



16.160375

Bijlage II

Veiligheidsonderzoek persleidingen

Onderzoek persleidingen en invloed op regionale keringen in buitengebied van Maarssen - gemeente Stichtse Vecht

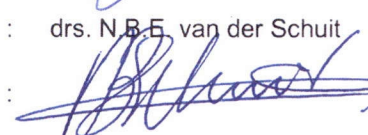
Definitief

In opdracht van:
Gemeente Stichtse Vecht

Grontmij Nederland B.V.
De Bilt, 11 januari 2013

Verantwoording

Titel : Veiligheidsonderzoek persleidingen
Subtitel : Onderzoek persleidingen en invloed op regionale keringen in buitengebied van Maarssen - gemeente Stichtse Vecht
Projectnummer : 320287
Referentienummer : GM-0087403
Revisie : D01
Datum : 11 januari 2013

Auteur(s) : ir. C. Bisschop, ir. M. Jasperse
E-mail adres : waterbouw@grontmij.nl
Gecontroleerd door : ing. J.J. Kuipers
Paraaf gecontroleerd : 
Goedgekeurd door : drs. N.B.E. van der Schuit
Paraaf goedgekeurd : 
Contact : Grontmij Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 79 11
F +31 30 220 01 74
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Aangetroffen afwijkingen.....	5
1.3	Beschouwde persleidingen	5
1.4	Vraagstelling	6
2	Uitgangspunten en randvoorwaarden.....	7
2.1	Gebruikte informatie en literatuur	7
2.2	Keringen AGV	7
2.3	Waterstanden	8
3	Aanvullende uitgevoerd onderzoek	9
3.1	Inleiding	9
3.2	Terreinonderzoek	9
3.3	Inmetingen persleidingen.....	9
3.3.1	Werkwijze inmetingen	9
3.3.2	Resultaten inmetingen	10
4	Grondopbouw en grondparameters.....	13
4.1	Inleiding	13
4.2	Grondopbouw	13
4.3	Grondparameters	13
5	Resultaten berekeningen/analyses.....	15
5.1	Inleiding	15
5.2	Blow-out tijdens aanleg.....	15
5.3	Optreden Kwel/Piping	16
6	Conclusies.....	18

Bijlage 1:	Situatie overzicht
Bijlage 2:	Vakindeling conform toetsing Waternet
Bijlage 3:	Ligging uitgevoerd onderzoek en persleiding
Bijlage 4:	Sondeergrafieken
Bijlage 5:	Boorstaten
Bijlage 6:	Inmeting persleiding Slotlaan Groeneweg
Bijlage 7:	Inmeting persleiding Zandweg
Bijlage 8:	Geotechnische lengteprofiel

Bijlage 9: Grondparameters

Bijlage 10: Resultaten MDrill locatie Groenweg Slotlaan

Bijlage 11: Resultaten MDrill locatie Zandweg

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Tussen het jaar 2005 en 2007 zijn alle ongezuiverde lozingen van percelen in het buitengebied van Maarssen gesaneerd door aanleg van drukriolering. Na oplevering van de werkzaamheden is voor een aantal locaties een afwijkende ligging van de persleidingen ten opzichte van de afgegeven keurvergunning geconstateerd door het waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV).

Door deze afwijkingen kan AGV de veiligheid van enkele dijkgedeeltes en het juiste beheer van een aantal hoofdwatgangen niet garanderen. Uit een analyse van de gemeente Stichtse Vecht blijkt dat voor een tweetal locaties het herstel niet eenvoudig is. Voor deze locaties is met AGV overeengekomen, dat de dijkveiligheid moet worden beoordeeld door aantonen van het risico op kwel (piping). Indien uit het onderzoek blijkt dat de veiligheid kan worden gegarandeerd, dan wordt de leiding alsnog gelegaliseerd.

Voorliggende rapportage beschrijft de resultaten van het onderzoek en het advies omtrent twee persleidingen.

1.2 Aangetroffen afwijkingen

Door AGV is in 2011 geconstateerd dat voor in totaal 10 locaties tijdens de uitvoering is afgeweken van het vergunde tracé. Door het waterschap zijn de volgende drie typen afwijkingen geconstateerd:

1. Het intrede- en uittredepunt van de gestuurde boring of de ligging van de leiding bevindt zich binnen de veiligheidszone van de dijk.
2. Bij passeren van watgangen is onvoldoende diepte aangehouden ten opzichte van vaste slootbodem.
3. Er is onvoldoende diepteligging van de persleiding in de vaste zandlaag.

1.3 Beschouwde persleidingen

In overleg tussen de gemeente Stichtse Vecht en AGV is geconcludeerd dat voor 8 van de 10 locaties vrij eenvoudig en conform vergunning kunnen worden aangepast. Voor twee, meer complexe, locaties is dit niet eenvoudig. Overeengekomen is om deze twee persleidingen nader te beschouwen. De ligging van de twee persleidingen is globaal in onderstaande figuren weergegeven. In bijlage 1, zijn eveneens de ligging van de twee locatie weergegeven.



Figuur 1 Ligging locaties beschouwde persleidingen

1.4 Vraagstelling

Centrale vraag voor de twee persleidingen is in de volgende drie onderzoeksvragen opgedeeld:

- Waar liggen de persleidingen (x, y- en z-coördinaten)?
- Wat is het veiligheidsrisico met betrekking tot de waterveiligheid?
- Kan de betreffende leidingen blijven liggen of zijn aanvullende maatregelen nodig?

Opgemerkt wordt dat er in dit onderzoek de sterkte van de persleiding zelf niet is beschouwd.

2 **Uitgangspunten en randvoorwaarden**

2.1 **Gebruikte informatie en literatuur**

De volgende informatie is door de gemeente verstrekt te behoeve van het onderzoek. Het bestaat uit zowel tekeningen als diverse aangeleverde stukken van o.a. hoogheemraadschap AGV (Waternet) als ook enkele literatuur:

- [1] notitie "beheer advies rioolleidingen buitengebied Maarssen" – Waternet – 27 januari 2012 – dhr. S.A. Molenkamp;
- [2] tekening "riolering buitengebied gemeente Maarssen, vergelijking tracé vergunningsaanvraag-revisie, gemeente Maarssen, Copier Advies buro B.V, 06-05-2008;
- [3] tekening "onderzoek drukriolering buitengebied Maarssen – Onderzoeklocaties, gemeente Stichtse Vecht, CiCom Engineering bv;
- [4] ontheffing hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht, 16 december 2005, kenmerk: 2005.209969, objectcode: MAAMA55;
- [5] tekening: "drukriolering" – Stuyt Vriezen, boornummer: 05-013-33, boordatum: 10-10-2006, Maarssen, locatie Zandweg 2;
- [6] tekening: "situatie rondom Groeneweg 2a – Slotlaan – 2^e polderweg", schaal 1:1000;
- [7] Technisch programma van eisen – design, construct & maintain, riolering en IBA's - gemeente Stichtse Vecht – OW-210704;
- [8] Tekening: "riolering buitengebied gemeente Maarssen" – tekening bij vergunning 2005.209.969, ESV Advies- ontwerp bureau bv, 12-09-2005;
- [9] Tekening: "Langsprofiel gestuurde boring – Groeneweg – Slotlaan" – Gemeente Maarssen, ontheffingen drukriolering Waternet, Groenewoud, infra advies, 2 december 2009;
- [10] Tekening: "Langsprofielen gestuurde boringen – zandweg 1 (woonboot)" – Gemeente Maarssen, Ontheffingen drukriolering Waternet, Groenewoud infra advies, 2 december 2009;
- [11] Rapportage toetsen op veiligheid, dijktraject VB2-339B, Oostwaard – Oud Zuilen, Polder Maarsseveen-Westbroek-62, definitief, Witteveen en Bos, 10 januari 2012;
- [12] Beheerdersoordeel VB2-339B – Oostwaard (tussen metrerings 0 – 4298 m), dhr. B. Molenkamp, 11 mei 2011;
- [13] NEN3651 (nl) – Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken, Nederlandse Norm, juni 2012;
- [14] Handboek Horizontaal gestuurd boren – HDD, BTL-rapport 50, februari 2000.

2.2 **Keringen AGV**

Uit het opgestelde beheerdersoordeel door AGV, ten behoeve van de veiligheidstoetsing is de in bijlage 2 weergegeven figuur overgenomen. Hieruit blijkt dat de persleidingen in een drietal kadevakken liggen, te weten:

- Kadevak VB2-339B Oostwaard - ter hoogte van locatie Zandweg;
- Kadevak VB2-373C: onbekend - ter hoogte van locatie Slotlaan/Groeneweg;
- Kadevak VB3-338C: onbekend - ter hoogte van locatie Slotlaan/Groeneweg.

Opgemerkt wordt dat alleen van kadevak VB2-339B naast een technische oordeel ook een beheerdersoordeel bekend is. Deze kade is een genormeerde kade in veiligheidsklasse (IPO) III. Bijbehorende overschrijdingsfrequentie van de waterstand voor deze kade is dan ook 1/100 per jaar.

Uit verkregen gegevens van het waterschap blijkt dat de kaden rondom de locatie Slotlaan/Groeneweg) niet genormeerd zijn. In bijlage 2 hiervan eveneens een overzicht gegeven. Uit deze gegevens blijkt dat het gebied ten noorden van de Slotlaan als 'buitenwater' wordt

aangemerkt. De waterstand in dit gebied staat in open verbinding met het peil in de Vecht. Het gebied ten zuiden van de Slotlaan en de 2^{de} polderweg valt formeel niet in het beheergebied van AGV en kan gezien worden als de binnenzijde van de waterkering.

2.3 Waterstanden

Vanuit de verschillende gegevens, blijken de volgende waterstanden te gelden voor de verschillende kaden.

Locatie Zandweg:

Vanuit het toetsrapport [11] zijn de volgende waterstanden afgeleid voor de locatie Zandweg:

- Streefpeil in de boezem: NAP -0,40 m;
- Maatgevende boezemwaterstand (1/100 per jaar): NAP +0,00 m;
- Polderstreefpeil NAP -1,30 m.

Locatie Slotlaan/Groeneweg:

Zoals gesteld en weergegeven in bijlage 2, zijn de waterstanden als volgt:

Ten noorden van de Slotlaan:

- Streefpeil in de 'boezem': NAP -0,40 m;
- Maatgevende boezemwaterstand NAP +0,00 m.

Ten noordoosten van de Groeneweg (peilgebied 62-10):

- Streefpeil in de polder (zomerpeil) NAP -0,60 m
- Streefpeil in de polder (winterpeil) NAP -0,75 m

De polderstreefpeilen ten zuiden van de Slotlaan en ten zuidwesten van de 2^{de} polderweg zijn niet bekend. Aangenomen wordt dat deze (gezien de hoogteligging van het gebied) gelijk of hoger zijn dan deze ten noordoosten van de Groeneweg. Er is derhalve een peil van NAP -0,60 m aangehouden.

3 Aanvullende uitgevoerd onderzoek

3.1 Inleiding

Ten behoeve van deze analyse is aanvullende grondonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek heeft bestaan uit een aantal sonderingen en handboringen verdeeld over het vermoedelijke tracé van de persleidingen.

Naast het grondonderzoek zijn ook de beide persleidingen middels een tracing opnieuw ingemeten. In onderstaande paragrafen is het uitgevoerde onderzoek beschreven en zijn de resultaten weergegeven.

3.2 Terreinonderzoek

Het terreinonderzoek heeft bestaan uit de volgende onderdelen:

- Zes elektrische sonderingen inclusief kleefmeting tot 15,0 m –mv;
- Zes handboringen tot circa 6,0 m-mv.

De handboringen en sonderingen voor de tracering van de persleiding zijn langs het verwachte tracé van de persleiding uitgevoerd. Het onderzoek is in de kruin en de binnen- en buitenteen van de kaden uitgevoerd, teneinde een goed beeld van de opbouw en ondergrond van de kade te verkrijgen. Vanwege het ontbreken van toestemming en de situatie ter plaatse, is niet alle onderzoek op de van te voren geplande locatie uitgevoerd. Ondanks deze wijzigingen is een representatief beeld van de ondergrond verkregen.

Langs de zandweg is ten behoeve van de veiligheidstoetsing ook een sondering uitgevoerd, te weten sondering S10-5. Deze sondering is opgenomen in [11].

Opgemerkt wordt dat tijdens de boringen ook enkele (on)geroerde grondmonsters zijn gestoken van de verschillende aangetroffen grondlagen. Indien noodzakelijk kan aanvullend laboratoriumproeven worden ingezet.

De ligging van de sondeer- en boorpunten zijn weergegeven op de overzichtstekening in bijlage 3. De sondeergrafieken zijn opgenomen in bijlage 4 en de boorstaten zijn opgenomen in bijlage 5.

3.3 Inmetingen persleidingen

3.3.1 Werkwijze inmetingen

Door de firma Reduct bv zijn op 28 september 2012 en op 12 november 2012 de persleidingen van respectievelijk de Slotlaan/Groeneweg en de Zandweg ingemeten. Nadat de in- en uitredepunten van de persleidingen van de Slotlaan/Groeneweg waren gelokaliseerd, zijn hier de persleidingen doorgezaagd om vervolgens met een sonde te worden ingemeten. De resultaten en een uitgebreidere beschrijving van de procedure zijn opgenomen in bijlage 6.

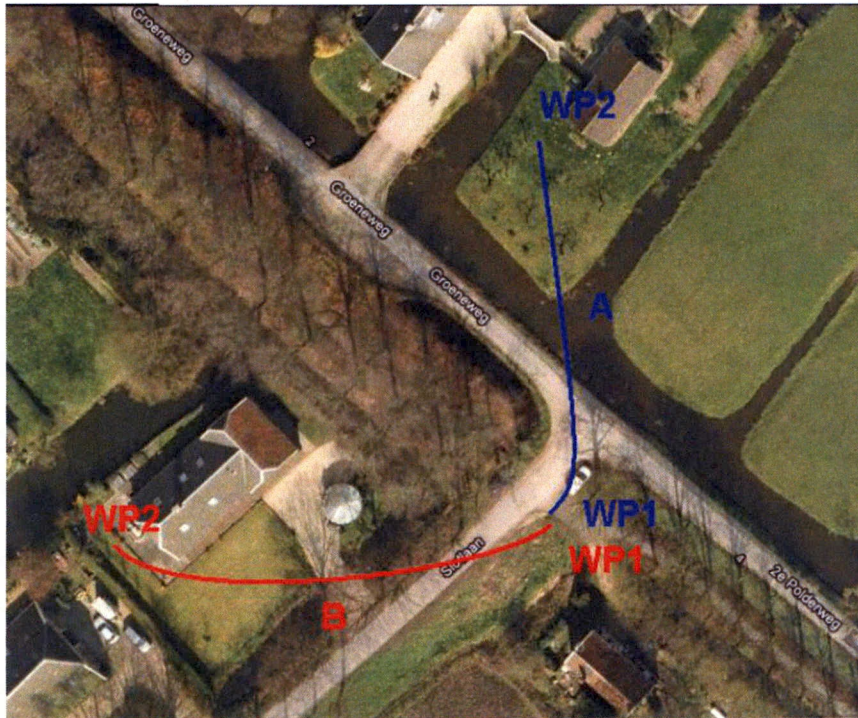
Voor de locatie Zandweg is het niet mogelijk gebleken om het uitredepunt (ter plaatse van woning Zandweg nr. 2) te lokaliseren. De situatie ter plaatse was totaal anders dan vanuit de referentiegegevens was af te leiden. Doordat dit uitredepunt niet kon worden opgegraven, is deze persleiding ingemeten door een extra strekking van PE-buis aan het intredepunt te koppelen. Doordat deze buis (qua in- en uitredepunt) exact te bepalen is, heeft deze als referentie kunnen dienen en is de kwaliteit van de meting gewaarborgd. Uiteindelijk is derhalve ook deze persleiding gelokaliseerd. De resultaten van deze inmeting zijn eveneens opgenomen in bijlage 7.

3.3.2 Resultaten inmetingen.

Uit de inmetingen zijn de volgende kenmerken voor de persleidingen verkregen.

Locatie Slotlaan/Groeneweg

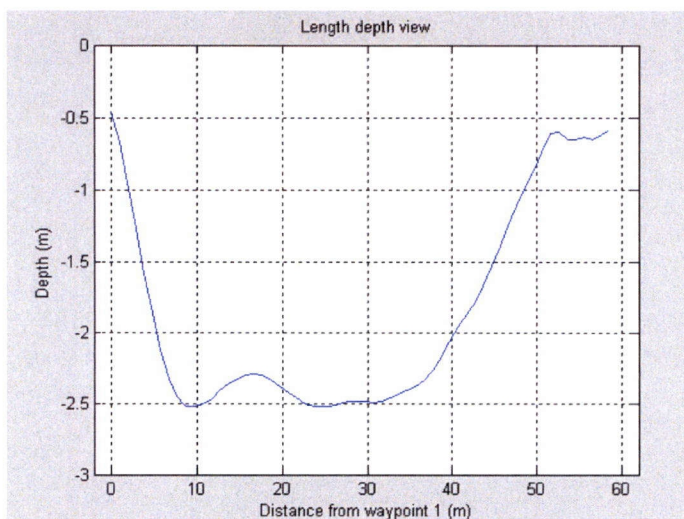
Vanaf de twee woningen snijdt de persleiding onder een hoek van circa 45° de twee kaden. De intredepunten (WP2) liggen daarmee ter plaatse van de woningen en het uittredepunt (verzamelpunt WP1) ligt aan voor beide leidingen aan de andere zijde van de waterkering op een afstand van circa 3,5 m vanaf de zijkant van de weg over de Slotlaan. In figuur 2 is in rood buis B aangegeven en in blauw de ligging van buis A, die de Groeneweg kruist. De exacte ligging is weergegeven in bijlage 3 en bijlage 6.



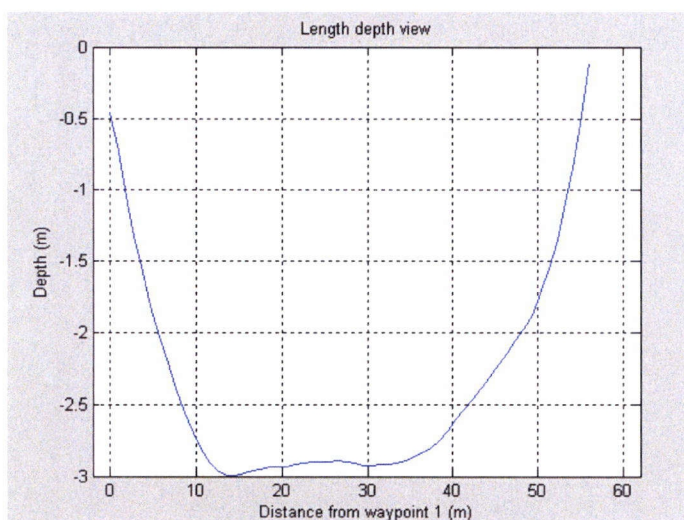
Figuur 2 overzicht locatie Slotlaan/Groeneweg

De lengte van de persleiding (buis A) bedraagt circa 60 m. De maximale diepte ligt ongeveer ter plaatse van de as van de Groeneweg en bedraagt circa NAP -2,5 m.

De lengte van de persleiding (buis B) bedraagt circa 58 m. De maximale diepte ligt ongeveer op een niveau van NAP -2,8 m. Een globaal overzicht van de diepteligging van de persleidingen is weergegeven in figuur 3 en figuur 4.



Figuur 3 Diepteligging locatie Slotlaan/Groeneweg: Buis A



Figuur 4 Diepteligging locatie Slotlaan/Groeneweg: Buis B

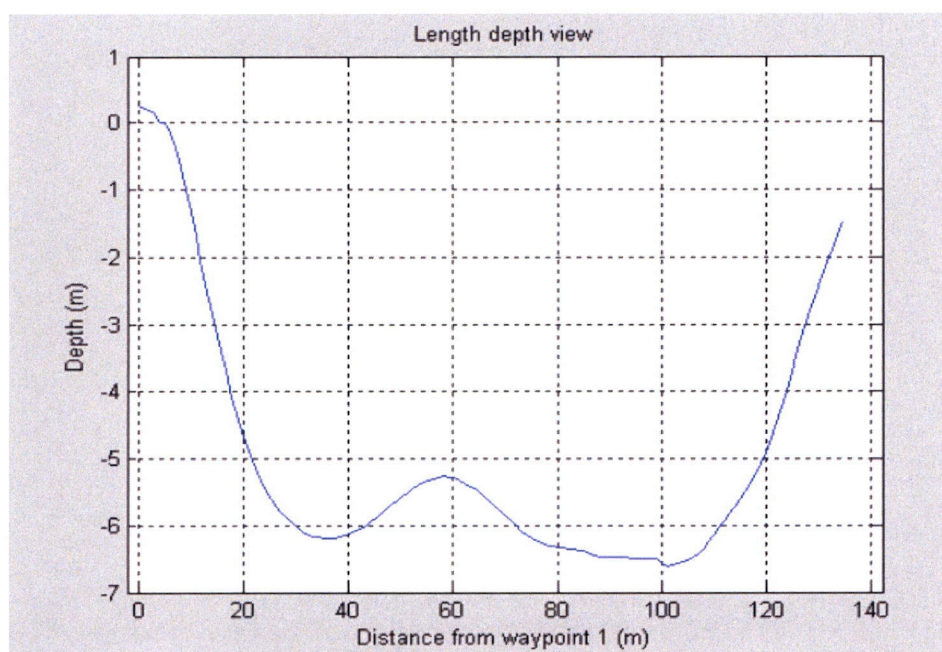
Locatie Zandweg

Vanaf de woonboot loopt de persleiding over een afstand van circa 18 m evenwijdig aan en onder de buitenberm van de kade. Over deze lengte bereikt de persleiding uiteindelijk een diepte van circa NAP -5,0 m. Over de volgende 20 m kruist de persleiding de Zandweg, waarna deze over een afstand van circa 40 m onder de binnenkruinlijn/binnenberm is gelegen (diepste punt NAP -6,2 m). Als laatste buigt de persleiding af om uiteindelijk aansluiting te vinden op het lokale rioolstelsel. In figuur 5 is de ligging van de persleiding globaal aangegeven. De exacte ligging is weergegeven in bijlage 3 en bijlage 7.



Figuur 5 Overzicht locatie Zandweg

De lengte van de persleiding bedraagt circa 135 m. De maximale diepte ligt op een niveau van circa NAP -6,5 m. Een globaal overzicht van de diepteligging van de persleidingen is weergegeven in figuur 6.



Figuur 6 Diepteligging locatie Zandweg

4 Grondopbouw en grondparameters

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn voor beide locaties de grondopbouw en afleiding van de grondparameters op basis van het uitgevoerd grondonderzoek weergegeven.

4.2 Grondopbouw

Onderstaand is per locatie de globale grondopbouw beschreven. In bijlage 8 zijn de resultaten van het grondonderzoek (boring- en sonderingen) verwerkt in een geotechnische lengteprofiel.

Slotlaan/Groeneweg

Uit het grondonderzoek blijkt dat globaal de volgende grondopbouw aanwezig is:

- Vanaf maaiveldniveau tot circa NAP -1,0 m: klei, zwak tot matig zandig.
- Vanaf circa NAP -1,0 m tot circa NAP -2,8 m: veen.
- Vanaf circa NAP -2,8 m tot verkende diepte: zand, matig fijn.

Opgemerkt wordt dat blijkt dat de kade voornamelijk is opgebouwd uit klei op een veenondergrond.

Zandweg

Uit het grondonderzoek blijkt dat globaal de volgende grondopbouw onder de binnenteen / achterland aanwezig is:

- Vanaf maaiveldniveau tot circa NAP +0,5 m à NAP -0,5 m; zand.
- Vanaf NAP +0,5 m à NAP -0,5 m tot circa NAP -2,0 m: klei, matig vast.
- Vanaf NAP -2,0 m tot verkende diepte: zand, matig grof.

Opgemerkt wordt dat in de buitenberm over de gehele lengte van waar de persleiding is gelegen volledig is opgebouwd uit zand. In de binnenberm en het achterland is een kleilaag aangetroffen op een zandondergrond.

4.3 Grondparameters

Op basis van het grondonderzoek zijn op basis van de Eurocode (voorheen tabel 1 van NEN6740) ingeschat voor de parameters die benodigd zijn voor de analyses. In tabel 4.1 zijn deze grondparameters weergegeven.

Tabel 4.1 Overzicht afgeleide (basis) grondparameters

Grondsoort	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_{nat} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
Klei, mt zandig	15,0	15,0	5,0	22,5
Veen	11,0	11,0	5,0	15,0
Zand, los gepakt	20,0	18,0	0,0	30,0
Zand, vast gepakt	21,0	19,0	0,0	35,0

Hierin is:

- γ_{sat} verzadigd volumieke gewicht van de grondsoort;
 γ_{nat} aardvochtig volumieke gewicht van de grondsoort;
 c' effectieve cohesie;
 ϕ' effectieve hoek van inwendige wrijving.

In bijlage 9 zijn deze grondparameters eveneens opgenomen. Daarnaast zijn er in deze bijlage ook de verschillende elasticiteitsmoduli op basis van enkele correlaties gepresenteerd. Deze parameters zijn met name gebruikt in de DGeo Pipe-berekeningen (voorheen MDrill).

5 Resultaten berekeningen/analyses

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de berekeningen en analyses weergegeven. Hiervoor zijn twee verschillende berekeningen gepresenteerd, te weten:

- Bepalen eventuele schade bij aanleg van de persleiding als gevolg van te grote steundrukken (Blow-out).
- Bepalen optreden van kwel (piping) langs persleiding.

5.2 Blow-out tijdens aanleg

Met het programma D-Geo Pipe zijn voor de persleidingen een aantal berekeningen gemaakt. Hierbij is nagerekend of, met de mogelijkheid bij de aanleg van de persleiding gebruikte mud- of steundrukken, schade ontstaan zou kunnen zijn. Omdat de exacte muddrukken niet meer te achterhalen zijn, zijn een aantal analyses bij verschillende muddrukken gemaakt. In deze paragraaf zijn de resultaten van deze berekeningen opgenomen.

Voor de berekeningen zijn de uitgangspunten gebruikt zoals zijn weergegeven in voorgaande hoofdstukken. Voor alle leidingen is gerekend met een boring voor een buis PE100, Ø63 mm SDR 11. Verdere uitgangspunten bij de berekening zijn:

- Type boor-rig: mini-rig;
- Dikte boorstang: 43 mm;
- Grootte boorgat: 100 mm;
- Soortelijk gewicht bentoniet: 12,1 kN/m³.

Locatie: Slotlaan / Groeneweg

Voor beide leidingen blijkt dat bij een steundruk van 50 l/min (laag debiet) een gerede kans op een muddrukuitbraak aanwezig is. Indien muduitbraak heeft plaatsgevonden dan is dit in eerste instantie in de relatieve slappe grondlaag zelf. In dat geval wordt het gat ondergronds opgevuld met bentoniet en heeft nauwelijks invloed op de stabiliteit van het grondlichaam. In tweede instantie kan ook groundbreuk plaatsvinden en muduitbraak naar de oppervlakte ontstaan. Ook hier zal het bentoniet de ruimte opvullen. Opgemerkt wordt dat het niet bekend is of er ten tijde van de uitvoering schades of andere waarneming, die duiden op een muddrukuitbraak, zijn geconstateerd. Voor zover bekend, zijn ook geen verzakkingen van het maaiveld waargenomen en/of gerapporteerd. Alles afwegende lijkt het zeer onwaarschijnlijk dat de boringen (blijvende) schade hebben veroorzaakt.

In bijlage 10 en bijlage 11 zijn de resultaten van de muddrubberekeningen voor de beide delen opgenomen.

Locatie: Zandlaan

Voor deze persleiding blijkt dat bij een steundruk van 150 l/min (hoog debiet) geen problemen oplevert. Als gevolg van de diepe ligging van de persleiding ter plaatse kan een mogelijke mudrukuitbraak worden uitgesloten. Bij het aanbrengen van de leiding is vermoedelijk een lagere steundruk toegepast, waardoor de kans op een uitbraak nihil is geweest.

In bijlage 10 zijn de resultaten van deze muddrubberekening opgenomen.

5.3 Optreden Kwel/Piping

Voor de controle van de kwelweglengte is gebruikgemaakt van bijlage D van NEN3651:2012 [13]. In deze norm wordt gesteld dat na de aanleg van de persleiding de overdruk in de boorgang terug zal lopen door de druk die de grond rondom het boorgat uitoefent op de in de boorgang aanwezige boorvloeistof. Afhankelijk van het type ondergrond (zand of relatief water-ondoorlatende grondlagen zoals klei en veen) zal dit proces een zekere tijdsperiode vragen

Ook in samendrukbare (relatief onderdoorlatende) gronden zal op de lange duur door kruip van de grond, indien de leiding geen verplaatsing ten opzichte van de grond ondergaat, rondom de leiding de natuurlijke korrelspanning gaan heersen. Waardoor ook bij deze samendrukbare gronden op de lange duur geen doorgaande (in lengterichting van de leiding) holle ruimten zullen zijn tussen het betonietmengsel en de omringende grond.

Echter wordt gesteld dat het effect op middellange termijn het optreden van langsloopheid (kwel) onder de waterkering wel onderzocht zou moeten worden.

Ondanks het feit dat de beschouwde persleidingen als sinds circa 5 tot 7 jaar geleden zijn aangelegd, is in deze paragraaf toch het optreden van langsloopheid gecontroleerd. Hiervoor is gebruikgemaakt van de NEN3651 [13] aangegeven werkwijze conform Bligh en Lane, zoals in onderstaande figuur is weergegeven.

$\Sigma L_v + \Sigma 1/3 \times L_h \geq C_L \times h$		(absolute toetsing)
waarin:		
L_v	is de benodigde kwelweglengte voor hellingen steiler dan 45°, in m;	
1/3	is een weegfactor omdat verticale grensvlakken meer hydraulische weerstand bieden dan horizontale grensvlakken.	
L_h	is de benodigde kwelweglengte voor hellingen flauwer dan 45°, in m;	
C_L	is een grondsoortafhankelijke factor, die zowel de doorlatendheid als de bestandheid tegen erosie (korrelgrootte of cohesie) representeert:	
	zeer fijn zand of slib: $C_L = 8,5$;	
	fijn zand: $C_L = 7$;	
	grof zand: $C_L = 5$;	
	fijn grind: $C_L = 4$;	
	grof grind met stenen: $C_L = 3$;	
	zachte klei: $C_L = 3$;	
	harde klei : $C_L = 1,8$;	
	veen: $C_L = 6$ (aanname);	
h	is het verval (verschil tussen ontwerppeil en polderpeil) over de waterkering, in m.	

Figuur 7 Toetsing op het optreden van kwel (materiaaltransport) conform [13]

Opgemerkt wordt dat uit de inmetingen blijkt dat voor beide locaties geen hellingen van 45° of steiler zijn aangetroffen. Hiermee vereenvoudigd de bovengenoemde vergelijking tot de volgende:

$$\Sigma 1/3 \times L_H \geq C_L \times h$$

Omdat voor de persleiding onder de Groeneweg (buis A in figuur 2) na alle waarschijnlijkheid geen waterstandsverschil aanwezig is, is voor deze persleiding in bovenstaande formule het

verval (h) gelijk aan nul. Waardoor een altijd aan de voorwaarde wordt voldaan. Deze leiding is derhalve niet beschouwd in onderstaande analyse.

Locatie Zandweg

Zoals uit de waterstanden blijkt, is het maximale verval (h) bij een maatgevende waterstand op de Vecht van NAP +0,0 m en een streefpeil in de polder van NAP -1,0 m gelijk aan 1,3 m.

Uit het grondonderzoek blijkt dat de persleiding hier voornamelijk in matig fijne zandlagen is gelegen, waardoor voor de grondsoort afhankelijk factor (C_L) een waarde van 7,0 van toepassing is. Zoals in paragraaf 3.3.2 is weergegeven, is de lengte van het deel van de persleiding die de waterkering kruist ongeveer gelijk aan circa 38 m. Hierdoor wordt voldaan aan de vergelijking, want:

$$\sum \frac{1}{3} \times L_H \geq C_L \times h \rightarrow \frac{1}{3} \times 38 = 12,7m \geq 7,0 \times 1,3 = 9,10m$$

De kans op het optreden van kwel (piping) kan derhalve voor deze persleiding worden uitgesloten.

Daarbij kan worden gesteld dat uit veiligheidstoetsing [11] voor dit kadevak (waar de kortste kwelweglengte, haaks op de waterkering is bepaald) ook gebleken is dat dit kadevak voor het mechanisme piping voldoet.

Locatie Slotlaan (buis b uit paragraaf 3.3.2)

Zoals uit de waterstanden blijkt, is het maximale verval (h) bij een maatgevende waterstand op de 'Vecht' en daarmee ten noorden van de Slotlaan gelijk aan NAP +0,0 m. Daarmee wordt het verval over de kade, bij een streefpeil van NAP -0,60 m gelijk aan 0,6 m.

Het gedeelte van de persleiding dat de waterkering kruist, is voor deze situatie gelijk aan de afstand tussen het mogelijke intredepunt van de kwelstroom (gelijk gekozen aan de ligging van de buitenwaarts gelegen teensloot) en het uitredepunt van de persleiding in het binnentalud van de kade. Deze afstand is minimaal circa 18,0 m. Hiermee wordt voldaan aan de vergelijking, want:

$$\sum \frac{1}{3} \times L_H \geq C_L \times h \rightarrow \frac{1}{3} \times 18 = 6,0m \geq 7,0 \times 0,6 = 4,2m$$

De kans op het optreden van kwel (piping) kan derhalve voor deze persleiding worden uitgesloten.

6 Conclusies

Na oplevering van de werkzaamheden is voor een aantal locaties een afwijkende ligging van de persleidingen ten opzichte van de afgegeven keurvergunning geconstateerd door het waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV).

Met het uitgevoerde onderzoek, berekeningen en analyse is antwoord gegeven op de onderstaande genoemde onderzoeksvragen.

- Waar liggen de persleidingen (x, y- en z-coördinaten)?
- Wat is het veiligheidsrisico met betrekking tot de waterveiligheid?
- Kan de betreffende leidingen blijven liggen of zijn aanvullende maatregelen nodig?

Middels een tracing zijn voor beide beschouwde locaties de exacte ligging van de persleiding ten opzichte van X, Y en Z-coördinaten vastgesteld. Daarbij is de ligging ten opzichte van aanwezige waterkeringen (genormeerd, danwel niet-genormeerd) inzichtelijk gemaakt. Naast het uitvoeren van de tracing is grondonderzoek (boringen en sonderingen) uitgevoerd, welke een goed inzicht hebben gegeven in de aanwezige grondopbouw en richting gevend zijn geweest bij de bepaling van de grondparameters. Ook is hierdoor inzichtelijk gemaakt, in welke grondlagen de persleidingen aanwezig zijn.

Met deze verkregen gegevens zijn een aantal berekeningen en analyse uitgevoerd. Per locatie kunnen hieruit de volgende conclusies getrokken worden.

Locatie Slotlaan/Groeneweg

Uit de berekeningen blijkt dat als gevolg van een relatief ondiepe ligging van de persleiding niet uitgesloten kan worden dat ten tijde van de uitvoering schades (muddrukuitbraak in slappe grondlaag zelf, dan wel muddrukuitbraak naar oppervlakte) zijn ontstaan. Alhoewel hier, circa 5 tot 7 jaar na uitvoering geen schademeldingen of visuele waarnemingen zijn geconstateerd, die op dergelijke schade duiden, is voor de persleiding die de Slotlaan kruist een kwelweg controle uitgevoerd. Uit deze berekeningen blijkt dat, als gevolg van het aanwezige zeer beperkte verval en de aanwezige kwelweglengte, uitgesloten kan worden dat via dit kanaal kwel (piping) ontstaat.

Voor de persleiding die de Groeneweg (en kruising met 2^{de} polderweg) kruist, kan gesteld worden dat het verval over deze kade vermoedelijk in z'n geheel niet aanwezig is. Waardoor eveneens gesteld kan worden dat hier geen kwel (piping) zal ontstaan.

Locatie Zandweg

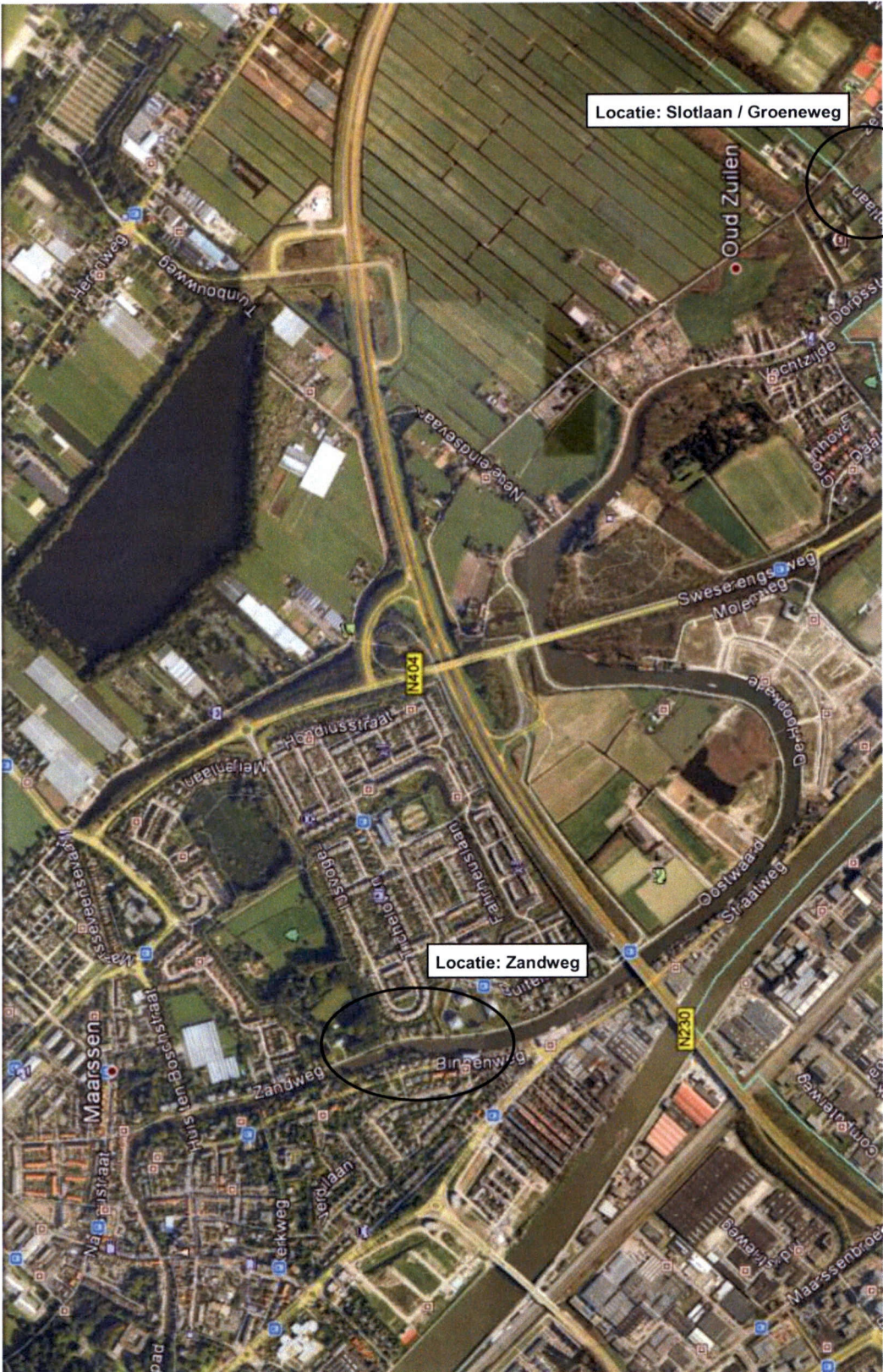
Uit de berekeningen blijkt dat als gevolg van de relatief diepe ligging van de persleiding en de aangetroffen grondopbouw, het uitgesloten kan worden dat ten tijde van de uitvoering schades (muddrukuitbraak in slappe grondlaag zelf, dan wel muddrukuitbraak naar oppervlakte) zijn ontstaan. Daarbij blijkt ook, indien het gedeelte van de persleiding beschouwd wordt, dat de waterkering kruist, als kwelweglengte in rekening wordt gebracht, kwel (piping) kan worden uitgesloten.

Samenvattend kan gesteld worden dat voor beide locaties, ondanks het feit dat de persleidingen binnen de grenzen van de waterkering aanwezig zijn, deze geen nadelig effect hebben op de stabiliteit en standzekerheid van deze waterkeringen. Aanvullende maatregelen zijn derhalve niet benodigd.

Bijlage 1

Situatie overzicht

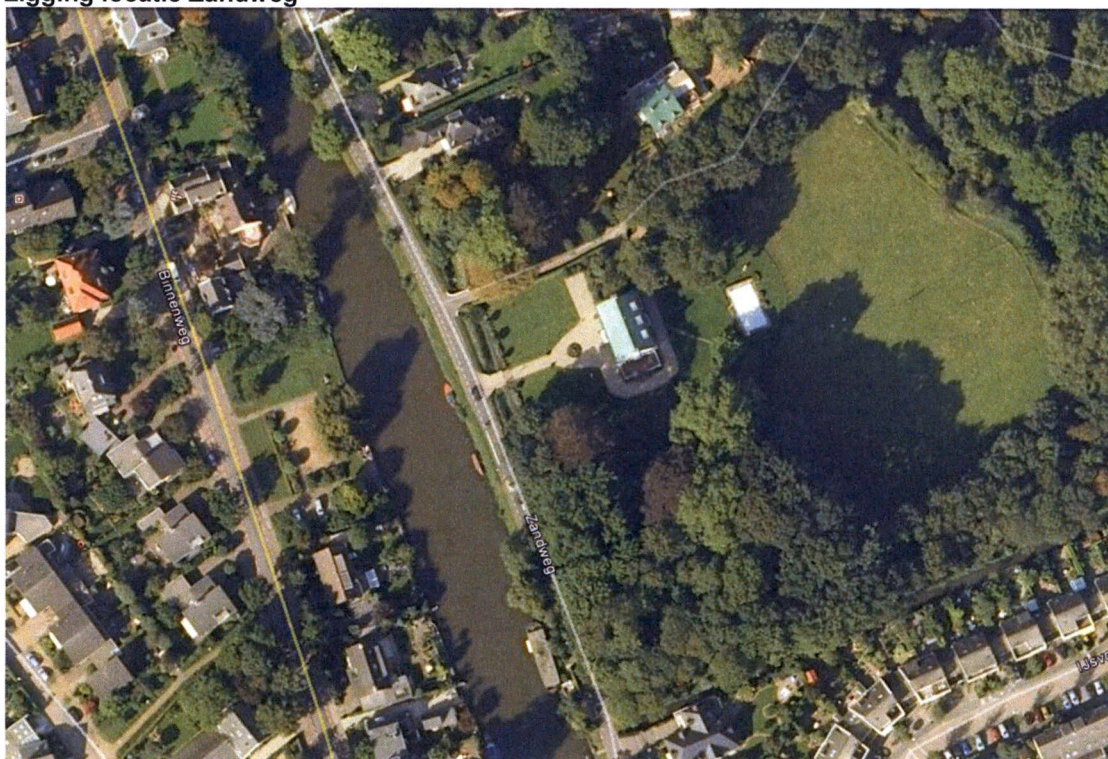
Bijlage 1: Ligging locaties binnen gemeente Stichtse Vecht



Ligging locatie Slotlaan / Groeneweg



Ligging locatie Zandweg



Bijlage 2

Vakindeling conform toetsing Waternet



Legend

- | | |
|----------------------|------------------------|
| ▲ Groen | ● Opbolling |
| ▲ Oranje | ● Overige vervormingen |
| ▲ Rood | ● Scheuren |
| ● Afvoermogelijkheid | ● Vergraving |
| ● Natte plekken | ● Verzakking |
| ● Opbarsting | ● IRS |



Veldwerk beheerdersoordeel

VB2-339C

Watersysteem

waternet

Postbus 94370
1090 GJ Amster dam



<TITEL>

<SUBTITEL>

Verklaring

■ Secundaire kering (legger)

AmstelGooienVecht

■ <all other values>

Kadeklasse

I

II

III

IV

V

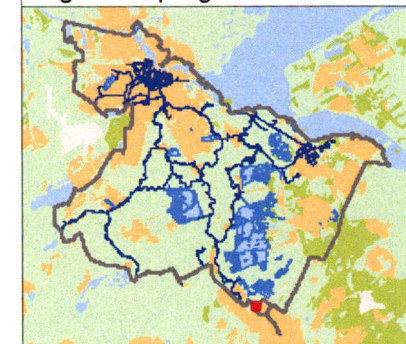
■ Overige keringen (beheerregister)

■ AGVGrensFijn

■ Vrijgestelde peilgebieden

■ Afwijkende peilgebieden

■ Vigerende peilgebieden



Bevoegdheid	Bevoegdheid	Bevoegdheid	Bevoegdheid	Bevoegdheid	Bevoegdheid
<NAAM>	<NAAM>	<NAAM>	<NAAM>	<NAAM>	<NAAM>
<AFDELING>	<AFDELING>	<AFDELING>	<AFDELING>	<AFDELING>	<AFDELING>

Sector Watersysteem

<Afd., Team>

waternet

Bezoekadres:
Korte Ouderkerkerdijk 7
1096 BA Amsterdam
Tel.: 0 900 93 94