,5m, voorsp. 440kN	20kPa direct naast damwand over 10 m

De ankerberekeningen voor bovengenoemde aangepaste berekeningen zijn in Bijlage 8 bijgevoegd.

#### 5.6.4 Opbarsten

Volgens NEN9997-1 dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving. Door het ontgraven van de bouwkuip en het verlagen van de grondwaterstand binnen de bouwkuip neemt de neerwaartse belasting af, hetgeen kan leiden tot opbarsten van de bouwputbodem of tot welvorming. Om dit te controleren dient een stabiliteitsberekening uitgevoerd te worden, waarbij conform NEN9997-1 een partiële materiaalfactor van 1,1 wordt toegepast

Volgens het aangeleverde bemalingsadvies [2] wordt voldaan aan dit toets bij beschouwing van de open ontgravingen tot respectievelijk NAP-2,6m en NAP-3,8m. In het advies is de conclusie getrokken, dat voor alle onderdelen waar tot maximaal NAP-4,2m wordt ontgraven geen risico op opbarsten van de bouwputbodem bestaat.



Uit controle van CRUX, waarbij de soortelijke gewichten zijn aangepast conform §5.6.2, blijkt echter dat dit wel nodig is (Bijlage 9).

Uit de controle van het verticaal evenwicht voor de bouwkuip met ontgravingsniveaus NAP-2,6m en NAP-3,8m blijkt dat de lagen boven de wadzandlaag zullen opbarsten ( $SF = 0,83$  en  $SF = 0,53$ ). Om opbarsten te voorkomen dient de stijghoogte in het wadzand verlaagd te worden met ontlastfilters (binnen de bouwkuip). Hierbij is in de PLAXIS berekening uitgegaan van een verlaging van de stijghoogte in de Wadafzetting (laag 4) op NAP -1,6m (t.p.v. gashouder) en NAP -3,6 (t.p.v. gebouw A).

#### 5.6.5 Fasering

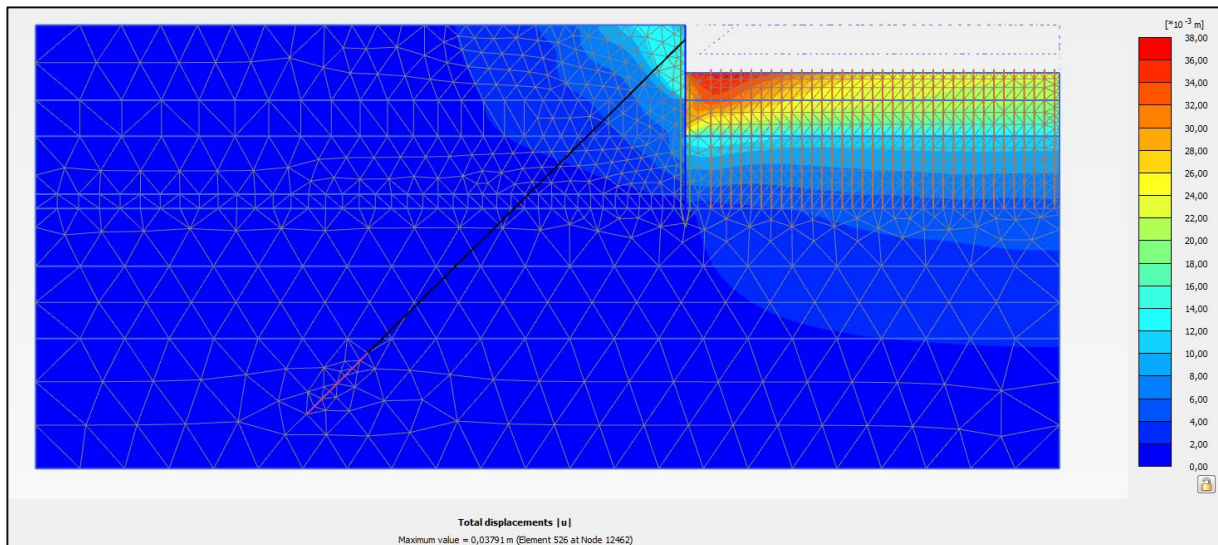
In PLAXIS berekeningen is de onderstaande fasering aangehouden. Voor de sneden zonder verankering zijn de fasen met betrekking verankering (in haakjes) niet van toepassing.

1. aanbrengen damwand;
2. waterstand verlagen tot NAP-1,6m en sleuf ontgraven naast/langs damwand (binnen de kuip) met diepte op NAP-1,3m (ten behoeve van installatie anker);
3. (aanbrengen verankering op NAP -0,30 m);
4. (verankering voorspannen);
5. Ontlastfilters plaatsen onder Hollandveen. Verlaging van de stijghoogte in de Wadafzetting op NAP-1,6m (t.p.v. gashouder) en NAP-3,6 (t.p.v. gebouw A).
6. a) Ter plaatse van gashouder: grondwaterstand verlagen tot NAP -2,90 m, ontgraven en slopen constructie tot NAP -2,6 m.  
b) Ter plaatse van gebouw A: grondwaterstand verlagen tot NAP -4,10 m, ontgraven en slopen constructie tot NAP -3,8 m.

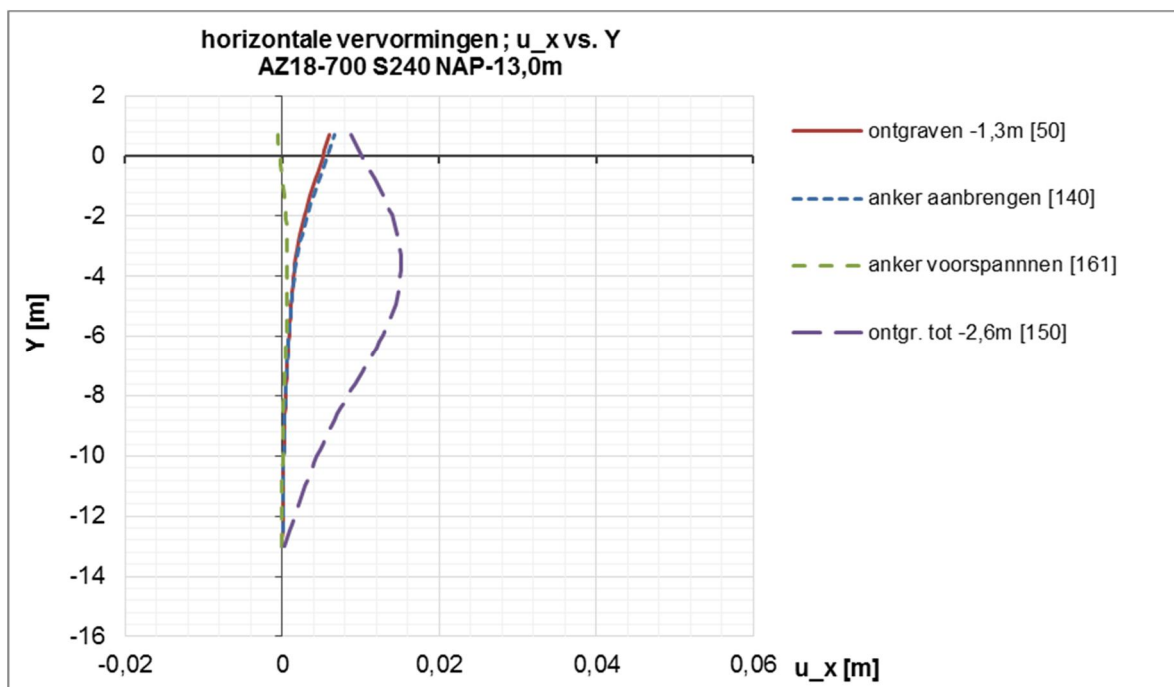
Na het ontgraven tot het maximale ontgravingniveau wordt de bouwkuip weer aangevuld met grond met een sleuf naast/langs de damwanden tot ankerniveau (zoals bij installatie). Vervolgens worden de ankers verwijderd, grond aangevuld tot maaiveld en de damwanden getrokken. Dit is echter niet geschematiseerd in het PLAXIS model. Op moment waar de ankers gelost worden is voldoende steun aan de passieve zijde uit de goed verdichte aanvulling beschikbaar, dat geen additionele vervormingen van de belendingen zullen optreden.

#### 5.6.6 Berekeningsresultaten

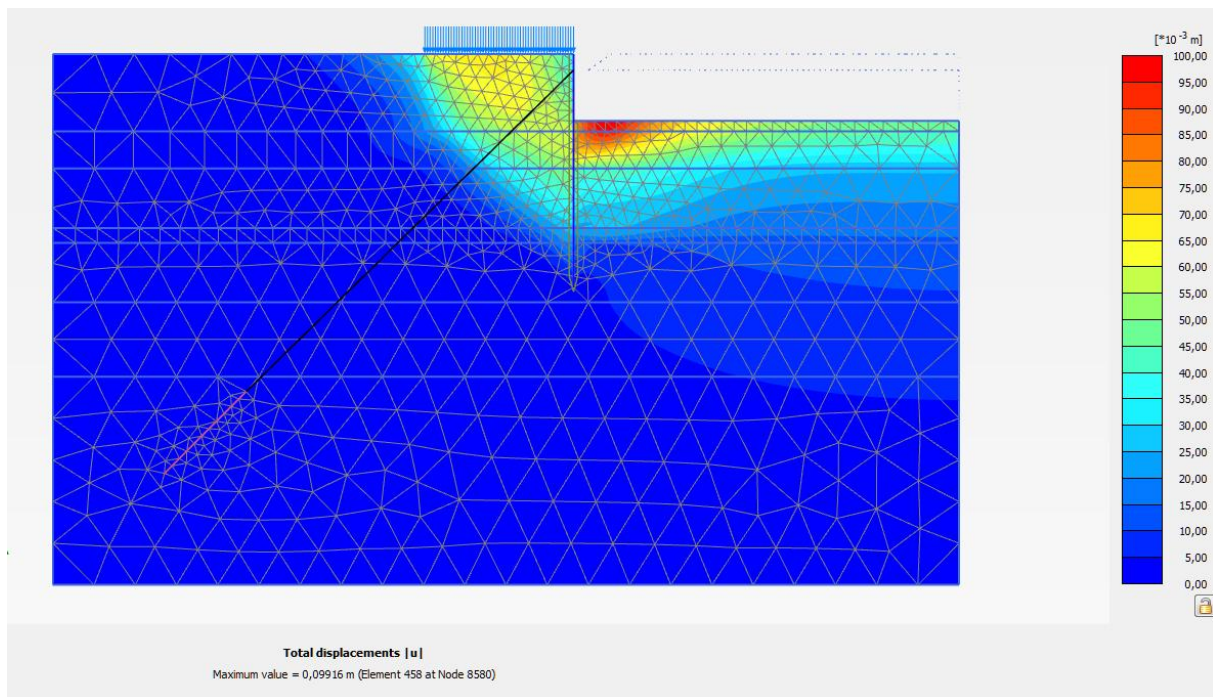
De grondvervormingen ten gevolge van het ontgraven van de bouwkuip zijn exemplarisch weergegeven voor snede A in Figuur 25 ter plaatse van de gashouder en voor snede E in Figuur 27 ter plaatse van gebouw A. De uitbuiging van de damwanden in de verschillende fasen is weergegeven in respectievelijk Figuur 26 en Figuur 28.



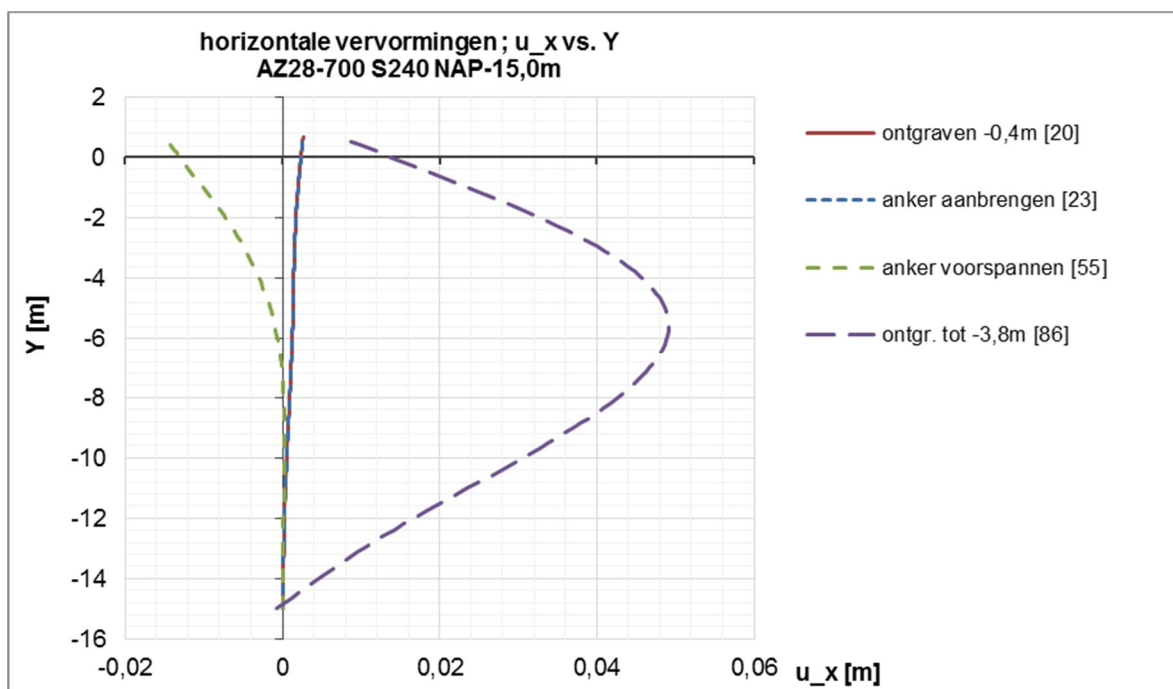
Figuur 25 - Plaxis vervormingscontouren in eindfase (totale verplaatsing) snede A



Figuur 26 - Horizontale verplaatsing damwand langs gasleiding snede A



Figuur 27 - Plaxis vervormingscontouren in eindfase (totale verplaatsing) snede E



Figuur 28 - Horizontale verplaatsing damwand langs gasleiding snede E

In Tabel 18 zijn de resultaten van de PLAXIS berekening samengevat. Het zijn de sneden beschouwd zoals aangegeven in Tabel 17. De representatieve waarden van de momenten in de damwanden, de ankerkrachten en de maximale uitbuiging zijn weergegeven. De invloed uit de ontgraving op de beleningen is tevens gepresenteerd. De vervormingen ter plaatse van de monumenten zijn gegeven inclusief 20% overdracht van maaiveldzakking naar paalzakking, zoals beschreven in paragraaf 3.2.3.

Tabel 18 - Resultaten PLAXIS berekening

dsn	Profiel	Installatie-niveau [m NAP]	Verankering	Boven-belasting	M <sub>k</sub> [kNm/m <sup>1</sup> ]	F <sub>k</sub> [kN/anker]	u <sub>x</sub> [mm]	Belendingen u <sub>x</sub> /u <sub>y</sub> [mm]
A	AZ18-700 S240	-13,0	groutanker NAP-0,3m, h.o.h. 4,2m, staaf GEWI 35+ hoek 45° 36,7 m lengte Lgrout = 6m voorsp. 260kN	-	77	369	15	-Leiding op 1,9m afstand: 10/8; -Leiding op 3m afstand: 10/6; -Leiding op 5,4m afstand: 8/2; -Leiding op 17,3m afstand: 2/1; -Monument: 0/0 (incl. 20% overdracht maaienveldzakking naar paalzakking)
B*	AZ28-700 S240	-15,0	klapanker JLD 4.4 NAP-0,3m, h.o.h. 3,5m, staaf GEWI 35+ hoek 45° 18,0 m lengte zonder voorsp.	-	62	217	35	-
B	AZ28-700 S240	-15,0	-	-	248	-	148	-
C*	AZ28-700 S240	-15,0	klapanker JLD 4.4 NAP-0,3m, h.o.h. 2,5m, staaf GEWI 35+ hoek 45° 18,0 m lengte zonder voorsp.	20kPa direct naast damwand over 25 m	110	245	43	-
C	AZ28-700 S240	-15,0	-	20kPa direct naast damwand over 25 m	434	-	321	-
D	AZ28-700 S355	-15,0	groutanker NAP-0,3m, h.o.h. 2,4m, staaf GEWI 43+ hoek 45° 36,7 m lengte Lgrout = 6m voorsp. 300kN	-	253	432	34	Monument: 0/0 (incl. 20% overdracht maaienveldzakking naar paalzakking)
E	AZ28-700 S355	-15,0	groutanker NAP-0,3m, h.o.h. 2,4m, staaf GEWI 57,5+ hoek 45° 37,2 m lengte Lgrout = 6,5m voorsp. 440kN	20kPa direct naast damwand over 10 m	352	630	49	Leiding: 5/6**

\* Conform ontwerpbericht zijn deze sneden niet voorzien van een verankering. Echter worden in het ontwerpbericht aanzienlijke damwandvervormingen berekend, ondanks dat een relatief hoge stijfheid voor de kleige wadafzetting aangehouden is. In de PLAXIS berekening zijn ondergrens-vervormingswaarden aangehouden, hieruit volgt, dat de vervormingen zelf nog groter worden. Om deze reden wordt hier ook een doorsnede met verankering voorgesteld/geadviseerd.

\*\* Dit geldt voor een terreinbelasting over een breedte van 10m naast de damwand. Indien de terreinbelasting boven de leiding ligt zijn de verplaatsingen groter.

## 6 Schadepredictie belendingen

### 6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden schadepredicties uitgevoerd voor de belendende panden en worden de verwachte vervormingen van leidingen getoetst. Toetsing vindt plaats op grenswaarden zoals gepresenteerd in Tabel 3.

### 6.2 Belendingen

In Tabel 19 is een overzicht gegeven van de maximaal te verwachten verplaatsingen ter plaatse van de belendingen. Voor de overdracht van de maaiveldvervormingen naar de op palen gefundeerde belendingen zijn de overdrachtsfactoren zoals beschreven in §3.2 gehanteerd. De in Tabel 19 aangegeven zakkingen als gevolg van grondaanvulling zijn gebaseerd op de resultaten in Figuur 19 en betreffen de rekenkundige zakkingen na 365 dagen. De effecten uit de open ontgraving en open bemaling op de belendingen zijn niet weergegeven in Tabel 19, omdat deze oplossing door CRUX in verband met de grenswaarden voor de verschildzettingen van de leidingen als te risicovol ten aanzien van zakking en schade. Hier zijn aanvullende maatregelen nodig. Hierop wordt nader ingegaan in §7.3.

Tabel 19 - Resultaten schadepredicties

Snedes	Belending	Damwand	Inst. niveau [m NAP]	Slagkracht [kN]	Zakking [mm] a.g.v.				Totale zakking [mm]
					trillen damwand	trekken damwand	ontgraven	aanvullen	
A	8 bar leiding afstand: 1,9m diepte: NAP-0,3m	AZ18-700	-13,0	500	70	16	8	15	109
				1000	155	16	8	15	194
A	8 bar leiding afstand: 5,4m diepte: NAP-0,3m	AZ18-700	-13,0	500	16	6	2	5	29
				1000	52	6	2	5	65
A	1 bar leiding afstand: 17,3m diepte: NAP-0,7m	AZ18-700	-13,0	2000	0	0	1	0	1
A	Monument Spaklerweg 32 afstand: ca. 20m	AZ18-700	-13,0	2000	0	0	0	0	0
D	Monument Spaklerweg 22 afstand: ca. 30 m	AZ28-700	-15,0	2000	0	0	0	0	0
E	1 bar leiding afstand: 15,2m diepte: NAP-0,7m	AZ28-700	-15,0	2000	0	0	6	0	6

#### 6.2.1 Schadetoets monumenten

Door de invloed van het uitgraven van de bouwkuip op te leggen aan de belendingen kan een rekenkundige kwantificering gedaan worden van de te verwachten schade door grondverplaatsingen.

Uit de berekeningsresultaten van de vervormingsanalyses blijkt dat de op afstand gelegen monumenten (snede A en D) nagenoeg buiten de invloedssfeer van de grondvervormingen zijn gelegen en is geen nadere rekenkundige schadepredictie uitgevoerd. Derhalve kan worden geconcludeerd dat ten gevolge de voorgenomen werkzaamheden zoals omschreven in dit rapport, rekenkundig maximaal kans op verwaarloosbare schade (schadeklasse "negligible") aan de beschouwde monumenten aanwezig is. Dit is conform de huidige ontwerppraktijk voor binnenstedelijke projecten rekenkundig een acceptabel schade- / risicoprofiel.

#### 6.2.2 Schadetoets gasleidingen

In de uitgevoerde analyses zijn twee maatgevende sneden ter plaatse van de belendende gasleidingen bij de gashouder en gebouw A beschouwd. Uit Tabel 19 blijkt dat bij gasleidingen die binnen 8 à 15m zijn gelegen van de bouwkuip van de gashouder, de grootste zakkingen zijn te verwachten door het aanbrengen en verwijderen van de damwanden.

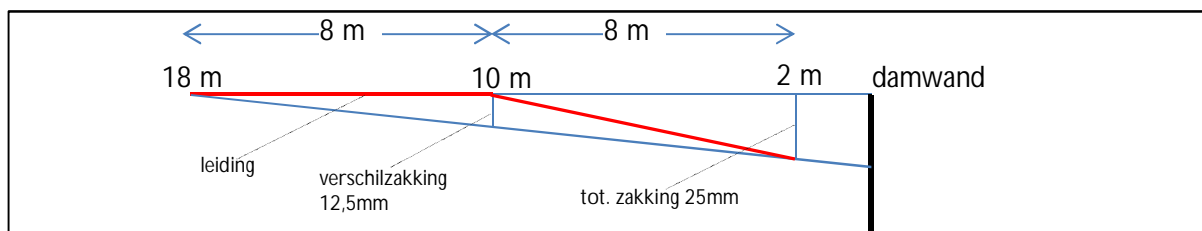
Gezien de gevoeligheid van de los gepakte zandhoudende toplagen voor inklinking is het raadzaam uit te gaan van het drukkend aanbrengen van damwanden, binnen de aangegeven invloedsgebieden. Indien wordt uitgegaan van het drukkend installeren van de damwanden, wordt ten gevolge van schuifspanningsoverdracht in de grond bij het drukken, een extra vervorming van 2mm opgelegd voor de gasleidingen binnen enkele meters.

De toelaatbare grenswaarde voor additionele verschilzakkingen zijn bepaald in Tabel 3 in §2.4.2. Hieruit blijkt voor de belendende gasleiding langs de gashouder (op kortste afstand gelegen) een zakking van 15mm toelaatbaar wordt geacht. Uit de vervormingsanalyse van de ontgraving worden beperkte zakkingen van de gasleiding berekend van circa 8mm. Door de grondaanvulling na slopen van de fundering van de gashouder ter plaatse van de gasleiding treedt rekenkundig een additionele zakking op van 15mm.

Als verder wordt uitgegaan van het naderhand verwijderen van damwanden zal rekenkundig een additionele zakking van 16mm zijn te verwachten waarmee de toelaatbare verschilzakking zal worden overschreden. Omdat het terrein obstakelvrij dient te worden vrijgegeven, heeft het de voorkeur de damwand naderhand te verwijderen. Om eventuele zettingsinvloed door volumeverlies te beperken kan wordt geadviseerd de damwanden reparerend te trekken, waarbij tijdens het trekken de vrijgekomen ruimte wordt gevuld met een bentoniet of cementgebonden vulmiddel.

Ten aanzien van de maximale zakkingen ter plaatse van de gasleiding langs de gashouder resulteert dit bij aannahme van het drukkend op diepte brengen van de damwanden en het reparerend trekken rekenkundig in een totale zakking van 25mm. Dit is in eerste instantie groter dan de toelaatbare 15mm voor deze leiding. Echter is de 15mm gebaseerd op verschilzakkingen (zie toelichtingen bij tabel 2 en 3). Om deze reden wordt nader naar de te verwachten verschilzakkingen van met name de invloed van de aanvulling gekeken. Bij een conservatieve aannahme van een loodrecht ligging van de leiding ten opzichte van de damwand zijn de verschilzakkingen van de leiding (op basis van de 8m afstand en voor het afgeleide verschilcriteria uit tabel 3), weergegeven in Figuur 29. De rekenkundige verschilzakkingen bedragen ca. 12,5mm en zijn kleiner dan de grenswaarde van 15mm.





Figuur 29 - Bepaling verschilzakking 8 bar gasleiding in doorsnede A

In doorsnede A met de gasleiding op 1,9m afstand (zuid) of 3m afstand (noord) wordt daarmee wel voldaan aan de toelaatbare verschilzakkingen indien de damwanden drukkend worden geïnstalleerd en reparerend, statisch trekkend worden getrokken.

Ter plaatse van de belendende gasleiding in doorsnede E, langs gebouw A, wordt opgemerkt dat de zettingsinvloed met name wordt bepaald door de ontgraving en resulterende damwandvervorming, waarbij rekening is gehouden met een terreinbelasting van 20kN/m<sup>2</sup>. Indien een terreinbelasting naast de damwand over een breedte niet groter dan 10m wordt geschematiseerd, bedraagt de verticale verplaatsing van de gasleiding nog maar 6mm. De toelaatbare grenswaarde voor additionele verschilzakkingen zoals berekend in Tabel 3 in §2.4.2 bedraagt voor de belendende gasleiding 27mm. Indien wordt uitgegaan van een drukkende wijze van aanbrengen zal, met of zonder terreinbelasting, rekenkundig aan de toelaatbare verschilzakking van de gasleiding op 15.2m afstand in doorsnede E worden voldaan.

## 7 Uitvoeringsadvies

### 7.1 Inbrengen en trekken damwanden

#### 7.1.1 In-/uittrillen van damwanden

Uit de uitgevoerde trillingspredicties blijkt dat de mogelijkheid voor in het in- en uittrillen van damwanden met name afhankelijk is van de lokale grondslag en afstand tot belendende monumentale bebouwing. Uit de analyses blijkt dat hier uit beperkingen volgen ten aanzien van de installeerbaarheid (schadevrije installatie) en de invloed van trillingen. Voor de gasleidingen wordt deze mogelijkheid met name bepaald door de invloed van maaiveldzetting ten gevolge van inklinking van relatief los gepakte zandlagen door trillingen.

Aan zijden waar geen gasleidingen zijn gelegen en het laatste aspect geen rol speelt (zoals bij de monumentale watertoren) kan echter worden overwogen als trillingsreducerende maatregel, de damwanden met behulp van fluidatie de damwanden in te trillen in combinatie met monitoring (trillingen/zettingen) van het object. Voor damwanden die dan binnen het rekenkundig invloedsgedebiet vallen van de belending, kan worden overwogen te starten met installatie op een zo groot mogelijke afstand waarbij trillingsmetingen en hoogtemetingen aan het pand worden uitgevoerd. Op basis van de resultaten van de trillingsmeting kan het werk gecontroleerd worden uitgevoerd en indien noodzakelijk worden bijgestuurd of, indien overschrijdingen van vastgestelde grenswaarden worden geregistreerd, worden overgegaan op een trillingsarm systeem.

De monitoring van objecten tijdens installatie is nader uitgewerkt in het separaat uitgebrachte monitoringsplan.

#### 7.1.2 Drukken van damwanden

Op basis van de uitgevoerde trillings- en schadepredictie wordt geadviseerd bij de gashouder 1 uit te gaan van het statisch (drukkend) aanbrengen van de damwanden. Het statisch (trillingsvrij) drukken van de damwandplanken heeft de minste invloed op de omgeving.

De rekenkundige bepaling van de theoretisch benodigde drukkracht is uitgevoerd aan de hand van de in de CUR 166 omschreven systematiek. De maatgevende parameters en resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 20 voor het drukken van een enkele plank op basis van de maatgevende sonderingen. Voor de berekening (van een AZ28-700 tot NAP -15m) wordt verwezen naar Bijlage 10.

Tabel 20 - Parameters en resultaten drukkracht bepaling, enkele plank

Profieltype [-]	Doorsnede punt [cm <sup>2</sup> /plank]	Oppervlak 2-zijdig [m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup> ]	Puntniveau [m NAP]	Drukkracht [kN]
AZ18-700	97,5	1,86	-13	500 à 1200
AZ28-700	140,2	1,94	-15	500 à 1350

De drukcapaciteit van een hydro-pers machine (bijv. ABI HPZ) ligt op 800 kN per plank. De drukcapaciteit van een Silent Piler drukmachine ligt tussen de 600 tot 1500 kN. Om de enkele damwandprofielen op diepte te brengen lijken voorsnog geen aanvullende maatregelen nodig.

Voor het nader beoordelen van de installatie van damwanden wordt geadviseerd een aanvullend grondonderzoek uit te voeren.

Voor het drukken van damwanden wordt het aangeraden uit te gaan van PZC profielen met een minimaal gelijkwaardig weerstandsmoment zoals gehanteerd in de ontwerpberekeningen. De slotvorm van dit profieltype (ball and socket) is speciaal ontworpen voor toepassing in drukmachines met een lagere slotwrijving tot gevolg en hiermee minder omgevingsbeïnvloeding.

### 7.1.3 Trekken damwanden

Zoals uit de analyses is gebleken kan de damwand van de gashouder langs de belendende gasleidingen niet zonder meer worden getrokken. Vanwege de invloed van trillingen en volumeverlies wordt geadviseerd lokaal de damwanden reparerend te trekken. Het reparerend trekken is een bewerkelijke methode waarbij de procesbeheersing van de aannemer een bepalende rol heeft.

Hierbij gelden aanvullend de volgende aandachtspunten :

- Voorafgaand aan het trekken van de damwanden moet de ruimte achter de damwand (ter plaatse van de gesloopte fundering) met zand worden aangevuld en zorgvuldig worden verdicht. Om de aanvulling voldoende te kunnen verdichten.
- Bij het trekken van de damwanden dienen de planken eerst vaak een klein stuk verder de grond in worden gedrukt alvorens deze worden getrokken. Op deze wijze wordt de "kleef" langs de planken gebroken zodat zo min mogelijk grond wordt meegetrokken bij het trekken van de planken.
- Monitoring van de vervormingen moet als actief middel gebruikt worden om de invloed van het trekken van de damwandplanken te bewaken. Monitoringsresultaten verkregen gedurende de ontgraving van de bouwkuip moeten gebruikt worden voor beslissing over het trekken van de damwanden langs de belendende gasleidingen.
- Het proces van trekken met gelijktijdige injectie dient optimaal worden gestuurd en beheerst, zodat een mogelijke volumeverlies online wordt gecompenseerd gedurende het trekken door injectie.
- Indien effectief reparerend getrokken kan worden kunnen vervormingen door het volumeverlies verder geminimaliseerd worden. Monitoring dient aan te tonen dat de effectiviteit van het reparerend trekken gewaarborgd is in de procesbeheersing van de uitvoering (gelijktijdig proces van injecteren en trekken vereist, om volumeverlies direct te kunnen compenseren).

Voor de damwanden langs de gasleidingen bij de bouwkuip van gashouder 1, dienen de damwanden voor zover mogelijk statisch, reparerend te worden getrokken. Mogelijk dienen hierbij aanvullende maatregelen te worden genomen.

## 7.2 Inbrengen en verwijderen van ankers

Geadviseerd wordt aan de zijden van de belendende gasleidingen, waar tevens ook toekomstige bouwwerkzaamheden gepland zijn, uit te gaan van trillingsvrij ingebrachte groutankers die naderhand sonisch worden verwijderd. Met dit systeem en de techniek van sonisch verwijderen kan het gebied obstakelvrij worden opgeleverd. Aandachtspunt hierbij is de invloed van het ultrasonisch, hoogfrequent uittrillen op mogelijke inklinking als vervormingsinvloed voor de gasleidingen. Monitoring zal hiervoor gebruikt worden om dit effect nader te kunnen bewaken in de uitvoering. In CRUX memo [4] wordt nader ingegaan op het sonisch verwijderen van de ankers.

Voor de zijden waarbij wel een verankeringconstructie noodzakelijk is maar belendende (zettingsgevoelige) objecten in geen of mindere mate aanwezig zijn en tevens de voorwaarde van het obstakelvrij opleveren van het terrein minder van belang is (omdat op deze locatie geen toekomstige bebouwing is gepland), kan worden gekozen om op deze locaties het economischer klapankersysteem toe te passen. Hierbij dient m.b.t. het verwijderen wel rekening te worden gehouden met het achterblijven van het ankerschot in de ondergrond (de ankerstang wordt uit de ankerplaat geschroefd en getrokken).

### 7.3 Verwijderen van bestaande palen

Men is voornemens op bepaalde locaties bestaande houten palen te trekken en bestaande dieper gelegen betonnen funderingspalen in te meten en tot een bepaald niveau af te knippen.

Bij het trekken van palen dienen in alle gevallen aanvullende maatregelen te worden genomen om de invloed op de ondergrond en omgeving te beperken. Zonder aanvullende maatregelen zal het trekken van houten palen consequenties hebben voor de waterhuishouding en bestaande en toekomstige constructies op en nabij de paallocaties. Geadviseerd wordt voor zover mogelijk de palen te laten zitten of deels te verwijderen. Indien geen andere mogelijkheid aanwezig is kan de paal reparerend worden getrokken door een overmaatse casing rondom de bestaande paal in te boren. Vervolgens wordt de paal getrokken en het gat gedurende het trekken van de casing met zand of een cement-bentoniet mengsel aangevuld. Hierbij wordt opgemerkt dat een casing van voldoende afmeting toegepast dient te worden om het risico van grondtransport bij het trekken te verkleinen. Ter plaatse van een de locaties gashouder 2, gashouder 3 en gebouw F worden de aanwezige betonpalen en funderingsconstructies gesloopt. Hierbij is men voornemens tot NAP -3,4m in den droge te ontgraven. De palen worden hier niet in zijn geheel verwijderd maar op dit niveau afgeknepen. Voor de benodigde ontgraving en bemaling wordt nader ingegaan in de volgende paragraaf. In alle gevallen wordt aangeraden de afmeting van de ontgraving zo klein mogelijk en de bemaling zo kort mogelijk te houden.

### 7.4 Open ontgravingen en open bemalingen

Voor de sloop- en saneringswerkzaamheden zijn open ontgravingen voorzien waarbij de grondwaterstand met een open bemaling zal worden verlaagd. De mogelijkheid van een open ontgraving is sterk afhankelijk van de aanwezige ruimte en de afstand tot de belendende objecten. De locaties waar men voornemens is een open te ontgraven / open te bemalen liggen op relatief korte afstand van de gasleidingen die conform de huidige informatie gehandhaafd blijven en pas vervangen worden in het kader van de toekomstige nieuwbouw werkzaamheden.

Indien deze gasleidingen echter na uitvoering van de bouwkuipen voor gashouder 1 en gebouw A, ook nog blijven gehandhaafd tijdens de open bemalings- en ontgravingswerkzaamheden achten wij gezien de vastgestelde zettingseisen van de leidingen, een oplossing met een open ontgraving en bemaling onwenselijk. Uit de zettingsberekening voor alleen de grondwaterstandsverlagingen volgt een invloedsgebied van ongeveer 40 à 60m waarbinnen zettingen zijn te verwachten tot minimaal 10mm.

Behalve de invloed van de grondwaterstandsverlagingen dient bij de open ontgravingen (tot aanzienlijke dieptes van NAP -3,4m !) rekening gehouden met een talud, waardoor de nabij gelegen leidingen dicht bij/in het talud zullen liggen en additionele zakkingsinvloed (horizontale en verticale vervormingen) door grondontspanning verwacht moet worden.

De invloed door de geplande open ontgravingen van aanzienlijke diepte in combinatie met de benodigde open grondwaterstandsverlagingen wordt daardoor als niet acceptabel geacht voor de invloed op de leidingen. Tevens is er een risico voor nabijgelegen paalfunderingen.

Geadviseerd wordt deze werkzaamheden alleen uit te voeren indien binnen een zone van 40m geen belendende objecten (in bedrijf zijnde leidingen, gebouwen, kaden) aanwezig zijn. Objecten gelegen binnen 60m dienen te worden gemonitord tijdens deze werkzaamheden. Indien een kortere afstand is voorzien dan 40m dienen de effecten nader (rekenkundig) te worden beoordeeld waarbij eventueel mitigerende maatregelen kunnen worden gekwantificeerd zoals het verkorten van de bemalingsduur, het beperken van de omvang van de ontgraving (per keer) of het toepassen van een grond- en waterkering.

## 8 Conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Algemeen

In dit rapport zijn de risico's beschouwd ten gevolge van de geplande sloop- en saneringswerkzaamheden op het terrein Amstelkwartier van de voormalige Zuidergasfabriek te Amsterdam. Dit betreft voornamelijk de omgevingsbeïnvloeding door het uitvoeren van de tijdelijke damwandkuipen ter plaatse van de gashouder 1 en het hoofdgebouw A, het open ontgraven en saneren van delen van het terrein en het verlagen van de grondwaterstand ten behoeve van de uitvoering van de open ontgravingen. De omgevingsbeïnvloeding wordt rekenkundig beoordeeld voor maatgevende objecten, locaties en doorsneden, mede op basis van de uitgangspunten zoals aangegeven in het bouwkuipontwerp opgesteld door Royal HaskoningDHV [1].

### 8.2 Conclusies omgevingsbeïnvloeding en schadepredicties

Uit de uitgevoerde analyses en berekeningen blijkt dat met een aangepast damwandontwerp en aangepaste werkmethode, de voorgenomen werkzaamheden met beheersbare risico's kunnen worden uitgevoerd. Hieronder is per onderdeel de conclusies uit voorgaande hoofdstukken samengevat.

#### 8.2.1 Gashouder 1

Uit het onderzoek blijkt dat voor de bouwkuip bij gashouder 1 de volgende maatregelen dienen worden genomen om de vastgestelde grenswaarden van de toelaatbare zettingen van de belendende gasleidingen niet te overschrijden:

- De damwanden dienen op drukkende wijze te worden ingebracht langs de belendende gasleidingen.
- De damwanden die langs de belendende gasleidingen zijn gelegen dienen statisch, reparerend te worden getrokken.
- Conform ontwerprapport zijn een aantal zijden van de bouwkuip niet voorzien van een verankering en worden hierbij aanzienlijke damwandvervormingen berekend. Door CRUX wordt geadviseerd de zijden van de bouwkuip waar een bovenbelasting naast de damwand is voorzien, met ondersteuning (van lichte klapankers) uit te voeren.
- Ten behoeve van het obstakelvrij opleveren van het terrein wordt aangeraden de groutankers naderhand sonisch te verwijderen. Hierbij dienen de belendende gasleidingen uitgebreid te worden gemonitord op verplaatsingen.
- Aan de zijden waar belendende gasleidingen zijn gelegen, dient de ruimte tussen de damwand en belendende gasleiding vrij te worden gehouden van bovenbelasting en wordt geadviseerd in geen geval een bovenbelasting ter plaatse van de gasleiding aan te brengen (tot min. 3m uit de leiding).

#### 8.2.2 Gebouw A

- Bij Gebouw A kan het trillend installeren van dubbele damwandplanken mogelijk lokaal problematisch kan zijn (afhankelijk van de sondering). Het toepassen van drukken of fluidatie kan hier eveneens als beheersmaatregel worden ingezet.
- Ter plaatse van de belendende gasleiding langs gebouw A wordt opgemerkt dat de zettingsinvloed met name wordt bepaald door de ontgraving en resulterende damwandvervorming, waarbij rekening is gehouden met een terreinbelasting van 20kN/m<sup>2</sup>.



Indien aan deze zijde de terreinbelasting zoveel mogelijk wordt beperkt./voorkomen, zal de zettingsinvloed ter plaatse van de gasleiding ten gevolge van de ontgraving geringer zijn dan nu berekend. Echter wordt ook met bovenbelasting voldaan aan de grenswaarden van de leiding.

- Geadviseerd wordt in geen geval een bovenbelasting ter plaatse van de belendende gasleiding aan te brengen (tot min. 3m uit de leiding).

### 8.2.3 Open ontgravingen en open bemalingen

Ter plaatse van gashouder 2, gashouder 3 en gebouw F zijn sloopwerkzaamheden voorzien waarbij bijna 4m diep ten opzichte van maaiveld zal worden ontgraven. Vooralsnog is men voornemens dit uit te voeren middels een open ontgraving en open bemaling. Uit de uitgevoerde (indicatieve) berekeningen volgt dat het invloedsgebied van de ontgraving ruimschoots binnen de invloedszone van de belendende gasleidingen en andere objecten vallen. Behalve de invloed van de grondwaterstandsverlagingen dient bij de diepe open ontgravingen rekening gehouden met een talud, waardoor de nabij gelegen leidingen dicht bij/in het talud zullen liggen en additionele zakkingsinvloed (horizontale en verticale vervormingen) door grondontspanning verwacht moet worden. De invloed door de geplande open ontgravingen van aanzienlijke diepte in combinatie met de benodigde open grondwaterstandsverlagingen wordt daardoor als niet acceptabel geacht voor de invloed op de leidingen. Geadviseerd wordt deze werkzaamheden alleen uit te voeren indien binnen een zone van 40m geen belendende objecten (in bedrijf zijnde leidingen, gebouwen, kaden) aanwezig zijn. Objecten gelegen binnen 60m dienen te worden gemonitord tijdens deze werkzaamheden.

## 8.3 Aanbevelingen

Op basis van de beschikbare informatie en de uitgevoerde analyses worden de volgende aanbevelingen gedaan.

### 8.3.1 Beschikbare grondgegevens

Met betrekking tot de ter beschikking gestelde sonderingen wordt opgemerkt, dat de (exacte) uitvoeringslocatie van de sonderingen uit DINOLoket niet bekend is. De sonderingen geven grote verschillen in bodemopbouw (en met name de conusweerstand van de Eerste zandlaag weer) en die aanleiding om aanvullende sonderingen uit te voeren ter plaatse van de verschillende projectonderdelen. Hierdoor is het mogelijk dat na uitvoering van het aanvullende grondonderzoek mogelijk optimalisaties zijn door te voeren die kunnen leiden tot een economischer ontwerp en/of uitvoeringswijze.

### 8.3.2 Vrij kerende hoogte damwanden

In het ontwerprapport van RHDHV wordt langs een aantal zijden (snede B en C) een vrijstaande damwand voorgesteld. De vrij kerende hoogte bedraagt zonder verankering 3,3 m. Een dergelijk vrij kerende hoogte wordt door CRUX afgeraden, met name indien een bovenbelasting is voorzien. Dergelijke vrij uitkragende wanden zijn zeer gevoelig voor een verandering in belasting/ondersteuning. Eventuele afwijkingen ten opzichte van berekeningsuitgangspunten kunnen grote gevolgen hebben.

### 8.3.3 Installatieniveau damwandverankering

In het bouwkuipontwerp van RHDHV [1] is in eerste instantie een installatieniveau van een klapanker tot in de wadzandlaag aangenomen. Gezien de beperkte dikte en sterkte van de wadzandlaag wordt

het vanuit geotechnisch oogpunt noodzakelijk geacht om de ankers door te zetten tot in de eerste zandlaag of zelfs in de tweede zandlaag. De gedetailleerde dimensionering van de verankering speelt een cruciale rol in de reductie van damwandvervormingen voor de omgeving. Geadviseerd wordt de definitieve ankerconfiguratie te beoordelen aan de hand van lokaal uitgevoerd grondonderzoek.

#### 8.3.4 Voorprikken damwandtracé en obstakelvrij maken

Indien er obstakels worden geraakt tijdens inbrengen van damwanden, kunnen de trillingen of de benodigde drukkracht sterk toenemen. Geadviseerd wordt om voorafgaand, het damwandtracé voor te prikken. Eventuele obstakels kunnen door middel van voorboren worden verwijderd en/of worden verpulverd. Bij het verwijderen van obstakels dient met name op korte afstand van de naastgelegen gasleidingen het proces dusdanig beheerst te worden dat grondontspanning wordt voorkomen (toepassing van steunvloeistof).

Indien obstakels zijn gelegen in het toekomstig damwandtracé (zoals de schoorpalen van de gashouder) dienen deze lokaal te worden verpulverd. Hierbij dient de invloed op de omgeving en ondergrond zo minimaal mogelijk te zijn. Overwogen kan worden het damwand tracé ter plaatse van het obstakel met een crusher te frezen waarbij er door de kern van de freeskop een steunvloeistof gelijktijdig wordt geïnjecteerd. Het frezen zorgt er voor dat het damwand tracé vrij is van het obstakel en de damwand schade- en trillingsvrij ingebracht kan worden.

Het frezen is een grondverstoring proces. De steunvloeistof is ter ondersteuning van de sleufstabiliteit en dient ter beperking van mogelijke grondverstoring c.q. grondontspanning en hiermee gepaarde omgevingsbeïnvloeding. De steunvloeistof dient voldoende schuifsterkte te verkrijgen (minimaal gelijkwaardig aan de omliggende grond) waarbij de damwand nog achteraf is te installeren.

#### 8.3.5 Schoorpalen gashouder 1

Ter plaatse van gashouder 1 is momenteel tussen de damwand en de bestaande constructie een tussenafstand van 1m aangehouden. Deze afstand betekent dat de damwanden bij installatie in conflict komen met de schoorpalen aan de randen van de gashouder.

Eventuele maatregelen (bijv. crushen/voorboren/sleuven) kunnen invloed hebben op de grondweerstand en daarmee op het ontwerp van de damwanden, afhankelijk van de uitvoeringswijze. Hier dient rekening mee gehouden te worden in de uitvoering. Dergelijke maatregelen kunnen daarnaast een negatieve invloed hebben qua zettingen op de naastgelegen leiding. Op voorhand dient er derhalve uitgegaan te worden van toepassing van bentoniet als steunvloeistof bij dit type werkzaamheden. Daarnaast dienen strenge eisen meegenomen te worden in de kwaliteitsverplichtingen richting de aannemer ten aanzien van deze werkzaamheden.

#### 8.3.6 Opbarstveiligheid

Volgens het aangeleverde bemalingsadvies [2] wordt geconcludeerd dat voor alle onderdelen waar tot maximaal NAP-4,2m wordt ontgraven geen risico op opbarsten van de bouwputbodem bestaat.

Uit controle van CRUX, waarbij de soortelijke gewichten zijn aangepast conform §5.6.2, blijkt dit echter wel een aandachtspunt te zijn. Uit de controle van het verticaal evenwicht voor de bouwkuip met ontgravingsniveaus NAP-2,60m en NAP-3,80m blijkt dat de lagen boven de wadzandlaag zullen opbarsten ( $SF = 0,86$  en  $SF = 0,53$ ).

Geadviseerd wordt aan de hand van aanvullend grondonderzoek die ter plaatse van deze delen is uitgevoerd, de veiligheid tegen opbarsten nader te beoordelen. Mogelijk dient rekening te worden gehouden voor de locaties van de bouwkuipen met het aanbrengen van ontlastfilters in de kuip. Voor de open ontgravingen met diepe grondwaterstandsverlagingen dient de noodzaak van een spanningsbemaling in combinatie met de beperking van de omvang van de open ontgravingen (in zeer kleine compartimenten/sleuven) nader beschouwd te worden.

#### 8.3.7 Invloedsgebied bemaling

Bij gelijktijdige bemaling van verschillende ontgravingsvlakken kan ondanks het hanteren van een aangepaste werkmethode, het invloedsgebied groter worden dan vooraf is berekend. Bij nadere uitwerking dient hiermee rekening te worden gehouden.

#### 8.3.8 Monitoring tijdens de uitvoering

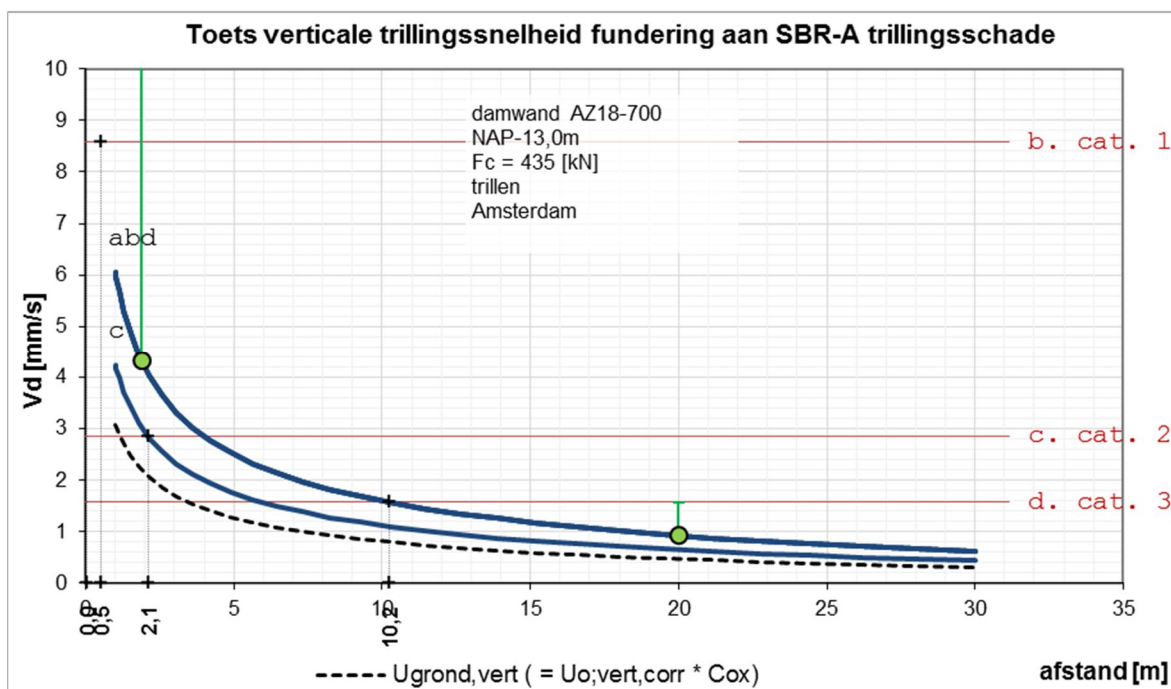
Door CRUX wordt separaat en aansluitend op deze risicoanalyse een integraal monitoringplan opgesteld waarmee invulling wordt gegeven aan de in dit rapport beschreven aanpak.

Het doel van het monitoren tijdens de uitvoering van de bouwwerkzaamheden is om, in verschillende stadia van de uitvoering, gegevens over de ontwikkeling van mogelijke omgevingsbeïnvloeding (door het meten van bijvoorbeeld damwandvervormingen, vervormingen en trillingen ter plaatse van de belendingen) ter beschikking te hebben. De gemeten waarden worden tijdens de uitvoering met de in een monitoringsplan opgestelde alarm- en grenswaarden vergeleken.

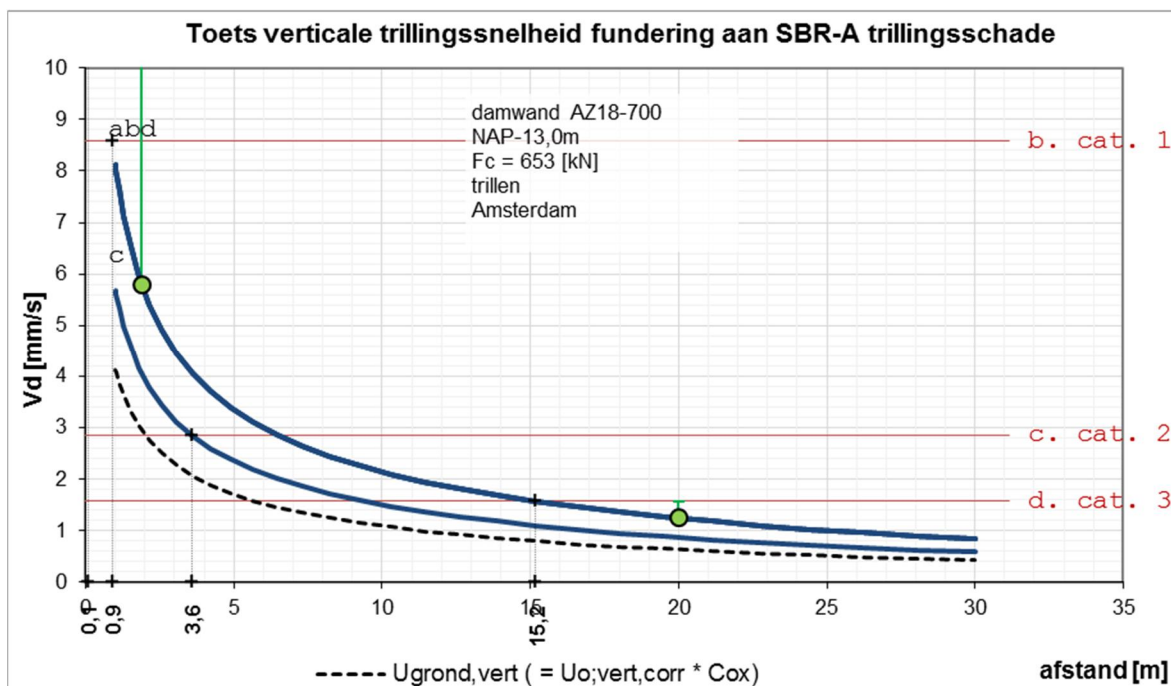
Indien gaandeweg het bouwproces door de metingen onvoorziene afwijkingen van de voorspelling worden geconstateerd, kan door een terugkoppeling van de monitoringsresultaten met de schadepredicties op tijd worden bepaald of het wel of niet noodzakelijk is om een (zettings- of trillingsreducerende) maatregel te treffen en zo ja welke maatregel het meest effectief zal zijn. Op deze manier kan met behulp van de meetdata op de voortgang en de prestatie van het bouwproces op tijd worden geanticipeerd en kunnen maatregelen worden genomen. Het monitoringsplan is een belangrijk onderdeel van de proactieve risicobeheersing, waarbij het adagium geldt "op tijd meten is op tijd weten".

De deskundige interpretatie en beoordeling van de monitoringsresultaten is essentieel voor een proactieve risicobeheersing en vormt de basis om te kunnen beslissen over de noodzaak van het toepassen van een economische (zettings- of trillingsreducerende) maatregel gedurende het bouwproces. Door de combinatie van de verschillende meetinformatie (bijvoorbeeld grondwaterstandsmetingen, hoogtemetingen van de panden, metingen van de horizontale vervorming van de wand en trillingsmonitoring) zijn de invloedsbronnen duidelijk te achterhalen. In de afweging voor het nemen van een maatregel is de monitoring van de belendende constructies als maatgevend te beschouwen.

## Bijlage 1 – Rapportage grondonderzoek

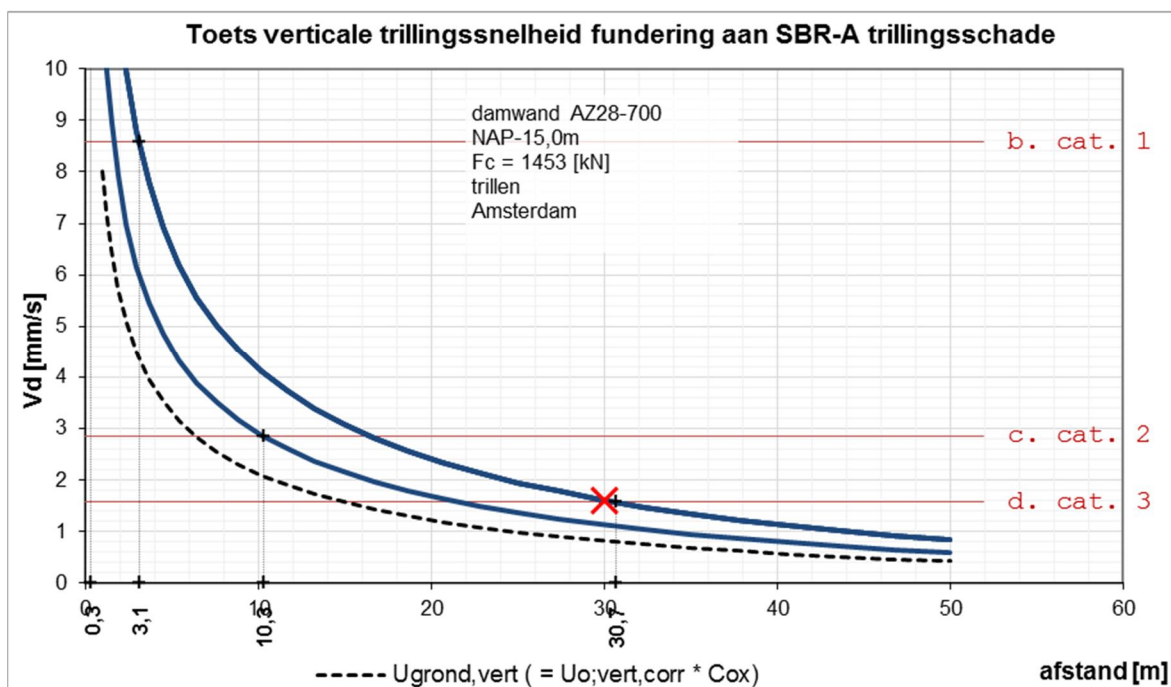


Toets trillingen bij slagkracht 435kN (intrillen, sondering GAS3)

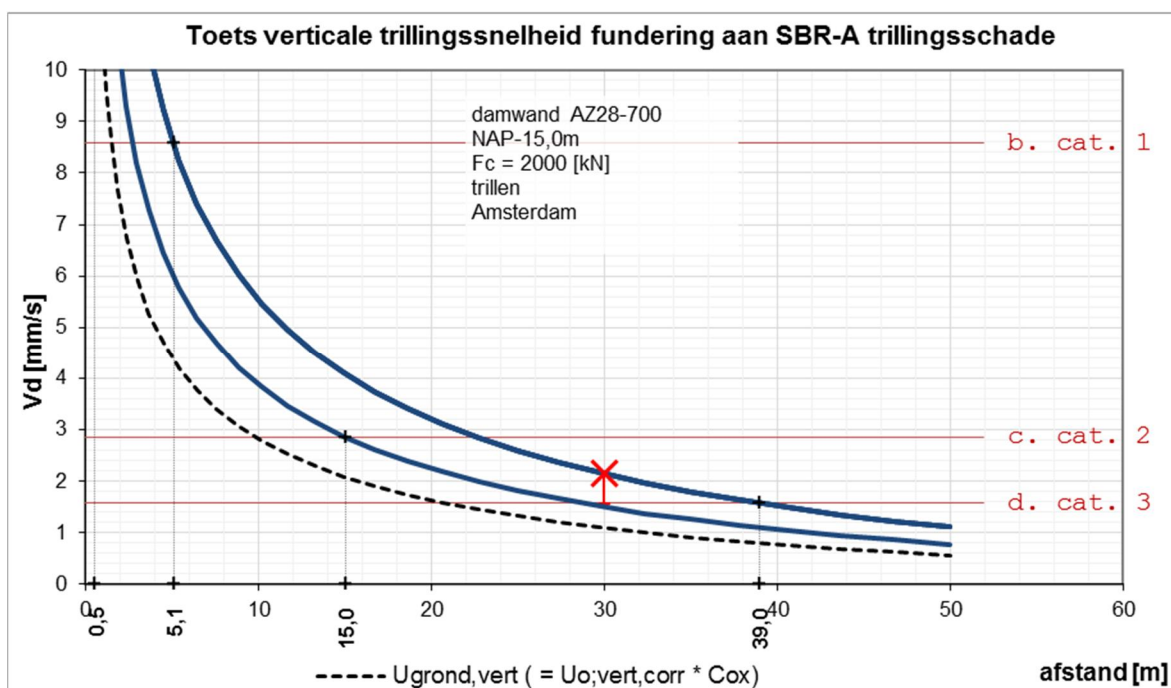


Toets trillingen bij slagkracht 653kN (uittrillen, sondering GAS3)

### Bijlage 3 - Trillingspredicties Gebouw A




Toets trillingen bij slagkracht 1435kN (intrillen, sondering 1998)



Toets trillingen bij slagkracht 2000kN (uittrillen gemaximaliseerd, sondering 1998)

## Bijlage 4 - Inklingsberekening

Sheet	<b>Zakking t.g.v. verdichting door intrillen damwand methode Hergarden, v041</b>	 <b>CRUX</b>
Project	Zuidergasfabriek	
Projectnummer	16340	
Onderdeel	GAS2 500kN	
Datum	8-9-2016	
Opsteller	har	

P:\16340 BA RA Overanstel voormalig kantoor NUON\04 REK\Excel\QSH 16340 M aalreldzakking intrillen damwand Hergarden v041\GAS2.ztsm]160

### Invoer

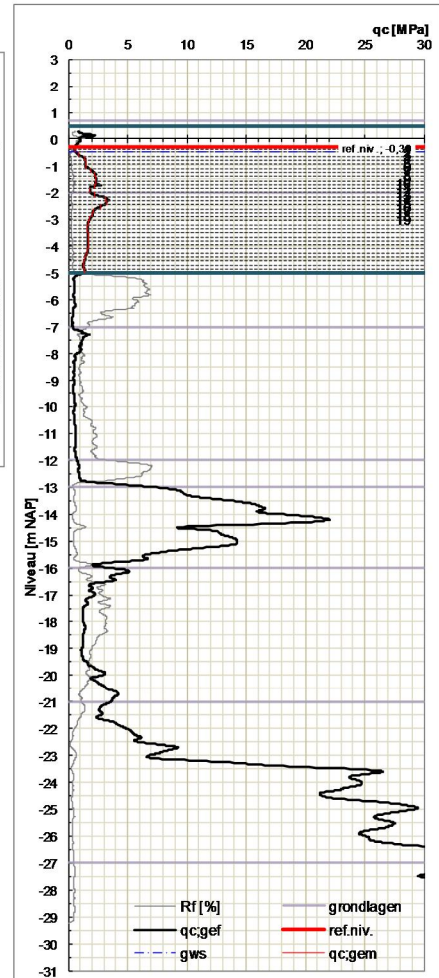
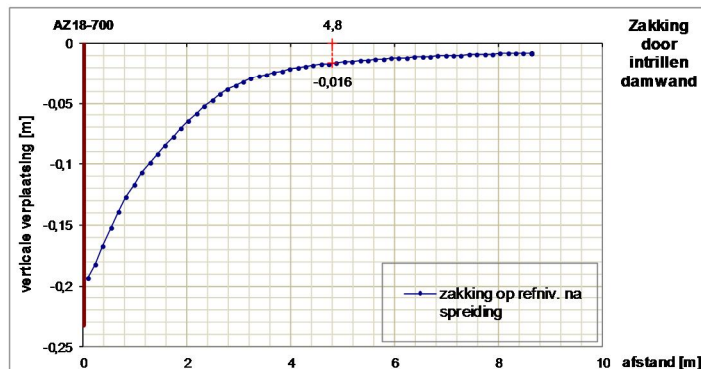
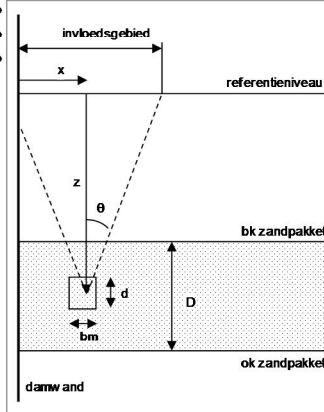
Referentieniveau  
b.k. klinkgevoelig pakket  
o.k. klinkgevoelig pakket  
Max. laagdikte mootje

Max. poriëgetal  
Min. poriëgetal  
Spreidingshoek  
Dempingscoëfficiënt  
Barkan  
Trillingsintensiteit op 5m


Slagkracht  
Frequentie trilblok

Gecorr. trillingsintensiteit  
Versnelling op 5m  
Grondwaterstand  
Dikte zandlaag  
Aantal laagjes  
mootbreedte  
Check volumes mootjes/ref.niv

d	-0,3 m NAP
	+0,5 m NAP
	-5,0 m NAP
	0,15 m
emax	0,75
emin	0,40
$\theta$	30°
$f_k$	0,01
$\alpha$	5
$u_0$	1,1 mm/s
F	500 kN
f	35 Hz
$u_{0,corr}$	1,40 mm/s
$a_0$	0,31 m/s <sup>2</sup>
	-0,5 m NAP
D	5,50 m
	32 laagjes
bm	0,15 m
	1,00 = OK





Sheet	<b>Zakking t.g.v. verdichting door intrillen damwand methode Hergarden, v041</b>	
Project	Zuidergasfabriek	
Projectnummer	16340	
Onderdeel	GAS2 1000kN	
Datum	8-9-2016	
Opsteller	har	

P:\16340 BA RA Overanstel voor maling kantoor\NUON\04 REK\Excel\QSH 16340 M aarveldzakking intrillen damwand Hergarden v041\GAS2.dsm]160

## Invoer

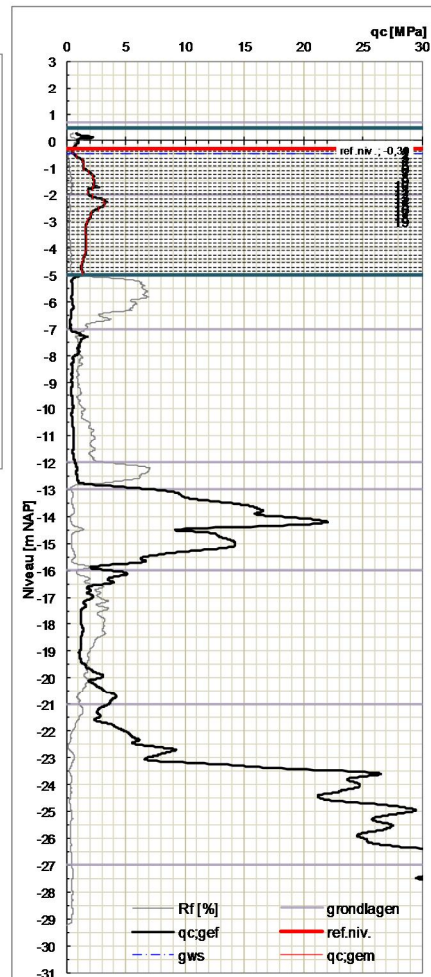
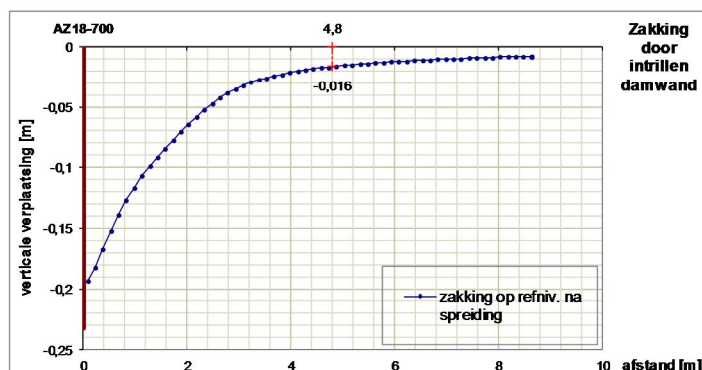
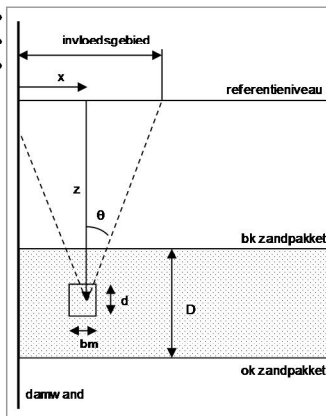
Referentieniveau  
b.k. klinkgevoelig pakket  
o.k. klinkgevoelig pakket  
Max. laagdikte mootje

Max. poriëgetal  
Min. poriëgetal  
Spreidingshoek  
Dempingscoëfficiënt  
Barkan  
Trillingsintensiteit op 5m

Slagkracht  
Frequentie trilblok

Gecorr. trillingsintensiteit  
Versnelling op 5m  
Grondwaterstand  
Dikte zandlaag  
Aantal laagjes  
mootbreedte  
Check volumes mootjes/ref.niv

d	-0,3 m NAP
	+0,5 m NAP
	-5,0 m NAP
	0,15 m
emax	0,75
emin	0,40
$\theta$	30°
$f_k$	0,01
$\alpha$	5
$u_0$	1,1 mm/s
F	500 kN
f	35 Hz
$u_{0,corr}$	1,40 mm/s
$a_0$	0,31 m/s <sup>2</sup>
	-0,5 m NAP
D	5,50 m
	32 laagjes
bm	0,15 m
	1,00 = OK



## Bijlage 5 - Berekening trekken damwanden

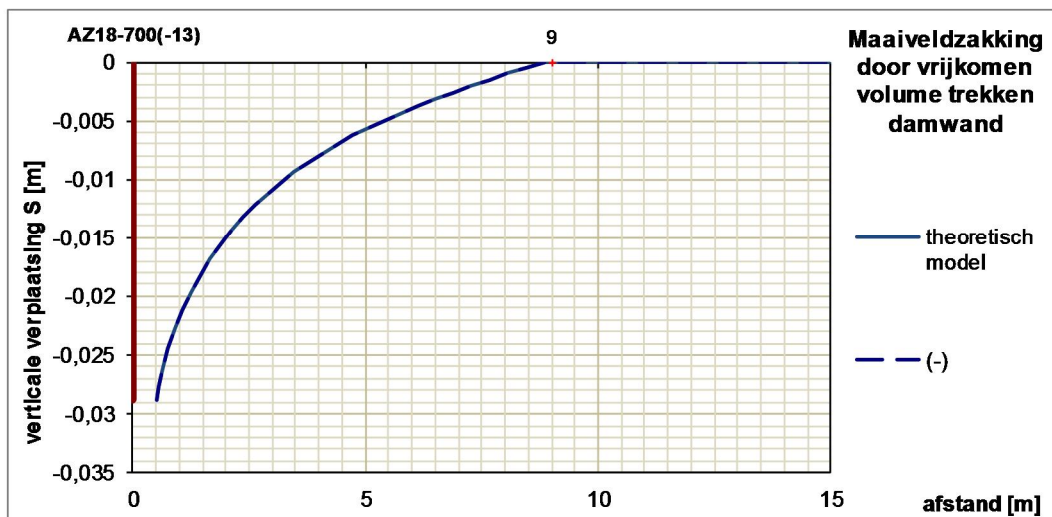
<b>Sheet</b>	<b>Zakking door trekken damwand (Hergarden), v031</b>	 <b>CRUX</b>
<b>Project</b>	Zuidergasfabriek	
<b>Projectnummer</b>	16340	
<b>Onderdeel</b>	snede A	
<b>Datum</b>	08.09.2016	
<b>Opsteller</b>	har	

PA 16340 IBA RA Overanstel voormalig kantoor NUON\04 REK\Excel\QSH\6340 Maaiveldzakking trekken damwand Hergarden v031\dsml\AZ18-700 NAP-13m

### UITGANGSPUNTEN

Damwand	AZ18-700		lengte wand L	12,70 m
Soortelijke dichtheid	7800	kg/m <sup>3</sup>	Gewicht	109,3 kg/m <sup>2</sup>
Planken geïnstalleerd	dubbel		Equivalent diameter	0,0140 m
Maaiveldniveau	-0,30	m NAP	Modelfactor K	1 _
Damwandvoet	-13,00	m NAP	Modelfactor N	1 _
Afschuifhoek $\theta$	35	graden	Grootte invloedsgebied tot	8,89 m

### RESULTATEN



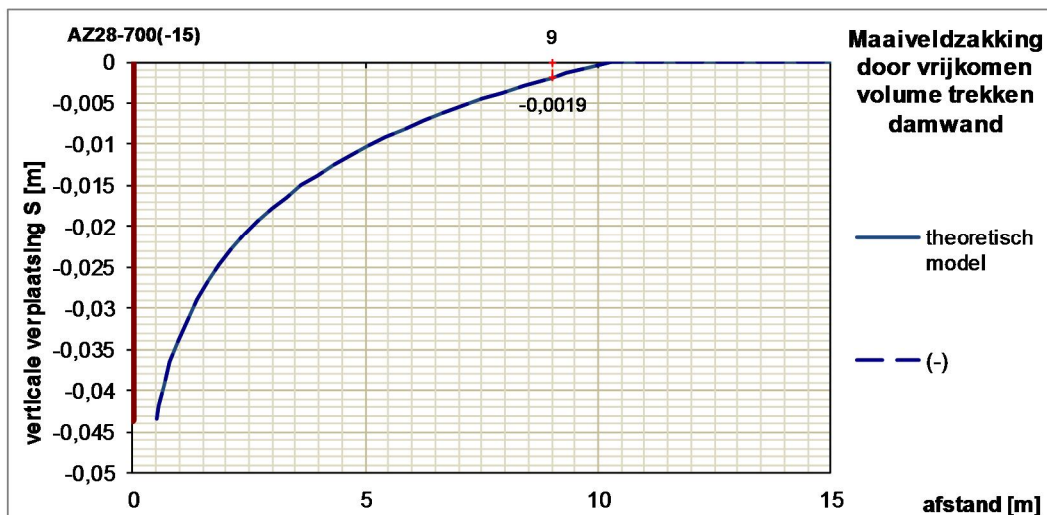
Sheet	<b>Zakking door trekken damwand (Hergarden), v031</b>		
Project	Zuidergasfabriek		
Projectnummer	16340		
Onderdeel	snede A		
Datum	08.09.2016		
Opsteller	har		

P:\16340 IBA RA Overanstel voormalig kantoor NUONI\04 REK\Excel\QSH\16340 Maaiveldzakking trekken damwand Hergarden v031\dsim\AZ18-700 NAP-13m

## UITGANGSPUNTEN

Damwand	AZ28-700		lengte wand L	14,70 m
Soortelijke dichtheid	7800	kg/m <sup>3</sup>	Gewicht	157,2 kg/m <sup>2</sup>
Planken geïnstalleerd	dubbel		Equivalente diameter	0,0202 m
Maaiveldniveau	-0,30	m NAP	Modelfactor K	1 _
Damwandvoet	-15,00	m NAP	Modelfactor N	1 _
Afschuifhoek $\theta$	35	graden	Grootte invloedsgebied tot	10,29 m

## RESULTATEN



## Bijlage 6 - Uitvoer D-Settlement; beschouwing grondaanvulling

## Report for D-Settlement 16.1

Settlement Calculations  
Developed by Deltares



Company: CRUX Engineering B.V.

Date of report: 17.10.2016

Time of report: 08:52:15

Date of calculation: 14.10.2016

Time of calculation: 13:55:22

Filename: P:\..\DSET001 lange termijn zakkingsinvloed aanvulling spreiding ontgrav NAP-2,6m

## 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	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
3.1 Results for Vertical 17 (X = 21,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.2 Results for Vertical 18 (X = 22,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.3 Results for Vertical 19 (X = 23,00 m; Z = 0,00 m)	8
3.4 Results for Vertical 20 (X = 24,00 m; Z = 0,00 m)	9
3.5 Results for Vertical 21 (X = 25,00 m; Z = 0,00 m)	10
3.6 Results for Vertical 22 (X = 26,00 m; Z = 0,00 m)	11
3.7 Results for Vertical 23 (X = 27,00 m; Z = 0,00 m)	12
4 Settlements	14
4.1 Settlements	14
4.2 Residual Times	14

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
10 - X -	0,000	25,000	50,000		
10 - Y -	0,700	0,700	0,700		
9 - X -	0,000	25,000	25,000	25,000	50,000
9 - Y -	-4,500	-4,500	-2,600	0,700	0,700
8 - X -	0,000	25,000	25,000	25,000	25,000
8 - Y -	-7,000	-7,000	-4,500	-2,600	0,700
8 - X -	50,000				
8 - Y -	0,700				
7 - X -	0,000	25,000	25,000	25,000	25,000
7 - Y -	-11,000	-11,000	-7,000	-4,500	-2,600
7 - X -	25,000	50,000			
7 - Y -	0,700	0,700			
6 - X -	0,000	25,000	25,000	25,000	25,000
6 - Y -	-12,000	-12,000	-11,000	-7,000	-4,500
6 - X -	25,000	25,000	50,000		
6 - Y -	-2,600	0,700	0,700		
5 - X -	0,000	25,000	25,000	25,000	25,000
5 - Y -	-12,000	-12,000	-11,000	-7,000	-4,500
5 - X -	25,000	50,000			
5 - Y -	-2,600	-2,600			
4 - X -	0,000	25,000	25,000	25,000	25,000
4 - Y -	-12,000	-12,000	-11,000	-7,000	-4,500
4 - X -	50,000				
4 - Y -	-4,500				
3 - X -	0,000	25,000	25,000	25,000	50,000
3 - Y -	-12,000	-12,000	-11,000	-7,000	-7,000
2 - X -	0,000	25,000	25,000	50,000	
2 - Y -	-12,000	-12,000	-11,000	-11,000	
1 - X -	0,000	25,000	50,000		
1 - Y -	-12,000	-12,000	-12,000		
0 - X -	0,000	50,000			
0 - Y -	-12,254	-12,254			

### 2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	50,000			
1 - Y -	-0,500	-0,500			

### 2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
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
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]

- Trapezoidal Loads : 1,00 [m]

## 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
10	Ophooglaag	1	1
9	Hollandveen	1	1
8	Wadafz.	1	1
7	Basisveen	1	1
6	Ophooglaag (STIJF)	1	1
5	Ophooglaag (1)	1	1
4	Hollandveen (1)	1	1
3	Wadafz. (1)	1	1
2	Basisveen (1)	1	1
1	Pleist.	0	0

## 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
10	Yes	18,90	18,90
9	No	10,50	10,50
8	No	14,90	14,90
7	No	11,70	11,70
6	Yes	18,90	18,90
5	Yes	18,90	18,90
4	No	10,50	10,50
3	No	14,90	14,90
2	No	11,70	11,70
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]
10	-
9	2,00E-07
8	1,00E-07
7	2,00E-07
6	-
5	-
4	2,00E-07
3	1,00E-07
2	2,00E-07
1	-

Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
10	-	10,00	-
9	-	10,00	-
8	-	10,00	-
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	51,40	-
4	-	51,40	-
3	-	51,40	-
2	-	51,40	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
10	1,80E+03	4,50E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,80E+03	1,00E+09
9	2,50E+01	5,00E+00	1,00E+02	2,00E+01	2,50E+01	2,00E+01
8	5,00E+01	1,00E+01	5,50E+02	1,10E+02	5,00E+01	1,10E+02
7	2,50E+01	5,00E+00	1,00E+02	2,00E+01	2,50E+01	2,00E+01
6	1,80E+03	4,50E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,80E+03	1,00E+09
5	1,80E+03	4,50E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,80E+03	1,00E+09
4	2,50E+01	5,00E+00	1,00E+02	2,00E+01	2,50E+01	2,00E+01
3	5,00E+01	1,00E+01	5,50E+02	1,10E+02	5,00E+01	1,10E+02
2	2,50E+01	5,00E+00	1,00E+02	2,00E+01	2,50E+01	2,00E+01
1	2,50E+01	5,00E+00	1,00E+02	2,00E+01	2,50E+01	2,00E+01

## 2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	-1	-18,90	-18,90
2	0	17,00	19,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	25,00	25,00	50,00	50,00		
1 - Y -	0,70	-2,60	-2,60	0,70		
2 - X -	25,00	25,00	50,00	50,00		
2 - Y -	-2,60	-0,50	-0,50	-2,60		

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000
6 - 10	10,000	11,000	12,000	13,000	14,000
11 - 15	15,000	16,000	17,000	18,000	19,000
16 - 20	20,000	21,000	22,000	23,000	24,000
21 - 25	25,000	26,000	27,000	28,000	29,000
26 - 29	30,000	31,000	32,000	33,000	

### 3 Results per Vertical

#### 3.1 Results for Vertical 17 (X = 21,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 10						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,230	0,000	13,230
-0,10	15,120	0,000	15,120	15,120	0,000	15,120
-0,20	17,010	0,000	17,010	17,010	0,000	17,010
-0,30	18,900	0,000	18,900	18,900	0,000	18,900
-0,50	22,680	0,000	22,680	22,790	0,110	22,680
-1,20	35,910	6,867	29,043	36,020	6,977	29,043
-1,90	49,140	13,734	35,406	49,250	13,844	35,406
-2,70	64,260	21,582	42,678	64,370	21,692	42,678
-3,70	83,122	31,392	51,730	83,250	31,502	51,748
-4,50	98,005	39,240	58,765	98,246	39,350	58,896
Layer 9						
-4,50	98,005	39,240	58,765	98,246	39,350	58,896
-5,15	104,398	45,617	58,782	104,843	45,725	59,118
-5,75	110,111	51,502	58,609	110,833	51,607	59,226
-6,40	116,149	57,879	58,270	117,240	57,976	59,264
-7,00	121,642	63,765	57,877	123,110	63,853	59,257
Layer 8						
-7,00	121,642	63,765	57,877	123,110	63,853	59,257
-8,00	135,151	73,575	61,576	137,279	73,655	63,623
-9,00	148,718	83,385	65,333	151,478	83,456	68,022
-10,00	162,410	93,195	69,215	165,740	93,254	72,486
-11,00	176,243	103,005	73,238	180,077	103,051	77,026
Layer 7						
-11,00	176,243	103,005	73,238	180,077	103,051	77,026
-11,50	181,612	107,910	73,702	185,659	107,936	77,723
-12,00	187,015	112,815	74,200	191,257	112,819	78,437
Layer 1						
-12,00	187,015	0,000	187,015	191,257	0,004	191,253
-12,13	189,446	0,000	189,446	193,739	0,002	193,737
-12,25	191,879	0,000	191,879	196,222	0,000	196,222

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0011	0,0003	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0031	0,0003	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0021	0,0005	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0066	0,0012	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	10	0,0000	0,0000	0,0000	0,00

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-4,50	-7,00	9	0,0011	0,0003	0,0023	0,09
-7,00	-11,00	8	0,0031	0,0003	0,0043	0,11
-11,00	-12,00	7	0,0021	0,0005	0,0042	0,42
-12,00	-12,25	1	0,0002	0,0001	0,0005	0,18
Total			0,0066	0,0012	0,0112	

### 3.2 Results for Vertical 18 (X = 22,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 10						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,230	0,000	13,230
-0,10	15,120	0,000	15,120	15,120	0,000	15,120
-0,20	17,010	0,000	17,010	17,010	0,000	17,010
-0,30	18,900	0,000	18,900	18,900	0,000	18,900
-0,50	22,680	0,000	22,680	22,846	0,166	22,680
-1,20	35,910	6,867	29,043	36,076	7,033	29,043
-1,90	49,140	13,734	35,406	49,306	13,900	35,406
-2,70	64,260	21,582	42,678	64,426	21,748	42,678
-3,70	83,049	31,392	51,657	83,267	31,558	51,710
-4,50	97,585	39,240	58,345	98,081	39,406	58,676
Layer 9						
-4,50	97,585	39,240	58,345	98,081	39,406	58,676
-5,15	103,519	45,617	57,903	104,435	45,777	58,658
-5,75	108,784	51,502	57,281	110,186	51,655	58,530
-6,40	114,400	57,879	56,521	116,366	58,018	58,348
-7,00	119,597	63,765	55,832	122,075	63,887	58,188
Layer 8						
-7,00	119,597	63,765	55,832	122,075	63,887	58,188
-8,00	132,808	73,575	59,233	136,085	73,684	62,401
-9,00	146,261	83,385	62,876	150,221	83,479	66,742
-10,00	159,951	93,195	66,756	164,481	93,273	71,208
-11,00	173,847	103,005	70,842	178,846	103,065	75,781
Layer 7						
-11,00	173,847	103,005	70,842	178,847	103,065	75,781
-11,50	179,260	107,910	71,350	184,446	107,943	76,502
-12,00	184,712	112,815	71,897	190,064	112,821	77,243
Layer 1						
-12,00	184,713	0,000	184,713	190,064	0,006	190,059
-12,13	187,157	0,000	187,157	192,552	0,003	192,550
-12,25	189,604	0,000	189,604	195,042	0,000	195,042

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0022	0,0006	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0046	0,0004	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0028	0,0007	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0099	0,0017	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	10	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-4,50	-7,00	9	0,0022	0,0006	0,0044	0,18
-7,00	-11,00	8	0,0046	0,0004	0,0063	0,16
-11,00	-12,00	7	0,0028	0,0007	0,0056	0,56
-12,00	-12,25	1	0,0003	0,0001	0,0006	0,23
Total			0,0099	0,0017	0,0169	

### 3.3 Results for Vertical 19 (X = 23,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 10						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,230	0,000	13,230
-0,10	15,120	0,000	15,120	15,120	0,000	15,120
-0,20	17,010	0,000	17,010	17,010	0,000	17,010
-0,30	18,900	0,000	18,900	18,900	0,000	18,900
-0,50	22,680	0,000	22,680	22,940	0,260	22,680
-1,20	35,910	6,867	29,043	36,170	7,127	29,043
-1,90	49,140	13,734	35,406	49,400	13,994	35,406
-2,70	64,260	21,582	42,678	64,520	21,842	42,678
-3,70	82,712	31,392	51,320	83,184	31,652	51,532
-4,50	96,187	39,240	56,947	97,441	39,500	57,941
Layer 9						
-4,50	96,187	39,240	56,947	97,441	39,500	57,941
-5,15	101,214	45,617	55,598	103,312	45,864	57,449
-5,75	105,876	51,502	54,373	108,738	51,731	57,007
-6,40	111,113	57,879	53,234	114,708	58,080	56,629
-7,00	116,155	63,765	52,390	120,323	63,934	56,389
Layer 8						
-7,00	116,155	63,765	52,390	120,323	63,934	56,389
-8,00	129,358	73,575	55,783	134,325	73,723	60,602
-9,00	142,958	83,385	59,573	148,533	83,510	65,023
-10,00	156,852	93,195	63,657	162,894	93,297	69,598
-11,00	170,962	103,005	67,957	177,367	103,083	74,285
Layer 7						
-11,00	170,962	103,005	67,957	177,367	103,083	74,285
-11,50	176,480	107,910	68,570	183,013	107,953	75,061
-12,00	182,033	112,815	69,218	188,677	112,822	75,855
Layer 1						
-12,00	182,034	0,000	182,034	188,678	0,007	188,671
-12,13	184,503	0,000	184,503	191,178	0,004	191,175
-12,25	186,975	0,000	186,975	193,680	0,000	193,680

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0046	0,0012	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0068	0,0006	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0036	0,0009	0,0000	0,0000

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1	0,0000	0,0000	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0155	0,0028	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
0,70	-4,50	10	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-4,50	-7,00	9	0,0046	0,0012	0,0093	0,37
-7,00	-11,00	8	0,0068	0,0006	0,0093	0,23
-11,00	-12,00	7	0,0036	0,0009	0,0072	0,72
-12,00	-12,25	1	0,0004	0,0001	0,0007	0,28
Total			0,0155	0,0028	0,0265	

### 3.4 Results for Vertical 20 (X = 24,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]	S-total [kN/m²]	S-water [kN/m²]	S-eff. [kN/m²]
Layer 10						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,230	0,000	13,230
-0,10	15,120	0,000	15,120	15,120	0,000	15,120
-0,20	17,010	0,000	17,010	17,010	0,000	17,010
-0,30	18,900	0,000	18,900	18,900	0,000	18,900
-0,50	22,680	0,000	22,680	23,111	0,431	22,680
-1,20	35,910	6,867	29,043	36,341	7,298	29,043
-1,90	49,140	13,734	35,406	49,571	14,165	35,406
-2,70	64,259	21,582	42,677	64,691	22,013	42,678
-3,70	80,244	31,392	48,852	82,056	31,823	50,233
-4,50	91,126	39,240	51,886	94,952	39,671	55,282
Layer 9						
-4,50	91,126	39,240	51,886	94,953	39,671	55,282
-5,15	95,432	45,617	49,816	100,424	46,009	54,415
-5,75	100,061	51,502	48,559	105,811	51,849	53,962
-6,40	105,562	57,879	47,683	111,895	58,169	53,726
-7,00	110,942	63,765	47,177	117,665	63,997	53,669
Layer 8						
-7,00	110,943	63,765	47,177	117,665	63,997	53,669
-8,00	124,731	73,575	51,156	131,965	73,772	58,193
-9,00	138,855	83,385	55,470	146,439	83,548	62,891
-10,00	153,192	93,195	59,997	161,025	93,325	67,699
-11,00	167,673	103,005	64,668	175,685	103,104	72,581
Layer 7						
-11,00	167,673	103,005	64,668	175,685	103,104	72,581
-11,50	173,354	107,910	65,444	181,406	107,964	73,443
-12,00	179,057	112,815	66,242	187,139	112,824	74,315
Layer 1						
-12,00	179,057	0,000	179,057	187,139	0,009	187,130
-12,13	181,562	0,000	181,562	189,658	0,004	189,653
-12,25	184,069	0,000	184,069	192,177	0,000	192,177

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0102	0,0025	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0099	0,0009	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0046	0,0012	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0252	0,0047	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
0,70	-4,50	10	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-4,50	-7,00	9	0,0102	0,0025	0,0203	0,81
-7,00	-11,00	8	0,0099	0,0009	0,0135	0,34
-11,00	-12,00	7	0,0046	0,0012	0,0092	0,92
-12,00	-12,25	1	0,0004	0,0001	0,0009	0,35
Total			0,0252	0,0047	0,0439	

### 3.5 Results for Vertical 21 (X = 25,00 m; Z = 0,00 m)

Depth	Initial stress			Final stress		
	S-total	S-water	S-eff.	S-total	S-water	S-eff.
[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]
Layer 6						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,230	0,000	13,230
-0,10	15,120	0,000	15,120	15,120	0,000	15,120
-0,20	17,010	0,000	17,010	17,010	0,000	17,010
-0,30	18,900	0,000	18,900	18,900	0,000	18,900
-0,50	22,680	0,000	22,680	23,417	0,737	22,680
-1,20	35,910	6,867	29,043	36,647	7,604	29,043
-1,90	49,140	13,734	35,406	49,877	14,471	35,406
Layer 5						
-2,70	43,853	21,582	22,271	54,238	22,318	31,920
-3,70	62,785	31,392	31,393	73,169	32,126	41,042
-4,50	77,962	39,240	38,722	88,345	39,973	48,372
Layer 4						
-4,50	77,962	39,240	38,722	88,345	39,973	48,372
-5,15	84,832	45,617	39,215	95,102	46,238	48,864
-5,75	91,169	51,502	39,667	101,337	52,022	49,315
-6,40	98,031	57,879	40,152	108,088	58,289	49,800
-7,00	104,362	63,765	40,597	114,318	64,075	50,243
Layer 3						
-7,00	104,362	63,765	40,597	114,318	64,075	50,243
-8,00	119,311	73,575	45,736	129,209	73,831	55,378
-9,00	134,257	83,385	50,872	144,100	83,592	60,508
-10,00	149,206	93,195	56,011	158,994	93,358	65,636
-11,00	164,159	103,005	61,154	173,892	103,128	70,765
Layer 2						
-11,00	164,159	103,005	61,154	173,892	103,128	70,765
-11,50	170,038	107,910	62,128	179,706	107,976	71,730
-12,00	175,918	112,815	63,103	185,520	112,825	72,695
Layer 1						



Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-12,00	175,919	0,000	175,919	185,521	0,010	185,510
-12,13	178,467	0,000	178,467	188,060	0,005	188,055
-12,25	181,015	0,000	181,015	190,601	0,000	190,601

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
1	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
-12,00	-12,25	1	0,0005	0,0001	0,0011	0,42
Total			0,0005	0,0001	0,0011	

### 3.6 Results for Vertical 22 (X = 26,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 6						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,230	0,000	13,230
-0,10	15,120	0,000	15,120	15,120	0,000	15,120
-0,20	17,010	0,000	17,010	17,010	0,000	17,010
-0,30	18,900	0,000	18,900	18,900	0,000	18,900
-0,50	22,680	0,000	22,680	23,833	1,153	22,680
-0,95	31,185	4,415	26,770	32,338	5,567	26,770
-1,80	47,250	12,753	34,497	48,403	13,906	34,497
-2,60	21,752	20,601	1,151	42,202	21,752	20,450
Layer 5						
-2,60	21,752	20,601	1,151	42,202	21,752	20,450
-3,55	41,827	29,921	11,906	61,276	31,065	30,211
-4,50	64,909	39,240	25,669	81,953	40,381	41,573
Layer 4						
-4,50	64,910	39,240	25,669	81,953	40,381	41,573
-5,15	74,313	45,617	28,697	89,929	46,533	43,395
-5,75	82,339	51,502	30,837	96,969	52,238	44,731
-6,40	90,548	57,879	32,669	104,356	58,435	45,920
-7,00	97,820	63,765	34,055	111,024	64,168	46,856
Layer 3						
-7,00	97,820	63,765	34,055	111,024	64,168	46,856
-8,00	113,917	73,575	40,342	126,490	73,901	52,590
-9,00	129,679	83,385	46,294	141,789	83,645	58,144
-10,00	145,235	93,195	52,040	156,986	93,398	63,588
-11,00	160,658	103,005	57,653	172,118	103,158	68,960
Layer 2						
-11,00	160,658	103,005	57,653	172,118	103,158	68,960
-11,50	166,734	107,910	58,824	178,021	107,994	70,027
-12,00	172,792	112,815	59,977	183,917	112,832	71,085
Layer 1						
-12,00	172,792	0,000	172,792	183,917	0,017	183,900

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-12,13	175,382	0,000	175,382	186,475	0,008	186,467
-12,25	177,972	0,000	177,972	189,034	0,000	189,034

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
6	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0382	0,0095	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0188	0,0017	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0070	0,0017	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0003	0,0001
Total	0,0000	0,0000	0,0657	0,0131	0,0003	0,0001

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-2,60	6	0,0002	0,0000	0,0002	0,01
-2,60	-4,50	5	0,0011	0,0000	0,0011	0,06
-4,50	-7,00	4	0,0382	0,0095	0,0752	3,01
-7,00	-11,00	3	0,0188	0,0017	0,0255	0,64
-11,00	-12,00	2	0,0070	0,0017	0,0139	1,39
-12,00	-12,25	1	0,0009	0,0002	0,0017	0,67
Total			0,0660	0,0132	0,1175	

### 3.7 Results for Vertical 23 (X = 27,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 6						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,230	0,000	13,230
-0,10	15,120	0,000	15,120	15,120	0,000	15,120
-0,20	17,010	0,000	17,010	17,010	0,000	17,010
-0,30	18,900	0,000	18,900	18,900	0,000	18,900
-0,50	22,680	0,000	22,680	24,181	1,501	22,680
-0,95	31,185	4,415	26,770	32,686	5,915	26,771
-1,80	47,250	12,753	34,497	48,751	14,254	34,497
-2,60	22,099	20,601	1,498	42,896	22,100	20,797
Layer 5						
-2,60	22,099	20,601	1,498	42,897	22,100	20,797
-3,55	40,322	29,921	10,401	60,981	31,412	29,569
-4,50	60,085	39,240	20,845	79,877	40,727	39,150
Layer 4						
-4,50	60,085	39,240	20,845	79,877	40,727	39,150
-5,15	68,718	45,617	23,102	87,356	46,807	40,549
-5,75	76,676	51,502	25,174	94,284	52,447	41,837
-6,40	85,116	57,879	27,237	101,719	58,581	43,138
-7,00	92,706	63,765	28,941	108,496	64,263	44,233
Layer 3						
-7,00	92,706	63,765	28,941	108,496	64,263	44,233
-8,00	109,363	73,575	35,788	124,224	73,972	50,252

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-9,00	125,632	83,385	42,247	139,766	83,700	56,066
-10,00	141,620	93,195	48,425	155,172	93,440	61,732
-11,00	157,406	103,005	54,401	170,481	103,190	67,291
Layer 2						
-11,00	157,406	103,005	54,401	170,481	103,190	67,291
-11,50	163,643	107,910	55,733	176,454	108,013	68,440
-12,00	169,848	112,815	57,033	182,413	112,840	69,574
Layer 1						
-12,00	169,849	0,000	169,849	182,413	0,025	182,389
-12,13	172,474	0,000	172,474	184,986	0,012	184,974
-12,25	175,099	0,000	175,099	187,559	0,000	187,559

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
6	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0515	0,0129	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0235	0,0021	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0082	0,0021	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0007	0,0002
Total	0,0000	0,0000	0,0852	0,0172	0,0007	0,0002

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-2,60	6	0,0002	0,0000	0,0002	0,01
-2,60	-4,50	5	0,0012	0,0000	0,0012	0,06
-4,50	-7,00	4	0,0515	0,0129	0,1008	4,03
-7,00	-11,00	3	0,0235	0,0021	0,0319	0,80
-11,00	-12,00	2	0,0082	0,0021	0,0163	1,63
-12,00	-12,25	1	0,0013	0,0003	0,0025	0,99
Total			0,0858	0,0174	0,1530	

## 4 Settlements

### 4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	5,00	0,00	0,70	0,000
2	6,00	0,00	0,70	0,000
3	7,00	0,00	0,70	0,000
4	8,00	0,00	0,70	0,000
5	9,00	0,00	0,70	0,000
6	10,00	0,00	0,70	0,000
7	11,00	0,00	0,70	0,001
8	12,00	0,00	0,70	0,001
9	13,00	0,00	0,70	0,001
10	14,00	0,00	0,70	0,001
11	15,00	0,00	0,70	0,002
12	16,00	0,00	0,70	0,002
13	17,00	0,00	0,70	0,003
14	18,00	0,00	0,70	0,004
15	19,00	0,00	0,70	0,005
16	20,00	0,00	0,70	0,008
17	21,00	0,00	0,70	0,011
18	22,00	0,00	0,70	0,017
19	23,00	0,00	0,70	0,027
20	24,00	0,00	0,70	0,044
21	25,00	0,00	0,70	0,075
22	26,00	0,00	0,70	0,118
23	27,00	0,00	0,70	0,153
24	28,00	0,00	0,70	0,176
25	29,00	0,00	0,70	0,190
26	30,00	0,00	0,70	0,199
27	31,00	0,00	0,70	0,205
28	32,00	0,00	0,70	0,209
29	33,00	0,00	0,70	0,212

### 4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	365	0,000	63,883	0,000
2	365	0,000	63,900	0,000
3	365	0,000	63,859	0,000
4	365	0,000	63,846	0,000
5	365	0,000	63,849	0,000
6	365	0,000	63,820	0,000
7	365	0,000	63,797	0,000
8	365	0,000	63,764	0,000
9	365	0,001	63,739	0,000
10	365	0,001	63,704	0,000
11	365	0,001	63,662	0,001
12	365	0,001	63,615	0,001
13	365	0,002	63,556	0,001
14	365	0,002	63,491	0,001
15	365	0,003	63,413	0,002
16	365	0,005	63,322	0,003
17	365	0,007	63,221	0,004
18	365	0,011	63,114	0,006
19	365	0,017	63,013	0,010
20	365	0,028	62,950	0,016
21	365	0,047	63,088	0,028
22	365	0,075	63,460	0,043



CRUX

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
23	365	0,097	63,533	0,056
24	365	0,112	63,576	0,064
25	365	0,121	63,610	0,069
26	365	0,127	63,637	0,073
27	365	0,131	63,660	0,075
28	365	0,133	63,678	0,076
29	365	0,135	63,692	0,077

**End of Report**

## Bijlage 7 - Uitvoer D-Settlement; beschouwing waterstandverlaging

## Report for D-Settlement 16.1

Settlement Calculations  
Developed by Deltares



Company: CRUX Engineering B.V.

Date of report: 17.10.2016

Time of report: 08:53:51

Date of calculation: 12.10.2016

Time of calculation: 09:29:25

Filename: P:\..\04 REK\GEO\Zet\DSET002 zakkingsinvloed bemaling



## 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 Water Loads	4
2.6.1 Water Load: bemaling	4
2.7 Verticals	4
3 Results per Vertical	5
3.1 Results for Vertical 1 (X = 2,00 m; Z = 0,00 m)	5
3.2 Results for Vertical 2 (X = 4,00 m; Z = 0,00 m)	6
3.3 Results for Vertical 3 (X = 6,00 m; Z = 0,00 m)	7
3.4 Results for Vertical 4 (X = 8,00 m; Z = 0,00 m)	8
3.5 Results for Vertical 5 (X = 10,00 m; Z = 0,00 m)	8
3.6 Results for Vertical 6 (X = 12,00 m; Z = 0,00 m)	9
3.7 Results for Vertical 7 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)	10
3.8 Results for Vertical 8 (X = 16,00 m; Z = 0,00 m)	11
3.9 Results for Vertical 9 (X = 18,00 m; Z = 0,00 m)	12
3.10 Results for Vertical 10 (X = 20,00 m; Z = 0,00 m)	13
3.11 Results for Vertical 11 (X = 22,00 m; Z = 0,00 m)	14
3.12 Results for Vertical 12 (X = 24,00 m; Z = 0,00 m)	15
3.13 Results for Vertical 13 (X = 26,00 m; Z = 0,00 m)	16
3.14 Results for Vertical 14 (X = 28,00 m; Z = 0,00 m)	17
3.15 Results for Vertical 15 (X = 30,00 m; Z = 0,00 m)	18
3.16 Results for Vertical 16 (X = 32,00 m; Z = 0,00 m)	19
3.17 Results for Vertical 17 (X = 34,00 m; Z = 0,00 m)	20
3.18 Results for Vertical 18 (X = 36,00 m; Z = 0,00 m)	21
3.19 Results for Vertical 19 (X = 38,00 m; Z = 0,00 m)	22
3.20 Results for Vertical 20 (X = 40,00 m; Z = 0,00 m)	23
3.21 Results for Vertical 21 (X = 42,00 m; Z = 0,00 m)	24
3.22 Results for Vertical 22 (X = 44,00 m; Z = 0,00 m)	25
3.23 Results for Vertical 23 (X = 46,00 m; Z = 0,00 m)	26
3.24 Results for Vertical 24 (X = 48,00 m; Z = 0,00 m)	27
3.25 Results for Vertical 25 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)	28
3.26 Results for Vertical 26 (X = 55,00 m; Z = 0,00 m)	29
3.27 Results for Vertical 27 (X = 60,00 m; Z = 0,00 m)	30
3.28 Results for Vertical 28 (X = 65,00 m; Z = 0,00 m)	31
3.29 Results for Vertical 29 (X = 70,00 m; Z = 0,00 m)	32
3.30 Results for Vertical 30 (X = 80,00 m; Z = 0,00 m)	33
3.31 Results for Vertical 31 (X = 90,00 m; Z = 0,00 m)	34
3.32 Results for Vertical 32 (X = 100,00 m; Z = 0,00 m)	35
3.33 Results for Vertical 33 (X = 110,00 m; Z = 0,00 m)	36
3.34 Results for Vertical 34 (X = 120,00 m; Z = 0,00 m)	37
3.35 Results for Vertical 35 (X = 130,00 m; Z = 0,00 m)	38
3.36 Results for Vertical 36 (X = 140,00 m; Z = 0,00 m)	39
3.37 Results for Vertical 37 (X = 150,00 m; Z = 0,00 m)	40
4 Settlements	42
4.1 Settlements	42
4.2 Residual Times	42

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
4 - X -	0,000	150,000			
4 - Y -	0,700	0,700			
3 - X -	0,000	150,000			
3 - Y -	-4,500	-4,500			
2 - X -	0,000	150,000			
2 - Y -	-7,000	-7,000			
1 - X -	0,000	150,000			
1 - Y -	-11,000	-11,000			
0 - X -	0,000	150,000			
0 - Y -	-12,000	-12,000			

### 2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	0,000	150,000			
1 - Y -	0,000	0,000			
2 - X -	0,000	5,000	10,000	25,000	50,000
2 - Y -	-3,200	-3,200	-2,600	-1,700	-0,900
2 - X -	75,000	100,000	150,000		
2 - Y -	-0,600	-0,300	-0,050		

### 2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained
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
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]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

### 2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
4	Ophooglaag	1	1
3	Hollandveen	1	1
2	Wadafzetting, hydr. ...	1	1
1	Basisveen	1	1

## 2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m <sup>3</sup> ]	Saturated [kN/m <sup>3</sup> ]
4	Yes	18,90	18,90
3	No	10,50	10,50
2	No	14,90	14,90
1	No	11,70	11,70

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m <sup>2</sup> /s]
4	-
3	2,00E-07
2	1,00E-07
1	2,00E-07

Layer number	Precons. pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	OCR [-]
4	-	10,00	-
3	-	10,00	-
2	-	10,00	-
1	-	10,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coeff.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
4	1,80E+03	4,50E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,80E+03	1,00E+09
3	2,50E+01	5,00E+00	1,00E+02	2,00E+01	2,50E+01	2,00E+01
2	5,00E+01	1,00E+01	5,50E+02	1,10E+02	5,00E+01	1,10E+02
1	2,50E+01	5,00E+00	1,00E+02	2,00E+01	2,50E+01	2,00E+01

## 2.6 Water Loads

### 2.6.1 Water Load: bemaling

Phreatic line 1  
Time [days] 0

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
4	2	2
3	99	99
2	99	99
1	1	1

## 2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 5	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000
6 - 10	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000
11 - 15	22,000	24,000	26,000	28,000	30,000
16 - 20	32,000	34,000	36,000	38,000	40,000
21 - 25	42,000	44,000	46,000	48,000	50,000
26 - 30	55,000	60,000	65,000	70,000	80,000
31 - 35	90,000	100,000	110,000	120,000	130,000
36 - 37	140,000	150,000			

### 3 Results per Vertical

#### 3.1 Results for Vertical 1 (X = 2,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	10,198	0,748	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	13,069	1,729	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	15,940	2,710	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	17,830	2,710	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	19,720	2,710	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	21,610	2,710	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	36,728	2,708	34,020
-1,90	49,140	18,639	30,501	51,845	2,705	49,140
-2,50	60,480	24,525	35,955	63,181	2,701	60,480
-3,20	73,710	31,392	42,318	76,405	2,695	73,710
-3,90	86,940	38,259	48,681	89,629	9,556	80,073
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,965	15,438	85,527
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,965	15,438	85,527
-5,15	105,105	50,522	54,584	107,019	24,183	82,836
-5,75	111,405	56,407	54,998	112,697	32,345	80,353
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,948	41,286	77,662
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,813	49,635	75,178
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,813	49,635	75,178
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,542	64,103	75,439
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,365	78,666	75,699
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,239	93,279	75,960
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0019	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,1057	0,0264
2	0,0000	0,0000	0,0087	0,0008	0,0124	0,0011
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0260	0,0050	0,1200	0,0276

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
0,70	-4,50	4	0,0025	0,0000	0,0025	0,05
-4,50	-7,00	3	0,1224	0,0306	0,2449	9,79
-7,00	-11,00	2	0,0211	0,0019	0,0288	0,72
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,1461	0,0325	0,2762	

### 3.2 Results for Vertical 2 (X = 4,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	10,198	0,748	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	13,069	1,729	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	15,940	2,710	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	17,830	2,710	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	19,720	2,710	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	21,610	2,710	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	36,728	2,708	34,020
-1,90	49,140	18,639	30,501	51,845	2,705	49,140
-2,50	60,480	24,525	35,955	63,181	2,701	60,480
-3,20	73,710	31,392	42,318	76,405	2,695	73,710
-3,90	86,940	38,259	48,681	89,629	9,556	80,073
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,965	15,438	85,527
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,965	15,438	85,527
-5,15	105,105	50,522	54,584	107,019	24,183	82,836
-5,75	111,405	56,407	54,998	112,697	32,345	80,353
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,948	41,286	77,662
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,813	49,635	75,178
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,813	49,635	75,178
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,542	64,103	75,439
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,365	78,666	75,699
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,239	93,279	75,960
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0019	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,1057	0,0264
2	0,0000	0,0000	0,0087	0,0008	0,0124	0,0011
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0260	0,0050	0,1200	0,0276

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0025	0,0000	0,0025	0,05
-4,50	-7,00	3	0,1224	0,0306	0,2449	9,79
-7,00	-11,00	2	0,0211	0,0019	0,0288	0,72
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,1461	0,0325	0,2762	

### 3.3 Results for Vertical 3 (X = 6,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	10,060	0,610	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	12,931	1,591	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	15,802	2,572	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	17,692	2,572	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	19,582	2,572	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	21,472	2,572	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	36,591	2,571	34,020
-1,90	49,140	18,639	30,501	51,707	2,567	49,140
-2,48	60,102	24,329	35,773	62,665	2,563	60,102
-3,08	71,442	30,215	41,227	74,001	2,559	71,442
-3,80	85,050	37,278	47,772	87,603	9,616	77,987
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,828	16,478	84,350
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,828	16,478	84,350
-5,15	105,105	50,522	54,584	106,916	25,139	81,777
-5,75	111,405	56,407	54,998	112,623	33,222	79,402
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,903	42,075	76,829
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,792	50,338	74,454
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,792	50,339	74,454
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,533	64,637	74,895
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,364	79,027	75,337
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,238	93,460	75,778
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0019	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0998	0,0249
2	0,0000	0,0000	0,0086	0,0008	0,0110	0,0010
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0260	0,0050	0,1126	0,0259

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0025	0,0000	0,0025	0,05
-4,50	-7,00	3	0,1165	0,0291	0,2330	9,32
-7,00	-11,00	2	0,0196	0,0018	0,0267	0,67
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,1386	0,0309	0,2622	

### 3.4 Results for Vertical 4 (X = 8,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,780	0,330	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	12,651	1,311	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	15,522	2,292	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	17,412	2,292	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	19,302	2,292	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	21,192	2,292	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	36,311	2,291	34,020
-1,90	49,140	18,639	30,501	51,428	2,288	49,140
-2,84	66,906	27,860	39,046	69,187	2,281	66,906
-3,70	83,160	36,297	46,863	85,435	10,711	74,723
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,549	18,554	81,995
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,549	18,554	81,995
-5,15	105,105	50,522	54,584	106,707	27,049	79,658
-5,75	111,405	56,407	54,998	112,474	34,974	77,500
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,813	43,650	75,163
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,750	51,746	73,005
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,751	51,746	73,005
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,514	65,705	73,809
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,362	79,749	74,612
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,238	93,821	75,416
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0018	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0877	0,0219
2	0,0000	0,0000	0,0085	0,0008	0,0080	0,0007
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0258	0,0049	0,0975	0,0227

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0024	0,0000	0,0024	0,05
-4,50	-7,00	3	0,1044	0,0261	0,2088	8,35
-7,00	-11,00	2	0,0165	0,0015	0,0225	0,56
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,1233	0,0276	0,2337	

### 3.5 Results for Vertical 5 (X = 10,00 m; Z = 0,00 m)



Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,497	0,047	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	12,368	1,028	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	15,239	2,009	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	17,129	2,009	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	19,019	2,009	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	20,909	2,009	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	36,027	2,007	34,020
-1,90	49,140	18,639	30,501	51,144	2,004	49,140
-2,60	62,370	25,506	36,864	64,369	1,999	62,370
-3,60	81,270	35,316	45,954	83,262	11,802	71,460
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,267	20,626	79,641
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,267	20,626	79,641
-5,15	105,105	50,522	54,584	106,496	28,957	77,539
-5,75	111,405	56,407	54,998	112,324	36,725	75,599
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,723	45,227	73,496
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,711	53,155	71,556
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,711	53,155	71,556
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,497	66,775	72,722
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,359	80,471	73,888
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,237	94,183	75,054
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0016	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0753	0,0188
2	0,0000	0,0000	0,0082	0,0007	0,0053	0,0005
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0255	0,0049	0,0823	0,0193

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0022	0,0000	0,0022	0,04
-4,50	-7,00	3	0,0920	0,0230	0,1841	7,36
-7,00	-11,00	2	0,0135	0,0012	0,0184	0,46
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,1078	0,0242	0,2048	

### 3.6 Results for Vertical 6 (X = 12,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	12,228	0,888	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	15,099	1,869	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	16,989	1,869	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	18,879	1,869	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	20,769	1,869	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	35,888	1,868	34,020
-1,90	49,140	18,639	30,501	51,005	1,865	49,140
-2,48	60,102	24,329	35,773	61,963	1,861	60,102
-3,10	71,820	30,411	41,409	73,676	7,939	65,738
-4,10	90,720	40,221	50,499	92,570	17,743	74,828
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,128	21,664	78,464
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	100,128	21,665	78,464
-5,15	105,105	50,522	54,584	106,394	29,915	76,479
-5,75	111,405	56,407	54,998	112,253	37,605	74,648
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,683	46,020	72,663
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,696	53,865	70,832
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,696	53,865	70,832
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,495	67,316	72,179
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,358	80,832	73,526
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,237	94,364	74,873
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0016	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0690	0,0173
2	0,0000	0,0000	0,0080	0,0007	0,0044	0,0004
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0253	0,0049	0,0750	0,0177

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0022	0,0000	0,0022	0,04
-4,50	-7,00	3	0,0857	0,0214	0,1715	6,86
-7,00	-11,00	2	0,0124	0,0011	0,0169	0,42
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,1003	0,0226	0,1906	

### 3.7 Results for Vertical 7 (X = 14,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	12,087	0,747	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	14,958	1,728	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	16,848	1,728	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	18,738	1,728	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	20,628	1,728	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	35,747	1,727	34,020
-1,90	49,140	18,639	30,501	50,863	1,723	49,140
-2,36	57,834	23,152	34,682	59,554	1,720	57,834
-3,10	71,820	30,411	41,409	73,536	8,975	64,561
-4,10	90,720	40,221	50,499	92,430	18,779	73,651
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,988	22,701	77,287
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,988	22,701	77,287
-5,15	105,105	50,522	54,584	106,291	30,871	75,420
-5,75	111,405	56,407	54,998	112,181	38,484	73,697
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,642	46,812	71,830
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,681	54,574	70,107
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,681	54,574	70,107
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,492	67,856	71,635
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,356	81,193	73,164
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,236	94,545	74,692
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0015	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0626	0,0157
2	0,0000	0,0000	0,0078	0,0007	0,0035	0,0003
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0251	0,0049	0,0677	0,0160

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0021	0,0000	0,0021	0,04
-4,50	-7,00	3	0,0793	0,0198	0,1587	6,35
-7,00	-11,00	2	0,0113	0,0010	0,0154	0,39
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0927	0,0209	0,1762	

### 3.8 Results for Vertical 8 (X = 16,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,944	0,604	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	14,815	1,585	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	16,705	1,585	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	18,595	1,585	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	20,485	1,585	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	35,604	1,584	34,020
-1,90	49,140	18,639	30,501	50,721	1,581	49,140
-2,24	55,566	21,974	33,592	57,144	1,578	55,566
-2,90	68,040	28,449	39,591	69,614	8,049	61,565
-3,90	86,940	38,259	48,681	88,509	17,853	70,655
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,846	23,736	76,109
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,846	23,737	76,109
-5,15	105,105	50,522	54,584	106,187	31,826	74,360
-5,75	111,405	56,407	54,998	112,109	39,363	72,746
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,601	47,604	70,997
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,666	55,284	69,383
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,666	55,284	69,383
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,489	68,397	71,092
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,355	81,554	72,801
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,236	94,725	74,511
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0014	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0562	0,0140
2	0,0000	0,0000	0,0075	0,0007	0,0026	0,0002
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0248	0,0049	0,0602	0,0143

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0020	0,0000	0,0020	0,04
-4,50	-7,00	3	0,0729	0,0182	0,1457	5,83
-7,00	-11,00	2	0,0102	0,0009	0,0139	0,35
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0850	0,0191	0,1616	

### 3.9 Results for Vertical 9 (X = 18,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,800	0,460	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	14,671	1,441	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	16,561	1,441	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	18,451	1,441	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	20,341	1,441	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	35,459	1,439	34,020
-1,90	49,140	18,639	30,501	50,576	1,436	49,140
-2,12	53,298	20,797	32,501	54,732	1,434	53,298
-2,90	68,040	28,449	39,591	69,470	9,082	60,388
-3,90	86,940	38,259	48,681	88,365	18,887	69,478
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,702	24,770	74,932
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,702	24,770	74,932
-5,15	105,105	50,522	54,584	106,081	32,780	73,301
-5,75	111,405	56,407	54,998	112,036	40,240	71,795
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,560	48,396	70,164
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,651	55,993	68,658
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,651	55,993	68,658
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,486	68,937	70,549
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,354	81,915	72,439
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,236	94,906	74,330
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0013	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0496	0,0124
2	0,0000	0,0000	0,0073	0,0007	0,0017	0,0002
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0246	0,0048	0,0526	0,0126

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0019	0,0000	0,0019	0,04
-4,50	-7,00	3	0,0663	0,0166	0,1326	5,30
-7,00	-11,00	2	0,0091	0,0008	0,0123	0,31
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0773	0,0174	0,1469	

### 3.10 Results for Vertical 10 (X = 20,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,653	0,313	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	14,524	1,294	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	16,414	1,294	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	18,304	1,294	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	20,194	1,294	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	35,313	1,293	34,020
-1,90	49,140	18,639	30,501	50,429	1,289	49,140
-2,00	51,030	19,620	31,410	52,318	1,288	51,030
-2,90	68,040	28,449	39,591	69,324	10,113	59,211
-3,90	86,940	38,259	48,681	88,219	19,918	68,301
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,556	25,801	73,755
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,556	25,801	73,755
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,974	33,732	72,242
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,962	41,117	70,844
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,518	49,187	69,331
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,636	56,702	67,934
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,636	56,702	67,934
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,483	69,477	70,005
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,353	82,276	72,077
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,235	95,087	74,148
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0012	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0430	0,0107
2	0,0000	0,0000	0,0071	0,0006	0,0008	0,0001
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0244	0,0048	0,0450	0,0108

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0018	0,0000	0,0018	0,03
-4,50	-7,00	3	0,0597	0,0149	0,1193	4,77
-7,00	-11,00	2	0,0079	0,0007	0,0108	0,27
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0694	0,0156	0,1319	

### 3.11 Results for Vertical 11 (X = 22,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,505	0,165	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	14,376	1,146	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	16,266	1,146	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	18,156	1,146	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	20,046	1,146	18,900
-1,08	33,642	10,595	23,047	34,787	1,145	33,642
-1,88	48,762	18,443	30,319	49,904	1,142	48,762
-1,90	49,140	18,639	30,501	50,281	1,338	48,944
-2,70	64,260	26,487	37,773	65,397	9,182	56,216
-3,70	83,160	36,297	46,863	84,293	18,987	65,306
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,410	26,832	72,578
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,410	26,832	72,578
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,867	34,685	71,182
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,888	41,994	69,894
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,477	49,979	68,498
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,622	57,412	67,209
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,622	57,412	67,209
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,480	70,017	69,462
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,351	82,637	71,715
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,235	95,268	73,967
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0011	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0362	0,0091
2	0,0000	0,0000	0,0068	0,0006	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0242	0,0048	0,0373	0,0091

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0017	0,0000	0,0017	0,03
-4,50	-7,00	3	0,0529	0,0132	0,1058	4,23
-7,00	-11,00	2	0,0068	0,0006	0,0093	0,23
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0615	0,0139	0,1169	

### 3.12 Results for Vertical 12 (X = 24,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,365	0,025	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	14,236	1,006	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	16,126	1,006	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	18,016	1,006	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,905	1,005	18,900
-1,06	33,264	10,399	22,865	34,268	1,004	33,264
-1,76	46,494	17,266	29,228	47,495	1,001	46,494
-1,90	49,140	18,639	30,501	50,141	2,374	47,767
-2,70	64,260	26,487	37,773	65,257	10,218	55,039
-3,70	83,160	36,297	46,863	84,153	20,024	64,129
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,270	27,870	71,401
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,270	27,870	71,401
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,767	35,645	70,123
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,822	42,879	68,943
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,444	50,780	67,665
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,616	58,131	66,485
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,616	58,131	66,485
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,477	70,558	68,919
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,350	82,997	71,352
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,235	95,449	73,786
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0010	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0294	0,0073
2	0,0000	0,0000	0,0064	0,0006	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0237	0,0048	0,0303	0,0073

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0016	0,0000	0,0016	0,03
-4,50	-7,00	3	0,0461	0,0115	0,0922	3,69
-7,00	-11,00	2	0,0064	0,0006	0,0088	0,22
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0541	0,0121	0,1025	

### 3.13 Results for Vertical 13 (X = 26,00 m; Z = 0,00 m)



Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	14,126	0,896	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	16,016	0,896	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,906	0,896	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,796	0,896	18,900
-0,97	31,525	9,496	22,029	32,420	0,895	31,525
-1,67	44,755	16,363	28,392	45,648	0,893	44,755
-1,90	49,140	18,639	30,501	50,032	3,167	46,864
-2,70	64,260	26,487	37,773	65,148	11,012	54,136
-3,70	83,160	36,297	46,863	84,044	20,818	63,226
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,162	28,664	70,498
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,162	28,664	70,498
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,690	36,380	69,310
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,771	43,557	68,214
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,419	51,393	67,026
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,612	58,682	65,930
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,612	58,682	65,930
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,474	70,972	68,502
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,349	83,274	71,075
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,235	95,587	73,647
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0009	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0241	0,0060
2	0,0000	0,0000	0,0061	0,0006	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0234	0,0047	0,0249	0,0060

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0015	0,0000	0,0015	0,03
-4,50	-7,00	3	0,0408	0,0102	0,0816	3,26
-7,00	-11,00	2	0,0061	0,0006	0,0083	0,21
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0484	0,0108	0,0914	

### 3.14 Results for Vertical 14 (X = 28,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	14,050	0,820	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,940	0,820	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,830	0,820	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,719	0,819	18,900
-0,90	30,316	8,868	21,447	31,134	0,819	30,316
-1,60	43,546	15,735	27,810	44,362	0,816	43,546
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,955	3,719	46,236
-2,70	64,260	26,487	37,773	65,072	11,563	53,508
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,968	21,370	62,598
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,086	29,216	69,870
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,086	29,216	69,870
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,636	36,891	68,745
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,735	44,028	67,707
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,401	51,820	66,582
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,609	59,066	65,543
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,609	59,066	65,543
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,473	71,260	68,212
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,348	83,467	70,882
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,234	95,684	73,551
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0008	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0204	0,0051
2	0,0000	0,0000	0,0059	0,0005	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0232	0,0047	0,0212	0,0051

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0014	0,0000	0,0014	0,03
-4,50	-7,00	3	0,0371	0,0093	0,0741	2,96
-7,00	-11,00	2	0,0059	0,0005	0,0080	0,20
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0443	0,0098	0,0835	

### 3.15 Results for Vertical 15 (X = 30,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,972	0,742	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,862	0,742	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,752	0,742	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,642	0,742	18,900
-0,94	30,996	9,221	21,775	31,737	0,741	30,996
-1,54	42,336	15,107	27,229	43,075	0,739	42,336
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,878	4,269	45,608
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,995	12,114	52,880
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,892	21,921	61,970
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,009	29,767	69,242
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	99,010	29,767	69,242
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,581	37,401	68,180
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,699	44,500	67,200
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,384	52,246	66,137
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,606	59,449	65,157
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,606	59,449	65,157
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,471	71,548	67,923
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,347	83,659	70,688
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,234	95,780	73,454
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0007	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0167	0,0042	0,0166	0,0042
2	0,0000	0,0000	0,0057	0,0005	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0230	0,0047	0,0173	0,0042

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0013	0,0000	0,0013	0,03
-4,50	-7,00	3	0,0333	0,0083	0,0666	2,67
-7,00	-11,00	2	0,0057	0,0005	0,0077	0,19
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0403	0,0088	0,0757	

### 3.16 Results for Vertical 16 (X = 32,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,906	0,676	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,796	0,676	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,686	0,676	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,576	0,676	18,900
-0,88	29,786	8,594	21,193	30,462	0,675	29,786
-1,48	41,126	14,480	26,647	41,800	0,674	41,126
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,812	4,831	44,981
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,929	12,677	52,253
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,826	22,484	61,343
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,944	30,330	68,615
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,944	30,330	68,615
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,538	37,923	67,615
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,675	44,983	66,693
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,378	52,684	65,693
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,603	59,832	64,770
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,603	59,832	64,771
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,469	71,836	67,633
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,347	83,851	70,495
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,234	95,876	73,358
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0006	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0166	0,0041	0,0136	0,0034
2	0,0000	0,0000	0,0054	0,0005	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0226	0,0046	0,0142	0,0034

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0012	0,0000	0,0012	0,02
-4,50	-7,00	3	0,0301	0,0075	0,0603	2,41
-7,00	-11,00	2	0,0054	0,0005	0,0074	0,19
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0368	0,0080	0,0690	

### 3.17 Results for Vertical 17 (X = 34,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,840	0,610	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,730	0,610	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,620	0,610	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,510	0,610	18,900
-0,81	28,577	7,966	20,611	29,186	0,609	28,577
-1,41	39,917	13,852	26,065	40,524	0,607	39,917
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,746	5,393	44,353
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,863	13,238	51,625
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,760	23,046	60,715
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,879	30,892	67,987
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,879	30,892	67,987
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,495	38,445	67,050
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,651	45,465	66,185
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,372	53,123	65,249
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,600	60,216	64,384
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,600	60,216	64,384
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,468	72,124	67,343
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,346	84,044	70,302
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,234	95,973	73,261
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0006	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0164	0,0041	0,0106	0,0026
2	0,0000	0,0000	0,0052	0,0005	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0222	0,0046	0,0111	0,0026

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0012	0,0000	0,0012	0,02
-4,50	-7,00	3	0,0269	0,0067	0,0539	2,16
-7,00	-11,00	2	0,0052	0,0005	0,0071	0,18
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0333	0,0072	0,0622	

### 3.18 Results for Vertical 18 (X = 36,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,773	0,543	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,663	0,543	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,553	0,543	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,443	0,543	18,900
-0,85	29,257	8,319	20,938	29,799	0,542	29,257
-1,35	38,707	13,224	25,483	39,248	0,541	38,707
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,679	5,954	43,725
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,796	13,800	50,997
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,694	23,607	60,087
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,812	31,453	67,359
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,812	31,453	67,359
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,452	38,967	66,485
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,626	45,948	65,678
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,365	53,561	64,804
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,597	60,599	63,998
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,597	60,599	63,998
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,466	72,413	67,053
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,345	84,236	70,109
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,234	96,069	73,164
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0005	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0162	0,0041	0,0075	0,0019
2	0,0000	0,0000	0,0050	0,0005	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0218	0,0045	0,0080	0,0019

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0011	0,0000	0,0011	0,02
-4,50	-7,00	3	0,0237	0,0059	0,0475	1,90
-7,00	-11,00	2	0,0050	0,0005	0,0068	0,17
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0298	0,0064	0,0553	

### 3.19 Results for Vertical 19 (X = 38,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,719	0,489	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,609	0,489	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,499	0,489	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,389	0,489	18,900
-1,28	37,498	12,596	24,902	37,985	0,488	37,498
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,626	6,529	43,097
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,744	14,375	50,369
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,641	24,182	59,459
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,760	32,029	66,731
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,760	32,029	66,731
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,422	39,502	65,920
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,616	46,444	65,171
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,359	53,999	64,360
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,594	60,982	63,611
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,594	60,982	63,611
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,464	72,701	66,764
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,345	84,429	69,916
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,233	96,166	73,068
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0004	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0159	0,0040	0,0053	0,0013
2	0,0000	0,0000	0,0048	0,0004	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0213	0,0044	0,0057	0,0013

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0010	0,0000	0,0010	0,02
-4,50	-7,00	3	0,0212	0,0053	0,0424	1,70
-7,00	-11,00	2	0,0048	0,0004	0,0065	0,16
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0270	0,0057	0,0499	

### 3.20 Results for Vertical 20 (X = 40,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,666	0,436	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,556	0,436	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,446	0,436	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,336	0,436	18,900
-1,22	36,288	11,968	24,320	36,723	0,435	36,288
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,573	7,104	42,469
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,691	14,950	49,741
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,589	24,758	58,831
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,708	32,604	66,103
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,708	32,604	66,103
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,393	40,038	65,355
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,606	46,942	64,664
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,353	54,437	63,916
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,591	61,366	63,225
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,591	61,366	63,225
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,463	72,989	66,474
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,344	84,621	69,723
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,233	96,262	72,971
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0003	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0156	0,0039	0,0031	0,0008
2	0,0000	0,0000	0,0045	0,0004	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0207	0,0043	0,0034	0,0008

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
0,70	-4,50	4	0,0009	0,0000	0,0009	0,02
-4,50	-7,00	3	0,0187	0,0047	0,0374	1,50
-7,00	-11,00	2	0,0045	0,0004	0,0062	0,15
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0241	0,0051	0,0445	

### 3.21 Results for Vertical 21 (X = 42,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890



Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,622	0,392	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,512	0,392	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,402	0,392	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,292	0,392	18,900
-1,16	35,078	11,340	23,738	35,469	0,390	35,078
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,529	7,687	41,841
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,647	15,534	49,113
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,545	25,342	58,203
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,664	33,189	65,475
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,664	33,189	65,475
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,372	40,583	64,790
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,596	47,439	64,157
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,347	54,876	63,471
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,588	61,749	62,839
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,588	61,749	62,839
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,461	73,277	66,184
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,343	84,814	69,529
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,233	96,358	72,875
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0002	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0151	0,0038	0,0016	0,0004
2	0,0000	0,0000	0,0043	0,0004	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0200	0,0042	0,0018	0,0004

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0008	0,0000	0,0008	0,02
-4,50	-7,00	3	0,0166	0,0042	0,0333	1,33
-7,00	-11,00	2	0,0043	0,0004	0,0059	0,15
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0218	0,0046	0,0400	

### 3.22 Results for Vertical 22 (X = 44,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,584	0,354	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,474	0,354	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,364	0,354	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,254	0,354	18,900
-1,09	33,869	10,713	23,156	34,221	0,352	33,869
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,491	8,277	41,214
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,609	16,124	48,486
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,508	25,932	57,576
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,627	33,779	64,848
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,627	33,779	64,848
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,359	41,134	64,225
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,586	47,936	63,650
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,341	55,314	63,027
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,584	62,132	62,452
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,585	62,132	62,452
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,459	73,565	65,894
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,342	85,006	69,336
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,233	96,455	72,778
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0001	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0145	0,0036	0,0004	0,0001
2	0,0000	0,0000	0,0041	0,0004	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0192	0,0040	0,0005	0,0001

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0007	0,0000	0,0007	0,01
-4,50	-7,00	3	0,0149	0,0037	0,0298	1,19
-7,00	-11,00	2	0,0041	0,0004	0,0056	0,14
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0197	0,0041	0,0361	

### 3.23 Results for Vertical 23 (X = 46,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,558	0,328	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,448	0,328	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,338	0,328	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,228	0,328	18,900
-1,03	32,659	10,085	22,575	32,986	0,327	32,659
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,465	8,880	40,586
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,584	16,727	47,858
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,483	26,535	56,948
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,602	34,383	64,220
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,602	34,383	64,220
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,345	41,685	63,660
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,576	48,433	63,143
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,335	55,752	62,583
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,581	62,515	62,066
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,582	62,516	62,066
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,458	73,853	65,604
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,342	85,199	69,143
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,233	96,551	72,681
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0138	0,0035	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0038	0,0003	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0183	0,0038	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 10000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
0,70	-4,50	4	0,0006	0,0000	0,0006	0,01
-4,50	-7,00	3	0,0138	0,0035	0,0276	1,10
-7,00	-11,00	2	0,0038	0,0003	0,0052	0,13
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0183	0,0038	0,0335	

### 3.24 Results for Vertical 24 (X = 48,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,539	0,309	13,230

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,429	0,309	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,319	0,309	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,209	0,309	18,900
-0,96	31,450	9,457	21,993	31,758	0,308	31,450
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,446	9,489	39,958
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,565	17,335	47,230
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,464	27,144	56,320
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,583	34,992	63,592
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,584	34,992	63,592
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,330	42,236	63,095
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,566	48,930	62,636
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,328	56,190	62,139
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,578	62,899	61,680
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,578	62,899	61,680
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,456	74,141	65,315
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,341	85,391	68,950
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,233	96,648	72,585
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0130	0,0033	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0036	0,0003	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0172	0,0036	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0006	0,0000	0,0006	0,01
-4,50	-7,00	3	0,0130	0,0033	0,0260	1,04
-7,00	-11,00	2	0,0036	0,0003	0,0049	0,12
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0172	0,0036	0,0315	

### 3.25 Results for Vertical 25 (X = 50,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,520	0,290	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,410	0,290	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,300	0,290	17,010

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,190	0,290	18,900
-0,90	30,240	8,829	21,411	30,529	0,289	30,240
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,427	10,097	39,330
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,546	17,944	46,602
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,445	27,753	55,692
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,564	35,600	62,964
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,564	35,600	62,964
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,316	42,787	62,530
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,555	49,427	62,129
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,322	56,628	61,694
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,575	63,282	61,293
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,575	63,282	61,293
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,454	74,429	65,025
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,340	85,584	68,757
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,232	96,744	72,488
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0122	0,0030	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0034	0,0003	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0161	0,0034	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0005	0,0000	0,0005	0,01
-4,50	-7,00	3	0,0122	0,0030	0,0244	0,98
-7,00	-11,00	2	0,0034	0,0003	0,0046	0,12
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0161	0,0034	0,0295	

### 3.26 Results for Vertical 26 (X = 55,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,502	0,272	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,392	0,272	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,281	0,271	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,171	0,271	18,900
-0,84	29,106	8,240	20,866	29,377	0,271	29,106

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-1,40	39,690	13,734	25,956	39,960	5,763	34,196
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,409	10,668	38,741
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,528	18,515	46,013
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,427	28,324	55,103
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,546	36,171	62,375
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,547	36,171	62,375
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,303	43,303	62,000
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,546	49,893	61,653
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,316	57,039	61,278
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,572	63,641	60,931
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,572	63,641	60,931
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,453	74,699	64,753
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,340	85,764	68,576
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,232	96,835	72,398
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0114	0,0029	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0032	0,0003	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0151	0,0031	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0005	0,0000	0,0005	0,01
-4,50	-7,00	3	0,0114	0,0029	0,0229	0,91
-7,00	-11,00	2	0,0032	0,0003	0,0043	0,11
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0151	0,0031	0,0277	

### 3.27 Results for Vertical 27 (X = 60,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,483	0,253	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,373	0,253	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,263	0,253	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,153	0,253	18,900
-0,78	27,972	7,652	20,320	28,224	0,252	27,972
-1,30	37,800	12,753	25,047	38,051	5,353	32,699

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,391	11,238	38,153
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,510	19,085	45,425
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,409	28,894	54,515
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,528	36,741	61,787
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,528	36,742	61,787
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,289	43,819	61,470
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,536	50,358	61,178
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,310	57,449	60,861
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,569	64,000	60,569
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,569	64,001	60,569
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,451	74,969	64,482
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,339	85,945	68,394
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,232	96,925	72,307
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0107	0,0027	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0029	0,0003	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0141	0,0029	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0005	0,0000	0,0005	0,01
-4,50	-7,00	3	0,0107	0,0027	0,0213	0,85
-7,00	-11,00	2	0,0029	0,0003	0,0040	0,10
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0141	0,0029	0,0258	

### 3.28 Results for Vertical 28 (X = 65,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,465	0,235	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,355	0,235	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,245	0,235	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,134	0,234	18,900
-0,72	26,838	7,063	19,775	27,072	0,234	26,838
-1,30	37,800	12,753	25,047	38,033	5,923	32,110
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,372	11,808	37,564

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,491	19,655	44,836
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,391	29,464	53,926
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,510	37,312	61,198
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,510	37,312	61,198
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,276	44,335	60,940
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,526	50,824	60,702
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,304	57,860	60,445
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,566	64,360	60,207
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,566	64,360	60,207
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,449	75,240	64,210
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,338	86,125	68,213
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,232	97,015	72,217
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0099	0,0025	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0027	0,0002	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0131	0,0027	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0005	0,0000	0,0005	0,01
-4,50	-7,00	3	0,0099	0,0025	0,0197	0,79
-7,00	-11,00	2	0,0027	0,0002	0,0037	0,09
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0131	0,0027	0,0239	

### 3.29 Results for Vertical 29 (X = 70,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,446	0,216	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,336	0,216	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,226	0,216	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,116	0,216	18,900
-0,66	25,704	6,475	19,229	25,919	0,215	25,704
-1,30	37,800	12,753	25,047	38,014	6,493	31,522
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,354	12,378	36,976
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,473	20,225	44,248



Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,372	30,035	53,338
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,492	37,882	60,610
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,492	37,882	60,610
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,262	44,851	60,411
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,517	51,290	60,227
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,298	58,270	60,028
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,563	64,719	59,844
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,564	64,719	59,844
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,448	75,510	63,938
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,338	86,305	68,032
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,232	97,106	72,126
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0091	0,0023	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0025	0,0002	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0120	0,0025	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0004	0,0000	0,0004	0,01
-4,50	-7,00	3	0,0091	0,0023	0,0182	0,73
-7,00	-11,00	2	0,0025	0,0002	0,0034	0,09
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0120	0,0025	0,0220	

### 3.30 Results for Vertical 30 (X = 80,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,408	0,178	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,298	0,178	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,188	0,178	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,078	0,178	18,900
-0,54	23,436	5,297	18,139	23,614	0,178	23,436
-1,20	35,910	11,772	24,138	36,087	6,651	29,435
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,316	13,518	35,798
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,436	21,365	43,070
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,335	31,175	52,160

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,454	39,022	59,432
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,455	39,022	59,432
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,234	45,883	59,351
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,497	52,221	59,276
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,286	59,091	59,195
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,557	65,437	59,120
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,558	65,438	59,120
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,445	76,050	63,395
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,336	86,666	67,670
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,231	97,286	71,945
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0075	0,0019	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0020	0,0002	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0099	0,0021	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0004	0,0000	0,0004	0,01
-4,50	-7,00	3	0,0075	0,0019	0,0150	0,60
-7,00	-11,00	2	0,0020	0,0002	0,0028	0,07
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0099	0,0021	0,0182	

### 3.31 Results for Vertical 31 (X = 90,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,370	0,140	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,260	0,140	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,150	0,140	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,040	0,140	18,900
-0,42	21,168	4,120	17,048	21,307	0,139	21,168
-1,20	35,910	11,772	24,138	36,049	7,790	28,258
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,278	14,657	34,621
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,398	22,504	41,893
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,297	32,314	50,983
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,417	40,162	58,255

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,417	40,162	58,255
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,206	46,915	58,292
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,477	53,152	58,325
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,274	59,912	58,362
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,551	66,156	58,396
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,552	66,156	58,396
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,441	76,590	62,852
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,335	87,027	67,308
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,231	97,467	71,764
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0059	0,0015	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0016	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0078	0,0016	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0003	0,0000	0,0003	0,01
-4,50	-7,00	3	0,0059	0,0015	0,0118	0,47
-7,00	-11,00	2	0,0016	0,0001	0,0022	0,05
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0078	0,0016	0,0142	

### 3.32 Results for Vertical 32 (X = 100,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,331	0,101	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,221	0,101	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,111	0,101	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	19,000	0,100	18,900
-1,10	34,020	10,791	23,229	34,120	7,948	26,172
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,239	15,795	33,444
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,359	23,643	40,716
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,259	33,453	49,806
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,378	41,300	57,078
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,379	41,301	57,078

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,178	47,946	57,232
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,457	54,082	57,375
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,262	60,733	57,529
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,545	66,874	57,671
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,545	66,874	57,671
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,438	77,130	62,308
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,333	87,388	66,946
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,231	97,648	71,583
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0042	0,0011	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0011	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0056	0,0012	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0002	0,0000	0,0002	0,00
-4,50	-7,00	3	0,0042	0,0011	0,0085	0,34
-7,00	-11,00	2	0,0011	0,0001	0,0016	0,04
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0056	0,0012	0,0103	

### 3.33 Results for Vertical 33 (X = 110,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,314	0,084	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,204	0,084	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,094	0,084	17,010
-0,25	17,955	2,453	15,502	18,039	0,084	17,955
-0,30	18,900	2,943	15,957	18,984	0,575	18,410
-1,10	34,020	10,791	23,229	34,103	8,422	25,681
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,223	16,270	32,953
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,343	24,117	40,226
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,243	33,927	49,316
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,362	41,775	56,587
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,362	41,775	56,588
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,166	48,375	56,791

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,448	54,470	56,978
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,256	61,075	57,182
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,543	67,174	57,369
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,543	67,174	57,369
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,437	77,355	62,082
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,333	87,538	66,795
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,231	97,723	71,507
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0035	0,0009	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0010	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0047	0,0010	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0002	0,0000	0,0002	0,00
-4,50	-7,00	3	0,0035	0,0009	0,0071	0,28
-7,00	-11,00	2	0,0010	0,0001	0,0013	0,03
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0047	0,0010	0,0086	

### 3.34 Results for Vertical 34 (X = 120,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,298	0,068	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,188	0,068	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,077	0,067	17,010
-0,30	18,900	2,943	15,957	18,967	1,048	17,919
-1,10	34,020	10,791	23,229	34,087	8,896	25,191
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,207	16,744	32,463
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,326	24,591	39,735
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,226	34,401	48,825
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,346	42,249	56,097
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,346	42,249	56,097
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,154	48,805	56,349
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,440	54,857	56,582
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,251	61,417	56,834

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,540	67,473	57,067
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,540	67,473	57,067
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,435	77,580	61,856
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,332	87,689	66,644
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,231	97,799	71,432
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0028	0,0007	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0008	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0038	0,0008	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0002	0,0000	0,0002	0,00
-4,50	-7,00	3	0,0028	0,0007	0,0057	0,23
-7,00	-11,00	2	0,0008	0,0001	0,0010	0,03
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0038	0,0008	0,0069	

### 3.35 Results for Vertical 35 (X = 130,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,281	0,051	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,171	0,051	15,120
-0,15	16,065	1,472	14,594	16,116	0,051	16,065
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,061	0,541	16,520
-0,30	18,900	2,943	15,957	18,951	1,522	17,428
-1,10	34,020	10,791	23,229	34,070	9,370	24,701
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,190	17,218	31,973
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,310	25,066	39,245
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,210	34,875	48,334
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,330	42,723	55,607
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,330	42,723	55,607
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,142	49,234	55,908
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,431	55,245	56,186
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,246	61,759	56,487
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,538	67,772	56,766

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,538	67,772	56,766
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,434	77,805	61,629
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,332	87,839	66,493
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,230	97,874	71,356
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0021	0,0005	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0028	0,0006	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0001	0,0000	0,0001	0,00
-4,50	-7,00	3	0,0021	0,0005	0,0043	0,17
-7,00	-11,00	2	0,0006	0,0001	0,0008	0,02
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0028	0,0006	0,0052	

### 3.36 Results for Vertical 36 (X = 140,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,264	0,034	13,230
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,154	0,034	15,120
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,044	1,015	16,029
-0,30	18,900	2,943	15,957	18,934	1,996	16,938
-1,10	34,020	10,791	23,229	34,054	9,844	24,210
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,174	17,692	31,482
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,293	25,539	38,754
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,193	35,349	47,844
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,313	43,197	55,116
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,313	43,197	55,116
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,130	49,663	55,466
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,422	55,633	55,790
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,241	62,100	56,140
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,535	68,071	56,464
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,535	68,072	56,464

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,433	78,030	61,403
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,331	87,989	66,342
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,230	97,949	71,281
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0014	0,0004	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0019	0,0004	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0001	0,0000	0,0001	0,00
-4,50	-7,00	3	0,0014	0,0004	0,0029	0,11
-7,00	-11,00	2	0,0004	0,0000	0,0005	0,01
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0019	0,0004	0,0035	

### 3.37 Results for Vertical 37 (X = 150,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
Layer 4						
0,70	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001
0,60	1,890	0,000	1,890	1,890	0,000	1,890
0,50	3,780	0,000	3,780	3,780	0,000	3,780
0,40	5,670	0,000	5,670	5,670	0,000	5,670
0,30	7,560	0,000	7,560	7,560	0,000	7,560
0,20	9,450	0,000	9,450	9,450	0,000	9,450
0,10	11,340	0,000	11,340	11,340	0,000	11,340
0,00	13,230	0,000	13,230	13,247	0,017	13,230
-0,05	14,175	0,490	13,684	14,192	0,017	14,175
-0,10	15,120	0,981	14,139	15,137	0,508	14,630
-0,20	17,010	1,962	15,048	17,027	1,489	15,539
-0,30	18,900	2,943	15,957	18,917	2,470	16,447
-1,10	34,020	10,791	23,229	34,037	10,317	23,720
-1,90	49,140	18,639	30,501	49,157	18,165	30,992
-2,70	64,260	26,487	37,773	64,277	26,013	38,264
-3,70	83,160	36,297	46,863	83,177	35,823	47,353
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,297	43,671	54,625
Layer 3						
-4,50	98,280	44,145	54,135	98,297	43,671	54,626
-5,15	105,105	50,522	54,584	105,117	50,092	55,025
-5,75	111,405	56,407	54,998	111,414	56,020	55,394
-6,40	118,230	62,784	55,446	118,235	62,442	55,793
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,533	68,371	56,162
Layer 2						
-7,00	124,530	68,670	55,860	124,533	68,371	56,162
-8,00	139,430	78,480	60,950	139,431	78,255	61,176



Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]	S-total [kN/m <sup>2</sup> ]	S-water [kN/m <sup>2</sup> ]	S-eff. [kN/m <sup>2</sup> ]
-9,00	154,330	88,290	66,040	154,331	88,140	66,191
-10,00	169,230	98,100	71,130	169,230	98,025	71,205
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
Layer 1						
-11,00	184,130	107,910	76,220	184,130	107,910	76,220
-11,50	189,980	112,815	77,165	189,980	112,815	77,165
-12,00	195,830	117,720	78,110	195,830	117,720	78,110

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0007	0,0002	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0010	0,0002	0,0000	0,0000

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 10000 [days] [m]	
0,70	-4,50	4	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-4,50	-7,00	3	0,0007	0,0002	0,0014	0,06
-7,00	-11,00	2	0,0002	0,0000	0,0003	0,01
-11,00	-12,00	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0010	0,0002	0,0017	

## 4 Settlements

### 4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	2,00	0,00	0,70	0,276
2	4,00	0,00	0,70	0,276
3	6,00	0,00	0,70	0,262
4	8,00	0,00	0,70	0,234
5	10,00	0,00	0,70	0,205
6	12,00	0,00	0,70	0,191
7	14,00	0,00	0,70	0,176
8	16,00	0,00	0,70	0,162
9	18,00	0,00	0,70	0,147
10	20,00	0,00	0,70	0,132
11	22,00	0,00	0,70	0,117
12	24,00	0,00	0,70	0,103
13	26,00	0,00	0,70	0,091
14	28,00	0,00	0,70	0,084
15	30,00	0,00	0,70	0,076
16	32,00	0,00	0,70	0,069
17	34,00	0,00	0,70	0,062
18	36,00	0,00	0,70	0,055
19	38,00	0,00	0,70	0,050
20	40,00	0,00	0,70	0,044
21	42,00	0,00	0,70	0,040
22	44,00	0,00	0,70	0,036
23	46,00	0,00	0,70	0,033
24	48,00	0,00	0,70	0,032
25	50,00	0,00	0,70	0,030
26	55,00	0,00	0,70	0,028
27	60,00	0,00	0,70	0,026
28	65,00	0,00	0,70	0,024
29	70,00	0,00	0,70	0,022
30	80,00	0,00	0,70	0,018
31	90,00	0,00	0,70	0,014
32	100,00	0,00	0,70	0,010
33	110,00	0,00	0,70	0,009
34	120,00	0,00	0,70	0,007
35	130,00	0,00	0,70	0,005
36	140,00	0,00	0,70	0,003
37	150,00	0,00	0,70	0,002

### 4.2 Residual Times


Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,076	27,681	0,200
2	30	0,076	27,681	0,200
3	30	0,073	27,715	0,190
4	30	0,065	27,792	0,169
5	30	0,057	27,877	0,148
6	30	0,053	27,914	0,137
7	30	0,049	27,954	0,127
8	30	0,045	27,999	0,116
9	30	0,041	28,051	0,106
10	30	0,037	28,112	0,095
11	30	0,033	28,180	0,084
12	30	0,029	28,216	0,074
13	30	0,026	28,249	0,066
14	30	0,024	28,272	0,060

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
15	30	0,021	28,300	0,054
16	30	0,020	28,314	0,049
17	30	0,018	28,325	0,045
18	30	0,016	28,347	0,040
19	30	0,014	28,332	0,036
20	30	0,013	28,329	0,032
21	30	0,011	28,296	0,029
22	30	0,010	28,231	0,026
23	30	0,009	28,112	0,024
24	30	0,009	28,110	0,023
25	30	0,008	28,131	0,021
26	30	0,008	28,153	0,020
27	30	0,007	28,175	0,019
28	30	0,007	28,197	0,017
29	30	0,006	28,219	0,016
30	30	0,005	28,267	0,013
31	30	0,004	28,320	0,010
32	30	0,003	28,377	0,007
33	30	0,002	28,403	0,006
34	30	0,002	28,429	0,005
35	30	0,001	28,458	0,004
36	30	0,001	28,488	0,002
37	30	0,000	28,519	0,001

**End of Report**

# Bijlage 8 – Ankerontwerp

## Snede A

Sheet <b>Ontwerp verankering v009</b>				Project <b>Zuidergasfabriek</b>		Projectnummer <b>16340</b>		Onderdeel <b>Ontwerp groutankers, snede A, Sondering GAS2 en GAS3</b>		Datum <b>6-12-2016</b>		Adviseur <b>baa</b>					
1. Invoerdata																	
(CUR stap 6.5) $F_{a,max,BGT}$ =		87,9		[kN/m]		1,2 x $F_{a,max,BGT}$ =		105		[kN/m]		ontwerpwaarde ankerkracht (maximum stap 6.1-6.4 of 6.5 x 1.2)					
(CUR stap 6.1-6.4) $F_{a,max,UGT}$ =		105,4		[kN/m]		$F_{a,max}$ =		105		[kN/m]							
hoek anker met horizontaal $\beta$		45,0		[°]		$F_{a,max,hor}$ =		75		[kN/m]		0° is een horizontaal anker					
belastingsrichting hart op hart afstand		axiaal		[m]		$F_{a,max,vert}$ =		75		[kN/m]		Let op verticaal draagvermogen					
aantal samenwerkende ankers M		≥10				$\xi$ =		1,00		[-]		controleproeven op alle ankers; $\xi = 1,0$					
aantal controleproeven N		op alle ankers				$Y_{m,b}$ =		1,25		[-]		CUR 166 4e druk, deel 1, p.77					
$L_{groutlichaam}$ =		5,0		[m]		$L_{vij}$ =		32,1		[m]		--					
$L_{totaal}$ =		37,1		[m]													
bovenkant groutlichaam		-23,00		[NAP ... m]													
2. Draagvermogen groutanker																	
Maaveld =		+0,70		[NAP ... m]		minimale bovenkant groutlichaam =		-4,30		[NAP ... m]							
>> importeer gef-bestand <<																	
Opmerking: ...																	
b.k. draagkrachtige laag [NAP ... m]		o.k. draagkrachtige laag [NAP ... m]		$q_{c,geom}$ [MPa]		$L_{grout}$ [m]		o.k. grout [mm]		$f_{k,rep}$ [kN/m]		$F_{r,A,gr,gr,rep}$ [kN/anker]		$F_{r,A,gr,rep}$ [kN/anker]		$F_{r,A,gr,d}$ [kN/anker]	
-23,00		-27,00		31,40		5,0		-26,54		170,0		850		850		680	
Check minimale gronddekking is 5m -- Check $q_{c,geom} \geq 5MPa$ -- Check $\Sigma L_{grout} = 5m$ -- Groutlichaam bevindt zich geheel in draagkrachtig pakket																	
Draagvermogen																	
$\Sigma F_{r,A,gr,min}$ =		850		[kN/anker]		$F_{r,A,gr,min} = f_{k,rep} \cdot L_A$ (Indicatie van de minimale houddracht)											
$\Sigma F_{r,A,gr,rep}$ =		850		[kN/anker]		$F_{r,A,gr,rep} = \xi \cdot F_{r,A,gr,min}$ ( $\xi = 1$ )											
$\Sigma F_{r,A,gr,d}$ =		680		[kN/anker]		$F_{r,A,gr,d} = F_{r,A,gr,rep} / Y_{m,b}$ ( $Y_{m,b} = 1,25$ )											
Belasting																	
$F_{a,max,hor}$ =		75		[kN/m]		representatieve waarde horizontale ankerkracht											
$F_{a,max,hor}$ =		313		[kN/anker]													
$F_{s,A,gr,d;axiaal}$ =		487		[kN/anker]		rekenwaarde axiale ankerkracht ( $Y_m = 1,1$ )											
unity check =		487 / 680 =		0,72		[-]		Anker heeft voldoende draagvermogen									
unity check ( $F_{s,A,gr,d;axiaal} / \Sigma F_{r,A,gr,d}$ )																	
3. Toetsing massieve ankerstaaf																	
Type massieve ankerstaaf		GEWI 43+				opmerking: right-hand thread											
Corrosietoetslag?																	
Diameter D =		43		[mm]		diameter gecorrigeerd voor corrosie											
Diameter $D_{corr}$ =		--		[mm]													
Oppervlak A =		1452		[mm <sup>2</sup> ]		oppervlak gecorrigeerd voor corrosie											
$\sigma_{vloei}$ =		670		[N/mm <sup>2</sup> ]													
$\sigma_{breuk}$ =		800		[N/mm <sup>2</sup> ]													
$F_{r,vloei,rep}$ =		973		[kN]		$F_{r,vloei,d}$ =		973		[kN]		$F_{r,vloei,d} = F_{r,vloei,rep} / Y_m$ ( $Y_m = 1,0$ )					
$F_{r,breuk,rep}$ =		1162		[kN]		$F_{r,breuk,d}$ =		830		[kN]		$F_{r,breuk,d} = F_{r,breuk,rep} / Y_m$ ( $Y_m = 1,4$ )					
830kN aan houden voor toetsing ankerstaaf																	
$F_{r,A,std}$ =		830		[kN]		$F_{s,A,std} = F_{A,max} \cdot Y_m$ ( $Y_m = 1,25$ )											
$F_{s,A,std}$ =		554		[kN]													
unity check =		554 / 830 =		0,67		[-]		Ankerstaaf GEWI 43+ voldoet									
unity check ( $F_{s,A,std;axiaal} / F_{r,A,std}$ )																	


## Sneede B

Sheet <b>Ontwerp verankering v009</b>		Project <b>Zuidergasfabriek</b>	
Projectnummer <b>16340</b>		Onderdeel <b>Ontwerp klapankeer sneede B, sondering GAS1</b>	
Datum <b>6-12-2016</b>		Adviseur <b>baa</b>	
<b>1. Invoerdata Belasting en anker</b>			
(CUR stap 6.5) $F_{a,max,BGT}$ =	98,0 [kN/m]	$1,2 \times F_{a,max,BGT}$ =	118 [kN/m]
(CUR stap 6.1-6.4) $F_{a,max,UGT}$ =	117,6 [kN/m]	$F_{a,max}$ =	118 [kN/m]
hoek anker met horizontaal $\beta$ =		0° is een horizontaal anker	
belastingsrichting =		axiaal	
aantal samenwerkende ankers M =	1 of 2	$\xi$ =	1,00 [-]
aantal controleproeven N =	op alle ankers	$Y_{m,b}$ =	1,25 [-]
Type anker =	klapankeer	$F_{breuk,ankervoet}$ =	550 [kN]
Type klapankeer =	JLD 4.4	$F_{vloei,ankervoet}$ =	413 [kN]
hart op hart afstand =	2,4 [m]	$B_{ankervoet}$ =	480 [mm]
		$H_{ankervoet}$ =	660 [mm]
		$D_{eq}$ =	551 [mm]
		$A_{ankervoet}$ =	238312 [mm²]
<b>2. Invoer geometrie</b>			
maaienveld =	+0,70 [NAP ... m]		
aangrijpniveau anker =	-0,30 [NAP ... m]		
ankerlengte L =	18 [m]		
Diepte anker hart H =	12,73 [m]		
Niveau anker hart H =	-13,03 [NAP ... m]	Er wordt uitgegaan van een 'diep schroefblad'. Hiervoor geldt het volgende criteria: verhouding H/D > 5 Toetsing H/D > 5 $H = 12,73$ [m] $D_{eq} = 0,551$ [m] $H/D_{eq} = 24,9$ [-] <b>VOLDOET</b>	
<b>3. Draagvermogen klapankeer</b>			
Type grondslag =	niet-cohesief	Bij een h.o.h. afstand kleiner dan 8D wordt het draagvermogen van de ankers gereduceerd i.v.m. onderlinge beïnvloeding.	
Consensusstand $q_c$ =	10,0 [MPa]	Indicatie min. houddracht vlg. CUR166 4e druk, deel 2, p.291 $F_{r,Asch,rep} = \xi \cdot F_{r,Asch,min}$ ( $\xi = 1$ ) $F_{r,Asch,red} = F_{r,Asch,rep} / Y_{m,b}$ of $10 \cdot C_{ed} \cdot A$ ( $Y_{m,b} = 1,25$ ) $F_{r,Asch,red}$ gereduceerd voor h.o.h. afstand	
Bepalen reductiefactor voor onderlinge beïnvloeding ankers	$h_0/D = 4,36$ [-] reductie factor = 0,74 [-]	representatieve waarde horizontale ankerkracht rekenwaarde axiale ankerkracht ( $Y_m = 1,1$ )	
Draagvermogen	$F_{r,Asch,min} = 953$ [kN/anker] $F_{r,Asch,rep} = 953$ [kN/anker] $F_{r,Asch,red} = 763$ [kN/anker] $F_{r,Asch,red} = 564$ [kN/anker]	unity check = $310 / 564 = 0,55$ [-] <b>Anker heeft voldoende draagvermogen</b> unity check ( $F_{r,Asch,red}/F_{r,Asch,min}$ )	
Belasting	$F_{a,max,hor} = 83$ [kN/m] $F_{a,max,hor} = 200$ [kN/anker] $F_{s,A,ist,d,axiaal} = 310,464$ [kN/anker]	unity check = $353 / 393 = 0,90$ [-] <b>klapankeer JLD 4.4 voldoet</b> unity check ( $F_{s,A,ist,d,axiaal}/F_{r,staaf,max}$ )	
<b>4. Toetsing ankervoet (alleen klapankeers)</b>			
$F_{r,breuk,ankervoet} = 550$ [kN/anker] $F_{r,vloei,ankervoet} = 413$ [kN/anker] $F_{r,staaf,max} = 393$ [kN/anker] $F_{s,A,ist,d,axiaal} = 353$ [kN/anker]	$F_{r,staaf,max} = \min(F_{r,breuk,ankervoet} / 1,4 \text{ \& } F_{r,vloei,ankervoet})$		
unity check = $353 / 393 = 0,90$ [-] <b>klapankeer JLD 4.4 voldoet</b> unity check ( $F_{s,A,ist,d,axiaal}/F_{r,staaf,max}$ )			
<b>5. Toetsing massieve ankerstaaf</b>			
Type massieve ankerstaaf	GEWI 35+	Opmerking: right-hand thread totale corrosietoetslag	
Corrosietoetslag?	Ja	2 [mm]	
Diameter D =	35 [mm]	diameter gecorrigeerd voor corrosie	
Diameter $D_{corr}$ =	33 [mm]	oppervlak gecorrigeerd voor corrosie	
Oppervlak A =	855 [mm²]	oppervlak gecorrigeerd voor corrosie	
$\sigma_{vloei}$ =	670 [N/mm²]	$F_{r,vloei,d} = 573$ [kN]	
$\sigma_{breuk}$ =	800 [N/mm²]	$F_{r,breuk,d} = 489$ [kN]	
$F_{r,vloei,rep} = 573$ [kN] $F_{r,breuk,rep} = 684$ [kN]	$F_{r,vloei,d} = 573$ [kN] $F_{r,breuk,d} = 489$ [kN] 489kN aan houden voor toetsing ankerstaaf		
$F_{r,A,ist,d} = 489$ [kN] $F_{s,A,ist,d} = 353$ [kN]	$F_{s,A,ist,d} = F_{A,max} \cdot Y_m$ ( $Y_m = 1,25$ )		
unity check = $353 / 489 = 0,72$ [-] <b>Ankerstaaf GEWI 35+ voldoet</b> unity check ( $F_{s,A,ist,d,axiaal}/F_{r,A,ist,d}$ )			



Sheet <b>Ontwerp verankering v009</b>		Project <b>Zuiergasfabriek</b>																			
Projectnummer <b>16340</b>		Onderdeel <b>Ontwerp groutankers, snede E, sondering 1997</b>																			
Datum <b>6-12-2016</b>		Adviseur <b>baa</b>																			
<div> <div> <div>(CUR stap 6.5) <math>F_{a,max,BGT}</math> = 262,5 [kN/m]</div> <div>(CUR stap 6.1-6.4) <math>F_{a,max,UGT}</math> = 315,0 [kN/m]</div> </div> <div> <div>1,2 x <math>F_{a,max,BGT}</math> = 315 [kN/m]</div> <div><math>F_{a,max}</math> = 315 [kN/m]</div> </div> <div> <div>ontwerpwaarde ankerkracht (maximum stap 6.1-6.4 of 6.5 x 1.2)</div> </div> </div>																					
<div> <div> <div>hoek anker met horizontaal <math>\beta</math> = 45,0 [°]</div> <div>belastingsrichting = axiaal</div> <div>hart op hart afstand = 2,4 [m]</div> </div> <div> <div><math>F_{a,max,hor}</math> = 223 [kN/m]</div> <div><math>F_{a,max,vert}</math> = 223 [kN/m]</div> </div> <div> <div>0° is een horizontaal anker</div> <div>Let op verticaal draagvermogen</div> </div> </div>																					
<div> <div> <div>aantal samenwerkende ankers M = ≥10</div> <div>aantal controleproeven N = op alle ankers</div> </div> <div> <div><math>\xi</math> = 1,00 [-]</div> <div><math>Y_{m,b}</math> = 1,25 [-]</div> </div> <div> <div>controleproeven op alle ankers; <math>\xi = 1,0</math></div> <div>CUR 166 4e druk, deel 1, p.77</div> </div> </div>																					
<div> <div> <div><math>L_{grout,chaam}</math> = 6,5 [m]</div> <div><math>L_{totaal}</math> = 37,2 [m]</div> <div>bovenkant groutlichaam = -22,00 [NAP ... m]</div> </div> <div> <div><math>L_{vij}</math> = 30,7 [m]</div> </div> <div> <div>--</div> </div> </div>																					
<b>2. Draagvermogen groutanker</b>																					
<div> <div>Maaiveld = +0,70 [NAP ... m]</div> <div>minimale bovenkant groutlichaam = -4,30 [NAP ... m]</div> </div> <div>&gt;&gt; importeer gef-bestand &lt;&lt;</div> <div>Opmerking: ...</div>																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>b.k. draagkrachtige laag [NAP ... m]</th> <th>o.k. draagkrachtige laag [NAP ... m]</th> <th><math>q_{c,gem}</math> [MPa]</th> <th><math>L_{grout}</math> [m]</th> <th>o.k. grout [mm]</th> <th><math>f_{k,rep}</math> [kN/m]</th> <th><math>F_{T,A,gr,min}</math> [kN/anker]</th> <th><math>F_{T,A,gr,rep}</math> [kN/anker]</th> <th><math>F_{T,A,gr,d}</math> [kN/anker]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-22,00</td> <td>-27,00</td> <td>28,21</td> <td>6,5</td> <td>-26,60</td> <td>170,0</td> <td>1105</td> <td>1105</td> <td>884</td> </tr> </tbody> </table>				b.k. draagkrachtige laag [NAP ... m]	o.k. draagkrachtige laag [NAP ... m]	$q_{c,gem}$ [MPa]	$L_{grout}$ [m]	o.k. grout [mm]	$f_{k,rep}$ [kN/m]	$F_{T,A,gr,min}$ [kN/anker]	$F_{T,A,gr,rep}$ [kN/anker]	$F_{T,A,gr,d}$ [kN/anker]	-22,00	-27,00	28,21	6,5	-26,60	170,0	1105	1105	884
b.k. draagkrachtige laag [NAP ... m]	o.k. draagkrachtige laag [NAP ... m]	$q_{c,gem}$ [MPa]	$L_{grout}$ [m]	o.k. grout [mm]	$f_{k,rep}$ [kN/m]	$F_{T,A,gr,min}$ [kN/anker]	$F_{T,A,gr,rep}$ [kN/anker]	$F_{T,A,gr,d}$ [kN/anker]													
-22,00	-27,00	28,21	6,5	-26,60	170,0	1105	1105	884													
<div> <div>Check minimale gronddekking is 5m --</div> <div>check <math>L_{grout} = 6,5m</math></div> <div><math>f_{k,rep}</math> is representatieve waarde van de vasthoudkracht conform CUR166 tabel 4.5 (deel 2)</div> </div> <div> <div>Check <math>q_{c,gem} \geq 5MPa</math> --</div> <div>Groutlichaam bevindt zich geheel in draagkrachtig pakket</div> </div> <div> <b>Draagvermogen</b> <div> <div><math>\Sigma F_{T,A,gr,min}</math> = 1105 [kN/anker]</div> <div><math>\Sigma F_{T,A,gr,rep}</math> = 1105 [kN/anker]</div> <div><math>\Sigma F_{T,A,gr,d}</math> = 884 [kN/anker]</div> </div> <div> <div><math>F_{T,A,gr,min} = f_{k,rep} * L_s</math> (Indicatie van de minimale houdkracht)</div> <div><math>F_{T,A,gr,rep} = \xi * F_{T,A,gr,min}</math> (<math>\xi = 1</math>)</div> <div><math>F_{T,A,gr,d} = F_{T,A,gr,rep} / Y_{m,b}</math> (<math>Y_{m,b} = 1,25</math>)</div> </div> </div> <div> <b>Belasting</b> <div> <div><math>F_{a,max,hor}</math> = 223 [kN/m]</div> <div><math>F_{a,max,hor}</math> = 535 [kN/anker]</div> <div><math>F_{s,A,gr,d,axiaal}</math> = 832 [kN/anker]</div> </div> <div> <div>representatieve waarde horizontale ankerkracht</div> <div>rekenwaarde axiale ankerkracht (<math>Y_{m,b} = 1,1</math>)</div> </div> </div> <div> <div>unity check = 832 / 884 = 0,94 [-]</div> <div>Anker heeft voldoende draagvermogen</div> </div> <div> <div>unity check (<math>F_{s,A,gr,d,axiaal} / \Sigma F_{T,A,gr,d}</math>)</div> </div>																					
<b>3. Toetsing massieve ankerstaaf</b>																					
<div> <div>Type massieve ankerstaaf <b>GEWI 57,5+</b></div> <div>Corrosietoetslag?</div> </div> <div> <div>opmerking: right-hand thread</div> </div>																					
<div> <div> <div>Diameter D = 57,5 [mm]</div> <div>Diameter <math>D_{corr}</math> = -- [mm]</div> </div> <div> <div>diameter gecorrigeerd voor corrosie</div> </div> </div>																					
<div> <div> <div>Oppervlak A = 2597 [mm²]</div> <div><math>a_{vloei}</math> = 670 [N/mm²]</div> <div><math>a_{breuk}</math> = 800 [N/mm²]</div> </div> <div> <div>oppervlak gecorrigeerd voor corrosie</div> </div> </div>																					
<div> <div> <div><math>F_{T,vloei,rep}</math> = 1740 [kN]</div> <div><math>F_{T,breuk,rep}</math> = 2077 [kN]</div> </div> <div> <div><math>F_{T,vloei,d}</math> = 1740 [kN]</div> <div><math>F_{T,breuk,d}</math> = 1484 [kN]</div> </div> <div> <div><math>F_{T,vloei,d} = F_{T,vloei,rep} / Y_m</math> (<math>Y_m = 1,0</math>)</div> <div><math>F_{T,breuk,d} = F_{T,breuk,rep} / Y_m</math> (<math>Y_m = 1,4</math>)</div> </div> </div>																					
<div> <div>1484kN aan houden voor toetsing ankerstaaf</div> </div>																					
<div> <div> <div><math>F_{s,A,st,d}</math> = 1484 [kN]</div> <div><math>F_{s,A,st,d}</math> = 945 [kN]</div> </div> <div> <div><math>F_{s,A,st,d} = F_{A,max} * Y_m</math> (<math>Y_m = 1,25</math>)</div> </div> </div>																					
<div> <div>unity check = 945 / 1484 = 0,64 [-]</div> <div>Ankerstaaf GEWI 57,5+ voldoet</div> </div> <div> <div>unity check (<math>F_{s,A,st,d,axiaal} / F_{T,A,st,d}</math>)</div> </div>																					

# Bijlage 9 - Verticaal evenwicht toets

Sheet	Verticaal evenwicht (v027)		
Project	Zuidergasfabriek		
Projectnummer	16340	Opmerking:	
Fase / onderdeel	ontg. tot NAP-2,6	berek. met N/Z-lijn grondparameter	
Datum	08.09.2016		
Opsteller	har		

P:\16340\BA RA Overamstel voormalig kantoor NUON\04 REKExcel\QSH 16340 Verticaal evenwicht v027.dsm\parameter.PLXN-Z-lijn gashoud.

## Invoergegevens

Ontgravingsniveau	-2,60	m tov NAP	Zandlaagje op bodem		m
Waterpeil in ontgraving	-2,90	m tov NAP	Y <sub>zand;rep</sub> (werkvloer)	17	kN/m <sup>2</sup>
Stijghoogte in w.v.p.	-0,50	m tov NAP	Rekenen met taludinvloed	nee	
Evenwichtsniveau op onderkant	Hollandveen		Breedte bodem		m
Evenwichtsniveau	-7,00	m tov NAP	Taludhelling (v:h)		
Part. mat.factor Y <sub>mg</sub>	1,1	-	Rekenen met wrijving		

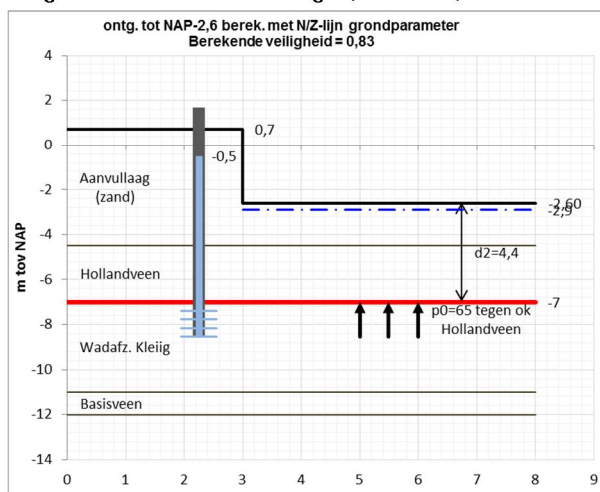
## Berekende veiligheid

Factor = 54,23 / 65 = **0,83** < 1 → Voldoet niet

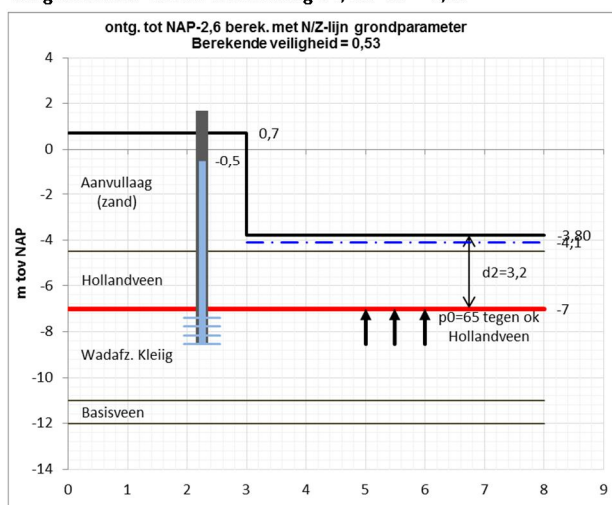
## Berekening

laag	b.k.laag m tov NAP	o.k.laag m tov NAP	dikte m	Y <sub>rep</sub> kN/m <sup>3</sup>	Y <sub>d</sub> kN/m <sup>3</sup>	gewicht kN/m <sup>2</sup>	waterdruk kN/m <sup>2</sup>
Aanvullaag (zand)	-2,60	-2,90	0,30	14,80	13,45	4,04	
Aanvullaag (zand)	-2,90	-4,50	1,60	18,10	16,45	26,33	
Hollandveen	-4,50	-7,00	2,50	10,50	9,55	23,86	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
..	..	..	..	..	..	0,00	
d2 =			4,40	m		54,2	65,0


veiligheidsfactor zonder sleufwerking 54,23 / 65 = 0,83







## Bijlage 10 - Drukpredictie enkele plank

<b>Sheet</b>	<b>Bepaling drukkracht damwand CUR166 v002</b>	
<b>Project</b>	Zuidergasfabriek	
<b>Projectnummer</b>	I 6340	
<b>Fase / onderdeel</b>	Sondering 0855	
<b>Datum</b>	17 oktober 2016	
<b>Opsteller</b>	baa	

PA16340 IBA RA Overamstel voormalig kantoor NUON\04 REK\Excel\QSHI 6340 Bepaling drukkracht damwand v002.xlsm]0855

### Profiel

Type	AZ28-700	
Aantal planken	1	stuks
Voetniveau	-15,0	m NAP
Slotwrijving	5	kN/m'
Verknedingsfactor	0,6	-
	1 plank	1 plank(en)
Puntoppervlak	0,01402	0,01402 m²
Schachtoppervlak (2-zijdig)	1,94	1,94 m²/m

Planklengte in grond	15,50 m
----------------------	---------

Dikte laagje maximaal	1	m
-----------------------	---	---


### Berekend

Drukkracht op voetniveau	466 kN
Maximale drukkracht tussen mv en voetniveau	466 kN

### Grondprofiel

sondering	855			
laag-naam	grond-soort	bk [m NAP]	ok [m NAP]	α [-]
Aanvulzand	zand	0,5	-4,5	0,01
Hollandveen	veen	-4,5	-7	0,02
Wadafzetting	klei	-7	-11	0,03
Basisveen	veen	-11	-12	0,02
1e zandlaag	zand	-12	-16	0,01
zandig klei	klei	-16	-21	0,03
2e zandlaag	zand	-21	-27	0,01
		-27		
		( )		
		( )		
		( )		
		( )		
		( )		
		( )		
		( )		

grondlaag	soort	bk [m NAP]	ok [m NAP]	qc_gem HAND [MPa]	qc_gem REKEN [MPa]	Fpunt [kN]	ΣFslot [kN]	α [-]	H [m]	fplank [kN/m²]	ΣFw [MN]	Fdrukrep [kN]
Aanvulzand	zand	0,50	-0,50		0,0	0,0	5,0	0,010	1,00	0,0	0,0	5
Aanvulzand	zand	-0,50	-1,50		6,2	87,0	10,0	0,010	1,00	62,1	72,3	169
Aanvulzand	zand	-1,50	-2,50		4,6	64,3	15,0	0,010	1,00	45,9	125,7	205
Aanvulzand	zand	-2,50	-3,50		6,1	85,3	20,0	0,010	1,00	60,9	196,5	302
Aanvulzand	zand	-3,50	-4,50		3,9	54,9	25,0	0,010	1,00	39,2	242,1	322
Hollandveen	veen	-4,50	-5,50		0,9	13,1	30,0	0,020	1,00	18,7	263,8	307
Hollandveen	veen	-5,50	-6,50		0,6	9,1	35,0	0,020	1,00	13,0	279,0	323
Hollandveen	veen	-6,50	-7,00		0,5	7,4	37,5	0,020	0,50	10,5	285,1	330
Wadafzetting	klei	-7,00	-8,00		1,0	13,3	42,5	0,030	1,00	28,5	318,3	374
Wadafzetting	klei	-8,00	-9,00		0,6	8,6	47,5	0,030	1,00	18,5	339,7	396
Wadafzetting	klei	-9,00	-10,00		0,5	6,6	52,5	0,030	1,00	14,1	356,2	415
Wadafzetting	klei	-10,00	-11,00		0,4	6,2	57,5	0,030	1,00	13,3	371,7	435
Basisveen	veen	-11,00	-12,00		0,7	10,2	62,5	0,020	1,00	14,5	388,6	461
1e zandlaag	zand	-12,00	-13,00		0,0	0,0	67,5	0,010	1,00	0,0	388,6	456
1e zandlaag	zand	-13,00	-14,00		0,0	0,0	72,5	0,010	1,00	0,0	388,6	461
1e zandlaag	zand	-14,00	-15,00		0,0	0,0	77,5	0,010	1,00	0,0	388,6	466

<b>Sheet</b>	<b>Bepaling drukkracht damwand CUR166 v002</b>	
<b>Project</b>	Zuidergasfabriek	
<b>Projectnummer</b>	16340	
<b>Fase / onderdeel</b>	sondering 1151	
<b>Datum</b>	17 oktober 2016	
<b>Opsteller</b>	baa	

P:\16340 IBA RA Overamstel voormalig kantoor NUON\04 REK\Excel\QSHI 6340 Bepaling drukkracht damwand v002.xlsm\1151

### Profiel

Type	AZ28-700	
Aantal planken	1	stuks
Voetniveau	-15,0	m NAP
Slotwrijving	5	kN/m'
Verknedingsfactor	0,6	-
	1 plank	1 plank(en)
Puntoppervlak	0,01402	0,01402 m²
Schachtoppervlak (2-zijdig)	1,94	1,94 m²/m

Planklengte in grond	15,50 m
----------------------	---------

Dikte laagje maximaal	1	m
-----------------------	---	---

### Berekend

Drukkracht op voetniveau	979 kN
Maximale drukkracht tussen mv en voetniveau	1350 kN

### Grondprofiel

sondering		1151		
laag-naam	grond-soort	bk [m NAP]	ok [m NAP]	α [-]
Aanvulzand	zand	0,5	-4,5	0,01
Hollandveen	veen	-4,5	-7	0,02
Wadafzetting	klei	-7	-11	0,03
Basisveen	veen	-11	-12	0,02
1e zandlaag	zand	-12	-16	0,01
zandig klei	klei	-16	-21	0,03
2e zandlaag	zand	-21	-27	0,01

grondlaag	soort	bk [m NAP]	ok [m NAP]	qc_gem HAND [MPa]	qc_gem REKEN [MPa]	Fpunt [kN]	ΣFslot [kN]	α [-]	H [m]	fplank [kN/m²]	ΣFw [MN]	Fdruk;rep [kN]
Aanvulzand	zand	0,50	-0,50		0,0	0,0	5,0	0,010	1,00	0,0	0,0	5
Aanvulzand	zand	-0,50	-1,50		0,0	0,0	10,0	0,010	1,00	0,0	0,0	10
Aanvulzand	zand	-1,50	-2,50		10,3	143,8	15,0	0,010	1,00	102,6	119,4	278
Aanvulzand	zand	-2,50	-3,50		15,3	214,4	20,0	0,010	1,00	152,9	297,4	532
Aanvulzand	zand	-3,50	-4,50		8,9	124,4	25,0	0,010	1,00	88,8	400,7	550
Hollandveen	veen	-4,50	-5,50		0,6	8,5	30,0	0,020	1,00	12,1	414,8	453
Hollandveen	veen	-5,50	-6,50		0,3	4,8	35,0	0,020	1,00	6,9	422,8	463
Hollandveen	veen	-6,50	-7,00		0,3	3,5	37,5	0,020	0,50	5,1	425,8	467
Wadafzetting	klei	-7,00	-8,00		1,2	17,0	42,5	0,030	1,00	36,4	468,1	528
Wadafzetting	klei	-8,00	-9,00		0,9	13,0	47,5	0,030	1,00	27,9	500,5	561
Wadafzetting	klei	-9,00	-10,00		0,5	6,9	52,5	0,030	1,00	14,8	517,8	577
Wadafzetting	klei	-10,00	-11,00		0,5	7,5	57,5	0,030	1,00	15,9	536,4	601
Basisveen	veen	-11,00	-12,00		2,1	29,0	62,5	0,020	1,00	41,4	584,6	676
1e zandlaag	zand	-12,00	-13,00		27,2	381,3	67,5	0,010	1,00	271,9	901,1	1350
1e zandlaag	zand	-13,00	-14,00		0,0	0,0	72,5	0,010	1,00	0,0	901,1	974
1e zandlaag	zand	-14,00	-15,00		0,0	0,0	77,5	0,010	1,00	0,0	901,1	979