

Opdrachtgever Gemeente Utrecht Stadsingenieurs

2e

Postbus 8375

3503 RJ Utrecht

Projectnummer 15175

Documentnummer RA15175a

Versie

2

Opgesteld

2e

2e

.....

Gecontroleerd

2e

Vrijgave

2e

Datum

16-06-2015

2e

Rapport [RA15175a2]

Risicoanalyse renovatie walmuren
Oudegracht te Utrecht

© 2015 CRUX Engineering BV

Niets uit dit drukwerk mag worden vervoelvoudigd, 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:

\\dserver01\Projecten\15175 IBU RA+MP Rak 1, 3 en 4 Utrecht\01 RAP\RA15175a2 Risicoanalyse renovatie walmuren Oudegracht.docm

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	3
1.1	Algemeen	3
1.2	Leeswijzer	4
2	UITGANGSPUNTEN	5
2.1	Documenten	5
2.2	Programmatuur	5
2.3	Type walmuren en principe oplossing	5
2.4	Principe oplossing	7
2.5	Grondopbouw	7
2.6	Damwandprofiel	8
2.7	Watergang	8
2.8	Afstand werfmuur tot walmuur	8
2.9	Aanvullende uitgangspunten berekeningen	8
2.10	Resultaten monitoring Rak 15	9
2.11	Locatie	10
3	AANPAK OMGEVINGSBEÏNVLOEDING	12
3.1	Inleiding	12
3.2	Beschouwde invloedsbronnen	12
3.2.1	<i>Plaatsen hulpdamwand</i>	<i>12</i>
3.2.2	<i>Plaatsen definitieve damwand</i>	<i>12</i>
3.2.3	<i>Ontgraving ten behoeve van slopen kademuur</i>	<i>12</i>
3.2.4	<i>Verlagen grondwaterstand</i>	<i>12</i>
3.2.5	<i>Trekken palenrij bestaande walmuur</i>	<i>13</i>
3.3	Doel en methode van de schadevoorspelling	13
3.3.1	<i>Doel van de schadepredicties</i>	<i>13</i>
3.3.2	<i>Methode der grensrekken</i>	<i>13</i>
3.4	Doel monitoring tijdens de uitvoering	15
4	BEREKENDE GRONDVERVORMINGEN	17
4.1	Algemeen	17
4.2	Plaxis model	17
4.3	Resultaten berekening	18
4.4	Toetsing van de berekende vervormingen	20
4.5	Riolering	21
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	22
5.1	Conclusies	22
5.2	Aanbevelingen / additionele risico's	22
5.2.1	<i>Geldigheid risicoanalyse</i>	<i>22</i>
5.2.2	<i>Trekken palenrij bestaande walmuur</i>	<i>22</i>
5.2.3	<i>Bomen</i>	<i>23</i>
5.2.4	<i>Tijdstip plaatsen definitieve damwand</i>	<i>23</i>
5.2.5	<i>Fasering</i>	<i>23</i>
5.3	Monitoring	23

Lijst van Figuren

Figuur 1	Gedeelte Oudegracht te Utrecht.....	3
Figuur 2	Bestaande situatie; typen walmuur Ref. [5].....	6
Figuur 3	Principe oplossing "Herstel lage walmuren" [1].....	6
Figuur 4	Principe doorsnede huidige situatie.....	6
Figuur 5	Gehanteerde bodemprofielen (Ref. [5]).....	8
Figuur 6	Rak 1 Oostzijde	10
Figuur 7	Rak 3.....	11
Figuur 8	Rak 4 Westzijde.....	11
Figuur 9	Schematisering methode der grensrekken voor verticale verschilzettingen	14
Figuur 10	Plaxis model – doorsnede 1	17

Lijst van Tabellen

Tabel 1	Doorsnede 1 – Gehanteerde grondparameters (o.b.v. B16; DKM26; DKM30)	7
Tabel 2	Doorsnede 2 – Gehanteerde grondparameters (o.b.v. DKM23).....	7
Tabel 3	Doorsnede 3 – Gehanteerde grondparameters (o.b.v. B21; DKM29)	8
Tabel 4	Vergelijking tussen predictie en gemeten vervormingen Rak 15.....	9
Tabel 5	Schade classificatiesysteem conform BRE.....	15
Tabel 6	Fasering Plaxis berekeningen.....	18
Tabel 7	Berekende verplaatsing fundering werfmuur – doorsnede 1	18
Tabel 8	Berekende verplaatsing fundering werfmuur – doorsnede 2	19
Tabel 9	Berekende verplaatsing fundering werfmuur – doorsnede 3	19
Tabel 10	Berekende verplaatsing en schade profiel werfmuur.....	21

Lijst van Bijlagen

Bijlage I	Grondonderzoek
Bijlage II	Plaxis – Fasering
Bijlage III	Plaxis - Gehanteerde grondparameters
Bijlage IV	Plaxis safety factor (ϕ/c reductie)
Bijlage V	Schadepredictie
Bijlage VI	Selectie monitoringsresultaten Rak 15 (Ref. [1] en [2])

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Door CRUX Engineering BV is in opdracht van Gemeente Utrecht Stadsingenieurs een onderzoek uitgevoerd naar de beïnvloeding van de werfmuren aan de Oudegracht te Utrecht ten gevolge van de renovatie van de walmuren. De uitgangspunten en resultaten van de risicoanalyse van de omgevingsbeïnvloeding zijn weergegeven in dit rapport.

De risicoanalyse is opgesteld op basis van de ter beschikking gestelde gegevens van Rak 1 oost en Rak 3 en 4 west. Er zijn drie doorsneden beschouwd:

- doorsnede 1: aanwezigheid van een dikke veenlaag; bodemniveau gracht NAP -2,5m;
- doorsnede 2: aanwezigheid van een dikke kleilaag; bodemniveau gracht NAP -2,5m;
- doorsnede 3: bodemopbouw bestaande uit zand; bodemniveau gracht op NAP -1,9m.

Doorsneden 1 en 2 zijn te beschouwen als 'worst-case' situaties. Doorsnede 3 is gunstig vanuit het oogpunt van omgevingsbeïnvloeding. De uitgevoerde risicoanalyse is geldig voor alle locaties/rakken welke vergelijkbaar of gunstiger zijn dan de beschouwde doorsneden.



Figuur 1 Gedeelte Oudegracht te Utrecht*

* ondergrond © Google and third-party suppliers

Een analyse van de omgevingsbeïnvloeding wordt uitgevoerd om in het ontwerpstadium met de gevolgen 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 aanvaardbare minimale (esthetische) schade aan de bestaande constructies. Op basis van de analyse kunnen alarm- en grenswaarden voor schade veroorzakende bronnen (trillingen, vervormingen etc.) worden bepaald. Deze waarden worden opgenomen in een monitoringsplan.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten behandeld. Hoofdstuk 3 gaat in op de gehanteerde aanpak voor de omgevingsbeïnvloeding en de beschouwde invloedsbronnen. Hoofdstuk 4 gaat in op de berekende vervormingen van de belendingen. In hoofdstuk 5 worden ten slotte de conclusies uit de vorige hoofdstukken samengevat en wordt een aantal aanbevelingen gedaan.

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten

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

- [1] Stadsingenieurs; *Logboek Meetveld RAK 15*; kenmerk 402.10390 v0.2; d.d. 24 april 2013;
- [2] Stadsingenieurs; *Resultaten monitoring deformaties Rak 15 westzijde*; kenmerk 402.10390 v1.0; d.d. 17 september 2013;
- [3] Stadsingenieurs; e-mail *RE: Stvz risicoanalyse reconstructie walmuren Oudegracht (15175)* met als bijlage faseringstekeningen; d.d. 14 april 2015;
- [4] Stadsingenieurs; e-mail *Vervolgfase reconstructie walmuren Utrecht* met als bijlage een overzicht van de verschillen tussen Rak 12-15 en Rak 1, 3-4; d.d. 20 februari 2015;
- [5] Stadsingenieurs; e-mail *RE: Vervolgfase reconstructie walmuren Utrecht* met als bijlage het grondonderzoek ter plaatse van Rak 1 en Rak 3; d.d. 4 maart 2015;
- [6] Stadsingenieurs; e-mail *RE: Vervolgfase reconstructie walmuren Utrecht* met als bijlage het grondonderzoek ter plaatse van Rak 4; d.d. 9 maart 2015;
- [7] CRUX Engineering BV; *Rapport Risicoanalyse renovatie walmuren Rak 12 t/m Rak 15*; kenmerk RA12172d3; d.d. 9 september 2013;
- [8] CRUX Engineering BV; *Rapport Risicoanalyse restauratie walmuren Rak 15 te Utrecht*; kenmerk RA10226c1; d.d. 6 oktober 2011.

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

2.2 Programmatuur

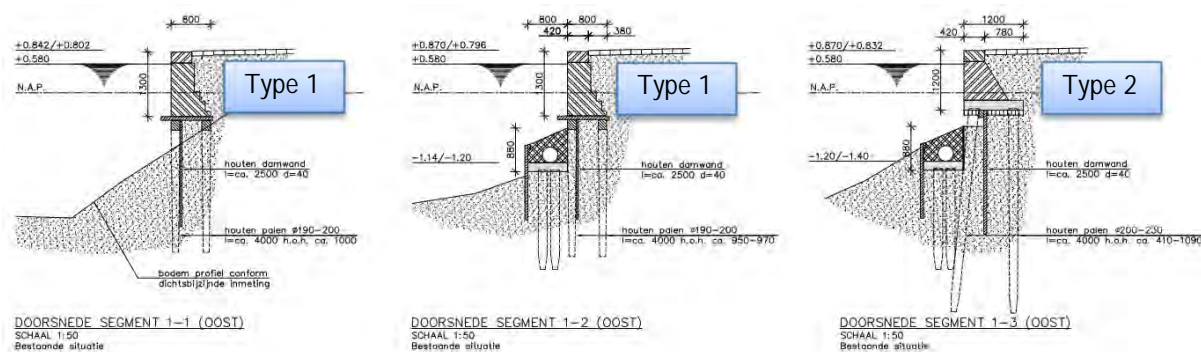
De berekeningen zijn uitgevoerd met het eindige-elementenprogramma Plaxis 2D 2015.

2.3 Type walmuren en principe oplossing

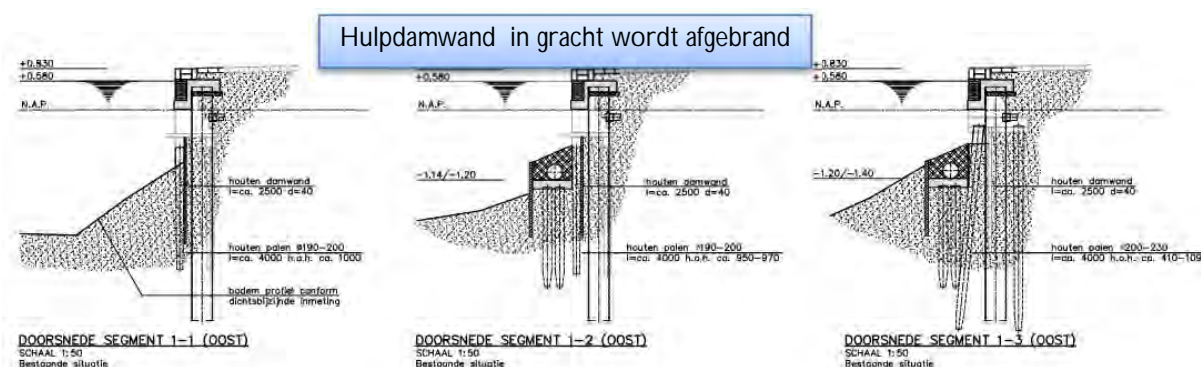
Ter plaatse van de rakken in de Oudegracht worden een tweetal verschillende walmuren aangetroffen, zie Figuur 2. Type 1 dateert uit het einde van de 19e begin van de 20e eeuw en bestaat uit een gewichtsconstructie van metselwerk op een houten kesp en funderingspalen.

Type 2 dateert van na de Tweede Wereldoorlog. De walmuur bestaat uit gewapend beton gefundeerd op houten palen, afgewerkt met metselwerk.

In Figuur 3 is de beschouwde principe oplossing (referentieontwerp) voor het herstel van de lage walmuren weergegeven. De bestaande (op houten palen gefundeerde) walmuur zal worden vervangen door een stalen damwand waarop, met behulp van een betonschort, het metselwerk zal worden aangebracht. Tussen de definitieve damwand en de hulpdamwand in de gracht wordt onderwaterbeton gestort waarna de hulpdamwand wordt afgebrand.

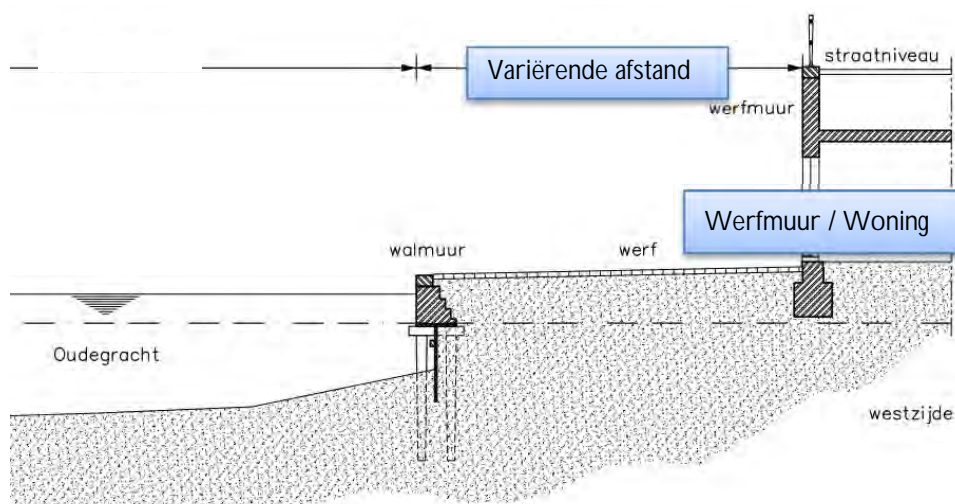


Figuur 2 Bestaande situatie; typen walmuur Ref. [5]



Figuur 3 Principe oplossing "Herstel lage walmuuren" [1]

In Figuur 4 is een principe doorsnede van de huidige situatie weergegeven. Voor de omgevingsbeïnvloeding is voornamelijk de afstand tussen de walmuur en de dichtstbijzijnde belending (werfmuur / woning) en de funderingswijze en funderingsbelasting van de belending van belang. In de jaren '80 van de vorige eeuw is de riolering in de gracht aangebracht.



Figuur 4 Principe doorsnede huidige situatie

2.4 Principe oplossing

In de principe oplossing wordt de grondkerende functie en het verticaal draagvermogen van de walmuur verzorgd door een stalen damwand.

Globaal wordt voor de principe oplossing de volgende werkvolgorde aangehouden:

- drukken van hulpdamwand in gracht;
- slopen bestaande walmuur tot aan de houten paalfundering (droog);
- waar mogelijk drukken van definitieve damwand tussen de bestaande houten paalfundering. Ter plaatse van walmuur type 1 zal naar verwachting circa 1/3 van de palen van de achterste palenrij verwijderd moeten worden om de damwand te kunnen plaatsen;
- aanbrengen betonschort en aanbrengen metselwerk;
- ruimte tussen de hulpdamwand en de walmuur/riolering opvullen met beton en afbranden van de hulpdamwand in de gracht;

2.5 Grondopbouw

De grondparameters zijn via correlaties vastgesteld aan de hand van de conusweerstand uit de sonderingen en tabel 2.b uit NEN 9997-1+C1:2012. Ter plaatse van doorsneden 1 en 2 zijn, vanwege de stabiliteit in de huidige situatie, voor respectievelijk de veen- en kleilagen voor de cohesie bovengrenswaarden uit tabel 2.b gehanteerd.

De gehanteerde parameters zijn weergegeven in Tabel 1 tot en met Tabel 3.

Tabel 1 Doorsnede 1 – Gehanteerde grondparameters (o.b.v. B16; DKM26; DKM30)

Naam	bk laag m NAP	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kPa]	φ' [graden]	$E'_{50,\text{ref}}$ MPa	$E'_{\text{oed,ref}}$ MPa	$E'_{\text{ur,ref}}$ MPa
01 Zand, los	+1,1	17	19	0	30,0	39	39	155
02 Klei, zw zandig	+0,5	15	15	1	22,5	8	4	32
03 Veen	+0,0	10,5	10,5	5	15,0	5,8	2,9	30
04 Klei, slap	-2,0	14	14	5	17,5	5,8	2,9	30
05 Zand, los	-3,0	17	19	0	30,0	23	23	92
06 Klei, slap	-4,0	14	14	5	17,5	8	4	49
07 Zand, los	-4,5	17	19	0	30,0	29	29	114
08 Zand, matig	-12,0	18	20	0	32,5	38	38	153

Tabel 2 Doorsnede 2 – Gehanteerde grondparameters (o.b.v. DKM23)

Naam	bk laag m NAP	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kPa]	φ' [graden]	$E'_{50,\text{ref}}$ MPa	$E'_{\text{oed,ref}}$ MPa	$E'_{\text{ur,ref}}$ MPa
01 Zand, los	+1,0	17	19	0	30	29	29	114
02 Klei, zw zandig	+0,0	15	15	2	22,5	7	5,4	35
03 Klei, st zandig	-5,0	18	18	2	27,5	8	8,1	40
04 Zand, matig	-6,5	18	20	0	32,5	43	43	170

Tabel 3 Doorsnede 3 – Gehanteerde grondparameters (o.b.v. B21; DKM29)

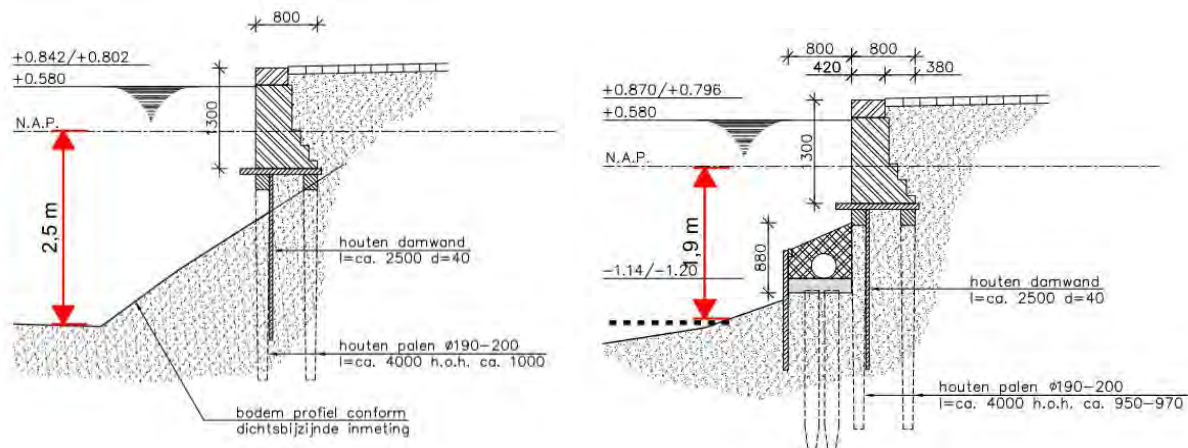
Naam	bk laag m NAP	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [graden]	$E'_{50:\text{ref}}$ MPa	$E'_{\text{oed:ref}}$ MPa	$E'_{\text{ur:ref}}$ MPa
01 Zand, los	+1	17	19	0	30,0	25	25	100
02 Zand, los	-3,5	17	19	0	30,0	30	30	120
03 Zand, matig	-7,5	18	20	0	32,5	40	40	160

2.6 Damwandprofiel

Voor de damwanden is uitgegaan van AZ18-700 damwandprofielen met een puntniveau van respectievelijk NAP -9,0m (damwand walmuur, Ref. [4]) en NAP -8,5m (hulpdamwanden in de gracht, Ref. [3]). De damwanden worden trillingsarm (drukkend) ingebracht.

2.7 Watergang

Het gewenste bodemniveau van de Oudegracht bedraagt NAP -1,9m, Ref. [4]. Het is bekend dat de gracht lokaal dieper is. In de berekeningen is derhalve uitgegaan van een waterbodemniveau van NAP -2,5m (doorsneden 1 en 2) op een afstand van 3,0m van de voorzijde van de walmuur en een bodemniveau van NAP -1,9m (doorsnede 3) op 1,2m afstand van de voorzijde van de walmuur.



Figuur 5 Gehanteerde bodemprofielen (Ref. [5])

2.8 Afstand werfmuur tot walmuur

De afstand van de werfmuur tot de walmuur heeft logischerwijs grote invloed op de mate waarin de werfmuur door de werkzaamheden wordt beïnvloed. In de berekeningen is, in overleg met de opdrachtgever, uitgegaan van een minimale afstand van 3,0m tussen de werfmuur en de walmuur. De werfmuur ligt, ter plaatse van bijvoorbeeld rak 1, 3 en 4, over het algemeen op grotere afstand van de walmuur (4m-6m).

2.9 Aanvullende uitgangspunten berekeningen

Onderstaande uitgangspunten zijn gehanteerd ten behoeve van de berekeningen.

- (Grond)waterstand NAP +0,58m;
- Voor de aanleg van rioolkisten in de Oude Gracht is in de jaren '80 van de vorige eeuw gedurende acht tot negen maanden een bemaling actief geweest voor een bouwkuip waarin de waterstand is verlaagd tot circa NAP -2,30m;
- De hulpdamwand in de gracht wordt afgebrand;
- Er wordt vanuit gegaan dat de belendingen op staal gefundeerd zijn. In de berekeningen is op basis van eerdere rapportages een funderingsniveau van NAP +0,0m aangehouden;
- Funderingsbreedte van de werfmuur is aangehouden op 1,0m;
- Voor de funderingsbelasting zijn op aangeven van de opdrachtgever de volgende waarden aangehouden:
 - UGT belasting 60 kN/m'
 - BGT belasting 44 kN/m'

2.10 Resultaten monitoring Rak 15

Ter plaatse van Rak 15 zijn de walmuren reeds gedeeltelijk hersteld. Door Crux is in een eerder stadium een risicoanalyse voor deze werkzaamheden opgesteld, zie Ref. [7] en [8]. Gedurende de werkzaamheden (tussen 13 augustus 2012 en 22 april 2013) zijn conform het monitoringsplan metingen uitgevoerd om de invloed van de werkzaamheden op de omgeving te bewaken, zie Ref. [1] en [2]. Een overzicht van de uitgevoerde metingen is weergegeven in Bijlage VI.

Er was ten tijde van het opstellen van de risicoanalyse ten behoeve van Rak 15 onzekerheid over de invloed van het trekken van de hulpdamwand op de omgeving. Uit de uitgevoerde metingen blijkt dat deze invloed gering is geweest.

In Tabel 4 is een vergelijking gemaakt tussen de predictie en de daadwerkelijk gemeten verplaatsing van de werfmuren. Opgemerkt wordt dat de natuurlijke fluctuaties van de meetpunten onbekend zijn. Het is derhalve niet zeker of alle gemeten verplaatsingen veroorzaakt zijn door de werkzaamheden.

Uit de vergelijking blijkt dat de predictie qua ordegrrootte, met name op 4m afstand, goed overeenstemt met de daadwerkelijk gemeten verplaatsingen. De werkzaamheden na het slopen van de walmuur (aanvullen maaiveld; uitzetten bemaling) lijken een kleinere invloed te hebben gehad dan berekend. De berekende vervormingen zijn groter dan de daadwerkelijk opgetreden vervormingen wat betekent dat de grondparameters en geometrie (funderingsbelasting; verloop grachtbodem) voldoende conservatief zijn ingeschat.

De metingen ter plaatse van Rak 15 geven derhalve vertrouwen dat de gekozen methodiek voor de schadepredictie, welke ook in onderhavige risicoanalyse wordt gevolgd voldoende conservatief is.

Tabel 4 Vergelijking tussen predictie en gemeten vervormingen Rak 15

Afstand tussen walmuur en werfmuur	Predictie vervorming na slopen walmuur		Predictie vervorming na herstel maaiveld		Maximaal gemeten vervorming*	
	Vert. [mm]	Hor. [mm]	Vert. [mm]	Hor. [mm]	Vert. [mm]	Hor. [mm]
4m	-6	3	-9	4	-5,5	4,3
7m	-2	1	-4	1	-1,2	2,7

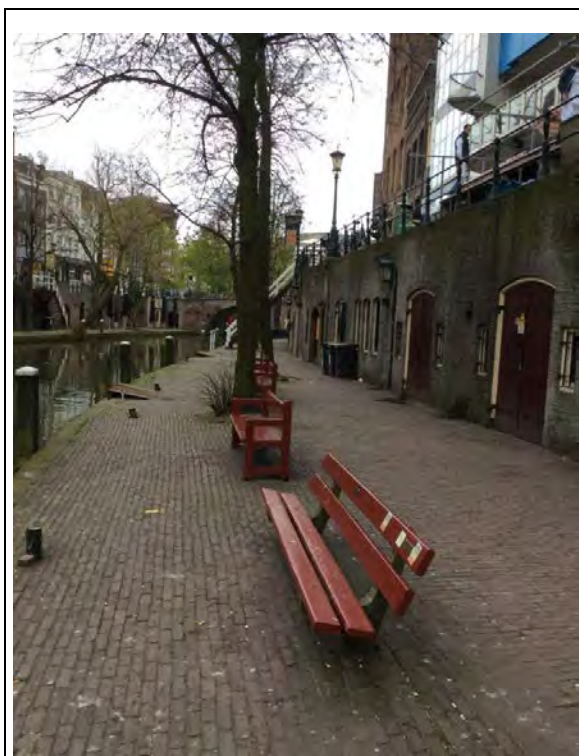
*onderzijde werfmuur

2.11 Locatie

In Figuur 6 tot en met Figuur 8 zijn enkele foto's weergegeven van Rak 1, 3 en 4. Uit de foto's blijkt duidelijk de variërende afstand tussen de walmuur en de werfmuur. Er is tijdens het locatiebezoek geen grote scheurvorming ter plaatse van de werfmuren geconstateerd. Tussen de werfmuur en de walmuur zijn bomen aanwezig waarbij enkele bomen op zeer korte afstand van de walmuur staan.



Figuur 6 Rak 1 Oostzijde



Figuur 7 Rak 3



Figuur 8 Rak 4 Westzijde

3 Aanpak omgevingsbeïnvloeding

3.1 Inleiding

Door bouwwerkzaamheden in stedelijke omgeving kunnen trillingen en spanningsveranderingen in de grond worden veroorzaakt. De spanningsveranderingen en trillingen in de grond kunnen leiden tot grondvervormingen (zettingen en horizontale vervormingen), die zich in een bepaald invloedsgebied rondom de bouwwerkzaamheden uitstrekken. Bestaande constructies (gebouwen en leidingen) die zich in dit invloedsgebied bevinden, ondergaan via de fundering deze (verschil)grondvervormingen en kunnen daardoor mogelijk schade ondervinden. De mogelijke schaderisico's door zettingen en trillingen dienen, in het kader van een risicoanalyse, middels de huidig ter beschikking staande voorspellingsmethodieken voor iedere project specifieke situatie rekenkundig te worden onderzocht. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de grondgesteldheid, de uitvoeringsmethode en het incasseringsvermogen van de belendende constructies (constructietype, conditie en funderingswijze).

3.2 Beschouwde invloedsbronnen

De omgevingsbeïnvloeding is uitgevoerd voor de op staal gefundeerde werfmuren. De volgende invloedsbronnen zijn beschouwd:

3.2.1 Plaatsen hulpdamwand

Voor de bestaande walmuur wordt een hulpdamwand geplaatst welke na afloop van het herstel zal worden afgebrand. Het plaatsen van deze damwanden in de gracht zal naar verwachting geen vervorming veroorzaken ter plaatse van de belendende panden (invloed door introductie schuifspanningen tijdens het drukken van de damwanden). De riolering kan mogelijk worden beïnvloed door het indrukken van de tijdelijke damwand en de permanente damwand op korte afstand van de palen. Hiervoor is uitgegaan van een verticale zakking van 5mm ter plaatse van de riolering, zie ook paragraaf 4.5.

3.2.2 Plaatsen definitieve damwand

Het valt niet uit te sluiten dat door het inbrengen van de permanente damwand een beperkte grondvervorming optreedt ter plaatse van de belendingen, daarom is een beperkte vervorming in de risicoanalyse meegenomen. Uit ervaringen met vergelijkbare situaties is de verwachting dat hierbij, afhankelijk van de afstand tot de werkzaamheden, rekening moet worden gehouden met een additioneel zettingsaandeel van circa 1mm-5mm. In de risicoanalyse is rekening gehouden met een additionele zakking van 1-2mm ter plaatse van de belendingen op een afstand van circa 3m van de walmuur.

3.2.3 Ontgraving ten behoeve van slopen kademuur

Voor de realisatie van de nieuwe kademuur wordt binnen bouwkuipen ontgraven tot circa NAP -0,9m. De grondvervormingen ten gevolge van de werkzaamheden zijn bepaald met behulp van het EEM programma Plaxis, zie paragraaf 4.3.

3.2.4 Verlagen grondwaterstand

In de berekeningen is rekening gehouden met een grondwaterstandsverlaging ter plaatse van de werf ten gevolge van de bemaling binnen de bouwkuip tot NAP -1,3m. De invloed van deze

grondwaterstandsverlaging is beperkt, aangezien in het verleden al een grondwaterstandsverlaging tot NAP -2,3m heeft plaatsgevonden (bij ontlasten en herbelasten van de grond reageert deze stijver). Op basis van de ervaring bij eerdere werkzaamheden is de verwachting dat de grondwaterstandsverlaging ter plaatse van de werf beperkt zal blijven tot enkele decimeters. Voor de bemaling zal gebruik worden gemaakt van een open bemaling. De gehanteerde grondwaterstandsverlaging tot NAP -1,3m ter plaatse van de werf is derhalve naar verwachting een conservatieve aanname.

3.2.5 Trekken palenrij bestaande walmuur

In principe blijft de paalfundering van de bestaande walmuur zoveel mogelijk in de ondergrond achter. Waar mogelijk wordt de definitieve damwand tussen de bestaande houten paalfundering aangebracht. Ter plaatse van walmuur type 1 zal naar verwachting circa 1/3 van de palen van de achterste palenrij verwijderd moeten worden om de damwand te kunnen plaatsen. Hiervoor kan dezelfde werkwijze worden gehanteerd zoals deze ook ter plaatse van Rak 15 is toegepast:

- plaatsen van casing van circa 0,5m om de paal om instorten van het gat te voorkomen;
- trekken van de houten paal;
- het ontstane gat meteen vullen met zand en dit zoveel mogelijk verdichten.

De hoeveelheid zand welke in het ontstane gat kan worden aangebracht, in relatie tot de diameter en lengte van de paal, is een signalering om te controleren dat het gat niet is ingestort. Indien een gat is ingestort moeten, indien meerdere achtereenvolgende palen verwijderd moeten worden, de eerstvolgende palen op een alternatieve manier getrokken worden. Hierbij kan gedacht worden aan het verbuisd trekken van de palen (over de volledige lengte) en de ontstane ruimte vervolgens te vullen met zand of bentoniet/dämmer.

Het wordt bij deze methode opgemerkt dat op de locatie van de getrokken palen later weer een damwand dient te worden aangebracht. Het injectiemiddel dient dus niet zo hard te worden dat dit later weer tot problemen leidt.

3.3 Doel en methode van de schadevoorspelling

3.3.1 Doel van de schadepredicties

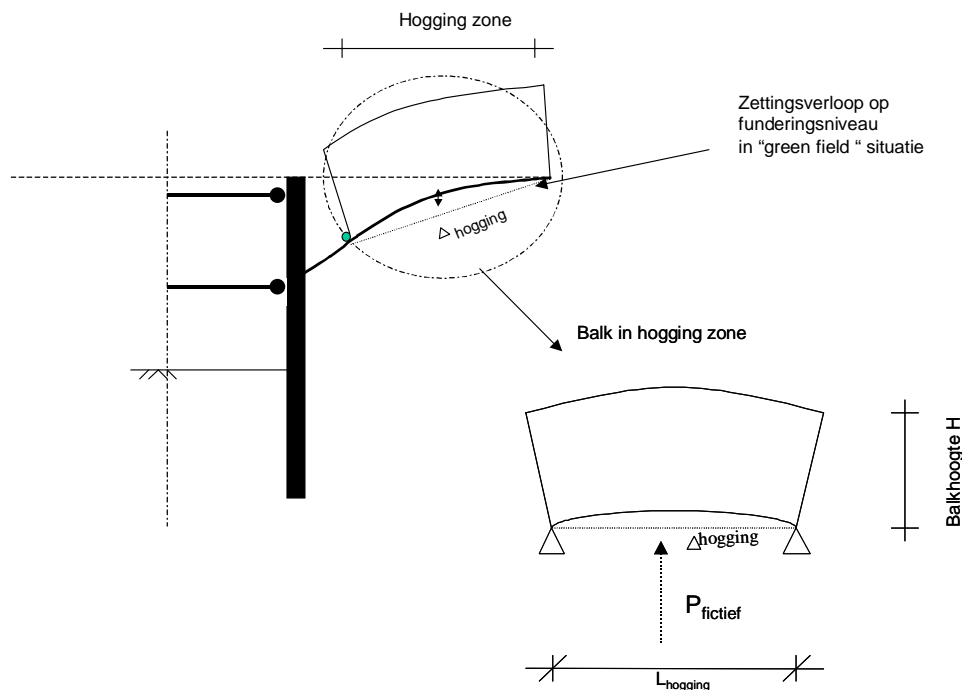
Schadepredicties worden uitgevoerd om in het ontwerpstadium met de gevolgen van omgevingsbeïnvloeding van bouwwerkzaamheden in binnenstedelijke omgeving rekening te kunnen houden. Het doel hiervan is om het ontwerp, de keuzes voor de bouwmethodes en mogelijke preventieve mitigerende maatregelen zodanig 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.

3.3.2 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 distortion" (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 9.



Figuur 9 Schematisering methode der grensrekken voor verticale verschilzettingen

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 5.

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

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

Tabel 5 Schadeclassificatiesysteem conform BRE

Schadecategorie	Schadeklasse
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 schadeklasse “lichte” esthetische schade aangehouden (zie groen gearceerd gebied in Tabel 5).

3.4 Doel monitoring tijdens de uitvoering

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 damwand 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.

Door CRUX wordt aansluitend op deze risicoanalyse een integraal monitoringplan opgesteld waarmee invulling wordt gegeven aan bovenstaande aanpak.

4 Berekende grondvervormingen

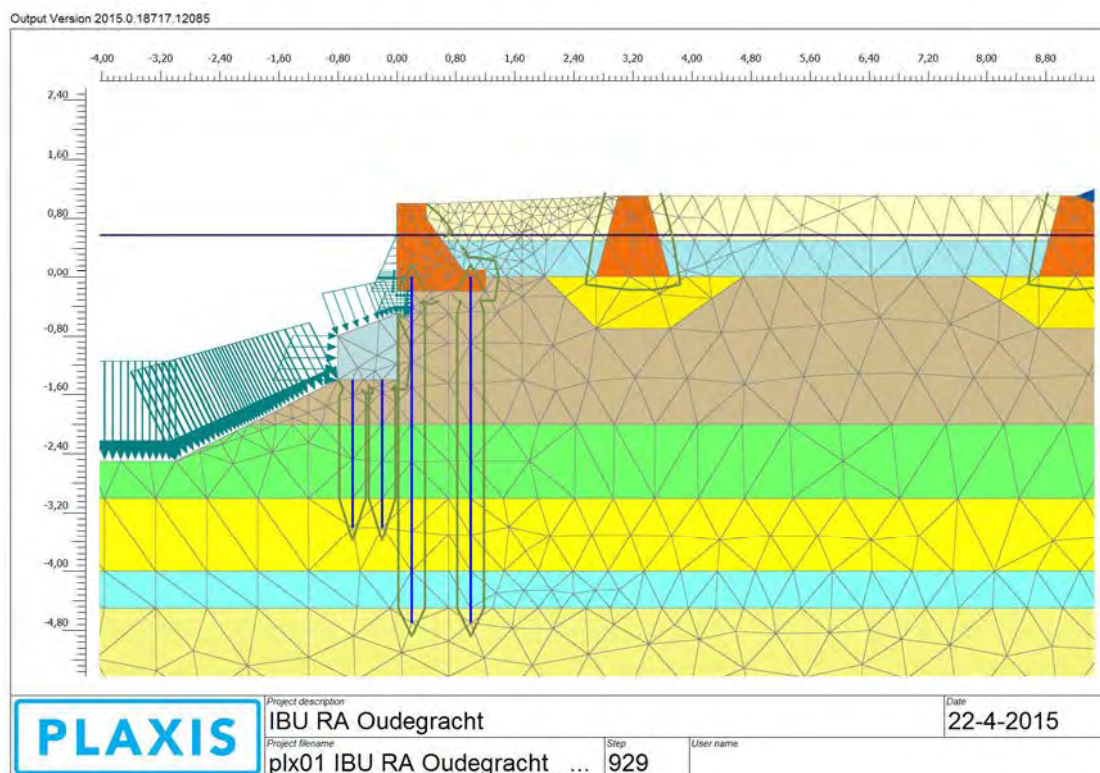
4.1 Algemeen

De grondvervormingen ten gevolge van de werkzaamheden zijn berekend met behulp van het computerprogramma PLAXIS 2D 2015. 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 eigen gewicht, stijfheid en sterkte. Er wordt 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 evenals de kleilaag. De berekeningen zijn uitgevoerd met het HSsmall model waarin rekening wordt gehouden met een niet-lineaire spanning-rekrelatie en onderscheid wordt gemaakt in een stijfheid voor belasten en ontlasten.

4.2 Plaxis model

Een overzicht van de met Plaxis beschouwde doorsnede 1 is weergegeven in Figuur 10. De gehanteerde fasering is weergegeven in Tabel 6. In Bijlage II is de fasering grafisch weergegeven.



Figuur 10 Plaxis model – doorsnede 1

Tabel 6 Fasering Plaxis berekeningen

Fase	beschrijving fasering
0	<ul style="list-style-type: none"> • Initiële fasen waarin de bestaande situatie wordt gecreëerd. <ul style="list-style-type: none"> ○ Gracht. ○ Funderingsbelasting werfmuur. ○ Plaatsen walmuur. ○ Plaatsen rioolkoffer voor walmuur.
1	• Plaatsen hulpdamwand (AZ18-700 tot NAP -8,5m) in gracht op circa 1,2m voor de walmuur.
2	• Waterstand ter plaatse van walmuur verlagen tot NAP -0,4m.
3	• Slopen kademuur (ontgraving tot circa NAP -0,3m).
4	• Plaatsen definitieve damwand walmuur tussen de bestaande funderingspalen van de walmuur.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Aanbrengen tijdelijke grondkering achter definitieve damwand (op circa 1,0m afstand). • Afstempelen tijdelijke grondkering op definitieve damwand (niveau circa NAP +0,4m). • Waterstand ter plaatse van walmuur verlagen tot NAP -1,3m. • Ontgraven tot circa NAP -0,9m t.b.v. aanleg nevenriool en drainage, afzagen paalkoppen.
6	<ul style="list-style-type: none"> • Waterstand NAP -0,4m. • Aanvullen met (bomen)zand achter definitieve damwand.
7	<ul style="list-style-type: none"> • Verwijderen tijdelijke grondkering achter definitieve damwand. • Aanvullen met (bomen)zand tot NAP +1,0m.
8	• Plaatsen prefab betonschort met metselwerk.
9	• Ruimte tussen rioolkoffer en damwanden uitvullen met beton.
10	<ul style="list-style-type: none"> • Afbranden hulpdamwand gracht. • Waterstand NAP +0,58m.

4.3 Resultaten berekening

Een overzicht van de berekende verplaatsingen ter plaatse van de fundering van de werfmuur is voor de verschillende beschouwde doorsneden weergegeven in Tabel 7 tot en met Tabel 9.

Tabel 7 Berekende verplaatsing fundering werfmuur – doorsnede 1

Fase [-]	Doorsnede 1 (veen)	Berekende verplaatsing voorzijde belending		SF [-]
		Uy [mm]	Ux [mm]	
0	Initiële situatie	-	-	1,10
2	Waterstand verlagen tot NAP -0,4m	-1	1	-
3	Slopen kademuur (ontgraving tot circa NAP -0,3m)	-2	2	1,42
4	Plaatsen definitieve damwand	-4	3	-
5	Aanbrengen tijdelijke grondkering inclusief stempel Waterstand t.p.v. walmuur verlagen tot NAP -1,3m Ontgraven tot circa NAP -0,9m	-11	7	1,13
7	Verwijderen tijdelijke grondkering Aanvullen met (bomen)zand tot NAP +1,0m Waterstand NAP +0,4m	-12	8	-

Fase [-]	Doorsnede 1 (veen)	Berekende verplaatsing voorzijde belending		SF [-]
		Uy [mm]	Ux [mm]	
10	Afbranden hulpdamwand gracht Waterstand NAP +0,58m	-12	9	1,82

Opmerkingen bij de tabel:

Uy = verticale verplaatsing fundering werfmuur

Ux = horizontale verplaatsing fundering werfmuur

SF = stabiliteitsfactor

Tabel 8 Berekende verplaatsing fundering werfmuur – doorsnede 2

Fase [-]	Doorsnede 2 (klei)	Berekende verplaatsing voorzijde belending		SF [-]
		Uy [mm]	Ux [mm]	
0	Initiële situatie	-	-	1,01
2	Waterstand verlagen tot NAP -0,4m	-1	1	-
3	Slopen kademuur (ontgraving tot circa NAP -0,3m)	-1	1	1,48
4	Plaatsen definitieve damwand	-1	1	-
5	Aanbrengen tijdelijke grondkering inclusief stempel Waterstand t.p.v. walmuur verlagen tot NAP -1,3m Ontgraven tot circa NAP -0,9m	-7	5	1,20
7	Verwijderen tijdelijke grondkering Aanvullen met (bomen)zand tot NAP +1,0m Waterstand NAP +0,4m	-8	7	-
10	Afbranden hulpdamwand gracht Waterstand NAP +0,58m	-12	9	1,64

Opmerkingen bij de tabel:

Uy = verticale verplaatsing fundering werfmuur

Ux = horizontale verplaatsing fundering werfmuur

SF = stabiliteitsfactor

Tabel 9 Berekende verplaatsing fundering werfmuur – doorsnede 3

Fase [-]	Doorsnede 3 (zand)	Berekende verplaatsing voorzijde belending		SF [-]
		Uy [mm]	Ux [mm]	
0	Initiële situatie	-	-	1,25
2	Waterstand verlagen tot NAP -0,4m	0	0	-
3	Slopen kademuur (ontgraving tot circa NAP -0,3m)	-1	1	1,25
4	Plaatsen definitieve damwand	-1	1	-
5	Aanbrengen tijdelijke grondkering inclusief stempel	-2	2	1,3

Fase [-]	Doorsnede 3 (zand)	Berekende verplaatsing voorzijde belending		SF [-]
		Uy [mm]	Ux [mm]	
	Waterstand t.p.v. walmuur verlagen tot NAP -1,3m Ontgraven tot circa NAP -0,9m			
7	Verwijderen tijdelijke grondkering Aanvullen met (bomen)zand tot NAP +1,0m Waterstand NAP +0,4m	-2	2	-
10	Afbranden hulpdamwand gracht Waterstand NAP +0,58m	-4	2	2,1

Opmerkingen bij de tabel:

Uy = verticale verplaatsing fundering werfmuur

Ux = horizontale verplaatsing fundering werfmuur

SF = stabiliteitsfactor

Naast de berekende verplaatsingen is in de tabellen de waarde van de veiligheidsfactor van de constructie weergegeven. De veiligheidsfactor heeft betrekking op de macrostabiliteit. Door middel van een stapsgewijze reductie van de sterkteparameters ϕ' (hoek van inwendige wrijving) en c (cohesie) van de grond, wordt inzicht verkregen in de stabiliteit van de constructie. De reductie wordt doorgezet totdat de constructie komt te bezwijken. De mate waarin de sterkte is gereduceerd tot bezwijken, bepaalt de stabiliteit die de constructie bezit.

De veiligheidsfactor gedurende de bouwphase is, ten gevolge van het plaatsen van de damwanden, groter dan de huidige situatie. In het bouwbesluit wordt voor de partiële factor voor grondeigenschappen verwezen naar NEN 9997-1+C1. Voor de sterkteparameters c' (cohesie) en ϕ' (hoek van inwendige wrijving) bedraagt de partiële factor (γ) respectievelijk 1,45 en 1,25 (uitgaande van veiligheidsklasse RC2). Met een berekende veiligheidsfactor in de eindsituatie van (1,6 t/m 2,1) wordt hier ruimschoots aan voldaan.

4.4 Toetsing van de berekende vervormingen

In Tabel 10 is een overzicht gegeven van de maximale verplaatsingen ter plaatse van de werfmuur. Door projectie van het maatgevende vervormingsverloop van de verticale en de horizontale grondvervormingen is een rekenkundig schadeprofiel te bepalen. Door de gekozen conservatieve berekeningsaannamen (geen beschouwing van interactie tussen gebouw en grond) wordt rekenkundig een absolute bovengrens van de te verwachten schade door de bouwwerkzaamheden voorspeld.

Uit de berekeningen volgt dat de invloed van de grondvervormingen op de belendende panden rekenkundig resulteert in mogelijke *verwaarloosbare tot lichte esthetische schade*. Dit schadeprofiel wordt binnen de huidige ontwerp praktijk voor binnenstedelijke projecten als een acceptabel schadeprofiel aangemerkt. Voor de berekening van de schadeklasse wordt verwezen naar Bijlage V.

Tabel 10 Berekende verplaatsing en schadeprofiel werfmuur

Doorsnede	Berekening	Ontgraven bouwkuip		Totale rek	Schadeprofiel
[-]	[-]	Vert. [mm]	Hor. [mm]	[%]	[-]
Doorsnede 1/2	Referentieoplossing	12	9	0,145	licht esthetisch
Doorsnede 3	Referentieoplossing	2	2	0,033	verwaarloosbaar

4.5 Riolering

De riolering welke is geplaatst voor de walmuren is gefundeerd op korte houten palen. In Plaxis is tevens de riolering gemodelleerd. Hieruit blijkt dat de riolering circa 4mm in horizontale richting verplaatst en circa 2mm in verticale richting. De riolering kan mogelijk ook worden beïnvloed door het indrukken van de hulpdamwand en de permanente damwand op korte afstand van de palen. Hiervoor is uitgegaan van een verticale zakking van 5mm ter plaatse van de riolering. Resultierend in een totale berekende zetting van circa 1cm. De toelaatbare (verschil)zetting van het riool is tijdens het opstellen van onderhavige rapportage niet bekend en dient te worden bepaald door de leidingbeheerder. Op basis van de informatie van de leidingbeheerder kunnen de berekende vervormingen worden getoetst.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Vanuit het oogpunt van omgevingsbeïnvloeding zijn drie doorsneden beschouwd. Doorsneden 1 en 2 zijn te beschouwen als 'worst-case' situaties. Doorsnede 3 is gunstig vanuit het oogpunt van omgevingsbeïnvloeding.

Uit de berekeningen volgt dat, op basis van de huidige gegevens, ter plaatse van de doorsneden 1 tot en met 3 de schadeklasse beperkt is tot een acceptabele klasse: verwaarloosbare tot lichte esthetische schade.

Naar verwachting zal de grondopbouw over het algemeen gunstiger zijn en/of zal de afstand tussen de werfmuur en de walmuur groter zijn dan 3,0m. De berekende vervormingen ter plaatse van doorsneden 1 en 2 kunnen derhalve als een bovengrens worden beschouwd. Naar verwachting zullen de vervormingen over het algemeen overeenkomen met doorsnede 3.

5.2 Aanbevelingen / additionele risico's

5.2.1 Geldigheid risicoanalyse

De uitgevoerde risicoanalyse is geldig voor alle locaties/rakken welke vergelijkbaar of gunstiger zijn dan de beschouwde doorsneden. Bij (grote) afwijkingen in de bodemopbouw (dikte slappe lagen), diepte grachtbodem, funderingsbelasting van de werfmuur of afstand tussen de werf- en walmuur moet beschouwd worden of een aanvullende analyse noodzakelijk is.

5.2.2 Trekken palenrij bestaande walmuur

In principe blijft de paalfundering van de bestaande walmuur zoveel mogelijk in de ondergrond achter. Waar mogelijk wordt de definitieve damwand tussen de bestaande houten paalfundering aangebracht. Ter plaatse van walmuur type 1 zal naar verwachting circa 1/3 van de palen van de achterste palenrij verwijderd moeten worden om de damwand te kunnen plaatsen. Hiervoor kan dezelfde werkwijze worden gehanteerd zoals deze ook ter plaatse van Rak 15 is toegepast:

- plaatsen van casing van circa 0,5m om de paal om instorten van het gat te voorkomen;
- trekken van de houten paal;
- het ontstane gat meteen vullen met zand en dit zoveel mogelijk verdichten.

De hoeveelheid zand welke in het ontstane gat kan worden aangebracht, in relatie tot de diameter en lengte van de paal, is een signalering om te controleren dat het gat niet is ingestort. Indien een gat is ingestort moeten, indien meerdere achtereenvolgende palen verwijderd moeten worden, de eerstvolgende palen op een alternatieve manier getrokken worden. Hierbij kan gedacht worden aan het verbuisd trekken van de palen (over de volledige lengte) en de ontstane ruimte vervolgens te vullen met zand of bentoniet/dämmer.

Het wordt bij deze methode opgemerkt dat op de locatie van de getrokken palen later weer een damwand dient te worden aangebracht. Het injectiemiddel dient dus niet zo hard te worden dat dit later weer tot problemen leidt.

5.2.3 Bomen

Tussen de werfmuur en de walmuur zijn bomen aanwezig waarbij enkele bomen op zeer korte afstand van de walmuur staan, zie Figuur 7. Dit kan betekenen dat op enkele locaties de bomen voorafgaand aan de werkzaamheden verwijderd moeten worden of dat op deze locaties voor een alternatieve uitvoeringsmethode gekozen moet worden. De mogelijke alternatieve uitvoeringsmethode maakt geen onderdeel uit van onderhavige risicoanalyse.

5.2.4 Tijdstip plaatsen definitieve damwand

Het wordt aanbevolen om, analoog aan de werkmethode ter plaatse van Rak 15, na verwijderen van de walmuur zo snel mogelijk de definitieve damwand te plaatsen (hooguit 0,5-1 dagproductie verschil).

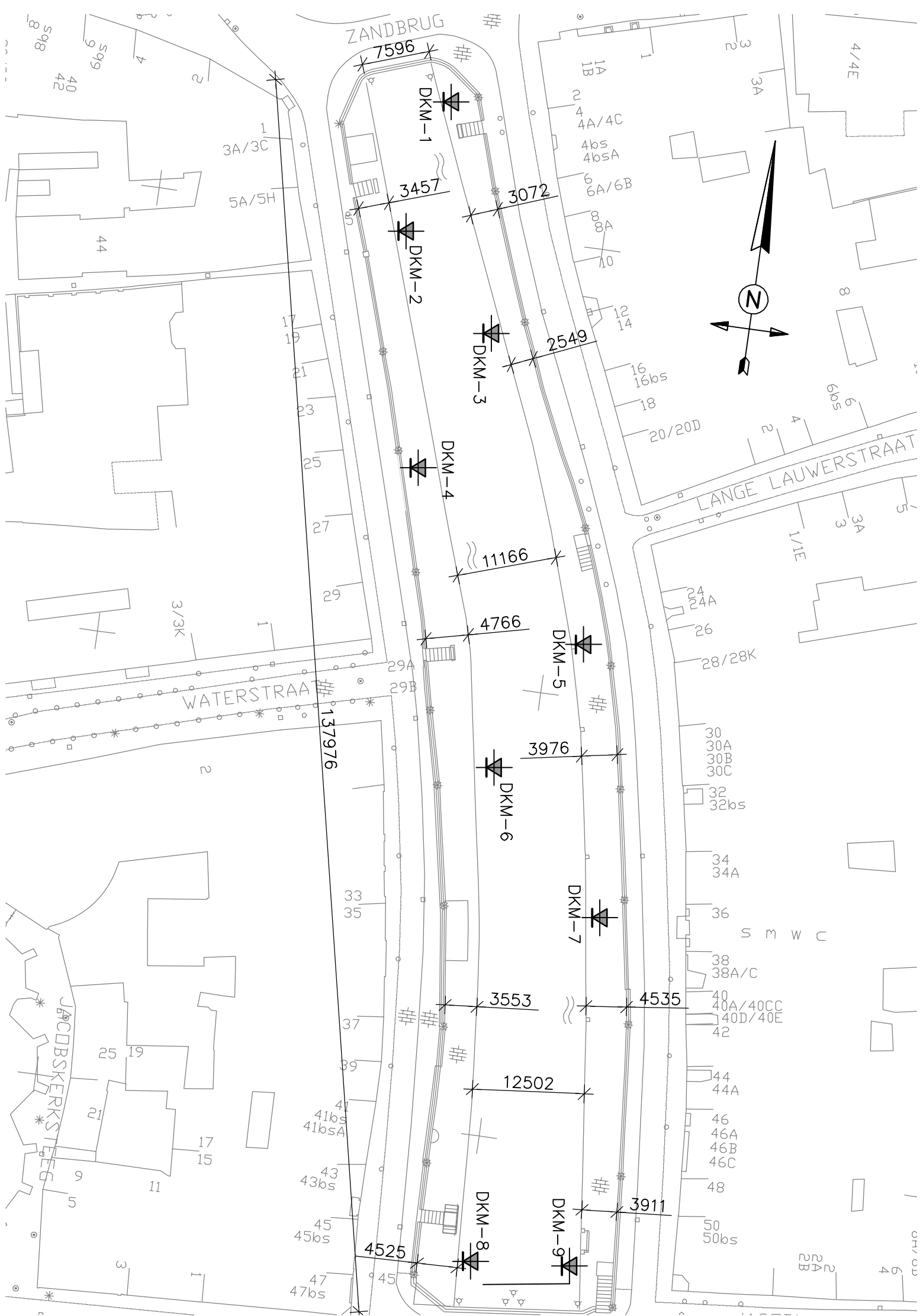
5.2.5 Fasering

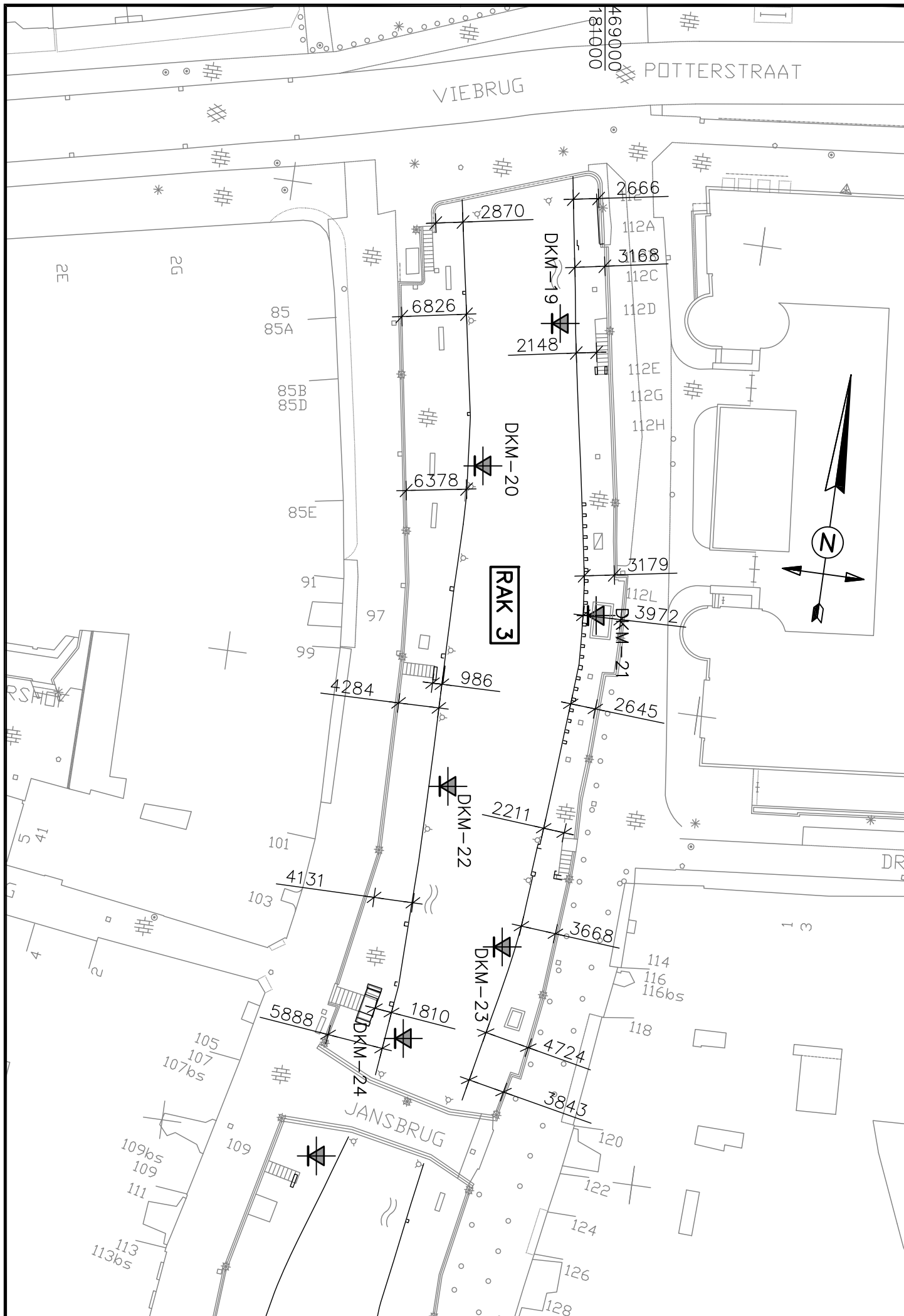
Indien uitvoeringstechnisch mogelijk kan er voor gekozen worden om het onderwaterbeton in een eerdere fase te storten (tussen fase 4 en fase 5, zie Tabel 6). Hierdoor wordt een stempel gecreëerd tussen de beide damwanden waardoor de constructie als geheel stijver zal reageren voordat tot het diepste niveau moet worden ontgraven.

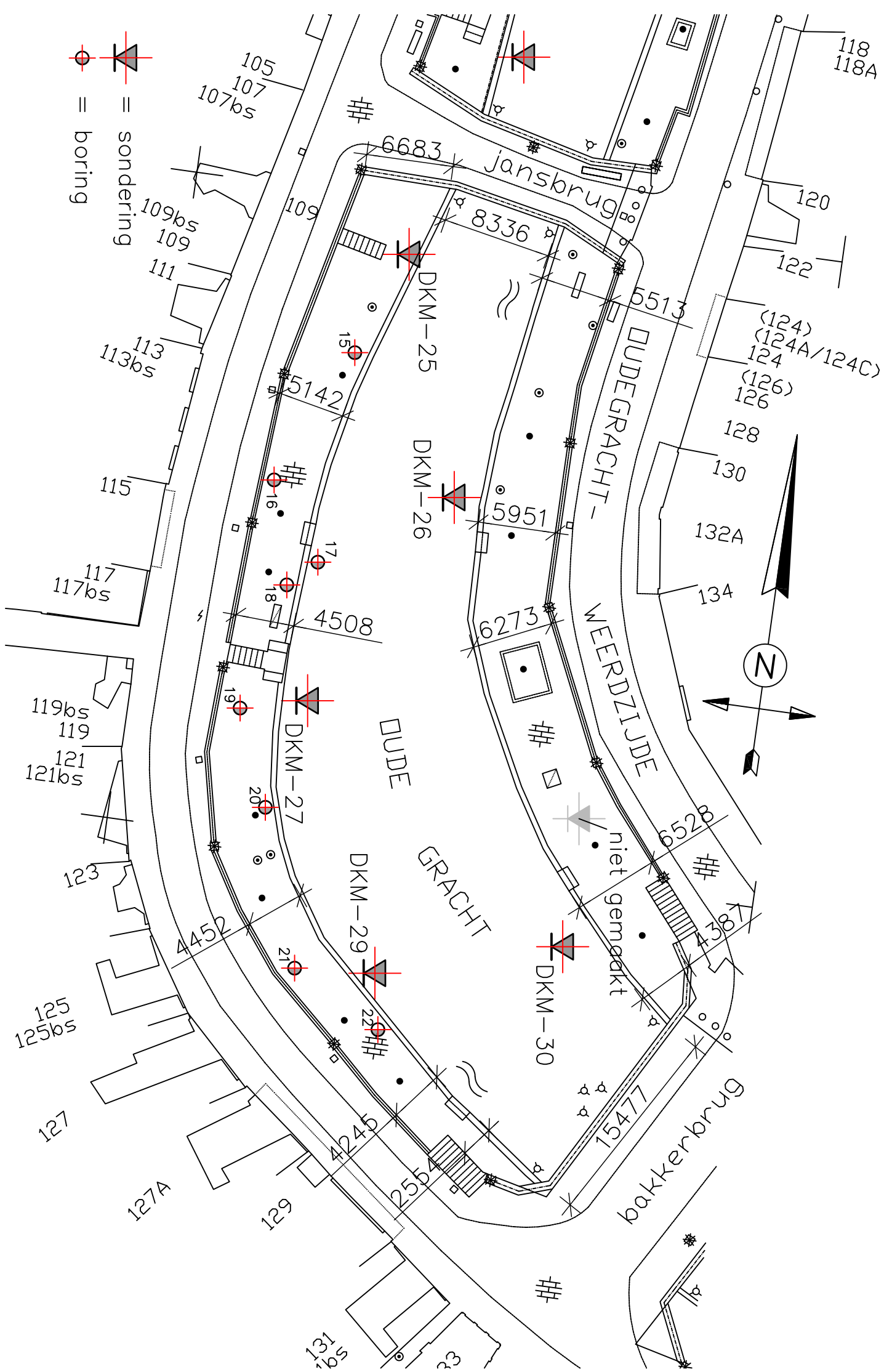
5.3 Monitoring

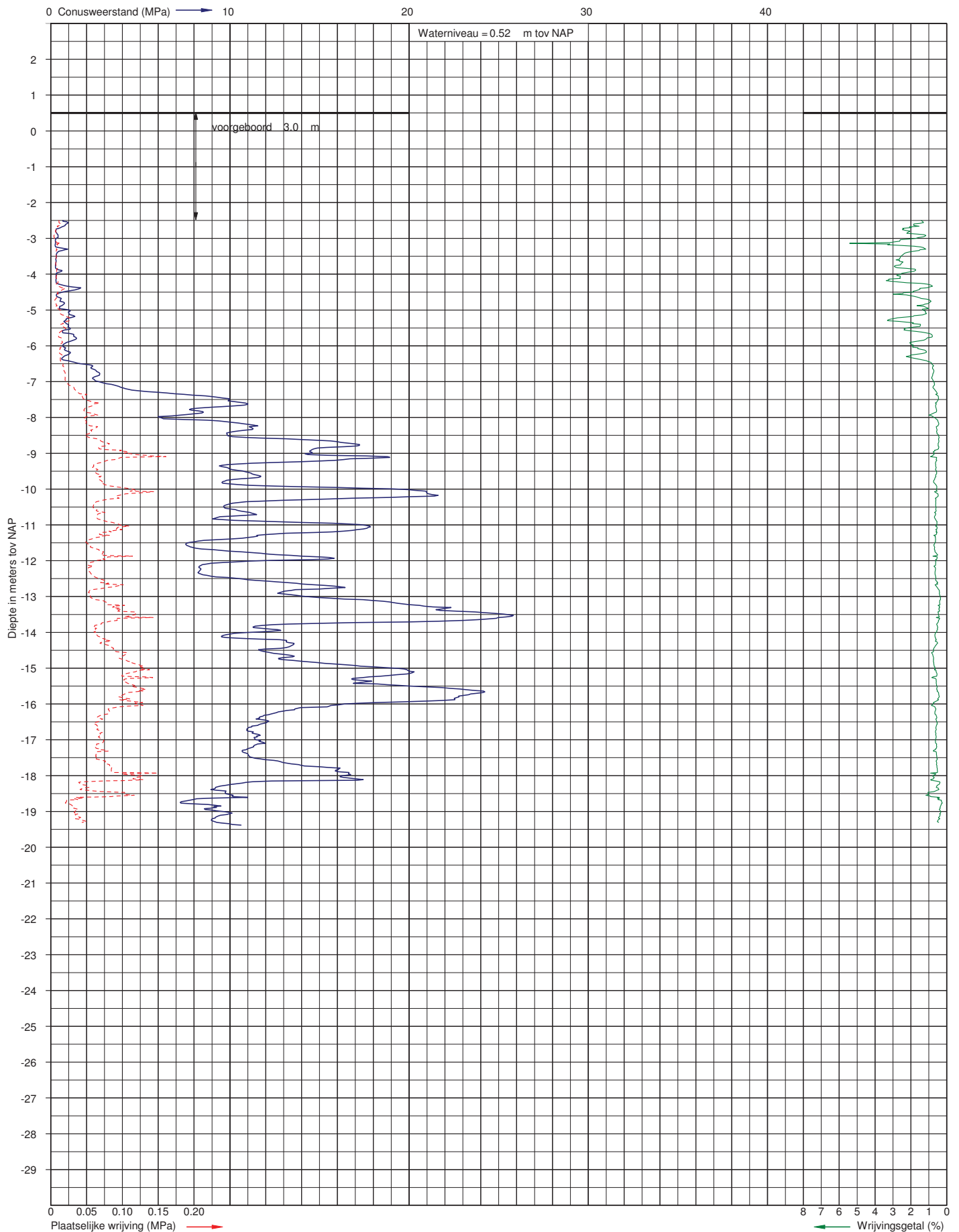
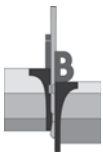
In een apart monitoringsplan zullen de monitoringswerkzaamheden worden besproken. In het plan worden de meetmomenten, de locatie van de meetinstrumenten en de te hanteren alarm- en grenswaarden nader gespecificeerd.

Bijlage I Grondonderzoek



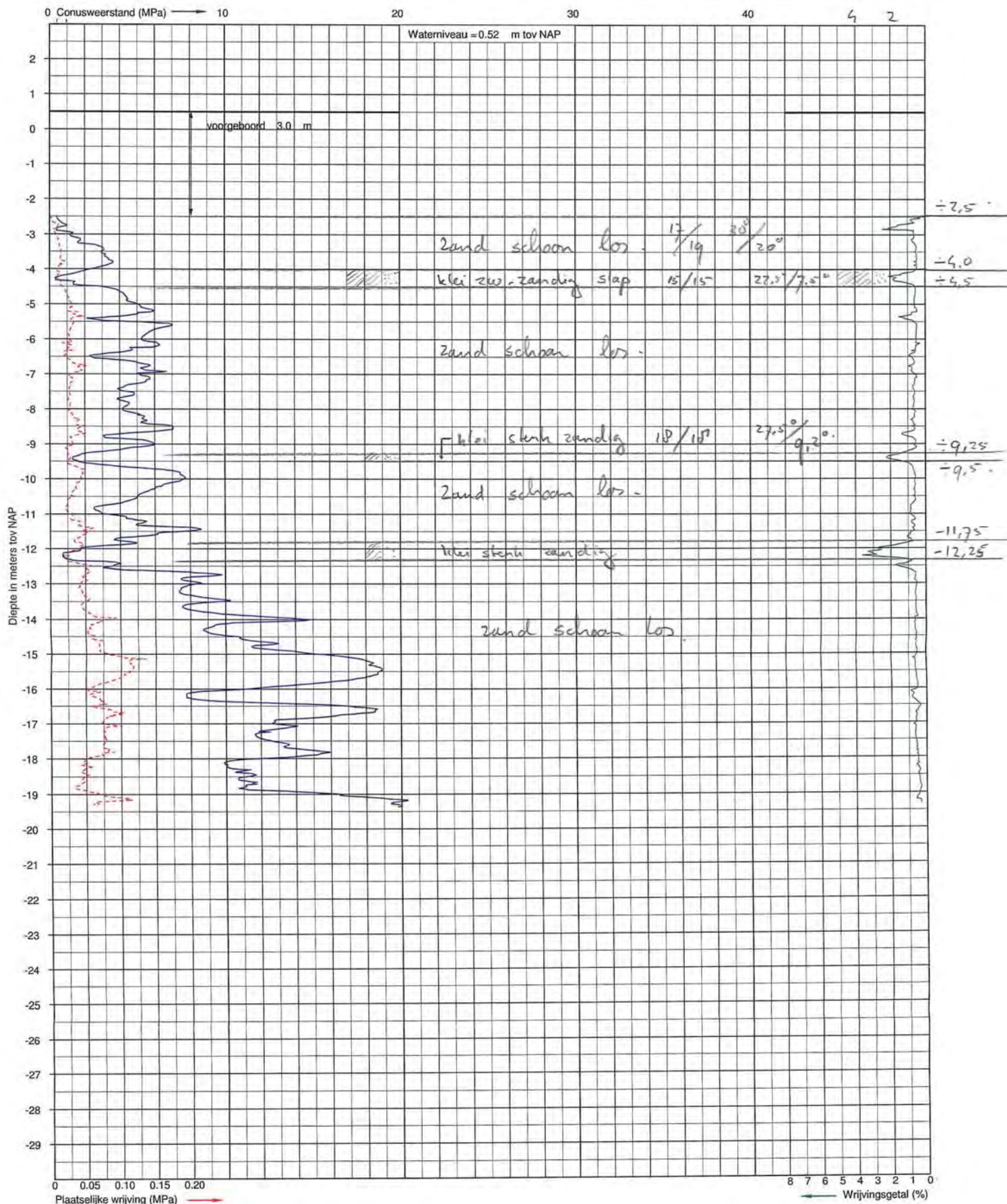






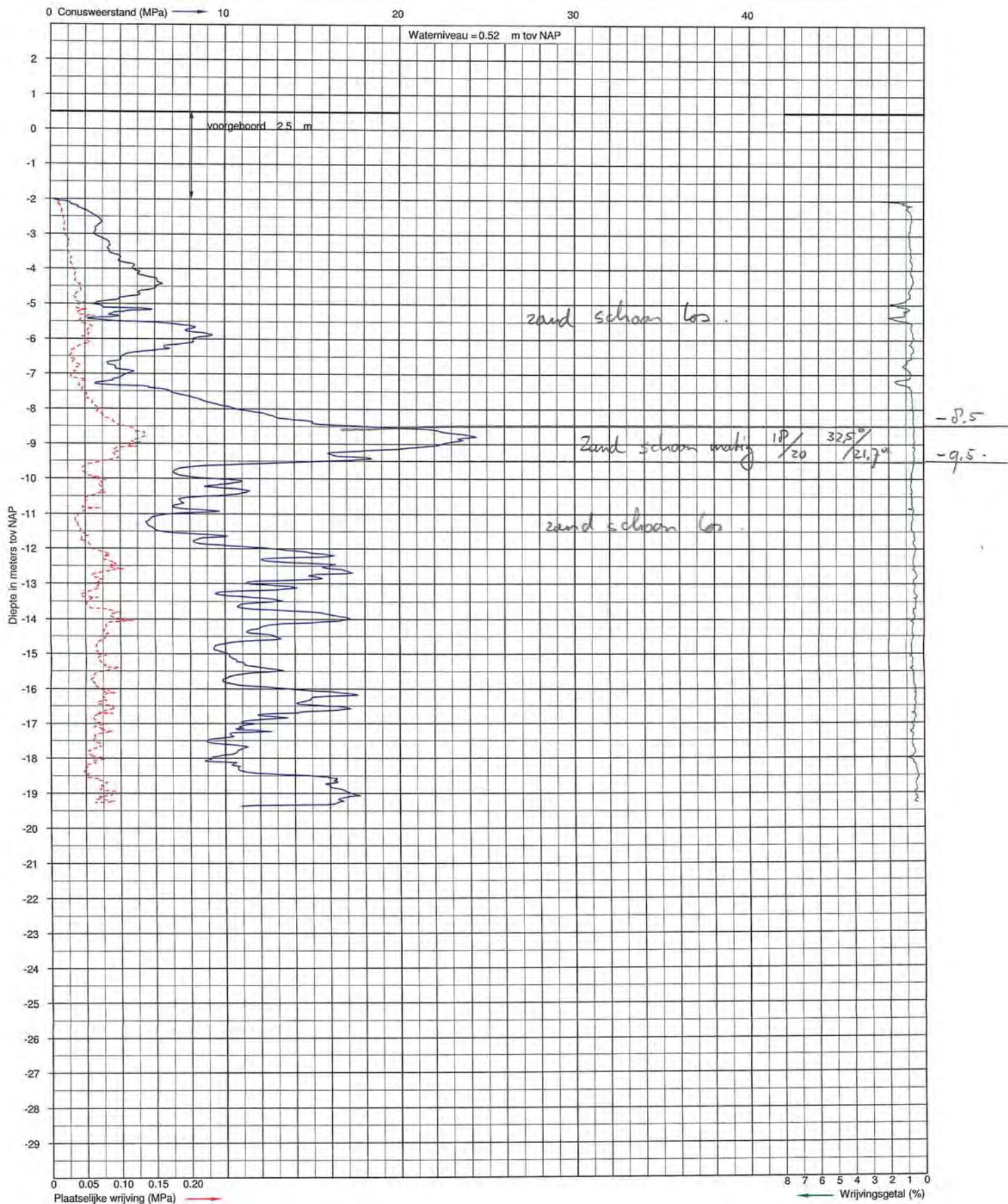


West



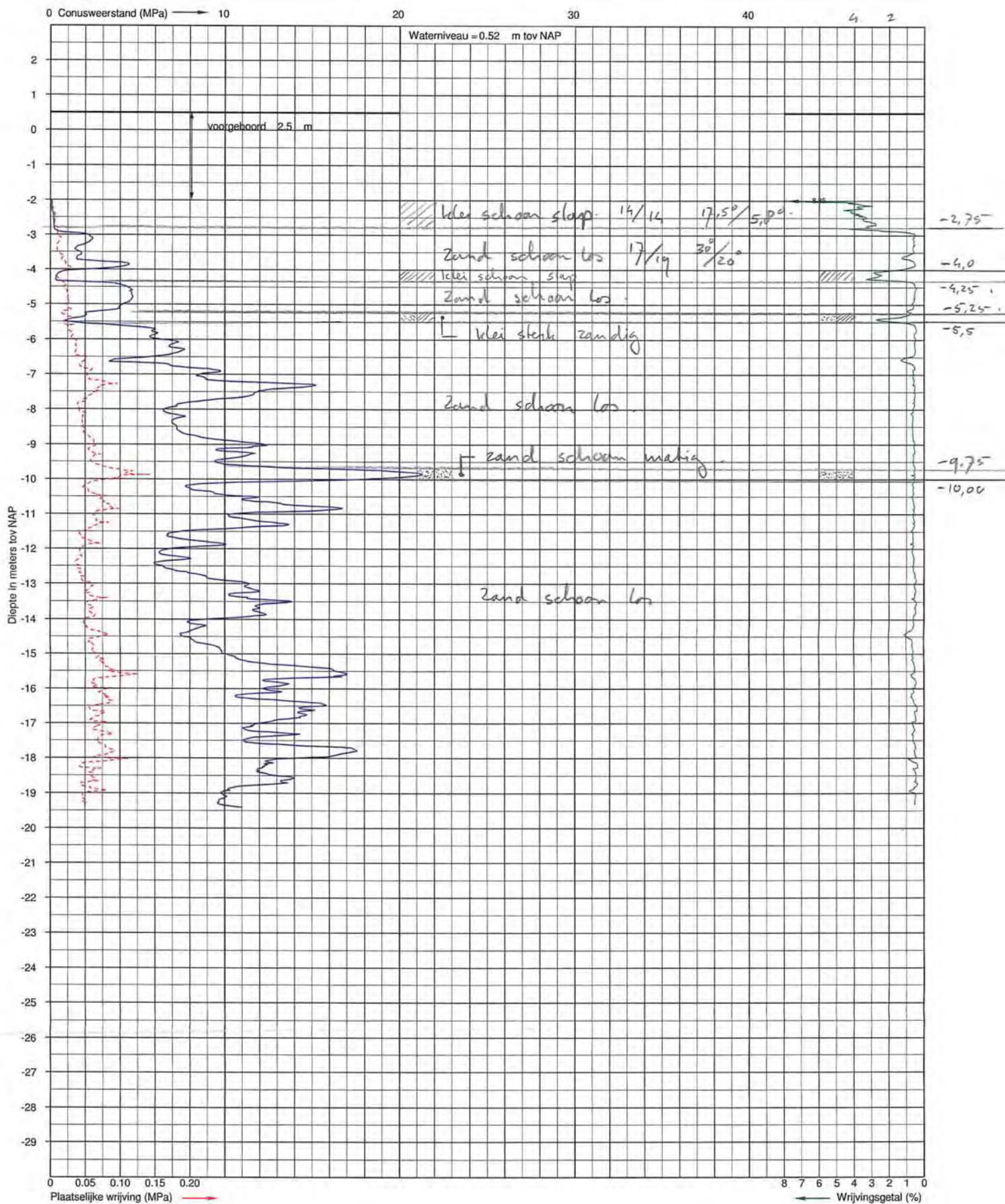


Deel





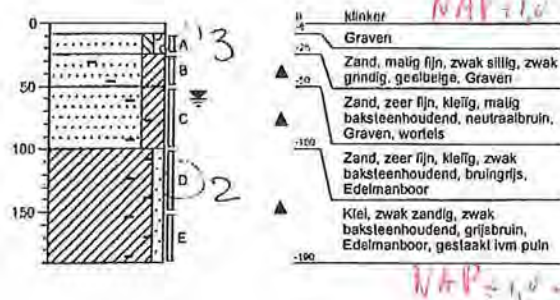
Went



RAK4

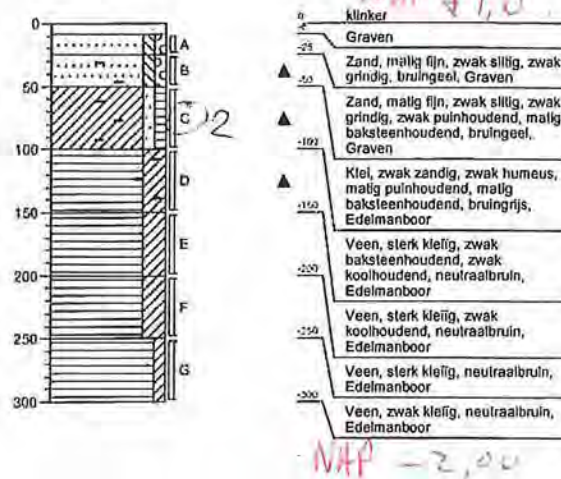
Boring: 15 noord.

Boormeester:
Datum: 15-4-2014
GWS: 60
Opmerking:



Boring: 16 noord.

Boormeester:
Datum: 15-4-2014
GWS: 60
Opmerking:



Boring: 17 noord.

Boormeester:
Datum: 15-4-2014
GWS: 60
Opmerking:



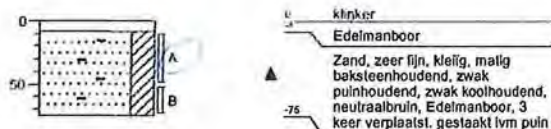
Boring: 18 midden.

Boormeester:
Datum: 15-4-2014
GWS: 60
Opmerking:

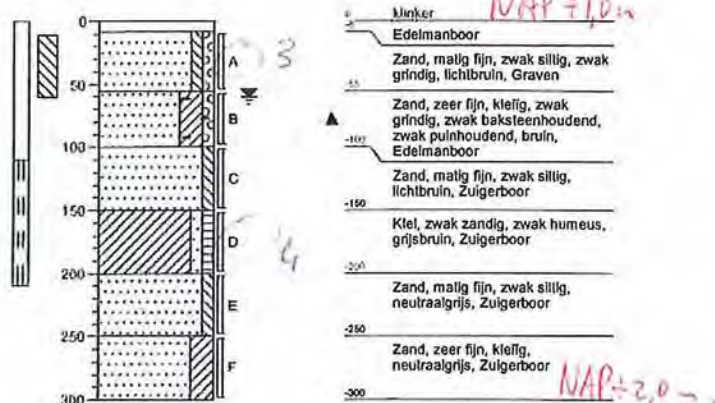


RAK 4

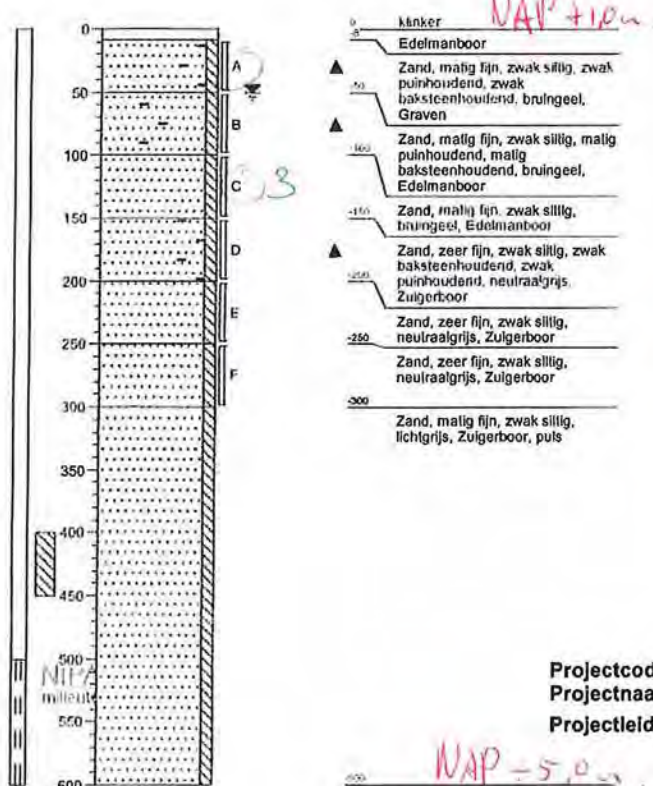
Boring: 19 *midden*
 Boormeester:
 Datum: 15-4-2014
 GWS:
 Opmerking:



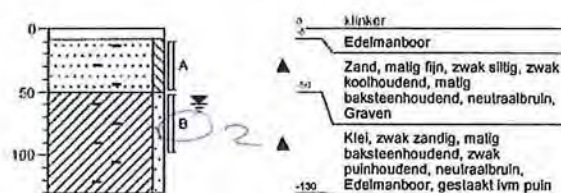
Boring: 20 *Zuid*
 Boormeester:
 Datum: 15-4-2014
 GWS: 60
 Opmerking:



Boring: 21 *Zuid*
 Boormeester:
 Datum: 15-4-2014
 GWS: 50
 Opmerking:



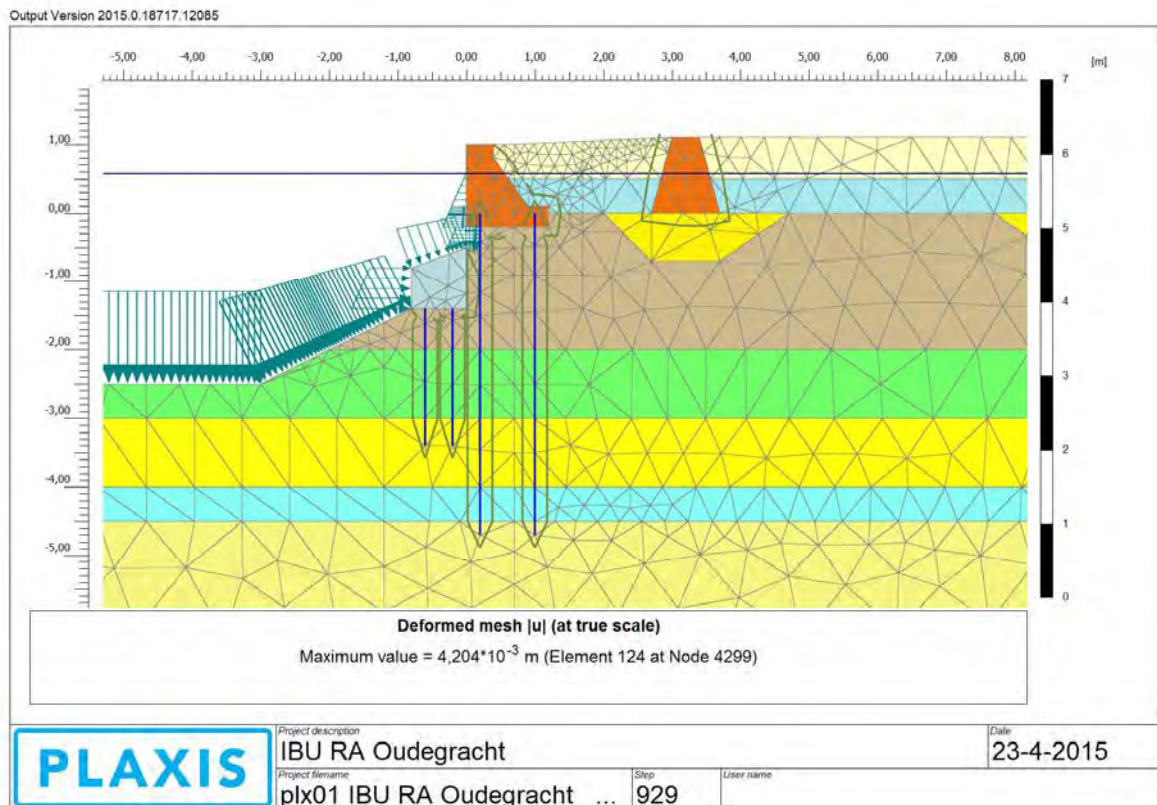
Boring: 22 *Zuid*
 Boormeester:
 Datum: 15-4-2014
 GWS: 60
 Opmerking:



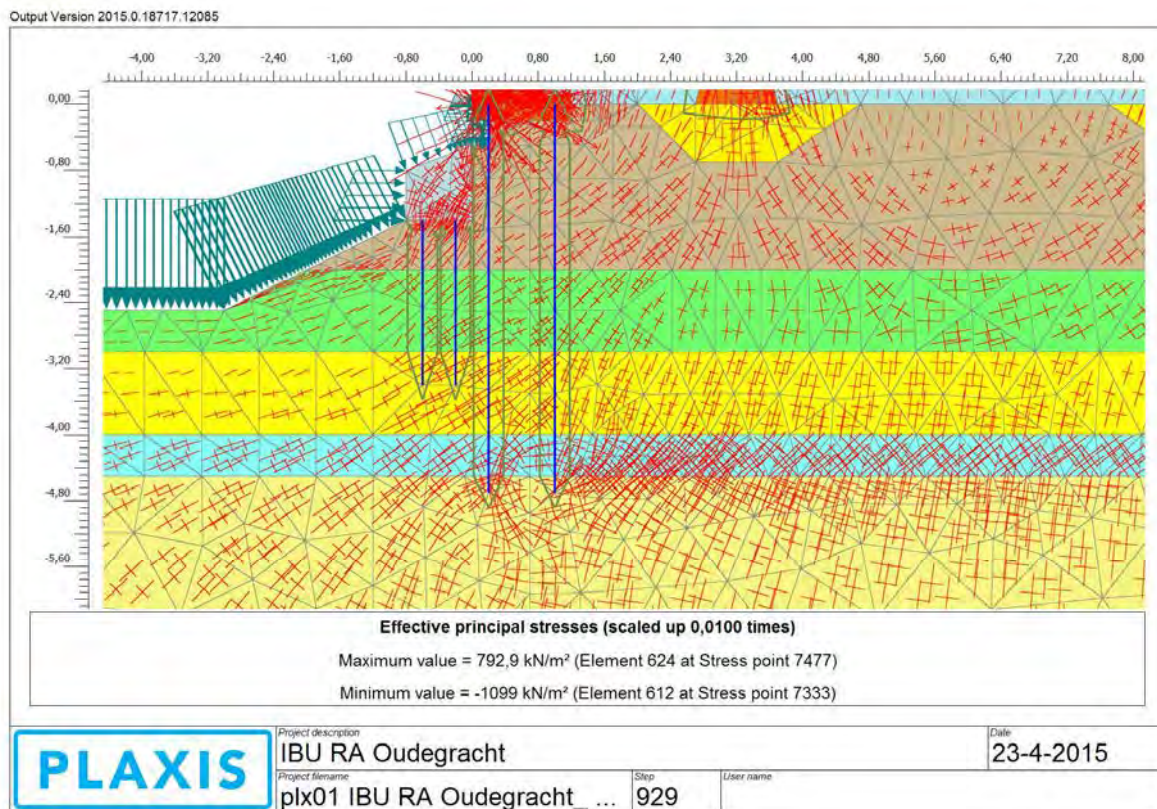
*mm1 NEN (Zand + puin + baksteen)
 mm2 NEN (Klei + puin + baksteen)
 mm3 NEN (Zand (grindig))
 mm4 NEN (Klei)*

Bijlage II Plaxis – Fasering

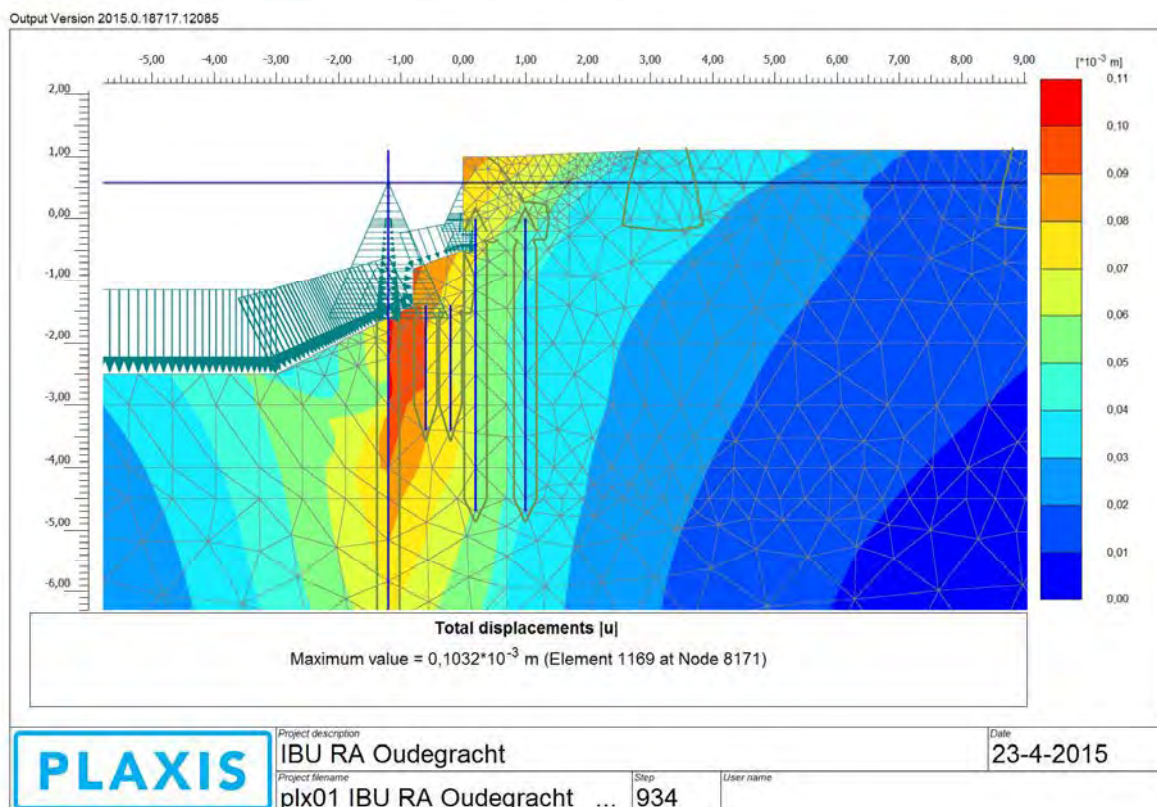
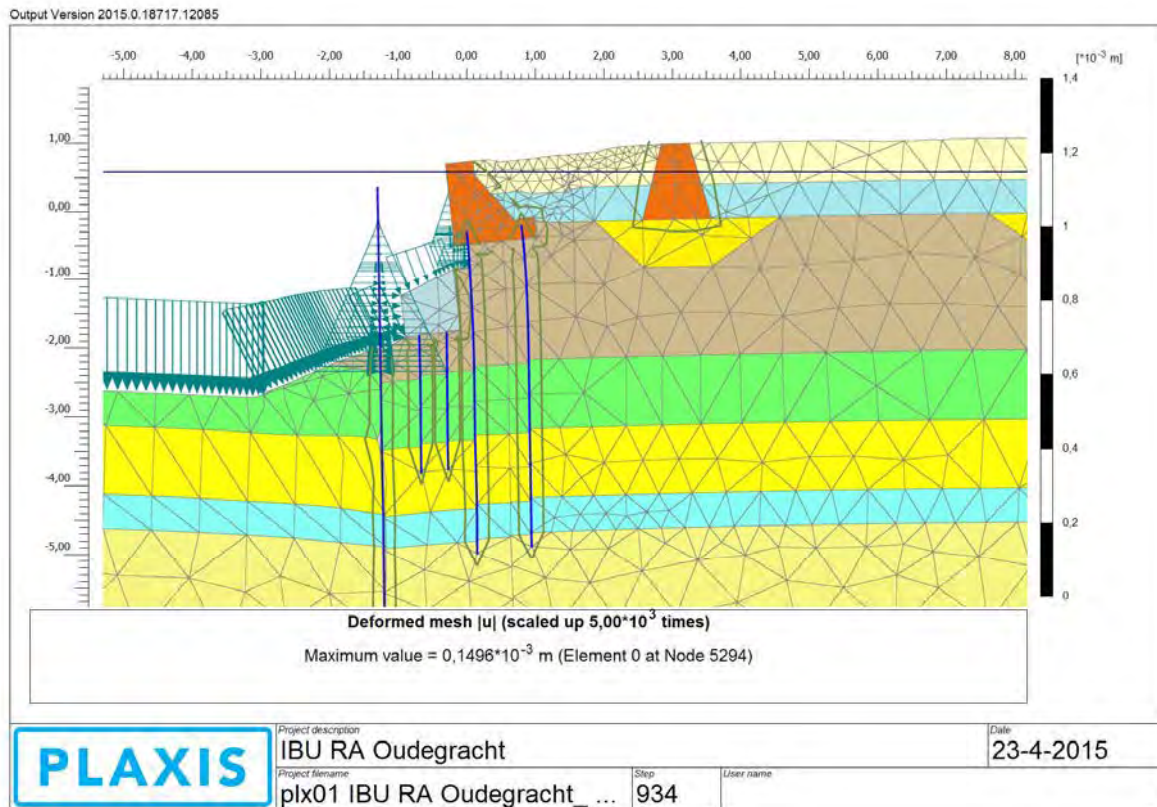
Doorsnede 1 – Fase 0 - Initieel



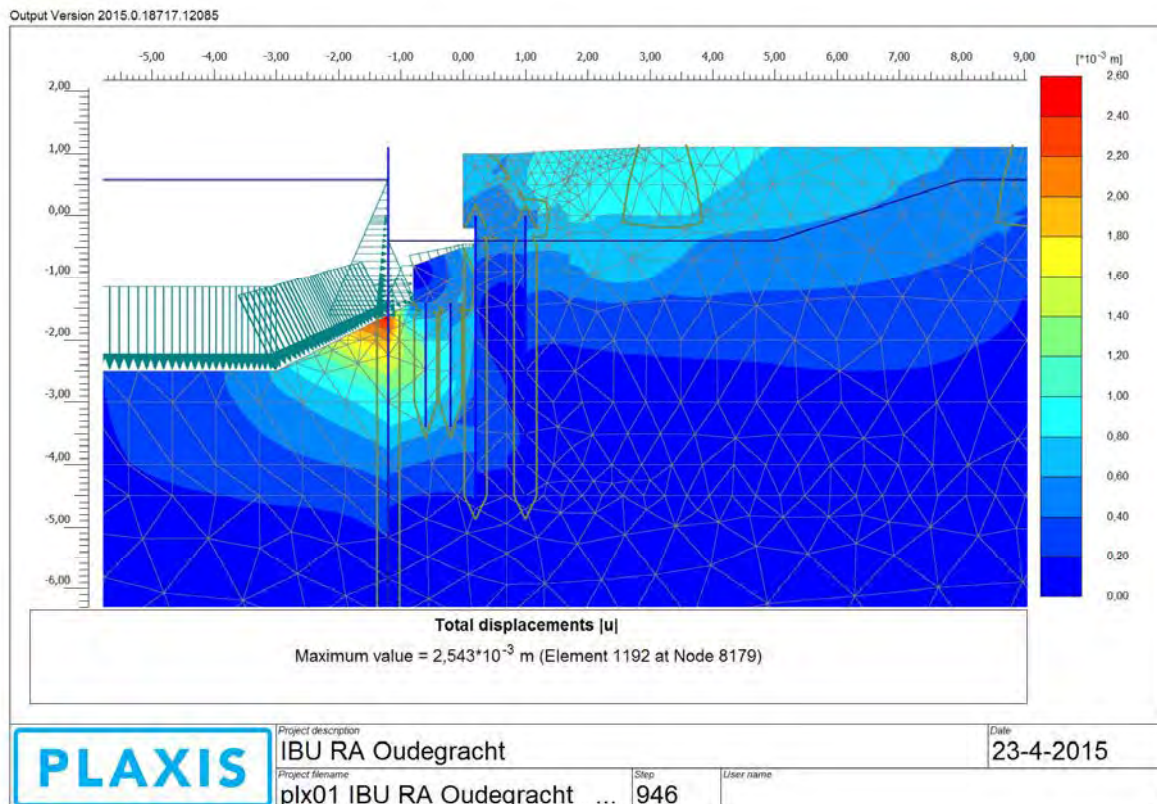
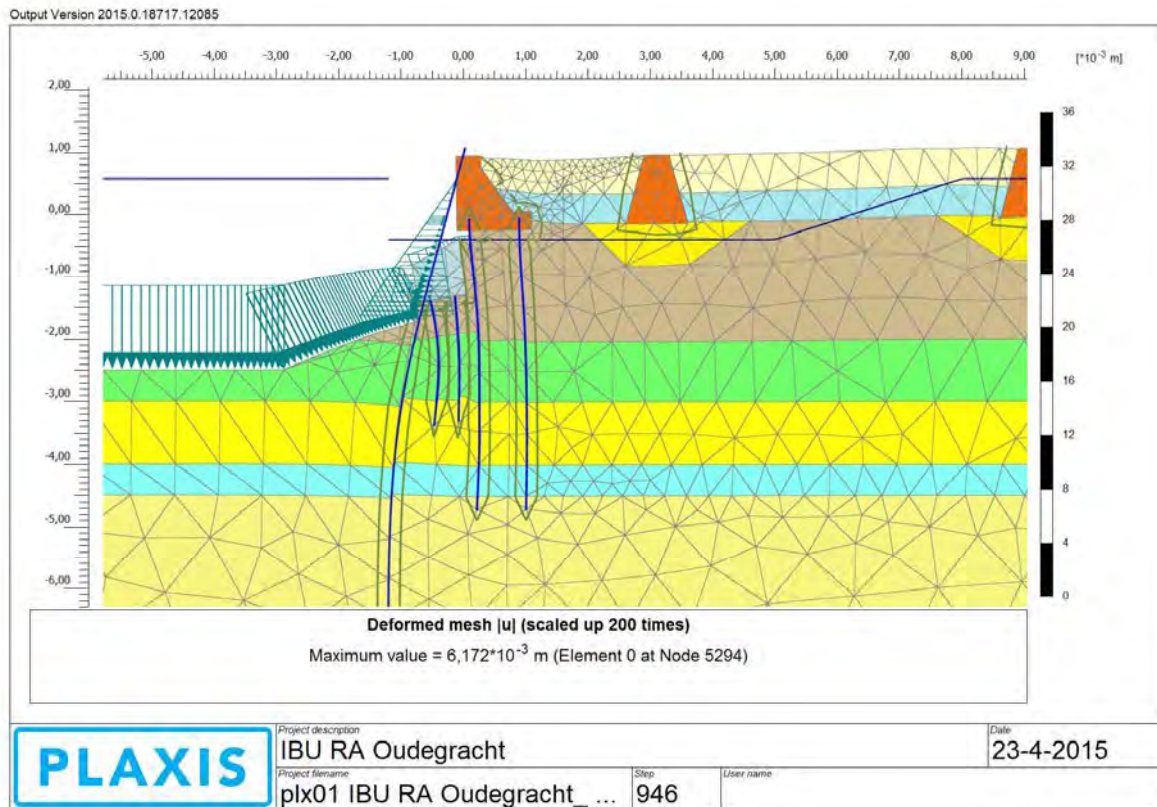
Verloop hoofdspanningsrichtingen in de ondergrond (initieel)



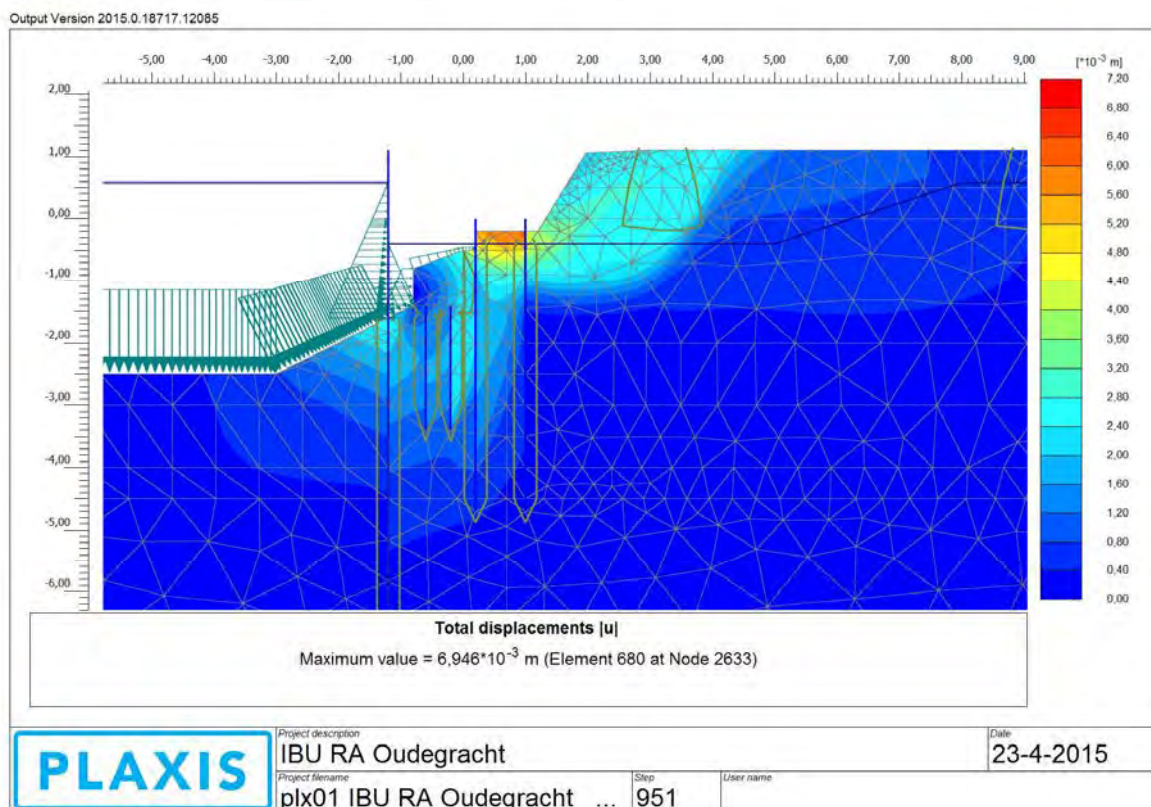
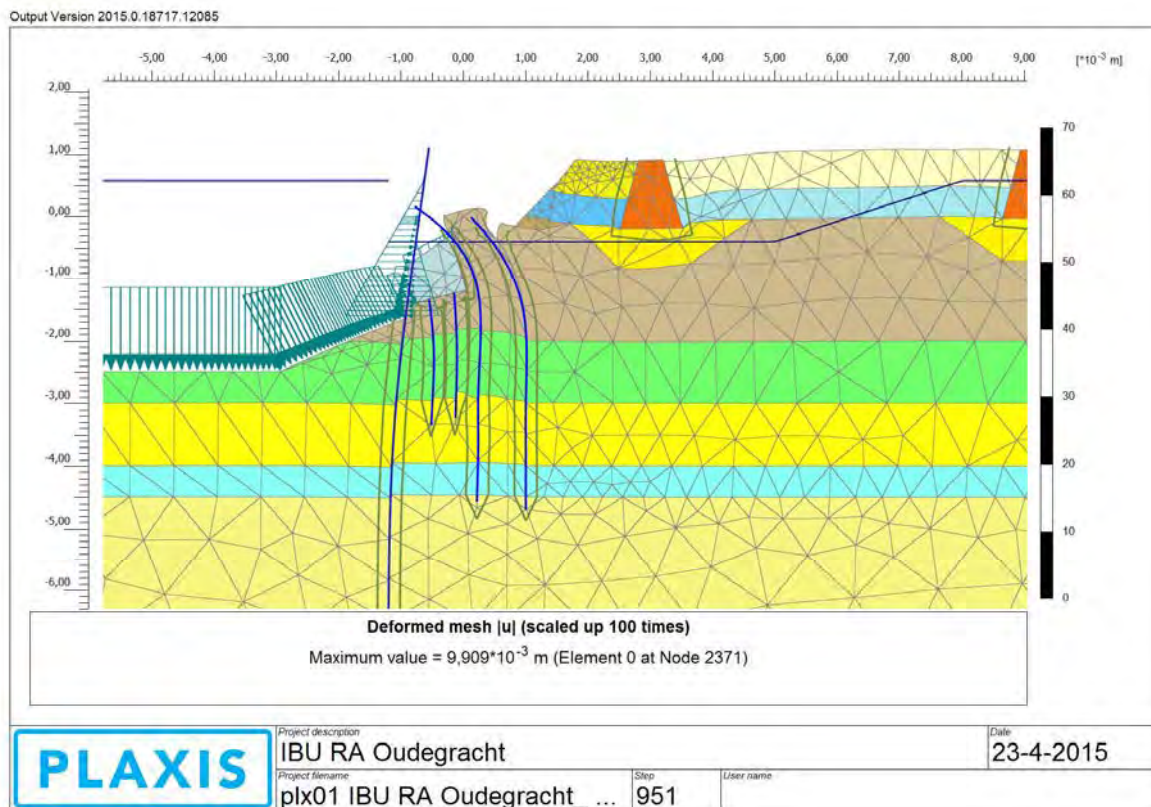
Doorsnede 1 – Fase 1 – Plaatsen hulpdamwand in gracht



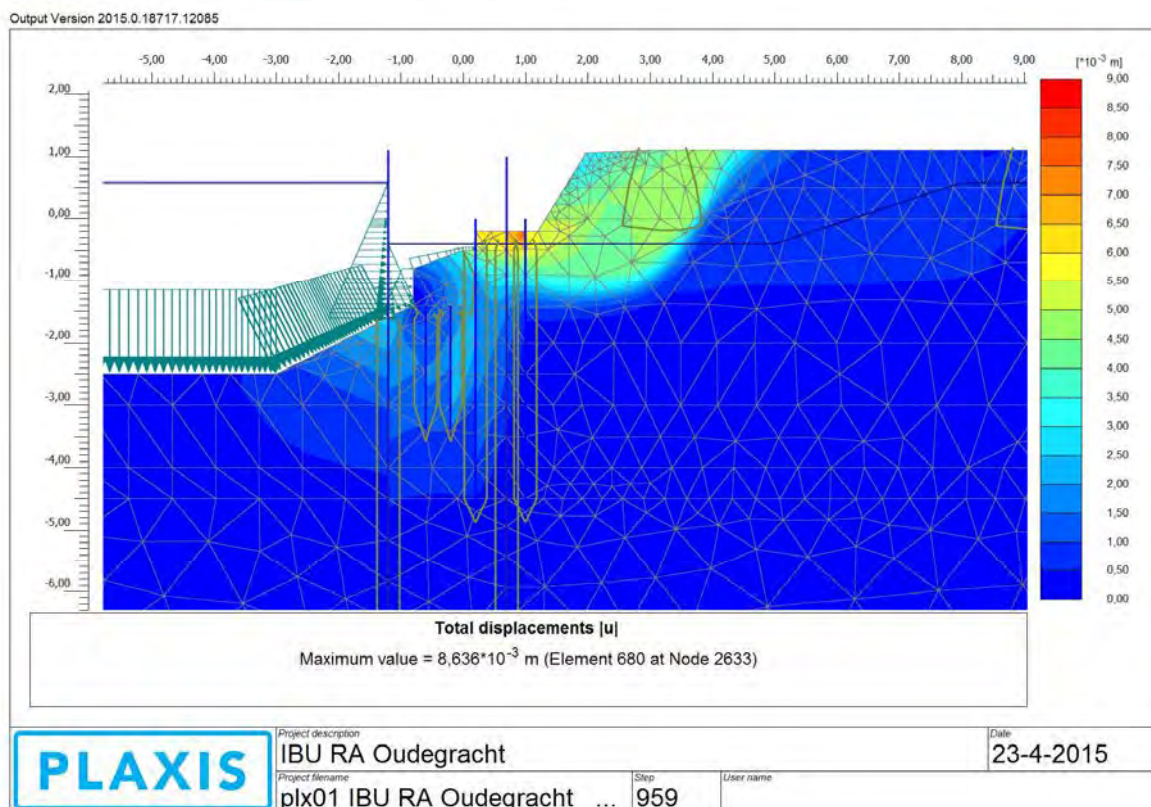
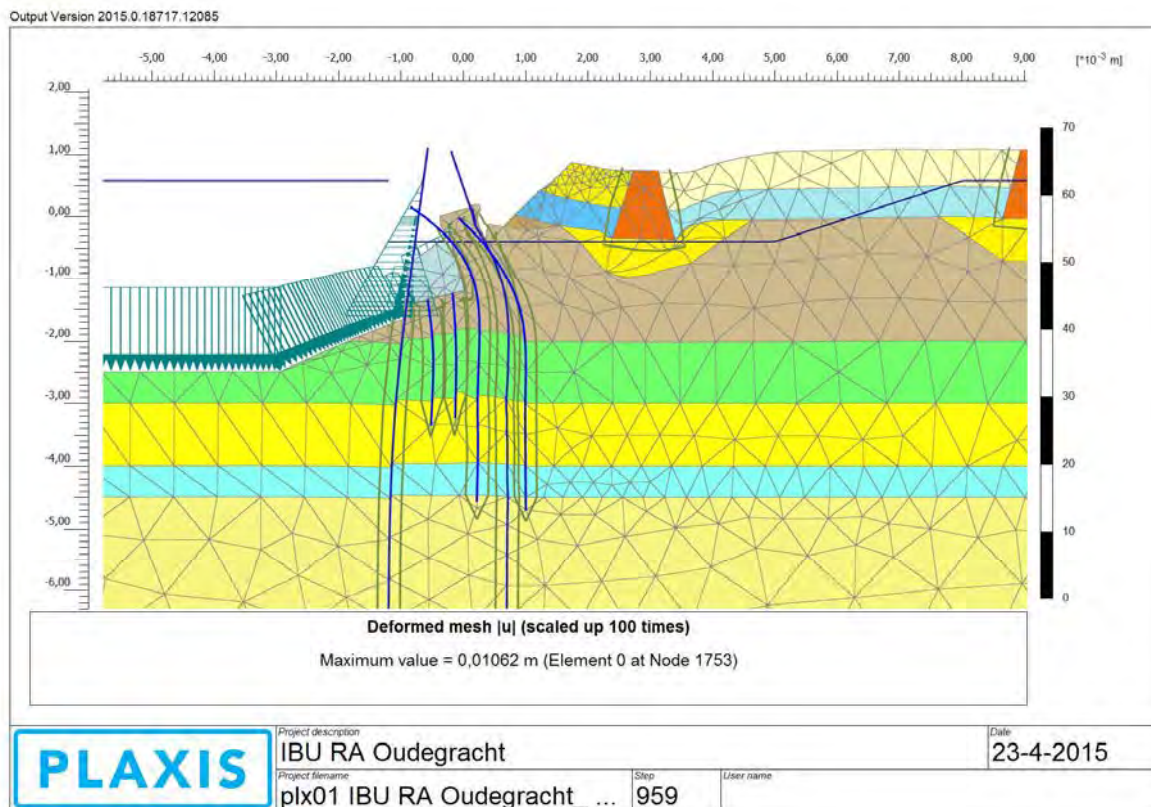
Doorsnede 1 – Fase 2 – Waterstand verlagen tot NAP -0.4m



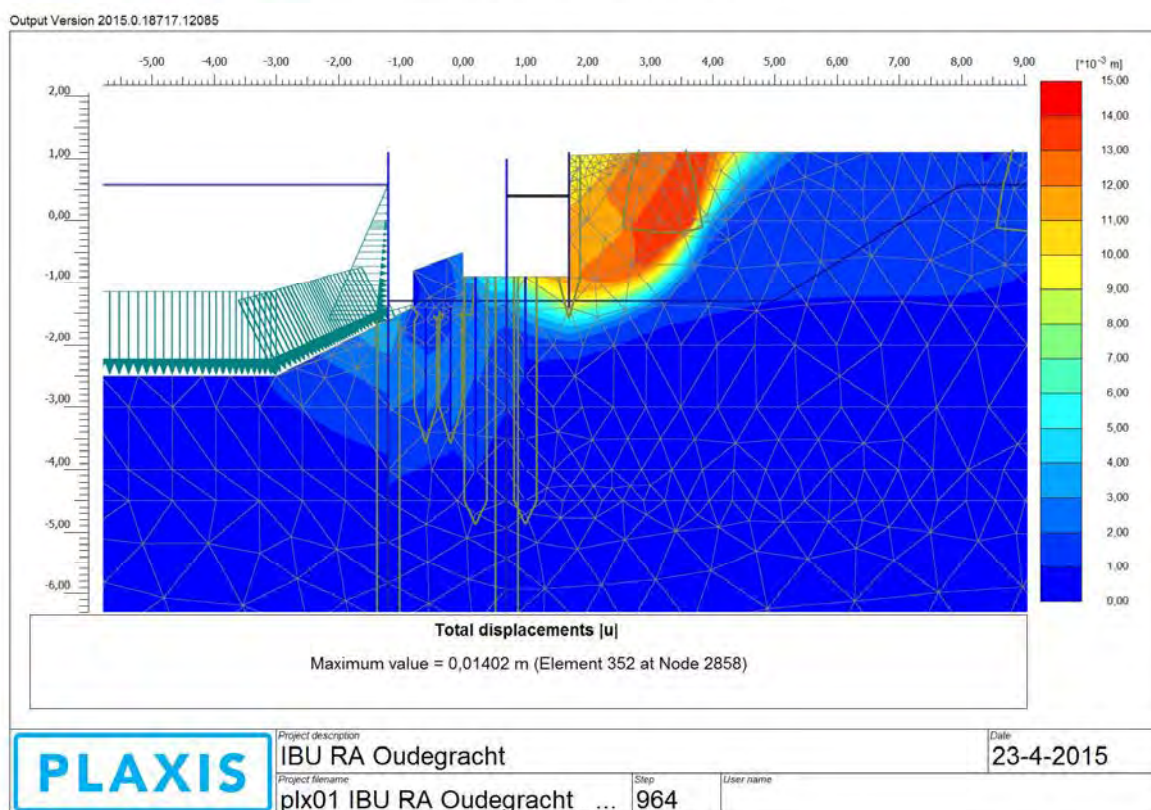
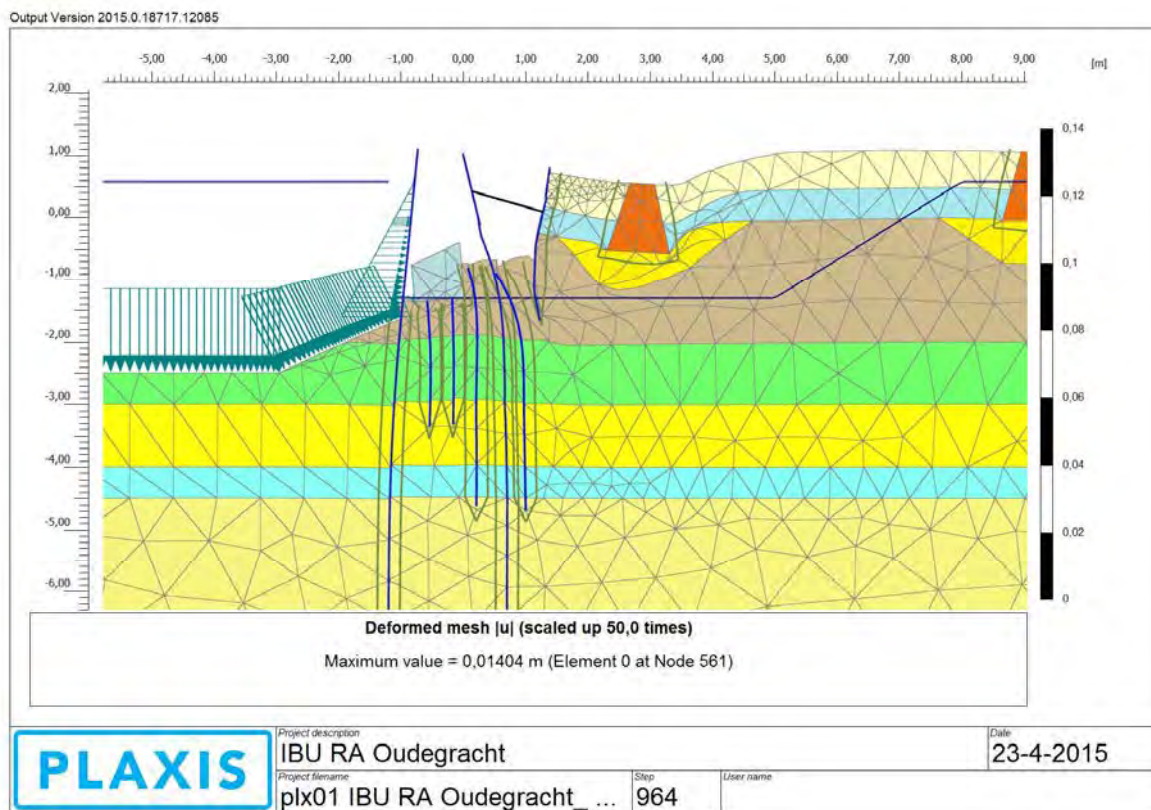
Doorsnede 1 – Fase 3 – Slopen kademuur (ontgraving tot circa NAP -0.3m)



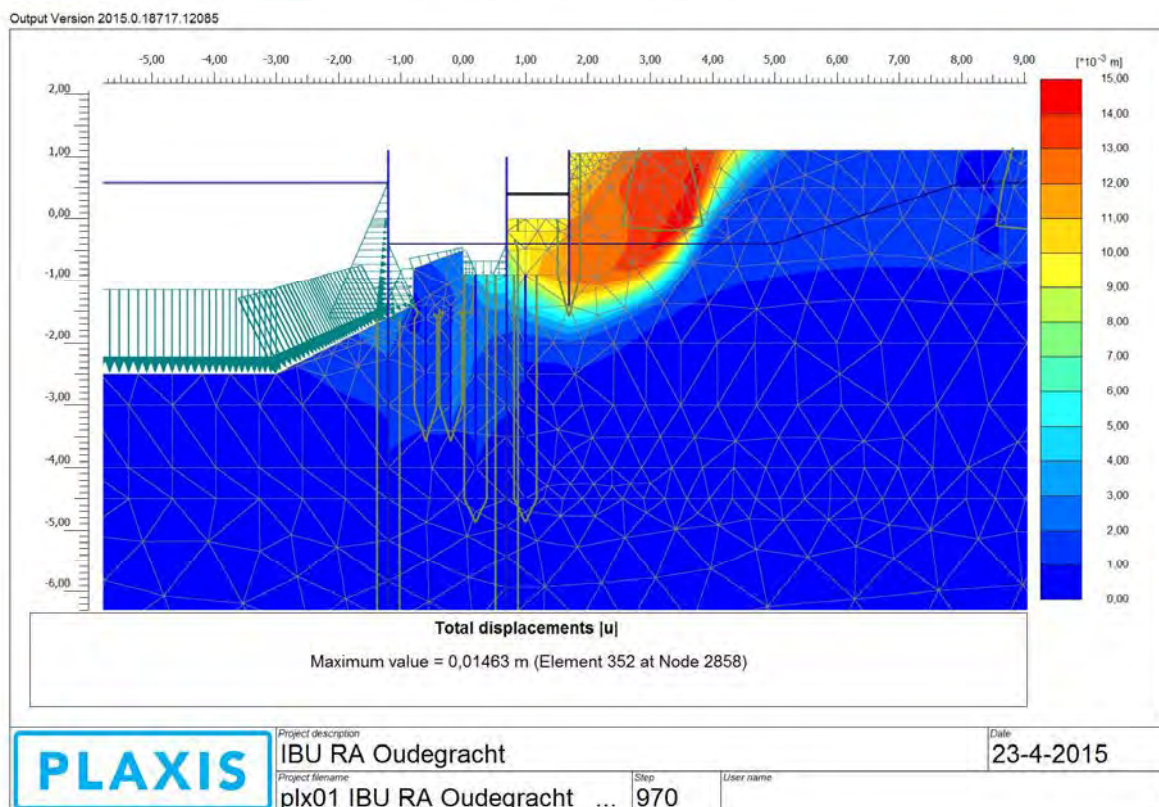
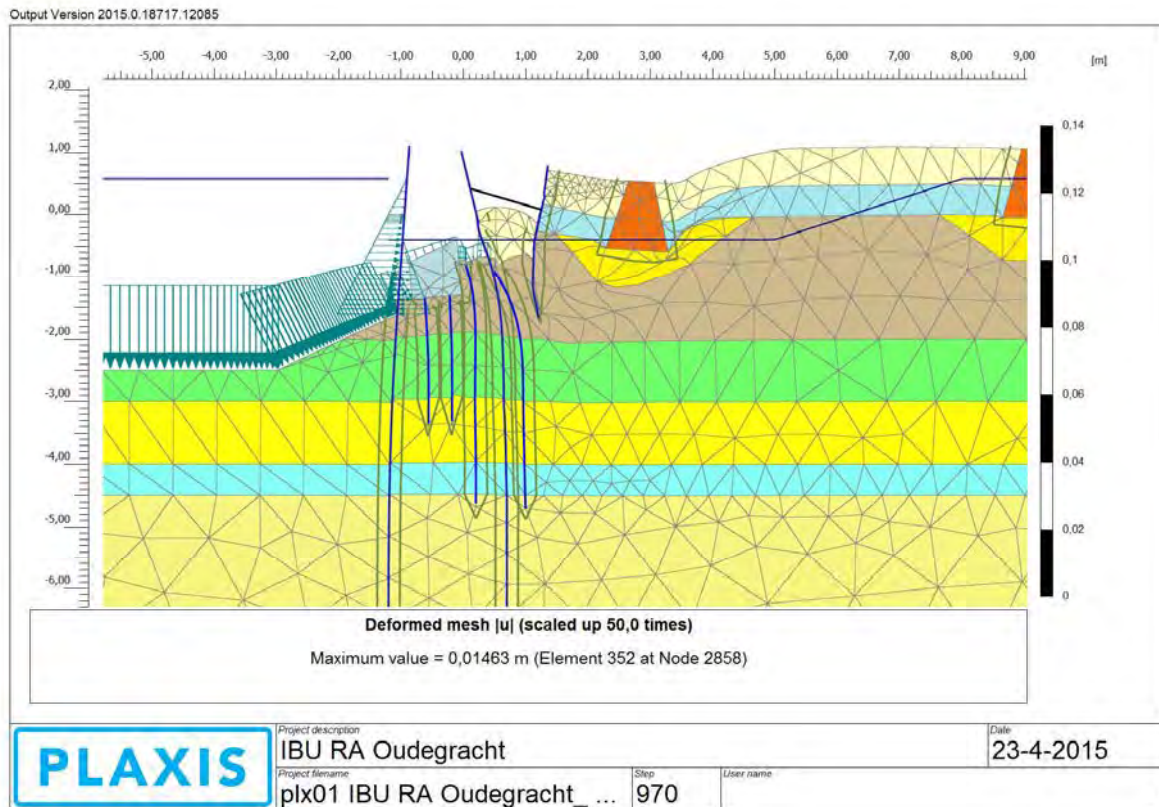
Doorsnede 1 – Fase 4 – Plaatsen definitieve damwand



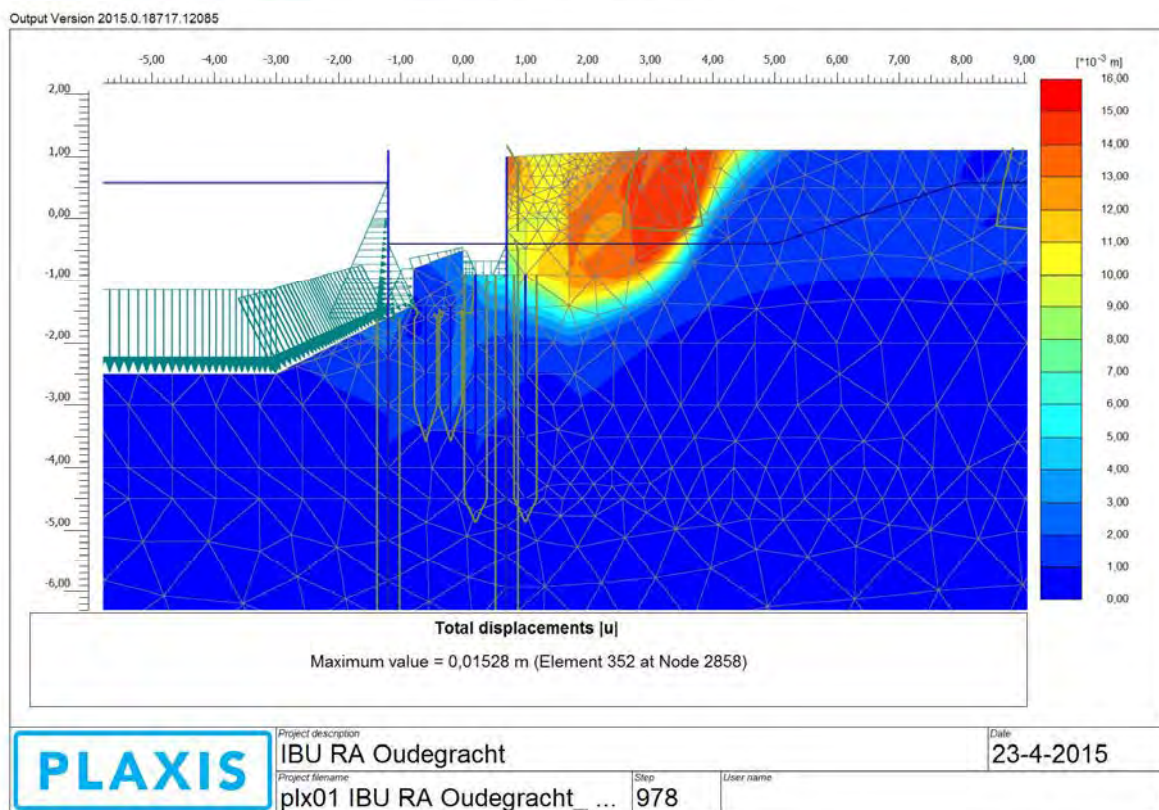
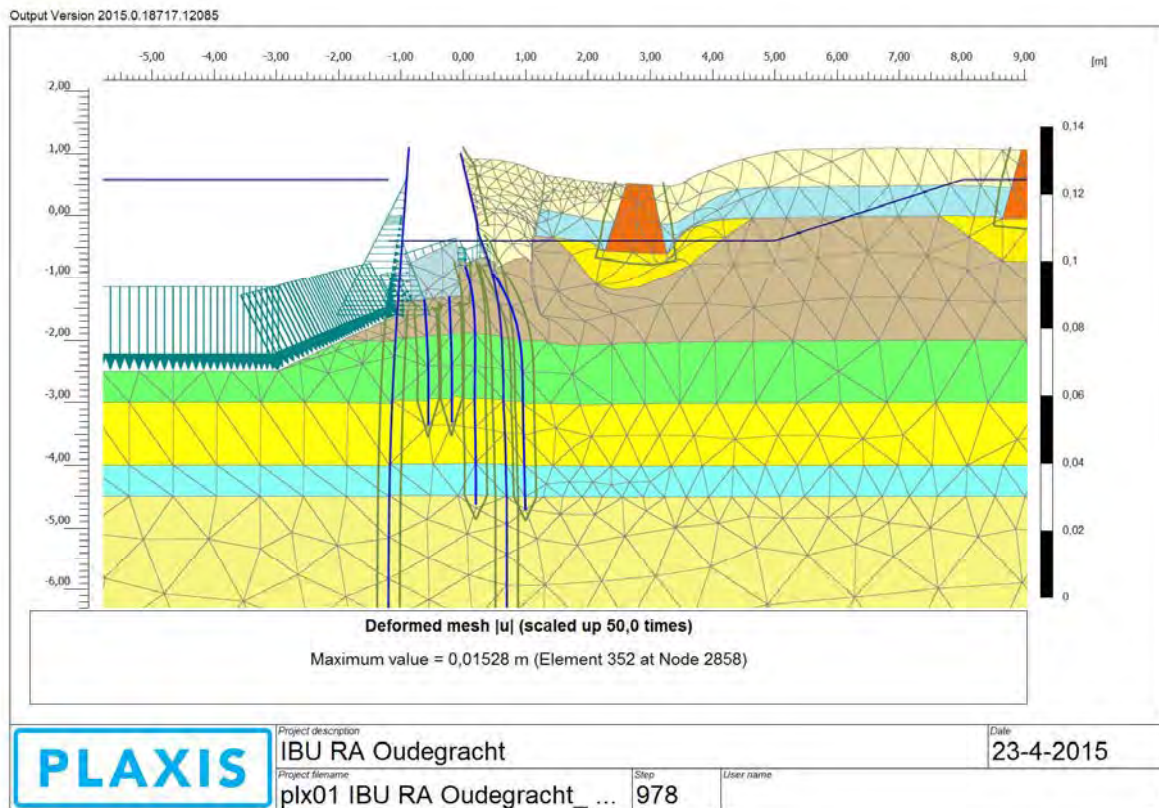
Doorsnede 1 – Fase 5 – Aanbrengen tijdelijke grondkering: afstempelen grondkering op definitieve damwand; waterstand ter plaatse van walmuur verlagen tot NAP -1,3m; ontgraven tot NAP -0,9m.



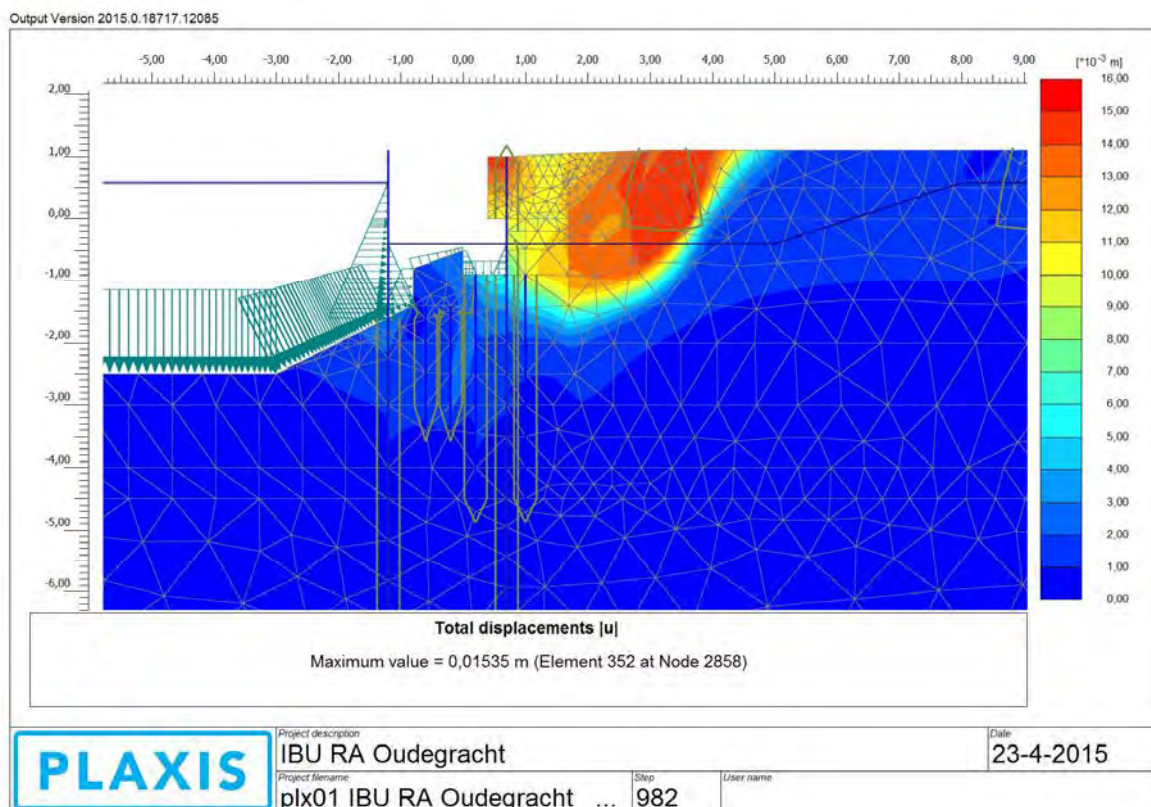
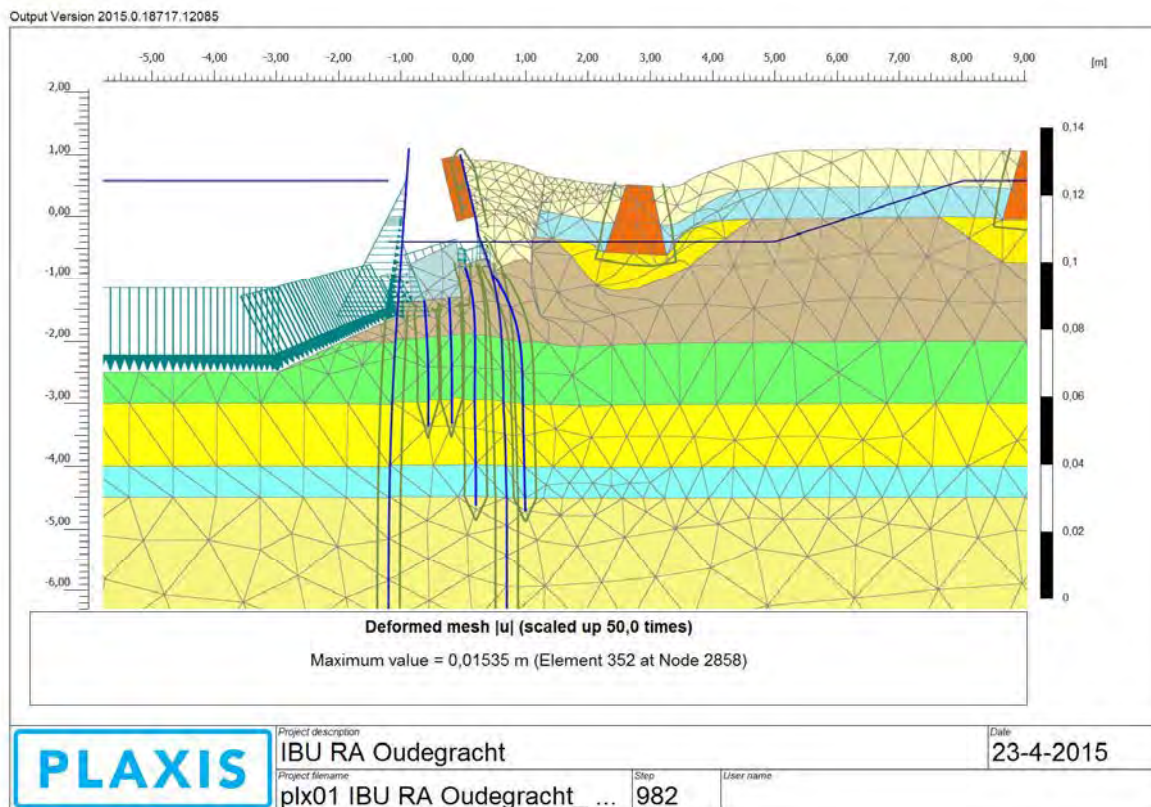
Doorsnede 1 – Fase 6 – Waterstand NAP -0.4m; aanvullen met (bomen)zand achter damwand



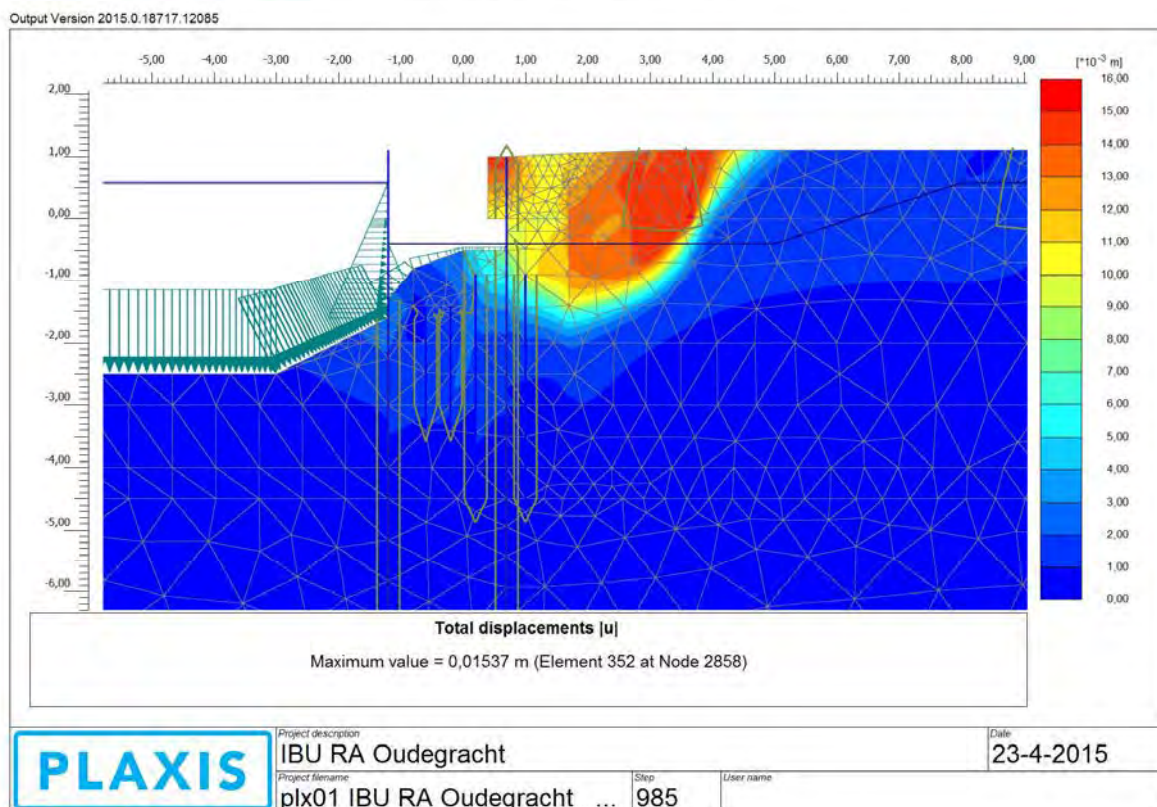
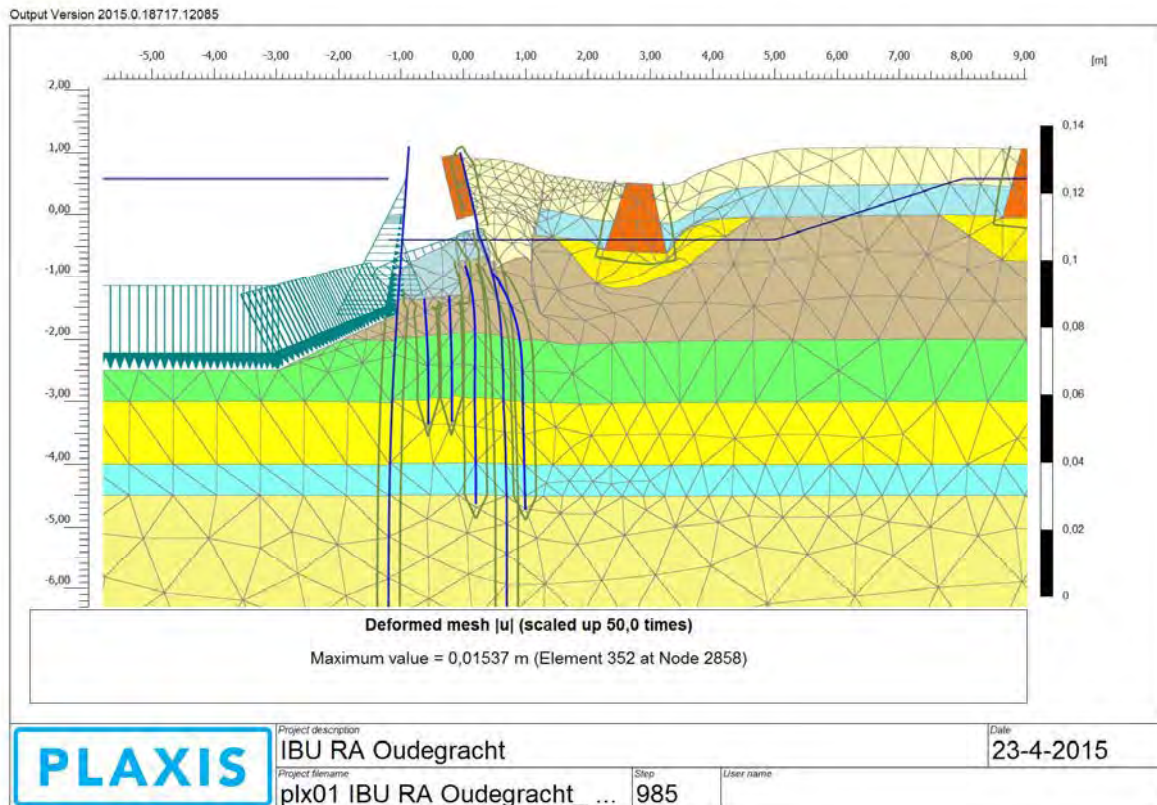
Doorsnede 1 – Fase 7 – Verwijderen tijdelijke grondkering: aanvullen met (bomen)zand tot NAP +1,0m



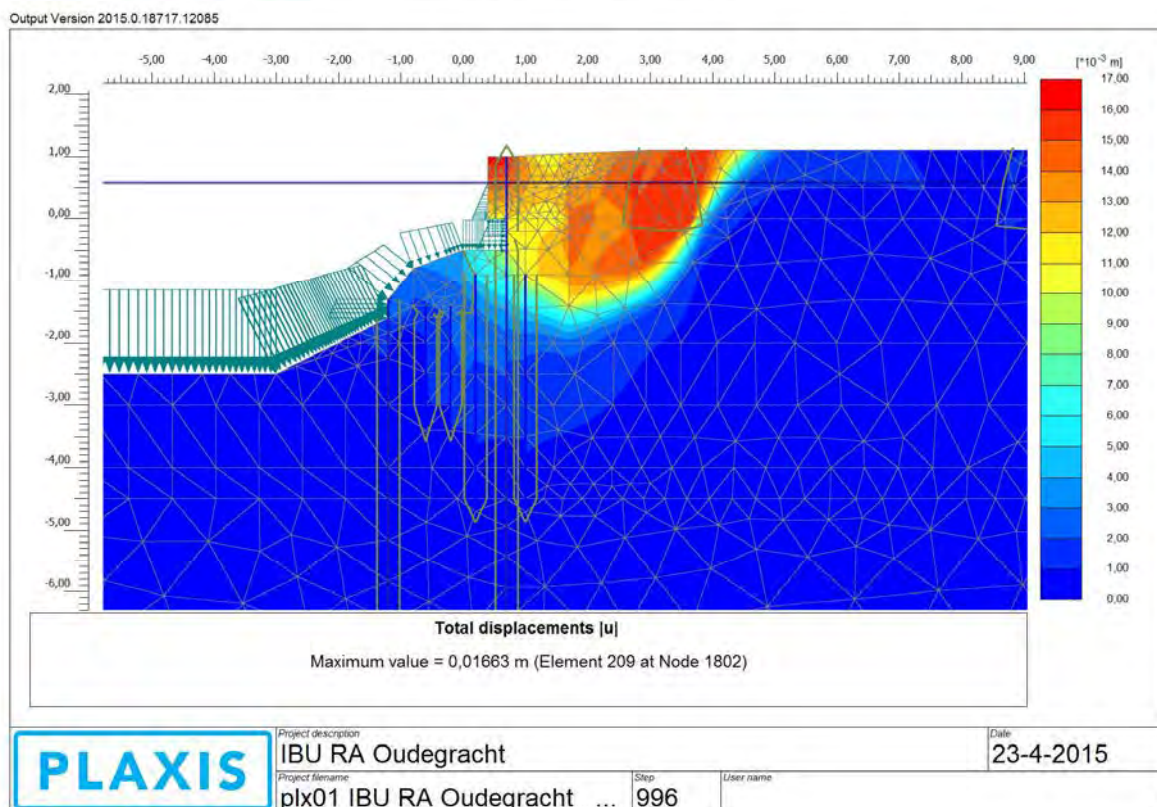
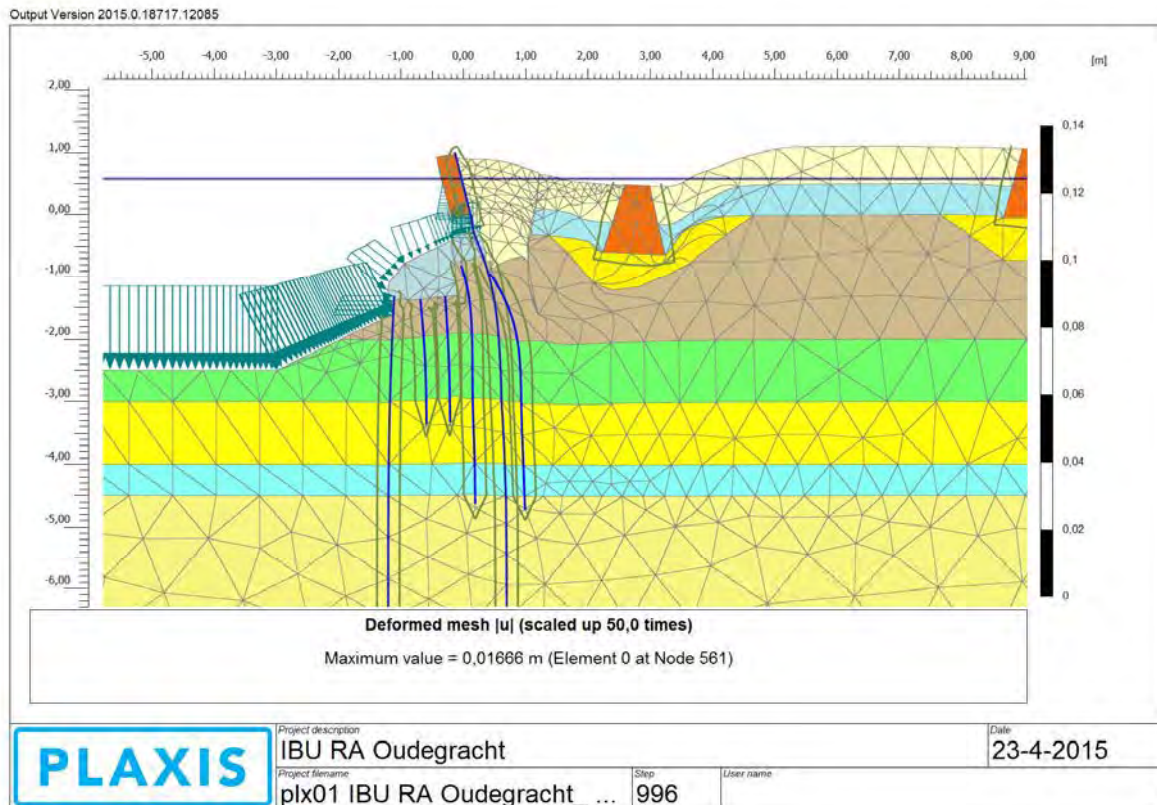
Doorsnede 1 – Fase 8 – Plaatsen prefab betonschort met metselwerk



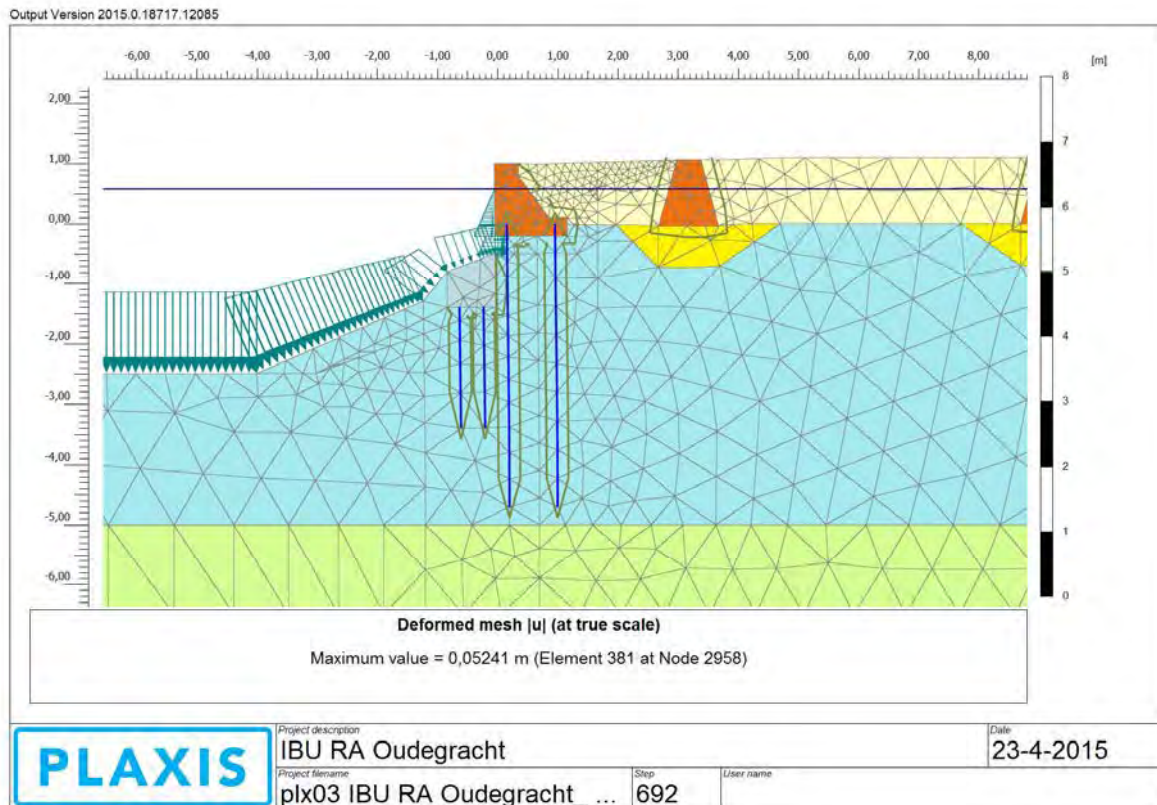
Doorsnede 1 – Fase 9 – Ruimte tussen rioolkoffer en damwanden uitvullen met beton



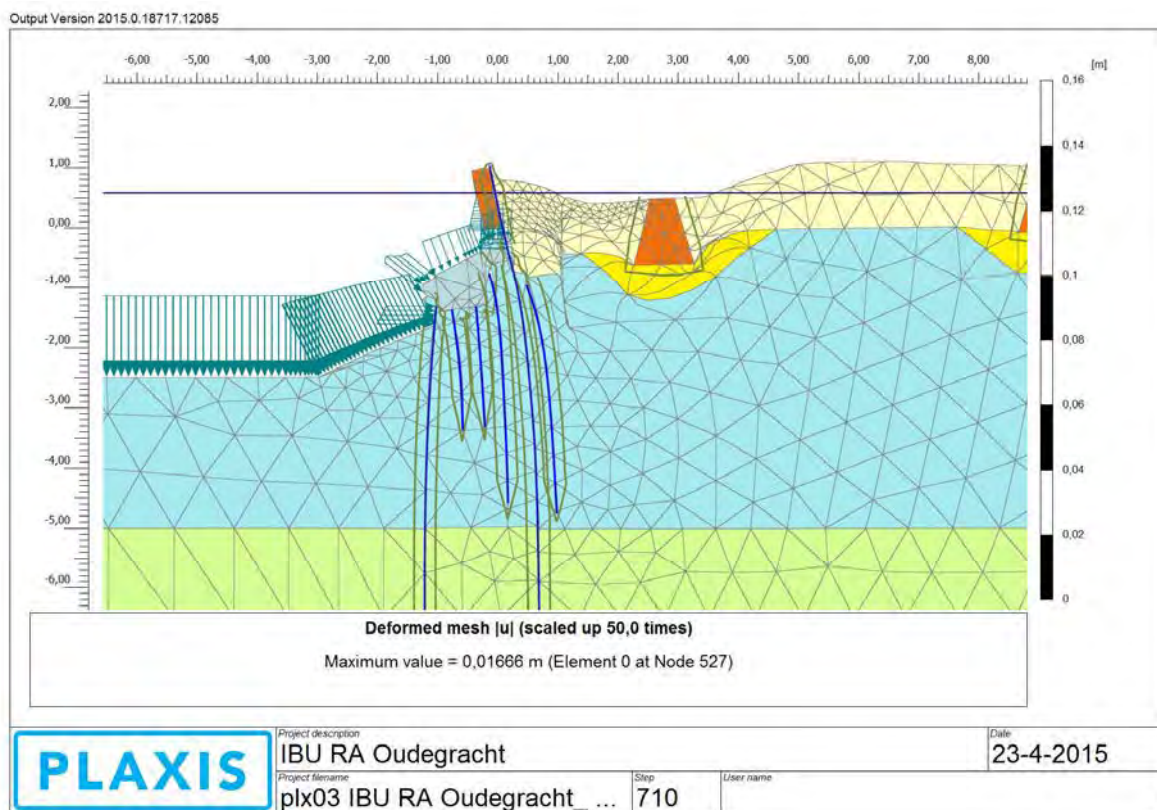
Doorsnede 1 – Fase 10 – Afbranden hulpdamwand in gracht: Waterstand NAP +0.58m



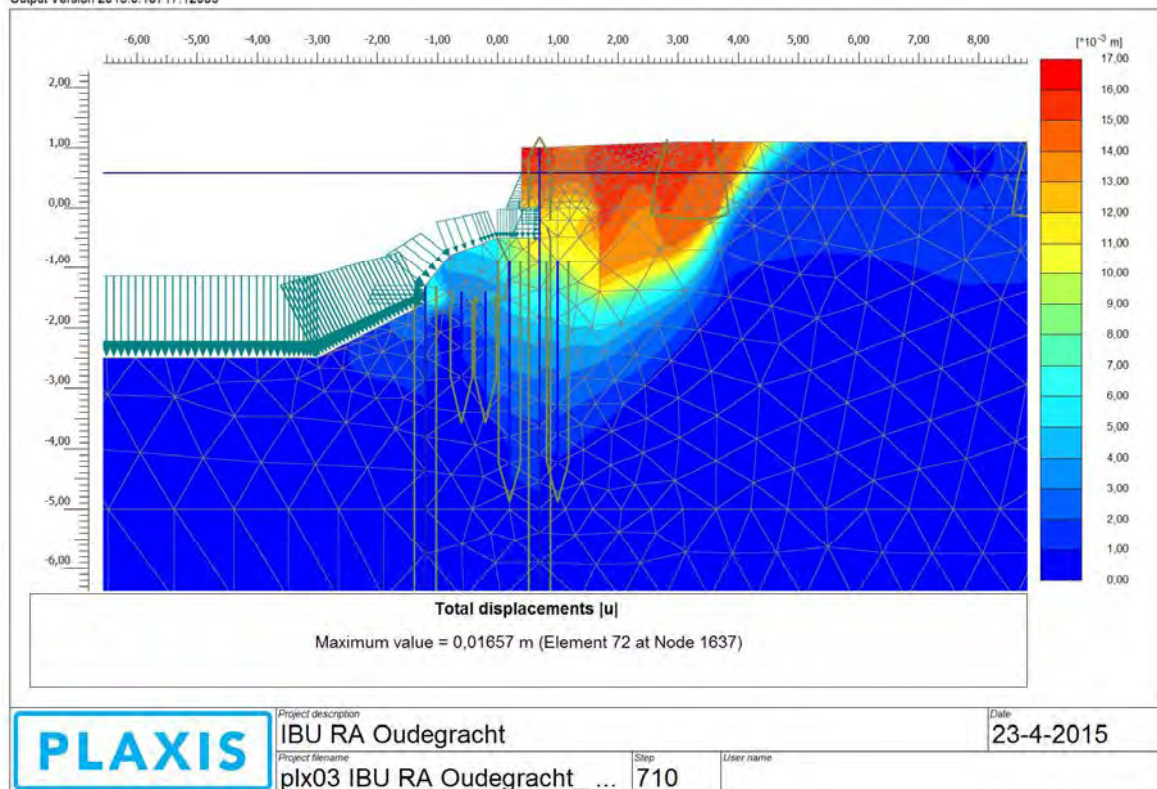
Doorsnede 2 – Initieel



Doorsnede 2 – Fase 10 – eindsituatie

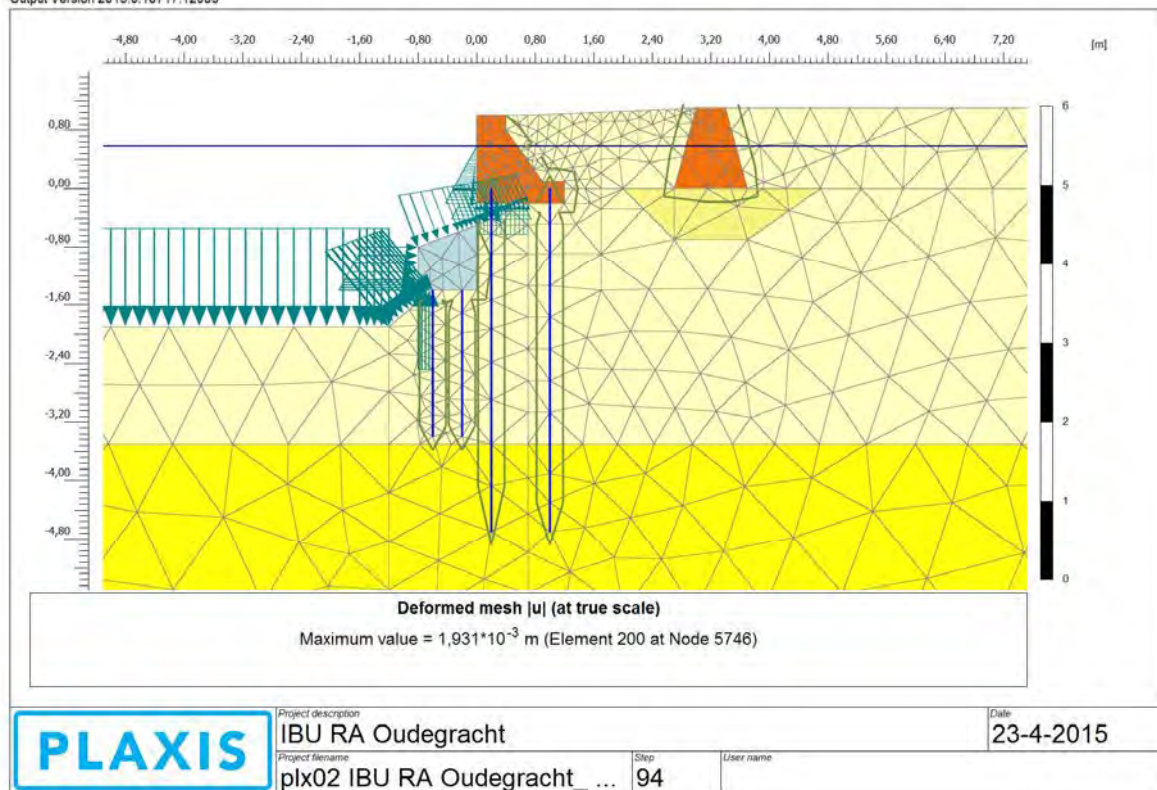


Output Version 2015.0.18717.12085

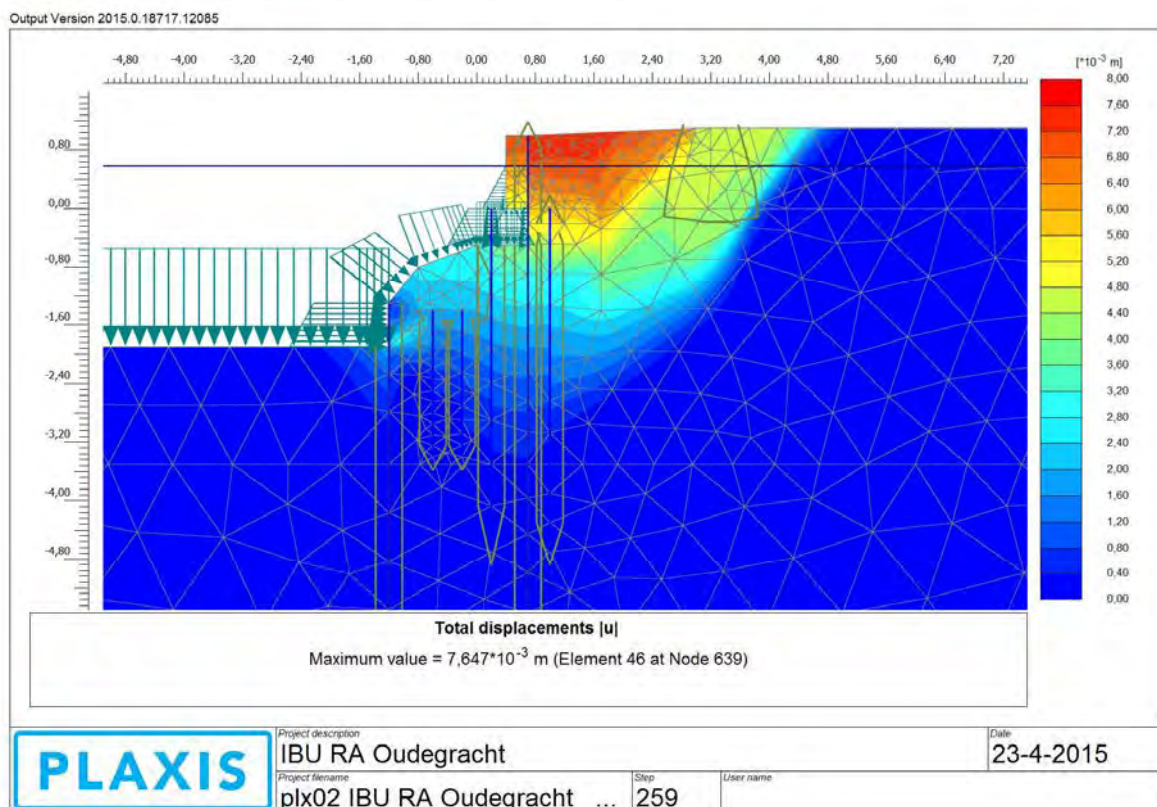
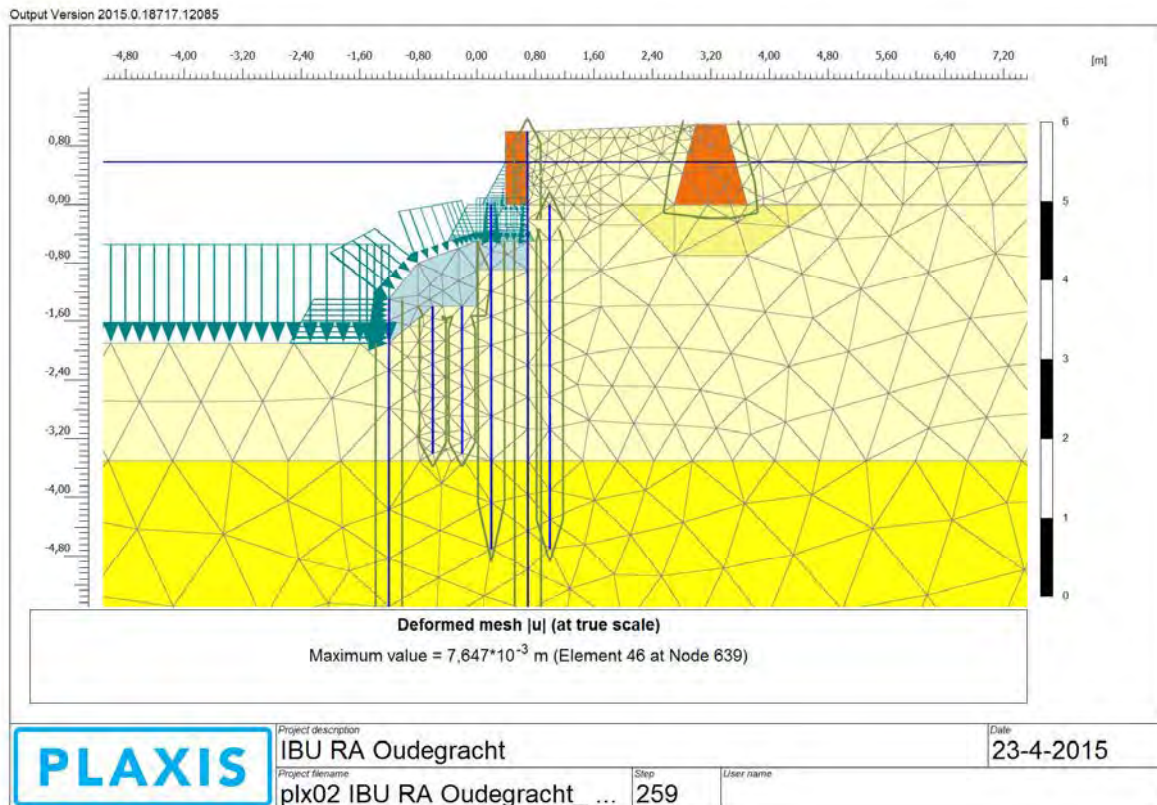


Doorsnede 3 – Initieel

Output Version 2015.0.18717.12085



Doorsnede 3 – Fase 10 - eindsituatie



Bijlage III Plaxis - Gehanteerde grondparameters

Doorsnede 1

Identification		01 ZAND, los	04 KLEI slap (B)	03 VEEN	05 ZAND, los	06 KLEI, slap	07 ZAND, los	08 ZAND, matig	02 Klei zw zandig (B)
Identification number		1	2	3	4	5	6	7	11
Material model		HS small	HS small	HS small	HS small	HS small	HS small	HS small	HS small
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
γ_{unsat}	kN/m ³	17,00	14,00	10,50	17,00	14,00	17,00	18,00	15,00
γ_{sat}	kN/m ³	19,00	14,00	10,50	19,00	14,00	19,00	20,00	15,00
E_{50}^{ref}	kN/m ²	39,00E3	5700	5800	23,00E3	8000	29,00E3	38,00E3	8000
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	39,00E3	2900	2900	23,00E3	4000	29,00E3	38,00E3	4000
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	155,0E3	22,90E3	30,00E3	92,00E3	49,00E3	114,0E3	153,0E3	32,00E3
power (m)		0,5000	0,9000	0,9000	0,5000	0,9000	0,5000	0,5000	0,9000
c_{ref}	kN/m ²	0,1000	5,000	5,000	0,1000	5,000	0,1000	0,1000	1,000
ϕ (phi)	°	30,00	17,50	15,00	30,00	17,50	30,00	32,50	22,50
ψ (psi)	°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,500	0,000
$\gamma_{0.7}$		0,1000E-3	0,2000E-3	0,1500E-3	0,1200E-3	0,1400E-3	0,1000E-3	0,1000E-3	0,2000E-3
G_0^{ref}	kN/m ²	163,0E3	52,00E3	65,00E3	116,0E3	79,00E3	134,0E3	162,0E3	63,00E3
K_0^{nc}		0,5000	0,6993	0,7412	0,5000	0,6993	0,5000	0,4627	0,6173
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
v_u		0,4950	0,4950	0,4950	0,4950	0,4950	0,4950	0,4950	0,4950
R_{inter}		0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Doorsnede 2

Identification		01 ZAND, los	04 ZAND, matig	02 Klei zw zandig (B)	03 Klei st zandig
Identification number		1	2	5	7
Material model		HS small	HS small	HS small	HS small
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained
γ_{unsat}	kN/m ³	17,00	18,00	15,00	18,00
γ_{sat}	kN/m ³	19,00	20,00	15,00	18,00
E_{50}^{ref}	kN/m ²	29,00E3	43,00E3	7000	8000
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	29,00E3	43,00E3	5400	8100
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	114,0E3	170,0E3	35,00E3	40,00E3
power (m)		0,5000	0,5000	0,9000	0,9000
c_{ref}	kN/m ²	0,1000	0,1000	2,000	2,000
ϕ (phi)	°	30,00	32,50	22,50	27,50
ψ (psi)	°	0,000	2,500	0,000	0,000
$\gamma_{0.7}$		0,1000E-3	0,1000E-3	0,2000E-3	0,2000E-3
G_0^{ref}	kN/m ²	133,0E3	174,0E3	65,00E3	70,00E3
K_0^{nc}		0,5000	0,4627	0,6173	0,5383
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0,000	0,000	0,000	0,000
v_u		0,4950	0,4950	0,4950	0,4950
R_{inter}		0,7000	0,7000	0,7000	0,7000

Doorsnede 3

Identification		1 ZAND, los	2 ZAND, los	3 ZAND, matig
Identification number		3	4	5
Material model		HS small	HS small	HS small
Drainage type		Drained	Drained	Drained
γ_{unsat}	kN/m ³	17,00	17,00	18,00
γ_{sat}	kN/m ³	19,00	19,00	20,00
E_{50}^{ref}	kN/m ²	25,00E3	30,00E3	40,00E3
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	25,00E3	30,00E3	40,00E3
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	100,0E3	120,0E3	160,0E3
power (m)		0,5000	0,5000	0,5000
c_{ref}	kN/m ²	0,1000	0,1000	0,1000
ϕ (phi)	°	30,00	30,00	32,50
ψ (psi)	°	0,000	0,000	0,000
$\gamma_{0.7}$		0,1000E-3	0,1000E-3	0,1000E-3
G_0^{ref}	kN/m ²	120,0E3	140,0E3	160,0E3
K_0^{nc}		0,5000	0,5000	0,4627
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0,000	0,000	0,000
ν_u		0,4950	0,4950	0,4950
R_{inter}		0,6700	0,6700	0,6700

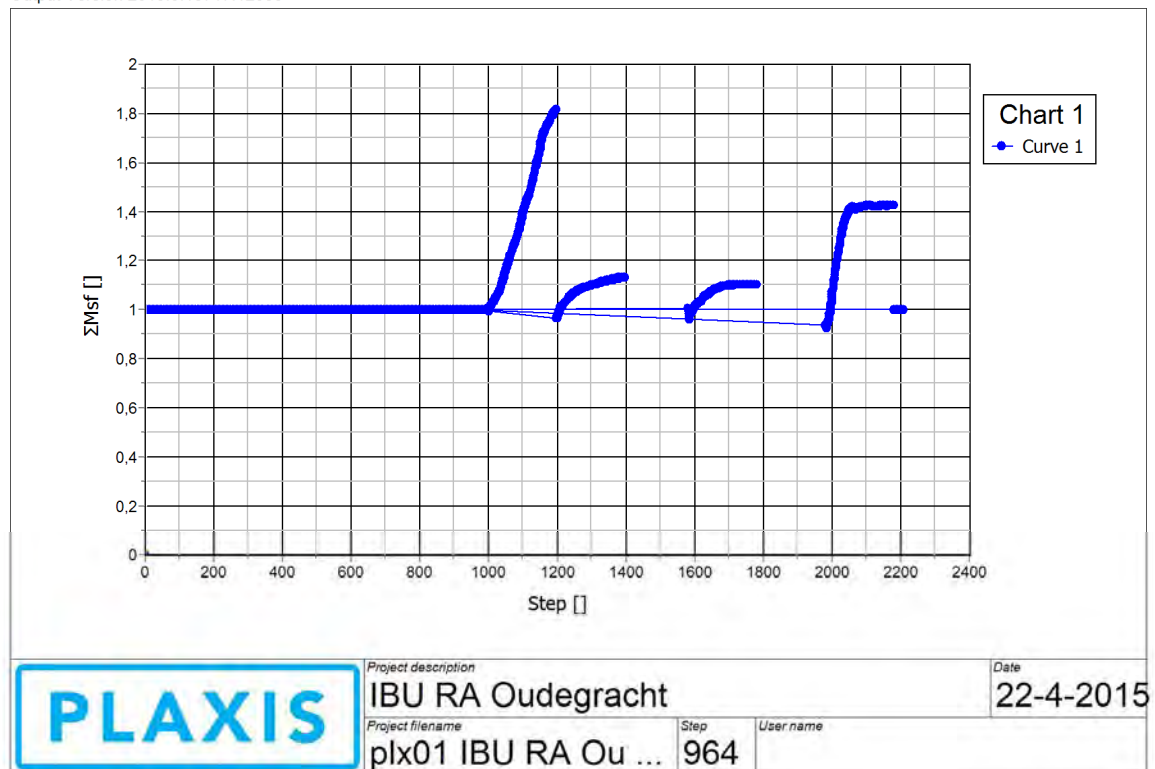
Identification		houten paalfundering	AZ18-700
Identification number		1	2
Material type		Elastic	Elastic
EA_1	kN/m	311,9E3	2,919E6
EI	kN m ² /m	703,7	79,38E3
d	m	0,1645	0,5713
w	kN/m/m	0,1000	1,090
ν (nu)		0,1500	0,000

Identification		Beton	Metselwerk
Identification number		3	4
Material model		Linear elastic	Linear elastic
Drainage type		Non-porous	Non-porous
γ_{unsat}	kN/m ³	24,00	22,00
γ_{sat}	kN/m ³	24,00	22,00
E	kN/m ²	15,00E6	4,000E6
ν (nu)		0,2000	0,2000

Bijlage IV Plaxis safety factor (ϕ/c reductie)

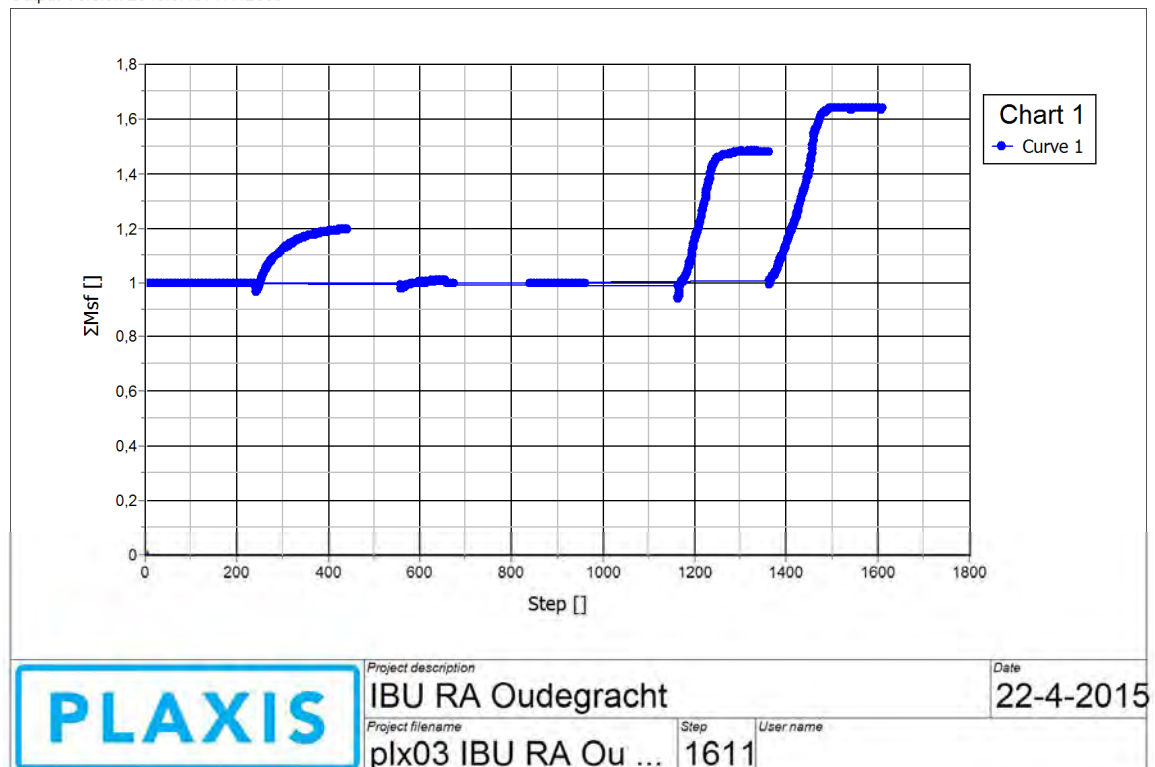
Doorsnede 1

Output Version 2015.0.18717.12085



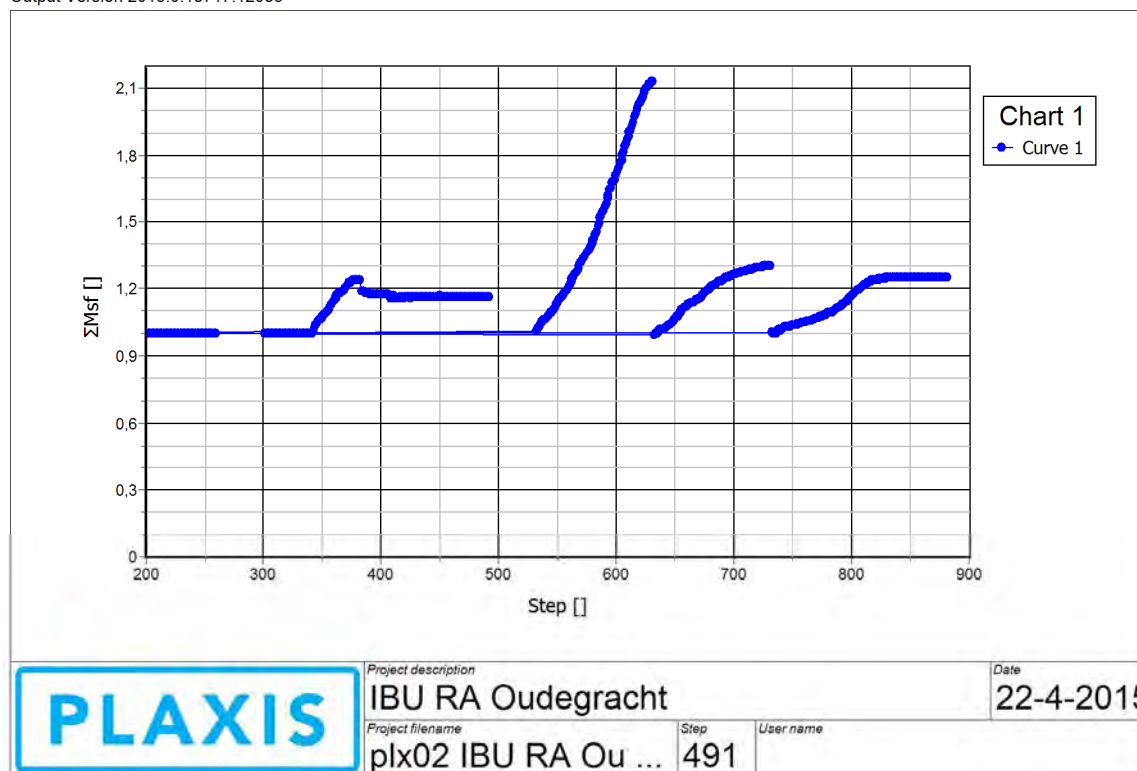
Doorsnede 2

Output Version 2015.0.18717.12085



Doorsnede 3

Output Version 2015.0.18717.12085



doorsnede	walmuur					bandbreedte pandeigenschappen											
		Plaxis		Plx Δ funderings- stroken		lengte pand		hoogte pand		relatieve hoekverdraaiing		horizontale rek		diagonale rek uit relatieve hoekverdraaiing		diagonale rek en horizontale rek uit angular distortion	
[-]	[-]	Uy* [mm]	Ux [mm]	Uy* [mm]	Ux [mm]	BG [mm]	OG [mm]	BG [mm]	OG [mm]	BG [1/...]	OG [1/...]	BG [%]	OG [%]	BG [-]	OG [-]	BG [%]	OG [%]
Drsn 1 - werfmuur op 3,0m afstand	Ref oplossing	-12	9	-11	8	7000	8000	3500	3000	636	727	0,114 %	0,100 %	0,000663	0,000463	0,145%	0,118%
Drsn 3 - werfmuur op 3,0m afstand	Ref oplossing	-2	2	-2	2					3500	4000	0,029 %	0,025 %	0,000121	0,000084	0,033%	0,028%

OPDRACHTGEVER Gemeente Utrecht Stadsingenieurs

Postbus 8375
 3503 RJ Utrecht

PROJECTNUMMER 18194

DOCUMENTNUMMER RA18194a

VERSIE 2

OPGESTELD

GECONTROLEERD

VRIJGAVE

DATUM

15-06-2018

Rapport [RA18194a2]

Monitoringsplan renovatie walmuren Oudegracht te Utrecht

VERSIEGESCHIEDENIS

REV.	DATUM	OPMERKING
1	16-6-2015	Rapport RA15175b1
1	16-3-2018	Rapport aangepast aan SBR-A richtlijn 2017
2	8-6-2016	Opmerkingen Gemeente Utrecht Stadsingenieurs verwerkt

© 2018 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:

\\dserver02\Projecten\181xx\18194 Gem Utrecht update MP Oudegracht\01 RAP\RA18194a2 Monitoringsplan renovatie walmuren Oudegracht.docm

Revisies: 3, 6, 01 - 07 000

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Leeswijzer	2
2	DOELSTELLING MONITORING	3
3	BOUWKUNDIGE OPNAMEN	4
4	HOOGTEMETINGEN	5
4.1	Locatie meetbouten	5
4.1.1	Belendende panden	5
4.1.2	Werfmuren en belendende panden	5
4.2	Frequentie herhalingsmetingen	6
4.3	Alarm- en grenswaarden verplaatsingsmetingen	7
4.4	Werkwijze hoogtemetingen	7
4.5	Scheurimeters	8
5	TRILLINGSMETINGEN	9
5.1	Locatie en instrumentatie trillingsmetingen	9
5.2	Kans op schade in metselwerk bij overschrijding grenswaarden	11
5.3	Grenswaarden trillingen	11
5.3.1	Richtlijn	11
5.3.2	Bouwwerk	11
5.3.3	Grenswaarde voor een trillingsgevoelige fundering	12
5.3.4	Grenswaarde van de trillingsintensiteit	12
6	PEILBUISMETINGEN	15
7	COMMUNICATIE	16

Lijst van Figuren

Figuur 1	Gedeelte Oudegracht te Utrecht	2
Figuur 2	Voorbeeld hoogtemeetbout	5
Figuur 3	Dwarsdoorsnede walmuur en werfkelder inclusief locatie verplaatsingsmetingen	6
Figuur 4	Scheurmeter	8
Figuur 5	Rak 1 Oostzijde	10
Figuur 6	Voorbeeld trillingsmeetapparatuur	10
Figuur 7	Overzicht aan te houden werkvolgorde monitoringswerkzaamheden	16

Lijst van Tabellen

Tabel 1	Alarm- en grenswaarden voor de verplaatsing van de werfmuur (onderzijde)	7
Tabel 2	Ordegrootte kans op schade voor constructie(delen) uit metselwerk	11
Tabel 3	Grenswaarden voor SBR-A bouwwerkcategorie 2 monument, frequentie afhankelijk	13
Tabel 4	Grenswaarden Tabel 3 vermenigvuldigd met een factor 2	14

I Inleiding

I.1 Algemeen

De gemeente Utrecht is voornemens om gefaseerd een reconstructie uit te voeren van de walmuren ter plaatse van de Oudegracht te Utrecht. Een gedeelte van de walmuren is in een eerder stadium reeds hersteld (bijv. gedeelte Rak 15). Voor de overige rakken is, op basis van de gegevens ter plaatse van Rak 1, 3 en 4, door CRUX Engineering BV een risicoanalyse uitgevoerd met betrekking tot omgevingsbeïnvloeding door grondvervormingen, zie rapport RA15175a1.

Aanvullend op de uitgevoerde risicoanalyse heeft CRUX Engineering BV in opdracht van IBU - stadsingenieurs een monitoringsplan opgesteld voor de meettechnische bewaking van de werkzaamheden met betrekking tot de omgevingsbeïnvloeding. Monitoring is noodzakelijk om de invloed op de belendingen door de bouwwerkzaamheden te bewaken.

Voorafgaand aan de start van het werk moet met een bouwkundige vooropname de huidige conditie van de belendingen worden vastgelegd. Met behulp van de monitoring worden vervolgens de risico's aan de belendingen gedurende de verschillende stadia van het project nauwlettend bewaakt.

In het monitoringsplan zijn onderstaande onderdelen opgenomen.

- bouwkundige opnamen;
- hoogtemetingen;
- trillingsmetingen;
- communicatie.

Deze rapportage is een update van het reeds eerder opgestelde monitoringsplan (RA15175b1). Reden voor deze update is het uitkomen van de nieuwe SBR-A richtlijn 2017. Hoofdstuk 5 is aangepast aan deze richtlijn.



Figuur 1 Gedeelte Oudegracht te Utrecht¹

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de doelstelling van de monitoringswerkzaamheden beschreven. In hoofdstuk 3 worden de bouwkundige opnamen gespecificeerd. In hoofdstuk 4 worden de hoogtemetingen gespecificeerd. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 ingegaan op de uit te voeren trillingsmetingen. Hoofdstuk 6 gaat in op de peilbuismetingen. In hoofdstuk 7 wordt ten slotte het onderdeel communicatie behandeld.

¹ ondergrond © Google and third-party suppliers

2 Doelstelling monitoring

De **doelstelling** van het monitoren is, om in verschillende stadia tijdens de uitvoering, over meetdata van de ontwikkeling van mogelijke vervormingen en trillingen ter plaatse van de belendingen te beschikken. De gemeten waarden worden tijdens de uitvoering met de in dit monitoringsplan opgestelde alarm- en grenswaarden vergeleken. Indien tijdens de uitvoering alarmwaarden worden bereikt c.q. grenswaarden worden benaderd, dient na analyse van de metingen te worden besloten of mogelijk aanvullende maatregelen in de uitvoering dienen te worden getroffen, om zo de mogelijke schadelijke invloed op de omgeving ten gevolge van de vervolgwerkzaamheden tot een minimum te beperken. Bij de interpretatie van de metingen en het achterhalen van de mogelijke oorzaken is het essentieel om data ter beschikking te hebben van metingen aan de belendende panden.

Met de in dit monitoringsplan gespecificeerde werkzaamheden kan **tijdig** op de meetdata worden geanticipeerd. Dit komt de voortgang en de kwaliteit van het bouwproces ten goede. Het monitoringsplan is een belangrijk onderdeel van de proactieve risicobeheersing, waarbij het principe geldt 'op tijd meten is op tijd weten'.

3 Bouwkundige opnamen

Om de huidige conditie van de belendende panden vast te leggen, dient vóór aanvang van de werkzaamheden een bouwkundige opname te worden uitgevoerd. Hierbij gaat het om een opname van de werfmuren en werfkelders.

De opname van het exterieur wordt vanaf straatniveau uitgevoerd. De uitvoering van de bouwkundige opname moet zo kort mogelijk (circa twee weken) vóór aanvang van de werkzaamheden plaatsvinden.

Registerexperts nemen hierbij de aanwezige schade/gebreken van de panden op en leggen de bevindingen en constatering vast in een rapport, inclusief digitale foto's op een CD/DVD-rom. Het rapport en de CD/DVD-rom worden vervolgens gedeponereerd bij een notaris.

4 Hoogtemetingen

4.1 Locatie meetbouten

4.1.1 Belendende panden

Om de zakkingen van de belendende panden meettechnisch te bewaken, moeten vóór aanvang van de bouwwerkzaamheden meetbouten aan de belendende panden langs de Oudegracht worden geplaatst. Met een nauwkeurigheidswaterpassing moet de hoogte van de meetbouten ten opzichte van NAP worden ingemeten. De hoogtemetingen dienen zodanig aan meerdere stabiele referentiepunten in de omgeving worden gerelateerd, dat de vereiste meetnauwkeurigheid van +/- 0,5mm wordt gewaarborgd.

De maximale afstand tussen een tweetal hoogtemeetbouten bedraagt 7m. Op elk pand moet minimaal één hoogtemeetbout geplaatst worden.

Uiteraard is in verband met de praktische invulling en restricties van de locatiekeuze van de meetbouten een geringe variatie van de afstanden toegestaan. De toestemming van de pandeigenaren voor het aanbrengen van de meetbouten dient door de opdrachtgever te worden geregeld.

De nulmeting van de meetbouten wordt maximaal 2 weken vóór aanvang van de bouwwerkzaamheden uitgevoerd en dient als referentie. Deze nulmeting wordt tegelijkertijd aan alle belendende panden uitgevoerd en gerapporteerd.

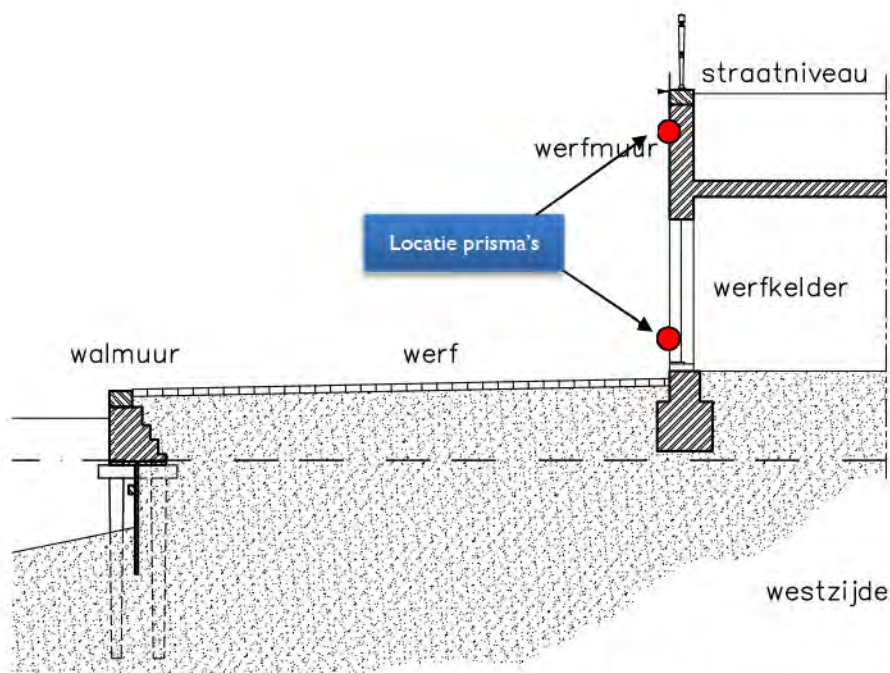
Een voorbeeld van een hoogtemeetbout is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2 Voorbeeld hoogtemeetbout

4.1.2 Werfmuren en belendende panden

Ter bewaking van de werkzaamheden wordt het aanbevolen om op de werfmuren, per kelder (om de 4m-5m), een tweetal prisma's te plaatsen teneinde de verplaatsingen in x- y- en z- richting te kunnen meten, zie Figuur 3.



Figuur 3 Dwarsdoorsnede walmuur en werfkelder inclusief locatie verplaatsingsmetingen

4.2 Frequentie herhalingsmetingen

De nulmeting wordt vóór aanvang van de bouwwerkzaamheden uitgevoerd en dient als referentie. Om mogelijke zettingsbeïnvloeding te bewaken worden gedurende de uitvoering op relevante tijdstippen (mijlpalen) herhalingsmetingen aan de meetbouten uitgevoerd om zodoende het verschil ten opzichte van de nulmeting te toetsen aan de alarm- c.q. grenswaarde.

Voorgesteld wordt om een herhalingsmeting uit te voeren bij het bereiken van onderstaande mijlpalen of indien de meetresultaten daar aanleiding toe geven:

- na het inbrengen van de hulpdamwanden;
- na het slopen van de walmuur en inbrengen van de definitieve damwand;
- na bereiken van het diepste ontgravingsniveau;
- na aanvullen van de grond achter de definitieve damwand;
- na afloop van de werkzaamheden.

Voor de hoogtébouten ter plaatse van de belendingen kan een afwijkende meetfrequentie worden gehanteerd. Indien de meting van de prisma's geen afwijkende waarden laten zien (geen overschrijding van gestelde grenswaarden) kan worden volstaan met een nulmeting, één herhalingsmeting en een eindmeting van de hoogtébouten.

Eventuele, aanvullende metingen worden aangewezen door de bouwdirectie. Door de bewaking en deskundige interpretatie van optredende vervormingen tijdens de bouwfasen kan, indien noodzakelijk, het bouwproces tijdig worden bijgestuurd om schade te voorkomen.

4.3 Alarm- en grenswaarden verplaatsingsmetingen

Voor de monitoring van de zakking van de belendingen zijn de in Tabel I weergegeven alarm- en grenswaarden voor de absolute verplaatsingen aan te houden.

Opgemerkt wordt dat de weergegeven grenswaarden gebaseerd zijn op de uitgevoerde risicoanalyse (RA15175a1). Overschrijding van de gestelde grenswaarden hoeft niet direct te lijden tot een onacceptabel schadeprofiel. Bij overschrijding van de grenswaarden moet een analyse van alle meetpunten worden uitgevoerd om, in overleg met alle betrokken partijen, te besluiten of de grenswaarde aangepast kan worden of dat mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn.

Tabel I Alarm- en grenswaarden voor de verplaatsing van de werfmuur (onderzijde)

Bouwfase	Verticaal (Uz)		Horizontaal (Ux)	
	Alarmwaarde [mm]	Grenswaarde [mm]	Alarmwaarde [mm]	Grenswaarde [mm]
Slopen kademuur (ontgraving tot ca. NAP -0,3m)	3	4	3	4
Na het bereiken van de maximale ontgravingsdiepte (ca. NAP -0,9m)	8	11	5	7
Eindsituatie	9	12	7	9

Bij de interpretatie van de metingen moet rekening worden gehouden met de meetnauwkeurigheid (minimaal +/- 0,5 mm voor nauwkeurigheidswaterpassingen), het natuurlijke zettingsgedrag en de seizoensgebonden temperatuursinvloeden (zakningsverschil tussen warme en koude dagen).

4.4 Werkwijze hoogtemetingen

De volgende werkwijze is voor de uitvoering en toetsing van de meetdata aan te houden:

1. Uitvoering van de meting binnen 1 werkdag na afronding van de gespecificeerde activiteiten/tijdstippen.
2. De eerstvolgende dag dienen de meetresultaten aan de bouwdirectie ter beschikking te worden gesteld en dient een toets van de ten opzichte van de in dit document aangegeven signaal- c.q. grenswaarde plaats te vinden.
3. Indien voldaan wordt aan de gestelde criteria kunnen de bouwwerkzaamheden zonder aanvullende maatregelen voortgezet worden.
4. Bij vertraging/uitloop van de gespecificeerde activiteiten/tijdstippen dient tenminste een keer per 2 maanden een controlehoogtemeting te worden uitgevoerd.

Na iedere herhalingsmeting wordt het verschil van de meting ten opzichte van de nulmeting getoetst aan de alarm- en grenswaarde. Indien hierbij de alarmwaarde is overschreden dient dit gemeld te worden, maar mag in principe wel doorgedaan worden met het werk. Indien de grenswaarde is bereikt dan dient dit gemeld te worden en moet het werk stilgelegd worden. In overleg met de adviseur wordt een analyse van de metingen uitgevoerd en vervolgstappen gedefinieerd (en eventuele maatregelen, indien de analyse van de metingen aanleiding ertoe geeft) om het werk zo snel mogelijk te kunnen hervatten.

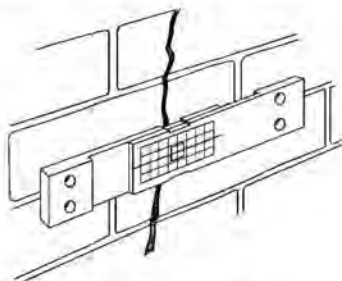
Op deze manier kan de maatgevende vervormingsbron worden achterhaald en kunnen (indien dit noodzakelijk blijkt) effectieve maatregelen worden getroffen om de kans op schade in de omgeving, te minimaliseren.

4.5 Scheurmeters

Bestaande scheuren kunnen tijdens de werkzaamheden gemeten worden middels scheurmeters. Een tekening van een scheurmeter is gegeven in Figuur 4. Voor het meten van scheuren in hoekpunten (bijvoorbeeld ter plaatse van de aansluiting van de werfmuur met de achterliggende gewelven) kan gebruik worden gemaakt van hoekscheurmeters.

Het wordt aanbevolen voor de scheurmeters dezelfde mijlpalen aan te houden als aangegeven voor de hoogtemetingen en deze gelijktijdig te rapporteren. Vervormingen zullen zich voornamelijk manifesteren ter plaatse van de reeds bestaande scheuren. In combinatie met de verplaatsingsmetingen van de muur ontstaat hierdoor een goed beeld van de optredende vervormingen. Indien het uitvoeren van meerdere herhalingsmetingen van de scheurmeters gezien de gebruiksfunctie ongewenst is kan ook worden gekozen om enkel een nulmeting van de scheurmeters uit te voeren en op basis van de verplaatsingsmetingen eventuele herhalingsmetingen uit te laten voeren. De scheurmeters hebben dan ook voornamelijk een ondersteunende waarde.

De locatie van eventuele scheurmeters moet in overleg met een expert (van de gemeente) worden bepaald na inspectie ter plaatse.



Figuur 4 Scheurmeter

5 Trillingsmetingen

Ter voorkoming van schade ten gevolge van trillingen worden in Nederland de trillingsgrenswaarden conform de SBR-A richtlijn gehanteerd. De in dit hoofdstuk bepaalde grenswaarden zijn gebaseerd op de revisie van de SBR-A richtlijn A "Schade aan bouwwerken:2017".

Tijdens de werkzaamheden zijn voornamelijk trillingen te verwachten ten gevolge van het bouwverkeer/-materieel en het drukken van de damwanden. Door de directie moet bepaald worden welke periode(n) de trillingsmeters op het werk aanwezig moeten zijn.

5.1 Locatie en instrumentatie trillingsmetingen

Tijdens de trillingsveroorzakende werkzaamheden wordt de set van 2 trillingssensoren continu verplaatst naar de gevel die zich op de kortste afstand van de werkzaamheden op dat moment bevindt. De verplaatsing dient te worden uitgevoerd door een door de directievoering aangewezen persoon.

Indicatieve meting:

In de SBR-A richtlijn wordt aangegeven dat bij een indicatieve meting op één punt van een gebouw wordt gemeten op de kortste afstand van de werkzaamheden. Dit meetpunt wordt gekozen op begane grondniveau in een stijf punt van de draagconstructie. Voor een indicatieve meting geldt een partiële veiligheidsfactor van 1,6.

Beperkte meting:

Bij een beperkte meting wordt ten minste één punt op begane grondniveau en ten minste één punt op de hoogste verdieping van het gebouw geplaatst (beide meetpunten boven elkaar). Voor een beperkte meting geldt een partiële veiligheidsfactor van 1,4.

De werfmuren zijn 1 verdieping hoog, zie Figuur 5. Voor het hoogste punt van de draagconstructie gelden andere grenswaarden dan voor het punt op begane grondniveau (zie Tabel 3). Naar verwachting zal, gezien de beperkte hoogte van de constructie, de verhouding tussen de gemeten trillingssnelheid en de grenswaarde (V_d/V_r) ter plaatse van het hoogste meetpunt groter zijn dan voor het meetpunt op begane grondniveau. In dat geval zou gesteld kunnen worden dat, bij het plaatsen van twee meetpunten op begane grondniveau van dezelfde constructie, de meting als een beperkte meting kan worden gezien en geen meetpunt op het hoogste niveau noodzakelijk is.

Dit kan worden aangetoond door op een locatie een proef uit te voeren waarbij een meetpunt op een hoog niveau wordt geplaatst en een meetpunt op begane grondniveau wordt geplaatst.



Figuur 5 Rak I Oostzijde

De opnemers worden door kabels verbonden aan een datalogger, die de data registreert, zie figuur 6 voor een voorbeeld van dergelijke apparatuur.



Figuur 6 Voorbeeld trillingsmeetapparatuur

De datalogger is verbonden met zwaailichten, die op het werk het bereiken van alarm- c.q. grenswaarden aangeven. De trillingen aan de sensoren worden gemeten in verticale richting en twee onderling loodrechte horizontale richtingen in overeenstemming met de hoofdasen van het gebouw.

De stroomvoorziening voor de trillingsapparatuur wordt door de opdrachtgever ter beschikking gesteld.

5.2 Kans op schade in metselwerk bij overschrijding grenswaarden

In het verleden is ter plaatse van gedeelten van de Oudegracht de walmuur al vernieuwd (bijvoorbeeld Rak 15). Tijdens deze werkzaamheden is gebleken dat ten gevolge van het drukken van de damwanden de SBR-A grenswaarden ter plaatse van de belendende panden werd overschreden. Na overleg tussen de betrokken partijen is, gezien de incidentele overschrijdingen, indertijd besloten om de grenswaarde met een factor 2 te verhogen.

In deze paragraaf wordt de ordegrootte van de kans op schade gegeven bij overschrijding van de grenswaarde. De grenswaarden in de SBR-A richtlijn zijn zo gekozen dat de bij waarden van V_{top} beneden de grenswaarde het optreden van schade als gevolg van trillingen aanvaardbaar gering is. Dit wil niet zeggen dat bij overschrijding van de grenswaarden er zeker schade optreedt. De kans op schade zal bij een toenemende waarde voor V_{top} hoger worden.

In de SBR-A richtlijn 2017 is een tabel opgenomen met de ordegrootte van de kans op schade indien de grenswaarde wordt overschreden. Deze tabel is gebaseerd op praktijkgegevens, numeriek onderzoek en een vergelijking met gegevens uit de literatuur.

Tabel 2 Ordegrootte kans op schade voor constructie(delen) uit metselwerk

Factor op de grenswaarde	Ordegrootte kans op schade
1 x grenswaarde ($V_d/V_r = 1$)	Ongeveer 1%
1,2	Ongeveer 3%
1,5	Ongeveer 5%
2	Ongeveer 10%
3	Ongeveer 30%

In paragraaf 5.3 zijn de grenswaarden bepaald voor de werkzaamheden. Op basis van de ervaring bij eerdere rakken is, naast de grenswaarde bepaald volgens de SBR-A richtlijn, ook een 2x hogere grenswaarde opgegeven. Wanneer hogere trillingssnelheden worden toegestaan betekent dit dat de kans op schade toeneemt, dit moet met de verzekeraar worden besproken.

5.3 Grenswaarden trillingen

5.3.1 Richtlijn

Monitoring van de trillingen en de beoordeling van de meetresultaten vindt plaats op basis van de SBR-A richtlijn. De meetresultaten worden beoordeeld en getoetst aan de grenswaarden. Deze grenswaarden worden bepaald aan de hand van de partiële veiligheidsfactor conform de SBR-A richtlijn.

5.3.2 Bouwwerk

In de SBR-A richtlijn (schade aan gebouwen) wordt onderscheid gemaakt tussen de constructiewijze en de bouwkundige staat van het bouwwerk.

De belendingen bestaan uit metselwerk en worden daarom ingedeeld in constructie categorie 2.

Bij een slechte bouwkundige staat van een bouwwerk en/of indien het monumentale panden betreft wordt, ter bepaling van de grenswaarde van de trillingssnelheid, een veiligheidsfactor γ_s van 1,7 in rekening gebracht (tabel 10.7 SBR-A).

Alle panden direct grenzend aan de werven vallen onder het rijksmonument "Stadsbinnengrachten". Om deze reden (monumentale status) is daarom voor de bepaling van de grenswaarde voor alle belendende panden een veiligheidsfactor γ_s van 1,7 in rekening gebracht.

5.3.3 Grenswaarde voor een trillingsgevoelige fundering

De funderingselementen worden voor wat betreft hun trillingsgevoeligheid samen met het bouwwerk geclassificeerd. Voor de beoordeling van de mogelijke schadelijke invloed van trillingen op de fundering en de daarop rustende constructie, kunnen trillingsgevoelige funderingen en niet-trillingsgevoelige funderingen worden onderscheiden.

De funderingen van de belendende panden zijn conform de SBR-A (artikel 10.2.5.) te omschrijven als funderingen op staal op verdichtbaar of verkneedbaar bodemmateriaal, waarbij van **trillingsgevoelige funderingen** kan worden uitgegaan.

De karakteristieke waarde van de trillingssnelheid wordt bepaald volgens de formule (artikel 10.3.5):

$$V_{kar} = 10 \times C_D = 10 \times 1 = 10 \text{ mm/s.}$$

Voor C_D is op basis van het grondonderzoek, een waarde van 1 gehanteerd (conservatief). De rekenwaarde van de grenswaarde (V_r) voor een trillingsgevoelige fundering (inklinking) bedraagt:

$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \times \gamma_t \times \gamma_v) = 10 / (1,7 \times 1,6 \times 1,6) = 2,3 \text{ mm/s.}$$

Waarin:

V_r	de rekenwaarde van de grenswaarde;
V_{kar}	de karakteristieke waarde van de grenswaarde;
γ_t	de partiële veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt;
γ_s	de partiële veiligheidsfactor die de bouwkundige staat en monumentale status van het bouwwerk in rekening brengt.
γ_v	de partiële veiligheidsfactor die het type meting in rekening brengt (1,6 voor indicatieve meting).

Bij overschrijding van deze grenswaarde betekent dit dat het risico bestaat op verdichting van onder funderingsniveau gelegen grondlagen wat kan leiden tot zakking van de fundering. Bij overschrijding van deze grenswaarde zijn de hoogtemetingen daarom altijd leidend om de invloed op de belendingen te bepalen.

Opgemerkt wordt dat de grenswaarde van de trillingsintensiteit voor deze locatie maatgevend is (bepaling in volgende paragraaf). Indien wordt voldaan aan de gestelde grenswaarden in paragraaf 5.3.4 wordt daarmee ook voldaan aan de grenswaarde voor een trillingsgevoelige fundering.

5.3.4 Grenswaarde van de trillingsintensiteit

De grenswaarde van de trillingsintensiteit, waarbij mogelijke schade aan de belendende bebouwing kan optreden is bepaald conform de SBR-A. Volgens de bestaande praktijkervaring bestaat er een aanvaardbaar kleine kans (minder dan 1%) dat schade aan bouwwerken en funderingen zal optreden indien $V_d < V_r$.

De topwaarde van de trillingssnelheid die tijdens de meting mag optreden V_{top} wordt bepaald met behulp van de karakteristieke waarde van de grenswaarde V_{kar} .

De rekenwaarde van de grenswaarde van de trillingssnelheid V_r wordt bepaald volgens:

Documentnummer: RA18194a2
Project: Monitoringsplan renovatie walmuren
Oudegracht te Utrecht

Projectnummer: 18194
Afdrukdatum: 15-6-2018
Pagina: 12



$$V_r = V_{kar} / (\gamma_s \times \gamma_t)$$

Waarin:

- V_r de rekenwaarde van de grenswaarde;
 V_{kar} de karakteristieke waarde van de grenswaarde;
 γ_t de partiële veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt;
 γ_s de partiële veiligheidsfactor die de bouwkundige staat en monumentale status van het bouwwerk in rekening brengt.

De benodigde partiële veiligheidsfactor γ_t is afhankelijk van de trillingsbron / het type trilling. Als gevolg van **bouwmaterieel en bouwverkeer inclusief het drukken van de damwanden**, kunnen herhaalde kortdurende trillingen ontstaan, hiervoor geldt een veiligheidsfactor van 1,5.

De topwaarde van de trillingssnelheid V_{top} is de gemeten grenswaarde. De rekenwaarde van deze topwaarde van de trillingssnelheid dient te worden bepaald volgens:

$$V_d = V_{top} \times \gamma_v$$

Waarin:

- V_d de rekenwaarde van de trillingssnelheid;
 V_{top} de gemeten topwaarde van de trillingssnelheid in het meetpunt;
 γ_v de partiële veiligheidsfactor die het type meting in rekening brengt;

Tijdens de trillingsveroorzakende werkzaamheden wordt gemeten middels een indicatieve meting waarbij een partiële veiligheidsfactor γ_v van 1,6 gehanteerd wordt.

De grenswaarden voor de in de praktijk te verwachten frequenties zijn weergegeven in tabel 3. Tussen haakjes zijn de waarden gegeven indien een 'beperkte' meting wordt uitgevoerd.

Tabel 3 Grenswaarden voor SBR-A bouwwerkcategorie 2 monument, frequentie afhankelijk

Trillingsbron	Frequentie	Karakteristieke grenswaarde schade (categorie 2)	Veiligheidsfactor (type trilling γ_t) en (bouwkundige staat γ_s)	Grenswaarde Schade (rekenwaarde)	Veiligheidsfactor 'indicatieve meting' (beperkte meting)	Grenswaarde gemeten trillingen V_{top} (beperkte meting)
	(Hz)	(mm/s)	-	(mm/s)	-	(mm/s)
Bouwverkeer/bouw-materieel inclusief drukken damwanden	0 - 10	5,0	1,5 x 1,7	1,96	1,6 (1,4)	1,23 (1,4)
	15	6,25	1,5 x 1,7	2,45	1,6 (1,4)	1,53 (1,75)
Hoogste verdiepingvloer		15	1,5 x 1,7	5,88	1,6 (1,4)	3,68 (4,20)

Daarnaast zijn in Tabel 4 de grenswaarden gegeven indien een 2x hogere grenswaarde wordt gehanteerd (zie paragraaf 5.2). Wanneer hogere trillingssnelheden worden toegestaan betekent dit dat de kans op schade toeneemt. Dit moet vooraf met de verzekeraar worden besproken.

Tabel 4 Grenswaarden Tabel 3 vermenigvuldigd met een factor 2

Trillingsbron	Frequentie	Karakteristieke grenswaarde schade (categorie 2)	Veiligheidsfactor (type trilling y_t) en (bouwkundige staat y_s)	Grenswaarde Schade (rekenwaarde)	Veiligheidsfactor 'indicatieve meting' (beperkte meting)	Grenswaarde gemeten trillingen V_{top} (beperkte meting)
	(Hz)	(mm/s)	-	(mm/s)	-	(mm/s)
Bouwverkeer/bouw-materieel inclusief drukken damwanden	0 - 10	10,0	1,5 x 1,7	3,92	1,6 (1,4)	2,45 (2,8)
	15	12,5	1,5 x 1,7	4,90	1,6 (1,4)	3,06 (6,12)

Uit praktijkervaring blijkt dat als gevolg van bouwverkeer frequenties tussen 0 en 15 Hz het meest voorkomen. Als conservatieve waarde voor deze trillingen adviseren wij om voor de belendende panden, uitgaande van een indicatieve meting, een grenswaarde van **1,23 mm/s** aan te houden (of 2,45 mm/s indien een 2x hogere grenswaarde wordt aangehouden). Deze grenswaarde is tevens strenger (of vrijwel gelijk indien een 2x hogere grenswaarde wordt gehanteerd) dan de grenswaarde van 2,3 mm/s voor trillingsgevoelige funderingen (inklinking).

6 Peilbuismetingen

Het wordt geadviseerd om voorafgaand aan de werkzaamheden peilbuizen te plaatsen ter plaatse van de belendingen om de freatische grondwaterstand te meten. Voor de peilbuizen kan een globale hart op hart afstand van 25m worden aangehouden.

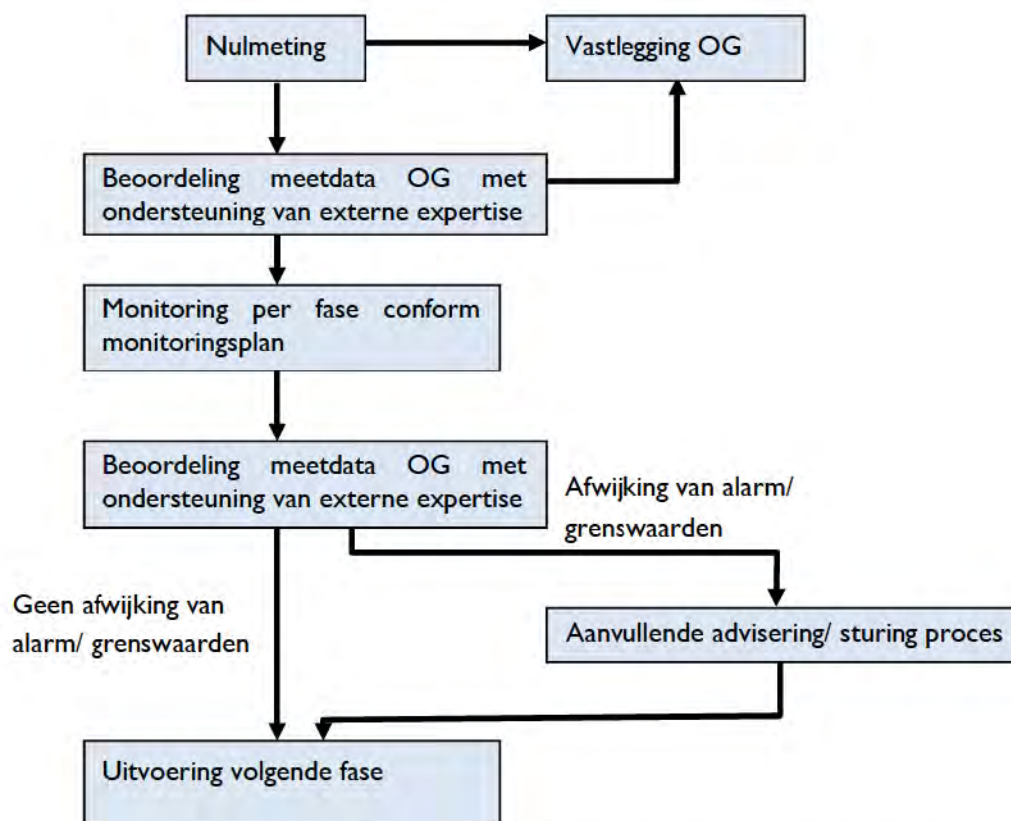
In de periode dat de bemalingswerkzaamheden worden gestart dienen de omliggende peilbuizen dagelijks te worden ingemeten om een beeld te hebben van de waterstandsverlaging ter plaatse van de belendingen. Afhankelijk van de meetresultaten kan de meetfrequentie hierna worden aangepast.

In de risicoanalyse is uitgegaan van een maximale grondwaterstandsverlaging tot NAP -1,3m. Als alarm- en grenswaarde voor de freatische grondwaterstand dient derhalve respectievelijk een waarde van NAP -1,1m en NAP -1,3m te worden aangehouden.

Indien de alarmwaarden worden bereikt moet een controlehoogtemeting van de belendende panden ter plaatse van de betreffende peilbuis worden uitgevoerd. Een hoogtemeting is belangrijk, omdat een overschrijding van de alarmwaarden van de grondwaterstandsverlaging niet zonder meer tot zakking van de belendingen hoeft te leiden.

7 Communicatie

Een overzicht van de werkwijze voor de monitoring gedurende de werkzaamheden is opgenomen in Figuur 7. Deze globale beschrijving van de monitoringswerkzaamheden dient voor alle fasen aangehouden te worden.



Figuur 7 Overzicht aan te houden werkvolgorde monitoringswerkzaamheden

Indien de alarmwaarden van de in de vorige hoofdstukken beschreven metingen worden bereikt, dient onmiddellijk een analyse van de metingen te worden uitgevoerd, waarin de combinatie van alle metingen deskundig moet worden beschouwd om de oorzaak van de vervormingen eenduidig vast te kunnen stellen. Deze analyse wordt door de OG uitgevoerd, eventueel ondersteund door externe expertise. Op deze manier kan de maatgevende vervormings- c.q. trillingsbron worden achterhaald en kunnen (indien dat noodzakelijk blijkt) effectieve maatregelen worden getroffen om de kans op schade in de omgeving, die mogelijk kan optreden in het vervolg van het bouwproces, te minimaliseren. Indien de grenswaarden worden bereikt c.q. overschreden dient het werk direct te worden stilgelegd en dienen, na analyse van de data, maatregelen geïmplementeerd te worden om mogelijke risico's aan de belendingen te minimaliseren/ herstellen.

Het wordt benadrukt dat de monitoring van de belendende panden leidend te beschouwen is. Met andere woorden als bijvoorbeeld de peilbuismetingen de gestelde grenswaarden bereiken c.q. overschrijden, dient dit niet direct aanleiding te zijn om maatregelen te treffen, indien de beïnvloeding van deze panden nog binnen de vooraf gestelde grenswaarden valt.

De grenswaarde van de belendende panden in de risicoanalyse wordt bepaald voor het schaderisicoprofiel "kans op lichte esthetische scheurvorming". Dit is een schaderisicoprofiel dat conform de huidige ontwerppraktijk voor binnenstedelijke bouwprojecten als acceptabel wordt geacht. Bij bereiken van de grenswaarden is daarom nog geen sprake van kans op constructieve schade en al helemaal niet van mogelijke stabiliteitsproblemen van de belendingen.

De hoofdaannemer dient de monitoringaannemer ten aller tijde toegang mogelijk te maken om de metingen te kunnen uitvoeren conform het gestelde in het monitoringsplan.

De trillingsbeïnvloeding van de belendende panden wordt conform het monitoringsplan bewaakt door middel van trillingsmetingen die voorzien zijn van zwaailichten. De zwaailichten geven het bereiken van de SBR-A trillingsgrenswaarden op het werk aan. De hoofdaannemer incl. zijn onderaannemers hebben de verplichting om de zwaailichten gedurende hun werkzaamheden continu waar te nemen, om bij het afgaan van het rode zwaailicht de betreffende werkzaamheden te stoppen en onmiddellijk een melding te maken aan de directievoering.

Notitie

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Door CRUX Engineering BV is in opdracht van Gemeente Utrecht Stadsingenieurs een risicoanalyse uitgevoerd van de beïnvloeding van de werfmuren en keldergewelf aan de Oudegracht 230 te Utrecht (RAK 11 oost) ten gevolge van de renovatie van de walmuren (RA20419a1, d.d. 4 september 2020) [1].

Uitgangspunt in deze risicoanalyse RA20419a1 [1] is dat de renovatie en werkzaamheden van deze walmuren in den droge, dus middels een grondwaterstandsverlaging, worden uitgevoerd, de invloed van de vernieuwing is in deze rapportage bepaald voor het pand Oudegracht 230. Tevens is in NT20419a1 [2] kwalitatief de invloed van de vernieuwing van de walmuur voor een renovatie van de walmuur in den natte beschouwd.

Aanvullend hierop is door de Gemeente gevraagd om de invloed van de renovatie van de walmuren op het naastgelegen pand Oudegracht 228 kwalitatief te beschouwen ten aanzien van zettingen ten gevolge van de herstelwerkzaamheden aan de kade [4].

In deze notitie zijn de bevindingen van deze kwalitatieve beschouwing gepresenteerd. De locatie van de werkzaamheden is aangegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Projectlocatie ¹ [1]

Onderwerp

Gevolgen vernieuwing
walmuur Oudegracht 228
te Utrecht

Projectnummer

20419

Ons kenmerk

NT20419b1

Versie

1

Datum

4 december 2020

Pagina's

4

Vrijgave

2E 2E

Bijlagen

Bijlage 1 Pand OG 228.pdf

Formulier

RA-03-v19.1113

¹ ondergrond © Google and third-party suppliers

1.2 Referenties

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van deze notitie:

- [1] CRUX BV; rapport *Risicoanalyse vernieuwing walmuur Oudegracht 230 te Utrecht*; kenmerk RA20419a1; dd 04-09-2020
- [2] CRUX BV; notitie *Gevolgen nat ipv droog ontgraven t.p.v. vernieuwing walmuur Oudegracht 230 te Utrecht*; kenmerk NT20419a1; dd 07-10-2020
- [3] IBU Stadsingenieurs; email van [REDACTED] *RE: RA20419a1 RA vernieuwing walmuur Oudegracht 230*; dd 29-09-2020
- [4] IBU Stadsingenieurs; email van [REDACTED] *Aanvullende vraag mbt risicoanalyse Oudegracht 230*; dd 27-11-2020
- [5] IBU Stadsingenieurs; email van [REDACTED] *RE: Aanvullende vraag mbt risicoanalyse Oudegracht 230*; dd 30-11-2020
- [6] Pand OG 228.pdf met overzicht en doorsneden pand Oudegracht 228 Utrecht

Opgemerkt wordt dat de mails in [4] en [5] het pand Oudegracht 228 betreffen.

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

2 Resumé resultaten risicoanalyse

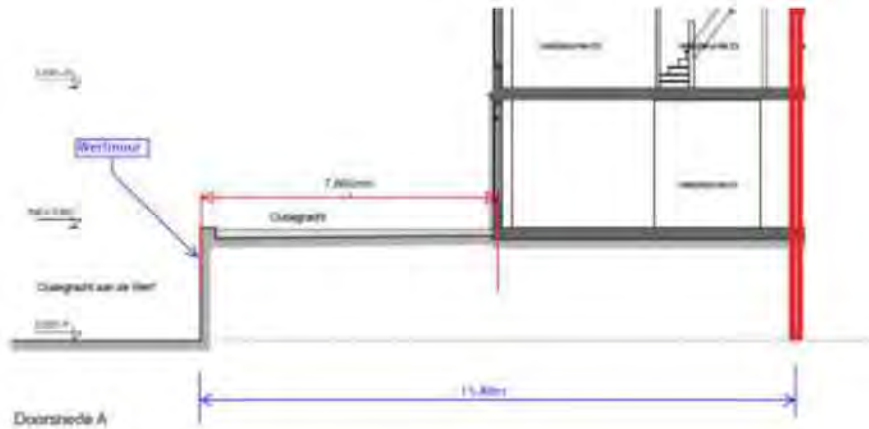
In rapport RA20419a1 [1] zijn de grondvervormingen achter de walmuur bepaald middels een Plaxis 2D berekening ten gevolge van de renovatie van de walmuur bij het pand Oudegracht 230. Uit de berekeningen volgt een maximale zetting van ca. 0,6mm ter plaatse van de werfmuur grachtzijde en 0,25mm ter plaatse van de opgetreden scheur in het keldergewelf.

Op basis van het berekende vervormingsverloop ter plaatse van de werfkelder en locatie van de opgetreden scheur is in [1] aangegeven dat door de constructeur moet worden getoetst of deze vervormingen toelaatbaar zijn voor het keldergewelf in ter hoogte van pand Oudegracht 230.

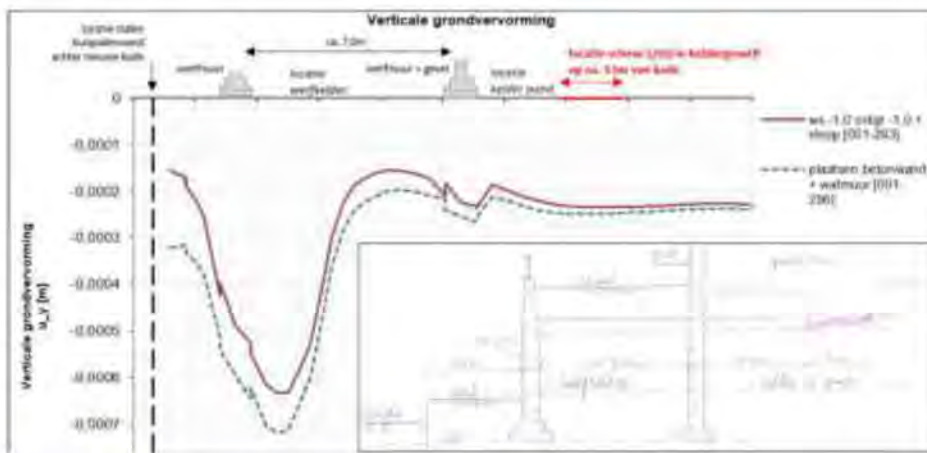
Aanvullend is in NT20419a1 [2] bepaald dat de vervanging van de walmuur in den natte (zonder bemaling) in plaats van in den droge (met bemaling) een rekenkundig verwaarloosbaar gering reductie-effect op de zetting van de belendingen ter plaatse van de walmuur en de kelder Oudegracht 230 ten opzichte van de methode met open bemaling. De reeds met de open bemaling beschouwde invloed is immers rekenkundig al als reeds verwaarloosbaar gering te beschouwen.

3 Beschouwing Oudegracht 228

Het pand Oudegracht 228 heeft conform [5] een vergelijkbaar belastingniveau als het pand Oudegracht 230. Wel is de achtergevel van het pand op het moment van schrijven niet aanwezig. De achtergevel ligt op 15,8m uit de werfmuur. De werfmuur ligt conform Figuur 3 op circa 3,2m van de walmuur en daarmee op circa 19m uit de walmuur (zie Figuur 2 en Figuur 3).



Figuur 2 Doorsnede Oudegracht 228 [6]



Figuur 3 Resultaat en doorsnede Oudegracht 230 [1]

Op basis van de afmetingen van het pand Oudegracht 230 en Oudegracht 228 kan gesteld worden dat de afstand van de werfmuur tot de werfmuur + gevel tussen beide panden vergelijkbaar is. De afstand tot de walmuur is ook vergelijkbaar (walmuur loopt evenwijdig aan de panden). Uit Figuur 3 [1] valt op te maken dat vanaf de werfmuur + gevel de grondverplaatsingen verwaarloosbaar klein zijn (circa 0,25mm). Aangezien het belastingniveau van de panden Oudegracht 230 en Oudegracht 228 vergelijkbaar is en de geometrie van de panden vergelijkbaar is, kan het vervormingsbeeld welke is bepaald ter plaatse van Oudegracht 230 ook gehanteerd worden voor het pand Oudegracht 228. De achtergevel van het pand 228 ligt verder van de invloed van de werkzaamheden aan de walmuur dan in [3] is opgenomen, daardoor zal de invloed ter plaatse van de achtergevel ook verwaarloosbaar klein zijn (<0,25mm).

Op basis van het berekende vervormingsverloop in [1] dient door de constructeur te worden getoetst of deze vervormingen toelaatbaar zijn voor het pand Oudegracht 228.



tekennummer
200610

project

Oudegracht 226
Utrecht

tekennummer

BT 01

omschrijving

Plattengreinden

Bestaande toestand

formaat

1:100 A3

datum

230620

wijziging

-1

-2

-3

-4

-0

grond

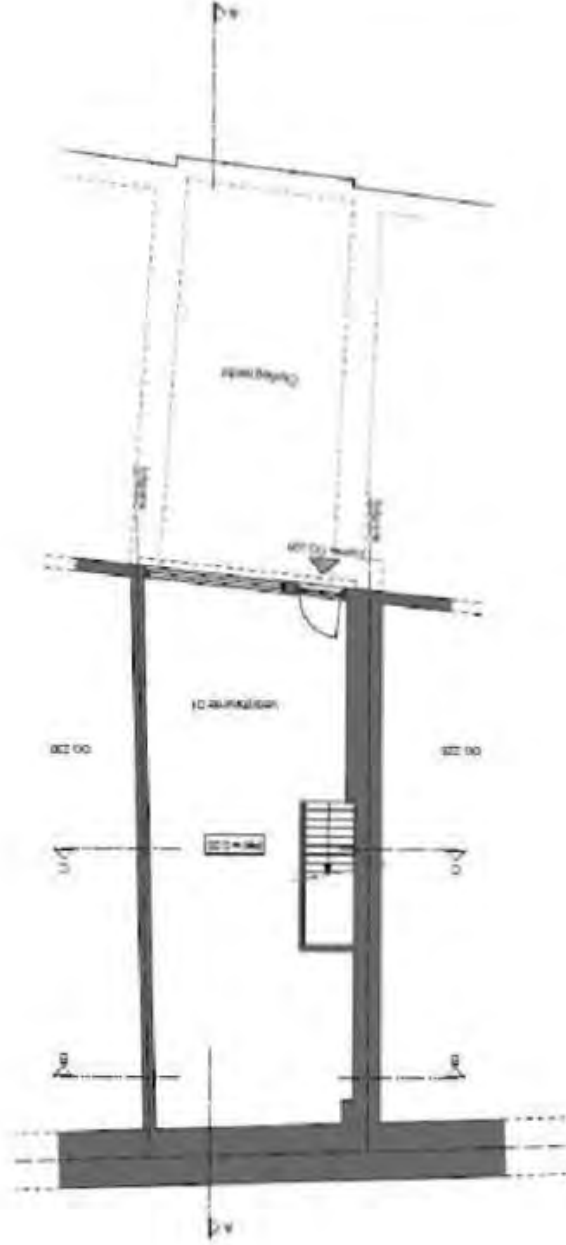
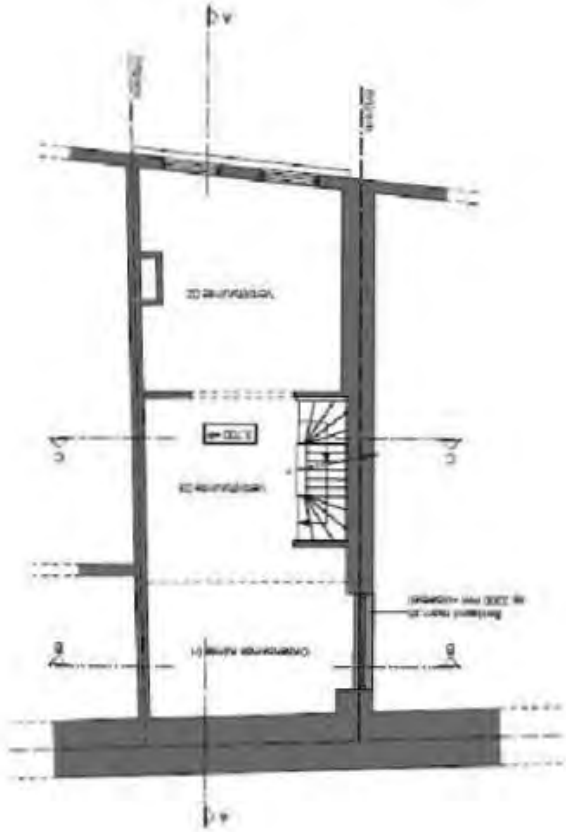
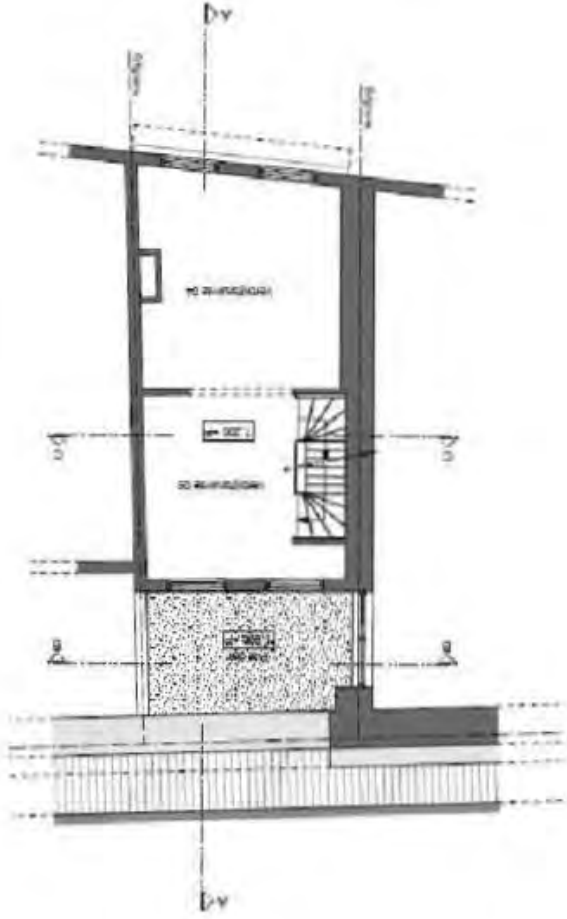
JHR

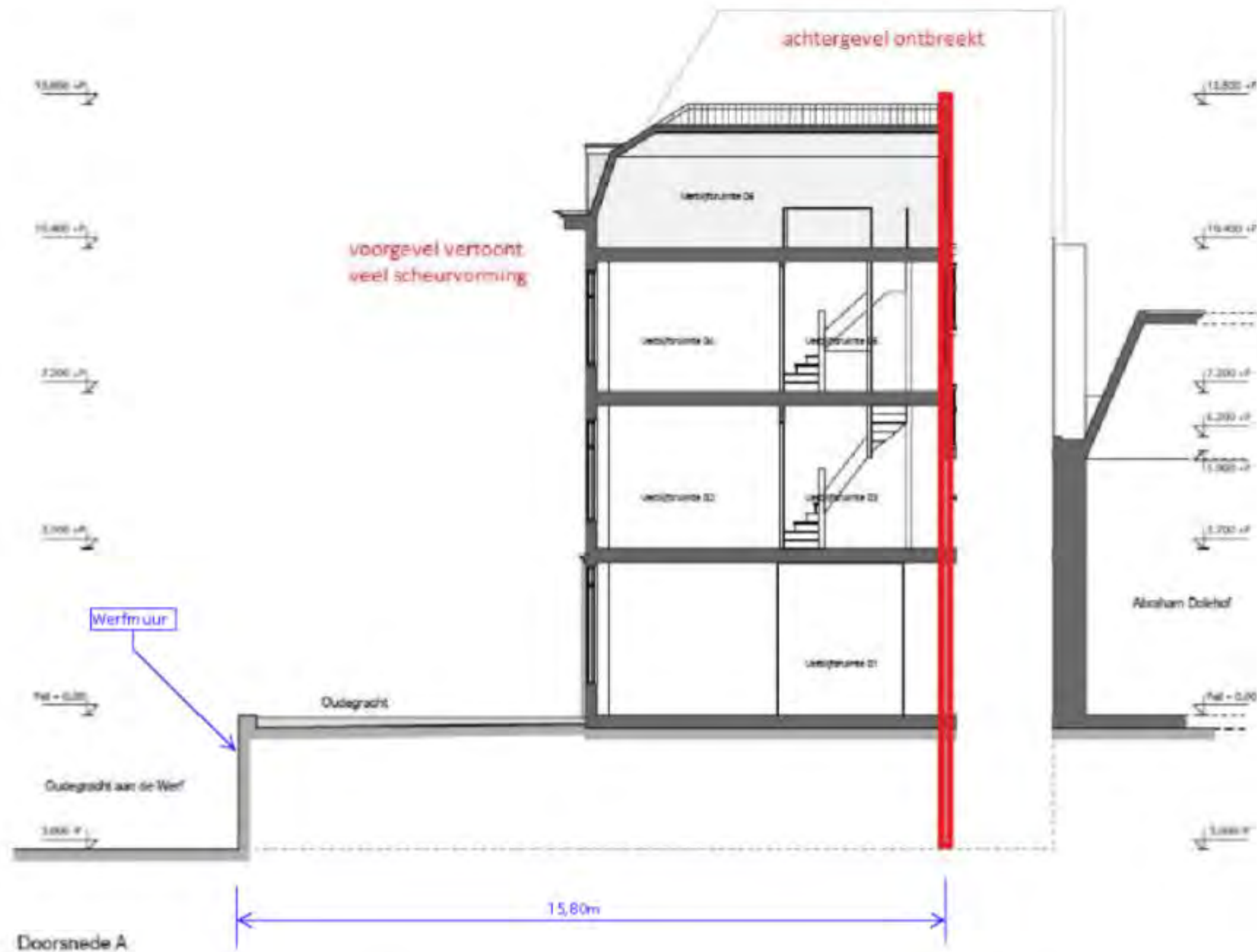
firm: naked architecture

2003 by: naked

the: naked

www.nakedarchitecture.nl
info@nakedarchitecture.nl
t +31 43 211 1111





werfnummer
200610

project
Oudegracht 228
Utrecht

tekeningnummer
BT 03

omschrijving
Deersandion

Bestaande toestand
schaal formaat
1:100 A3

datum
230620

wijziging
-1
-2
-3
-4
-5

getekend
JvR

Frank Huisman 28
2082 br Utrecht
the Netherlands

www.nakedarchitecture.nl
info@nakedarchitecture.nl

t + 31 (0)30 252 28 07
f + 31 (0)30 252 27 63



Interne mededeling

Aan	Projectteam WKM	Datum	15 december 2020
Onderwerp	Invloed werkzaamheden rak 11 oost op achtergevel pand OG 228	Van	2E / 2E
		Doorkiesnummer	2E
Kopie		E-mail	2E @utrecht.nl
		Bijlagen	Memo Crux NT20419b1

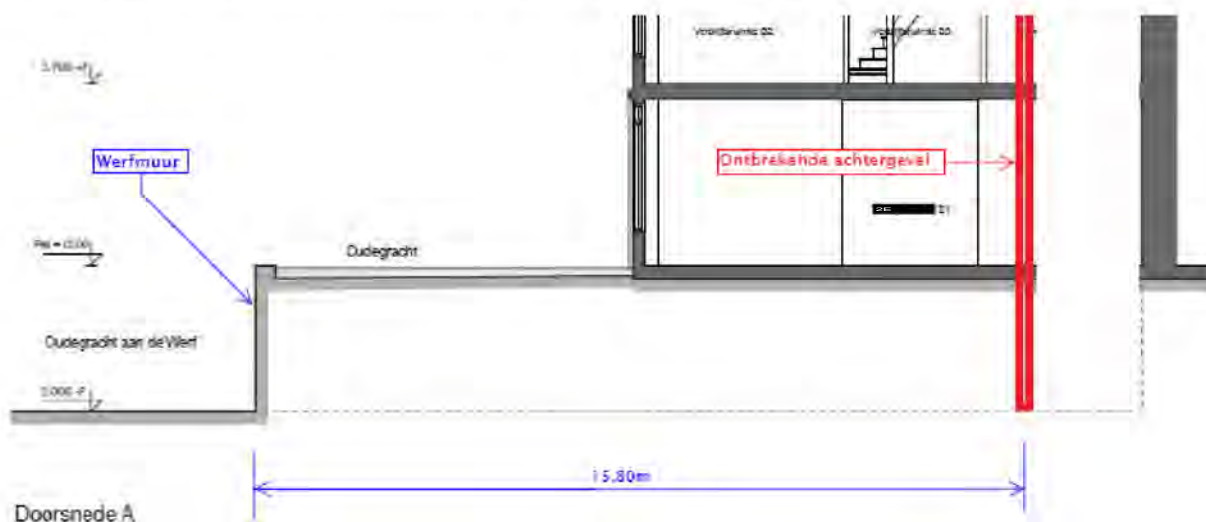
Doel memo

Doel van deze memo is inzichtelijk maken dat de werkzaamheden voor het vervangen van de walmuur op RAK 11 oost (Oudegracht) ten opzichte van de staat van de achtergevel pand OG 228 beheerst worden uitgevoerd.

Achtergrond

In oktober 2020 is er door VTH melding gemaakt aan het projectteam WKM dat er langdurige werkzaamheden aan pand Oudegracht 228 uitgevoerd worden. VTH heeft aangegeven dat het overgrote deel van de achtergevel is verwijderd en nog niet teruggeplaatst.

Na deze melding heeft Stadsingenieurs (SI) in opdracht van Projectteam WKM samen met Crux gekeken naar de optredende grondvervormingen onder pand 228 t.g.v. de werkzaamheden aan de walmuur en of deze tot de achtergevel van pand Oudegracht 228 reikt (zie onderstaande afbeelding).



Uitwerking

Vanuit SI is aangegeven dat de significante invloedssfeer bij toepassing van de buispalenmethode m.b.t. grondvervormingen niet verder reikt dan ca. 3 tot 5 meter vanaf de buispalenwand, daarom hebben de werkzaamheden voor herstel van de walmuur volgens SI nauwelijks invloed op de fundering van pand OG 228. Crux heeft in memo NT20419b1 d.d. 4 december 2020 (zie bijlage), op basis van de risicoanalyse voor het naastgelegen pand OG 230 (RA20419a1 d.d. 4 september 2020), een beschouwing uitgevoerd waaruit is gebleken dat de maximale zetting van de fundering ter plaatse van de achtergevel van pand OG 228 kleiner zal zijn 0,25mm en daarmee de invloed van de werkzaamheden aan de walmuur op de achtergevel verwaarloosbaar klein is.

Advies Stadsingenieurs

De beschouwing van Crux ondersteunt ons advies dat de walmuur op rak 11 oost kan worden vervangen d.m.v. de buispalenmethode, waarbij het risico verwaarloosbaar klein is dat de werkzaamheden aan de walmuur leiden tot schade aan de (op dit moment niet aanwezige) achtergevel van pand OG 228. Gezien de bijzondere situatie van pand OG 228 direct naast pand OG 230 worden ook hier enkele aanvullende maatregelen geadviseerd tijdens de uitvoering van de werkzaamheden aan de walmuur:

- Tijdens het aanbrengen hulpdamwand de damplanken zo min mogelijk “op en neer” te bewegen;
- Plaatsen van 2 extra trillings- en zakkingsmeters op de werfmuur aan weerszijden van de kelder.

SI is ervan overtuigd dat o.b.v. de beschouwing van Crux en de bovengenoemde aanvullende maatregelen de werkzaamheden aan de walmuur t.o.v. pand OG 228 beheerst kunnen worden uitgevoerd.



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wieritsema.nl
Internet: www.wieritsema.nl

Hoogtemetingen

Reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 11 oost

noordzijde te Utrecht

Nulmeting Rak 11 oost noordzijde

VN-58203-13 | 9 maart 2021



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wieritsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Onderwerp: Reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 11 oost noordzijde
te Utrecht
Onderdeel: Hoogtemetingen
Projectnummer: VN-58203-13
Opdrachtgever: Beens Groep
 Postbus 6
 8280 AA Genemuiden
Nr. opdrachtgever: bestek 142 SW 12
Datum: 9 maart 2021

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	9 maart 2021	

Opgesteld door:	^{2E} [Redacted]
Handtekening:	[Redacted]
	[Redacted]
Documentnummer:	R75630
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	^{2E} [Redacted]



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Kwaliteitswaarborging	4
1.3	Leeswijzer	4
2	Uitvoering.....	5
2.1	Meetpunten	5
2.2	Meetmethode.....	5

Bijlagen:

1	Situatietekening
2	Meetresultaten



1 Inleiding

In opdracht van Beens Groep te Genemuiden heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. hoogtemetingen uitgevoerd ten behoeve van project "Reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 11 oost noordzijde" te Utrecht.

1.1 Aanleiding en doel

Het doel van de hoogtemetingen is het vaststellen van eventuele verticale bewegingen van de panden langs de Oudegracht, tijdens de werkzaamheden.

Het doel van de nulmeting is het vaststellen van de huidige situatie, waarmee na het uitvoeren van de herhalingsmetingen, een vergelijk gemaakt kan worden.

Het voorliggend rapport betreft een nul-opname van hoogtemetingen aan belendingen aan de Oudegracht ter hoogte van rak 11-oost noordzijde te Utrecht.

1.2 Kwaliteitswaarborging

De werkzaamheden zijn verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieu-managementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een VGM-beheersysteem VCA**.

1.3 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk wordt in het tweede hoofdstuk de meetmethode beschreven.

In de bijlagen zijn de situatietekening en de meetresultaten opgenomen.



2 Uitvoering

2.1 Meetpunten

Conform meetplan, zijn voor zover mogelijk en er toestemming verleend is op 26 en 27 januari 2021 hoogtemeetboutjes aangebracht langs de Oudegracht.

In bijlage 1 (situatietekening) is de situatie van de hoogtemeetpunten weergegeven.

De nummering van de hoogtemeetpunten is als volgt gekozen: Het huisnummer + een nummer van een meetpunt (bijvoorbeeld DM220(1) = eerste meetpunt op Oudegracht 220).

2.2 Meetmethode

Voor de metingen wordt zoals in het meetplan aangegeven, gebruik gemaakt van een digitaal nauwkeurigheidswaterpasinstrument type Leica DNA03 ingezet. De nauwkeurigheid van dit type waterpasinstrument is 0,3 mm (sluitfout bij een doorgaande waterpassing op 1 km bij gebruik van een invarbaak).

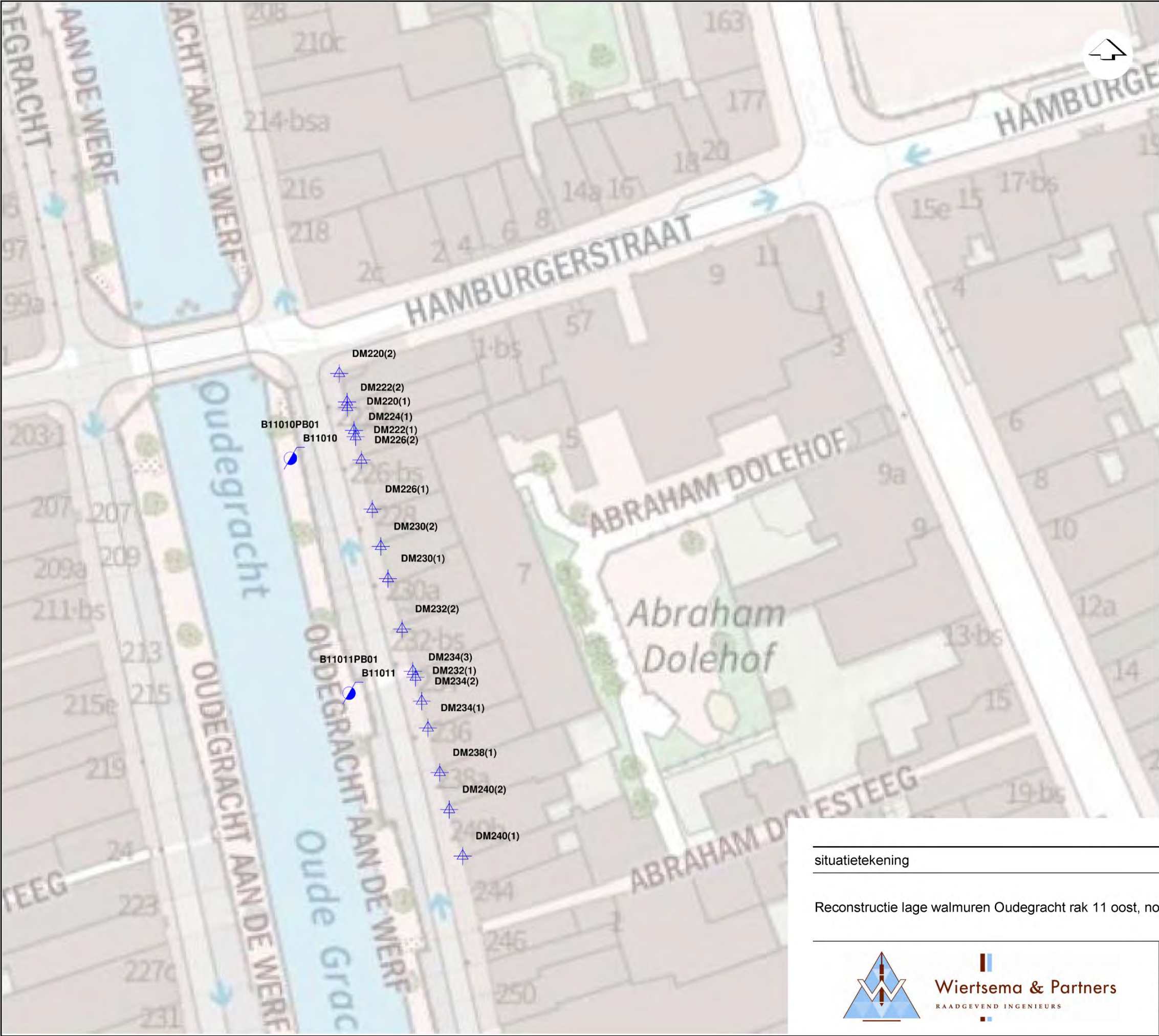
Na het plaatsen van de hoogtemeetpunten zijn nulmetingen uitgevoerd door middel van een doorgaande waterpassing. De nulmetingen zijn in de week 4, 2021 uitgevoerd. De nulmetingen zijn dubbel uitgevoerd om de exacte hoogte van de aangebrachte boutjes te meten. De resultaten van de nulmetingen zijn weergegeven in bijlage 2.



Bijlage 1




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS




Type	Uitvoering		
B (Handboring)	Uitgevoerd door W&P		
Peilbuis (in B)	Uitgevoerd door W&P		
Deformatiemeetpunt - Z	Uitgevoerd door W&P		

Naam	X [m]	Y [m]	Z [m NAP]
B11010	136798.5	455590.4	1.03
B11010PB01	136798.5	455590.4	1.03
B11011	136806.1	455560.0	0.91
B11011PB01	136806.1	455560.0	0.91
DM220(1)	136805.9	455597.6	
DM220(2)	136804.9	455601.3	
DM222(1)	136806.8	455593.9	
DM222(2)	136805.9	455596.9	
DM224(1)	136807.0	455593.2	
DM226(1)	136809.1	455583.8	
DM226(2)	136807.8	455590.1	
DM230(1)	136811.2	455574.8	
DM230(2)	136810.3	455578.9	
DM232(1)	136814.4	455562.8	
DM232(2)	136813.0	455568.3	
DM234(1)	136816.3	455555.5	
DM234(2)	136815.5	455558.9	
DM234(3)	136814.7	455562.1	
DM238(1)	136817.9	455549.7	
DM240(1)	136820.8	455538.9	
DM240(2)	136819.1	455544.9	

situatietekening

Reconstructie lage walmuren Oudegracht rak 11 oost, noordzijde te Utrecht



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Datum: 08.03.21

Getekend: TSLU

Schaal: 1:500

Formaat: A3

Gew:

Gew:

Gew:

Gew:

Blad: 1 van 1

Opdracht: VO-58203-13

AKKOORD

GEM

0

10

20

30m

Blad 7 van 10

58203-13 R75630 Rapportage hoogtemetingen.pdf

Bijlage 2




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENTEURS

Resultaten doorgaande waterpassing
 Project: VN-58203-
 Reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 11 te Utrecht

Hoogtes worden in m NAP weergegeven

Referentiehoogte:
 NAP bout (031H0102) +4,227 m

meetpunt	nulmeting 1	nulmeting 2	NULMETING	meting A	
	26-1-2021	26-1-2021	gemiddelde		verschil
	m N.A.P.	m N.A.P.	m N.A.P.	m N.A.P.	mm
DM220-1	5,7622	5,7621	5,7622		
DM220-2	4,9574	4,9577	4,9576		
DM222-1	4,8983	4,8979	4,8981		
DM222-2	4,9603	4,9599	4,9601		
DM224-1	4,8990	4,8988	4,8989		
DM226-1	4,8742	4,8743	4,8743		
DM226-2	4,8996	4,8995	4,8996		
DM228-1	4,6480	4,6475	4,6478		
DM228-2	4,7689	4,7684	4,7687		
DM230-1	4,4733	4,4730	4,4732		
DM230-2	4,5760	4,5760	4,5760		
DM234-1	5,1838	5,1832	5,1835		
DM234-2	5,1825	5,1821	5,1823		
DM234-3	5,1338	5,1333	5,1336		
DM238-1	4,5141	4,5135	4,5138		
DM240-1	5,0977	5,0971	5,0974		
DM240-2	5,1979	5,1973	5,1976		

Opmerking:

De weergegeven resultaten zijn afgeronde getallen in werkelijkheid worden de metingen met een hogere nauwkeurigheid uitgevoerd. Daardoor kunnen de onderlinge verschillen ten opzichte van de nulmeting variëren. Getallen weergegeven met een negatieve waarde zijn zettingen



Wiertsema & Partners
 HOOFDGEVEND INGENIEURS





Monitoringsplan deformatie- metingen

RECONSTRUCTIE LAGE WALMUREN UTRECHT, rak 11
Oost, noord

Opdrachtgever
GEMEENTE UTRECHT

Bestek
142 SW 12

Autorisatie				
Versie	1	2	3	4
Datum	04-12-2020	17-02-2021		

Opdrachtnemer		
Opgesteld:	2E [redacted] W&P	
Gecontroleerd:	2E [redacted]	
	2E [redacted]	
Handtekening:	[redacted]	

 **Beens Groep**

2E [redacted] Digitaal ondertekend door
2E [redacted]
Datum: 2021.03.17 17:58:37
+01'00'



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wiertsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Monitoringsplan deformatiemetingen

Reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 11 oost,
noordzijde te Utrecht

VN-58203-13 | 3 februari 2021



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners B.V.
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wieritsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Onderwerp: Reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 11 oost, noordzijde
te Utrecht
Onderdeel: Monitoringsplan deformatiemetingen
Projectnummer: VN-58203-13
Opdrachtgever: Beens Groep
 Postbus 6
 8280 AA Genemuiden
Nr. opdrachtgever: bestek 142 SW 12
Datum: 30 februari 2021

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	30 november 2020	
	3 februari 2021	Wijzigingen OG doorgevoerd

Opgesteld door:	2E [redacted]
Handtekening:	2E [redacted]
Documentnummer:	R74979
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	2E [redacted]



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Kwaliteitswaarborging	4
1.3	Leeswijzer	4
2	Locaties meetpunten	5
3	Uitvoering deformatiemetingen	6
3.1	Meetapparatuur	6
3.2	Meetmethodiek	7
3.3	Meetmomenten	7
4	Grenswaardebepaling deformaties	9
5	Analyse meetresultaten en communicatie	10
5.1	Analyse data	10
5.2	Communicatie.....	10

Bijlagen:

1	Situatietekening
---	------------------



1 Inleiding

In opdracht van Beens Groep te Genemuiden heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. het voorliggende meetplan deformatiemetingen opgesteld, welke gehanteerd dient te worden tijdens het project "Reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 11 oost, noordzijde" te Utrecht. Het voorliggend rapport betreft het gedeelte tussen de Hamburgerbrug en huisnummer 236 aan de Oudegracht te Utrecht.

1.1 Aanleiding en doel

De walmuren ter plaatse van rak 11 oost worden gereconstrueerd. Deze werkzaamheden kunnen tot eventuele deformaties van de werfmuur leiden. Het doel van de deformatiemetingen is het monitoren van deformaties van de werfmuur, tijdens het realiseren van de walmuur.

1.2 Kwaliteitswaarborging

Wiertsema & Partners is NEN-EN-ISO 9001 en NEN-EN-ISO-14001 gecertificeerd en voldoet aan de veiligheidsmanagementnorm VCA**.

In het monitoringsplan van CRUX ('Monitoringsplan renovatie Rak 12 t/m 15'; RA13193b2, d.d. 6-9-2013) zijn de deformatiemetingen beschreven in paragraaf 4.1.2, 4.2 en 4.3. Dit monitoringsplan zal als basis voor het voorliggende meetplan deformatiemetingen dienen.

In dit meetplan worden de volgende onderdelen beschreven:

- Meetlocaties meetpunten deformatiemetingen;
- Uitvoering deformatiemetingen;
- Grenswaarden zettingen;
- Wijze van analyseren en rapporteren.

1.3 Leeswijzer

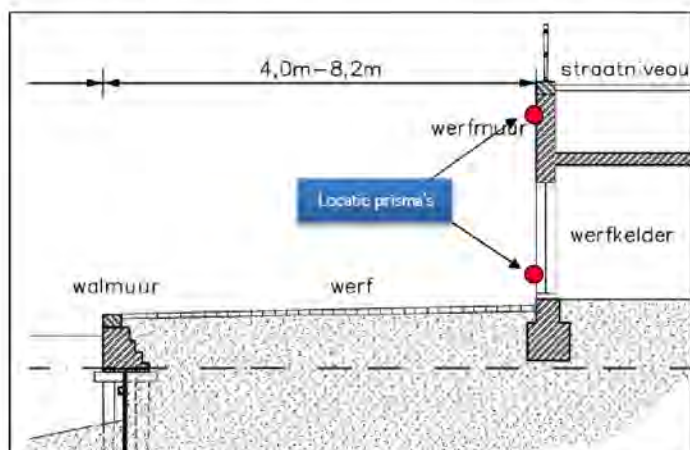
Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk volgen in het tweede hoofdstuk de locaties van meetpunten. Vervolgens staat in hoofdstuk 3 de uitvoering. In hoofdstuk 4 volgen de grenswaardebepalingen deformaties. Tot slot staan in hoofdstuk 5 de analyse meetresultaten en communicatie.

In de bijlagen is de situatietekening opgenomen.



2 Locaties meetpunten

In het monitoringsplan van CRUX zijn de meetlocaties beschreven en schematisch weergegeven in een figuur. Deze figuur is hieronder weergegeven.



Figuur 2.1: locaties prisma's op de werfmuur [Bron: Monitoringsplan CRUX RA13193b2]

De prisma's op de werfkelderdermuur (buitenzijde) dienen om de 4 à 5 m zowel boven als onderaan de werfkelderdermuur geplaatst te worden.

De totale lengte van de te monitoren onderdelen is hieronder aangegeven, op basis van de eerder aangeleverde tekening (projectnummer 141.2002.08):

Rak 11 oost = ca. 120 m.

In tabel 2.1 hieronder is aangegeven hoeveel prisma's theoretische dienen te worden aangebracht. Deze theoretische aantallen zijn grafisch weergegeven in de situatietekening (zie bijlage 1). In het veld zullen, de meetlocaties pragmatisch worden gekozen, waarbij elke kelder van minimaal 1 duo meetprisma's (boven + onder) wordt voorzien. Bij het bepalen van het aantal meetprisma's is Wiertsema & Partners uitgegaan van een maximale horizontale afstand tussen een tweetal meetprisma's van 5 m.

Tabel 2.1: aantal meetpunten per rak en per zijde

Rak	Renovatie kade	Aantal meetpunten
11 oost, noordzijde	Circa 60 m	$12 * 2 = 24$
Totaal		24



3 Uitvoering deformatiemetingen

3.1 Meetapparatuur

Voor de deformatiemetingen wordt gebruik gemaakt van zogenaamde miniprisma's. Een voorbeeldfoto hiervan is in figuur 3.1 weergegeven.



Figuur 3.1: Voorbeeldfoto miniprisma

De deformatiemetingen worden uitgevoerd met een Robotic Totalstations van Leica (TM-30). Een voorbeeldfoto hiervan is in figuur 3.2 weergegeven.



Figuur 3.2: Voorbeeldfoto Robotic Totalstation Leica TM-30

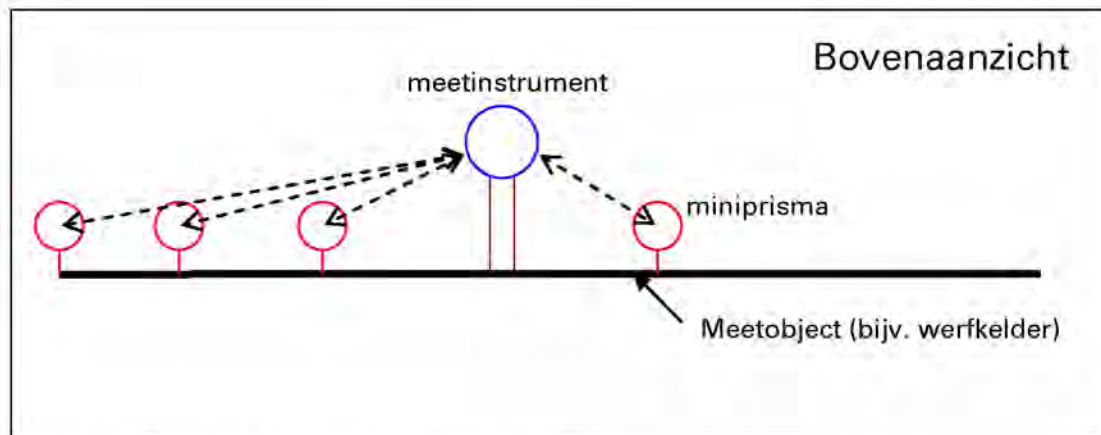


Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

3.2 Meetmethodiek

De miniprisma's worden op de betreffende locaties aangebracht. Het meetinstrument wordt met een beugel aan de muur bevestigd.

Ter plaatse op rak 11 oost, noordzijde zal het meetinstrument aan dezelfde zijde worden geplaatst, als waar de werkzaamheden worden uitgevoerd. In figuur 3.3 hieronder is dit schematisch weergegeven.



Figuur 3.3: Schematische weergave meetmethodiek

De meetresultaten worden via een modemverbinding naar een database verzonden, waarin de verwerking plaatsvindt. Hierin worden tevens de metingen van de meteosensoren (temperatuur, luchtvochtigheid, e.d.) verwerkt. Indien er meetpunten worden vernield, verwijderd of belemmerd, zullen deze niet worden gemeten.

Bij het installeren zullen de meetpunten dusdanig worden gekozen, dat het belemmeren van de meetpunten door de werkzaamheden zoveel mogelijk wordt voorkomen. Vanuit Wiertsema en Partners zal er een dagelijkse controle plaatsvinden op de zichtbaarheid van de meetpunten. Indien er punten worden belemmerd zal dit in overleg met de uitvoerder van Beens worden besproken en mogelijk worden opgelost. De uitvoerder van Beens zal eveneens regelmatig controleren of de meetpunten intact zijn.

3.3 Meetmomenten

De deformatiemetingen dienen conform bestek en het monitoringsplan van CRUX te worden uitgevoerd tijdens:

- aanbrengen hulpdamwanden;
- het slopen van de walmuur;
- het trekken van houten funderingspalen;
- het aanbrengen definitieve damwand;
- het verlagen van de grondwaterstand;
- het ontgraven van grond beneden het aanlegniveau van funderingen van belendingen;



Daarbij is in de eerdere bestekken (deel 3 van het bestek) aangegeven (artikel 01.26.03) dat de deformatiemetingen tot 2 weken na het trekken van de hulpdamwanden dienen te worden doorgezet. De metingen worden gedurende de betreffende fase continue gemeten. Alle meetpunten per rakzijde worden in 30 minuten gemeten, conform deel 3 van het bestek.

Binnen 15 minuten, nadat de meetronde is voltooid, zijn de meetresultaten via de datapresentatie site (www.wepgis.nl) inzichtelijk.



Wiertsema & Partners
BAAUWGEVEND INGENIEURSB

4 Grenswaardebepaling deformaties

De grenswaarden welke als acceptabel wordt geacht, zijn in het monitoringsplan van CRUX weergegeven. In dit plan wordt onderscheid gemaakt tussen alarm- en grenswaarden. Hierbij zijn de grenswaarden bepaald op basis van de uitgevoerde risicoanalyses. De alarmwaarden hebben een signalerende functie.

Bij het bepalen van eventuele overschrijdingen de alarm- en grenswaarden dient er rekening gehouden te worden met de nauwkeurigheid van het meetinstrument. Deze zijn in het monitoringsplan van CRUX beschreven.

Tabel 4.1 Grenswaarden conform het Monitoringsplan van CRUX

doorsnede [-]	variant [-]	werfmuur/woning [-]	voor trekken hulpdamwand		tijdens trekken hulpdamwand	
			U y* [mm]	U x [mm]	U y [mm]	U x [mm]
Drsn 1 – werfmuur op 3,5m afstand	1-hoog	geen maatregelen	(-2) -3	(4) 5	(-9) -11	(5) 6
	1-laag		(-2) -3	(4) 5	(-10) -12	(5) 7
Drsn 2 – Oudegracht 320	1-hoog	geen maatregelen (hulpwand ter plaatse van werf tot NAP -1,3m)	(-4) -6	(4) 5	#	#
Drsn 3 – 'Brouwerij'	jetgroutwand	geen maatregelen	(9) -11	(5) 6	#	#
Drsn 4 – Twinstraat a/d werf	1-laag	geen maatregelen – funderingsbelasting 85 kN/m' (UGT) op 2,5m van voorzijde walmuur	(-10) -14	(4) 5	#	#
	2-laag	geen maatregelen – funderingsbelasting 100 kN/m' (UGT) op 30m van voorzijde walmuur	(-14) -16	(4) 5	#	#
	3-laag	geen maatregelen – funderingsbelasting 70 kN/m' (UGT) op 30m van voorzijde walmuur	(-4) -6	(4) 5	#	#
	4-laag	funderingsverbetering > jetgroutpalen funderingsbelasting 100kN/m' (UGT) op 30m van voorzijde walmuur	(-2) -3	(4) 5	(-5) -7	(8) 10
	5-laag	funderingsverbetering > injectie met waterglas en harder funderingsbelasting 100kN/m' (UGT) op 30m van voorzijde walmuur	(-2) -3	(4) 5	(-4) -6	(4) 5
	6-laag	funderingsverbetering – kleine diameter stalen buispalen funderingsbelasting 100kN/m' (UGT) op 30m van voorzijde walmuur	(-4) -5	(4) 5	(-9) -11	(6) 8



5 Analyse meetresultaten en communicatie

5.1 Analyse data

Zoals ook in paragraaf 3.3 is weergegeven, worden de meetresultaten, binnen 15 minuten na uitvoering meetronde, via een modemverbinding naar een database verzonden, waarin de verwerking plaatsvindt. Hierbij wordt tevens de meteosensor (temperatuur, luchtvochtigheid, e.d.) in de data verwerkt.

Zoals gesteld in het monitoringsplan van CRUX hoeft een overschrijding van een grenswaarde (vastgestelde maximale verplaatsingen) niet tot schade te leiden. De optredende *verschil*verplaatsingen tussen de meetpunten is hierbij van belang. Deze *verschil*verplaatsingen tussen de meetpunten zal door Wiertsema & Partners worden geanalyseerd op waarde. Indien er overschrijding gemeten zijn, zal hiervan uiterlijk 1 werkdag na het meten van de betreffende data, een melding worden gemaakt, zoals beschreven in het monitoringsplan van CRUX. Deze melding zal verricht worden aan de uitvoerder van Beens. In overleg met de uitvoerder van Beens zal besproken worden welke maatregelen er worden getroffen.

5.2 Communicatie

De opdrachtgever zal een leesrecht tot de meetdata ontvangen, waarmee de meetresultaten inzichtelijk worden gemaakt. Deze meetdata wordt na ontvangst uit het meetsysteem (binnen 15 min. na meting) online gepresenteerd. De inloggegevens zijn gelijk aan de inloggegevens van het project *Renovatie walmuren Rak 12 t/m 15*. Zoals is weergegeven in paragraaf 4.3 van het monitoringsplan van CRUX dienen de volgende stappen te worden ondernomen, bij overschrijding van een grenswaarde:

- Indien nodig wordt, i.o.m. de gemeente het werk (tijdelijk) stil gelegd;
- analyse alle meetpunten;
- overleg tussen de betrokkenen (W&P, Beens, Gemeente Utrecht en CRUX);
- besluiten tot aanpassing grenswaarden of invoeren mitigerende maatregelen (eventueel wijziging werkmethodiek).

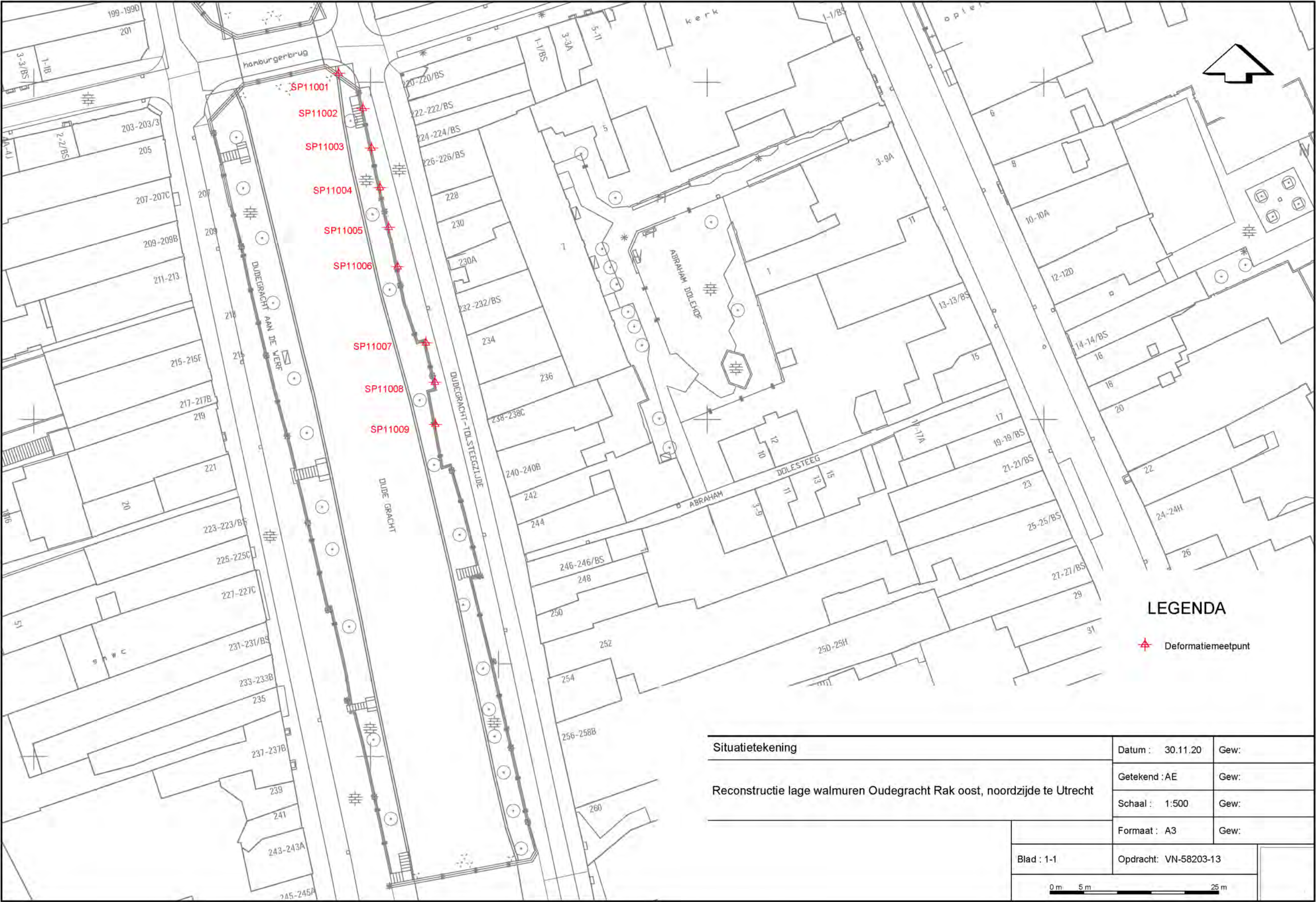
In overleg met de gemeente Utrecht zal tot de hierboven beschreven worden aangezet.



Bijlage 1




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS



LEGENDA

▲ Deformatiemeetpunt

Situatietekening		Datum : 30.11.20		Gew:	
Reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak oost, noordzijde te Utrecht		Getekend : AE		Gew:	
		Schaal : 1:500		Gew:	
		Formaat : A3		Gew:	
		Blad : 1-1		Opdracht: VN-58203-13	
	<div>0 m5 m25 m</div>				

Bijlage 2




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENTEURS

Aan de bewoners van
dit adres

BETREFT RESTAURATIE KADECONSTRUCTIE LANGS OUDE GRACHT TE UTRECHT
DATUM TOLBERT, **.**.**. **

Geachte heer/mevrouw,

Op korte termijn wordt de kade langs de Oude Gracht, voor uw pand gerenoveerd.

Om de invloed en effecten van de geplande werkzaamheden op de omgeving te kunnen minimaliseren, is het noodzakelijk om regelmatig metingen uit te voeren. De monitoringsgegevens worden door ons gecommuniceerd met de aannemer, tijdens de uitvoering. Op basis hiervan kunnen de uitvoeringsprocessen eventueel worden aangepast, waardoor schade aan uw woning kan worden voorkomen. Deze metingen worden door ons bedrijf in opdracht van de aannemer (Beens) uitgevoerd.

Het is de bedoeling om ook aan uw pand metingen (omgevingsmonitoring) te verrichten om schade ten gevolge van de bouwwerkzaamheden te voorkomen. De meetpunten bestaan uit het plaatsen van hoogtemeetboutjes en eventueel meetprisma's. De hoogtemeetboutjes worden geplaatst om van het pand een hoogtemetingen te kunnen uitvoeren, om eventuele zettingen te kunnen meten. Hiervoor worden hoogtemeetpunten aangebracht, zoals hieronder weergegeven.



Naast de eventuele zettingen van het pand, wordt de keldermuur gemonitord. Om deze monitoring te kunnen uitvoeren dienen er referentiemeetpunten in de omgeving te worden aangebracht. Een voorbeeld van een referentiemeetpunten (miniprisma) is hieronder weergegeven. Een miniprisma heeft de afmetingen 8*8*2 cm en dient met 1 schroef te worden bevestigd.



Voor het plaatsen van de meetinstrumenten dienen een aantal kleine gaatjes (<10mm) in de gevel (buitenkant) te worden geboord.

Gezien uw belang (uw pand) hopen wij dat u uw medewerking wilt verlenen aan de geplande meetwerkzaamheden. Aangezien de gesteldheid van de kade vereist dat de werkzaamheden spoedig dienen te starten, zal het aanbrengen van de meetpunten plaatsvinden in week **_****. Indien u vragen heeft, verzoeken wij u contact op te nemen met ondergetekende of onze projectleider, de heer ^{2E} (tel: ^{2E}).

Mocht u medewerking willen verlenen voor het aanbrengen van een meetpunt en de meetwerkzaamheden aan uw pand, dan verzoeken wij u om zo spoedig mogelijk te reageren middels een email op ^{2E} [@wiertsema.nl](mailto: @wiertsema.nl).

Indien u voor **_**** niet hebt gereageerd, gaan wij ervan uit dat u geen medewerking wilt verlenen aan de monitoring van het pand.

Indien u geen eigenaar van het door u in gebruik hebbende pand bent, dient u wellicht contact op te nemen met de eigenaar van het pand, om de toestemming voor de monitoring af te stemmen.

Wij vertrouwen u hiermee voldoende geïnformeerd te hebben,

Hoogachtend,

^{2E}

^{2E}