

Rapport:

GEOTECHNISCHE ANALYSE SCHADE

Pand aan de Veerstraat 14

Heerewaarden

Opdrachtgever:

Don Elsmann
Veerstraat 14
6624BG Heerewaarden

Rapportnummer:

1903032.002-XZ

Versie: 2

Rapportdatum:

16 januari 2021

Norm / richtlijn:

NEN 9997-1+C2:2017 nl

Auteurs:

drs. I.W. van Geloven
B.E.F. Paes MSc

Vrijgave:

20-1-2021

x 

Ondertekend door: Ivo van Geloven

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Locatiegegevens	1
1.3	Bouwgegevens	2
1.3.1	Kenmerken bebouwing	2
1.3.2	Kenmerken fundering	2
1.3.3	Kenmerken schadebeeld	6
2	Onderzoeksprogramma	11
2.1	Veldonderzoek	11
2.1.1	Sonderingen	11
2.1.2	Boringen	11
2.1.3	Hoogtemeting/ waterpassing	11
2.2	Laboratoriumonderzoek	11
2.3	Archief-/dossieronderzoek	11
2.3.1	TNO	11
2.3.2	Bodem-informatiekaarten / -bronnen	11
2.3.3	Overig archiefonderzoek	12
3	Bodem, water en omgeving	13
3.1	Hoogte maaiveld	13
3.2	Bodem	13
3.2.1	Geologie van de planlocatie en omgeving	13
3.2.2	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie	13
3.3	Water	13
3.3.1	Oppervlaktewater	13
3.3.2	Grondwater	13
4	Schadeanalyse	15
4.1	Inleiding	15
4.2	Beschrijving schadebeeld	15
4.3	Analyse oorzaak schadebeeld	16
4.4	Zetting als oorzaak van het schadebeeld	17
4.4.1	Inleiding	17
4.4.2	Randvoorwaarden en uitgangspunten berekeningen	17
4.4.3	Resultaat zettingsberekeningen	18
4.4.4	Conclusie	19
4.5	Bezwijking als oorzaak van het schadebeeld	20
4.5.1	Inleiding	20
4.5.2	Uitgangspunten berekening	20
4.5.3	Rekenresultaten	21
4.5.4	Toetsing draagkracht	21
4.5.5	Conclusie	22
5	Conclusie	23

Bijlagen

- Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek
- Bijlage 2: Resultaten laboratoriumonderzoek
- Bijlage 3: Monitoringsgegevens waterstanden
- Bijlage 4: Berekeningsresultaten draagkracht
- Bijlage 5: Berekeningsresultaten zetting

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

Een pand aan de Veerstraat 14 te Heerewaarden, gebouwd in 1875, vertoont constructieve schade. De eigenaar vermoedt dat deze schade te relateren is aan de langdurige repeterende belasting door zware, op korte afstand, traag langsrijdende vrachtwagens. Onderhavig onderzoek heeft tot doel inzicht te geven in de aard en omvang van de schade en de relatie met de verkeersbelasting van de vrachtwagens nader te analyseren.

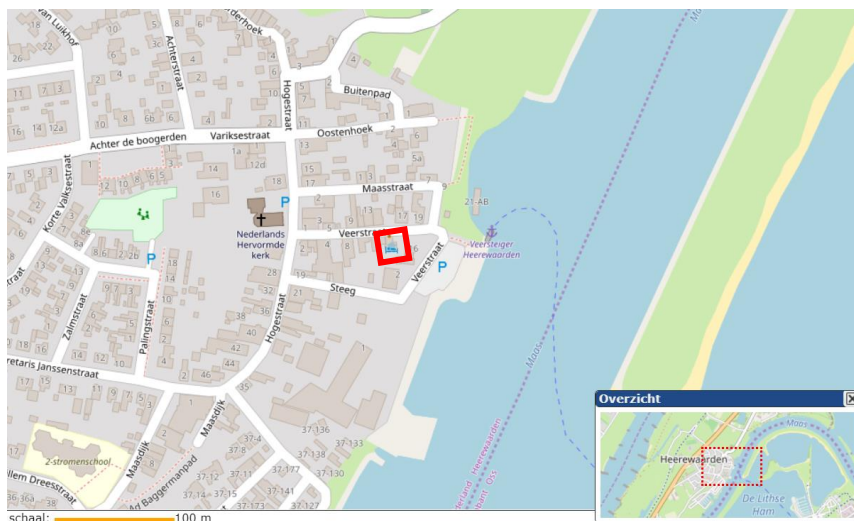
1.2 Locatiegegevens

Het onderzoek heeft betrekking op restaurant het Veerhuis aan de Veerstraat 14 te Heerewaarden. De locatiemarkers zijn samengevat in navolgende tabel. Een indruk van de situatie is weergegeven in Figuur 1.1 t/m Figuur 1.3.

Locatie-eigenschap	Omschrijving / kenmerk (ten tijde van het onderzoek, tenzij anders vermeld)
Straat / huisnummer:	Veerstraat 14
Plaats (gemeente):	Heerewaarden (Maasdriel)
Provincie:	Gelderland
Waterschap:	Rivierenland
RD-coördinaten [km]:	X: 155,63/ Y:425,44
Overige kenmerken:	-



Figuur 1.1 Indruk pand



Figuur 1.2 Situering onderzoekslocatie.



Figuur 1.3 Indruk recente situatie.

1.3 Bouwgegevens

1.3.1 Kenmerken bebouwing

Het pand is gebouwd in 1875 (eerste steen gelegd op 1 mei 1875). Het omvat 2 bouwlagen in steens gevelmetselwerk, met houten vloeren en een houten kapconstructie gedekt met riet. Onder het pand is een kelder aanwezig (constructie met gemetselde bogen).

Het gebouw heeft een verhoogd terras aan de zuidzijde van het pand. Het terras is verhoogd aangelegd, omdat het rivierwater tot aan de vloer van het café-restaurant kon komen bij hoog water. Op oude foto's is te zien, dat de trap zich oorspronkelijk bevond aan de straatzijde.

Medio vorige eeuw is er aan de zuidzijde van het pand een gedeeltelijke aanbouw gemaakt, eveneens opgetrokken uit metselwerk, met plat dak.

In 2012 is een veranda geplaatst over het verhoogde terras aan de oostzijde van het pand.

1.3.2 Kenmerken fundering

Het pand is op staal gefundeerd op een gemetselde fundering. Uit door de opdrachtgever aangeleverde gegevens blijkt dat de fundering (aan de noordoosthoek) een aanlegniveau kent van ca. 1 m – straatpeil (circa 6,2 m + NAP). De fundering is opgebouwd uit 3 trappen, die elks circa 7 cm uitsteken (zie Figuur 1.7). Volgens opgave komt dit neer op de volgende afmetingen:

- Buitenmuur: ca. 21 cm
- 1e trap: ca. 35 cm
- 2e trap: ca. 49 cm
- 3e trap = funderingsbreedte = ca. 63 cm

Door TESAR BV Tekening & Bouwkundig adviesburo, zijn 16-11-2020 belastingsberekeningen gedaan van de huidige funderingsbelasting. Uit de berekeningen komt naar voren dat de representatieve waarde van de funderingsbelasting van de gevel langs de Veerstraat (rekendoorsnede 1, zie Figuur 1.8): 65,3 kN/m¹ bedraagt (rekenwaarde lijnlast circa 80 kN/m¹).



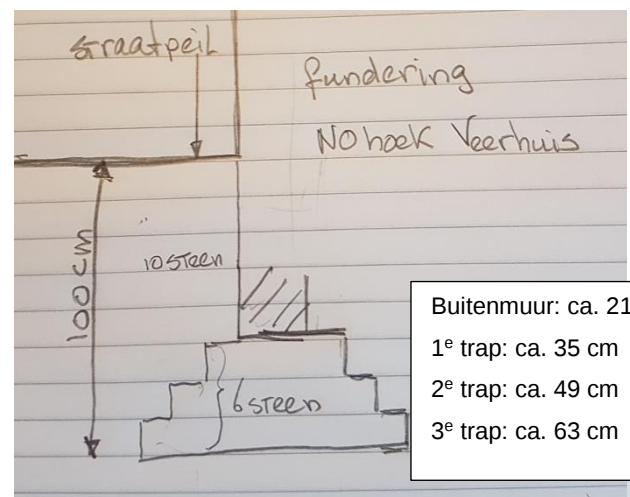
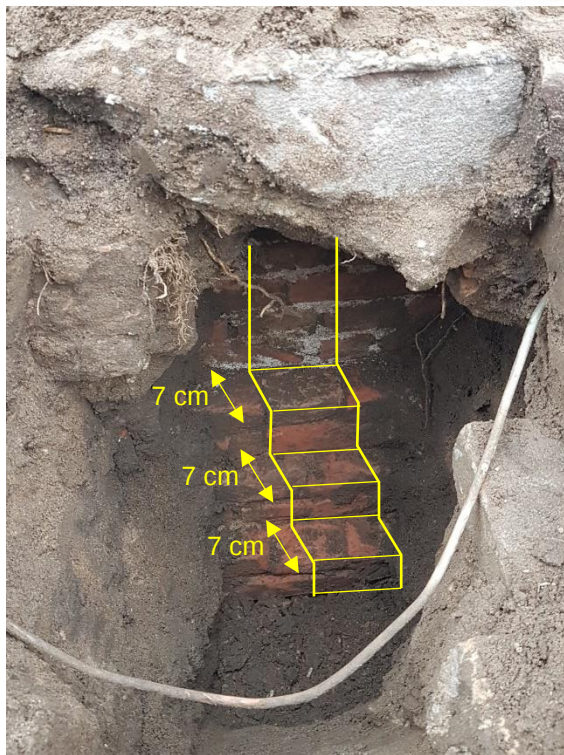
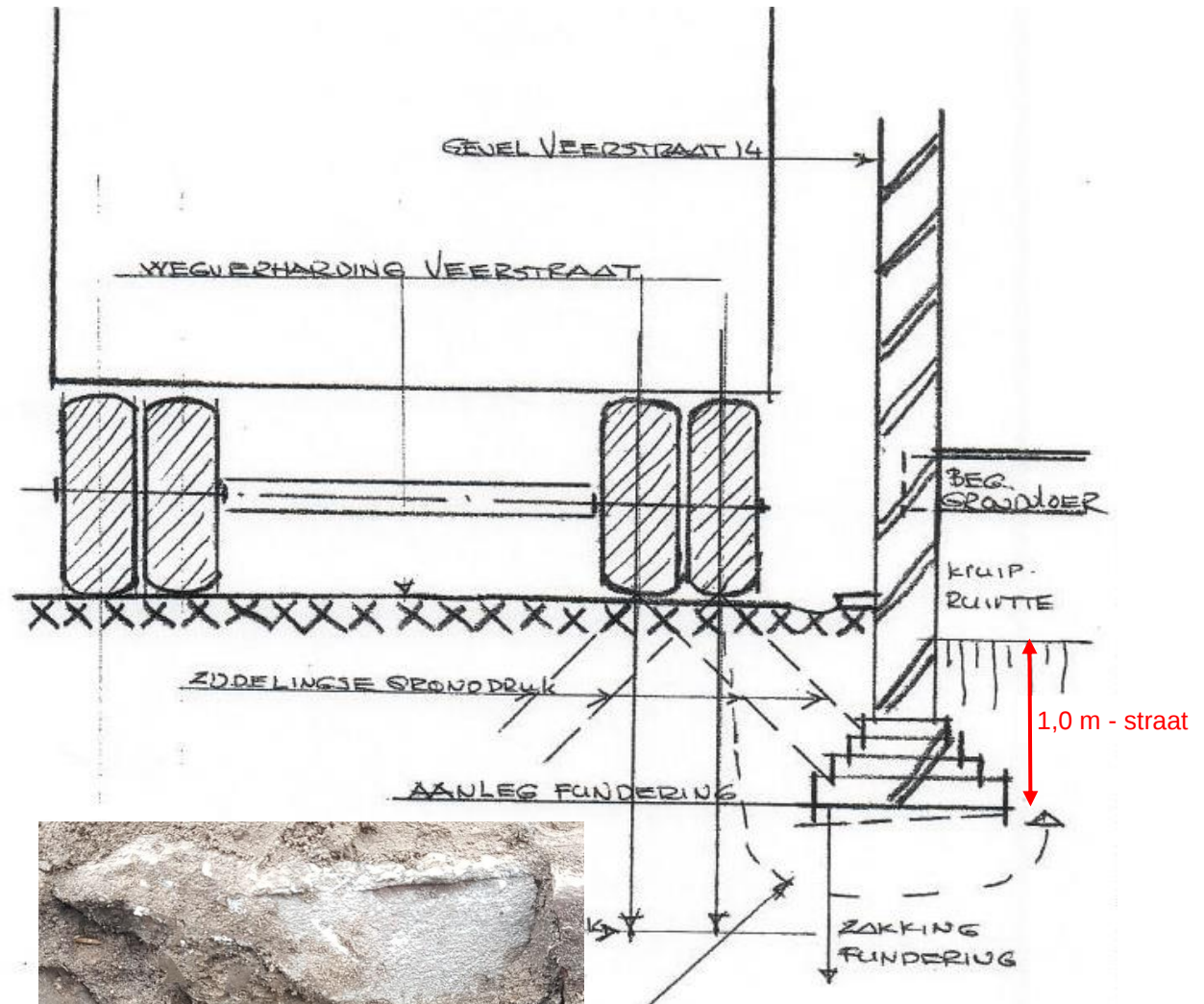
Figuur 1.4 Situatie 2007 (verhoogd terras zonder veranda)



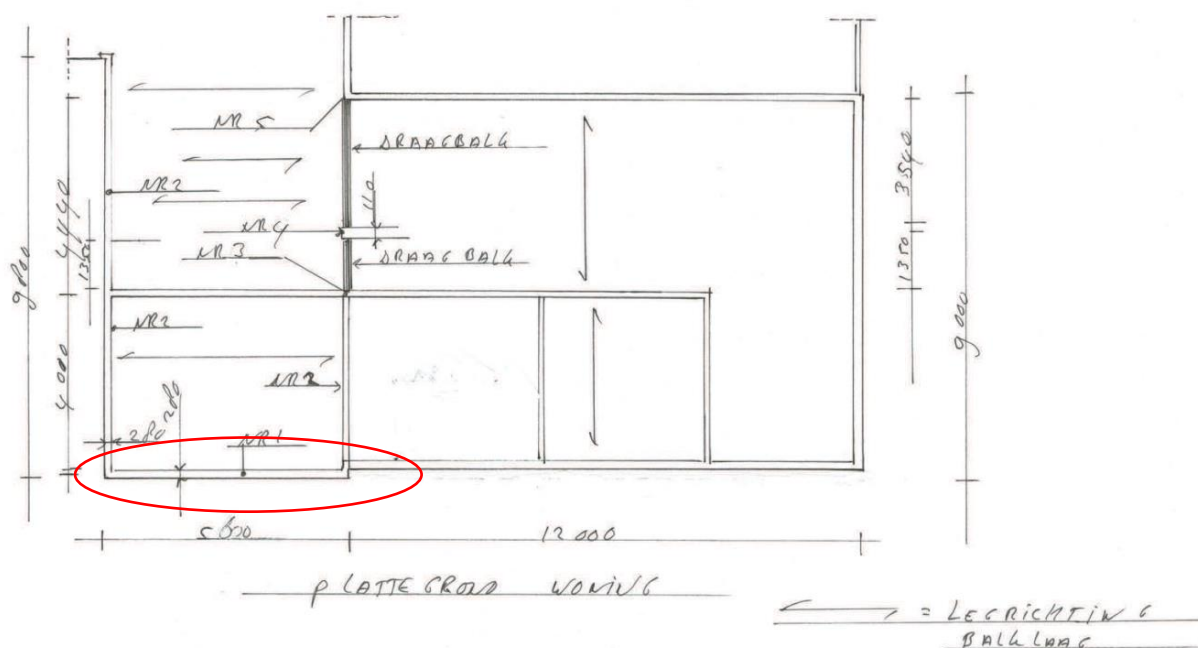
Figuur 1.5 Recente situatie (verhoogd terras met veranda)



Figuur 1.6 Foto Veerstraat 14 omstreeks 1920 (bron: rapport Schade beeld VEERSTRAAT (Voorheen STEENSTRAAT) en 't OUDE VEERHUIS (anno 1875) te HEEREWAARDEN d.d. 2007).



Figuur 1.7 Funderingsafmeting noordoosthoek gebouw, volgens onderzoek/opgave derden



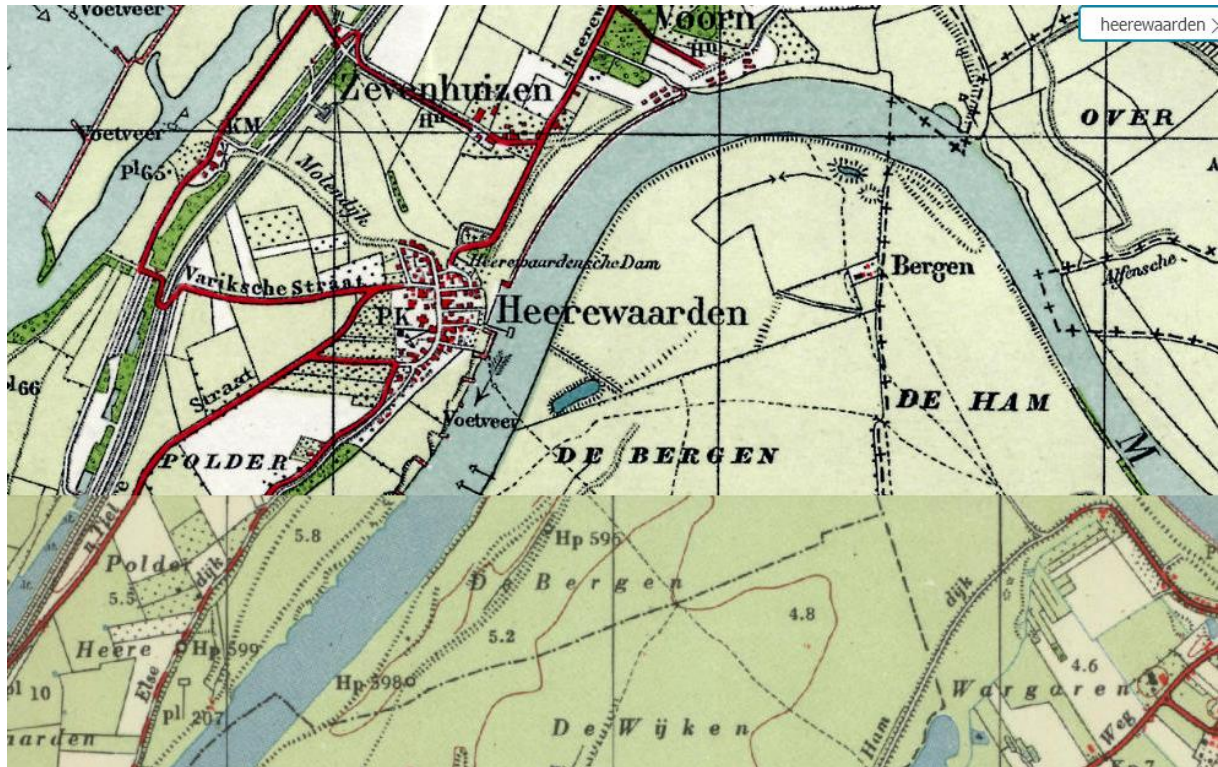
Figuur 1.8 Overzicht rekendoorsnedes belastingsberekening constructeur (november 2020), met in rood, de voor dit rapport meest relevant waarde.

1.3.3 Kenmerken schadebeeld

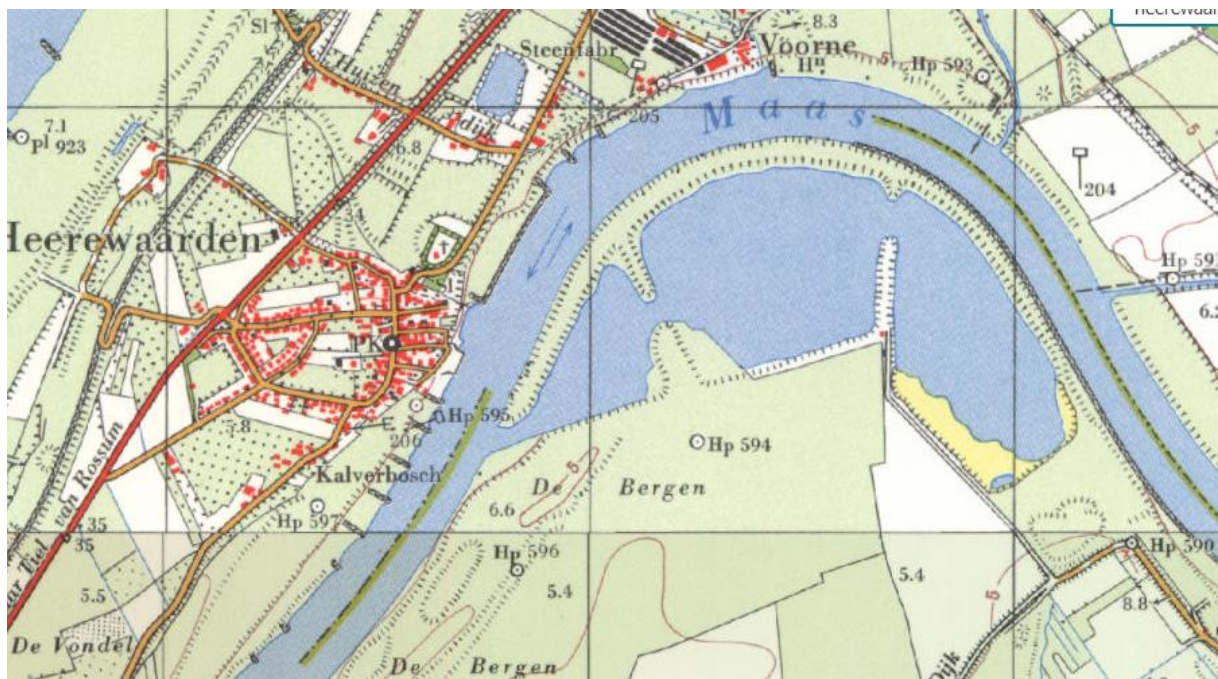
- Uit foto's van de jaren 1920 en 1930 blijkt dat het pand destijds geen scheuren had in de hoekgevel en dat er geen verzakking van de trottoirtegels heeft plaatsgevonden
- Vanaf de jaren 1960 reden er zandwagens vanaf de Maas door de Veerstraat (zie progressie zandwinning in Figuur 1.9 & Figuur 1.10). De zandtransporten hebben niet zo heel lang plaatsgevonden. Er heeft aanvang jaren 1970 enkele jaren een zandtrechter op De Bol gestaan. Toen bleek, dat er nogal wat verzakkingen optraden, zijn ze gestopt. Verschillende gevels zijn toen vernieuwd of gepleisterd. Aan het Veerhuis was geen ernstige schade en er zijn destijds geen hertstellingen gebeurd.
- Eind jaren 1990 heeft de gemeente de bestaande klinkerstraat (handvorm Waaltjes) vervangen door betonklinkers. In 1998 is de Veerstraat herstraat. Bestrating is inmiddels zwaar beschadigd en fors versleten. Ook is spoorvorming te zien ter hoogte van het Veerhuis.
- Sinds december 2002 rijden er (ondanks het deskundigen rapport van fa. Sepers waarin ze stelt, dat 'zware producten en grote constructies alleen maar over water worden aan- en afgevoerd, omdat het onmogelijk is zware producten en grote constructies van en naar de industrie/scheepswerf over de weg te transporteren en de verschillende bestuurlijke besluiten) zeer zware transporten door de Veerstaat van en naar de metaaldraaijerij aan de Steeg 2.
- Begin 2003 is door de eigenaar schade geconstateerd aan het veerhuis. Dat was toen niet meer dan 6 a 7 cm, gemeten over de breedte in het restaurant langs de Veerstraat (ca. 6 m).
- Eind 2003 is een bouwkundige opname gedaan van het pand (Bouwkundig advies ing. H.P.J. Kokke). Het onderzoek toont een scheurenpatroon, dat duidt op de verzakking van een deel van de fundering, die zich richt naar het noordoostelijke hoekpunt van het pand (ordegrootte 15 cm). Schetsmatig schadebeeld is weergegeven in Figuur 1.14. Het zakkingsproces is, volgens de deskundige nog niet tot stilstand gekomen.
- Scheuren die zijn ontstaan aan het pand aan de Veerstraat 14, zijn in 2004 gerepareerd.
- In november 2006 wordt, na zeer zwaar transport (week 45 2006) door de Veerstraat een 2^e heropname gedaan van het pand. Hierbij is (door Bouwkundig advies ing. H.P.J. Kokke) geconstateerd dat eerder scheuren zijn vergroot en de schade/verzakking is verergerd.
- De deuren, die in 2009 zijn geplaatst klemmen, de schuifdeuren kunnen niet meer dicht. Al het schilderwerk is gescheurd in de kozijnen. De voordeur klemt steeds erger. In de bovenverdieping

zijn in 2006 6 deuren door een aannemer geplaatst. Er kan er niet één meer van op slot. Noch blijven ze dicht staan.

- In 2012, juist het realiseren van een veranda voor het Veerhuis, zijn er ruiten gesprongen (van de veranda, tijdens het langsrijden van de eerste zware vrachtwagen.



Figuur 1.9 Topografische situatie Heerewaarden en de Maas voor 1960



Figuur 1.10 Topografische situatie Heerewaarden en de Maas omstreeks 1970, met duidelijk zichtbaar: de progressie van de zandwinning aan de overzijde van de Maas, nabij Lith



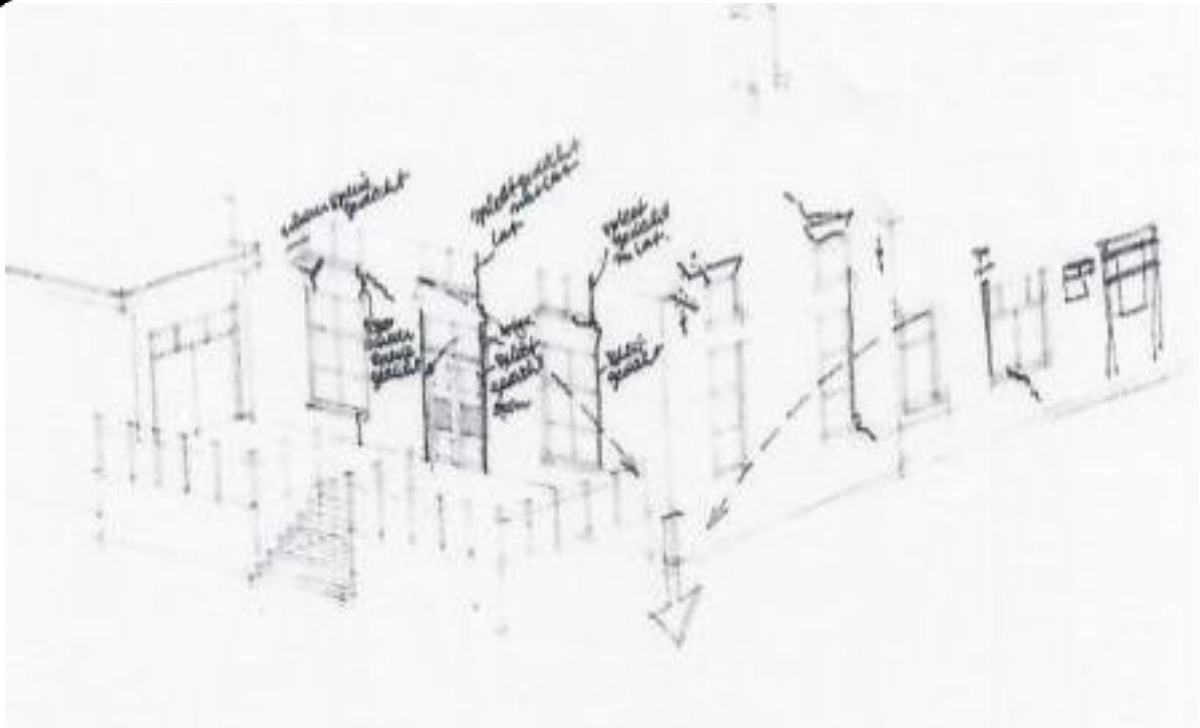
Figuur 1.11 Een van de vele transporten, die vlak langs 't Oude Veerhuis rijden (bron: rapport Schade beeld VEERSTRAAT (Voorheen STEENSTRAAT) en 't OUDE VEERHUIS (anno 1875) te HEEREWAARDEN d.d. 2007).



Figuur 1.12 Krantenbericht uit 2004, op citaat van HET INRICHTINGSRAPPORT (Deskundigenrapportage) van Koninklijke HASKONING BV



Figuur 1.13 Voorbeeld zwaar transport uit 2012, op citaat van HET INRICHTINGSRAPPORT (Deskundigenrapportage) van Koninklijke HASKONING BV



Figuur 1.14 Samenvatting schadeteeld, zoals geconstateerd door ing. H.P.J. Kokke, in 2003 bij bouwkundige opname.

2 Onderzoeksprogramma

2.1 Veldonderzoek

Het grondonderzoek is uitgevoerd door ons bureau d.d. 14 januari 2020, 18 maart 2020 en 9 april 2020. De resultaten zijn hierbij gecombineerd en zijn weergegeven in Bijlage 1.

2.1.1 Sonderingen

Voor dit project is door ons bureau 1 sondering gemaakt. Het betreft sondeernummer D1. De sondering is uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een elektrische kleefmantelconus klasse 2. In Bijlage 1 zijn de sondeergegevens in grafiekvorm weergegeven. Voor de locatie van de sondeerpunt wordt verwezen naar de situatieschets eveneens in Bijlage 1.

2.1.2 Boringen

Om inzicht te krijgen in de grondsamenstelling zijn 6 handboringen verricht. Het betreft boringen B1 t/m B6. Tijdens de boringen heeft geroerde en ongeroerde monsternamen plaatsgevonden. De boorstaten zijn weergegeven in Bijlage 1, de situering van de boringen is weergegeven op de situatietekening.

2.1.3 Hoogtemeting/ waterpassing

De hoogte van de onderzoekspunten is ingemeten met behulp van dGPS ten opzichte van NAP. Voor de hoogteligging van de verschillende meetpunten wordt verwezen naar de waterpasstaat in Bijlage 1. Voor dit project is door ons bureau lintvoeg-waterpassing gemeten, waarbij een horizontale voeg van het metselwerk op een aantal plaatsen ingemeten met een waterpasinstrument. De metingen zijn in Bijlage 1. Voor de posities van de gemeten punten wordt verwezen naar de situatieschets eveneens in Bijlage 1.

2.2 Laboratoriumonderzoek

In navolgende tabel is een overzicht weergegeven van de uitgevoerde analyses/proeven.

Omschrijving	Diepte [m – mv]	Analyse*	Uitvoerend laboratorium
B3-1	0,80	CRS	Siltlab Oirschot
B4-1	3,60	CRS	Siltlab Oirschot
B5-1	2,50	CRS	Siltlab Oirschot
B6-1	3,00	CRS	Siltlab Oirschot

* analyses:

- CRS: Constant rate of strain-proof cf. ASTM D4186.

De analyse-/proefresultaten zijn weergegeven in Bijlage 2.

2.3 Archief-/dossieronderzoek

2.3.1 TNO

Teneinde inzicht te krijgen in de geologische bodemopbouw van de bouwplaats en omgeving zijn de (hydro)geologische gegevens geraadpleegd van Dinoloket (TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model Regis II.2 en/of GeoTOP 1.3.

Teneinde inzicht te krijgen in het grondwaterregime op de locatie zijn via Dinoloket van TNO langjarige grondwaterstandsgegevens opgevraagd van peilbuizen in de omgeving van de locatie. Het betreft de gegevens van peilbuis B45B1611. Voor de weergave van de relevante grondwaterstandsgegevens wordt verwezen naar Bijlage 3.

2.3.2 Bodem-informatiekaarten / -bronnen

Teneinde meer inzicht te krijgen in de lokale en regionale bodemopbouw, geologie en geohydrologie zijn diverse bodem-informatiekaarten en beleidsstukken geraadpleegd. Het betreft onder meer:

- Bodemkaart van Nederland 1:50.000, CGI-Alterra.

- Topografische kaart van Nederland 1:25.000, Topografische dienst.
- Provinciaal waterplan Gelderland
- Keur Waterschap Rivierenland, inclusief beleidsregels
- Legger Oppervlaktewater, Waterschap Rivierenland
- Peilbesluitenkaart, Waterschap Rivierenland.

2.3.3 Overig archiefonderzoek

Teneinde meer inzicht te krijgen in de historische en actuele toestand van het pand zijn de volgende stukken geraadpleegd:

- Second opinion verzakking ten gevolge van zwaar verkeer, Tauw d.d. 29-11-2009
- Rapport Schade beeld VEERSTRAAT (Voorheen STEENSTRAAT) en 't OUDE VEERHUIS (anno 1875) te HEEREWAARDEN d.d. 2007
- Expertise rapport Stichting Achmea Rechtsbijstand, versie 1.1. Nedeb bv. d.d. 1 mei 2004.
- Opname van het pand Veerstraat 14 te Heerewaarden i.v.m. scheurvorming in de gevels, ing. H.P.J. Kokke Bouwkundig advies d.d. eind 2003.
- 2^e Heropname scheurvorming Pand Veerstraat 14 te Heerewaarden, ing. H.P.J. Kokke Bouwkundig advies d.d. november 2006.

3 Bodem, water en omgeving

3.1 Hoogte maaiveld

De maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten varieert van 6,54 m + tot 7,15 m + NAP.

3.2 Bodem

3.2.1 Geologie van de planlocatie en omgeving

De op basis van de geraadpleegde bronnen verwachte ondiepe geologie op de locatie is weergegeven in navolgende tabel. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het de geologische bodemopbouw betreft die door TNO is geïnterpoleerd op basis van onderzoek in de omgeving. De werkelijke laagopbouw en -samenstelling kunnen hiervan afwijken.

Diepte tot* [m - NAP]	Formatienaam*	Kenmerken	Dominante lithologie
5	Holocene afzettingen	jonge fluviale, mariene, lagunaire en strandafzettingen	klei, veen, zand
15	Kreftenheye	fluviale zand- en grindafzettingen van de rivier de Rijn, uit het laat Pleistoceen en Vroeg-Holoceen	grof zand en grind, met sporadisch fijne laagjes fijn zand, klei of veen
21	Beegden	alle afzettingen van de rivier de Maas, in het zuidoosten van Nederland, vanaf het Pliocene (5 mln jaar geleden) tot het heden	(grof) zand en grind
47	Sterksel	riverafzetting uit het Midden Pleistoceen en het laatste deel van het Vroeg Pleistoceen	grof zand en grind, soms keien

* Bron: Regis 2.2 en/of GeoTOP 1.3, TNO; de werkelijke dieptes en samenstelling kunnen hiervan afwijken

3.2.2 Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie

De lokale bodemopbouw kan, tot de maximaal verkende diepte, als volgt worden gekarakteriseerd.

Diepte tot [m tov NAP]	Dominante lithologie / samenstelling	Kenmerk / bijzonderheden
6 à 5,5	Toplaag van klei en humus- en puinhoudend zand	
5 à 4	Zand, matig siltig, matig vast	
4 à 3	klei zandig	Uit de CRS-proeven blijkt dat de samendrukkingseigenschappen overeenkomen met die van Slappe zwak zandige klei uit tabel 2.b van NEN 9997-1
-1	zand met plaatselijk teruggangen in conusweerstand door klei of zand met een hogere siltfractie of lossere pakking	
-12	Zand, matig vast tot vast	

3.3 Water

3.3.1 Oppervlaktewater

De Maas is ca. 70 m oosten van de locatie. Het niveau van de Maas is tijdens het onderzoek op 14 januari 2020 ingemeten op 1,29 m + NAP. Gemiddeld fluctueert de waterstand (meetpunt Lith Dorp) tussen 0,98 en 1,11 m + NAP. De hoogst gemeten waterstand bedroeg 6,09 m + NAP (februari 1984), de laagste gemeten waterstand 0,33 m – NAP (december 1978).

3.3.2 Grondwater

De tijdens het onderzoek geregistreerde grondwaterniveaus zijn weergegeven in navolgende tabel.

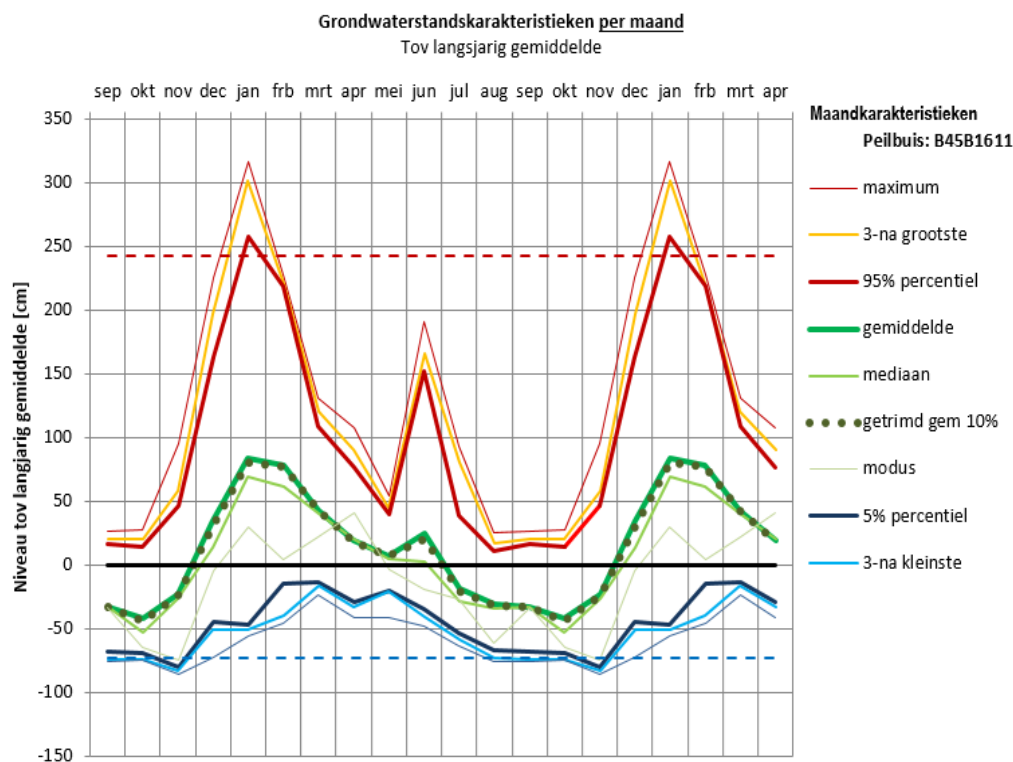
Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterspiegel ¹⁾	
				[m - mv]	[m + NAP]
B1	freatisch	14-01-2020	tijdens boren	2,30	4,85
B2	freatisch	14-01-2020	tijdens boren	2,50	4,15
B3	freatisch	09-04-2020	tijdens boren	2,40	4,44
B4	freatisch	18-03-2020	tijdens boren	2,40	4,51
B5	freatisch	18-03-2020	tijdens boren	2,30	4,43
B6	freatisch	18-03-2020	tijdens boren	2,20	4,34

¹⁾ Gemeten waterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).

3.3.2.1 Grondwaterstandsfluctuatie

Onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal de grondwaterstand in de loop van de tijd fluctueren. In de langdurig gemonitorde peilbuizen uit het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem van TNO zijn in de omgeving van de onderzoekslocatie fluctuaties in het grondwater van circa 4 m geregistreerd. De hoogste grondwaterstanden treden hierbij doorgaans op in december-maart, de laagste in juni-november (zie ook Figuur 3.1).



Figuur 3.1 Indicatie jaarlijkse grondwaterstandsfluctuatie in een peilbuis in de omgeving van de onderzoekslocatie

Op basis van het totaal aan voorhanden zijnde gegevens, is onze beste schatting, van het grondwaterregime op de locatie, momenteel als volgt:

- Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG): 4,0 m + NAP
- Gemiddelde grondwaterstand (GMG): 1,5 m + NAP
- Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG): 0,8 m + NAP

De schatting dient mogelijk te worden herzien c.q. geoptimaliseerd bij beschikbaar komen van meer grondwatergegevens.

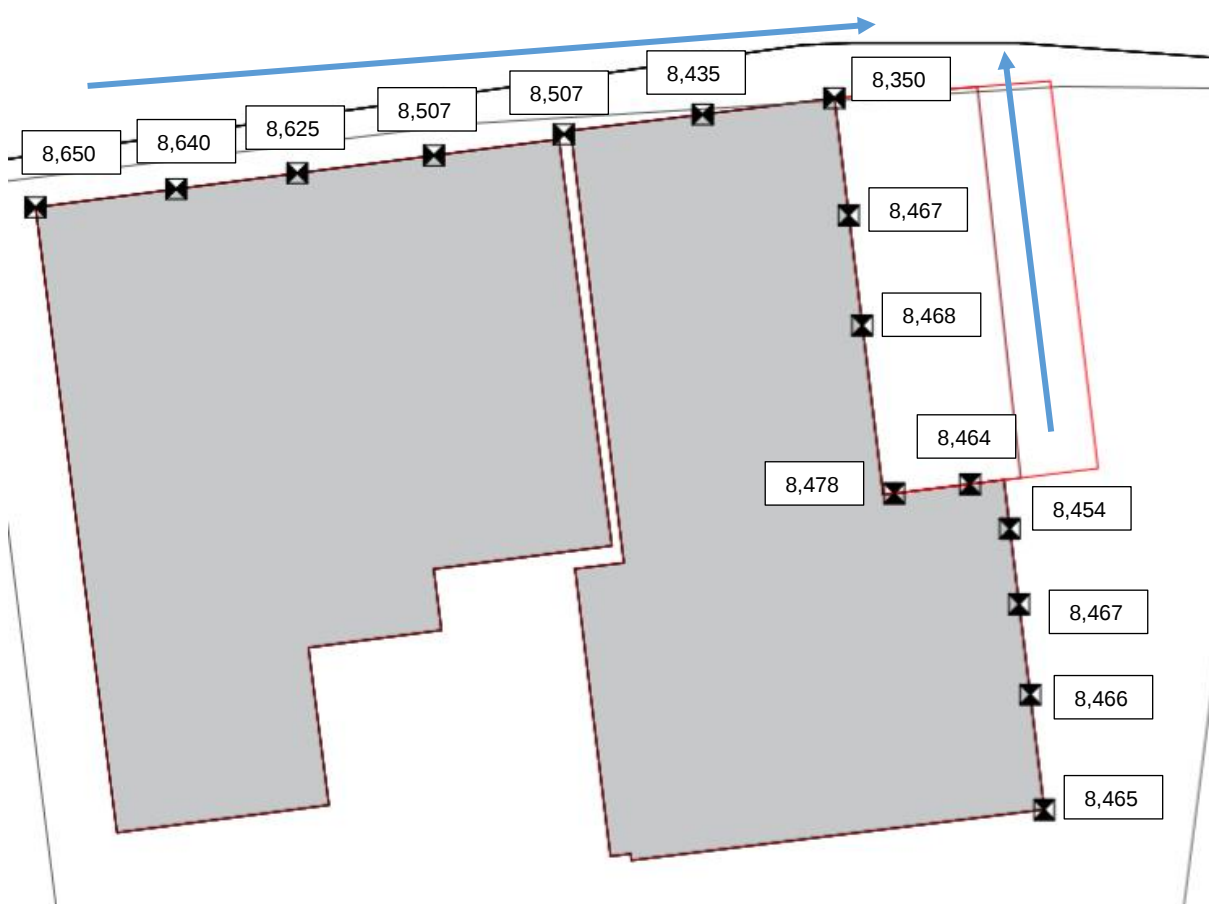
4 Schadeanalyse

4.1 Inleiding

Het pand aan de Veerstraat 14 vertoont schade. Het meest kenmerkende aan het schadebeeld is dat de oosthoek van het pand weggezakt is ten opzichte van de rest van het pand. Op basis van de beschikbare informatie (zie ook hoofdstuk 1) mag worden aangenomen dat de schade is ontstaan na 1950.

4.2 Beschrijving schadebeeld

Volgens de lintvoegmeting (zie Figuur 4.1), is de oostelijke hoek (gemeten voeg op 8,35 m + NAP) 10 tot 15 cm gezakt ten opzichte van de rest van het gebouw (gemeten voeg 8,47 à 8,50 m + NAP).



Figuur 4.1 Resultaat lintvoegmeting (hoogtes in m + NAP)

Dit resulteert in scheuren in de hoekgevel en scheefzakken van de vloeren, plafonds etc. (zie Figuur 4.2). Ook op andere plaatsen in de Veerstraat wordt een zelfde schadebeeld waargenomen.



Figuur 4.2 Indruk wegzakken van de oostelijke hoek (rechts op de foto) van het pand

4.3 Analyse oorzaak schadebeeld

Schade kan volgens de geotechnische norm NEN9997-1 worden veroorzaakt door de volgende mechanismen:

1. verlies van de algehele stabiliteit;
2. bezwijken door overschrijding van de draagkracht, doorponsen, zijdelings wegpersen ('squeezing');
3. bezwijken door horizontaal glijden;
4. gelijktijdig bezwijken in de ondergrond en in de constructie;
5. bezwijken van de constructie door verplaatsingen van de fundering;
6. uitzonderlijk grote zettingen;
7. buitensporige rijzing vanwege zwel, vorst en andere oorzaken;
8. onaanvaardbare trillingen.

De volgende mechanismen zijn/liken niet waarschijnlijk:

- Mechanisme 1,4 en 5 lijken niet aan te sluiten bij het schadebeeld, omdat het schadebeeld hoofdzakelijk lokaal aanwezig is.
- Mechanisme 7 is onwaarschijnlijk als oorzaak, omdat er geen sprake is van opwaartse beweging, maar een neerwaartse.
- Mechanisme 8 (trillingen) kan mogelijk een oorzaak zijn, maar dit vormt geen onderdeel van onderhavige beschouwing. Bovendien zijn in oktober 2005 door Wijnia-Noorman-Partners BV trillingsmetingen verricht, teneinde na te gaan of de schade kan zijn/worden veroorzaakt door trillingen van, langzaam voorbijrijdende zware vrachtwagens. Conclusie hiervan was dat de trillingen waarschijnlijk geen directe oorzaak zijn van de schade.

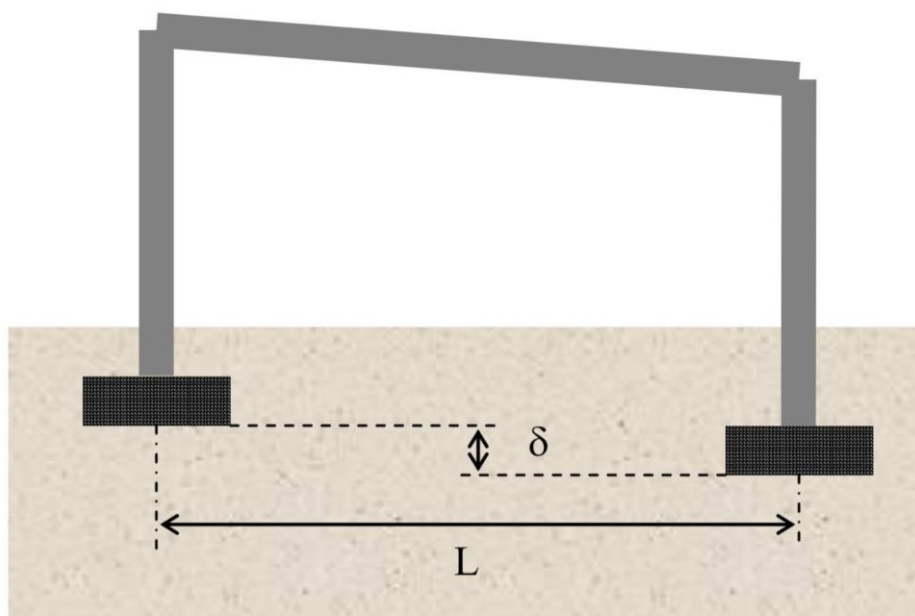
Mechanisme 3 (horizontaal) kan mogelijk deels bijdragen aan het schadebeeld, maar is zeker niet de primaire oorzaak, omdat sprake is van een neerwaartse beweging. Besloten is daarom, om navolgend een nadere, rekenkundige analyse te maken van schade door:

- Mechanisme 2: bezwijken door overschrijding van de draagkracht
 - Mechanisme 3: buitensporige zetting
- Beide sporen zijn navolgend beschreven.

4.4 Zetting als oorzaak van het schadebeeld

4.4.1 Inleiding

Tijdens transport van zand en zware metaalconstructies rijdt/reed er zwaar verkeer door de Veerstraat. Hierbij rijdt/reed het verkeer vaak stapvoets of staat het tijdelijk stil terwijl de belasting zich op marginale afstand (enkele centimeters) van de hoekgevel van de Veerstraat 14 bevindt. In deze situatie zal de verkeersbelasting tijdelijk zorgen voor een quasi statische belastingtoename op de fundering. Dit kan leiden tot zetting van de fundering. Zettingen zijn verticale vervormingen van de grond te wijten aan wijzigingen in de verticale effectieve spanningen (toename van de belasting). Bij goed gedraineerde gronden (zand/grind) treedt zetting vrijwel direct op, bij slecht gedraineerde gronden (klei/veen) treedt zetting op in de loop van de tijd.



Figuur 4.3 Principetekening differentiële zetting

Uit de resultaten van de CRS-proeven blijkt dat de grensspanning toeneemt in de richting van de Veerstraat. Dat duidt op verschil in (historische) belasting tussen de straatzijde en de overstaande zijde van het gebouw. Om na te gaan of zetting de oorzaak kan zijn van het schadebeeld is een zettingsberekening uitgevoerd van de bestaande bebouwing, waarbij in de jaren '60 een belastingtoename heeft plaatsgevonden door middelzwaar verkeer en vanaf 2020 door zeer zwaar verkeer. Een en ander is navolgend uitgewerkt.

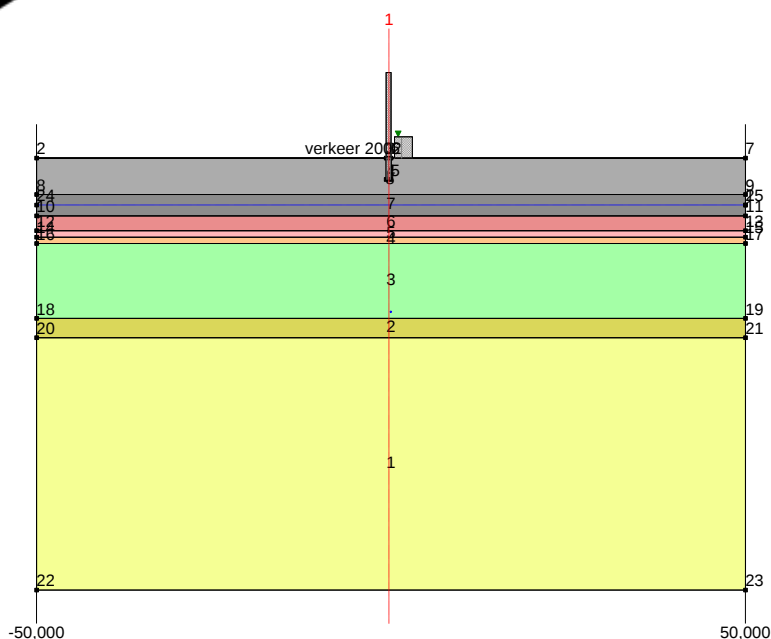
4.4.2 Randvoorwaarden en uitgangspunten berekeningen

4.4.2.1 Rekenmethode

De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Settlement 9.3 van Deltares Systems. Bij de berekening van de zettingen is uitgegaan van de formules van NEN-Bjerrum. Het model gebruikt de samendrukkingsparameters CR, RR, C α .

4.4.2.2 Schematisatie bodem en parameters

De bodemopbouw is geschematiseerd op basis van het uitgevoerde grondonderzoek. De volumieke gewichten, primaire en secundaire samendrukkingsindices zijn bepaald aan de hand van CRS-proeven, de kentallen uit de NEN 9997-1 tabel 2b en CUR 162. De rekenparameters zijn weergegeven in Bijlage 5 en samengevat in Figuur 4.4 (inclusief de beschouwde rekenverticalen).



omschrijving	diepte vanaf [m + NAP]	volumegewicht		Zettingsparameters					
		γ_{droog}	γ_{nat}	C_v (m ² /s)	RR	CR	C_α	POP	
8. Zand matig	7,2	18	20	-	0,0013	0,0038	0	2	
7. Zand sterk siltig	5,5	18	20	-	0,0038	0,0115	0	2	
6. Klei zandig slap	4,5	16	17	$1,0 \cdot 10^{-8}$	0,0770	0,4600	0,019	2	
5. Zand sterk siltig	3,8	18	20	-	0,0038	0,0115	0	2	
4. klei zandig matig	3,5	17	18	$1,0 \cdot 10^{-8}$	0,0380	0,2500	0,005	2	
3. Zand sterk siltig	3,2	18	20	-	0,0038	0,0115	0	2	
2. Klei zandig slap	-0,3	16	17	$1,0 \cdot 10^{-8}$	0,0770	0,4600	0,019	2	
1. Zand matig	-1,2	18	20	-	0,0013	0,0038	0	2	

Figuur 4.4 Schematisatie en grondparameters zuidelijk deel

4.4.2.3 Algemeen

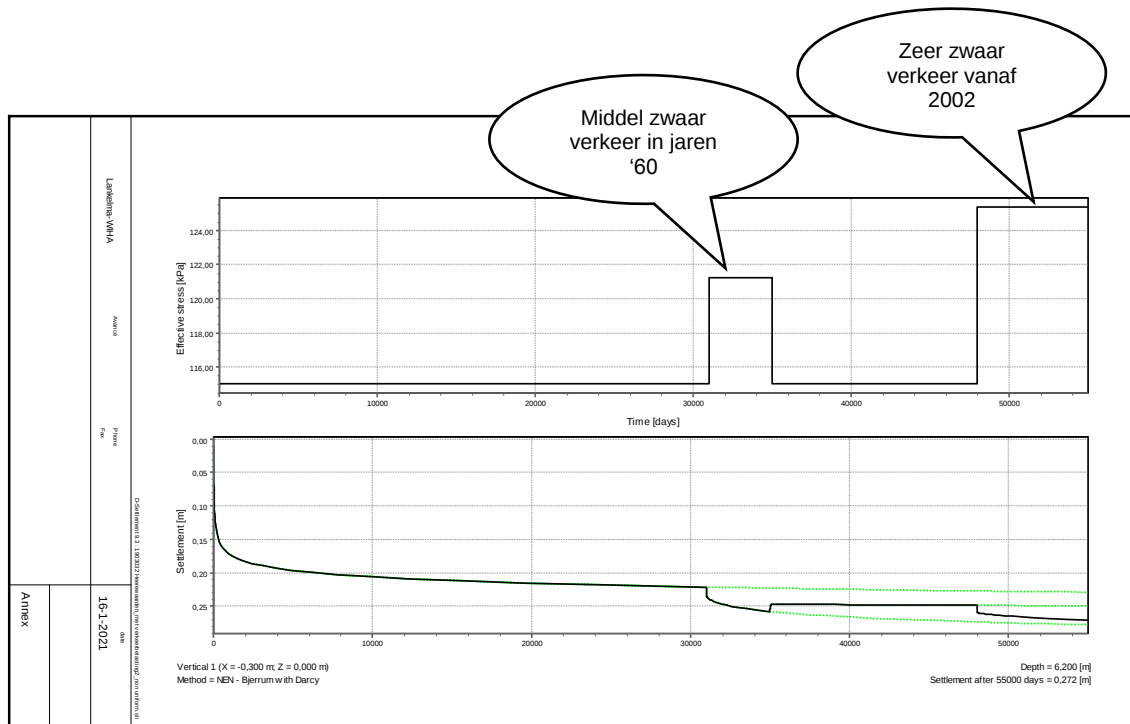
Voor de beschouwde rekenprofielen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De huidige gemiddelde terreinhoogte in de berekeningen is aangenomen op 7,2 m + NAP,
- Het pand Veerstraat 14 is gebouwd op dag 0, De funderingsbreedte is aangenomen op 0,7 m en de statische gronddruk op 80 kN/m¹.
- In de jaren '60 was er tijdelijk een verkeersbelasting van zandauto's, met een aangenomen verkeersbelasting van 50 kN/m² over een breedte van 2,5 m (cf. CUR 166).
- In 2002 is een verkeersbelasting van zeer zware vrachtwagen, gemodelleerd als statische belasting van 100 kN/m¹ over een breedte van 1 m.
- Er wordt rekening gehouden met spanningsspreiding volgens de methode van Boussinesq.

4.4.3 Resultaat zettingsberekeningen

De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage 5 en in de navolgende tabellen samengevat.

Omschrijving*	o.i.v. belasting gebouw	Extra zakking tgv zandauto jaren'60	Extra zakking tgv zwaar verkeer va. 2002	Figuur
Zakking fundering	Ca. 23	Ca. 4 cm	Ca. 3 cm	Figuur 4.5



Figuur 4.5 Zakkingsverloop pand + extra zakking door zwaar verkeer

Uit de rekenresultaten kan worden afgeleid dat:

- Het overgrote deel van de verwachte zakking van het pand wordt veroorzaakt door de belasting van het pand zelf.
- De extra zetting ten gevolge van zwaar blijft beperkt tot 3 à 4 cm.

4.4.4 Conclusie

Overwegende dat:

- het overgrote deel van de gebouwszakking moet zijn veroorzaakt door het eigen gewicht van het pand, het overgrote deel van de zakking moet zijn opgetreden in de eerste 30 jaar, maar dat het gebouw tot de jaren 1950 geen noemenswaardige zichtbare schade had
- zware verkeersbelasting rekentechnisch slechts voor een zeer beperkte extra zakking zorgt (3 cm), terwijl de oostelijke hoekgevel een zakkingsverschil vertoont van meer dan 15 cm met de rest van het gebouw

, moet worden geconcludeerd dat het niet waarschijnlijk is, dat de zichtbare gebouwschade gevolg is van uitzonderlijk grote zettingen van de ondergrond door de belasting met zwaar verkeer.

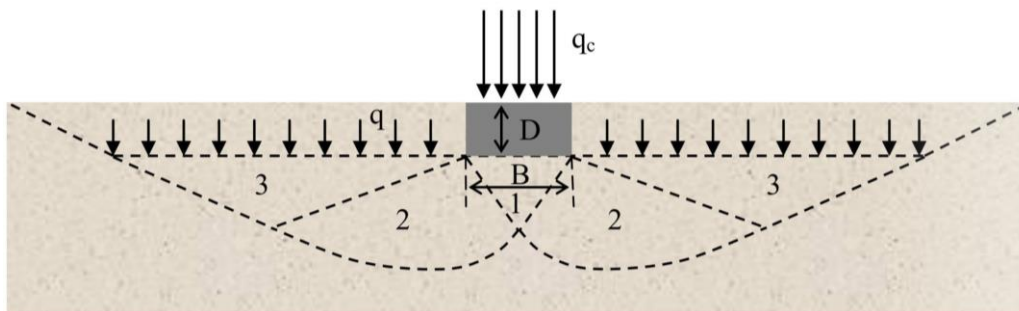
Opmerkingen

- Zettingsverschillen / zettingsafwijkingen kunnen ontstaan als gevolg van een inhomogene bodemopbouw, verschil in maaiveldhoogte, uitvoeringsonvolkomenheden, belastinghistorie en uiteraard ten gevolge van een ongelijkmatige belasting van het terrein.
- Additionele zettingen kunnen optreden daar waar sprake is van geroerde grond of beperkt verdichte aanvullingen.
- De zettingsberekening is gebaseerd op beperkte informatie en aannamen ten aanzien van de zettingseigenschappen, uniformiteit van de bodem, het funderingsontwerp van de bebouwing. Nauwkeurigere informatie kan de representativiteit van de berekening vergroten. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat er tijdens de zettingsanalyse reeds verschillende variaties zijn beschouwd, zoals ander/dieper aanlegniveau, hogere verkeersbelasting, lagere strookbelasting, ander tijdsverloop, maar dat dit niet leidt tot een significant ander resultaat of een andere conclusie.

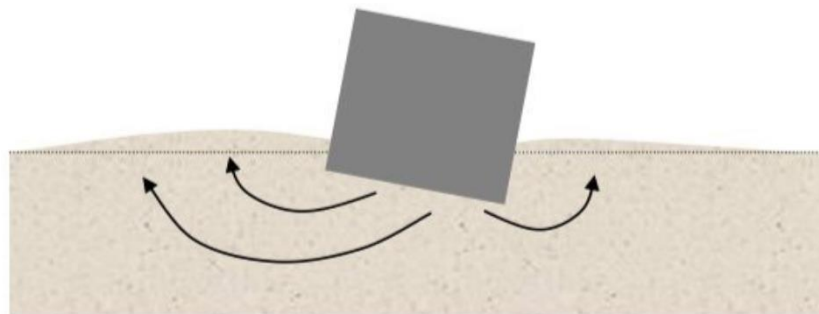
4.5 Bezijking als oorzaak van het shadebeeld

4.5.1 Inleiding

Tijdens transport van zand en zware metaalconstructies rijdt/reed er zwaar verkeer door de Veerstraat. Hierbij rijdt/reed het verkeer vaak stapvoets of staat het tijdelijk stil terwijl de belasting zich op marginale afstand (enkele centimeters) van de hoekgevel van de Veerstraat 14 bevindt. In deze situatie zal de verkeersbelasting tijdelijk zorgen voor een quasi statische belastingtoename op de fundering (zover noemenswaardige spanningspreiding). Dit kan leiden tot bezijking van de fundering door overschrijding van de grenswaarde van de draagkracht.



Figuur 4.6 Pricipetekening evenwichtstoestand draagkracht fundering op staal



Figuur 4.7 Pricipetekening bezijking van de grond onder belasting. De grond onder/naast de fundering wordt daarbij weggedrukt (naar de zijkant en omhoog)

Navolgend is een draagkrachtberekening uitgewerkt teneinde na te gaan of de aanwezige fundering de belasting van het pand + de verkeersbelasting theoretisch zou kunnen dragen.

4.5.2 Uitgangspunten berekening

4.5.2.1 Rekenmethode

- In het rapport worden de draagkracht en vervormingen bepaald van axiaal op druk belaste funderingselementen (stroken, poeren, plaatfundering) met statische of quasi-statische daarop werkende krachten en met een gronddekking van ten hoogste $5 \times$ de breedte van de basis van de fundering.
- De draagkracht en vervorming van de grond zijn berekend conform NEN 9997-1 H6, waarbij
 - de draagkrachtberekeningen zijn uitgevoerd voor de gedraineerde en eventueel de ongedraineerde toestand, doorponzen en squeezing.
 - in de zettingsberekeningen de belasting in beginsel wordt afgeleid van de maximale draagkracht van de bodem (tenzij anders afgesproken) en waarbij spanningspreiding in rekening is gebracht met een spanningsconcentratiefactor $m_\sigma = 3$.
 - onmiddellijke zetting (s_0) ten gevolge afschuifvervorming en volumevermindering cf. § 6.6.2 verwaarloosbaar zijn gesteld.
 - Op de grondparameters zijn de partiële factoren γ_M toegepast van verzameling M2 en partiële factoren $\gamma_{R,V}$ volgens verzameling R3.
- Het project wordt ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2).

4.5.2.2 Geometrische gegevens

- Op basis van de verstrekke plangegevens (zie § 1.3) zijn de navolgende peilen aangenomen:
 - Bouwpeil 8,2 m + NAP
 - Maaiveld 7,2 m + NAP
 - Aanlegniveau fundering 6,2 m + NAP
- De (meewerkende) funderingsbreedte wordt aangenomen op 0,6 à 0,7 m (zie § 1.3.2).
- Voor de berekeningen is uitgegaan van een maximale grondwaterstand van 4 m + NAP en een minimale grondwaterstand van 0,8 m + NAP.
- De hoek van het maaiveld met de horizontaal is verwaarloosbaar gesteld.
- De draagkracht is onder meer afhankelijk van de gronddekking. Met gronddekking wordt bedoeld de minimale diepte van het aanlegniveau ten opzichte van de zich er direct naast bevindende grondslag (tijdens de levensduur van het bouwwerk, dus ook als deze slechts tijdelijk voorkomt). Bij het ontbreken van een kruipruimte wordt door ons bureau normaliter gerekend met een gronddekking van maximaal 0,4 m. In onderhavig geval is een gronddekking beschouwd tot 0,8 m.

4.5.2.3 Geotechnische parameters (schematische bodemopbouw)

Ten behoeve van de berekening van het draagvermogen van de ondergrond en de zettingen van de funderingselementen is een representatief bodemprofiel opgesteld op basis van het grondonderzoek. Vervolgens is gebruik gemaakt van tabel 2.b in NEN 9997-1 + de resultaten van het labonderzoek om de karakteristieke waarden van deze grondeigenschappen te bepalen.

Opmerking

- Er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke, op natuurlijke wijze gesedimenteerde bodemopbouw aanwezig is. Indien de grond is geroerd of vergraven, kan het gedrag van de bodem significant anders zijn dan aangenomen.
- Voor de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat er minimaal 0,3 m goed verdicht zand aanwezig onder de fundering en dat de uitvoering van de grondverbetering voldoet aan de eisen zoals gesteld in NEN 9997-1. De gunstige invloed van grondverbetering is meegenomen in de berekening van de draagkracht en vervormingen.

4.5.2.4 Belast(seffect)en

- De rekenwaarde van de strookbelasting van het pand is (conform berekening van de constructeur, zie § 1.3.2) aangenomen op 80 kN/m¹
- De rekenwaarde van de extra belasting door zwaar verkeer is (uitgaande van Regeling tot uitvoering de hoofdstukken III en VI van de Wegenverkeerswet 1994 (Regeling voertuigen)) aangenomen op 100 kN/m¹.

Algemene opmerking

Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren

4.5.3 Rekenresultaten

De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage 4; STB A, met nummering:

- 1 Grondparameters, materiaalfactoren en overige uitgangspunten.
- 2 Stroken (meewerkend): Draagkracht en maximale funderingsdruk
- 3 Stroken (meewerkend): Zakkingen en beddingscoëfficiënten
- 4 Poeren (meewerkend): Draagkracht en maximale funderingsdruk
- 5 Poeren (meewerkend): Zakkingen en beddingscoëfficiënten
- 6 Last-zakkingdiagrammen voor (meewerkende) stroken
- 7 Last-zakkingdiagrammen voor (meewerkende) poeren
- VBL Voorbeeldberekening

4.5.4 Toetsing draagkracht

Uit de rekenresultaten kan worden afgeleid dat:

- De rekenwaarde van de draagkracht van de grond (R_d) voor een fundering 0,6 à 0,7 m breed, op 6,2 m + NAP (zoals Veerstraat 14) bedraagt, bij de beschreven aannames, tussen 101 en 131 kN/m¹.

- Voor alle uiterste grenstoestanden moet cf. NEN 9997-1 aan de onderstaande ongelijkheid zijn voldaan: $R_d \leq V_d$. Gelet op de rekenwaarde van de belasting uit de bebouwing (V_d), van circa 80 kN/m¹ is deze draagkracht van de fundering ruim voldoende om de bebouwing + normale verkeersbelasting op korte afstand te dragen.
- De draagkracht van de grond is echter ruim onvoldoende wanneer naast de belasting uit de bebouwing (80 kN/m¹) een quasi-statische verkeersbelasting van zwaar verkeer optreed (100 kN/m¹). Bij die belastingcombinatie bezwijkt de fundering.

4.5.5 Conclusie

Overwegende dat de draagkracht van de bodem voldoende is voor de belasting vanuit het pand zelf, maar onvoldoende is wanneer er een ongespreide, hoge, quasistatische verkeerbelasting wordt toegevoegd, kan in deze omstandigheden niet anders worden geconcludeerd, dan dat de zichtbare schade het directe gevolg is van bezwijken door overschrijding van de draagkracht, door de belasting met zwaar verkeer dat zich op zeer korte afstand van de bebouwing beweegt.

Deze conclusie wordt versterkt door het feit dat:

- de schade vooral zichtbaar is in de hoek waar het verkeer zich op slechts centimeters (zie Figuur 1.11) van de fundering beweegt (dus zonder substantiële spanningsspreiding, waardoor de asbelasting vrijwel 100% op de fundering terecht komt) en vele malen minder, waar de afstand enkele decimeters groter is (en er dus wel enige spanningsspreiding kan optreden).
- de beweging van de grond niet alleen neerwaarts is gericht, maar ook zijwaarts (de buitenmuur wordt vanonder naar binnen gedrukt en de boog in de kelder breekt steeds verder).
- De belasting van het vrachtverkeer leidt tot excentrische krachten op de fundering, wat een sterk reducerend effect heeft op de meewerkende funderingsbreedte en daarmee op de draagkracht van de fundering.

5 Conclusie

Door Lankelma Geotechniek is een geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd voor een pand aan de Veerstraat 14 te Heerewaarden. Dit pand vertoont constructieve schade die mogelijk te relateren is aan de langdurige repeterende belasting door zeer zware, traag, op korte afstand langsrijdende vrachtwagens. Onderhavig onderzoek heeft tot doel inzicht te geven in de aard en omvang van de zakkingsschade en de relatie met de verkeersbelasting van de vrachtwagens.

Uit het onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd:

- Volgens de lintvoegmeting, is de oostelijke hoek 10 tot 15 cm gezakt ten opzichte van de rest van het gebouw. Dit resulteert in scheuren in de hoekgevel en scheefzakken van onder andere de vloeren en plafonds,
- Op basis van de resultaten van het onderzoek is besloten de volgende, meest plausibele, oorzaken van de schade nader te analyseren:
 - buitensporige zetting door belasting van de ondergrond door zwaar verkeer
 - lokaal bezwijken van de fundering door overschrijding van de maximale draagkracht door zwaar verkeer
- Op basis van de uitgevoerde geotechnische berekeningen kan worden gesteld dat:
 - dat het niet waarschijnlijk is, dat de zichtbare gebouwschade gevolg is van uitzonderlijk grote zettingen van de ondergrond door de belasting met zwaar verkeer. Dit omdat de rekenkundige extra zetting ten gevolge van de verkeersbelasting maximaal enkele centimeters bedraagt en daarmee niet aansluit bij het schadebeeld.
 - de zichtbare gebouwschade het directe gevolg is van bezwijken door overschrijding van de draagkracht, door de belasting met zwaar verkeer dat zich op zeer korte afstand van de bebouwing beweegt.
- Aangezien sprake is van (gedeeltelijk/lokaal) bezwijken van de fundering, achten wij herstel + versterking van de fundering van Veerstraat 14 noodzakelijk. Verder achten wij het noodzakelijk om maatregelen te treffen om de afstand tussen de verkeersbelasting en de (hoek van de) bebouwing te vergroten en om de maximaal toelaatbare aslast in de Veerstraat te limiteren.

Opmerking

Het actuele evenwichtsdragvermogen van de fundering is het resultaat van de grondvervorming die is veroorzaakt door het laatste zware transport waarbij de grond is bezwaken. Elk toekomstig zwaar transport kan dit precare evenwicht verstoren en een verdere bezwijkvervorming veroorzaken (onvoorspelbaar qua richting en grootte). Deze evenwichtstoestand kan bovendien worden beïnvloed door elke aanpassing aan de verharding, fundering of bebouwing (zowel in positieve als negatieve zin).

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek

Rapport: RESULTATEN GRONDONDERZOEK
Scheefzakken woning, Veerstraat 14
Heerewaarden

Opdrachtgever: Dhr. D. Elsmann
Veerstraat 14
6624BG Heerewaarden

Constructeur: 3-P Bouwkundig advies b.v.
Kesselsedijk 34
5398 CB Maren Kessel

Rapportnummer: 1903032.001RG

Versie: 1

Rapportdatum: 17 april 2020

Contactpersoon: P. Swinkels

Dataverwerking: Bedrijfsbureau

Controle: P. Swinkels



Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
2	Veldonderzoek.....	2
2.1	Onderzoeksopzet	2
2.2	Sonderingen	2
2.3	Boringen	2
2.4	Hoogtemeting	2

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

In opdracht van dhr. Elsman is door Lankelma Geotechniek Zuid B.V. een grondonderzoek uitgevoerd voor het project “Scheefzakken woning, Veerstraat 14 te Heerewaarden”. In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.

2 Veldonderzoek

2.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek heeft in drie fasen plaatsgevonden op 14 januari, 18 maart en 9 april 2020. De onderzoeksopzet is bepaald door bureau. De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en ingemeten.

2.2 Sonderingen

Voor dit project is door ons bureau in eerste instantie 1 sondering gemaakt. Het betreft sondeernummer D1. De sondering is uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een sondeerunit met een elektrische kleefmantelconus klasse 2.

Opgemerkt wordt dat de geplande sondering D2 niet is uitgevoerd vanwege ruimtegebrek op de locatie.

In Bijlage 1 zijn de sondeergegevens in grafiekvorm weergegeven, evenals een situatieschets met de locaties van het sondeerpunt. Stopcriterium en eventuele opmerkingen ten aanzien van de uitvoering zijn weergegeven in de waterpasstaat (Bijlage 1).

2.3 Boringen

Om inzicht te krijgen in de grondsamenstelling en de actuele grondwaterstand zijn 5 handboringen verricht. Het betreft boringen B1 (die is uitgevoerd in eerste fase nabij sondering D1), B2 en B4 t/m B6. In boring 4 t/m B6 zijn ongeroerde monsters genomen welke in ons laboratorium zullen worden beproefd.

In derde fase is boring B3 op een andere locatie uitgevoerd. Ook daar is een ongeroerd monster gestoken wat in ons laboratorium zal worden beproefd.

De boorstaten en de eventueel gemeten grondwaterstanden zijn weergegeven in Bijlage 1. De situering van de boringen is weergegeven op de situatietekening.

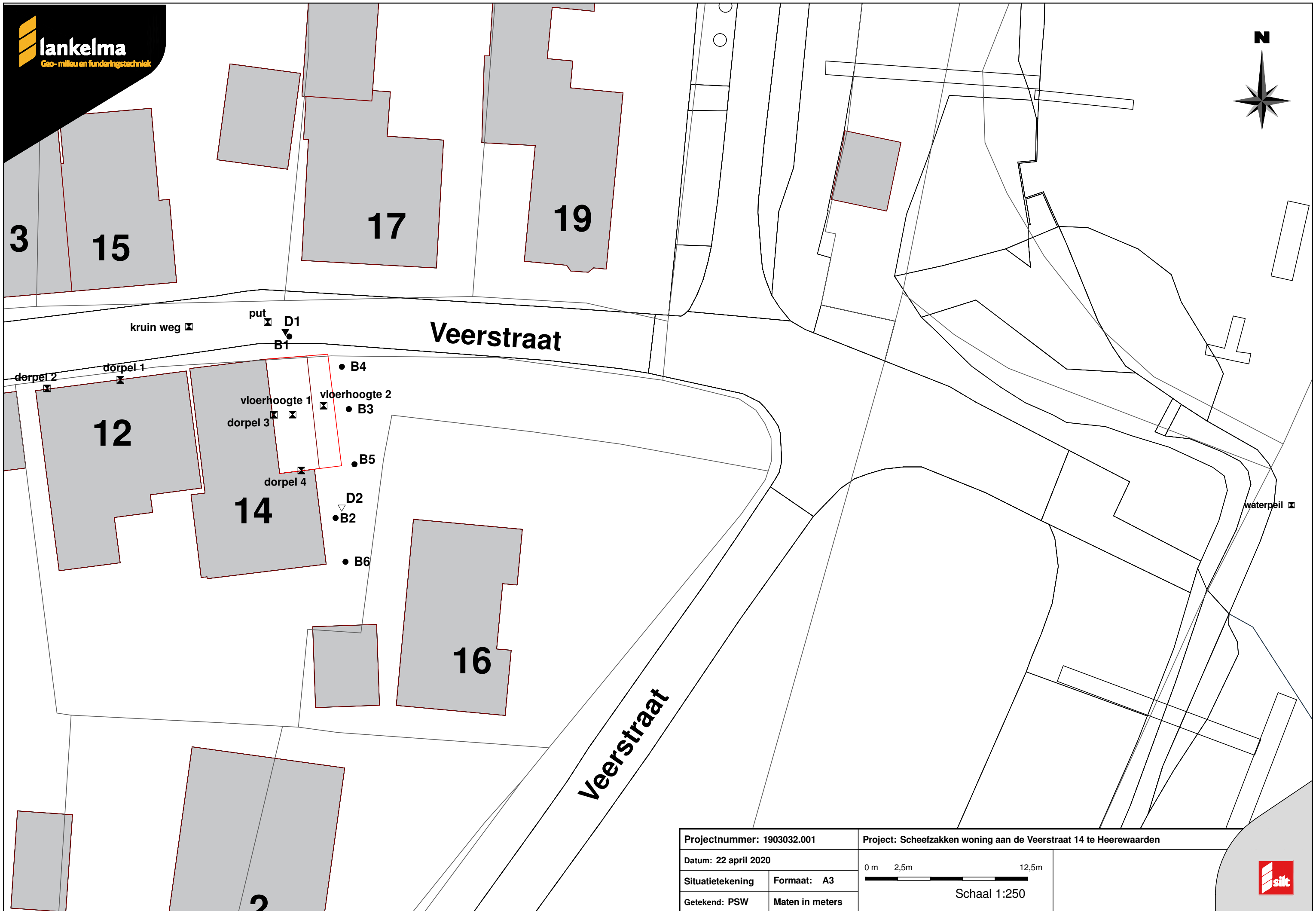
2.4 Hoogtemeting

De hoogte van de onderzoekspunten is ingemeten ten opzichte van NAP.

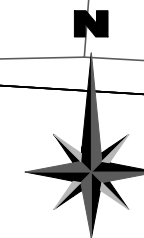
Tevens zijn in fase twee en drie lintvoegwaterpassingen uitgevoerd.

De lintvoegwaterpassing in fase 2 was niet correct vandaar dat deze in fase 3 opnieuw is uitgevoerd. Voor de hoogteligging van de verschillende meetpunten wordt verwezen naar de waterpasstaat in Bijlage 1.

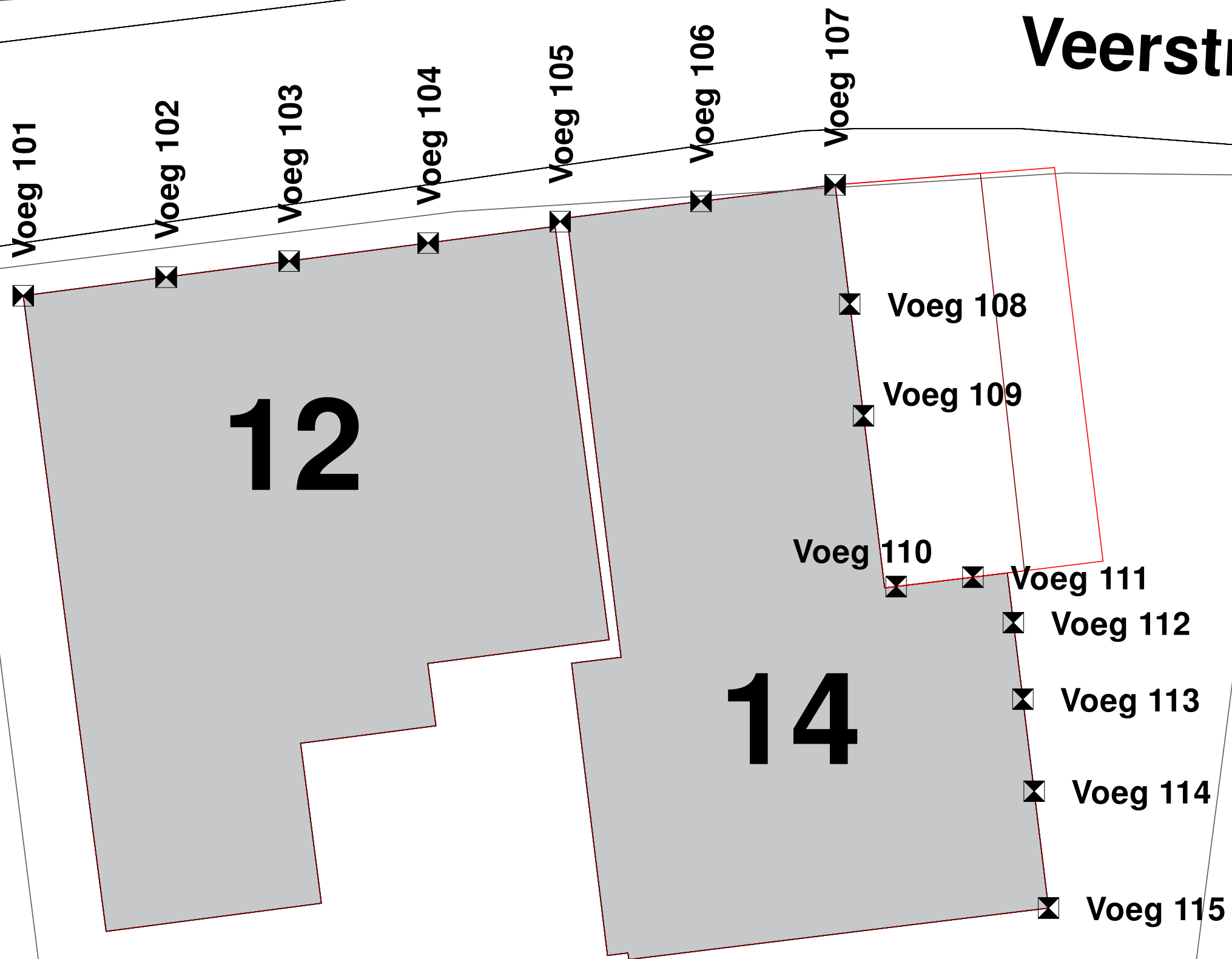
Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek



Projectnummer: 1903032.001		Project: Scheefzakken woning aan de Veerstraat 14 te Heerewaarden	
Datum: 22 april 2020		 Schaal 1:250	
Situatietekening	Formaat: A3		
Getekend: PSW	Maten in meters		



Veerstraat



Projectnummer: 1903032.001

Datum: 10 april 2020

Situatietekening

Formaat: A3

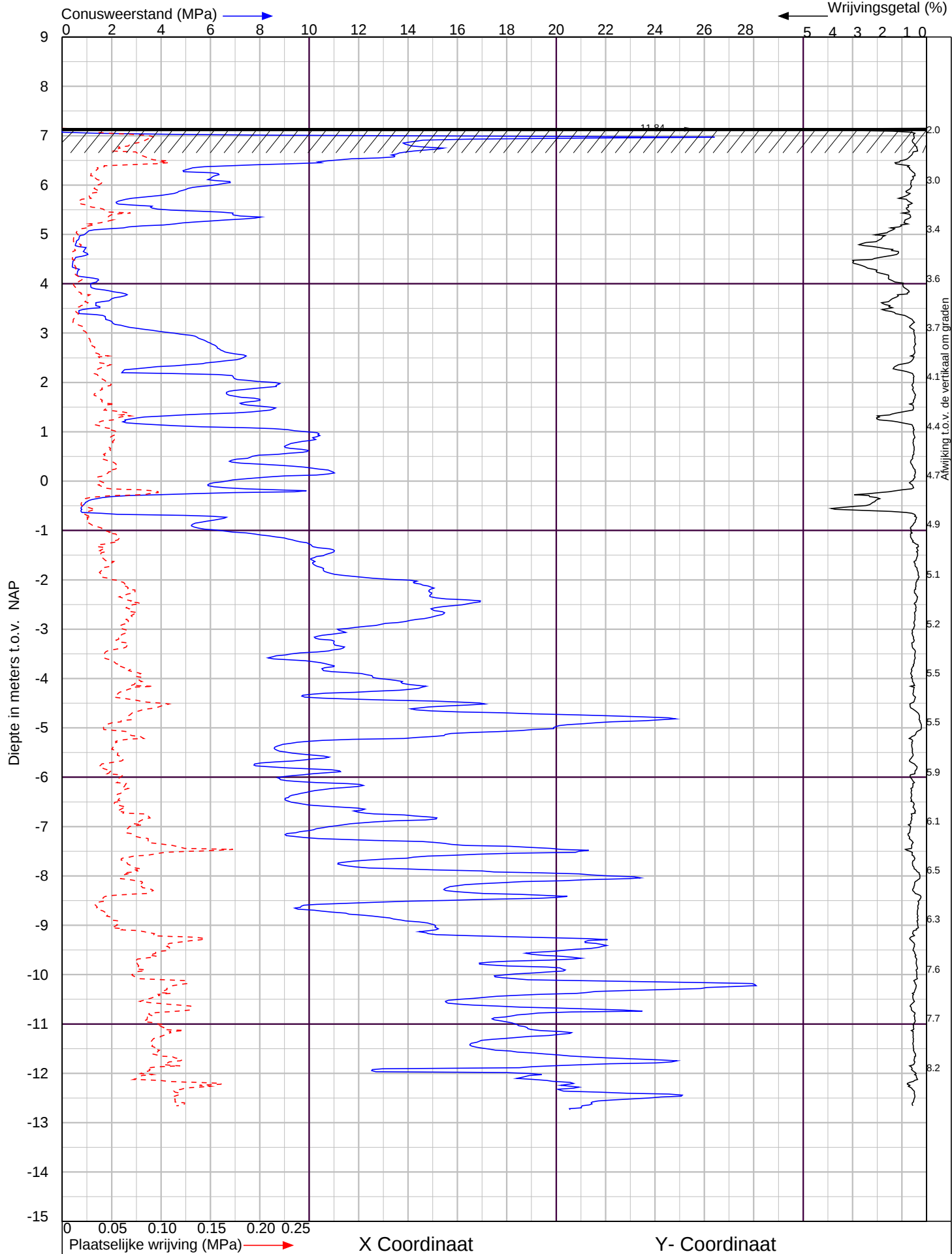
Getekend: JSP

Maten in meters

Project: Scheefzakken woning aan de Veerstraat 14 te Heerewaarden

0 m 1 m 5 m

Schaal 1:100



Veerstraat 14 te Heerewaarden

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2



Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

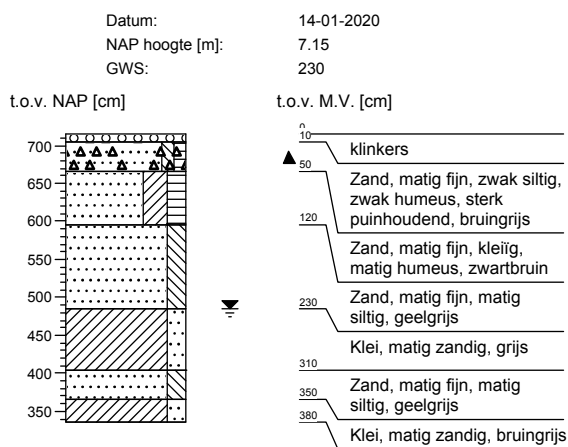
Datum : 14-1-2020
Conusnr. : 001643
MV. is 7.15 m t.o.v. NAP

Project nummer : **1903032**

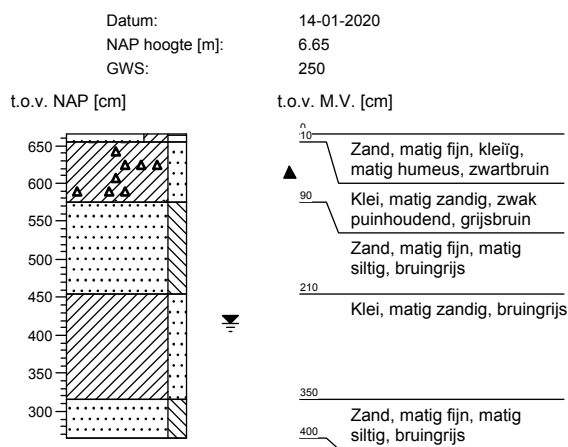
Sondering : **1**



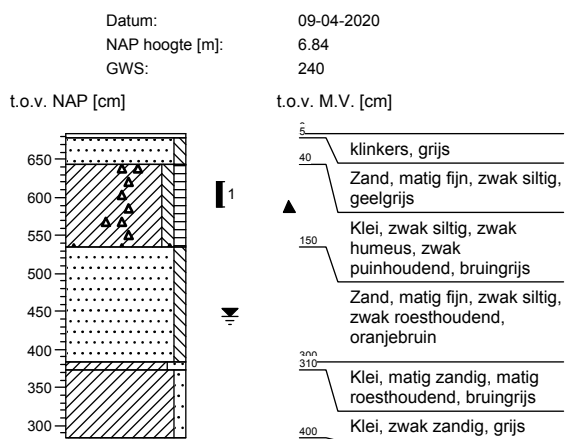
B1



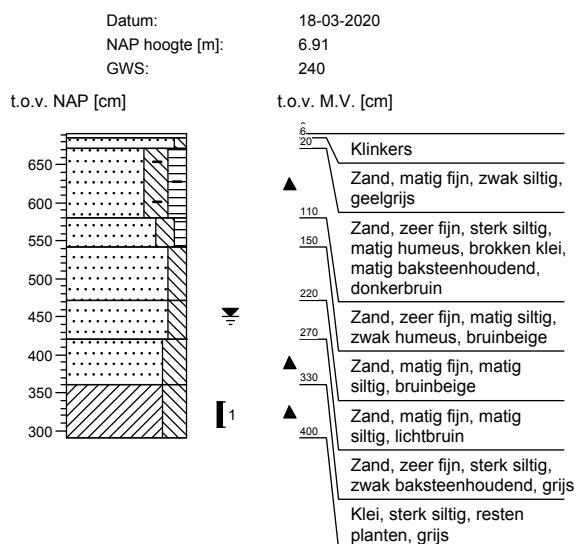
B2



B3



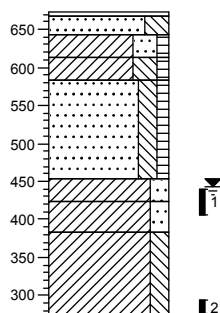
B4



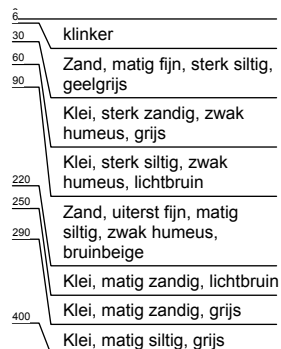
B5

Datum: 18-03-2020
NAP hoogte [m]: 6.73
GWS: 230

t.o.v. NAP [cm]



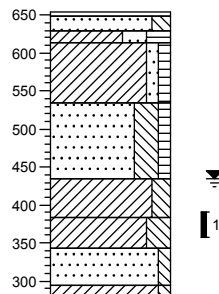
t.o.v. M.V. [cm]



B6

Datum: 18-03-2020
NAP hoogte [m]: 6.54
GWS: 220

t.o.v. NAP [cm]



t.o.v. M.V. [cm]



Waterpasstaat

(+ stopcriterium sonderingen)

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS

Datum uitvoering : 14 januari, 18 maart en 9 april 2020

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Opmerking / stopcriterium ¹
sondering 1	7,15 +	V
sondering 2	niet uitgevoerd	N1
boring 1	7,15 +	
boring 2	6,65 +	
boring 3	6,84 +	
boring 4	6,91 +	
boring 5	6,73 +	
boring 6	6,54 +	
dorpel 1	8,18 +	
dorpel 2	8,24 +	
dorpel 3	8,25 +	
dorpel 4	8,17 +	
vloerhoogte 1	8,08 +	
vloerhoogte 2	8,05 +	
put	7,22 +	
kruin weg	7,59 +	

* Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt.

Lintvoegwaterpassing:

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]
101	8,650 +
102	8,640 +
103	8,625 +
104	8,507 +
105	8,507 +
106	8,433 +
107	8,350 +
108	8,467 +
109	8,468 +
110	8,478 +
111	8,464 +
112	8,454 +
113	8,467 +
114	8,466 +
115	8,465 +

¹ Toelichting :

- V: streefdiepte bereikt
- D: streefdiepte overschreden i.v.m. minimaal benodigd geachte pakketdikte
- N1: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. (afmeting) doorgang
- N2: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. obstakels, begroeiing
- N3: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. berijdbaarheid terrein
- O1: totaalweerstand overschrijdt de maximaal toelaatbare druk sondeerequipement
- O2: uitbuiging sondeerstangen overschrijdt maximaal toelaatbare waarde
- O3: overschrijding toelaatbare puntdruk sondeerconus

Grondwater

De tijdens het onderzoek geregistreerde stijghoogtes zijn weergegeven in navolgende tabel.

Meetpunt [nr.]	Stijghoogte*	
	[m - mv]	[m t.o.v. NAP]
boorgat B1	2,30	4,85 +
boorgat B2	2,50	4,15 +
boorgat B3	2,40	4,44 +
boorgat B4	2,40	4,51 +
boorgat B5	2,30	4,43 +
boorgat B6	2,20	4,34 +

- * Gemeten stijghoogtes zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:
- o waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
 - o de stijghoogte onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuatie varieert per regio/gebied; in polders meestal ca. 0,5 m, nabij grote rivieren soms 4 à 5 m en elders vaak 1,5 à 2 m. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

Algemene toelichting onderzoeksmethoden

Toelichting sonderingen

Elektrische sonderingen worden uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een elektrische (kleefmantel)conus.

De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij, indien van toepassing, het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving / conusweerstand) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een indicatie van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. In navolgende tabel zijn enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven. Opgemerkt wordt dat boven het grondwater de waarden hiervan kunnen afwijken.

Grondsoort	Conusweerstand (q_c) [MPa]	Wrijvingsgetal (f_s/q_c) [%]
zand, grind	> 5	0,2 - 1,0
siltig zand,	> 4	0,8 - 1,4
kleiig zand	> 2	1,0 - 2,0
leem	1 - 3	2,0 - 4,0
klei	0 - 5	2,0 - 6,0
venige klei	0 - 6	5,0 - 8,0
veen	0 - 4	5,0 - 10,0

Handsonderingen

Sonderingen uitgevoerd met een handsondeerapparaat, waarbij tevens een boring wordt gemaakt. De sondeerwaarden worden handmatig geregistreerd.

Waterspanningsmeting

Bij deze sonderingen wordt met behulp van een piëzoconus naast de conusweerstand en de plaatselijke wrijving tevens de waterspanning geregistreerd. Meting van de waterspanning geeft meer inzicht in de stijghoogte(verschillen) van het grondwater, de gelaagdheid van de bodem en de aanwezigheid van waterremmende lagen. De geregistreerde waterspanning is weergegeven op de betreffende sondeergrafiek. Opgemerkt dient te worden, dat uit de geregistreerde waterspanning niet zonder meer de stijghoogte van de diverse lagen kan worden afgeleid, omdat de stijghoogte wordt beïnvloed door de beweging van de sondeerconus.

Dissipatieproef

Bij een dissipatietest wordt tijdens het sonderen de conus enige tijd gestopt, waarna wordt geregistreerd op welke wijze de door het wegdrukken geïnitieerde waterspanning reageert. Het waterspanningsverloop geeft een indicatie omtrent de waterdoorlatendheid in de desbetreffende laag. Indien de test wordt gecontinueerd totdat een quasistationaire waterspanning wordt bereikt kan tevens op betrouwbare wijze de stijghoogte van het grondwater van de betreffende laag worden bepaald.

Wegdrukpeilbuis

Wegdrukpeilbuizen worden geplaatst met behulp van een sondeertruck.

Mechanische boring

Machinaal uitgevoerde boring onder certificaat van de BRL SIKB 2100, conform protocol 2101.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (onverzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, in de onverzadigde bodem (boven de grondwaterspiegel) verricht middels constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt, in onverzadigde grond, water met een constant debiet in een gesteund boorgat gepompt, totdat de bodem rondom verzadigd is en een constante waterspiegel ontstaat. Uit de verhouding van het pompdebiet en de waterspiegel kan de verzadigde waterdoorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (verzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, onder de grondwaterspiegel, uitgevoerd middels de constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandsverlaging ontstaat in de peilbuis. Uit de

verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging kan de doorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de falling-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt een peilbuis geheel of gedeeltelijk gevuld met water, waarna de waterstandsval wordt gemeten. De dalingsnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de rising-head-methode.

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt peilbuis geheel of gedeeltelijk leeg getrokken, waarna de stijging van het grondwater in de peilbuis wordt geregistreerd. De stijgingsnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Onverzadigde zone (Ringinfiltratieproeven)

Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de verticale waterdoorlatendheid van de onverzadigde grond. De proeven worden uitgevoerd op maaiveld of diepte, met de dubbele ringinfiltratiemeter bestaande uit een buitenring met een diameter van ca. 0,53 m en een binnenring met een diameter van ca. 0,28 m.

Beide ringen worden op het ontgravingsvlak aangebracht en vervolgens enige centimeters de grond ingeslagen. Na het aanbrengen van een meetbrug met een vlotter worden beide ringen gevuld met water waarna met een zekere frequentie in de binnenring, de dalingsnelheid van het water wordt vastgesteld. Door toepassing van een buitenring infiltreert grondwater in de binnenring zoveel mogelijk verticaal. Uit de infiltratiesnelheid kan vervolgens de verticale waterdoorlatendheid worden afgeleid.

Legenda boorstaat

zand

	zand, kleiig
	zand, zwak siltig
	zand, matig siltig
	zand, sterk siltig
	zand, uiterst siltig

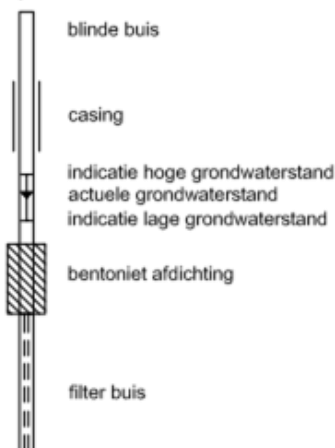
grind

	grind, siltig
	grind, zwak zandig
	grind, matig zandig
	grind, sterk zandig
	grind, uiterst zandig

veen

	veen, mineraalam
	veen, zwak kleiig
	veen, sterk kleiig
	veen, zwak zandig
	veen, sterk zandig

peilbuis



klei

	klei, zwak siltig
	klei, matig siltig
	klei, sterk siltig
	klei, uiterst siltig
	klei, zwak zandig
	klei, matig siltig
	klei, sterk zandig

leem

	leem, zwak zandig
	leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig
	slib

monsternamen

	geroerd monster
	ongeroerd monster

overige tekens

	bijzonder bestanddeel
	gemiddelde hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	gemiddelde laagste grondwaterstand

Legenda situatietekening

sonderen

	sondering
	sondering niet uitgevoerd
	wegdrukpeilbuis
	handsondering

boren

	boring
	boring niet uitgevoerd
	boring met peilbuis
	boring met 2 peilbuizen
	boring met 3 peilbuizen

overig

	meetpunt
	fotopijl met richting
	sondering van derden
	boring van derden

faseringsonderzoek

	sondering fase 1
	sondering fase 2
	sondering fase 3
	sondering fase 4
	boring fase 1
	boring fase 2
	boring fase 3
	boring fase 4

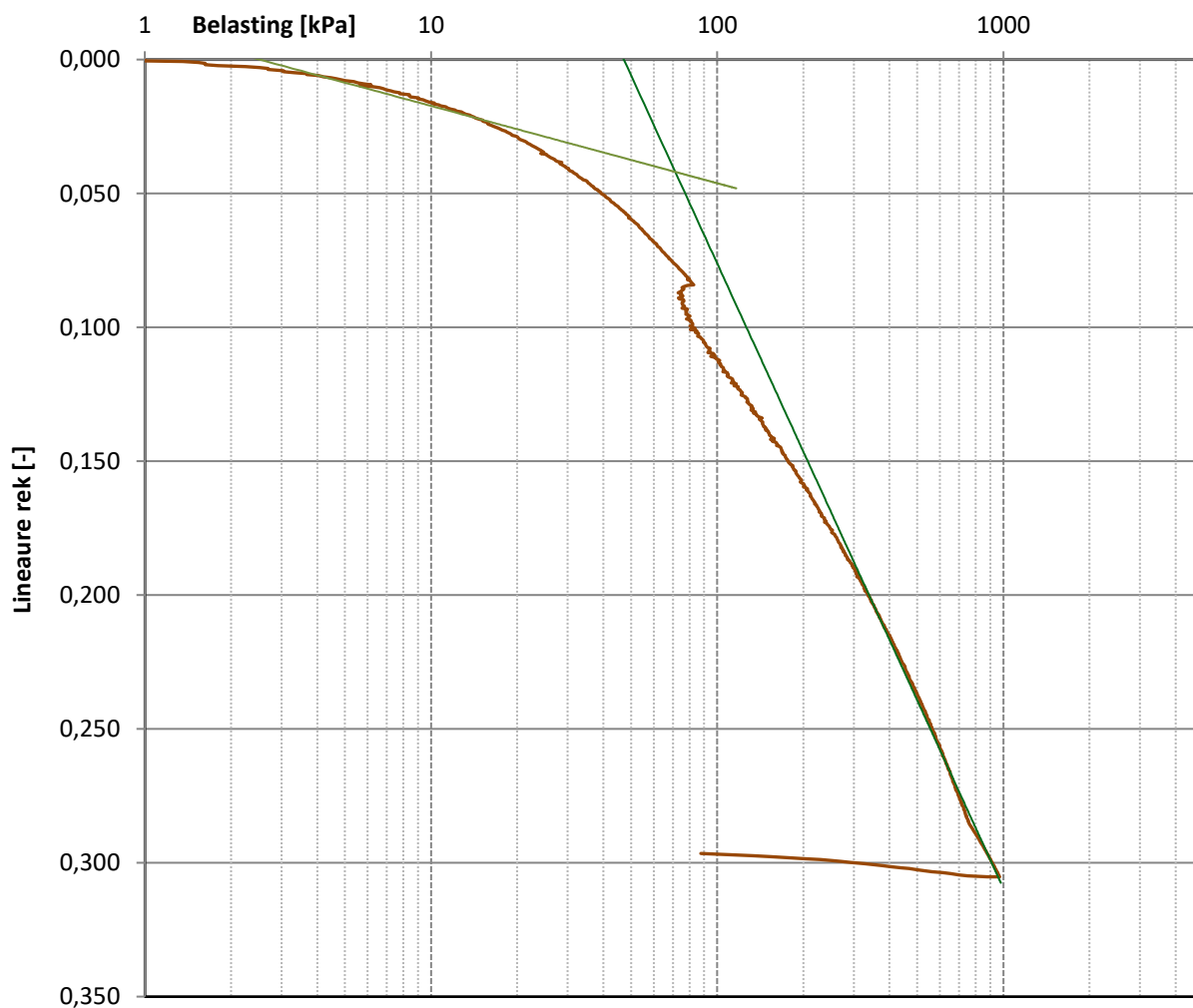
Bijlage 2 : Resultaten laboratoriumonderzoek

Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

NEN-Bjerrum

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		Klei, zandig	
Boring/monster	B6	1		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	18,7	19,5	
Diepte [m - mv]	3,00			γ_d (begin / eind) [kN/m ³]	14,0	15,5	
Hoogte monster [mm]	26,2			e_0 (begin / eind) [-]	0,9	0,7	
Diameter monster [mm]	63,5			Datum (begin / eind):	17-04-20	20-04-20	
Opstelling:	11						



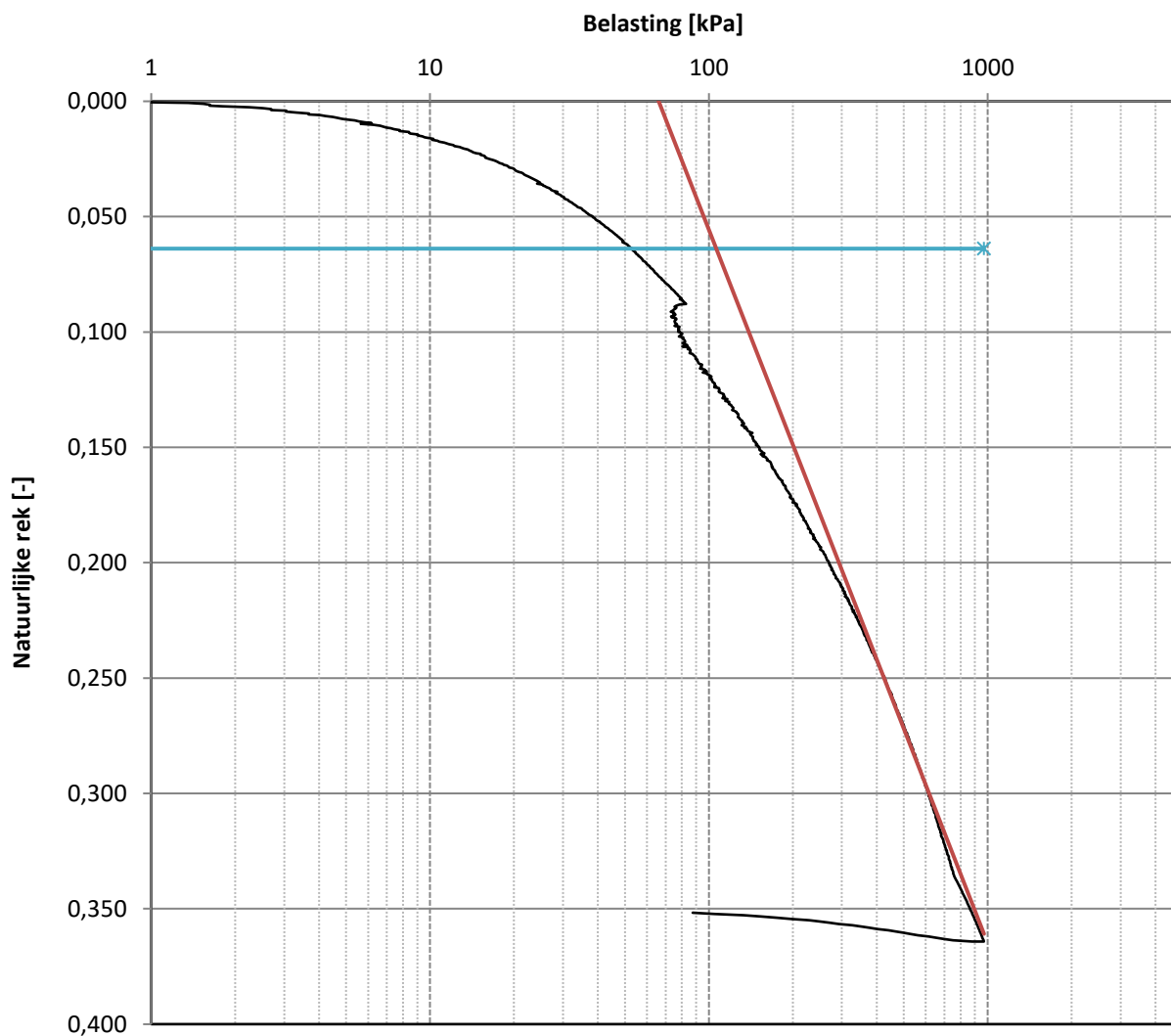
Proefgegevens				Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	2,73			RR	2,89E-02
Maximale relatieve wateroverspanning	15%			CR	2,33E-01
Relaxatie-/holdingduur	4,0			Ca	3,23E-03
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	nvt	nvt			
Peff holdingfase start - eind [kPa]	99	990		S _c	4,3
Peff einde proef [kPa]	88			Pg [kPa]	71,3
Mediane Vo/umesamendrukingscoëfficiënt (m _v)	1,68E-04				
Mediane Consolidatiecoëfficiënt (c _v)	6,04E-10				
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	3,67E-11				
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	53				

Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

Isotachen

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		Klei, zandig	
Boring/monster	B6	1		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	18,7	19,5	
Diepte [m - mv]	3,00			γ_d (begin / eind) [kN/m ³]	14,0	15,5	
Hoogte monster [mm]	26,2			e_0 (begin / eind) [-]	0,9	0,7	
Diameter monster [mm]	63,5			Datum (begin / eind):	17-04-20	20-04-20	
Opstelling:	11						



Proefgegevens				Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	2,73			A	1,273E-02
Maximale relatieve wateroverspanning	15%			B	1,343E-01
Relaxatie-/holdingduur	4,0			C	1,423E-03
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	nvt	nvt		σ'_p bij max kromming [kPa]	106,3
Peff holdingfase start - eind [kPa]	99	990		σ'_p bij $\epsilon_v=0$ [kPa]	66,1
Peff einde proef [kPa]	88				
Mediane Vo/umesamendrukkingscoëfficiënt (m_v)	1,68E-04				
Mediane Consolidatiecoëfficiënt (c_v)	6,04E-10				
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	3,67E-11				
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	53				

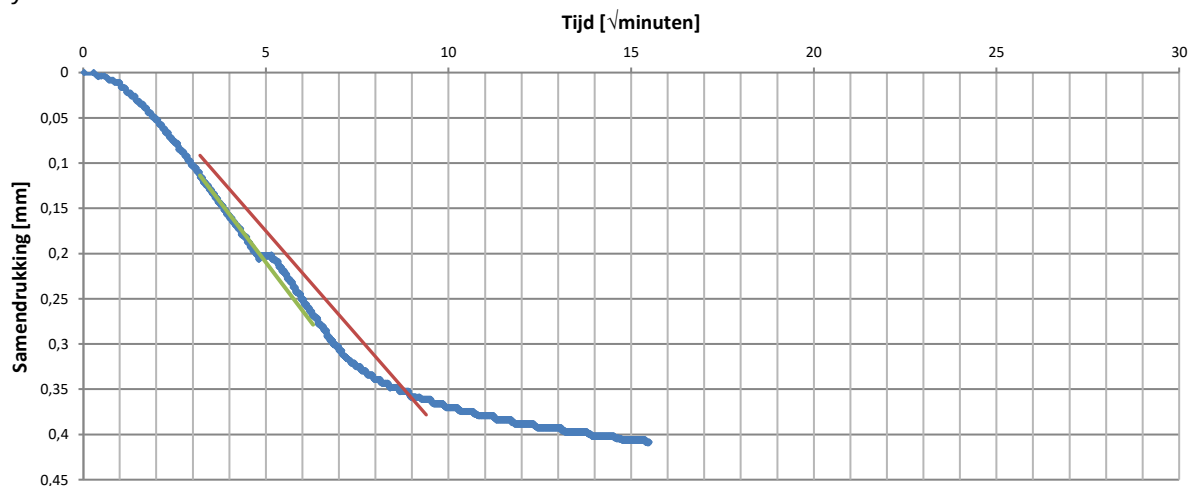
Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

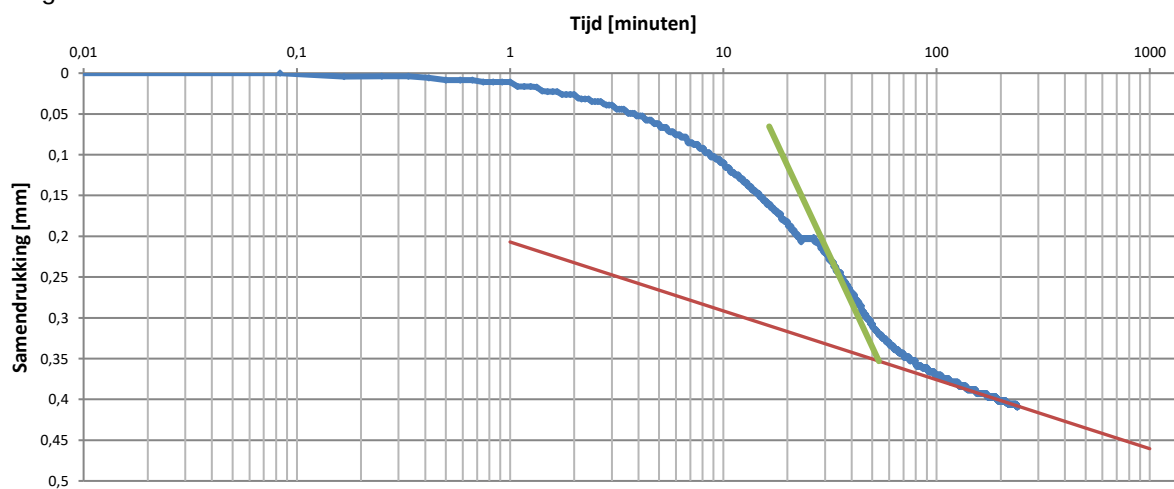
Holding

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		Klei, zandig	
Boring/monster	B6	1		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	18,7	19,5	
Diepte [m - mv]	3,00			γ_d (begin / eind) [kN/m ³]	14,0	15,5	
Hoogte monster [mm]	26,2			e_0 (begin / eind) [-]	0,9	0,7	
Diameter monster [mm]	63,5			Datum (begin / eind):	17-04-20	20-04-20	
Opstelling:	11						

Taylor



Casagrande



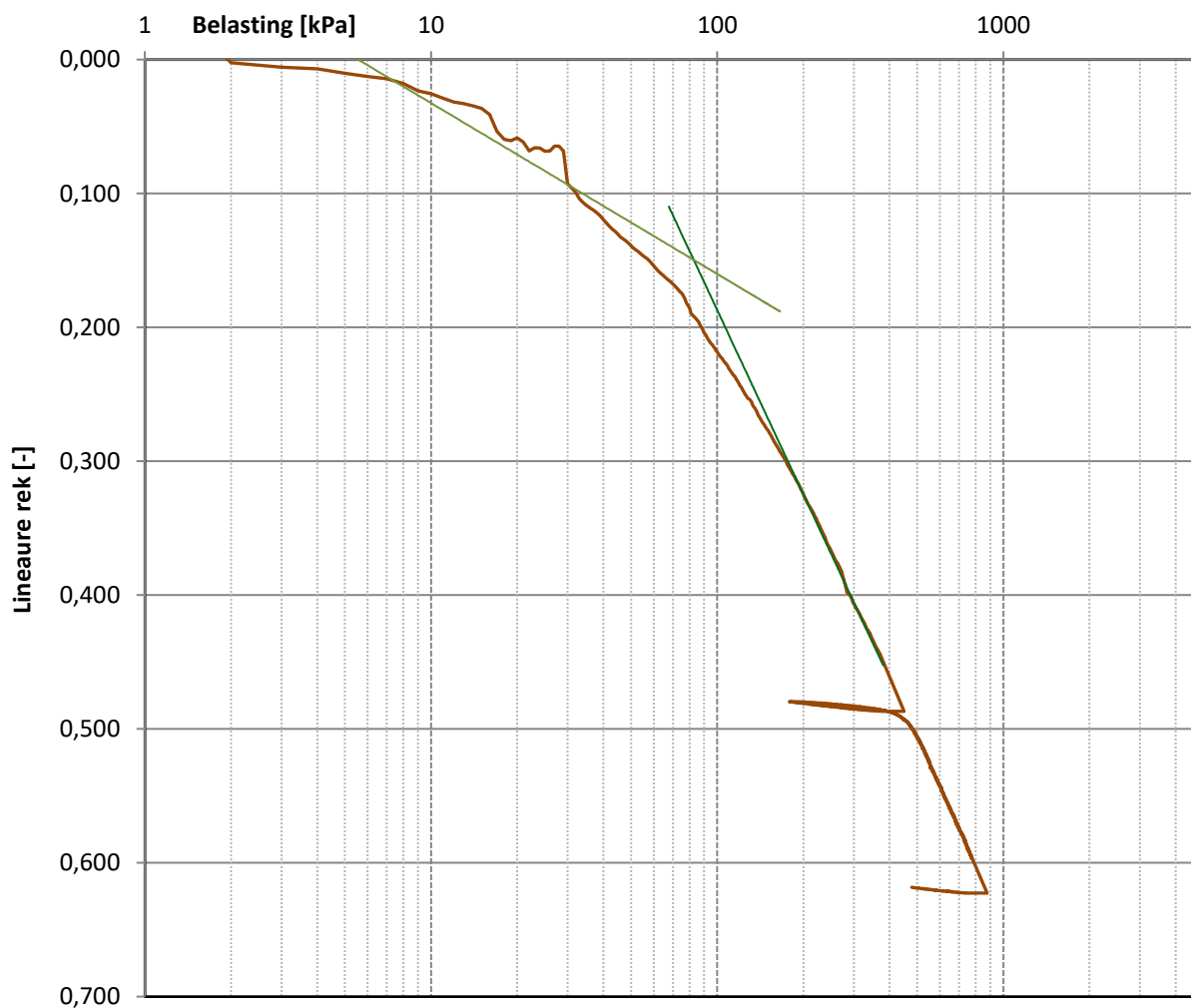
Proefgegevens				Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	2,73			Cv Taylor [m/s ²]	2,96E-08
Maximale relatieve wateroverspanning	15%			Cv Casagrande [m/s ²]	2,14E-08
Relaxatie-/holdingduur [uur]	4,0			C α	3,23E-03
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	nvt	nvt			
Peff holdingfase start - eind [kPa]	99	990			
Peff einde proef [kPa]	88				
Mediane Vo/umesamendrukingscoefficient (m_v)	1,68E-04				
Mediane Consolidatiecoefficient (c_v)	6,04E-10				
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	3,67E-11				
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	53				

Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

NEN-Bjerrum

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		Klei, zandig	
Boring/monster	B3	1		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	17,7	18,8	
Diepte [m - mv]	0,80			γ_d (begin / eind) [kN/m ³]	11,6	13,1	
Hoogte monster [mm]	26,5			e_0 (begin / eind) [-]	1,2	1,0	
Diameter monster [mm]	63,5			Datum (begin / eind):	29-04-20	4-05-20	
Opstelling:	11						



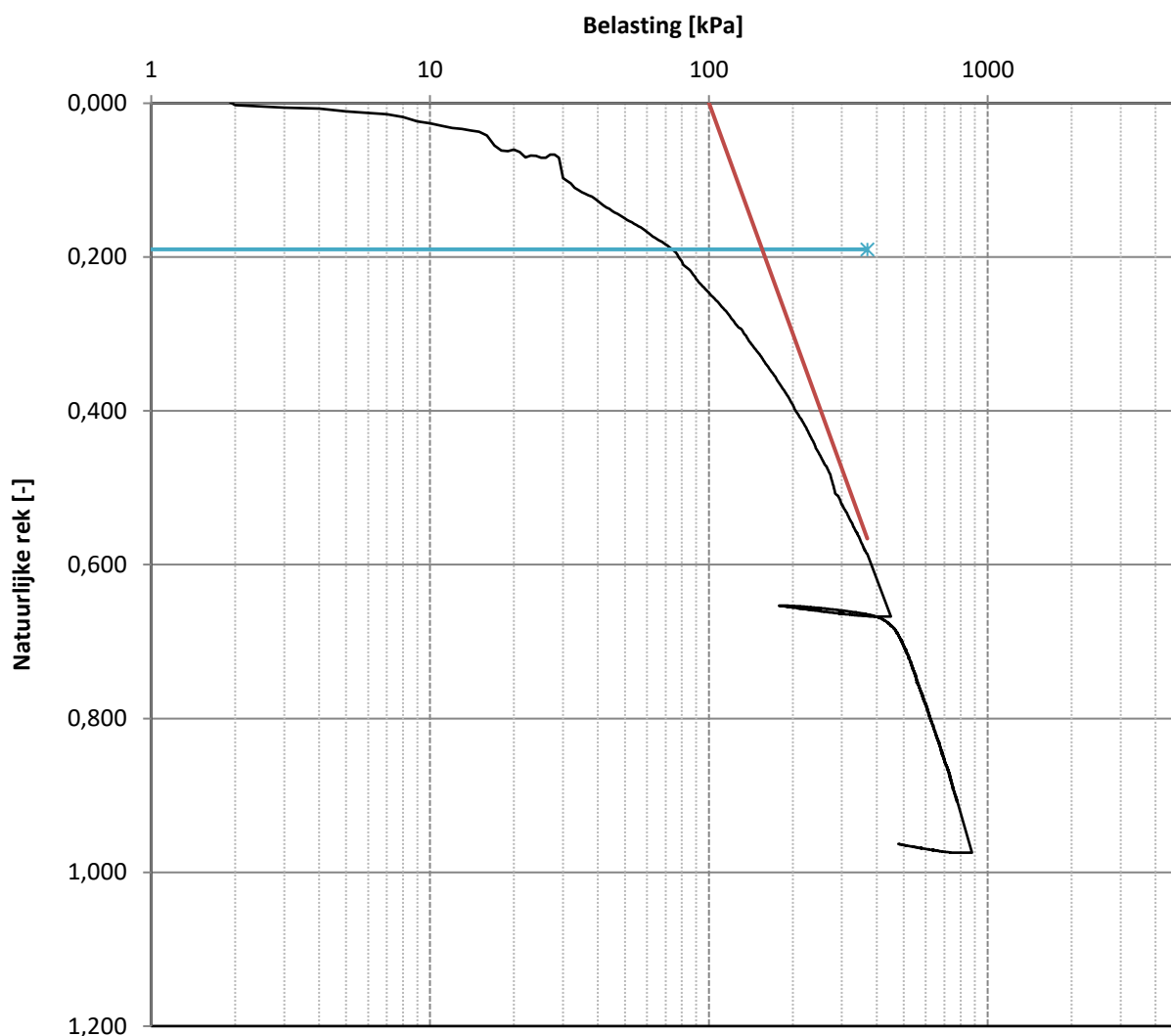
Proefgegevens				Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	0,13			RR	1,28E-01
Maximale relatieve wateroverspanning	2%			CR	4,57E-01
Relaxatie-/holdingduur	10,0			Ca	1,87E-02
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	500	200			
Peff holdingfase start - eind [kPa]	1000	1000		S_c	2,2
Peff einde proef [kPa]	200			P_g [kPa]	82,8
Mediane Vo/umesamendrukingscoëfficiënt (m_v)	6,37E-04				
Mediane Consolidatiecoëfficiënt (c_v)	2,83E-08				
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	1,57E-10				
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	18				

Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

Isotachen

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		Klei, zandig	
Boring/monster	B3	1		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	17,7	18,8	
Diepte [m - mv]	0,80			γ_d (begin / eind) [kN/m ³]	11,6	13,1	
Hoogte monster [mm]	26,5			e_0 (begin / eind) [-]	1,2	1,0	
Diameter monster [mm]	63,5			Datum (begin / eind):	29-04-20	4-05-20	
Opstelling:	11						



Proefgegevens				Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	0,13			A	5,957E-02
Maximale relatieve wateroverspanning	2%			B	4,333E-01
Relaxatie-/holdingduur	10,0			C	8,328E-03
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	500	200		σ_p bij max kromming [kPa]	155,4
Peff holdingfase start - eind [kPa]	1000	1000		σ_p bij $\epsilon_v=0$ [kPa]	100,2
Peff einde proef [kPa]	200				
Mediane Vo/umesamendrukkingscoëfficiënt (m_v)	6,37E-04				
Mediane Consolidatiecoëfficiënt (c_v)	2,83E-08				
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	1,57E-10				
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	18				

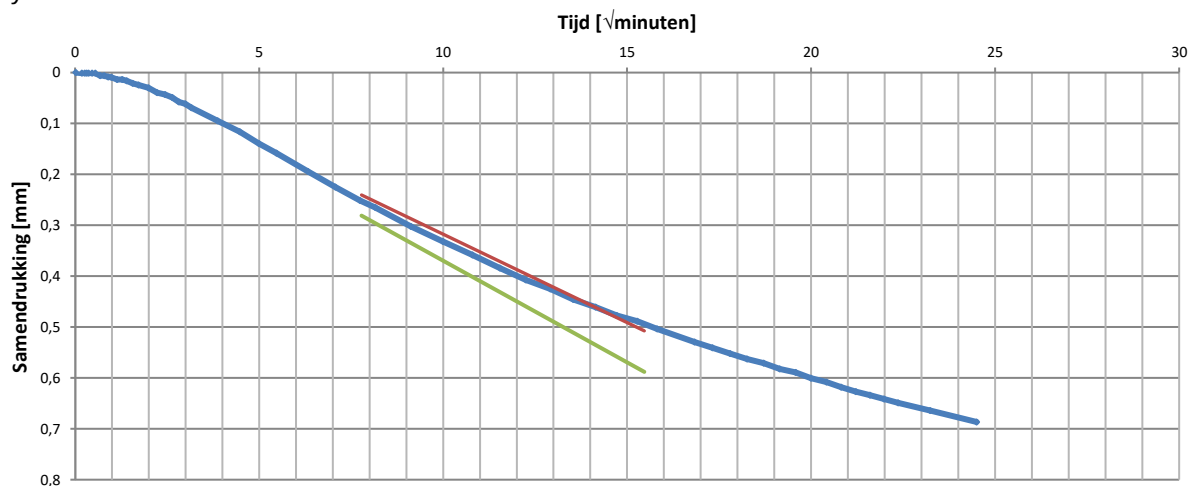
Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

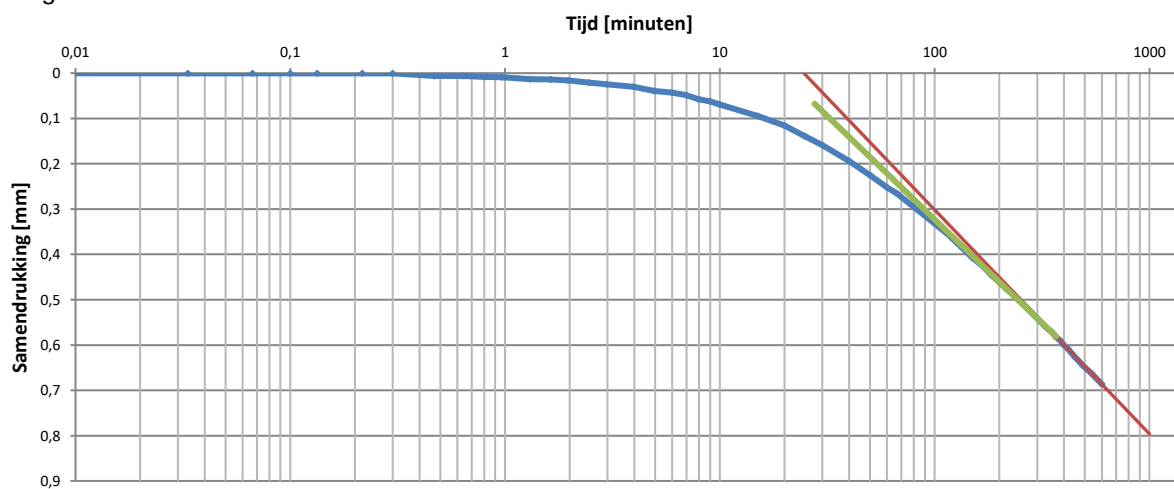
Holding

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		Klei, zandig	
Boring/monster	B3	1		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	17,7	18,8	
Diepte [m - mv]	0,80			γ_d (begin / eind) [kN/m ³]	11,6	13,1	
Hoogte monster [mm]	26,5			e_0 (begin / eind) [-]	1,2	1,0	
Diameter monster [mm]	63,5			Datum (begin / eind):	29-04-20	4-05-20	
Opstelling:	11						

Taylor



Casagrande



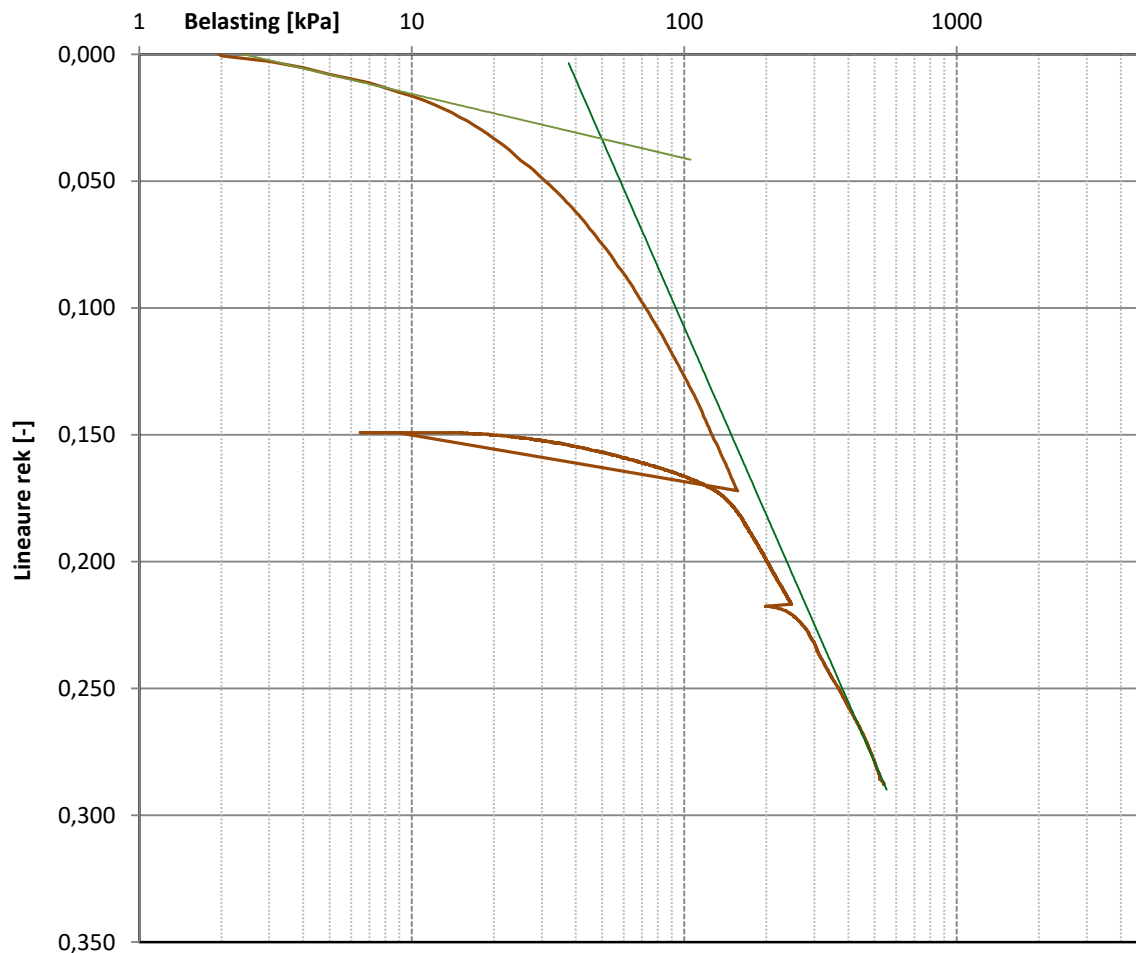
Proefgegevens				Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	0,13			C_v Taylor [m/s ²]	1,22E-08
Maximale relatieve wateroverspanning	2%			C_v Casagrande [m/s ²]	6,64E-09
Relaxatie-/holdingduur [uur]	10,0			C_α	1,87E-02
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	500	200			
Peff holdingfase start - eind [kPa]	1000	1000			
Peff einde proef [kPa]	200				
Mediane V_o /umesamendrukingscoefficient (m_v)	6,37E-04				
Mediane Consolidatiecoefficient (c_v)	2,83E-08				
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	1,57E-10				
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	18				

Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

NEN-Bjerrum

Monster- en proefgegevens					
Boring/monster	B5	1	Materiaal:	Klei, zandig	
Diepte [m - mv]	2,50		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	18,7	19,9
Hoogte monster [mm]	26,5		γ_d (begin / eind) [kN/m ³]	14,0	15,2
Diameter monster [mm]	63,5		e_0 (begin / eind) [-]	0,9	0,7
Opstelling:	11		Datum (begin / eind):	9-04-20	14-04-20



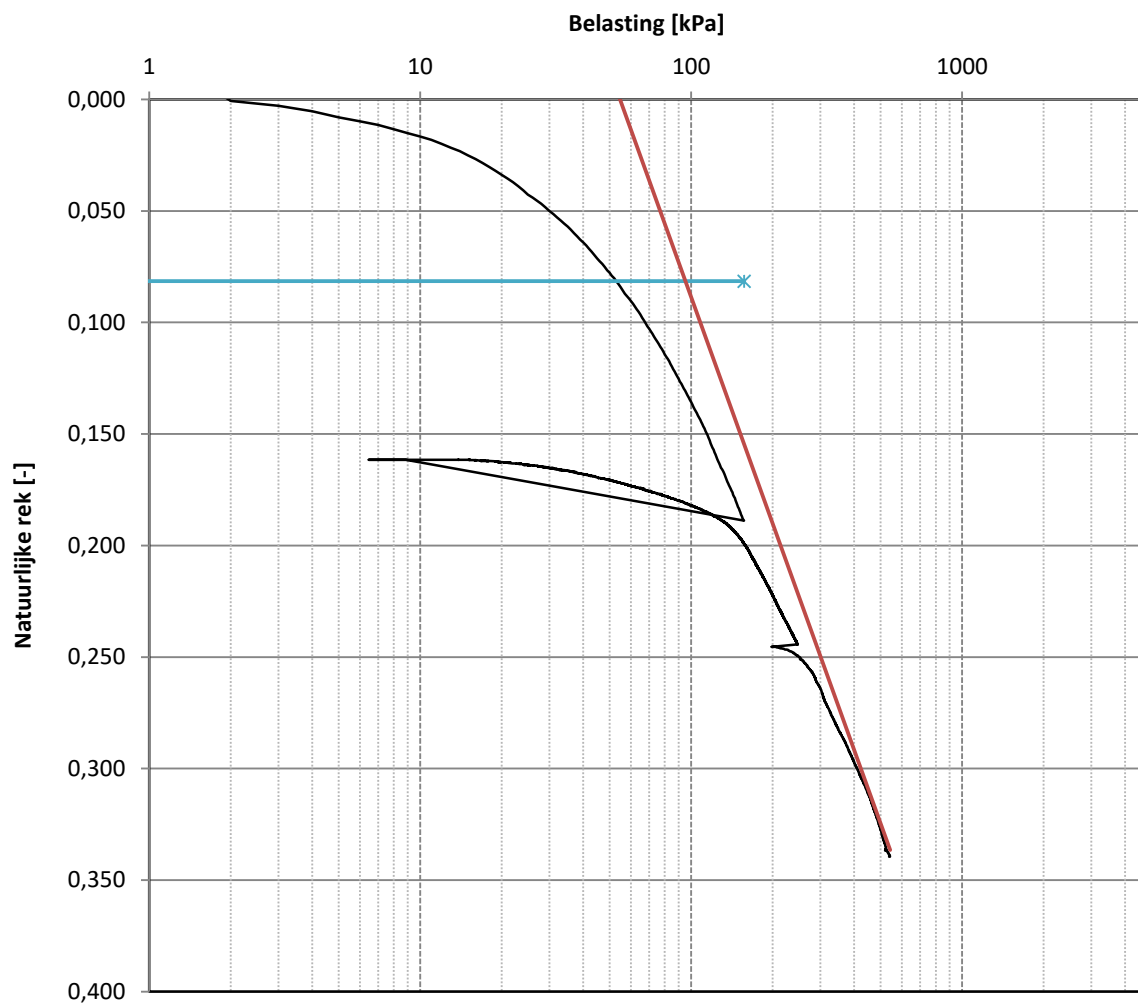
Proefgegevens			Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	0,61		RR	2,53E-02
Maximale relatieve wateroverspanning	1%		CR	2,45E-01
Relaxatie-/holdingduur	0,0		Ca	
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	150	7		
Peff holdingfase start - eind [kPa]	nvt	nvt	S _c	4,1
Peff einde proef [kPa]	560		P _g [kPa]	49,8
Mediane Vo/umesamendrukingscoëfficiënt (m _v)	N.B.			
Mediane Consolidatiecoëfficiënt (c _v)	N.B.			
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	N.B.			
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	43			

Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

Isotachen

Monster- en proefgegevens			
Boring/monster	B5	1	Materiaal: Klei, zandig
Diepte [m - mv]	2,50		γ_n (begin / eind) [kN/m ³] 18,7 19,9
Hoogte monster [mm]	26,5		γ_d (begin / eind) [kN/m ³] 14,0 15,2
Diameter monster [mm]	63,5		e_0 (begin / eind) [-]: 0,9 0,7
Opstelling:	11		Datum (begin / eind): 9-04-20 14-04-20



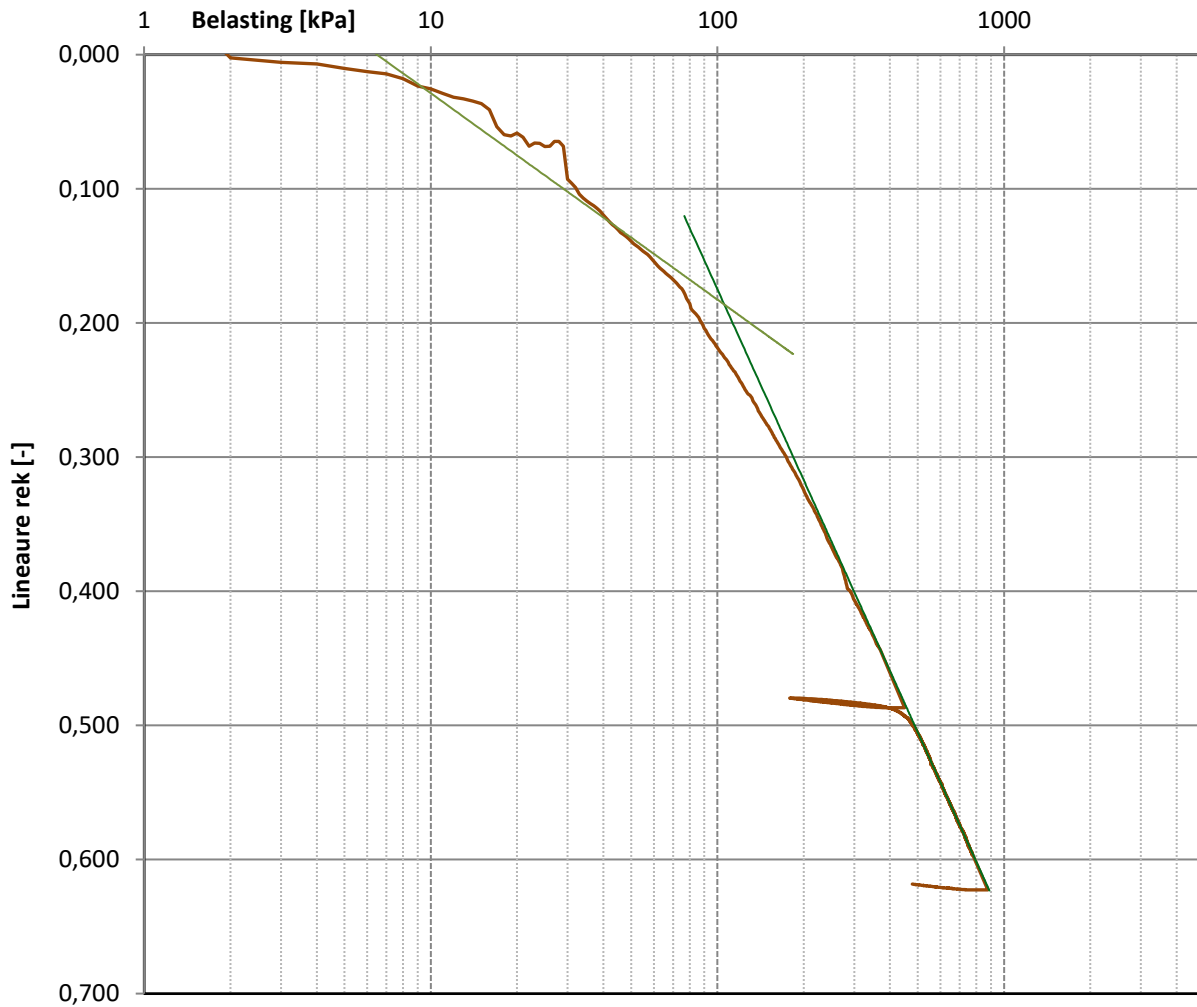
Proefgegevens			Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	0,61		A	1,109E-02
Maximale relatieve wateroverspanning	1%		B	1,466E-01
Relaxatie-/holdingduur	0,0		C	
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	150	7		
Peff holdingfase start - eind [kPa]	nvt	nvt	σ'_p bij max kromming [kPa]	95,3
Peff einde proef [kPa]	560		σ'_p bij $\epsilon_v=0$ [kPa]	54,7
Mediane Vo/umesamendrukkingscoefficient (m_v)	N.B.			
Mediane Consolidatiecoefficient (c_v)	N.B.			
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	N.B.			
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	43			

Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

NEN-Bjerrum

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		Klei, zandig	
Boring/monster	B4	1		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	17,3	17,9	
Diepte [m - mv]	3,60			γ_d (begin / eind) [kN/m ³]	11,7	13,5	
Hoogte monster [mm]	26,3			e_0 (begin / eind) [-]	1,2	1,0	
Diameter monster [mm]	63,5			Datum (begin / eind):	22-04-20	29-04-20	
Opstelling:	11						



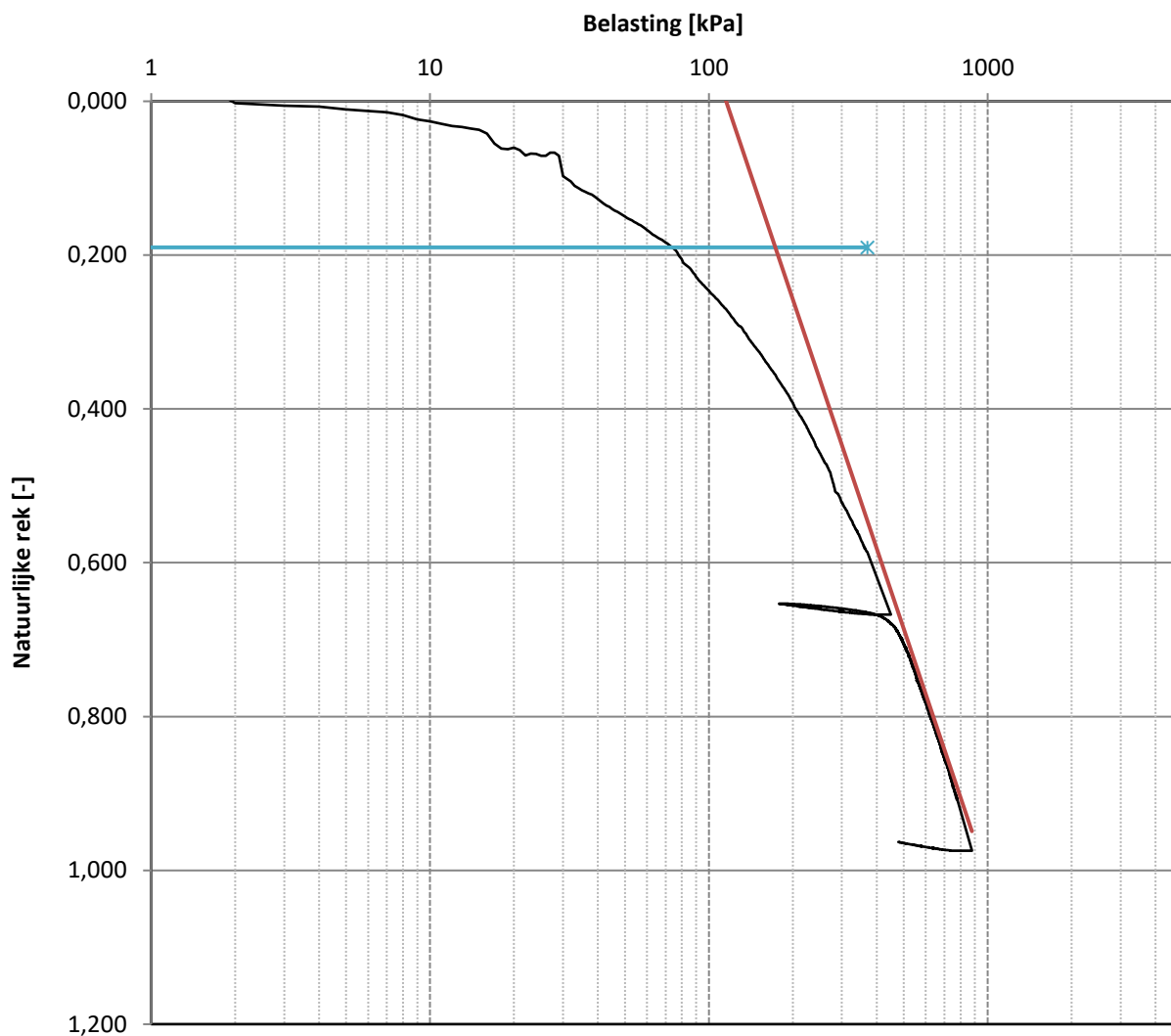
Proefgegevens				Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	0,13			RR	1,54E-01
Maximale relatieve wateroverspanning	2%			CR	4,72E-01
Relaxatie-/holdingduur	10,0			Ca	1,88E-02
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	500	200			
Peff holdingfase start - eind [kPa]	778	778		S _c	2,1
Peff einde proef [kPa]	478			Pg [kPa]	105,6
Mediane Vo/umesamendrukingscoëfficiënt (m _v)	6,37E-04				
Mediane Consolidatiecoëfficiënt (c _v)	2,83E-08				
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	1,57E-10				
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	53				

Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

Isotachen

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		Klei, zandig	
Boring/monster	B4	1		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	17,3	17,9	
Diepte [m - mv]	3,60			γ_d (begin / eind) [kN/m ³]	11,7	13,5	
Hoogte monster [mm]	26,3			e_0 (begin / eind) [-]	1,2	1,0	
Diameter monster [mm]	63,5			Datum (begin / eind):	22-04-20	29-04-20	
Opstelling:	11						



Proefgegevens				Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	0,13			A	7,375E-02
Maximale relatieve wateroverspanning	2%			B	4,676E-01
Relaxatie-/holdingduur	10,0			C	8,389E-03
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	500	200		σ'_p bij max kromming [kPa]	173,2
Peff holdingfase start - eind [kPa]	778	778		σ'_p bij $\epsilon_v=0$ [kPa]	115,4
Peff einde proef [kPa]	478				
Mediane Vo/umesamendrukkingscoëfficiënt (m_v)	6,37E-04				
Mediane Consolidatiecoëfficiënt (c_v)	2,83E-08				
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	1,57E-10				
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	53				

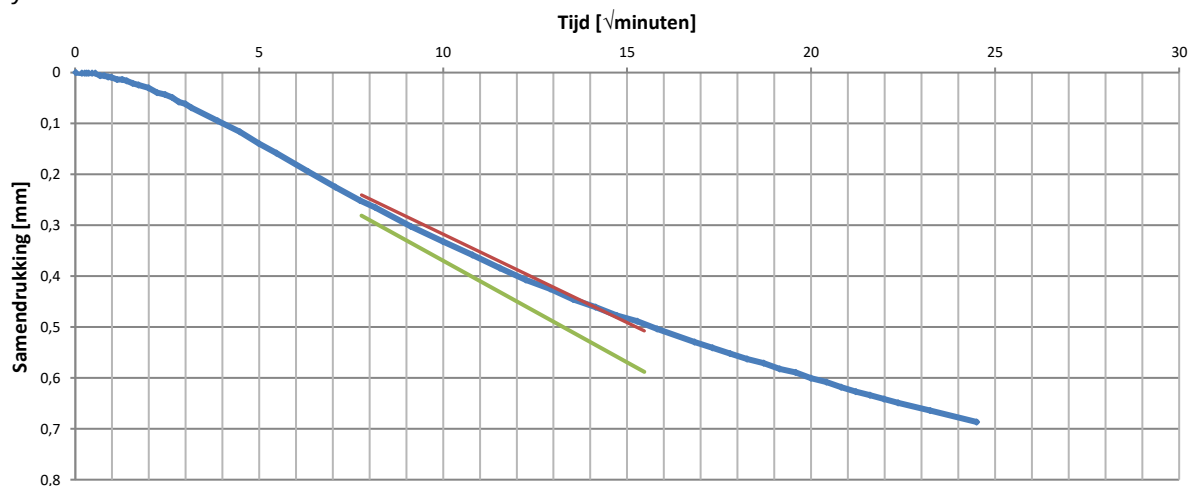
Resultaat één-dimensionale CRS-test

ASTM D4186/D4186M

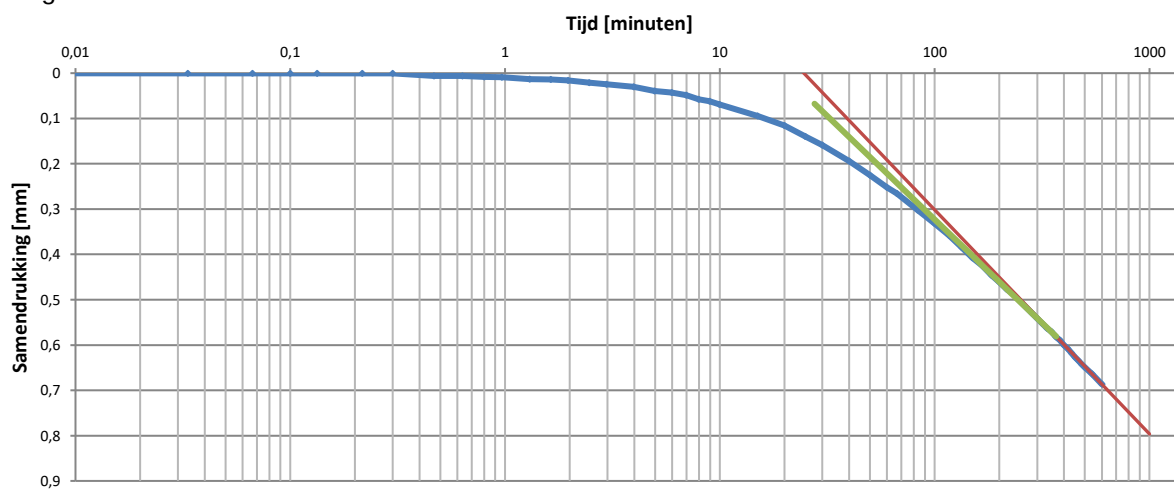
Holding

Monster- en proefgegevens				Materiaal:		Klei, zandig	
Boring/monster	B4	1		γ_n (begin / eind) [kN/m ³]	17,3	17,9	
Diepte [m - mv]	3,60			γ_d (begin / eind) [kN/m ³]	11,7	13,5	
Hoogte monster [mm]	26,3			e_0 (begin / eind) [-]	1,2	1,0	
Diameter monster [mm]	63,5			Datum (begin / eind):	22-04-20	29-04-20	
Opstelling:	11						

Taylor



Casagrande



Proefgegevens				Afgeleide waarden	
Reksnelheid tijdens belasten [%/uur]	0,13			C_v Taylor [m/s ²]	1,20E-08
Maximale relatieve wateroverspanning	2%			C_v Casagrande [m/s ²]	6,54E-09
Relaxatie-/holdingduur [uur]	10,0			C_α	1,88E-02
Peff ontlastfase start - eind [kPa]	500	200			
Peff holdingfase start - eind [kPa]	778	778			
Peff einde proef [kPa]	478				
Mediane V_0 /umesamendrukingscoefficient (m_v)	6,37E-04				
Mediane Consolidatiecoefficient (c_v)	2,83E-08				
Mediane Waterdoorlatendheid (k-waarde) [m/s]	1,57E-10				
Terreinspanning σ'_v [kPa] geschat	53				

Bijlage 3 : Monitoringsgegevens waterstanden



Peilbuis [nr.]	x [RD]	y [RD]	mv [m + NAP]	bk filter [m + NAP]	ok filter [m + NAP]	GHG: [m + NAP]	GMG: [m + NAP]	GLG: [m + NAP]
B45B1611	152855	423268	7,5	1	0	4,0	1,5	0,8

Bijlage 4 : Berekeningsresultaten draagkracht

Report for D-Settlement 9.3

Settlement Calculations
Developed by Deltares

Company: Lankelma-WIHA
Dongle client ID: 01-03523-006

Date of report: 16-1-2021
Time of report: 13:40:39

Date of calculation: 16-1-2021
Time of calculation: 13:38:44

Filename: C:\.\1903032 Heerewaarden_met verkeerbelasting2_non uniform

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PL Lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	3
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Verticals	5
3 Results per Vertical	6
4 Settlements	7
4.1 Settlements	7
4.2 Residual Times	7

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
8 - X -	-50,000	-0,700	-0,700	0,000	0,000
8 - Y -	7,200	7,200	6,200	6,200	7,200
8 - X -	50,000				
8 - Y -	7,200				
7 - X -	-50,000	50,000			
7 - Y -	5,500	5,500			
6 - X -	-50,000	50,000			
6 - Y -	4,500	4,500			
5 - X -	-50,000	50,000			
5 - Y -	3,800	3,800			
4 - X -	-50,000	50,000			
4 - Y -	3,500	3,500			
3 - X -	-50,000	50,000			
3 - Y -	3,200	3,200			
2 - X -	-50,000	50,000			
2 - Y -	-0,300	-0,300			
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	-1,200	-1,200			
0 - X -	-50,000	50,000			
0 - Y -	-13,000	-13,000			

2.2 PL Lines

PL line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-50,000	50,000			
1 - Y -	5,000	5,000			

2.3 General Data

Soil model:	NEN Bjerrum
Consolidation model:	Darcy
Strain model:	Linear
Groundwater level:	Initial determined by PL-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m³]
Stress distribution	
- Soil:	Boussinesq
- Loads:	None
End of consolidation:	55000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
Creep rate reference time:	1,000 [days]
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapezoidal Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
8	Zand matig	1	1
7	Zand sterk siltig	1	1
6	Klei zandig slap	1	1
5	Zand sterk siltig	1	1
4	klei zandig matig	1	1

Layer number	Material name	PL-line top	PL-line bottom
3	Zand sterk siltig	1	1
2	Klei zandig slap	1	1
1	Zand matig	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
8	Yes	18,00	20,00
7	Yes	18,00	20,00
6	No	16,00	17,00
5	Yes	18,00	20,00
4	No	17,00	18,00
3	Yes	18,00	20,00
2	No	16,00	17,00
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Storage type	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Vertical permeability [m/s]	Permeability strain mod. [m/s]	Initial vertical permeability [m/s]
8	Vert. cons.	-	-	-	-
7	Vert. cons.	-	-	-	-
6	Vert. cons.	1,00E-08	-	-	-
5	Vert. cons.	-	-	-	-
4	Vert. cons.	1,00E-08	-	-	-
3	Vert. cons.	-	-	-	-
2	Vert. cons.	1,00E-08	-	-	-
1	Vert. cons.	-	-	-	-

Layer number	POP [kN/m²]	OCR [-]	Equiv. age [days]
8	2,00	-	-
7	2,00	-	-
6	2,00	-	-
5	2,00	-	-
4	2,00	-	-
3	2,00	-	-
2	2,00	-	-
1	2,00	-	-

Layer number	Secondary swelling type	Secondary swelling factor [-]	Unloading stress ratio [-]
8	Full	-	-
7	Full	-	-
6	Full	-	-
5	Full	-	-
4	Full	-	-
3	Full	-	-
2	Full	-	-
1	Full	-	-

Layer number	Reloading/ swelling ratio RR [-]	Compression ratio CR [-]	Coeff. of sec. compression Ca [-]	Reloading/ swelling index Cr [-]	Compression index Cc [-]	Initial void ratio (e0) [-]
8	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-
7	0,0038000	0,0115200	0,0000000	-	-	-
6	0,0770000	0,4600000	0,0190000	-	-	-
5	0,0038000	0,0115200	0,0000000	-	-	-
4	0,0380000	0,2500000	0,0050000	-	-	-
3	0,0038000	0,0115200	0,0000000	-	-	-
2	0,0770000	0,4600000	0,0190000	-	-	-
1	0,0013000	0,0038000	0,0000000	-	-	-

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m ³]	Saturated [kN/m ³]
1	-1	20,00	20,00
2	0	23,00	23,00
3	31000	50,00	50,00
4	48000	100,00	100,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	-0,70	0,00				
1 - Y -	7,20	7,20				
2 - X -	-0,70	-0,70	0,00	0,00		
2 - Y -	7,20	11,20	11,20	7,20		
3 - X -	0,50	0,50	3,00	3,00		
3 - Y -	7,20	8,20	8,20	7,20		
4 - X -	0,50	0,50	1,50	1,50		
4 - Y -	7,20	8,20	8,20	7,20		

2.7 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1	-0,300				

Discretisation = 100

3 Results per Vertical

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-0,30	0,00	6,20	0,272

4.2 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	0	0,000	0,000	0,272
	1000	0,172	63,389	0,099
	10000	0,206	75,893	0,065
	20000	0,216	79,364	0,056
	31000	0,222	81,549	0,050
	35000	0,258	95,028	0,014
	48000	0,249	91,589	0,023
	55000	0,272	100,000	0,000

End of Report

Bijlage 5 : Berekeningsresultaten zetting

Berekening draagvermogen en zetting voor funderingen op staal volgens NEN 9997-1

Bepaling van de weerstand tegen belasting in de uiterste grenstoestand en zetting in de bruikbaarheidsgrenstoestand middels analytische methode.

Grondparameters

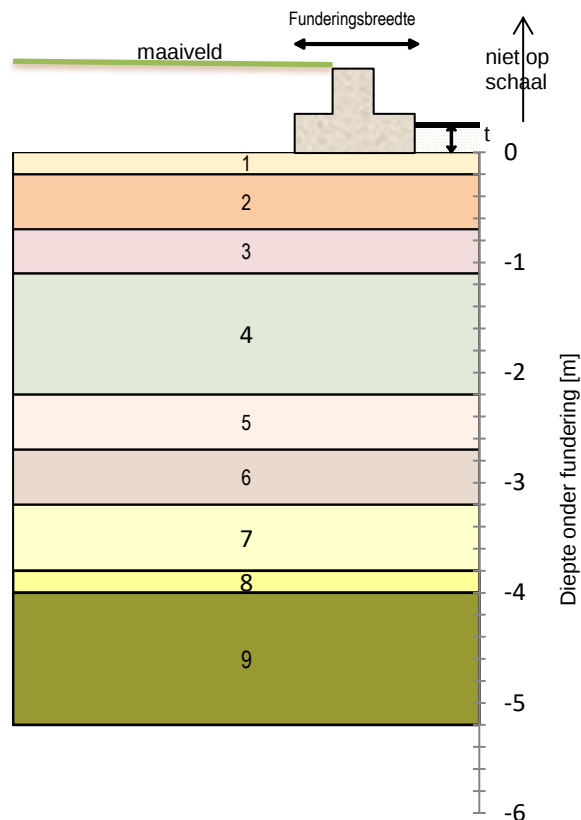
De representatieve waarden van de grondparameters van de verschillende bodemlagen zijn op basis van het grondonderzoek ingeschat aan de hand van tabel 2.b uit de NEN 9997, eventueel i.c.m. algemene/locale kennis en ervaring.

Materiaalfactoren

	draagkracht	zakking
- Volumiek gewicht	1,1	1
- Tangent hoek inwendige wrijving	1,15	1
- Ongedraineerde schuifsterkte	1,35	1
- Cohesie	1,6	1

Uitgangspunten project (berekeningsaannamen)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	7,20 [m tov NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	7,20 [m tov NAP]
Hoek maaiveld met horizontaal	0,0 [°]
Aanlegniveau fundering	6,20 [m tov NAP]
Hoge grondwaterstand	4,0 [m tov NAP]
Lage grondwaterstand	0,8 [m tov NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m²]
Volumiek gewicht gronddekking droog / nat	17/ 19 [kN/m³]
maatgevend gestelde dikte gronddekking	0,80 [m]



figuur 1.1 - Schematisatie van de bodemopbouw

Opmerking t.a.v. grondverbetering

niet van toepassing

tabel 1.2 - representatieve waarden van de gehanteerde grondparameters voor de oorspronkelijke bodemopbouw

laag	onderzijde [m tov NAP]	γ [kN/m³]	γ_{sat} [kN/m³]	ϕ' [°]	c' [kN/m²]	c_{undr} [kN/m²]	CR [-]	C_{α} [-]	c_v [m/s²]
1	6,0	18,0	20,0	30,0	0,0	0,0	0,005	0,000	
2	5,5	18,0	20,0	27,5	0,0	0,0	0,012	0,000	
3	5,1	18,0	20,0	32,5	0,0	0,0	0,004	0,000	
4	4,0	14,0	15,0	22,5	0,0	40,0	0,460	0,019	1,0E-08
5	3,5	17,0	19,0	30,0	0,0	0,0	0,011	0,000	
6	3,0	14,0	15,0	22,5	0,0	40,0	0,460	0,019	1,0E-08
7	2,4	17,0	19,0	30,0	0,0	0,0	0,011	0,000	
8	2,2	18,0	19,0	27,5	0,0	120,0	0,051	0,004	1,0E-08
9	1,0	18,0	20,0	32,5	0,0	0,0	0,004	0,000	

tabel 1.3 - representatieve waarden van de gehanteerde grondparameters voor grondverbetering en/of ophoging

Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m³	t	gronddekking	m
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m³	$\sigma'_{max;d}$	rekenwaarde funderingsdruk	kPa
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	R_d	rekenwaarde verticale draagkracht	kN
c'	effectieve cohesie	kN/m²	s_1	primaire zakking	mm
c_{undr}	ongedraineerde schuifsterkte	kN/m²	s_2	secundaire zakking	mm
CR	compression ration ($C_c/(1+e_0)$)	-	s	totale zakking	mm
C_{α}	secundaire samendrukkingsindex	-	$k_{v;d}$	rekenwaarde statische beddingscoëfficiënt	kN/m²
e_0	poriëngetal van de grond	-			

* De grondontspanning die optreedt ten gevolge van de bouwputontgraving, is NIET verdisconteerd in de zakkingsberekening

Draagvermogen voor (meewerkende) strokenfundering volgens NEN 9997-1

Berekening van de weerstand tegen belasting loodrecht op het oppervlak van de fundering volgens NEN 9997 H6. Voor zand en grind wordt enkel de gedraineerde toestand beschouwd, voor klei, silt en andere grondsoorten worden zowel de gedraineerde als de ongedraineerde toestand onderzocht. In tabel 2.1 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

tabel 2.1 - Rekenwaarden maximale funderingsdruk en weerstand tegen belasting

[illegible]

* Bij permanente gronddekking: 0,8 m

** De maatgevende toestand is dik gedrukt

Voor de maatgevende toestand worden in tabel 2.2 de rekenwaarden maximale funderingsdruk en het draagcormogen weergegeven bij verschillende dikten van gronddekking (indien van toepassing).

tabel 2.2 - Rekenwaarde maximale funderingsdruk en draagkracht bij aangegeven dikte gronddekking

[illegible]

Zakkingsberekening voor strokenfundering volgens NEN 9997-1

Berekening van de zakking van de bovenkant van het funderingselement, waarbij de gebruiksbelasting (V) is afgeleid van het draagvermogen (belastingfactor =1,0) of een opgegeven maximum betreft. Submerging is verdisconteerd in deze berekening. De beddingscoëfficiënten zijn afgeleid van vermelde primaire zakkingen.

In tabel 3.1 zijn de berekeningsresultaten weergegeven.

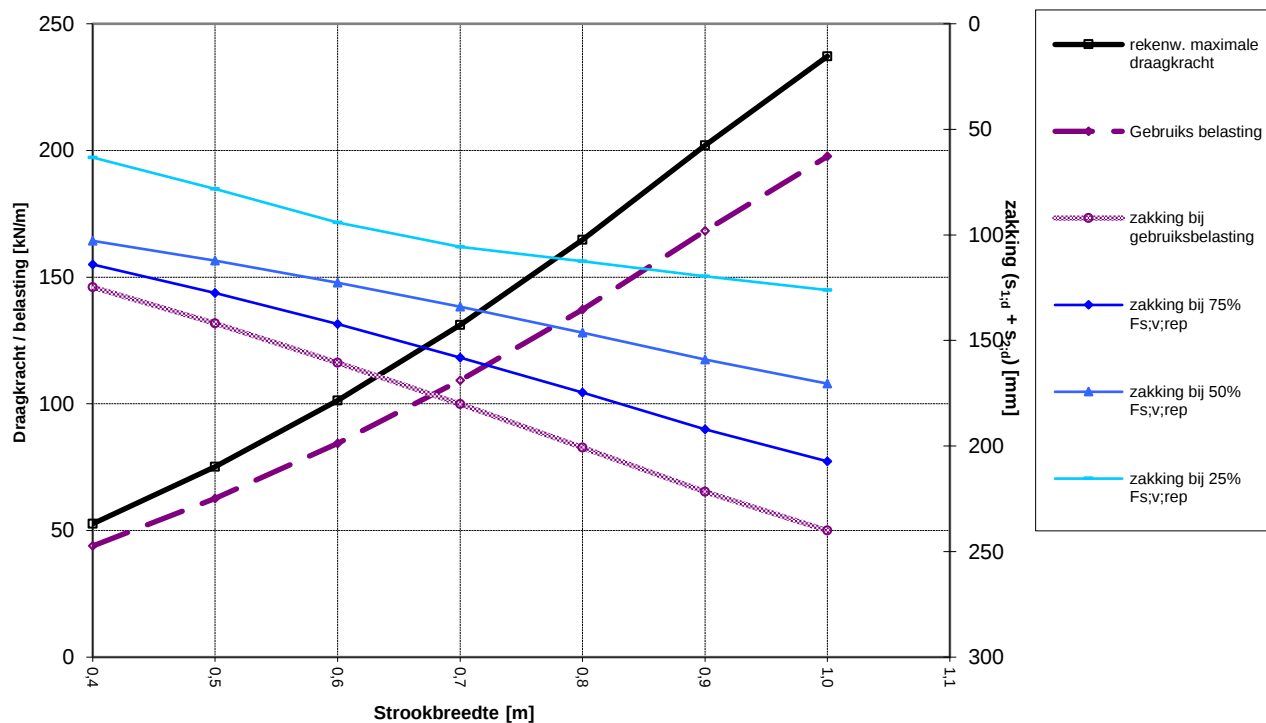
tabel 3.1 - Rekenwaarden zakking en statische beddingscoëfficiënt (gronddekking 0,8 m)

[illegible]

* Berekend cf. NEN 9997 (spanningsonafhankelijk, dag 30 - ∞)

Draagkracht- en zakkingsgrafiek

In de onderstaande draagkracht - zakkingdsgrafiek zijn de zakkingen weergegeven bij verschillende momentane belastingen en strookbreedten.





lankelma

Geo- milieu en funderingstechniek

Technisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk.
- Sonderen met (track)truck, minirups, demontabel en hand
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrukken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren (tot circa 5 m)
- Geotechnische monitoring
- Doorlatendheidsmetingen verzadigde en onverzadigde zone
- Palen doormeten (akoestisch)
- Onderzoek naar niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieukunde

- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de (water)bodem
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion
- Partijkeuring
- Bouwstoffenkeuring
- Onderzoek PFAS

Geotechnisch en geohydrologisch advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, barrièrewerking, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag, MER aanmeldnotitie
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies, inclusief voorbelasting, zettingsversnelling
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Civieltechnisch hergebruik grond
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek: (hoogtemodellen, zanddiepte kaarten, etc)
- Algemene expertise, controle grondverbetering

Geotechnisch laboratorium

- Classificatieproeven, volumegewicht, watergehalte
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Samendrukkingsproeven, CRS
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden
- Triaxiaalproeven
- Directe afschuifproef (DS), Direct Simple Shear (DSS)
- Diverse RAW-proeven (oa. 2, 9, 10, 11, 13, 14, 28, 35)
- Fotoboring
- Advies omtrent uitvoering (swijze) en belastingtrappen
- Digitaal bestel- en informatieportaal: www.siltlab.nl