



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Risicoanalyse

Vervangen riolering aan de Westerd te Peize

VN-81030-2 | 16 juni 2022



Grondonderzoek



Geotechnisch
Laboratorium



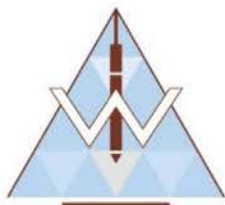
Geomonitoring



GeolCT



Advies



Onderwerp: Vervangen riolering aan de Westerd te Peize
Projectnummer: VN-81030-2
Opdrachtgever: Gemeente Noordenveld
Contactpersoon: [REDACTED]

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	16 juni 2022	

Opgesteld door:	[REDACTED]
Handtekening:	5.1.2e [REDACTED]
Documentnummer:	R84072
Status:	Definitief
Vrijgegeven door:	[REDACTED] 5.1.2e



Inhoudsopgave

blad

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Referenties	4
1.3	Kwaliteitswaarborging	4
1.4	Leeswijzer.....	5
2	Projectomschrijving.....	6
3	Bodemopbouw.....	9
3.1	Beschikbaar grondonderzoek.....	9
3.2	Maaiveldhoogte.....	9
3.3	Bodemopbouw	10
3.4	Grondwaterstand.....	10
4	Funderingswijze	12
5	Risico op schade en monitoring.....	13
5.1	Trillingen	13
5.2	Zettingen	14
6	Risico op draagkrachtverlies	16
6.1	Algemeen	16
6.2	Invloedsbreedte	17
6.3	Analyse rioleringswerkzaamheden.....	17
7	Conclusies en aanbevelingen.....	18

Bijlagen

1	Trillingsrichtlijn
---	--------------------



1 Inleiding

In opdracht van Gemeente Noordenveld te Roden heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. risicoanalyse opgesteld ten behoeve van het vervangen van de riolering aan de Westerd te Peize.

1.1 Aanleiding en doel

Ten behoeve van de rioleringswerkzaamheden zullen ontgravingswerkzaamheden uitgevoerd worden. De ontgravingswerkzaamheden zullen op korte afstand van bestaande bebouwing uitgevoerd worden. Als gevolg van deze ontgravingswerkzaamheden kan bij panden in de omgeving die op staal zijn gefundeerd, een verlies van draagvermogen optreden. Aangezien de ontgravingsdieptes groter zijn dan 0,8 m-mv dient conform het bouwprotocol van de gemeente Noordenveld het effect van de ontgravingswerkzaamheden op de belendende bebouwing beschouwd te worden.

1.2 Referenties

Het grondonderzoek voor onderhavig project is eveneens door ons bureau uitgevoerd. Dit grondonderzoek is gerapporteerd in onderstaand document:

Ref [1] Geotechnisch onderzoek, Vervangen riolering aan de Westerd te Peize, Wiertsema & Partners, VN-81030-1, R83419, d.d. 12 mei 2022.

Daarnaast is gebruik gemaakt van onderstaande door de opdrachtgever aangeleverde documenten:

Ref [2] WP-ARC-SI-00-DR-CE-SO-2100_Rioolplan.pdf

Ref [3] grondwaterstanden sinds mei 2019 de Westerd.docx

Ref [4] grondwaterstand Peize csv_chart_export_2022-03-14_095206.csv

Ref [5] funderingstekeningen

Op basis van deze gegevens is reeds door ons bureau een bemalingsadvies opgesteld. Dit bemalingsadvies is gerapporteerd in onderstaand document:

Ref [6] Bemalingsadvies, Vervangen riolering aan de Westerd te Peize, Wiertsema & Partners, VN-81030-2, R83909, d.d. 9 juni 2022.

1.3 Kwaliteitswaarborging

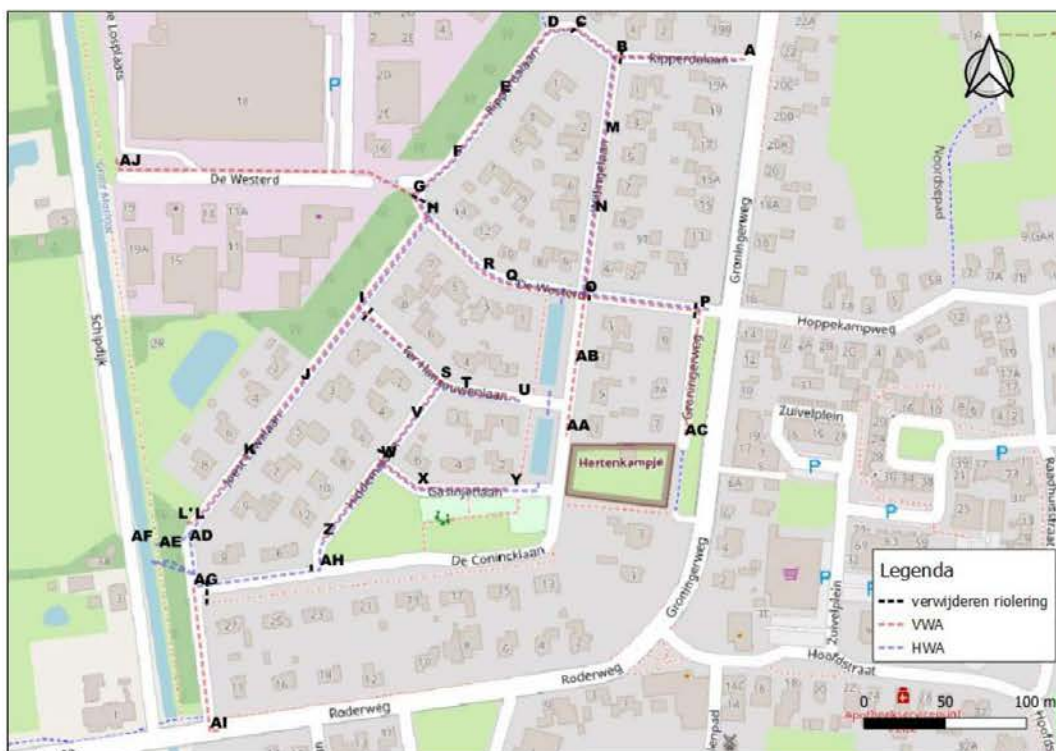
De werkzaamheden zijn verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieu-managementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een V&G-beheersysteem VCA**.

1.4 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk volgt in het tweede hoofdstuk een projectbeschrijving. In hoofdstuk 3 volgt een beschrijving van de bodemopbouw. In hoofdstuk 4 wordt de funderingswijze van de belenden bebouwing beschouwd. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de risico's bij het bouwen in een bebouwde omgeving en hoe er gemonitord kan worden. In hoofdstuk 6 wordt het risico op een verlies van draagvermogen beschouwd. Indien voor een belendend pand sprake is van een risico op verlies van draagvermogen zijn in dit hoofdstuk grondontspanningsberekeningen uitgevoerd. Tot slot staan in hoofdstuk 7 de conclusie en aanbevelingen.

2 Projectomschrijving

Het project omvat werkzaamheden aan de riolering te Peize. Naast het relinen en volschuimen van bestaande riolering wordt tevens een gescheiden rioolstelsel aangebracht voor HWA en VWA. In figuur 2.1 is het nieuw aan te brengen riooltracé weergegeven. Het maaiveld verloopt van hoog in het zuidoosten naar laag in het noordwesten. De B.O.B. niveaus volgen uit het door de opdrachtgever aangeleverde rioolplan. Voor de maximale ontgravingniveaus wordt uitgegaan van een niveau van 0,1 m- B.O.B. niveau. In tabel 2.1 is per trace de maatgevende ontgraving gegeven.



Figuur 2.1 Projectlocatie en overzicht rioleringswerkzaamheden

Tabel 2.1 Bouwplangegevens

Tracé (zie fig. 2.1)	Maaiveld (m NAP)			lengte (m)	Leiding	BOB (m NAP)		Ontgravings niveau (m NAP)	GWS verlaging (m NAP)	GWS verlaging (m- mv)
	max	min	gem			van	tot			
A - B	1,6	0,9	1,3	78	DWA	-0,33	-0,59	-0,69	-1,0	2,2
					HWA	-0,05	-0,20			
B - C - D	0,9	0,8	0,9	49	DWA	-0,59	-0,73	-0,83	-1,1	2,0
					HWA	-0,48	-0,55			
D - E	0,8	0,8	0,8	50	DWA	-0,73	-0,88	-0,98	-1,3	2,1
					HWA	-0,55	-0,61			
E - F - G	0,9	0,8	0,9	82	DWA	-0,88	-1,13	-1,23	-1,5	2,4
					HWA	-0,61	-0,72			
G - H - R	0,9	0,7	0,8	65	DWA	-1,16	-1,06	-1,26	-1,6	2,4
					HWA	-0,75	-0,68			
R - Q - O	0,9	0,8	0,9	65	DWA	-1,06	-0,92	-1,16	-1,5	2,3
					HWA	-0,70	-0,63			
O - P	0,9	1,5	1,2	77	DWA	-0,35	-0,11	-0,60	-0,9	2,1
					HWA	-0,50	-0,35			
P - AC	1,5	1,4	1,5	80	DWA	-0,11	0,15	-0,21	-0,5	2,0
B - M	0,9	0,8	0,9	50	DWA	-0,59	-0,70	-0,80	-1,1	2,0
					HWA	-0,48	-0,53			
M - N	0,8	0,8	0,8	50	DWA	-0,70	-0,81	-0,91	-1,2	2,0
					HWA	-0,53	-0,58			
N - O	0,9	0,8	0,9	50	DWA	-0,81	-0,92	-1,02	-1,3	2,2
					HWA	-0,58	-0,63			
O - AB - AA	1,2	0,9	1,1	80	DWA	-0,46	-0,17	-0,56	-0,9	1,9
H - I	0,9	0,8	0,9	70	DWA	-1,16	-1,30	-1,40	-1,7	2,6
					HWA	-0,75	-0,90			
I - S	1,2	0,9	1,1	62	DWA	-0,50	-0,37	-0,96	-1,3	2,3
					HWA	-0,86	-0,79			
S - T - U	1,2	1,1	1,2	50	DWA	-0,37	-0,20	-0,89	-1,2	2,3
					HWA	-0,79	-0,59			
I - J	1,0	0,9	1,0	60	DWA	-1,30	-1,42	-1,52	-1,8	2,8
					HWA	-0,90	-0,96			
J - K	1,1	0,9	1,0	60	DWA	-1,42	-1,54	-1,64	-1,9	2,9
					HWA	-0,96	-1,02			
K - L/L'	0,9	0,7	0,8	55	DWA	-1,54	-1,64	-1,74	-2,0	2,8
					HWA	-1,02	-1,08			
AD - AE	0,7	0,7	0,7	5	HWA	-2,50	-2,50	-2,60	-2,9	3,6
AE - AF	0,7	0,4	0,6	20	HWA	-1,15	-1,20	-1,30	-1,6	2,2
AD - AG - AH - Z	1,3	0,7	1,0	130	HWA	-1,04	-0,92	-1,14	-1,4	2,4



Tracé (zie fig. 2.1)	Maaiveld (m NAP)			lengte (m)	Leiding	BOB (m NAP)		Ontgravings niveau (m NAP)	GWS verlaging (m NAP)	GWS verlaging (m- mv)
	max	min	gem			van	tot			
S - V - W	1,4	1,2	1,3	60	DWA	-0,37	-0,19	-0,95	-1,3	2,6
					HWA	-0,79	-0,85			
W - Z	1,4	1,3	1,4	60	DWA	-0,19	-0,01	-1,01	-1,3	2,7
					HWA	-0,85	-0,91			
W - X - Y	1,5	1,4	1,5	105	DWA	-0,19	0,06	-0,31	-0,6	2,1
					HWA	-0,21	-0,10			
AG - AI	1,5	0,7	1,1	88	HWA	-1,4	-1,2	-1,5	-1,8	2,9
G - AJ	1,0	0,6	0,8	180		-1,13	-0,57	-1,23	-1,5	2,3



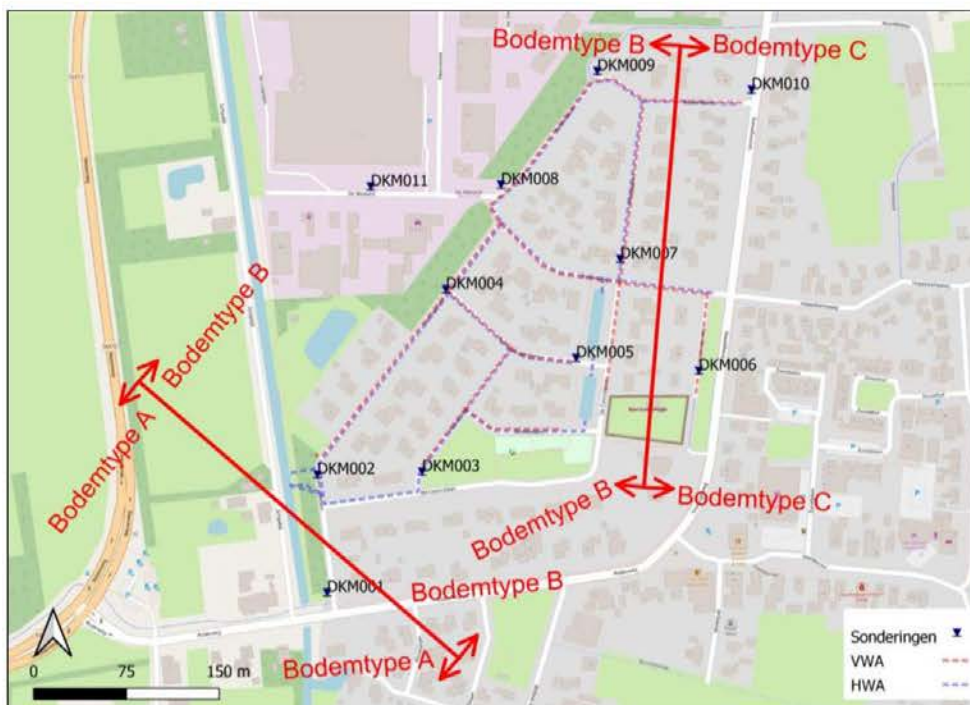
3 Bodemopbouw

3.1 Beschikbaar grondonderzoek

Het beschikbare grondonderzoek is gerapporteerd in Ref [1] en heeft bestaan uit het verrichten van:

- 11 continue sonderingen met elektrische conus en kleefregistratie uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3 tot circa 15 m-mv;
- 4 handboringen tot circa 3 m-mv;
- 22 hoogtemetingen.

De resultaten van het grondonderzoek zijn vastgelegd ten opzichte van N.A.P. De locaties van de onderzoekspunten zijn weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1 Spreiding verschillende bodemtypes

3.2 Maaiveldhoogte

De ingemeten maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten varieerde ten tijde van het grondonderzoek van N.A.P. +1,7 m tot +0,6 m.

De hoogtebepaling van de onderzoekspunten is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw in te meten ten opzichte van N.A.P. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

3.3 Bodemopbouw

Op basis van regionaal grondmodel Regis kan de bodem in geologisch opzicht als volgt geclassificeerd worden. Vanaf maaiveld wordt een zandpakket aangetroffen. Dit pakket is opgebouwd uit zanden behorende tot de formatie van Boxtel en van Peelo. De dikte van de zanden behorende tot de Formatie van Boxtel variëren van enkele meters tot 10 m. Vervolgens wordt tot -60 m NAP afzettingen aangetroffen behorende tot de Formatie van Peelo. De samenstelling van dit pakket is zeer divers van (pot-)klei tot fijne en grove zanden. De verschillen kunnen groot zijn over kleine afstanden. Vervolgens wordt een circa 100m dik goed doorlatend zandpakket aangetroffen bestaande uit zanden behorend tot de Formatie van Appelscha en Peize/Waalre.

Uit het uitgevoerde grondonderzoek blijkt dat er sprake is van een grote variatie in bodemopbouw. Niet alleen de afwisseling tussen de verschillende bodemlagen (klei en/of leem en zand) variëren sterk, ook de samenstelling van het zand is sterk variabel. Waar bij de ene sondering fijner zand wordt aangetroffen (vgl DKM011) wordt bij een andere zeer grof zand aangetroffen (vgl DKM010). Het plangebied kan grofweg geschematiseerd worden in een drietal verschillende type geohydrologische bodemopbouw (zie tabellen 3.1 t/m 3.3 en figuur 3.1).

Tabel 3.1 Bodemtype A (DKM001)

Diepte (m NAP)		Samenstelling	Geohydrologische eenheid
maaiveld	tot -5,5	zand	Watervoerend pakket
-5,5	tot max verkende diepte van -14,5	(pot-)klei	Scheidende laag

Tabel 3.2 Bodemtype B (DKM003, -004, -005, -007, -008, -009 en -011)

Diepte (m NAP)		Samenstelling	Geohydrologische eenheid
maaiveld	tot -0,8 à -4,2	zandtoplaag	watervoerend
-0,8 à -4,2	tot -2,5 à -6,7	afwisselend leem / klei en zand	waterremmend
-2,5 à -6,7	tot max verkende diepte van -15	zand	watervoerend pakket

Tabel 3.3 Bodemtype C (DKM006 en -010)

Diepte (m NAP)		Samenstelling	Geohydrologische eenheid
maaiveld	tot max verkende diepte van -13,5	grove zanden	watervoerend pakket

3.4 Grondwaterstand

Verspreid over het gebied zijn 5 peilbuizen aanwezig, waarbij de grondwaterstanden vanaf medio 2019 zijn gemeten. Deze gegevens zijn door de opdrachtgever aangeleverd. Op basis van de meetgegevens blijkt de grondwaterstroming het maaiveldniveau te volgen en oost-west gericht te zijn. De meetgegevens zijn samengevat in tabel 3.4.



Tabel 3.4 GxG gegevens peilbuisregistraties

Peilbuis	GLG (m NAP)	GG (m NAP)	GHG (m NAP)
Pb 1.28	-0,34	0,02	0,39
Pb 1.29	0,07	0,43	0,84
Pb 1.30	0,15	0,54	0,86
Pb 1.31	0,14	0,53	0,87
Pb 1.32	-0,11	0,20	0,48

4 Funderingswijze

Door de opdrachtgever zijn van de belendende panden bouwtekeningen aangeleverd. Uit de bouwtekeningen blijkt dat de belendende panden op staal zijn gefundeerd. Op basis van het aangetroffen bodemprofiel was dit ook de verwachting. De panden zijn gefundeerd op staal middels een strokenfundering.

Panden die op staal (stroken of plaatfundering) gefundeerd zijn, zijn gevoelig voor een verlies aan draagvermogen als gevolg van een grondontspanning door ontgravingswerkzaamheden in de directe omgeving.

De strookbreedtes van funderingen op staal zijn op basis van de funderingstekeningen bepaald op circa 0,4 à 0,5 m. Niet op alle tekeningen is de strookbreedte daadwerkelijk benoemd. Op basis van de op schaal getekende doorsneden is de strookbreedte dan bepaald. Gezien de type woningen op de projectlocatie wordt verwacht dat een strookbreedte van 0,5 m representatief is voor alle woningen. De funderingsstroken zijn allen aangelegd op een vorstvrijniveau van circa 0,8 à 1,0 m-mv.

5 Risico op schade en monitoring

Bij bouwactiviteiten in een bebouwde omgeving is er een verhoogd risico op schade aan belendende bebouwing. Schade aan gebouwen kan veroorzaakt worden door zowel trillingen en zettingen. Schade aan bebouwing kan veroorzaakt worden door de onderstaande oorzaken.

1. Trillingen
2. Zettingen
 - a. Als gevolg van trillingen
 - b. Als gevolg van grondwaterstand-/stijghoogtedaling
 - c. Deformatie van ontgraving

Het risico op schade aan de belendende bebouwing door de werkzaamheden is afhankelijk van de funderingswijze en de bouwkundige staat van de panden. De panden op de projectlocatie zijn gefundeerd op staal.

Panden die op stroken gefundeerd zijn, zijn gevoelig voor een verlies van draagvermogen als gevolg van een grondontspanning en het optreden van zettingen als gevolg van een grondwaterstandverlaging.

In het kader van proactieve risicobeheersing, zoals beschreven in het bouwprotocol van de gemeente Noordenveld, wordt aanbevolen om trillingen, zettingen en de grondwaterstand preventief te monitoren nabij de op staal (stroken) gefundeerde panden. Op deze wijze kan vastgesteld worden of de werkzaamheden invloed op de belende bebouwing hebben gehad.

5.1 Trillingen

De rioleringswerkzaamheden worden niet aangemerkt als werkzaamheden waarbij significante trillingen veroorzaakt worden. Derhalve is het monitoren van trillingen ons inziens niet noodzakelijk. Indien wel trilling veroorzakende werkzaamheden uitgevoerd worden, kunnen deze trillingen in de ondergrond doorwerken naar de belendende bebouwing. Grenswaarden voor trillingen naar belendende bebouwing zijn gegeven in bijlage 1.

5.2 Zettingen

Het optreden van zettingen kan het gevolg zijn van een dalende grondwaterstand/stijghoogte en/of door trillingen. Aangezien er geen sprake is van trillingsveroorzakende werkzaamheden kan deze oorzaak uitgesloten worden. In het bemalingsadvies (zie Ref[6]) is per type bodemopbouw het risico op zettingen als gevolg van een dalende grondwaterstand als gevolg van een bemaling beschouwd. In alle gevallen geldt wel dat wordt geadviseerd om niet meer en langer te onttrekken dan het strikt noodzakelijke.

Bodemtype C

Voor bodemtype C geldt dat het bodemprofiel voornamelijk bestaat uit zandige afzettingen waardoor er als gevolg door de bemaling hier geen significante zettingen worden verwacht.

Bodemtype A

Dit bodemtype ligt op de grens van het plangebied. Voor bodemtype A geldt dat onder een 6 m dikke zandtoplaag een dik (pot-)klei pakket aangetroffen wordt. Ook hier geldt dat als gevolg van de bemaling geen significante zettingen worden verwacht.

Bodemtype B

De samenstelling van dit bodemtype is complexer. De zettingsgevoeligheid is afhankelijk van de dikte, diepte ligging en samenstelling van de leem of kleilagen. Aangezien het voorkomen van deze laag sterk variabel is, is ook de zettingsverwachting sterk variabel. Uitgaande van een 1 m dikke kleilaag op een diepte van 3 tot 4 m- maaiveld (DKM004) dient rekening te worden gehouden met maaiveldzettingen in orde grootte van 0,5 à 1 cm binnen een straal van 50 m van de bemaling.

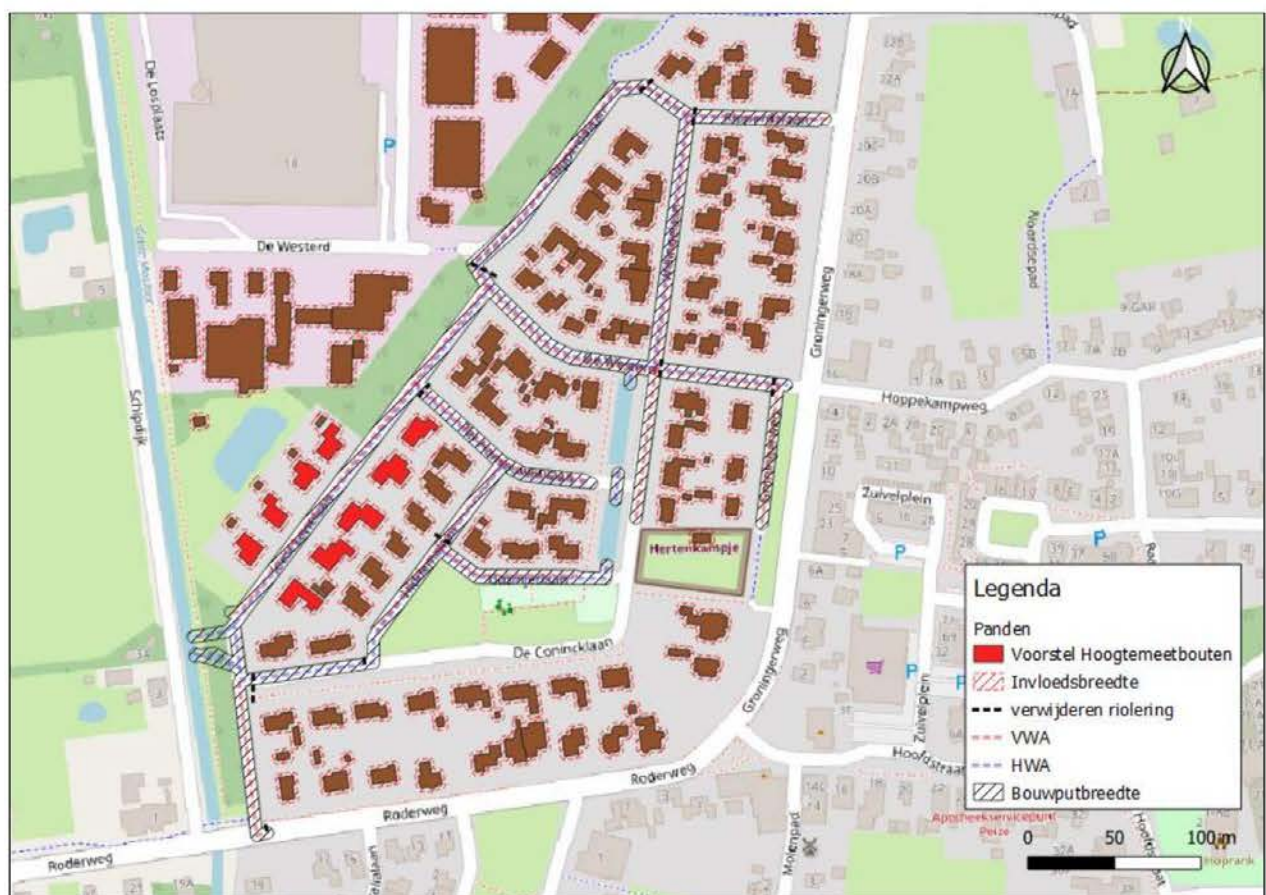
Daarnaast kunnen zettingen optreden als een gevolg van een instabiliteit door het optreden van een afnemend draagvermogen door de ontgravingswerkzaamheden. Deze worden in hoofdstuk 6 beschouwd.

Door de bemalingswerkzaamheden is er een risico op zettingen als gevolg van een grondwaterstands daling. De verwachte zettingen bedragen 0,5 tot 1 cm binnen een straal van 50 m van de werkzaamheden. Voor op staal gefundeerde bebouwing en leidingen geldt dat deze in zekere zin de maaiveldzakking zullen volgen. In het algemeen geldt dat daar waar deze zakkingen ongelijkmatig zijn de kans bestaat dat schade optreedt. Het uiteindelijke schaderisico is afhankelijk van de aard en bouwtechnische conditie van de bebouwing.



Gezien de verwachte beperkte zettingen adviseren wij een extensieve zettingsmonitoring uit te voeren met als doel de in het bemalingsadvies beschreven uitgangspunten te verifiëren. Hiertoe adviseren wij verspreid over het projectgebied enkele hoogtemeetpunten te plaatsen, met name nabij de diepste ontgravingen omdat daar het risico het grootst is. De ontgravingsdiepte is het grootst aan de Joest Lewelaan (2,5 m-mv). Wij adviseren om aan de panden aan deze weg hoogtemeetpunten te plaatsen. Het is nog onduidelijk waar de werkzaamheden aan zullen vangen. Wij adviseren ook hoogtemeetpunten te plaatsen aan de straat waar wordt aangevangen met de werkzaamheden. Op deze wijze wordt bij de start van de werkzaamheden inzicht verkregen in het effect van de bemalingswerkzaamheden.

De hoogtemeetpunten dienen voor de start van de werkzaamheden ingemeten te worden. Door de hoogtemeetpunten tijdens en na de werkzaamheden opnieuw in te meten kan de zetting van de belendende bebouwing in beeld worden gebracht. In figuur 5.1 is een voorstel gedaan voor de locaties van deze hoogtemeetpunten. Naast hoogtemetingen adviseren wij om voor alle woningen binnen een straal van 50 m van de werkzaamheden een exterieure bouwkundige vooropname te doen. Op deze wijze wordt de staat van de belende bebouwing vooraf aan de werkzaamheden opgenomen en kan hier na de werkzaamheden op teruggevalen worden.



Figuur 5.1 Voorstel plaatsen hoogtemeetbouten

De grenswaarden van zetting zijn te definiëren als relatieve zetting (t.o.v. de nulmeting). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de panden waterpas staan voor de start van de werkzaamheden. Voor het bepalen van de grenswaarde van de relatieve zetting is gebruik gemaakt van "Toelaatbare grenswaarden relatieve rotatie [Kock] uit CUR 166 4e druk, deel 1". Als maximaal toelaatbare hoekverdraaiing tussen 2 meetpunten (op een onderlinge afstand van maximaal 6 m) is 1/1200 (architectonische schade) aangehouden. Dit resulteert in een maximaal toelaatbaar onderling zettingsverschil van 5 mm. De alarmwaarde wordt gesteld op 4 mm. Bij deze waarden dient aangetekend te worden dat enkele panden mogelijk al reeds scheef staan. Hierdoor zullen lokaal strengere criteria toegepast moeten worden.

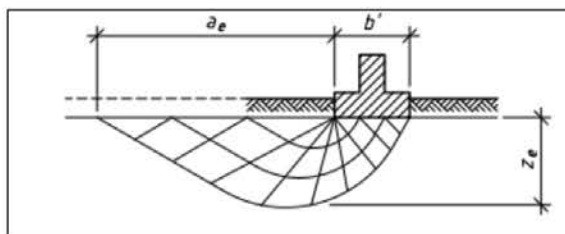
6 Risico op draagkrachtverlies

6.1 Algemeen

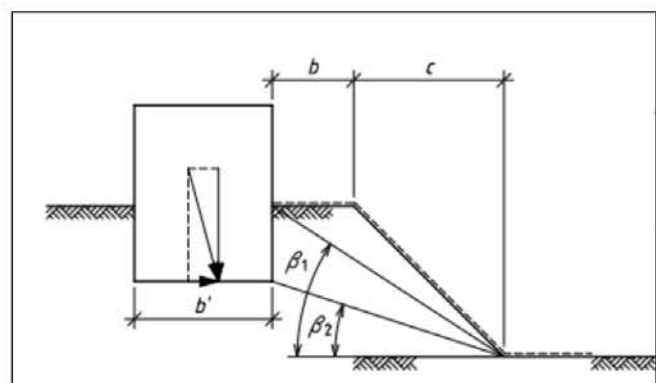
Bij ontgravingswerkzaamheden onder het aanlegniveau van een fundering op staal wordt de fundering ondermijnt. Het ondermijnen van de fundering heeft als gevolg dat de draagkracht van de fundering mogelijk afneemt of zelfs instabiel wordt.

Een verlies aan draagvermogen treedt op wanneer het talud van de ontgravingswerkzaamheden binnen de invloedsbreedte van de fundering aanvangt. De invloedsbreedte (a_e) van een fundering op staal is afhankelijk van de (meewerkende) strookbreedte en de grondslag direct onder het funderingselement. In figuur 6.1 zijn de invloedsbreedte en invloedsdiepte van een fundering op staal (strokenfundering) grafisch weergegeven.

Indien het talud van de fundering binnen de invloedsbreedte aanvangt, is er een risico op het verlies van draagvermogen. Dit verlies van draagvermogen kan inzichtelijk gemaakt worden door het uitvoeren van draagkrachtberekeningen conform Eurocode 7. In figuur 6.2 is de modelering van deze situatie weergegeven. Aan de hand van de hoek β worden in de draagkrachtberekening reductiefactoren in rekening gebracht waardoor het draagvermogen verminderd.



Figuur 6.1 Duiding van invloedsbreedte, -diepte en (meewerkende) strookbreedte

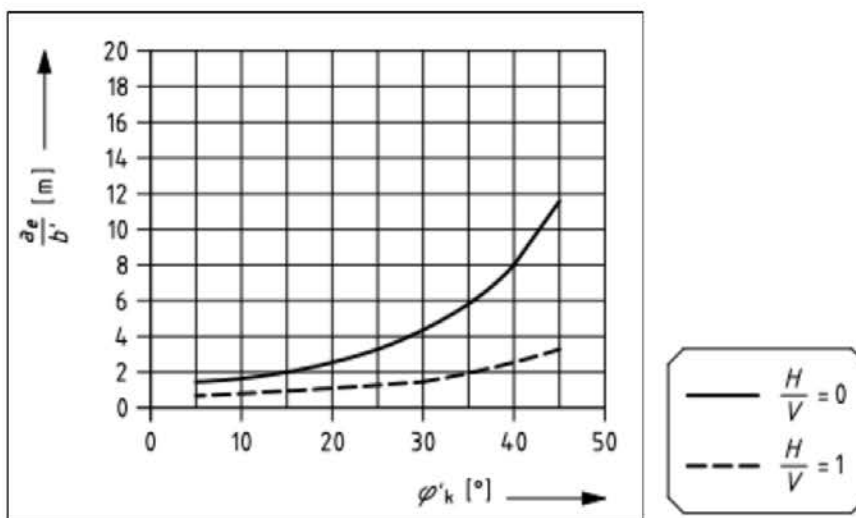


Figuur 6.2 Model van ontgraving nabij funderingselement

6.2 Invloedsbreedte

De invloedsbreedte van een fundering op staal is afhankelijk van de (meewerkende) strookbreedte en de grondslag direct onder het funderingsniveau. De grondslag onder het funderingsniveau bepaald de gemiddelde hoek van inwendige wrijving binnen de invloedsdiepte.

De hoek van inwendige wrijving en de invloedsdiepte zijn afhankelijk van elkaar. Middels een iteratieve berekening worden beide parameters voor een bodemprofiel bepaald. Met behulp van de vastgestelde gemiddelde hoek van inwendige wrijving kan de ratio tussen de invloedsbreedte en de (meewerkende) strookbreedte bepaald worden conform onderstaande grafiek. De te volgen lijn is afhankelijk van de ratio van de rekenwaarden van de belasting op het funderingselement.



Figuur 6.3 Bepaling ratio invloedsbreedte/breedte funderingsstrook versus de hoek van inwendige wrijving

6.3 Analyse rioleringswerkzaamheden

Bij de analyse van de invloedsbreedte is uitgegaan van een maatgevende strookbreedte van 0,5 m. Dit betreft de grootste aangetroffen strookbreedte langs het tracé van de rioleringswerkzaamheden. De grootste strookbreedte zal resulteren in de grootste invloedsbreedte.

Er wordt uitgegaan van een situatie waarin de gemiddelde hoek van inwendige wrijving 30° bedraagt. Dit is het geval indien een bodemprofiel voornamelijk uit zandafzettingen bestaat. Voor een dergelijke hoek van inwendige wrijving bedraagt de invloedsbreedte 2,15 m.

De ontgravingsdiepte van de rioleringswerkzaamheden varieert voor het HWA en VWA riool van circa 1,5 tot 2,5 m-mv. Lokaal zal over een klein traject tot 3,3 m-mv ontgraven worden. In de analyse is worst-case aangenomen dat de ontgravingsdiepte 2,5 m-mv bedraagt. Bij een ontgravingstalud van 1:1 en een werkbreedte in de bouwput van 2,0 m resulteert dit in een ontgravingsbreedte van 7,0 m.

In figuur 6.4 zijn de bouwputbreedte en de invloedsbreedte van de belendende panden getoond. Uit dit figuur blijkt dat de bouwputbreedte en de invloedsbreedte in het gehele projectgebied niet kruisen. Hierdoor kan in het gehele projectgebied de bouwputbreedte gerealiseerd worden zonder dat er sprake is van een rekenkundig verlies van draagvermogen.



Figuur 6.4 Invloedsbreedte funderingsstroken en bouwputbreedte

7 Conclusies en aanbevelingen

Bij bouwactiviteiten in een bebouwde omgeving is er een verhoogd risico op schade aan belendende bebouwing. Schade aan gebouwen kan veroorzaakt worden door zowel trillingen en zettingen. Het risico op schade aan de belendende bebouwing door de werkzaamheden is afhankelijk van de funderingswijze en de bouwkundige staat van de panden. De panden op de projectlocatie zijn gefundeerd op staal.

De rioleringswerkzaamheden worden niet aangemerkt als werkzaamheden waarbij significante trillingen veroorzaakt worden. Derhalve is het monitoren van trillingen ons inziens niet noodzakelijk. Het optreden van zettingen kan het gevolg zijn van een dalende grondwaterstand/stijghoogte en/of door trillingen. Aangezien er bij de werkzaamheden geen of nauwelijks trillingen worden veroorzaakt, kan deze oorzaak uitgesloten worden.

Door de bemalingswerkzaamheden is er een risico op zettingen als gevolg van een grondwaterstandsval. De verwachte zettingen bedragen 0,5 tot 1 cm binnen een straal van 50 m van de werkzaamheden. Voor op staal gefundeerde bebouwing en leidingen geldt dat deze in zekere zin de maaiveldzakking zullen volgen. In het algemeen geldt dat daar waar deze zakkingen ongelijkmatig zijn de kans bestaat dat schade optreedt. Het uiteindelijke schaderisico is afhankelijk van de aard en bouwtechnische conditie van de bebouwing.

Om het (mogelijk) optreden van zettingen te monitoren adviseren wij verspreid over het projectgebied enkele hoogtemeetpunten te plaatsen, met name nabij de diepste ontgravingen omdat daar het risico het grootst is. Deze hoogtemeetpunten dienen voor de start van de werkzaamheden ingemeten te worden. Door de hoogtemeetpunten tijdens en na de werkzaamheden opnieuw in te meten kan de zetting van de belendende bebouwing in beeld worden gebracht. Omdat enkel het zettingsverschil voor en na de werkzaamheden van belang is, volstaat het uitvoeren van drie metingen voor de werkzaamheden en drie na de werkzaamheden. De metingen kunnen maandelijks uitgevoerd worden.

In figuur 5.1 is een voorstel gedaan voor de locaties van deze hoogtemeetpunten. Naast hoogtemetingen adviseren wij om voor alle woningen binnen een straal van 50 m van de werkzaamheden een exterieure bouwkundige vooropname te doen. Op deze wijze wordt de staat van de belende bebouwing vooraf aan de werkzaamheden opgenomen en kan hier na de werkzaamheden op teruggevallen worden.

Zettingen zouden daarnaast op kunnen treden als een gevolg van een instabiliteit door het optreden van een afnemend draagvermogen door de ontgravingswerkzaamheden. In hoofdstuk 6 is geanalyseerd in welke mate de bouwputbreedtes kruisen met de invloedsbreedte van de fundering. Uit deze analyse blijkt dat in het gehele projectgebied de bouwputbreedte gerealiseerd kan worden zonder dat de invloedsbreedte gekruist wordt. Hierdoor is er rekenkundig geen risico op het verlies van draagvermogen.

Bijlage 1

Trillingsrichtlijn

Indien wel trilling veroorzakende werkzaamheden uitgevoerd worden, kunnen deze trillingen in de ondergrond doorwerken naar de belendende bebouwing. Met betrekking tot de toelaatbare trillingsniveaus is door de Stichting Bouw Research (SBR) in 2010 een drietal meet en beoordelingsrichtlijnen opgesteld waar per deel (A t/m C) de effecten c.q. gevolgen van de veroorzaakte trillingen worden beschreven. Richtlijn A gaat in op schade aan bouwwerken. Richtlijn B behandelt de hinder voor personen in gebouwen en in richtlijn C wordt ingegaan op storing aan apparatuur. Voor onderhavig project is richtlijn A, Schade aan bouwwerken aan de orde. De SBR trillingsrichtlijn deel A is in 2017 in gewijzigde vorm opnieuw uitgebracht.

In richtlijn A wordt onderscheid gemaakt tussen twee categorieën bouwwerken: beton-, hout- en/of staal constructies (categorie 1) en metselwerk (categorie 2). Daarnaast zijn er extra veiligheidsfactoren van monumentale gebouwen. Tevens wordt onderscheid gemaakt tussen het type fundering, te weten: trillingsgevoelige funderingen en niet trillingsgevoelige fundering.

Over het algemeen worden funderingen op staal (met uitzondering van funderingen op zeer vaste zandlagen) beschouwd als trillingsgevoelige funderingen en paalfunderingen als niet trillingsgevoelige funderingen. Dit onderscheid wordt gemaakt in verband met de kans dat door de in de ondergrond veroorzaakte trillingsniveaus een verdichting van minder compacte (zand)lagen kan ontstaan, hetgeen kan resulteren in zettingen van het maaiveld en op staal gefundeerde bouwdelen. Naast het type constructie en de funderingswijze dient met betrekking tot de bepaling van de maximaal toelaatbare trillingsniveaus eveneens rekening te worden gehouden met het type trillingsbron en de frequentie van trillingen.

In voorliggend project dient voor de belende bebouwing uitgegaan te worden van een categorie 2 bebouwing. In tabel 1 staat voor deze categorie bebouwing de maximaal toelaatbare trillingssnelheid weergegeven op de draagconstructie van de begane grond tegen de dominante trillingsfrequentie, uitgaande van herhaald kortdurende trillingen en indicatieve metingen.

Tabel 1 Maximaal toelaatbare trillingsnelheid op draagconstructie begane grond

Herhaald kortdurende trillingen		
Maximaal toelaatbare trillingssnelheid conform SBR richtlijn A		
Draagconstructie begane grond		
Trillings- frequentie [Hz]	Categorie 2	Categorie 2, Monument of trillingsgevoelig
	[mm/s]	[mm/s]
10	2,08	1,23
15	2,60	1,53
20	3,13	1,84



Wanneer sprake is van een trillingsgevoelige fundering is de maximaal toelaatbare trillingssnelheid afhankelijk van de laagdikte van de zettingsgevoelige laag onder de fundering. Er is sprake van een trillingsgevoelige fundering bij de volgende funderingstypes:

- Fundering op staal op verdichtbaar/verkneedbaar bodemmateriaal met een gesommeerde dikte van de lagen van 0,1 m of meer;
- Fundering met niet-grondverdringende palen zoals avegaarpalen en boorpalen;
- Funderingen met grondverdringende kleefpalen
- Funderingen met grondverdringende palen die met een druktechniek in de bodem zijn gebracht.

Uitgaande van een circa 1 m dikke zettingsgevoelige laag is de grenswaarde van de trillingen 7,81 mm/s. De in tabel 1 aangegeven grenswaarden zijn derhalve maatgevend.

Legenda toegepaste uitzonderingsgrondslagen

In dit document zijn gegevens geanonimiseerd op grond van:

Wet	Artikel	Beschrijving	Pagina('s)
Wet open overheid	Art. 5.1 lid 2 sub e	De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer	2