FUGRO NL LAND B.V.

Funderingsonderzoek

KADEMUUR LIJNBAANSGRACHT TE AMSTERDAM

Project Nr.: 2718-0179-001
Versie: 1.0
Datum: 03-06-2019



Opdrachtgever / Debiteur	Gemeente Amsterdam - Verkeer & Openbare Ruimte / Project Leidseplein Postbus 2602 1000CP Amsterdam
Constructeur	Ingenieursbureau Amsterdam Postbus12693 1100 AR Amsterdam
Opdrachtnemer	Fugro NL Land B.V. Postbus 20655 1001 NR Amsterdam Tel.: 020-6510800
Projectleider	[redacted]
Adviseur	[redacted]

Versiebeheer

Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum
1.0	Initiële versie	[redacted]	[redacted]	[redacted]	03-06-2019

Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden 2017 van toepassing, die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING 4

2. PROJECTOMSCHRIJVING 4

3. PLAN VAN AANPAK 5

4. TERREINGESCHIEDENIS, BODEMGESTELDHEID EN WATERHUISHOUDING 5

5. ARCHIEFONDERZOEK 7

6. DUIKINSPECTIE EN HOUTONDERZOEK 7

7. METINGEN 8

8. VISUELE INSPECTIE WALMUUR 9

9. FUNDERINGSINSPECTIES 10

10. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 11

BIJLAGEN

	Nr.
- Rapport Duikinspectie Baars-Cipro en Houtonderzoek SHR	
- Informatieblad Lintvoeg- en Vloerwaterpassing	
- Resultaten lintvoegwaterpassing	2718-0179-000 – 1
- Informatieblad Visuele Inspectie	
- Fotobijlage visuele inspectie	2718-0179-000 – 2
- Informatieblad Funderingsinspectie en Houtonderzoek	
- Resultaten Funderingsinspectie 1	rapportage 2718-0179-001.R01
- Resultaten Funderingsinspectie 2	rapportage 2718-0179-001.R02

1. INLEIDING

Op 11 februari 2019 ontving Fugro NL Land B.V. te Amsterdam van de Gemeente Amsterdam, Afdeling Verkeer & Openbare Ruimte / Project Leidseplein, de opdracht voor het uitvoeren van een fase 2 funderingsonderzoek en het beoordelen van de kwaliteit van de fundering van een kademuur langs de Lijnbaansgracht te Amsterdam. Fase 2 heeft bestaan uit 2 funderingsinspecties aan de landzijde van de kademuur.

Het fase 1 funderingsonderzoek is gepresenteerd in rapport 2718-0179-000 van 30 november 2018.

Dit rapport bevat de resultaten van het gehele funderingsonderzoek en een analyse van de resultaten.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

De kademuur is gelegen aan de westelijke zijde van de Lijnbaansgracht. Het betreffende traject ligt tussen de voorgevel van het pand Leidsegracht 111 en de noordelijke zijgevel van het pand Lijnbaansgracht 234-235 (Melkweg) in de Leidsebuurt Zuidwest van Stadsdeel Centrum te Amsterdam.

Figuur 1: Ligging van het kademuur traject in ondergrond uit https://data.amsterdam.nl



3. PLAN VAN AANPAK

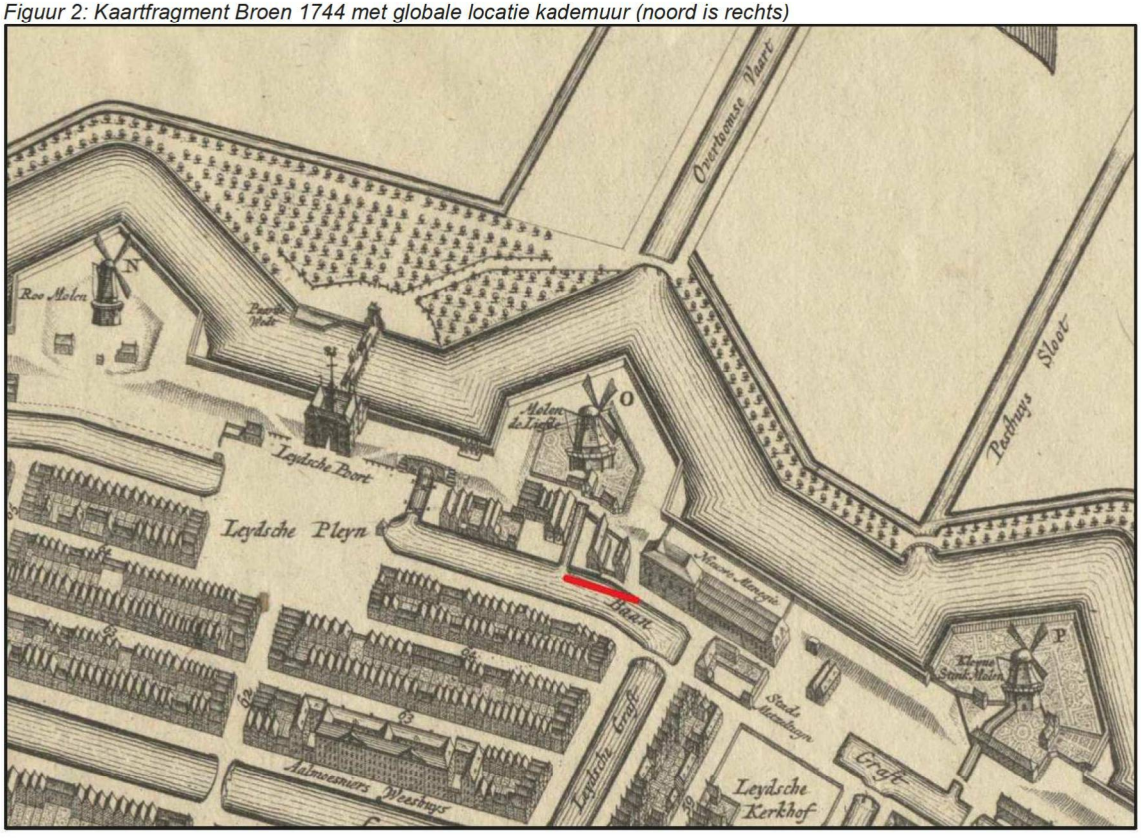
Voor het verkrijgen van inzicht in de huidige problematiek en advies of en in welke mate herstel nodig is, is het volgende Plan van Aanpak voorgesteld:

- Doornemen (en analyse) beschikbare informatie, doornemen openbare archieven en Fugro-archief naar relevante informatie over de locatie, bodemopbouw, constructie en historie;
- Duikinspectie om huidige staat fundering kademuur nader te onderzoeken, inclusief meetwerkzaamheden, bepaling zachte schil palen en nemen van houtmonsters (door Baars-Cipro);
- Houtonderzoek (door SHR);
- Scheefstandsmeting/ lintvoegmeting incl. globale visuele inspectie;
- 2 Funderingsinspecties aan de landzijde;
- Analyse onderzoeksresultaten en rapportage, inclusief advies over vervolgonderzoek.

4. TERREINGESCHIEDENIS, BODEMGESTELDHEID EN WATERHUISHOUDING

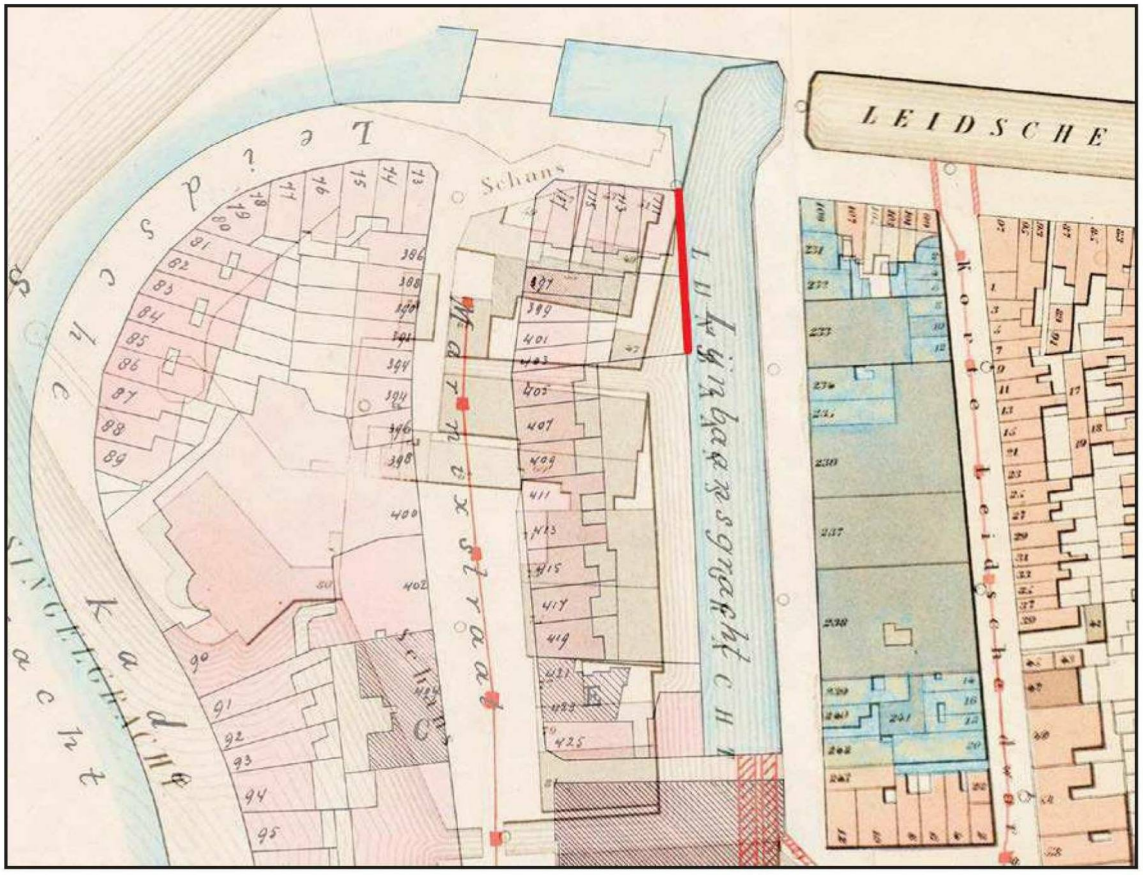
De kademuur is gelegen in de Leidsebuurt Zuidwest van Stadsdeel Centrum te Amsterdam. Dit gebied is oorspronkelijk reeds ontwikkeld bij de zogenaamde Vierde Uitleg van Amsterdam.

Figuur 2: Kaartfragment Broen 1744 met globale locatie kademuur (noord is rechts)



Aan het einde van de 19e eeuw is het gebied ingrijpend gewijzigd bij de normalisatie van de Singelgracht. Daarbij is de Lijnbaansgracht ter plaatse van de projectlocatie versmald.
In figuur 3 is de situatie van 1903 geprojecteerd op de situatie van 1876. De kademuur dateert dus van de periode tussen beide genoemde jaartallen.

Figuur 3: Kaartfragmenten Buurtatlas Loman 1903 (kleur) op 1876 (zwart-wit) met traject kademuur



In het Fugro-archief zijn sonderingen gevonden, die in de directe omgeving van het project zijn uitgevoerd. Hieruit blijkt dat de bodemopbouw ter plaatse globaal als volgt is:

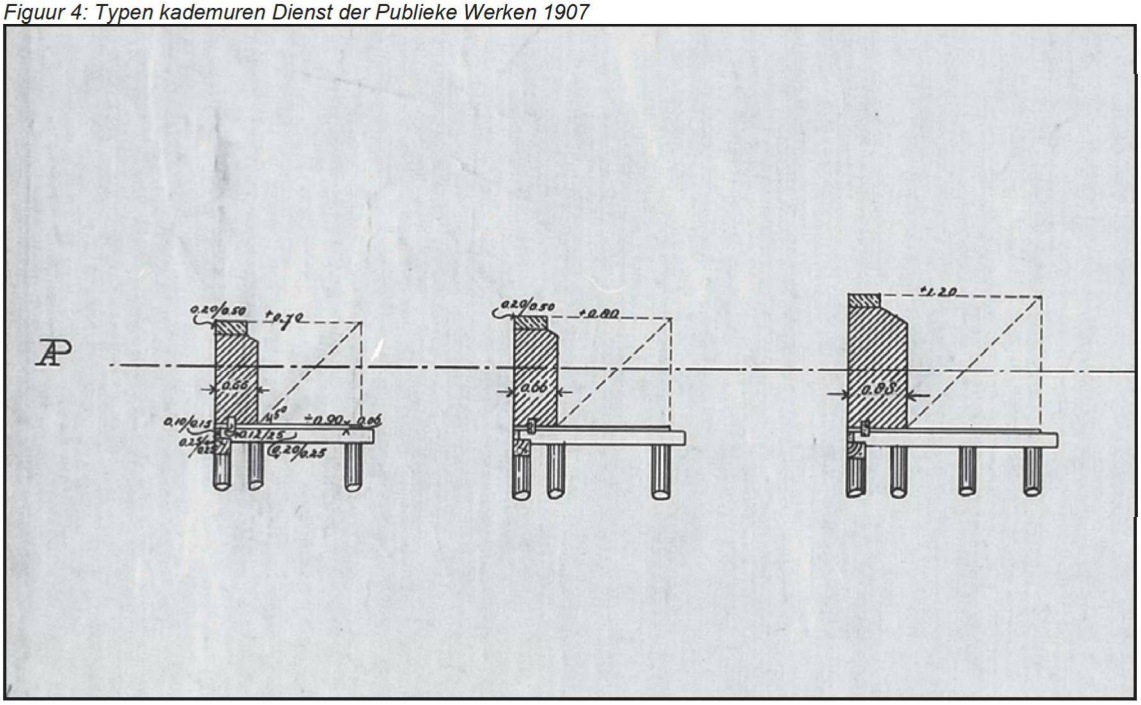
- Maaiveldhoogte: ca. NAP +0,5 m;
- Vanaf het maaiveld ophoogmateriaal tot ca. NAP -1,0 à -2,0 m;
- Daaronder samendrukbare lagen (veen, klei en wadzand) tot ca. NAP -13,0 m;
- Daaronder een matig vast tot vast gepakte zandlaag waaraan de houten palen hun draagkracht ontlenen. Het vermoedelijke puntniveau van de palen bedraagt ca. NAP -13,5 à -14,0 m.

Het open waterpeil in de Lijnbaansgracht wordt gehandhaafd op ca. NAP -0,4 m (Stadsboezempeil).

5. ARCHIEFONDERZOEK

Er zijn geen tekeningen gevonden van de betreffende kademuur. Wel is er een tekening gevonden van de Dienst der Publieke Werken uit 1907 met daarop de typen kademuren van Amsterdam. Het is aannemelijk dat de kademuur ter plaatse van de projectlocatie soortgelijk is ontworpen.

Figuur 4: Typen kademuren Dienst der Publieke Werken 1907



6. DUIKINSPECTIE EN HOUTONDERZOEK

Er is een duikinspectie uitgevoerd door Baars-Cipro. Daarbij zijn houtmonsters uit de palen genomen en het laboratoriumonderzoek is uitgevoerd door SHR Hout Research. De resultaten zijn als bijlage aan dit rapport toegevoegd.

Samengevat zijn de resultaten als volgt:
Er is een traject van 30 m onderzocht noordelijk van de zijgevel van de Melkweg. Binnen dit traject zijn 3 typen kadeconstructies aangetroffen:

- De eerste kadeconstructie bevindt zich van 0 tot 18 m vanaf het nulpunt. De kade is opgebouwd uit een gemetselde walmuur op een houten werkvloer. Onder de werkvloer liggen de kespen die zijn ingelaten in een watersloof. Onder de watersloof bevinden zich de houten palen;
- De tweede kadeconstructie bevindt zich van 18 tot 22 m vanaf het nulpunt. Deze constructie is opgebouwd uit een gemetselde walmuur op een houten werkvloer. De palen staan direct onder de werkvloer;
- De derde kadeconstructie bevindt zich van 22 tot 30 m vanaf het nulpunt. Deze constructie is opgebouwd uit een gemetselde walmuur op een houten werkvloer. Onder de werkvloer liggen de kespen waaronder de palen zijn gesitueerd;

Langs de kademuur is op 2 locaties aan de landzijde onderzoek uitgevoerd, op 9 en 26 m van het nulpunt (= zijgevel Melkweg). Deze locaties betreffen dus de eerste en de derde kadeconstructie. Op beide locaties zijn 4 palen onderzocht met de Specht en 2 houtmonsters genomen.

Onderzoekslocatie 1 op 9 m van het nulpunt:
- Paalkopdiameters Ø200 tot Ø210 mm;
- Paal 4 staat los van de kesp en heeft geen dragende functie;
- Gemiddelde indringingen Specht: 5 tot 16 mm;
- Gemiddelde dragende restdiameter Ø175 mm;
- Uit het laboratoriumonderzoek bleek dat de bemonsterde palen vuren en dennen zijn;
- De buitenste schil van deze palen is over 19 tot 20 mm sterk aangetast.

Onderzoekslocatie 2 op 26 m van het nulpunt:
- Paalkopdiameters Ø185 tot Ø260 mm;
- Gemiddelde indringingen Specht: 11 tot 15 mm;
- Gemiddelde dragende restdiameter Ø184 mm;
- Uit het laboratoriumonderzoek bleek dat beide bemonsterde palen vuren zijn;
- De buitenste schil van deze palen is over 12 tot 34 mm sterk aangetast.

De conclusie van Baars-Cipro is dat de totale kadeconstructie op basis van de visuele inspectie in een redelijke tot goede staat verkeert. Op 9 m van het nulpunt is een oude uitstroomopening aanwezig, waar de fundering niet wordt ondersteund door een kesp en waar de vloer verzakkingsschade vertoont.

Uit de resultaten van het onderzoek van Baars-Cipro blijkt dat ter plaatse van de tweede kadeconstructie de palen direct onder de werkvloer staan. Hier zijn dus geen kespen en een watersloof aangetroffen, zodat de overdracht van belasting vanuit de constructie naar de palen onvoldoende kan zijn.

De dragende restdiameters van de paalkoppen bedragen respectievelijk Ø175 en Ø184 mm.
De bijbehorende rekenwaarden van de draagkracht bedrage respectievelijk 260 en 287 kN.
Deze waarden zijn toereikend voor de belastingen op de palen.

7. METINGEN

Lintvoegwaterpassing

Langs de kademuur is een lintvoegwaterpassing uitgevoerd vanaf de vlonder van de Melkweg over een afstand van ca. 28 m naar het noorden. Het gemeten traject ligt tussen ca. 4 en 32 m vanaf de zijgevel van de Melkweg (= nulpunt Baars-Cipro).
Een algemene beschrijving van dit type meting alsmede de interpretatie van de meetresultaten is gegeven op het informatieblad Lintvoeg- en vloerwaterpassing.

De resultaten van de lintvoegwaterpassing zijn grafisch weergegeven op bijlage 1. Vanaf deze bijlage kan worden afgelezen waar de grootste zakking en de grootste rotatie zijn opgetreden. De resultaten van de metingen kunnen als volgt worden samengevat:

Tabel 1: Zakkingsverschillen en rotaties uit lintvoegwaterpassing

Afstand tot zijgevel Melkweg	Maximaal zakkingsverschil in mm	Rotatie
4 tot 15 m	47	<1:300 tot 1:50
15 tot 22 m	91	<1:300 tot 1:30
22 tot 32 m	13	<1:300 tot 1:150

De gemeten rotaties over het traject van 22 tot 32 m worden volgens de tabel in figuur 5 als nihil tot matig beoordeeld.

De gemeten rotaties over het traject van 4 tot 15 m variëren sterk en worden als nihil tot zeer groot beoordeeld.

De gemeten rotaties over het traject van 15 tot 22 m worden eveneens als nihil tot zeer groot beoordeeld, maar de opgetreden zakkingsverschillen zijn bijna 2 x zo groot als over het traject van 4 tot 15 m.

Figuur 2: Tabel 2 van F_3O/CURNET/SBR richtlijn "Onderzoek en beoordeling van houten paalfunderingen onder gebouwen" van oktober 2016

Rotatie	Schade typering	Benaming
< 1:300	Geen	Nihil
1:300 tot 1:200	Architectonisch	Klein
1:200 tot 1:100	Architectonisch	Matig
1:100 tot 1: 75	Constructief	Groot
> 1:75	Constructief	Zeer groot

8. VISUELE INSPECTIE WALMUUR

De walmuur is visueel geïnspecteerd vanaf de overzijde van de Lijnbaansgracht. De foto's van de visuele inspectie zijn weergegeven in bijlage 2.

Uit de foto's blijkt dat in het middengedeelte van de walmuur onregelmatigheden in het metselwerk zijn waargenomen, die duiden op vervorming en herstelde scheurvorming. Verder is er nabij de uitstroomopening een horizontale scheur van ca. 3 m lengte aanwezig.

9. FUNDERINGSINSPECTIES

Op 19 februari 2019 zijn 2 inspectieputten gegraven aan de landzijde van de kademuur. Ter plaatse van de gekozen locaties zijn de constructies van de kademuur zo goed mogelijk ingemeten en gefotografeerd. Ondanks dat aan de waterzijde een damwand was geplaatst en de zijkanten daarvan met klei waren afgedicht, bleek het aan de landzijde toch niet mogelijk om de grondwaterstand voldoende te verlagen om de houten palen te bereiken. De resultaten van de werkzaamheden zijn gepresenteerd in de bijgevoegde rapporten 2718-0179-001.R01 en 2718-0179-001.R02.

De werkzaamheden zijn voor zover van toepassing uitgevoerd conform de F_3O/CURNET/SBR richtlijn “Onderzoek en beoordeling van houten paalfunderingen onder gebouwen” van oktober 2016.

Samengevat zijn de resultaten van de funderingsinspecties als volgt:

Funderingsinspectie 1 ter plaatse van de tweede kadeconstructie

- De bovenkant van de kademuur ligt op NAP +0,72 m;
- De breedte van de kademuur bedraagt 315 mm;
- Het maaiveld naast de kademuur ligt op NAP +0,69 m;
- De onderzijde van het metselwerk van de kademuur ligt op NAP -0,33 m;
- Onder het metselwerk is over een hoogte van 200 mm beton aangetroffen;
- Hieronder is het beton lokaal uitgevloeid. Op deze locatie kon met een prikijzer onder het beton door worden gestoken. Hier is het grondkerend scherm dus onvolledig;
- Naast het uitgevloeide beton kon niet onder het beton door worden gestoken, zodat hier wel een grondkerend scherm aanwezig is.

Baars-Cipro heeft de tweede kadeconstructie beschreven als een gemetselde walmuur op een houten werkvloer waarbij de palen direct onder de werkvloer staan.

Vermoedelijk is er vanaf de landzijde ooit een reparatie uitgevoerd, waarbij het grondkerend scherm deels is afgedicht met beton en/of de houten werkvloer is vervangen door een betonbalk.

Funderingsinspectie 2 ter plaatse van eerste kadeconstructie

- De bovenkant van de kademuur ligt op NAP +0,26 m (lage deel) en NAP +0,90 m (hoge deel);
- De breedte van de kademuur bedraagt 400 à 420 mm;
- Er zijn 2 steunberen aan de landzijde van de kademuur aangetroffen met horizontale afmetingen van 340 x 430 à 445 mm. De h.o.h.-afstand tussen de steunberen bedraagt ca. 2,0 m;
- Aan weerszijden van de zuidelijke steunbeer zijn trekstangen aan de kademuur bevestigd.

Baars-Cipro heeft de eerste kadeconstructie beschreven als een gemetselde walmuur op een houten werkvloer. Onder de werkvloer liggen de kespen die zijn ingelaten in een watersloof. Onder de watersloof bevinden zich de houten palen.

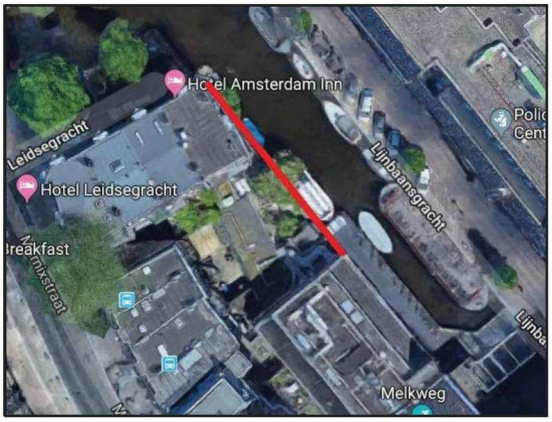
10. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Uit de resultaten van het gehele onderzoek blijkt dat de kadeconstructie van 0 tot 15 m vanaf het nulpunt (=zijgevel Melkweg) en van 22 tot 30 à 32 m vanaf het nulpunt in een redelijke staat verkeert. Over deze trajecten zijn geen grote zakkingsverschillen opgetreden of vervorming / scheurvorming waargenomen. Het betreft hier het grootste deel van de eerste kadeconstructie en de volledige derde kadeconstructie. Uit de resultaten van funderingsinspectie 2 blijkt dat er bij de eerste kadeconstructie minstens 2 verankeringen zijn toegepast.

Het gedeelte tussen 15 en 22 m vanaf het nulpunt verkeert in een matige staat. Hier zijn forse zakkingsverschillen en rotaties opgetreden en er zijn onregelmatigheden in het metselwerk waargenomen, die duiden op vervorming en herstelde scheurvorming. Volgens het onderzoek van Baars Cipro staan de palen hier direct onder de werkvloer geplaatst. Uit de resultaten van funderingsinspectie 1 blijkt dat aan de landzijde vermoedelijk een reparatie met beton is uitgevoerd om het grondkerend scherm lokaal af te dichten en/of de houten werkvloer is vervangen door een betonbalk.

Voor de uiteindelijke beoordeling van de kademuurconstructie kan worden overwogen om NEN 8707 toe te passen, waarmee een pragmatische toetsing mogelijk is op basis van bewezen sterkte (zakkingsgedrag, scheefstand, vervorming).

Op basis van de onderzoeksresultaten wordt geadviseerd om in ieder geval de stabiliteit van de kademuur tussen 15 en 22 m vanaf het nulpunt te verbeteren.

Lijnbaansgracht Amsterdam		**Kademuur**
Objectgegevens		
Rapportstatus	concept 0.1	
Objectnr.	Kademuur Lijnbaansgracht	
Locatie	Lijnbaansgracht Westzijde, ter hoogte van Leidsegracht	
Type	Kademuur	
Bouwjaar	1870-1900	
Afmetingen	Kadelengte ca. 40 meter	
Beheerder	Gemeente Amsterdam	
Inspectieomstandigheden	Datum: 11 september 2018 Tijd: 07:30-14:00 Weer: bewolkt, 18°C Water: 19°C, zicht < 0,5 m Stroming < 0,5 $^{m}/_{s}$	
Samenvatting	De kadeconstructie verkeert op basis van de visuele inspectie in redelijke tot goede staat. De bodem bestaat een laag slib met daarin klein puin en glaswerk. De palen 1, 3 en 4 zijn vuren en paal 2 is dennen en de monsters 1, 2, 3 en 4 zijn in een buitenste schil van respectievelijk 19, 20, 10 en 28 mm sterk aangetast door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen. Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in alle monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 23, 24, 12 en 34 mm. Het is aan te raden de volgende maatregelen te nemen: • Aanvullend onderzoek naar de staat van het grondkerend scherm d.m.v. aanvullend onderzoek aan de achterzijde van de walmuur. • De restlevensduur en sterkte van de constructie rekenkundig bepalen.	
Inleiding	Fugro heeft Baars-CIPRO opdracht gegeven tot het uitvoeren van een kadeinspectie van de kadeconstructie in de Lijnbaansgracht, conform offerte 18p107. De inspectie omvat het in kaart brengen van de opbouw van de kadeconstructie incl. eventuele schadebeelden, het uitvoeren van hout-indringingsmetingen en het nemen en analyseren van houtmonsters. Aan het begin van de inspectie heeft een voorinspectie plaatsgevonden waarin de mate van bereikbaarheid van de fundering is bepaald. Gezien de fundering over de gehele kade bereikbaar is, is gelijk doorgegaan met het funderingsonderzoek. De voorliggende raportage beschrijft de bevindingen van deze kadeinspectie.	
Constructie	Locatie: • De kade in de Lijnbaansgracht bevindt zich aan de noordzijde van uitgaanscentrum 'de Melkweg' in het centrum van Amsterdam. Bodem: • De bodem bestaat uit een laag slib met daarin klein puin en glaswerk. Kadeconstructie: De kadeconstructie is opgebouwd uit drie verschillende type: • De eerste kadeconstructie bevindt zich van 0-18 meter vanaf het 0-punt. De kade is opgebouwd uit een gemetselde walmuur op een houten werkvloer. Onder de werkvloer liggen de kespen die zijn ingelaten in een watersloof. Onder de watersloof bevinden zich de houten palen. • De tweede kadeconstructie bevindt zich op 18-22 meter vanaf het 0-punt. Deze constructie is opgebouwd uit een gemetselde walmuur op een werkvloer. De palen staan direct onder de werkvloer.	

	• De derde kadeconstructie bevindt zich op 22-30 meter vanaf het 0-punt. Deze constructie is opgebouwd uit een gemetselde walmuur op een houten werkvloer. Onder de houten werkvloer liggen de kespen waaronder de palen zijn gesitueerd.
Bevindingen	Langs de kade is op 2 locaties onderzoek uitgevoerd. De eerste locatie bevindt zich op 9 meter vanaf het 0-punt (zie Foto 2) en de tweede locatie bevindt zich op 26 meter vanaf het 0-punt (zie Foto 4). Bodem: • Voor het nemen van de houtmonsters is lokaal de bodem iets verdiept. De verdere bodem is niet onderzocht. • De bodem bestaat uit slib en klein puin, aangevuld door glazen flesjes. Fundering: • Van de eerste kadeconstructie is alleen de eerste palenrij van de fundering bereikbaar. Achter de eerste palenrij bevindt zich het grondkerend scherm. • Van de eerste kadeconstructie staat de 4e paal los van de kesp. Deze paal heeft geen dragende functie meer. • Bij de tweede kadeconstructie is tevens een tweede palenrij bereikbaar. Het grondkerend scherm bevindt zich achter de tweede palenrij. • Bij de derde kadeconstructie is een tweede palenrij aangetroffen. Het grondkerend scherm bevindt zich ver onder de kade en was alleen met behulp van een prikstok te bereiken. • Met behulp van de Specht (houtrotmeter zie bijlage V eindnoten) is op beide locaties van 4 palen de conditie van de buitenste schil van de funderingspalen onderzocht. Hiermee is een beeld verkregen van de aantasting. De meetresultaten zijn weergegeven in bijlage IV, de voornaamste resultaten zijn opgenomen in Tabel 1. • Het nemen en analyseren van houtmonsters is op deze locaties noodzakelijk voor een reststerkte prognose in de tijd en eventuele identificatie van aanwezige aantasters. • Per locatie zijn van twee palen monsters genomen en geanalyseerd op soort en mate van aantasting, houtsoort en druksterkte (zie fotobijlage II en bijlage III houtmonsteranalyse).

Meetlocatie ronde paal	ø kop paal [mm]	gem. indringing [mm]	rest ø [mm]	gecorr. rest ø [mm]	afname ø [%]	oppervlakte afname [%]	Advies gebied
L1P1	200	16	168	158	21	38	Gebied II
L1P2	210	11	188	178	15	29	Gebied II
L1P3	200	5	190	180	10	19	Gebied I
L1P4	210	9	193	183	13	24	Gebied I
L2P1	200	15	170	160	20	36	Gebied II
L2P2	230	11	208	198	14	26	Gebied II
L2P3	185	13	160	150	19	34	Gebied II
L2P4	260	11	238	228	13	23	Gebied II

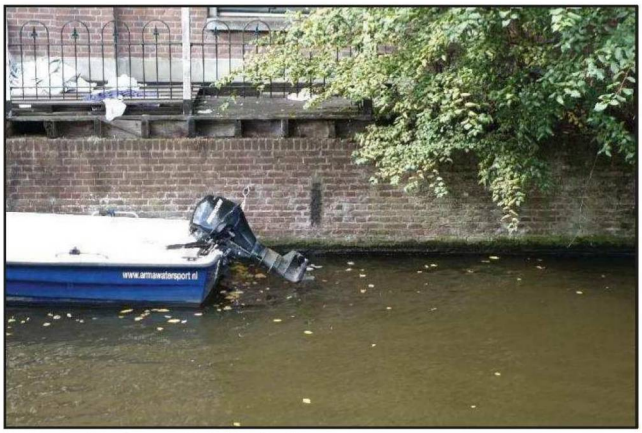
Tabel 1: Meetresultaten indringingsmetingen funderingspalen.

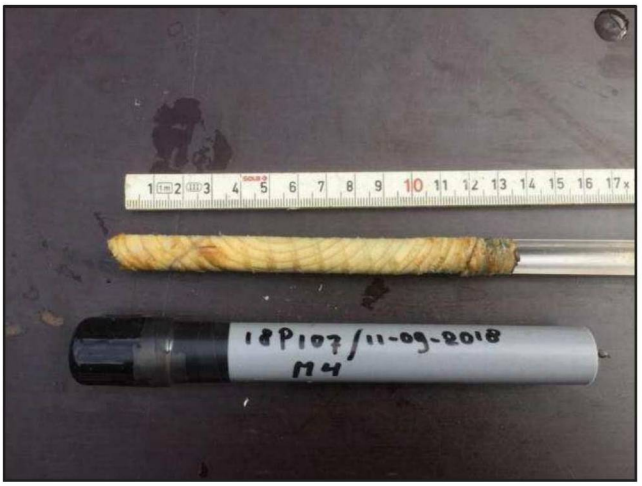
Grondkerend scherm:
- Het grondkerend scherm is slecht bereikbaar vanwege de geringe ruimte onder de fundering.
- Het grondkerend scherm is onderzocht met behulp van een prikstok. Van de eerste 20 meter is ca. 10% van de bovenzijde van het grondkerend scherm kapot. Hier was met een prikstok door het scherm te duwen.
- Op 20-28 meter van het 0-punt is 70% van de bovenzijde van het grondkeren scherm slecht.
- Op 28-30 meter vanaf het 0-punt wordt waarschijnlijk metselwerk aangeprikt. Mogelijk loopt de wand van het aangelegen pand door achter de fundering.

	Walmuur: • Op 9 m vanaf het 0-punt bevindt zich een oude uitstroomopening en boven de waterlijn een horizontale scheur van ca. 3 meter (zie Foto 3). De fundering wordt op deze locatie niet ondersteund door een kesp en de vloer vertoont verzakkingsschade. • Over de gehele lengte is het voegwerk op de windwaterlijn in slechte staat. Vanaf 10-15 m vanaf het 0-punt is het voegwerk over een grotere hoogte uitgesleten. Het uitgesleten voegwerk loopt door tot ca. 20 cm onder de waterlijn (zie Foto 2). • Op 18 meter vanaf het 0-punt zijn twee planken van de werkvloer verzakt. • Op 20 meter vanaf het 0-punt bevindt zich een schade in de werkvloer. Deze schade is reeds hersteld. Deksloof: • De deksloof is op de eerste locatie 32 cm breed. • De deksloof op de tweede locatie was niet meetbaar vanwege onbereikbaarheid.
Conclusies	Algemeen: • De eerste palenrij van de constructie was tijdens de inspectie goed bereikbaar. Bodem: • Het bodemverloop beperkt de bereikbaarheid van de fundering. De tweede palenrij en het grondkerend scherm waren slecht of niet bereikbaar. • De bovenlaag van de bodem bestaat uit slib (ca. 20 cm), klein puin en veel glaswerk. Fundering: • Een Pilodyn indringing van gemiddeld 5 tot 16 mm in de houten funderingspalen geeft aan dat het onderdeel (volgens Pilodyn beslissingsdiagram, bijlage V) in redelijke tot goede staat verkeert. • De palen 1, 3 en 4 zijn vuren en paal 2 is dennen en de monsters 1, 2, 3 en 4 zijn in een buitenste schil van respectievelijk 19, 20, 10 en 28 mm sterk aangetast door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen. • Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in beide monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 23, 24, 12 en 34 mm. Kadeconstructie: • De totale constructie verkeert op basis van de visuele inspectie in redelijke tot goede staat. De restlevensduur met betrekking tot de gronddichtheid wordt geschat op meer dan 10 jaar. Walmuur: • De walmuur verkeert op basis van de visuele inspectie in redelijke tot goede staat.
Aanbevelingen	Het is aan te raden de volgende maatregelen te nemen: • Aanvullend onderzoek naar de staat van het grondkerend scherm d.m.v. aanvullend onderzoek aan de achterzijde van de walmuur. • De restlevensduur en sterkte van de constructie rekenkundig te bepalen.

Lijnbaansgracht Amsterdam	**Bijlage I Inspectietekening**

- 18p107 Bijlage I Inspectietekening Lijnbaansgracht Amsterdam C1.0.PDF

Lijnbaansgracht Amsterdam	**Bijlage II Fotobijlage**
 Foto 1: Overzichtsfoto.	 Foto 2: Onderzoekslocatie 1, beschadiging voegwerk.
 Foto 3: Horizontale scheur en oude uitstroomopening.	 Foto 4: Onderzoekslokatie 2.
 Foto 5: Monster 18p107 – M1 L1P2.	 Foto 6: Monster 18p107 – M2 L1P3.

Lijnbaansgracht Amsterdam	**Bijlage II Fotobijlage**
	
Foto 7: Monster 18p107 – M3 L2P1.	Foto 8: Monster 18p107 – M4 L2P2.

Lijnbaansgracht Amsterdam	**Bijlage III Houtmonsteranalyse**

- MR-jg-rapport-180113 - Baars - Houtanalyses fundering kademuren Lijnbaansgracht Amsterdam.PDF

SHR

test - adviseert - deelt kennis in de bouw

Onderzoeksrapport: Houtanalyses fundering Kademuren Lijnbaansgracht te Amsterdam

Rapportcode: 18.0113.007 **Datum:** 22 oktober 2018

SHR
"Het Cambium"
Nieuwe Kanaal 9b
Postbus 497
6700 AL Wageningen
Tel: 0317 – 467366

E-ma[redacted]

Dit rapport heeft 14 bladen. Het is eigendom van de opdrachtgever, die gerechtigd is dit rapport integraal te publiceren. Gedeeltelijke publicatie, ook door de eigenaar, is slechts toegestaan na schriftelijke toestemming van SHR.

Opdrachtgever: Baars CIPRO B.V.
Hoofdweg 16A
1175 LA LIJNDEN

Bijlage: 6

Projectnummer: 18.0113.007

Auteurs: [redacted]
Projectleider

[redacted]
2e auteur

SHR werkt volgens NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 "Algemene eisen voor de competentie van beproevings- en kalibratielaboratoria".

SHR is gecertificeerd voor de uitvoering van SKH-BGS 007.
Rapportnummer SHR: 18.0113.007, rapportdatum: 22 oktober 2018.
Het SKH-kwaliteitsverklaringsnummer is SKH-023.

1 Inleiding

Datum opdracht:	18 september 2018.
Vraagstelling:	Wat is de aard en oorzaak van de aantasting, wat is het verlies aan gezond / dragend hout, wat is de te verwachten aantastingsuitbreiding in de komende 25 jaar, onderzoek uitgevoerd volgens SKH-BGS 007 Bepaling van microbiologische houtaantasting (zie voor document: www.skh.org).
Herkomst monsters:	Uit het funderingshout van de Kademuren Lijnbaansgracht te Amsterdam, paal 1 t/m 4.
Projectcode opdrachtgever:	18P107.

2 Materiaal

Bouwjaar en leeftijd woning:	1900 (opgave opdrachtgever) dus 118 jaar oud.
Datum monstername:	17 september 2018 (volgens opdrachtgever).
Datum monsterontvangst:	18 september 2018.
Aantal, lengte, afmeting monster:	Zie tabel 4.1.
Wijze van aanleveren:	Boorkernen Ø 10 mm in buisjes met water.
Wijze opslag:	Bij temperatuur van ± 4°C.
Datum analyse:	2 oktober 2018.

3 Methode

Monstervoorbereiding / dataverzameling: zie SKH-BGS 007 en Bijlage 1.

4 Resultaten

4.1 Monsterbeoordeling

Tabel 4.1. *Codering, monsterkwaliteit, visuele beoordeling en jaarringen van de monsters.*

Monster			Algemeen			Jaarringen			
Code		Lengte	Samenhang	Kleur*	Wan /	Breedte gem. [mm]		Aantal	
Gegeven	SHR	[mm]			buitenkant	juveniel	volwassen	totaal	aangetast
Paal 1	1	129	Goed	20 mm donkergrijs, rest grijs	Ja	5.0	1.7	54	35
Paal 2	2	160	Goed	25 mm donkergrijs, rest grijs	Ja	3.3	1.7	57	50
Paal 3	3	115	Goed	Grijs	Ja	-	3.0	35	16
Paal 4	4	152	Goed	Grijs	Ja	5.7	2.5	21	13

*typische kleurafwijkingen worden beschreven.

4.2 Houtsoort, spintaandeel, aantasting

Houtsoortbeschrijving: zie Bijlage 2.

Monster 1 (vuren, lengte tot aan het hart 107 mm)
In de buitenste 19 mm werd ernstige bacteriële aantasting van het erosietype (EB) waargenomen. Hierna werd in 38 mm weinig EB-aantasting gevonden. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

Monster 2 (dennen, lengte tot aan het hart 110 mm)
In de buitenste 20 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 67 mm weinig EB-aantasting gevonden. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

Monster 3 (vuren, lengte tot aan het hart 110 mm)
In de buitenste 10 mm werd ernstig EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 31 mm weinig EB-aantasting gevonden. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het aangetaste hout werden schimmeldraden gevonden.

Monster 4 (vuren, lengte tot aan het hart 77 mm)
In de buitenste 28 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 4 mm weinig EB-aantasting gevonden. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het sterk aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

4.3 Gradiënt in vocht, volumieke massa en druksterkte

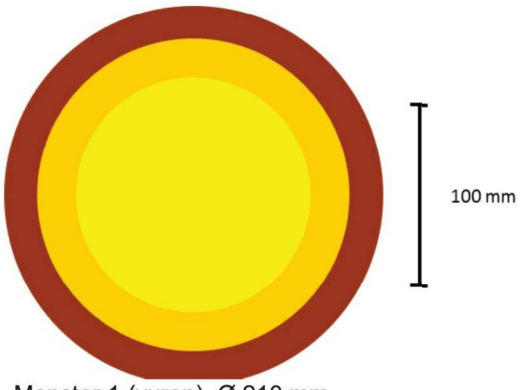
Voor toelichting op tabel 4.2 zie Bijlage 3.

***Tabel 4.2**. Gradiënt van dichtheid (volumieke massa (VM) bij 0% vochtgehalte; ratio tussen droge massa en nat volume (SG)), vochtgehalte (bij aanlevering (VG); theoretisch maximale vochtgehalte (TMV)) en druksterkte (DS). Zie verder bijlage 3.*

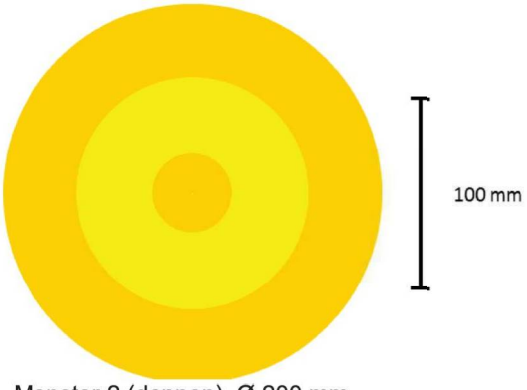
Monster	Afmeting segment [mm]	Dichtheid [kg/m³] SG	VM	Vochtgehalte (%) VG	TMV	DS [N/mm²]
1a*	19	240	**281**	**372**	**352**	**2,9**
1b*	22	396	**429**	**181**	**187**	**10,9**
1c	16	428	515	118	169	17,0
1d	20	451	540	114	157	17,5
1e	30	384	453	135	196	15,1
2a	20	410	504	180	179	11,0
2b	23	420	497	142	173	14,3
2c	22	397	462	105	187	18,6
2d	22	359	417	132	213	15,4
2e	23	324	367	151	244	13,5
3a	17	444	545	133	161	15,3
3b*	9	396	**463**	**153**	**188**	**13,3**
3c	17	456	538	118	155	16,9
3d	18	509	581	120	132	16,7
3e	13	377	430	137	200	14,8
3f*	10	374	436	126	203	16,0
3g	10	-	-	-	-	-
3h	16	387	446	127	193	16,0
4a	12	272	324	285	303	5,3
4b	20	233	268	289	365	5,1
4c	18	340	395	129	229	15,7
4d	27	327	377	150	241	13,6

* segmentgrootte te klein om een betrouwbare uitspraak te doen (zie bijlage 3 voor toelichting).

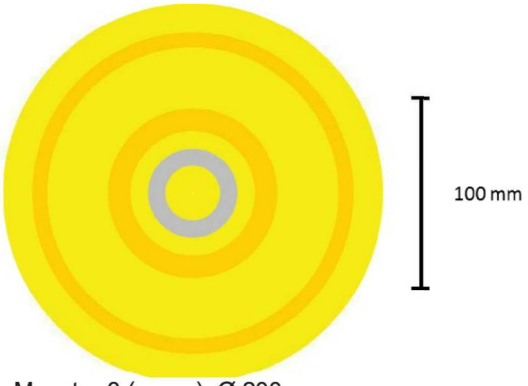
De druksterktes uit tabel 4.2 zijn hieronder visueel weergegeven. Een toelichting over het gebruik van druksterkte bij constructieberekeningen is weergegeven in Bijlage 4.



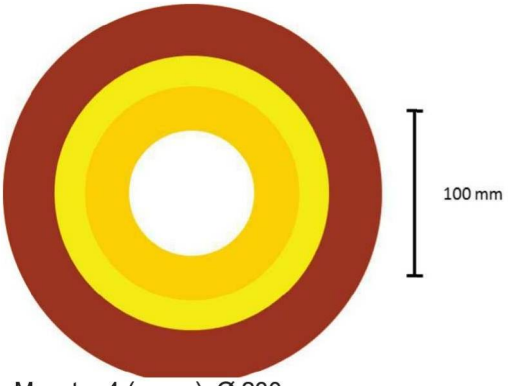
Monster 1 (vuren), Ø 210 mm



Monster 2 (dennen), Ø 200 mm



Monster 3 (vuren), Ø 200 mm



Monster 4 (vuren), Ø 230 mm

Paaldiameters (opgave opdrachtgever)

Legenda

	< 2,5 N/mm²
	2,5 - 6,25 N/mm²
	6,25 - 10 N/mm²
	10 - 15 N/mm²
	> 15 N/mm²
	niet bepaald
	niet beschikbaar

4.4 Beoordeling datakwaliteit

Op basis van de afwegingen uit Bijlage 5 en op basis van de referentiedatabase (relatie mate van aantasting – volumieke massa / vochtgehalte) wordt het gevonden anatomische aantastingspatroon bevestigd.

5 Discussie en Interpretatie

Oorzaak:	In alle monsters: bacteriële aantasting ontstaan onder water.
Omvang:	Diepte ernstige aantasting monsters 1, 2, 3 en 4: respectievelijk 19, 20, 10 en 28 mm.
Activiteit:	Bacteriële aantasting actief in de monsters.
Uitbreiding:	Sterk door bacteriën aangetaste schil tot maximaal respectievelijk 23, 24, 12 en 34 mm.

In Bijlage 6 staat de achtergrond van de uitbreiding van de aantasting omschreven.

6 Conclusie

De palen 1, 3 en 4 zijn vuren en paal 2 is dennen en de monsters 1, 2, 3 en 4 zijn in een buitenste schil van respectievelijk 19, 20, 10 en 28 mm sterk aangetast door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen.

Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in beide monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 23, 24, 12 en 34 mm.

7 Literatuur

Beoordelingsgrondslag SKH-BGS 007 Bepaling van microbiologische houtaantasting. Uitgave SKH. Inclusief alle daarin aangeduide literatuur.

Eurocode 5 - Ontwerp en berekening van houtconstructies: EN 1995-1-1 Algemeen - Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen; EN 1995-1-2 Algemeen - Ontwerp en berekening van constructies bij brand; EN 1995-2 Bruggen.

Heinz, I. 2004. Systematische Erfassung und Dokumentation der mikroanatomischen Merkmale der Nadelhölzes aus der Klasse Pinatae. Dissertation Technische Universität München.

Jorissen, A.J.M. 1995. Modificatiefactor vochtgehalte en duurbelasting. Technische Houtdocumentatie A 4/2 – 010210, Centrum Hout, Almere.

Klaassen R.K.W.M., 2008. Bacterial decay in wooden foundation piles: patterns and causes. A study on historical pile foundations in the Netherlands. *International Biodeterioration and Biodegradation 61 (1): 45-60.*

Laming, P.B., Rijsdijk, J.F. & J.C. Verwijs, 1978. Houtsoorten, informatie voor de praktijk. Houtinstituut TNO, Delft.

WVS_065 Microscopisch onderzoek aan funderingshout (intern SHR-document).

Zobel, B.J. & J.R. Sprague. 1998. Juvenile wood in forest trees. Springer –Verlag Berlin, Heidelberg, New York.

Bijlage 1: Microscopisch onderzoek

Voorafgaand aan het microscopische onderzoek zijn de monsters visueel beoordeeld. Daarna zijn met behulp van het microtoom radiale en/of kopse coupes gesneden met een dikte van 20-30 µm en een oppervlakte van circa 0,5-1 cm^2. De coupes zijn aangekleurd om mogelijke aantasting beter zichtbaar te maken. Onder de lichtmicroscoop (met en zonder gepolariseerd licht) zijn de coupes vervolgens onderzocht op de aanwezigheid van houtaantasters en is het houtanatomische patroon bekeken.

Vijf patronen van aantasting kunnen worden onderscheiden. Deze patronen worden veroorzaakt door de volgende micro-organismen:

- erosiebacteriën (EB);
- tunnelvormende bacteriën (TB);
- softrotschimmels;
- witrotschimmels;
- bruinrotschimmels.

In aanvulling op het patroon van aantasting wordt het hout gecontroleerd op de aanwezigheid van aantasters en andere houtkoloniserende micro-organismen:

- dikke bruine hyfe van blauwschimmel;
- dunne transparante hyfe van houtaantastende schimmel (wit-, bruin- en softrot veroorzakers);
- sporen van diverse micro-organismen;
- algen;
- andere insluitsels van organische herkomst.

Bij de classificering van de mate van aantasting wordt de indeling gehanteerd volgens Klaassen (2008) waarbij de volgende klassen worden gebruikt: totale verwoesting, ernstige aantasting, matige aantasting, weinig aantasting en gezond hout. In de discussie worden de begrippen *totale verwoesting* en *ernstige aantasting* samengevat onder het begrip *sterke aantasting*.

Bijlage 2: Houtsoortbeschrijving en spintbepaling

Herkenning van de houtsoort is gedaan op basis van de anatomische structuur.

In de monsters 1, 3 en 4 is de houtstructuur zoals die van vuren waargenomen:

Naaldhout met heterogene stralen met picioide kruisvlakstippels, radiale en axiale harskanalen, tracheïden met eenrijige hofstippels en hofstippels in de straaltracheïden met name van het Picea-1 type.

Bij vuren kan het spint niet op basis van aankleuring onderscheiden worden van het kernhout.

In monster 2 is de houtstructuur zoals die van dennen waargenomen:

Naaldhout met homogene stralen met picioide kruisvlakstippels, geen harskanalen, tracheïden met eenrijige hofstippels.

Bij dennen kan het spint niet op basis van aankleuring onderscheiden worden van het kernhout.

Bijlage 3: Gradiënt vocht, volumieke massa, druksterkte

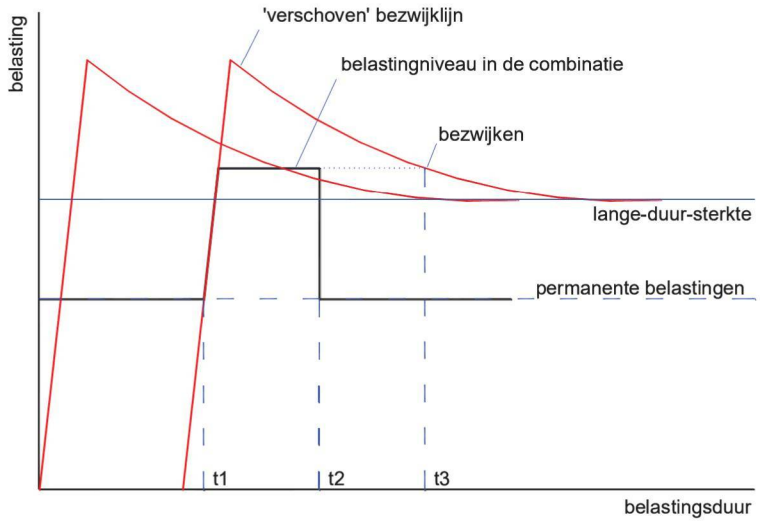
Tabel 4.2 bevat de waardes van de submonsters beginnend met de buitenzijde (bastzijde) en eindigend met de binnenzijde (kernkant), indien van toepassing is spint of kernhout aangegeven met een “s” of “k”. Wanneer aangegeven met een “*” zijn de submonsters te klein (< 1 cm^3) waardoor de waarden slechts indicatief zijn. Is het verschil in vochtgehalte tussen de gemeten waarde en het theoretisch maximum negatief, dan wijst dit op een meetonnauwkeurigheid. De weinig betrouwbare waarden zijn vet weergegeven in de tabel.

Bijlage 4: Toelichting op het gebruik van druksterkte zoals hier bepaald

Klaassen (2008) heeft aangetoond dat op basis van het houtvochtgehalte een redelijke schatting kan worden gemaakt van de druksterkte parallel aan de vezelrichting voor gezond of door bacteriën aangetast grenen en eiken en op dit model zijn de druksterktes uit tabel 4.2 gebaseerd. Het gaat hierbij dan om de zogenaamde *korte duursterkte*. Het grenen model wordt ook voor andere naaldhoutsoorten gebruikt bij gebrek aan specifieke modellen voor vuren en dennen. De ingeschatte druksterktes voor zowel vuren als dennen moeten om die reden met enige voorzichtigheid worden beschouwd.
Ter referentie van de waarden in tabel 4.2 kan gesteld worden dat gezond grenen hout, dat vers beproefd wordt (vochtgehalte 50 – 120%), een *korte duursterkte* van circa 22 N/mm^2 heeft. Bij vers vuren hout is dat circa 20 N/mm^2. Het eerst gevormde, zogenaamde juveniele, hout dat in de kern van de stam zit kan een wat lagere druksterkte hebben (Laming et al. 1978 en Zobel & Sprague, 1998), waardoor een lagere druksterkte in de kern van de paal als natuurlijk moet worden beschouwd.

De karakteristieke waarden (5% laagste waarden uit een verzameling) voor de *korte-duur-sterkte* staan opgesomd in de EN 338 (sterkteklassen). Binnen een constructieberekening wordt met verschillende belastingduur rekening gehouden (permanent, lang, gemiddeld en kort). Rekening houdend met belastingduur en vochtgehalte wordt de karakteristieke waarde met de zogenaamde modificatiefactor omgezet naar een rekenwaarde. Hierbij wordt ook een materiaalfactor toegepast welke een veiligheidsborging is in verband met de variabiliteit: hout (vergelijk het homogene beton met een factor van 1): $f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} k_{\mathrm{mod}}$

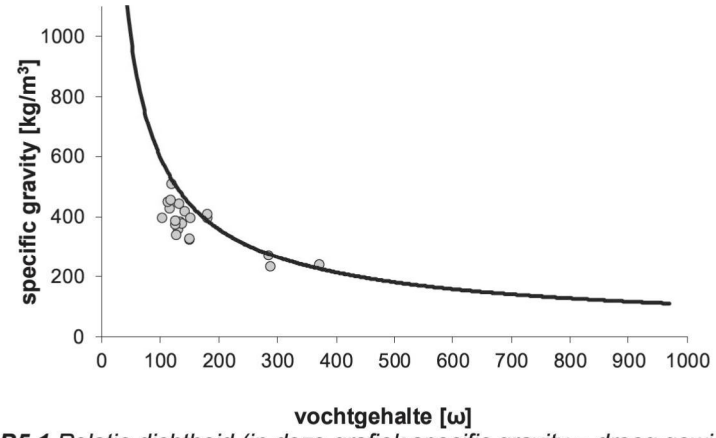
(waar f_d = rekenwaarde, f_k = karakteristieke waarde, γ_m = materiaalfactor (= 1,3) en k_{mod} = modificatiefactor (afhankelijk van belastingstijd en vochtgehalte = 0,5). De bepalende belastingcombinatie voor funderingspalen is meestal lang en de *lange-duur-sterkte* zoals weergegeven in figuur 4.1 mag niet worden overschreden. Verder zijn funderingspalen altijd waterverzadigd en de rekenwaarde voor deze situatie kan bepaald worden volgens de Nederlandse bijlage uit de EUROCODE 5 (EN 1995): $f_{c,0,d}$ = 9,9 N/mm^2 waarin : $f_{c,0,d}$ = rekenwaarde druksterkte parallel aan de vezelrichting.



Figuur 4.1 *Relatie tussen belasting en de belastingsduur op hout (vrij naar Jorissen 1995). Een permanente belasting die lager is dan de lange-duur-sterkte leidt niet tot bezwijken. Wanneer een belastingscombinatie (permanent en veranderlijk) kortstondig ($t_1 - t_2$) wordt verhoogd tot boven de lange-duur-sterkte maar onder de korte-duursterkte (maximale belasting) zal geen bezwijking of houtschade optreden. Is de belasting langdurig boven de lange-duursterkte dan zal op t_3 schade en bezwijking optreden.*

Bijlage 5: Referentiewaarden

Omdat aan kleine monsterdelen wordt gewerkt, kunnen alleen absolute uitspraken gedaan worden over de aantasting wanneer alle gemeten waarden in één lijn liggen. Voor tabel 4.2 zijn al controleaspecten opgenomen (zie Bijlage 3). Alle waarden uit tabel 4.2 worden ook als punten opgenomen in grafiek B5.1. De lijn in deze grafiek geeft bij volledig waterverzadigd hout de verhouding weer tussen het vochtgehalte en de dichtheid. Waterverzadigd hout ligt op de lijn en niet-waterverzadigd hout ligt onder de lijn in deze grafiek. Hout dat niet-waterverzadigd is duidt op gezond of weinig aangetast hout waarbij de gezonde houtstructuur lucht kan insluiten. (Beginnende) aantasting komt als eerste bij de membranen waardoor deze ingesloten lucht niet meer kunnen vasthouden. Punten die boven de lijn liggen wijzen op meetfouten en zijn verwijderd uit de grafiek en tabel 4.2.



Grafiek B5.1 *Relatie dichtheid (in deze grafiek specific gravity = droog gewicht / nat volume) en vochtgehalte. Bij waterverzadigd hout liggen de waarden op de lijn bij niet water verzadigd hout liggen de punten onder de lijn (Klaassen 2008).*

De volumieke massa kan binnen een houtsoort sterk variëren en een schatting van gewichtsafname door aantasting kan alleen bepaald worden wanneer de oorspronkelijke volumieke massa van een monster bekend is. Omdat dit van de hier onderzochte monsters niet meer te achterhalen is, is de onderstaande vergelijking van de volumieke massa's slechts indicatief. Tabel B5.2 geeft de bekende waarden van de gevonden houtsoorten.

Tabel B5.2 *Volumieke massa volgens Laming et al. (1978)*

Houtsoort	Volumieke massa (0% vochtgehalte)
Dennen	494 (392 - 616) kg/ m³
Midden-Europees vuren	428 (363 – 539) kg/m³
Europees vuren	407 (332 – 490) kg/m³

Bijlage 6: Achtergrond uitbreiding aantasting

Uitgangspunt is dat de omstandigheden rondom het funderingshout in de te beschouwen periode niet wezenlijk anders zullen zijn dan de afgelopen decennia. Voor het bepalen van de oorzaak en de uitbreiding van de aantasting worden de basisprincipes zoals genoemd in de SKH-BGS 007 gevolgd.

Hierop zijn voor dit rapport verder geen aanvullingen.

Lijnbaansgracht Amsterdam	**Bijlage IV Houtindringingsmetingen**

Constructie			Specht													Houtmonster label
Object	Onderdeel	Afmetingen onderdeel	metingen					rest ø	corr. 5 mm	afname ø	opp. oorsp.	opp. huidig	opp. afname	opp. afname	Pilodyn beslissingsd	
		Ø	1	2	3	4	gem.									
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm2]	[mm2]	[mm2]	[%]		
Locatie 1	paal 1	200	15	15	20	15	16	168	158	21	31416	19483	11933	38	Gebied II	
	paal 2	210	10	5	15	15	11	188	178	15	34636	24745	9891	29	Gebied II	18p107 L1P2 M1
	paal 3	200	5	5	5	5	5	190	180	10	31416	25447	5969	19	Gebied I	18p107 L1P3 M2
	paal 4	210	10	10	5	10	9	193	183	13	34636	26159	8477	24	Gebied I	
Locatie 2	paal 1	200	20	10	15	15	15	170	160	20	31416	20106	11310	36	Gebied II	18p107 L2P1 M3
	paal 2	230	10	10	15	10	11	208	198	14	41548	30635	10912	26	Gebied II	18p107 L2P2 M4
	paal 3	185	10	10	15	15	13	160	150	19	26880	17671	9209	34	Gebied II	
	paal 4	260	15	15	5	10	11	238	228	13	53093	40649	12444	23	Gebied II	

Lijnbaansgracht Amsterdam	**Bijlage V Eindnoten**

Pilodyn 6J houtrotmeter:

- in de houten onderdelen van de constructie wordt met een constante energie een naald geschoten. De gemeten indringing zegt iets over de staat van dat hout en de rekenkundige diameter of dikte. Gewerkt wordt volgens het funderingsprotocol van het ministerie van VROM.

Adviesgebied volgens het funderingsprotocol van het ministerie van VROM:

Gebied I

- Bij deze combinatie van diameter en indringing wordt gesteld dat geen aantasting aanwezig is. Het is niet noodzakelijk een houtmonster te nemen.

Gebied II

- Dit betreft aangetaste palen. De aantasting is echter nog zo gering dat geen nadelige invloed op de sterkte van de paalschacht wordt verwacht. Monstername is ten behoeve van de onderzoeksvraag naar de sterkte van de schacht niet noodzakelijk. Om een uitspraak te kunnen doen over de oorzaak van de aantasting en over de ontwikkeling in de tijd van de aantasting is monstername noodzakelijk.

Gebied III

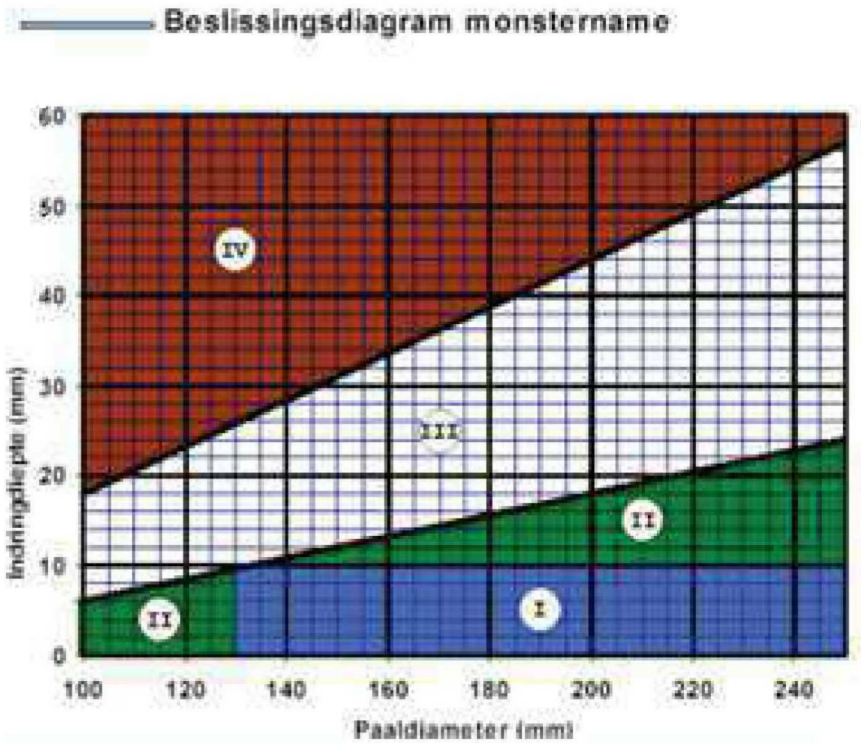
- Voor onderzoek naar de sterkte van de paalschacht is bij deze combinatie van diameter en indringingswaarde laboratoriumonderzoek aan boorkernmonsters noodzakelijk. Er dienen dan ook in dit gebied boorkernmonsters genomen te worden.
-

Gebied IV

- Dit is het gebied van relatief grote aantasting ten opzichte van de diameter. De sterkte van de paalschacht is hier onvoldoende. Monstername is alleen dan noodzakelijk indien de oorzaak van de aantasting moet worden vastgesteld.

Classificering adviesgebieden:

- Baars-CIPRO koppelt de adviesgebieden I, II, III en IV respectievelijk aan goed, redelijk, matig en slecht.



Beslissingsdiagram grenzen

Gebied I	Geen aantasting, geen houtmonster nodig.
Gebied II	Voldoende sterkte, alleen houtmonster voor vaststelling oorzaak aantasting en prognose.
Gebied III	Houtmonster nodig voor vaststellen sterkte.
Gebied IV	Onvoldoende sterkte, alleen houtmonster nodig voor vaststellen oorzaak aantasting.

Algemeen

Lintvoeg- en vloerwaterpassingen zijn metingen, waarbij op een eenvoudige en relatief goedkope wijze informatie verkregen over de vervormingen die een pand heeft ondergaan.

De metingen worden vaak in de beginfase van een funderingsonderzoek uitgevoerd. In combinatie met andere onderdelen van het funderingsonderzoek wordt een totaalbeeld verkregen van de kwaliteit van de funderingen van een pand of woningblok.

Methode Lintvoegwaterpassing

Met behulp van een waterpasinstrument, een baak en een meetlint wordt een aantal punten van de buitengevels van het pand ingemeten.
De landmeter kiest hiervoor punten, waarvan mag worden aangenomen dat deze tijdens de bouw vrijwel in een horizontaal vlak hebben gelegen. Dit is meestal een lintvoeg in het metselwerk rondom het gebouw. Er kan ook worden gekozen voor het meten van een rollaag, de bovenzijde van het trasraam of de bovenzijden van raamopeningen.

Door de hoogten van de gemeten punten te tekenen in lengteprofielen ten opzichte van één horizontaal vlak, wordt een beeld verkregen van de vervormingen die het pand sinds de bouw heeft ondergaan.

De nauwkeurigheid van de meting is zeker niet groter dan plus of min 5 mm. Dit is een gevolg van maatafwijkingen in (handvorm)stenen en het metselproces.
De meting is niet geschikt om te herhalen na bijvoorbeeld enkele jaren en daarmee zakkingssnelheden vast te stellen. Nauwkeurigheidswaterpassingen zijn daarvoor wel geschikt.

Methode Vloerwaterpassing

Als het pand deel uit maakt van een woningblok, dan kan alleen de voorgevel en mogelijk de achtergevel worden gemeten met een lintvoegmeting.
In zo'n situatie wordt de hoogteligging van een oorspronkelijke, sinds de bouw aanwezige, vloer gemeten. Over het algemeen gebeurt dit op de 4 hoekpunten en halverwege tussen de voor- en achtergevel. Op deze wijze wordt een globale indruk verkregen van het zakkingsverschil dat tussen de voor- en achtergevel is opgetreden.

Absolute zakking

Op de bestektekening is vaak de hoogte ten opzichte van NAP gegeven van de begane grondvloer, het maaiveld of een ander object.
Door de hoogte hiervan opnieuw vast te stellen ten opzichte van NAP wordt een indruk verkregen van de absolute zakking van dat punt in de constructie sinds de bouw.
De nauwkeurigheid van dit gegeven is niet bijzonder hoog als gevolg van afwijkingen van de bestektekening en opgetreden zakkingen tijdens de bouwfase.

Beoordeling meetresultaten
De meetresultaten van de lintvoegwaterpassing en de vloerwaterpassing worden in één tekening weergegeven en geven een compleet beeld van de zakkingsverschillen die sinds de bouw in de gevels zijn opgetreden.
Uit de zakkingsverschillen en de afstanden tussen de meetpunten kan worden herleid op welke wijze het metselwerk van de gevels vervormd is.
Deze vervormingen of rotaties kunnen scheurvorming veroorzaken. Bij welke rotaties scheurvorming begint op te treden, is afhankelijk van de stijfheid van de constructie en de gebruikte bouwmaterialen.

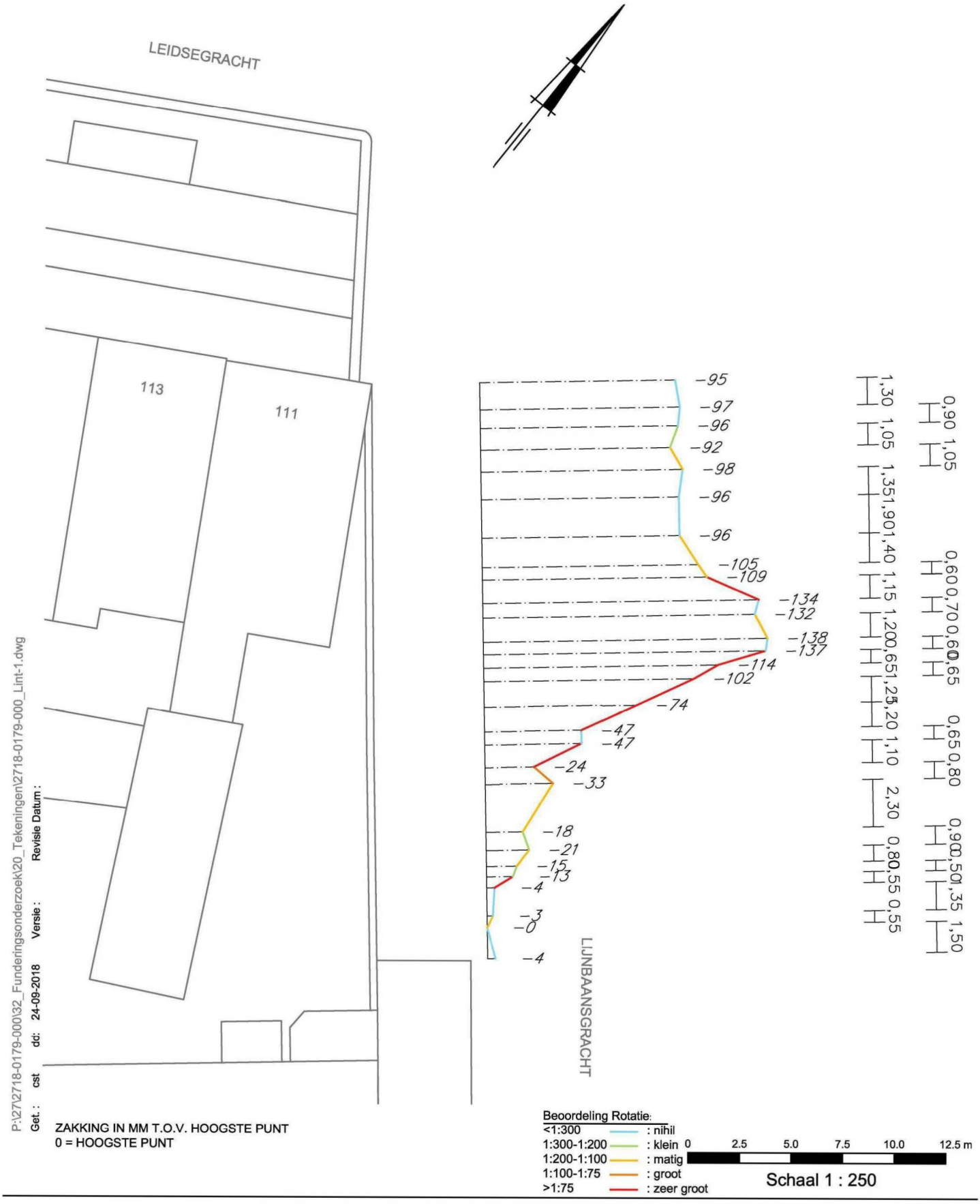
Gelijkmatige zakking of scheefstand van een pand hoeft dus niet tot schade te leiden. Grote zakkingsverschillen op korte afstand zullen wel schade veroorzaken. Beide situaties kunnen op gebreken in de fundering duiden. De beoordeling hiervan dient echter in combinatie met andere onderdelen van het funderingsonderzoek plaats te vinden.

Fugro GeoServices B.V. hanteert de volgende beoordelingswaarden conform de F_3O richtlijn "Onderzoek en beoordeling van houten paalfunderingen onder gebouwen" van september 2012:

Rotatie	Schade typering	Benaming
< 1:300	Geen	Nihil
1:300 tot 1:200	Architectonisch	Klein
1:200 tot 1:100	Architectonisch	Matig
1:100 tot 1:75	Constructief	Groot
> 1:75	Constructief	Zeer groot

Indien noodzakelijk wordt op basis van met name de resultaten van de lintvoegwaterpassing één of meerdere locaties voor het graven van inspectieputten vastgesteld.

Bij het beheer van onroerend goed wordt vaak hoofdzakelijk op basis van de resultaten van de lintvoeg- en de nauwkeurigheidswaterpassing het moment bepaald, waarop eventueel tot funderingsherstel moet worden overgegaan.



SITUATIE LINTVOEGWATERPASSING

Opdr.: 2718-0179-000

FUNDERINGSONDERZOEK KADEMUUR LIJNBAANSGRACHT TE AMSTERDAM

Bijl. :

Door het visueel inspecteren van het pand wordt een eerste indruk verkregen over de mogelijke kwaliteit van de fundering.

Dit type onderzoek wordt vaak uitgevoerd bij de aankoop / verkoop van panden, eventueel in combinatie met Archiefonderzoek. Meestal is in deze situatie onvoldoende tijd beschikbaar voor meer uitgebreid funderingsonderzoek.

Van belang is er op te wijzen dat de "visuele inspectie" slechts een indicatief oordeel oplevert. Hetgeen waardevol is als eerste gegeven, maar slechts een beperkte zekerheid biedt. Indien meer zekerheid is gewenst, moet een meer uitgebreid funderingsonderzoek worden uitgevoerd.

Bij de uitvoering van een visuele inspectie wordt gelet op de volgende zaken:

- Scheefstand. Dit kan duiden op een overbelasting van de fundering of op een plaatselijke afwijkende draagkracht van de bodem.
- Scheuren in het metselwerk en het patroon hiervan. Deze worden vastgelegd in een schets. Aan het patroon van de scheurvorming kan vaak een funderingsprobleem worden herkend.
- Klemmende ramen en / of deuren. Dit kan duiden op recente vervorming in het pand.
- Overige lokale factoren, zoals bijvoorbeeld verbouwingen en doorbraken.
- Omgevingsfactoren. Alle zaken die invloed kunnen hebben op de fundering van het pand, zoals b.v.: aangrenzende bebouwing, bouwputten in de directe omgeving, ophogingen, boompartijen, bemalingen.

Foto 1:

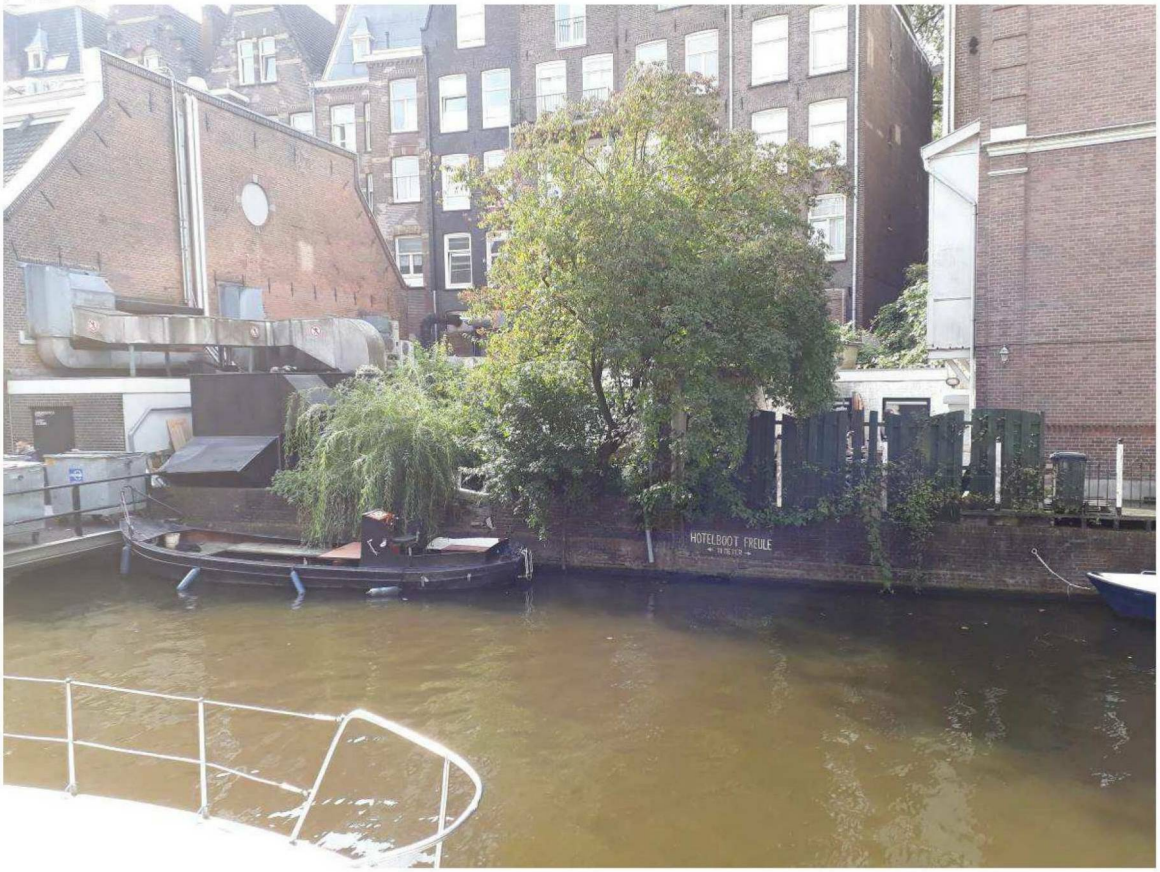


Foto 2:



Foto 3:



Foto 4:



Foto 5:

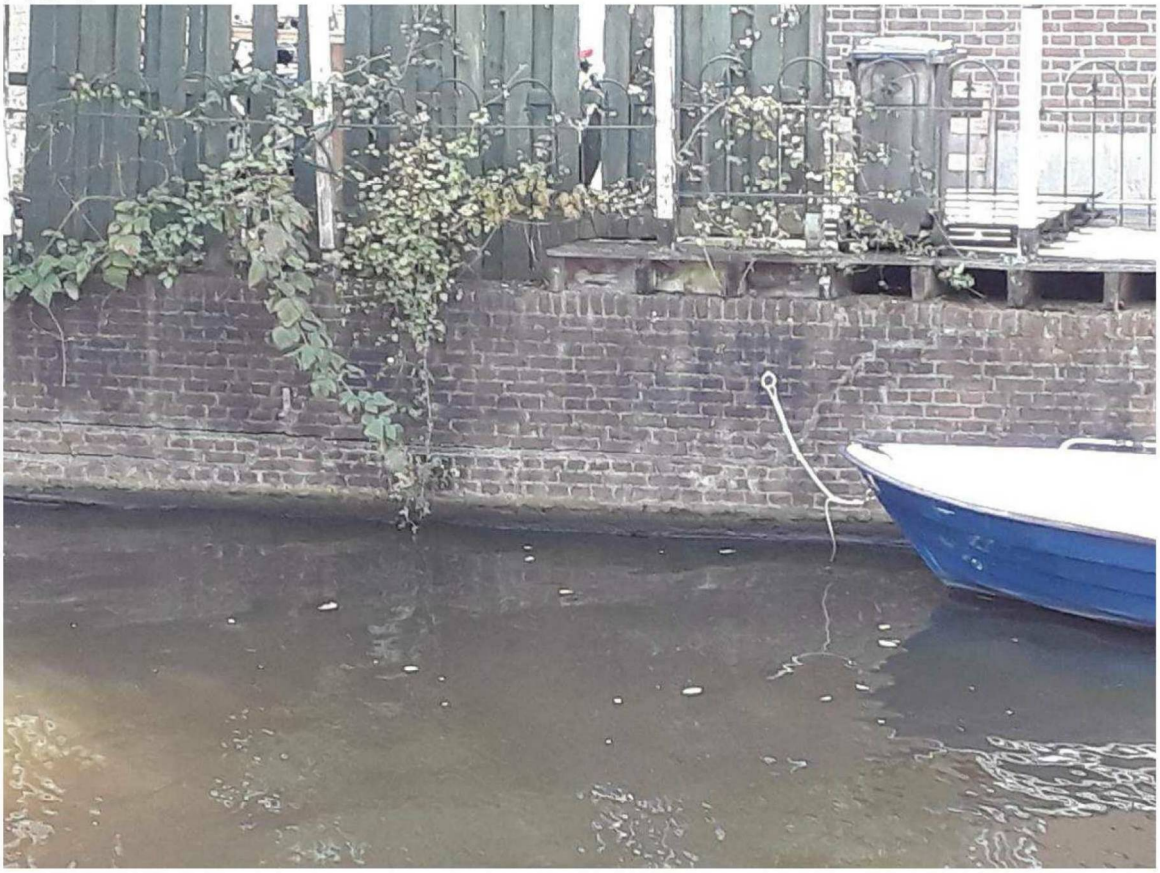


Foto 6:

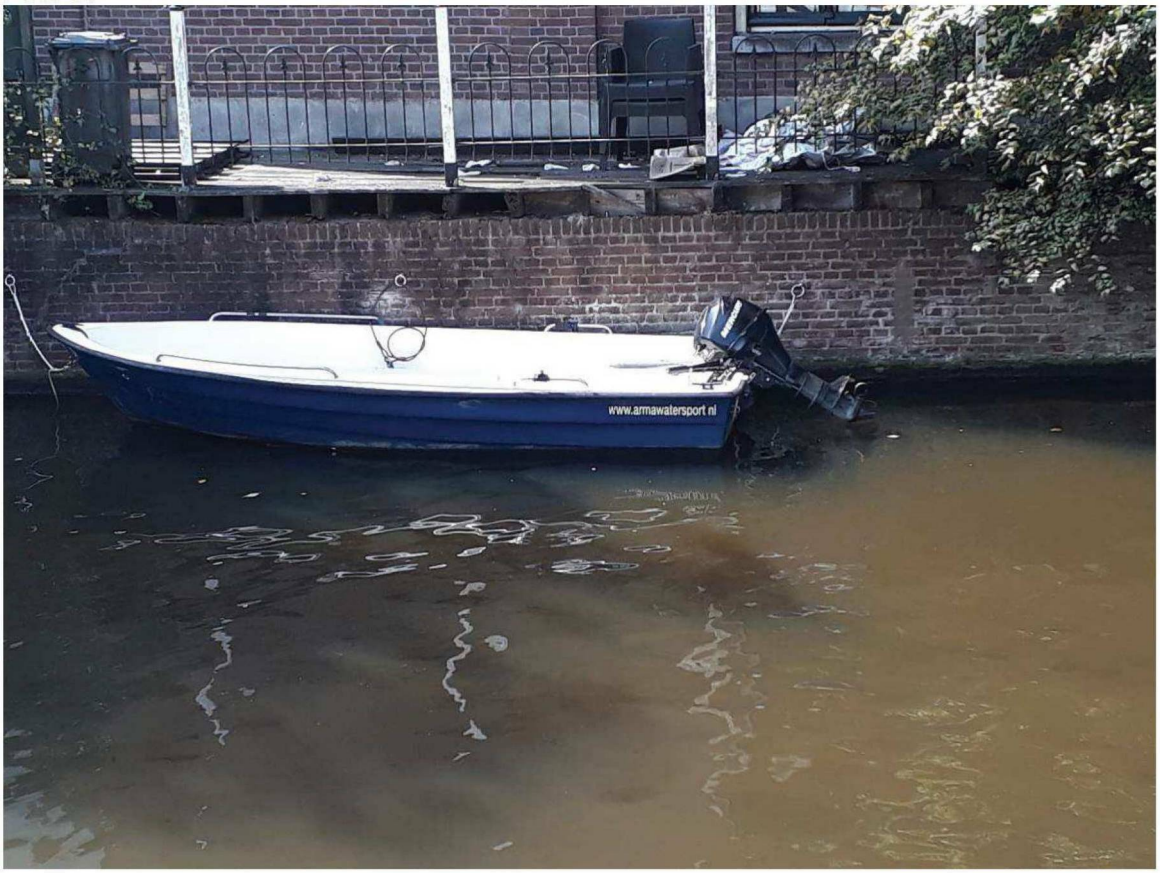
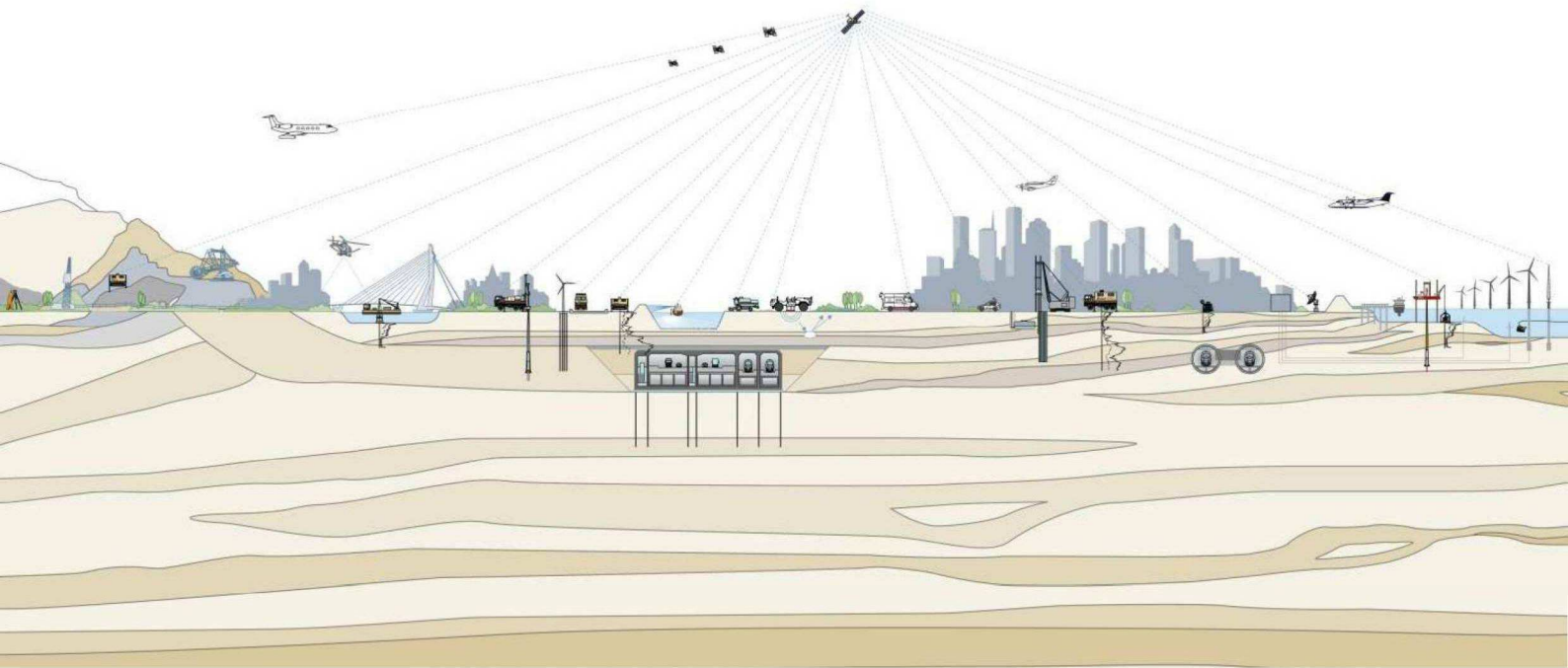


Foto 7



Fase 2 Funderingsonderzoek kademuur Lijnbaansgracht Amsterdam

Document Nr.: 2718-0179-001
Versie: *Versie PUT 1*
Datum:22 februari 2019



Opdrachtgever Ingenieursbureau Amsterdam
Postbus 12693
1100 AR Amsterdam

Datum 22 februari 2019

Projectleider [redacted]
T 020 65 10800

Versiebeheer

Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum
1.0	Initiële versie				

Algemeen

Met deze vorm van onderzoek wordt door het graven van een inspectieput een visuele controle mogelijk van de funderingsconstructie en de houten palen. Tevens wordt de houtkwaliteit van alle funderingsonderdelen vastgesteld door middel van een mechanisch onderzoek. Zo nodig kan ook laboratoriumonderzoek worden uitgevoerd op houtmonsters uit de palen en eventueel uit de kespen en het langshout om de houtsoort en het type en de mate van aantasting vast te stellen.

De werkzaamheden worden uitgevoerd conform de F_3O/CURNET/SBR richtlijn “Onderzoek en beoordeling van houten paalfunderingen onder gebouwen” van september 2012

Inspectie

Een funderingsinspectie kan in de volgende situaties worden uitgevoerd:

- Indien de eerder uitgevoerde onderdelen van het funderingsonderzoek geen duidelijk inzicht heeft opgeleverd over ontstane zakkingsverschillen. Vastgesteld kan bijvoorbeeld worden of dit veroorzaakt is door gebreken aan de funderingsconstructie of door een te geringe draagkracht van de palen.
- Indien snel een duidelijk beeld moet worden verkregen van de kwaliteit van de fundering.

De volgende informatie wordt standaard bij een funderingsinspectie verzameld en in tekening gebracht:

- De afmetingen van het langshout en eventuele kespen. Met name wordt gelet op eventuele schade in de vorm van breuken, inknijpingen en andere vervormingen.
- De kopdiameters van de houten palen, eventuele scheefstand of gebreken hieraan. Tevens wordt gemeten of de palen goed onder het metselwerk staan.
- De afmetingen en kwaliteit van het metselwerk direct boven de houten funderingsconstructie.
- De bodemopbouw zoals deze is aangetroffen tussen het maaiveld en de bodem van de inspectieput.
- Het maaiveldniveau en de grondwaterstand.
- De hoogteligging van de genoemde onderwerpen wordt vastgesteld ten opzichte van NAP.

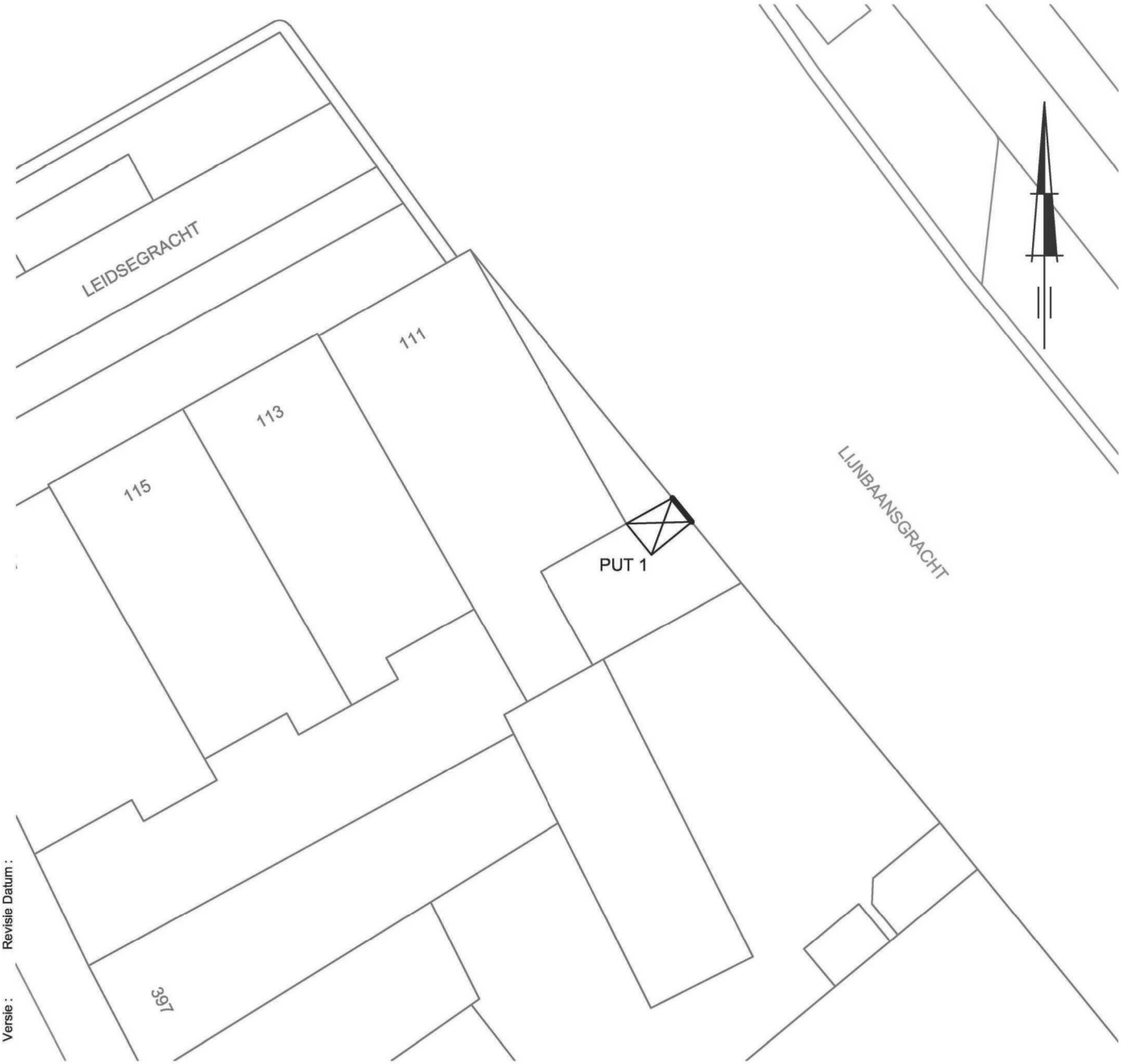
De rapportage van de funderingsinspectie omvat, naast de in tekening gebrachte meetresultaten, tevens foto’s van de funderingsconstructie.

Aangezien een funderingsinspectie relatief kostbaar is, dient de locatie van de inspectieput zorgvuldig te worden gekozen op basis van de resultaten van de eerder uitgevoerde onderdelen van het funderingsonderzoek.

Houtonderzoek
Het houtonderzoek omvat in elk geval een mechanisch onderzoek met behulp van een slaghamer van het type Specht. Deze slaghamer heeft een pen met een diameter van 5 mm en een maatverdeling. Bij een slagkracht van 6 Joule wordt de indrukking van de pen in het hout gemeten. Bij de beoordeling van de meetresultaten wordt ervan uitgegaan dat de indringing in niet aangetast hout maximaal 5 mm bedraagt. Op basis van de resultaten van het mechanisch onderzoek kan worden vastgesteld welke zone van het hout in de huidige situatie nog bijdraagt aan de sterkte van de palen, kespen en langshout.

Zo nodig kunnen houtmonsters met een diameter van 10 mm worden genomen uit de palen, en eventueel uit kespen of langshout. Gestreefd wordt naar een bemonstering tot in het hart van de palen, kespen of langshout. De houtmonsters worden geanalyseerd in een daarvoor gespecialiseerd laboratorium. Daarbij wordt de houtsoort vastgesteld, de mate en het type van de eventuele aantasting door bacteriën en/of schimmels. Uit de combinatie van het laboratoriumonderzoek en het mechanisch onderzoek kan worden vastgesteld welke zone van het hout in de toekomst nog bijdraagt aan de sterkte van de palen, kespen en langshout.

Op basis van de verzamelde informatie van het gehele funderingsonderzoek en onze ervaring op dit gebied, kan een beoordelingsrapport worden opgesteld. Hierin wordt de kwaliteit van de fundering beschreven en wordt de handhavingstermijn vastgesteld afhankelijk van de bestemming van het pand.



P:\27\2718-0179-001\32_Funderingsonderzoek\20_Tekeningen\2718-0179-001_Situ-1.dwg

Get. : dd: 20-02-2019 Versie : Revisie Datum :

0 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 m

Schaal 1 : 250

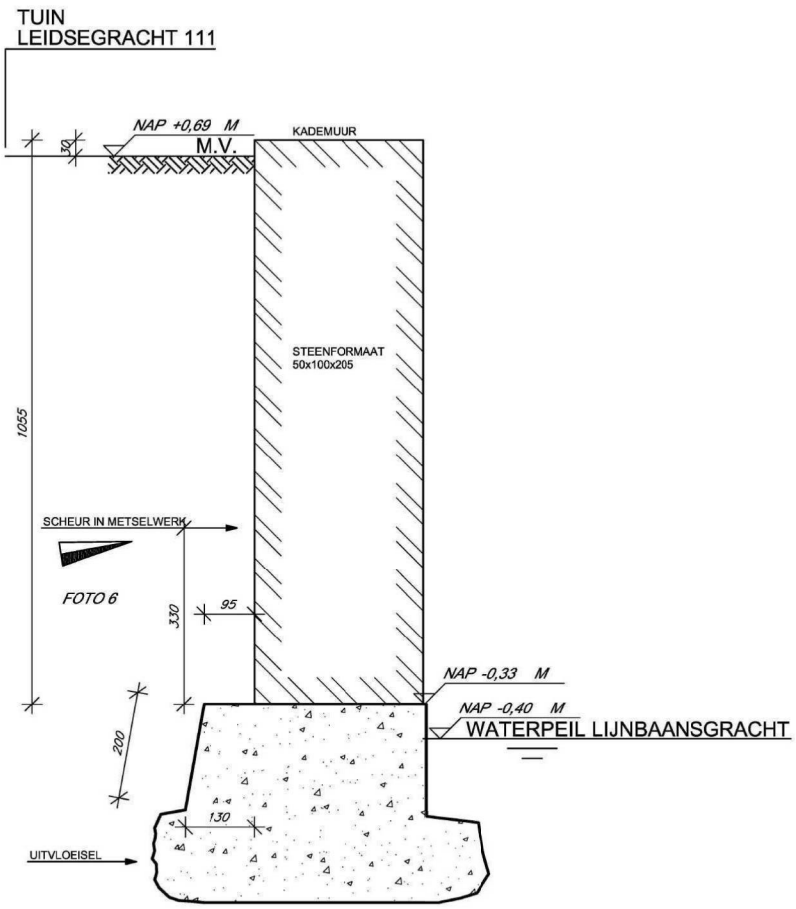
SITUATIE PROEFSLEUF

FASE 2

FUNDERINGSONDERZOEK KADEMUUR LIJNBAANSGRACHT TE AMSTERDAM

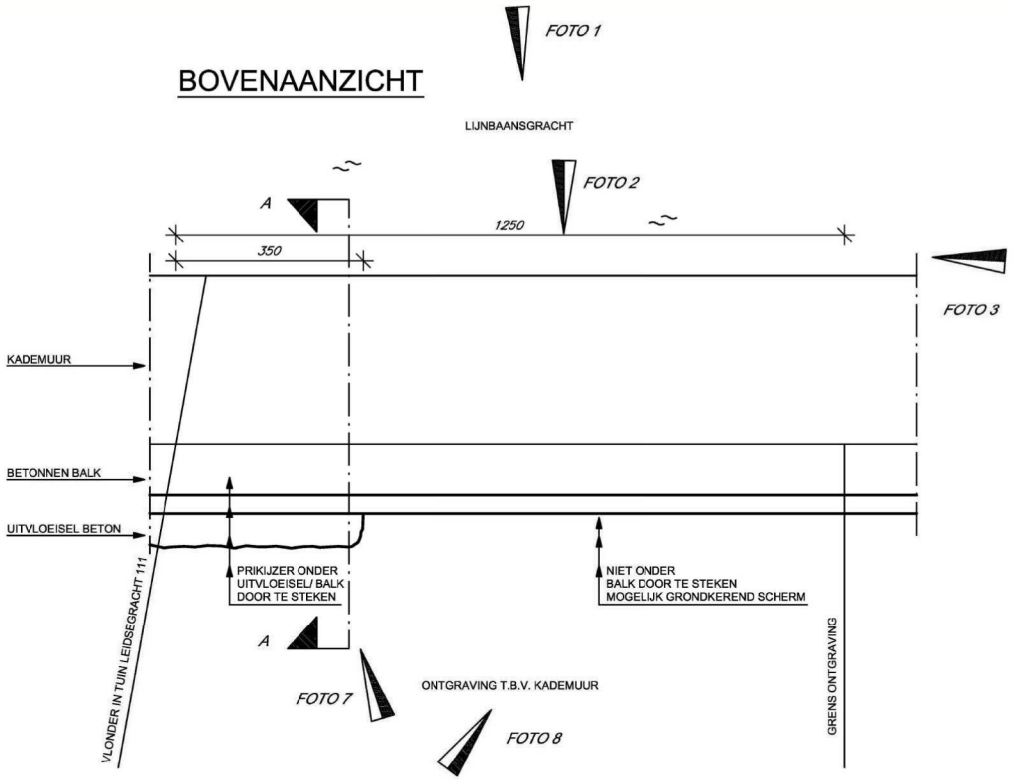
Opdr.: 2718-0179-001

Bijl. :



DOORSNEDE A - A

BOVENAANZICHT



BODEMOPBOUW (meters -Mv)
0,00-0,04
TEGEL
0,04-0,15
ZAND, GEEL
0,15-0,40
ZAND, BRUIN, WORTELS
0,40-0,70
ZAND, BRUIN, GRINDIG
0,70-1,15
ZAND, KLEIIG

LEGENDA

MAATVOERING IN MM

FOTO 4

0 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 m

Schaal 1 : 10

FUNDERINGSINSPECTIE - PUT 1
FASE 2
FUNDERINGSONDERZOEK KADEMUUR LIJNBAANSGRACHT AMSTERDAM

Opdr. : 2718-0179-001
Bijl. :

P:\27\2718-0179-001\32_Funderingsonderzoek\20_Tekeningen\2718-0179-001_Put-1.dwg
Get.: cst Datum: 20-02-2019 Versie: Revisie Datum:

VERSLAG FUNDERINGSINSPECTIE

	Ja:	Nee:
❑ Fugro had coördinatie graaf- en pompwerkzaamheden	X	
❑ Inspectieput is op de juiste plaats gegraven	X	
❑ Inspectieput conform F3O/SBRCURnet, Delft van oktober 2016 uitgevoerd	X	

- ❑ Datum onderzoek : 19-2-2019
- ❑ Houtmonster(s) paal : Geen
- ❑ Steenformaat (mm) : 50x100x205
- ❑ Metselwerk matig, scheur in metselwerk 330 mm boven betonnen balk
- ❑ Geen houten palen kunnen inspecteren i.v.m. te hoge waterstand en mogelijk kwelscherm

Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7

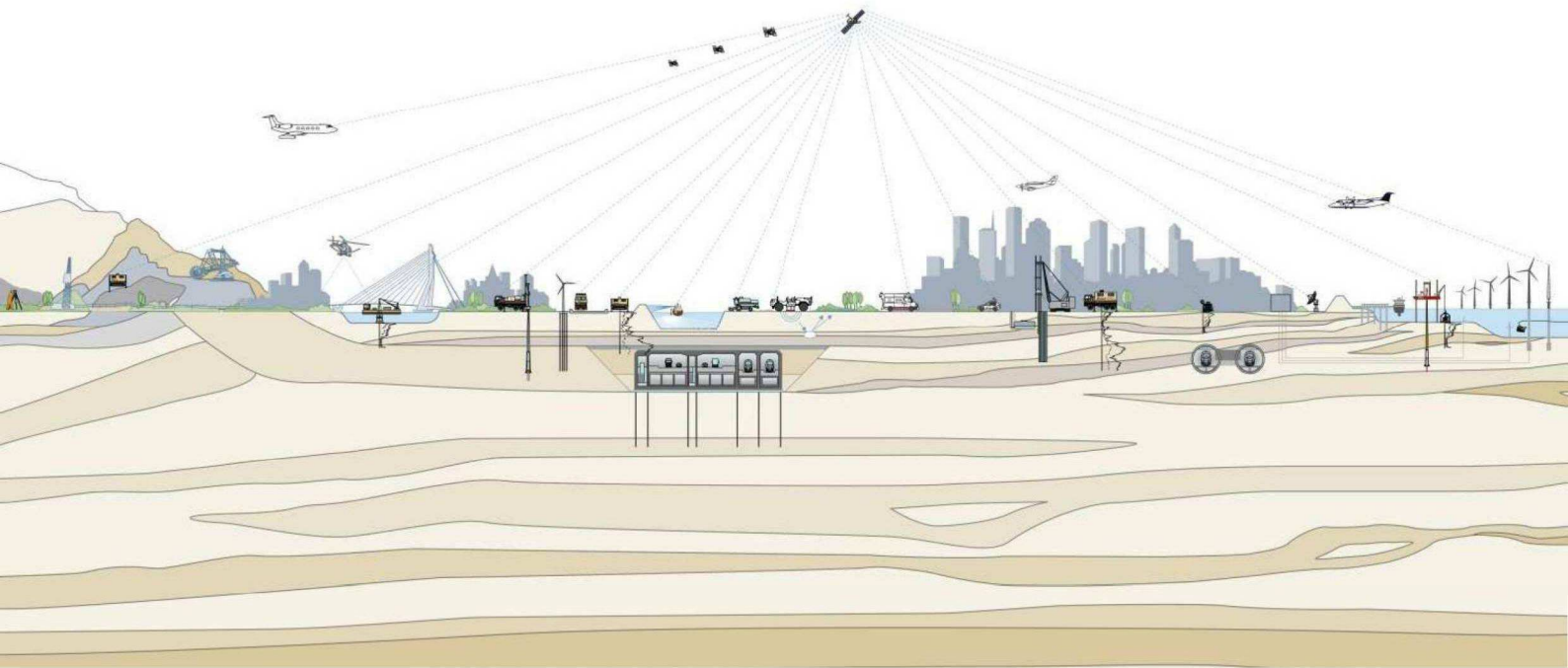


Foto 8



Fase 2 Funderingsonderzoek kademuur Lijnbaansgracht Amsterdam

Document Nr.: 2718-0179-001
Versie: *Put 2*
Datum:22 februari 2019



Opdrachtgever Ingenieursbureau Amsterdam
Postbus 12693
1100 AR Amsterdam

Datum 22 februari 2019

Projectleider [redacted]
T 020 65 10800

Versiebeheer

Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum
1.0	Initiële versie				

Algemeen

Met deze vorm van onderzoek wordt door het graven van een inspectieput een visuele controle mogelijk van de funderingsconstructie en de houten palen. Tevens wordt de houtkwaliteit van alle funderingsonderdelen vastgesteld door middel van een mechanisch onderzoek. Zo nodig kan ook laboratoriumonderzoek worden uitgevoerd op houtmonsters uit de palen en eventueel uit de kespen en het langshout om de houtsoort en het type en de mate van aantasting vast te stellen.

De werkzaamheden worden uitgevoerd conform de F_3O/CURNET/SBR richtlijn “Onderzoek en beoordeling van houten paalfunderingen onder gebouwen” van september 2012

Inspectie

Een funderingsinspectie kan in de volgende situaties worden uitgevoerd:

- Indien de eerder uitgevoerde onderdelen van het funderingsonderzoek geen duidelijk inzicht heeft opgeleverd over ontstane zakkingsverschillen. Vastgesteld kan bijvoorbeeld worden of dit veroorzaakt is door gebreken aan de funderingsconstructie of door een te geringe draagkracht van de palen.
- Indien snel een duidelijk beeld moet worden verkregen van de kwaliteit van de fundering.

De volgende informatie wordt standaard bij een funderingsinspectie verzameld en in tekening gebracht:

- De afmetingen van het langshout en eventuele kespen. Met name wordt gelet op eventuele schade in de vorm van breuken, inknijpingen en andere vervormingen.
- De kopdiameters van de houten palen, eventuele scheefstand of gebreken hieraan. Tevens wordt gemeten of de palen goed onder het metselwerk staan.
- De afmetingen en kwaliteit van het metselwerk direct boven de houten funderingsconstructie.
- De bodemopbouw zoals deze is aangetroffen tussen het maaiveld en de bodem van de inspectieput.
- Het maaiveldniveau en de grondwaterstand.
- De hoogteligging van de genoemde onderwerpen wordt vastgesteld ten opzichte van NAP.

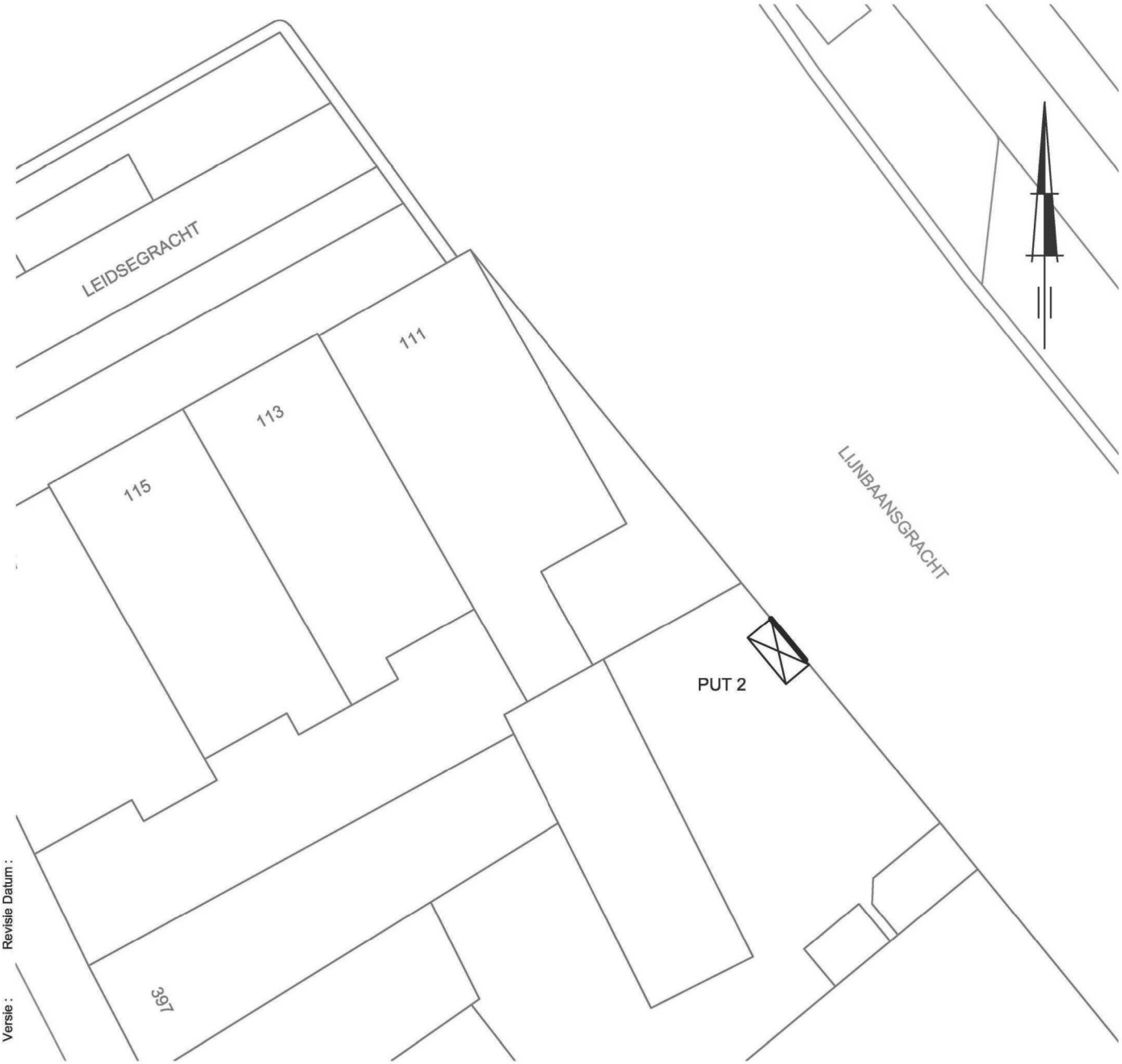
De rapportage van de funderingsinspectie omvat, naast de in tekening gebrachte meetresultaten, tevens foto’s van de funderingsconstructie.

Aangezien een funderingsinspectie relatief kostbaar is, dient de locatie van de inspectieput zorgvuldig te worden gekozen op basis van de resultaten van de eerder uitgevoerde onderdelen van het funderingsonderzoek.

Houtonderzoek
Het houtonderzoek omvat in elk geval een mechanisch onderzoek met behulp van een slaghamer van het type Specht. Deze slaghamer heeft een pen met een diameter van 5 mm en een maatverdeling. Bij een slagkracht van 6 Joule wordt de indrukking van de pen in het hout gemeten. Bij de beoordeling van de meetresultaten wordt ervan uitgegaan dat de indringing in niet aangetast hout maximaal 5 mm bedraagt. Op basis van de resultaten van het mechanisch onderzoek kan worden vastgesteld welke zone van het hout in de huidige situatie nog bijdraagt aan de sterkte van de palen, kespen en langshout.

Zo nodig kunnen houtmonsters met een diameter van 10 mm worden genomen uit de palen, en eventueel uit kespen of langshout. Gestreefd wordt naar een bemonstering tot in het hart van de palen, kespen of langshout. De houtmonsters worden geanalyseerd in een daarvoor gespecialiseerd laboratorium. Daarbij wordt de houtsoort vastgesteld, de mate en het type van de eventuele aantasting door bacteriën en/of schimmels. Uit de combinatie van het laboratoriumonderzoek en het mechanisch onderzoek kan worden vastgesteld welke zone van het hout in de toekomst nog bijdraagt aan de sterkte van de palen, kespen en langshout.

Op basis van de verzamelde informatie van het gehele funderingsonderzoek en onze ervaring op dit gebied, kan een beoordelingsrapport worden opgesteld. Hierin wordt de kwaliteit van de fundering beschreven en wordt de handhavingstermijn vastgesteld afhankelijk van de bestemming van het pand.



P:\27\2718-0179-001\32_Funderingsonderzoek\20_Tekeningen\2718-0179-001_Situ-2.dwg

Get. : dd: 20-02-2019 Versie : Revisie Datum :

0 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 m

Schaal 1 : 250

SITUATIE PROEFSLEUF

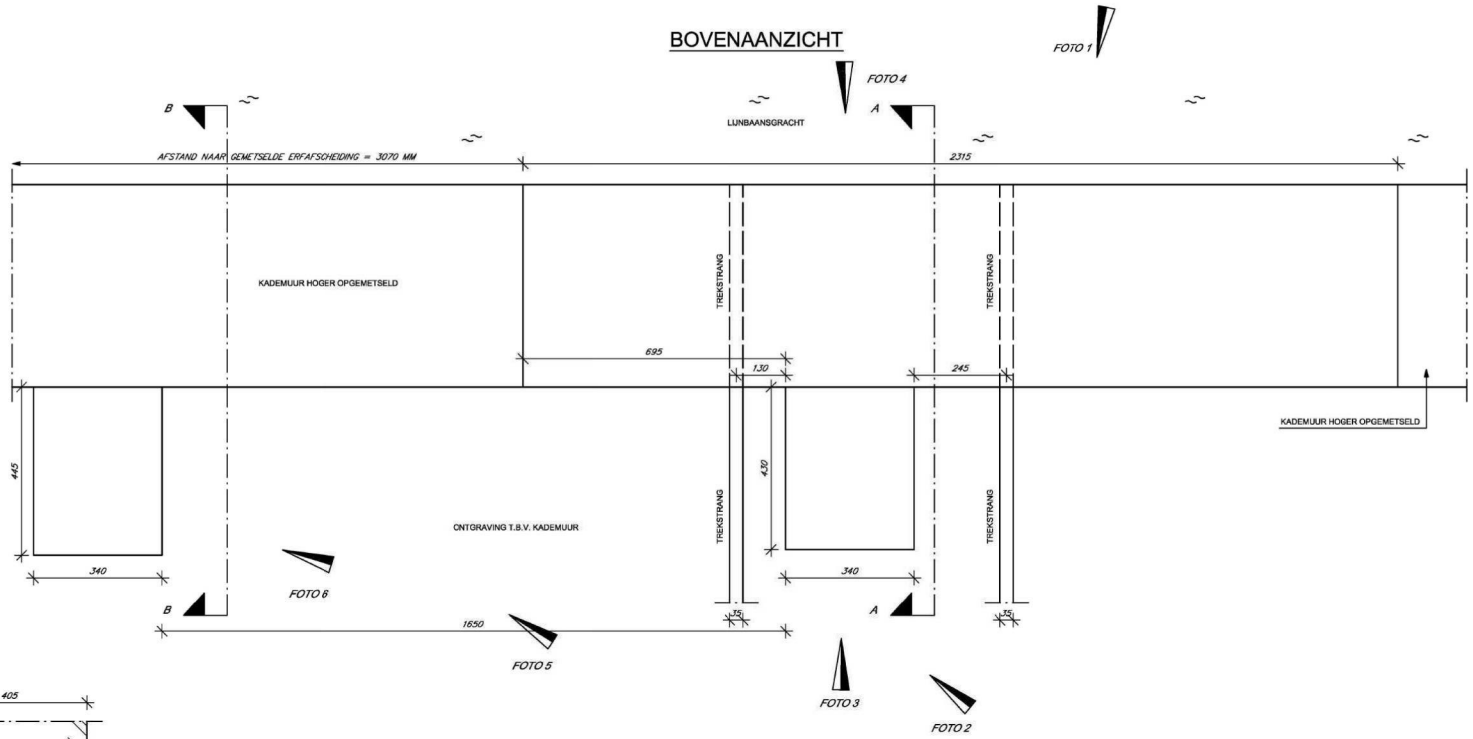
FASE 2

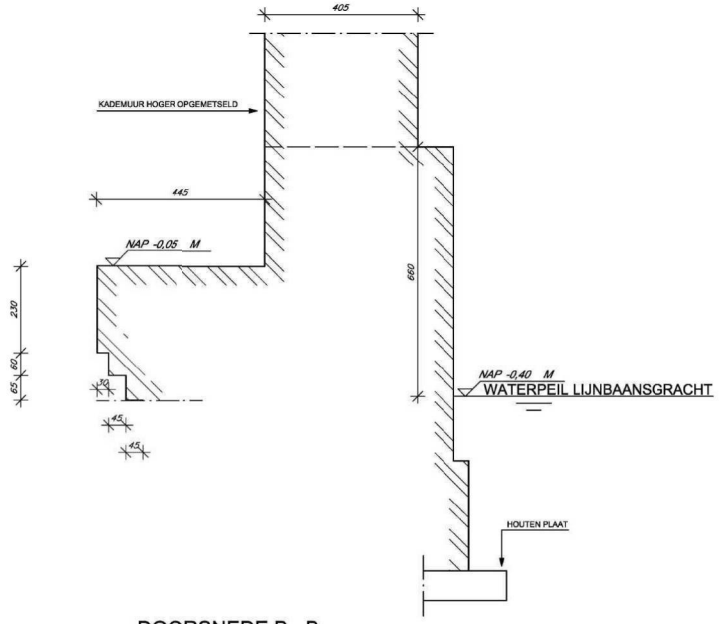
FUNDERINGSONDERZOEK KADEMUUR LIJNBAANSGRACHT TE AMSTERDAM

Opdr. : 2718-0179-001

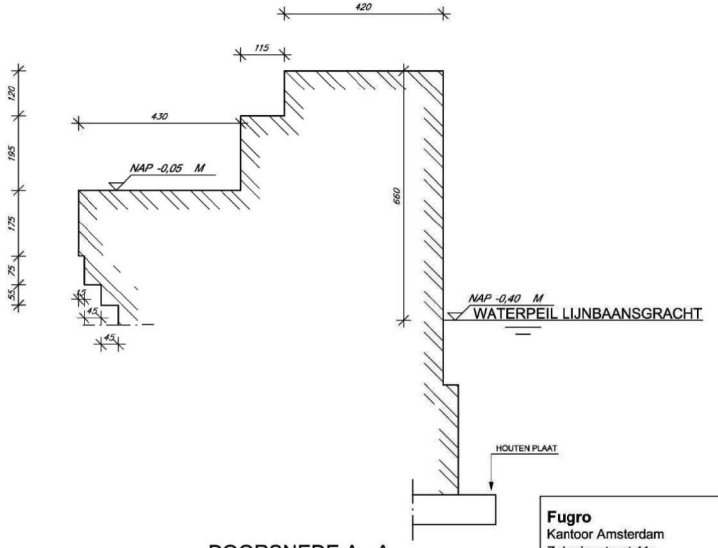
Bijl. :

BOVENAANZICHT





DOORSNEDE B - B



DOORSNEDE A - A

LEGENDA

MAATVOERING IN MM

Fugro
Kantoor Amsterdam
Zekeringstraat 41a
1014 BV Amsterdam

Tel: 020 - 6 510 800
www.fugro.nl

FUGRO

Revisie

Schaal 1:10

0 0.10 0.20

FUNDERINGSINSPECTIE - PUT 2

FASE 2
FUNDERINGSONDERZOEK KADEMUUR LIJNBAANSGRACHT TE AMSTERDAM

Getekend [redacted]

T:\...\Funderingsonderzoek\03_Tekeningen\2716-0179-001_Put-2.dwg

VERSLAG FUNDERINGSINSPECTIE

	Ja:	Nee:
❑ Fugro had coördinatie graaf- en pompwerkzaamheden	X	
❑ Inspectieput is op de juiste plaats gegraven	X	
❑ Inspectieput conform F3O/SBRCURnet, Delft van oktober 2016 uitgevoerd	X	
❑ Datum onderzoek : 20-2-2019		
❑ Houtmonster(s) paal : Geen		
❑ Metselwerk redelijk (aan de landzijde gezien)		
❑ Geen houten palen kunnen inspecteren i.v.m. te hoge waterstand		

Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6

