Gemeente Amsterdam

Definitief
Versie 1
17 september 2015

Onderzoek brug 20, 21 + aangrenzende kadeconstructies

Resultaten onderzoek + advies (beheers)maatregelen

Auteur(s)
[redacted]

Opdrachtgever
[redacted] – Stadsdeel Centrum

Contactpersoon
[redacted]
Ingenieursbureau

Kenmerk
-

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
[redacted]	[redacted]		17-09-2015

Inhoud

1 Inleiding 3

2 Aanpak 5
2.1 Uitgevoerde onderzoeken 5
2.2 Expertmeeting 6

3 Brug 20 7
3.1 Schadepatroon 7
3.2 Resultaten onderzoek 7
3.3 Oorzaken en (beheers)maatregelen 8
3.4 Conclusie en advies 9

4 Brug 21 10
4.1 Schadepatroon 10
4.2 Resultaten onderzoek 10
4.3 Oorzaken en (beheers)maatregelen 12
4.4 Conclusie en aanbevelingen 12

5 Kadeconstructie evenzijde 14
5.1 Schadepatroon 14
5.2 Resultaten onderzoek 14
5.3 Oorzaken en (beheers)maatregelen 16
5.4 Conclusie en advies 16

6 Kadeconstructie onevenzijde 17
6.1 Schadepatroon 17
6.2 Resultaten onderzoek 17
6.3 Oorzaken en (beheers)maatregelen 18
6.4 Conclusie en advies 18

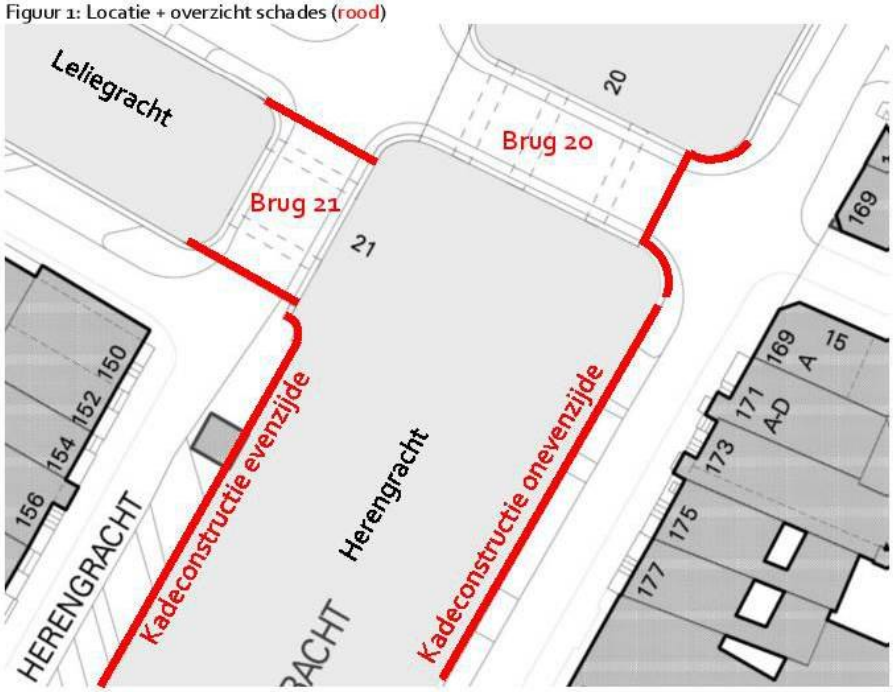
Bijlage(n)

Bijlage 1 - Verslag expertmeeting
Bijlage 2 - Rapportage funderingsinspectie [redacted]
Bijlage 3 - Invloed bacteriële aantasting op sterkte palen

1 Inleiding

Het Stadsdeel Centrum heeft op basis van visuele inspecties aan de bruggen 20, 21 en de twee aangrenzende kadeconstructies langs de Keizergracht schades en onvolkomenheden geconstateerd, zie figuur 1, die nader onderzoek vereisen.

Figuur 1: Locatie + overzicht schades (rood)



Brug 20

Het metselwerk van het oostelijk landhoofd van brug 20 vertoont sterke veroudering en kalkuitslag.

Brug 21

- Het brugdek ter plaatse van het zuidelijk landhoofd lijkt ongelijkmatig verticaal verplaatst.
- Ter plaatse van de aansluiting van het zuidelijke landhoofd met de aangrenzende kadeconstructie langs de Leliegracht bevindt zich ter plaatse van de oplegging van het brugdek een verticale scheur in het metselwerk.
- In het noordelijk landhoofd is in een strook metselwerk direct boven de waterlijn aanzienlijke vochtophoping waargenomen.

Kadeconstructie evenzijde

- Ter plaatse van de aansluiting van het zuidelijk landhoofd van brug 21 met de aangrenzende kadeconstructie evenwijdig aan de Keizersgracht bevinden zich diverse verticale scheuren in het metselwerk.
- De kadeconstructie langs de Keizersgracht lijkt, ten opzichte van de aangrenzende kadeconstructie, horizontaal verplaatst (circa 15 cm).

Kadeconstructie onevenzijde

De aansluitende kadeconstructie langs de Keizersgracht, ten zuidoosten van het oostelijke landhoofd van brug 20, lijkt aan de onderzijde verplaatst en geroteerd te zijn.

Naar aanleiding van deze schades en onvolkomenheden heeft het Stadsdeel Centrum aan het Ingenieursbureau (IB) gevraagd onderzoek uit te laten voeren naar de oorzaak van deze schades en onvolkomenheden en een advies te geven van mogelijke (beheers)maatregelen. In deze rapportage vindt u de resultaten.

2 Aanpak

2.1 Uitgevoerde onderzoeken

Om de oorzaak van de schades/onvolkomenheden te achterhalen zijn de volgende onderzoeken uitgevoerd:

1. Uitvoeren van archiefonderzoek met als doel om de constructieopbouw van de bruggen en de kadeconstructies vast te stellen. Hiervoor zijn archieftekeningen bij 'Stadsarchief Amsterdam' opgevraagd en is het 'Amsterdamse Bruggenboek' geraadpleegd.
2. Uitvoeren van een voorinspectie met als doel te controleren of de locatie bereikbaar is voor een funderingsinspectie en een visuele inspectie. Op 6 februari 2015 heeft [redacted] deze voorinspectie uitgevoerd.
3. Uitvoeren van een visuele inspectie door [redacted] met als doel:
   - te controleren of de constructieopbouw volgens de archieftekeningen overeenkomt met de werkelijkheid;
   - het werkelijke schadepatroon inzichtelijk te krijgen en vast te leggen;
   - de oorzaak van de vochtophoping achter het noordelijk landhoofd van brug 21 trachten te achterhalen.
4. Uitvoeren van een funderingsinspectie door Nebest met als doel:
   - te controleren of de constructieopbouw volgens de archieftekeningen overeenkomt met de werkelijkheid;
   - de werkelijke constructieopbouw inzichtelijk te krijgen als blijkt dat deze afwijkt van de archieftekeningen of als blijkt dat er géén archieftekeningen beschikbaar zijn (vaststellen constructieonderdelen, afmetingen, hart op hart afstanden palen, aantal palen, etc);
   - een mogelijk schadepatroon onder de waterlijn inzichtelijk te krijgen;
   - het inzichtelijk krijgen van de huidige technische staat van de fundering van de bruggen en de aangrenzende kadeconstructies inclusief de mate van (bacteriële) aantasting van de paalfundering met een doorkijk voor de komende 25 jaar; per object betekent dit het volgende aantal houtmonsters:
     - brug 20 = 25 stuks
     - brug 21 = 20 stuks
     - kadeconstructie Herengracht evenzijde = 10 stuks (ter plaatse van het oude deel van de kadeconstructie)
     - kadeconstructie Herengracht onevenzijde = 10 stuks (ter plaatse van het oude deel van de kadeconstructie)
   - inmeten waterbodem + bepaling slibdikte ter plaatse van de bruggen en de aangrenzende kadeconstructies.
5. Uitvoeren van 2 kernboringen per scheur door Nebest om de diepte van de scheuren te bepalen.
   In maart 2015 heeft [redacted] de visuele inspectie, de funderingsinspectie en de kernboringen uitgevoerd. De resultaten zijn opgenomen in bijlage 2.

Er zijn géén resultaten van (deformatie)metingen beschikbaar.

2.2 Expertmeeting

Op 16-6-2015 heeft er bij het IB een expertmeeting[1] plaatsgevonden over onder andere de invloed van de bacteriële aantasting op de sterkte en het geotechnisch paaldraagvermogen van houten palen. Uit de ervaringen en op basis van de huidige kennis van de experts zijn de volgende conclusies te trekken:

- Het deel van de paal dat bacterieel is aangetast werkt niet mee in de sterkte van de paal. Dit leidt dus tot een afname van de sterkte van de paal. Echter weten we ook dat de paal over het algemeen een overcapaciteit heeft.
- De bacteriële aantasting heeft geen invloed op de rekenkundige bepaling van het geotechnisch paaldraagvermogen en het zettingsgedrag. Bacterieel aangetaste palen zakken dus niet meer dan onaangetaste palen.
- De zakking van een paal kan veroorzaakt worden door:
  - een overbelasting van het geotechnisch paaldraagvermogen door negatieve kleefbelasting boven de 1e zandlaag die in de loop der jaren is opgetreden door bijvoorbeeld veranderingen in maaiveldhoogte, grondwaterstanden, etc;
  - een overbelasting als gevolg van een afname van de sterkte van de paal;
  - een overbelasting als gevolg van een toename van de maaiveldbelastingen; de constructies zijn vroeger ontworpen op lagere belastingen.
- Een zakkingsverschil tussen de palen kan veroorzaakt worden door een verschil in paalafmeting, paalsterkte, inbrengniveau, maaiveldbelasting, conusweerstand, schoorstand, etc.

Ons advies is gebaseerd op bovenstaande ervaringen en kennis. Overige conclusies van de expertmeeting zijn opgenomen in bijlage 1.

[1] Expertteam bestaande uit: [redacted] (Gemeente Amsterdam) [redacted]

3 Brug 20

3.1 Schadepatroon

Bij brug 20 is de volgende onvolkomenheid geconstateerd, zie figuur 2:
Het metselwerk van het oostelijk landhoofd van brug 20 vertoont sterke veroudering en kalkuitslag.

Figuur 2: Locatie + overzicht schade/onvolkomenheden (rood)

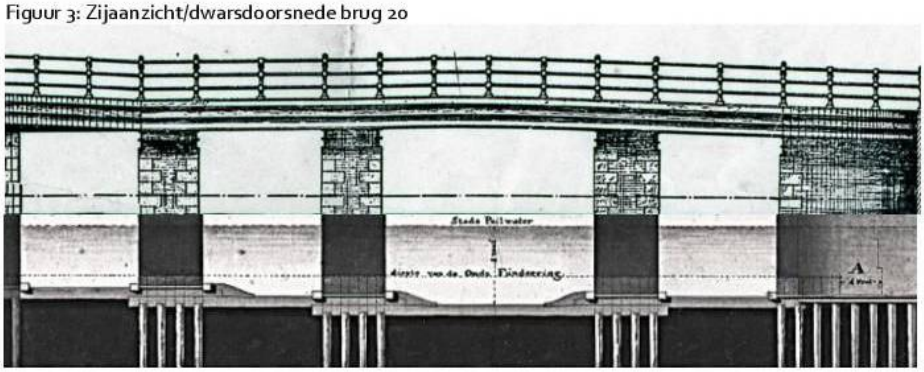


3.2 Resultaten onderzoek

Archiefonderzoek

Brug 20 is van oorsprong uit 1793 en in 1886 verlaagd en verbreed met behoud van de bestaande fundering. De brug bestaat uit 2 gemetselde landhoofden en 3 gemetselde pijlers die gefundeerd zijn op een houten paalfundering (circa 200 palen) die onderling verbonden zijn met houten koppelbalken, zie figuur 3. In 1962 is het brugdek vernieuwd door een staal/betondek (ongedeuveld) met een breedte van 8,80 meter. De brug is oorspronkelijk ontworpen op belastingklasse B volgens de V.O.S.B. 1938.

Figuur 3: Zijaanzicht/dwarsdoorsnede brug 20



Funderingsonderzoek

Uit het funderingsonderzoek blijkt het volgende:

- Nebest heeft tijdens de funderingsinspectie de constructieopbouw volgens de archieftekeningen aangetroffen.
- De houten onderdelen vertonen geen insnoering of schades door materiaalafname en sluiten onderling goed op elkaar aan. Er zijn geen tekenen van overbelasting zichtbaar.
- Ondanks dat er geen schades, onregelmatigheden of ernstige materiaalafname aan de houten funderingsonderdelen (kespen/langshout/ koppelbalken/palen) voelbaar zijn blijkt uit de indringingsmetingen en de houtmonsteranalyse toch dat vrijwel alle funderingsonderdelen bacterieel zijn aangetast.
- Uit de houtmonsteranalyse is het volgende op te maken:
  - Bij 20 van de 23 onderzochte palen varieert de bacteriële aantasting in dikte van 5 tot 94 mm. De overige 3 onderzochte palen zijn onaangetast.
  - De sterkte van de onderzochte palen is afgenomen met een gemiddelde van 39%.
  - Bij de 3 onderzochte palen onder het westelijk landhoofd bedraagt de afname zelfs 81%

  In bijlage 3 is per houtmonster de mate van aantasting visueel weergegeven en in de tabel verder onderbouwd.

De gedetailleerde resultaten van Nebest zijn te vinden in bijlage 2.

Visuele inspectie

Uit de visuele inspectie blijkt het volgende:

- Het voegwerk is in slechte staat. Circa 50% van de voegvulling is uitgesleten. Rond de waterlijn zijn de voegen maximaal 40 mm inprikbaar.
- Rond de waterlijn zijn vlakken metselwerk uitgebroken als gevolg van aanvaring.
- Op de aansluiting tussen het westelijk landhoofd en de noordelijke aangrenzende kadeconstructie is een diagonale scheur zichtbaar die doorloopt tot op de fundering.

De gedetailleerde resultaten van Nebest zijn te vinden in bijlage 2.

3.3 Oorzaken en (beheers)maatregelen

Ondanks dat er géén specifiek onderzoek uitgevoerd is naar de veroudering en de kalkuitslag aan het oostelijk landhoofd is deze onvolkomenheid het gevolg van vochtdoorloop door het poreuze onsamenhangende metselwerk.

Om verdere degradatie van het metselwerk tegen te gaan kan een waterdicht membraam aangebracht worden tegen de achterzijde van het landhoofd. Of het metselwerk zijn kerende en dragende functie nog kan vervullen is echter onbekend. Hiervoor is aanvullend onderzoek vereist.

3.4 Conclusie en advies

De geconstateerde onvolkomenheid is lokaal en moet samen met de overige constateringen uit het onderzoek in een bredere context gezien worden. Een groot deel van de houten paalfundering is bacterieel aangetast. Omdat deformatiemetingen ontbreken en er géén rekenkundige toetst is uitgevoerd is het op dit moment niet in te schatten welk effect de bacteriële aantasting heeft op de constructieve veiligheid van de brug.
Echter, op basis van de ervaringen uit de expertmeeting en het feit dat er géén schades aan de fundering zijn aangetroffen die duiden op een instabiele constructie is in overleg met SDC besloten de brug voorlopig te handhaven en te monitoren (visuele inspectie + deformatiemeting in x-, y- en z-richting).

Om verdere degradatie van het metselwerk van het oostelijk landhoofd tegen te gaan kan bijvoorbeeld tegen de grondzijde van het metselwerk een waterdicht membraam aangebracht worden.

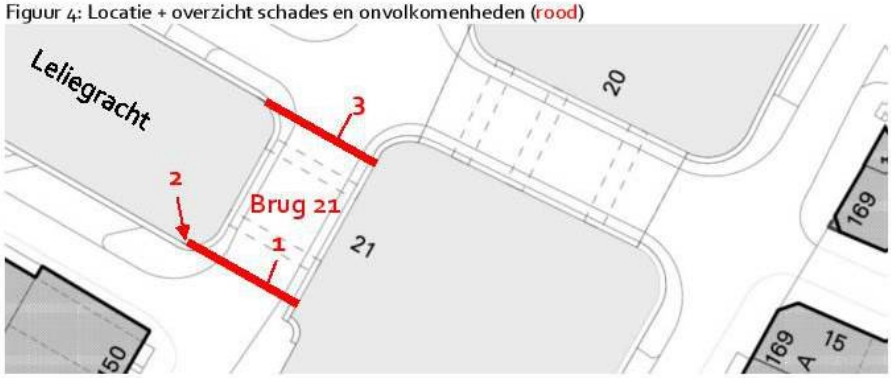
4 Brug 21

4.1 Schadepatroon

Bij brug 21 zijn de volgende schades en onvolkomenheden geconstateerd, zie figuur 4:

1. Het brugdek ter plaatse van het zuidelijk landhoofd lijkt ongelijkmatig verticaal verplaatst.
2. Ter plaatse van de aansluiting van het zuidelijk landhoofd met de aangrenzende kadeconstructie langs de Leliegracht bevindt zich ter plaatse van de oplegging van het brugdek een verticale scheur in het metselwerk.
3. In het noordelijk landhoofd is in een strook metselwerk direct boven de waterlijn aanzienlijke vochtophoping waargenomen.

Figuur 4: Locatie + overzicht schades en onvolkomenheden (rood)

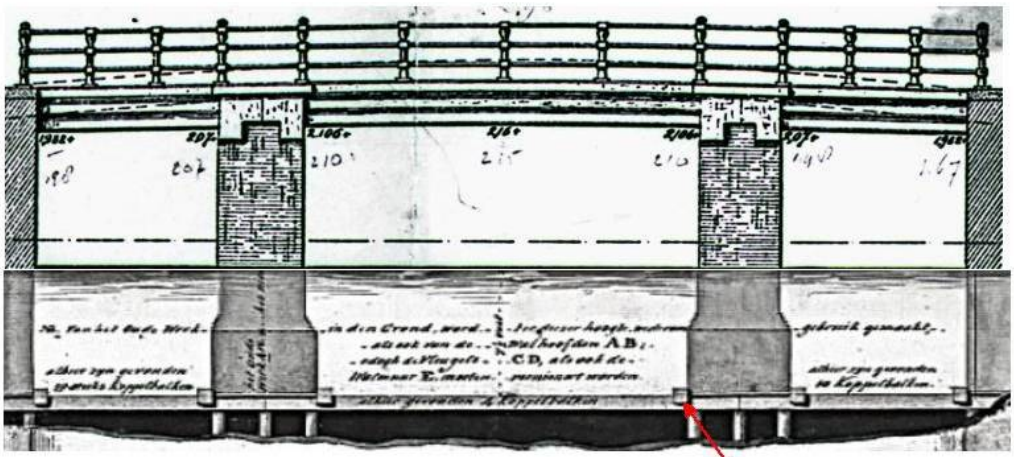


4.2 Resultaten onderzoek

Archiefonderzoek

Brug 21 is van oorsprong uit 1793 en in 1886 verlaagd en verbreed met behoud van de bestaande fundering. De brug bestaat uit 2 gemetselde landhoofden en 2 gemetselde pijlers die gefundeerd zijn op een houten paalfundering (circa 150 palen) die onderling verbonden zijnmet houten koppelbalken, zie figuur 5. Net als brug 20 is ook dit brugdek in 1962 vernieuwd door een staal/betondek (ongedeuveld) alleen met een breedte van 8,50 meter. De brug is oorspronkelijk ontworpen op belastingklasse B volgens de V.O.S.B. 1938.

Figuur 5: Zijaanzicht/dwarsdoorsnede brug 21



Funderingsonderzoek

Uit de funderingsonderzoek blijkt het volgende:

- [redacted] heeft tijdens de funderingsinspectie de constructieopbouw volgens de archieftekeningen aangetroffen.
- De houten onderdelen vertonen geen insnoering of schades door materiaalafname en sluiten onderling goed op elkaar aan. Er zijn geen tekenen van overbelasting zichtbaar.
- Ter plaatse van de noordelijke pijler ontbreekt in de vaaropening de langsligger, zie figuur 5.
- Vanwege de slechte bereikbaarheid heeft [redacted] zowel het noordelijk als zuidelijk landhoofd niet kunnen inspecteren.
- Ondanks dat er geen schades, onregelmatigheden of ernstige materiaalafname aan de houten funderingsonderdelen (kespen/langshout/ koppelbalken/palen) voelbaar zijn blijkt uit de indringingsmetingen en de houtmonsteranalyse toch dat vrijwel alle funderingsonderdelen bacterieel zijn aangetast.
- Uit de houtmonsteranalyse blijkt het volgende:
  - Bij 14 van de 15 onderzochte palen varieert de bacteriële aantasting in dikte van 5 tot 100 mm. 1 onderzochte paal is onaangetast.
  - De sterkte van de 15 onderzochte palen is afgenomen met een gemiddelde van 43%.

  In bijlage 3 is per houtmonster de mate van aantasting visueel weergegeven en in de tabel verder onderbouwd.
- De aangrenzende kadeconstructie langs de Leliegracht bestaat uit een betonnen L-wand gefundeerd op stalen buispalen.

De gedetailleerde resultaten van Nebest zijn te vinden in bijlage 2.

Visuele inspectie

Uit de visuele inspectie blijkt het volgende:

- Het voegwerk is in matige staat. Circa 20% van de voegvulling rond de waterlijn is uitgesleten en maximaal 20 mm inprikbaar.

- Er is een verticale scheur in het zuidelijk landhoofd ontdekt vanaf de haalkom tot op de fundering.
- Er is een diagonale scheur zichtbaar van de aangrenzende kadeconstructie van de Leliegracht (=schade 2).
- Om de vochtophoping in het noordelijk landhoofd in een strook metselwerk te achterhalen is een boorkern genomen uit het metselwerk. Na het uitnemen liep een ononderbroken straal schoon water uit het boorgat.

De gedetailleerde resultaten van Nebest zijn te vinden in bijlage 2.

4.3 Oorzaken en (beheers)maatregelen

Schade 1 en 2

De westelijke randligger van het brugdek is opgelegd op de betonnen L-wand + metselwerk langs de Leliegracht. Deze kadeconstructie is vrij nieuw (jaartal onbekend) en gefundeerd op de 2^{e} zandlaag. De overige stalen liggers van het brugdek zijn opgelegd op het zuidelijke landhoofd van brug 21 dat op de 1^{e} zandlaag is gefundeerd. Het verschil in paalpuntniveau en het verschil in leeftijd leidt tot zettingsverschillen en verklaart mogelijk de ongelijkmatige verticale verplaatsing van het brugdek (het landhoofd is meer gezakt dan de betonnen L-wand). Echter is dit niet met een deformatiemeting aangetoond. De zettingsverschillen verklaren mogelijk ook de diagonale scheur in het metselwerk onder de westelijke randligger wat het gevolg is van een lokale overbelasting van het metselwerk.

De volgende (beheers)maatregelen zijn mogelijk:

- Herstellen van het metselwerk op de betonnen L-wand. De ruimte tussen de westelijke randligger en het onderliggende metselwerk moet dan vrij zijn.
- Versterken van het brugdek in dwarsrichting om toekomstige scheurvorming in het brugdek te voorkomen.
- Permanent versterken van het landhoofd.
- Vervanging van het landhoofd.

Schade 3

De vochtophoping in het metselwerk is vermoedelijk veroorzaakt door een lekkage in een (drinkwater)leiding achter het landhoofd.

Deze schade moet in overleg met Waternet verholpen worden. Als blijkt dat dit niet de oorzaak is, dan is nader onderzoek vereist.

4.4 Conclusie en aanbevelingen

Uit het onderzoek blijkt dat de schade aan het brugdek en het metselwerk mogelijk veroorzaakt worden door een ongelijkmatige zetting tussen het zuidelijk landhoofd van brug 21 en de aangrenzende kadeconstructie langs de Leliegracht omdat het brugdek op beide constructies is

gefundeerd. Om de schade te herstellen zijn een aantal (beheers)maatregelen mogelijk. Echter adviseren we deze maatregelen samen met de overige constateringen uit het onderzoek in een bredere context te zien.

Ondanks dat een groot deel van de houten paalfundering van de brug bacterieel is aangetast zijn er verder géén grote schades aan de fundering aangetroffen die op dit moment duiden op een instabiele constructie. Echter, het ontbreken van de langsligger naast de noordelijke pijler is in combinatie met de afname van de 5 onderzochte palen met 59% zorgelijk te noemen. Omdat deformatiemetingen ontbreken en er géén rekenkundige toetst is uitgevoerd is het op dit moment niet in te schatten welk effect de schade aan het brugdek en de bacteriële aantasting van de paalfundering heeft op de constructieve veiligheid van de brug. Hiervoor is aanvullend onderzoek vereist.

Om een beter onderbouwd advies te kunnen geven adviseren we de volgende aanvullende stappen uit te voeren:

- Controleren of de westelijke langsligger van het brugdek gefundeerd is op de betonnen L-wand langs de Leliegracht en een controle of de constructie hierop gedimensioneerd is.
- Uitvoeren van een herberekening waarbij de constructieve veiligheid van de brug inclusief de invloed van de bacteriële aantasting getoetst wordt aan de huidig geldende rekennormen ten aanzien van veiligheid.. De resultaten van de herberekening worden vervolgens per constructieonderdeel uitgedrukt in een unity check (uc). De uc is de toetsing van de constructie, uitgedrukt in een verhouding tussen de optredende belasting en de sterkte van het constructieonderdeel:
  uc < 1 → constructieonderdeel voldoet aan de constructie veiligheid
  uc > 1 → constructieonderdeel voldoet niet aan de constructieve veiligheid
- Als uit de herberekening blijkt dat de constructie(onderdelen) niet voldoen zal in overleg met het Stadsdeel Centrum op basis van een risicobenadering bepaald worden welke van de volgende (beheers)maatregelen noodzakelijk zijn:
  - handhaven van de brug in combinatie met jaarlijkse monitoring (visuele inspectie + deformatiemeting in x-, y- en z-richting);
  - het versterken van de (paal)fundering(en);
  - versterken van het brugdek;
  - volledige vervanging van het zuidelijk landhoofd;
  - volledige vervanging van de brug.

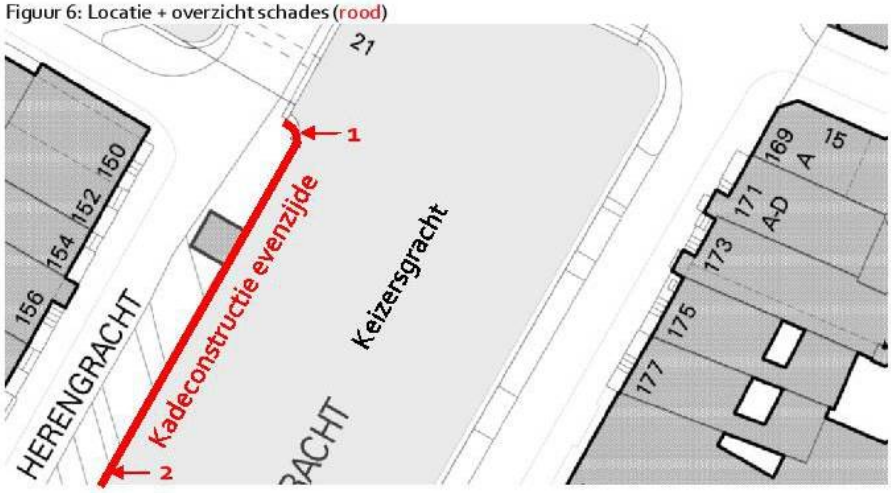
5 Kadeconstructie evenzijde

5.1 Schadepatroon

Bij de kadeconstructies zijn de volgende schades geconstateerd, zie figuur 6:

1. Ter plaatse van de aansluiting van het zuidelijk landhoofd van brug 21 met de aangrenzende kadeconstructie evenwijdig aan de Keizersgracht bevinden zich diverse verticale scheuren in het metselwerk.
2. De kadeconstructie langs de Keizersgracht lijkt, ten opzichte van de aangrenzende kadeconstructie, horizontaal verplaatst (circa 15 cm).

Figuur 6: Locatie + overzicht schades (rood)



5.2 Resultaten onderzoek

Archiefonderzoek

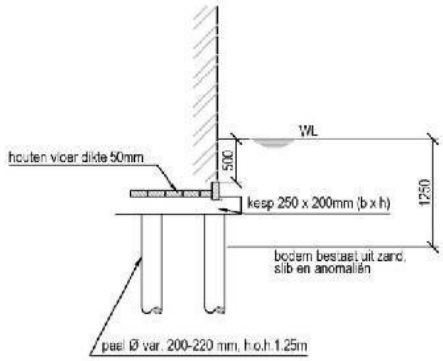
Er zijn géén archieftekeningen van de kadeconstructie aangetroffen.

Funderingsonderzoek

Uit het funderingsonderzoek blijkt het volgende:

- De kadeconstructie is opgebouwd uit een gemetselde kademuur, gefundeerd op een houten funderingsconstructie, zie figuur 7.

Figuur 7: Constructieopbouw kadeconstructie



- Uit dieptepeilingen blijkt de gemiddelde waterbodemdiepte 1,25 meter te zijn. Er is geen uitspoeling aangetroffen.
- De koppen van de kespen zijn maximaal 5 cm ingewaterd.
- De paal-kespverbinding is intact en er zijn aan de fundering geen tekenen van overbelasting zichtbaar.
- Uit de indringingsmetingen en de houtmonsteranalyse blijkt dat vrijwel alle funderingsonderdelen zijn aangetast.
- Uit de houtmonsteranalyse blijkt het volgende:
  - Bij de 8 onderzochte grenen palen varieert de bacteriële aantasting van 38 tot 110 mm.
  - De sterkte van de onderzochte palen is afgenomen met een gemiddelde van 75% en neemt de komende 30 jaar verder af tot 83%.

  In bijlage 3 is per houtmonster de mate van aantasting visueel weergegeven en in de tabel verder onderbouwd.

De gedetailleerde resultaten van [redacted] zijn te vinden in bijlage 2.

Visuele inspectie + kernboringen

Uit de visuele inspectie blijkt het volgende:

- Er zijn 4 verticale scheuren waargenomen variërend in breedte met een maximale scheurwijdte van 5 mm.
- Ter plaatse van 2 scheuren zijn boorkernen genomen. Hieruit blijkt dat het metselwerk ter plaatse van de scheuren zeer onsamenhangend is en het voorliggende metselwerk al eens vervangen lijkt.
- De kadeconstructie is ter plaatse van de aansluiting met de vleugelwand van brug 21 circa 5 cm verplaatst.
- De kadeconstructie lijkt ten opzichte van de aangrenzende nieuwe zuidelijke kadeconstructie circa 10 cm verplaatst. Het lijkt dat deze verplaatsing niet recent is opgetreden.

De gedetailleerde resultaten van Nebest zijn te vinden in bijlage 2.

5.3 Oorzaken en (beheers)maatregelen

De verticale scheuren in het metselwerk en de horizontale verplaatsing zijn vermoedelijk ontstaan door ongelijkmatige zettingen, de slechte technische staat van het metselwerk in combinatie met een overbelasting van de funderingsconstructie. Dit kan veroorzaakt zijn door een te hoge maaiveldbelasting of door een overbelasting van de sterkte van de paal als gevolg van de bacteriële aantasting. Uit het onderzoek blijkt namelijk dat de sterkte van de onderzochte palen is afgenomen met gemiddeld 75%. Echter is dit niet rekenkundig aangetoond. Omdat deformatiemetingen ontbreken is onbekend of de verplaatsing recent is opgetreden.

De volgende (beheers)maatregelen zijn mogelijk:

- Halfjaarlijkse monitoring (visuele inspectie + deformatiemeting in x-, y- en z-richting), eventueel in combinatie met het afzetten van bovenliggend maaiveld.
- Aanbrengen van een (tijdelijke) stabiliteitsconstructie vóór de kadeconstructie.
- Permanente versterking van de kadeconstructie.
- Volledige vervanging van de kadeconstructie.

5.4 Conclusie en advies

De scheuren en de verplaatsing van de kadeconstructie is vermoedelijk ontstaan door ongelijkmatige zettingen, de slechte technische staat van het metselwerk in combinatie met een overbelasting van de funderingsconstructie.

Ondanks dat er géén deformatiemetingen beschikbaar zijn en een rekenkundige toets ontbreekt, adviseren we dit deel van de kadeconstructie volledig te vervangen. Omdat onbekend is of de horizontale verplaatsing recentelijk is opgetreden adviseren we uit veiligheidsoverweging het volgende stappenplan uit te voeren:

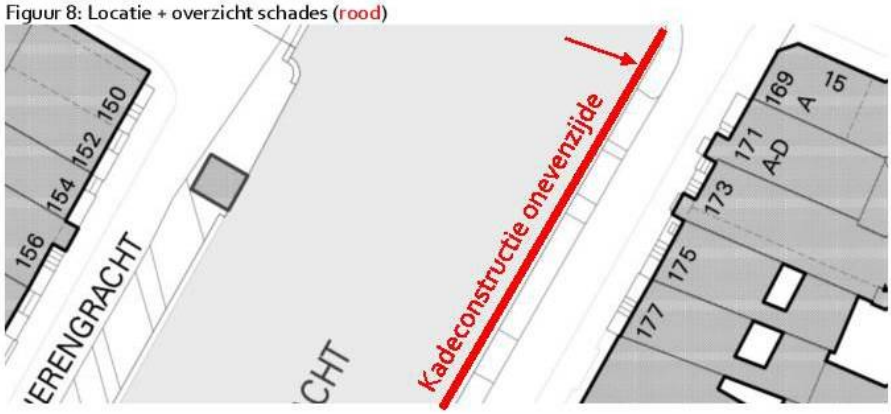
1. De kadeconstructie halfjaarlijks te monitoren (visuele inspectie + deformatiemeting in x-, y- en z-richting).
2. Als uit de monitoring blijkt dat de kadeconstructie blijft verplaatsen adviseren we tot het moment van volledige vervanging de parkeervakken rondom de kadeconstructie direct af te zetten totdat de kadeconstructie is versterkt met een (tijdelijke) stabiliteitsconstructie.

6 Kadeconstructie onevenzijde

6.1 Schadepatroon

Bij de kadeconstructie is de volgende schade geconstateerd, zie figuur 8:
De aansluitende kadeconstructie langs de Keizersgracht, ten zuidoosten van het oostelijke landhoofd van brug 20, lijkt aan de onderzijde verplaatst en geroteerd te zijn.

Figuur 8: Locatie + overzicht schades (rood)



6.2 Resultaten onderzoek

Archiefonderzoek

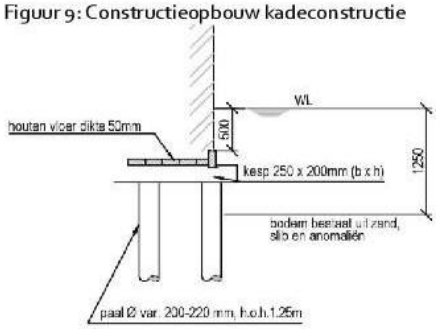
Er zijn géén archieftekeningen van de kadeconstructie aangetroffen.

Funderingsonderzoek

Uit de funderingsonderzoek blijkt het volgende:

- De kadeconstructie is opgebouwd uit een gemetselde kademuur, gefundeerd op een houten funderingsconstructie, zie figuur 9.

Figuur 9: Constructieopbouw kadeconstructie



- Uit de dieptepeilingen blijkt de gemiddelde waterbodemdiepte 1,25 meter. Er is geen uitspoeling aangetroffen.
- De koppen van de kespen zijn maximaal 5 cm ingewaterd.
- De paal-kespverbinding is intact en er zijn aan de fundering geen tekenen van overbelasting zichtbaar.
- Uit de houtmonsteranalyse blijkt het volgende:
  - Bij de 10 onderzochte palen varieert de bacteriële aantasting van 18 tot 49 mm.
  - De sterkte van de onderzochte palen is afgenomen met een gemiddelde van 52 % en neemt de komende 30 jaar verder af tot 61%.

  In bijlage 3 is per houtmonster de mate van aantasting visueel weergegeven en in de tabel verder onderbouwd.

De gedetailleerde resultaten van [redacted] zijn te vinden in bijlage 2.

Visuele inspectie

Uit de visuele inspectie blijkt het volgende:

- Bij de overgang met de aangrenzende zuidelijke kadeconstructie is de kadeconstructie circa 65 mm verplaatst en lijkt recentelijk nog 8 mm extra verplaatst te zijn.
- Er zijn 7 verticale scheuren waargenomen met een geringe scheurwijdte tot maximaal 1 mm.

De gedetailleerde resultaten van [redacted] zijn te vinden in bijlage 2.

6.3 Oorzaken en (beheers)maatregelen

De verplaatsing en rotatie zijn vermoedelijk veroorzaakt door een overbelasting van de kadeconstructie. Dit kan het gevolg zijn van een te hoge maaiveldbelasting (invloed van de boom(wortels)) of door een overbelasting van de sterkte van de paal als gevolg van de bacteriële aantasting. Uit onderzoek blijkt namelijk dat de sterkte van de onderzochte palen is afgenomen met gemiddeld 52%. Echter is dit niet rekenkundig aangetoond.

De volgende (beheers)maatregelen zijn mogelijk:

- Halfjaarlijkse monitoring (visuele inspectie + deformatiemeting in x-, y- en z-richting), eventueel in combinatie met het afzetten van bovenliggend maaiveld.
- Aanbrengen van een (tijdelijke) stabiliteitsconstructie vóór de kadeconstructie.
- Permanente versterking van de kadeconstructie.
- Volledige vervanging van de kadeconstructie.

6.4 Conclusie en advies

De rotatie en verplaatsing zijn vermoedelijk veroorzaakt door een overbelasting van de kadeconstructie. Echter moet de schade in combinatie met de overige constateringen uit dit onderzoek in een bredere context gezien worden. De vele verticale scheuren wijzen op ongelijkmatige zettingen. Daarnaast lijkt de onderzochte kadeconstructie ten opzichte van het aangrenzende zuidelijke nieuwe deel circa 73 mm verplaatst te zijn waarbij de laatste 8 mm

recentelijk lijkt opgetreden. Echter is dit niet met deformatiemetingen en een rekenkundige toets aangetoond.

Op basis van bovenstaande constateringen is in overleg met SDC bepaald dat de kadeconstructie voorlopig gehandhaafd blijft en halfjaarlijks gemonitord wordt (visuele inspectie + deformatiemeting in x-, y- en z-richting). Als uit de monitoring blijkt dat de kadeconstructie zowel horizontaal als verticaal blijft verplaatsen en de veiligheid in het geding komt kunnen aanvullende beheersmaatregelen getroffen worden volgens paragraaf 6.3.

Bijlage(n)

Bijlage 1 - Verslag expertmeeting

Gemeente Amsterdam

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Postbus 12693
1100 AR Amsterdam
Telefoon 251 1111
ingenieursbureau.amsterdam.nl

Notitie

Aan	[redacted]
Van	
Kopie aan	
Datum	3 september 2015
Ons kenmerk	-
Bijlage(n)	1. Tabel met interpretatie uitgangspunten/aannames 2. Presentatie samenvatting resultaten onderzoek
Onderwerp	Conclusies expertmeeting 3 bruggen Vijzelstraat

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
[redacted]	[redacted]		3-9-2015

Inleiding

Op 16-6-2015 heeft de expertmeeting plaatsgevonden naar de resultaten en de uitgangspunten/ aannames die gehanteerd zijn bij de constructieve beoordeling van de 3 bruggen in de Vijzelstraat. Het Ingenieursbureau heeft de conclusies van de expertmeeting verwerkt in deze notitie.

Aanwezigen

[redacted]

Aanbeveling

Op basis van de opmerkingen van de experts zijn de uitgangspunten/aannames gecorrigeerd en verwerkt in de tabel, opgenomen in bijlage 1. Voorgesteld is om op basis van deze gecorrigeerde uitgangspunten/aannames een gevoeligheidsanalyse uit te voeren om zo het effect op de uc's inzichtelijk te krijgen.

Gevoeligheidsanalyse

Voor de gevoeligheidsanalyse worden de volgende acties doorlopen:

- Bepalen van de resterende draagkracht (sterkte) van de onderzochte palen ter plaatse van het omslagpunt.
- Bepalen van het werkelijke geotechnisch paaldraagvermogen van de onderzochte palen op basis van beschikbare sonderingen.
- Bepalen van de maximale paalbelastingen door de bruggen opnieuw door te rekenen voor de volgende drie situaties:
  1. afkeurniveau voor een restlevensduur van 1 jaar en een referentieperiode van 15 jaar
  2. belastingmodel 1 inclusief een verlaging van 20%
  3. situatie 1+2
- Bepalen van de gecorrigeerde uc's voor de drie hierboven genoemde situaties.

Het ligt in de verwachting dat de gecorrigeerde uitgangspunten/aannames een positief effect zullen hebben op de uc's. Echter wordt niet verwacht dat voor de 3 bruggen de uc's < 1 zullen zijn.

De [redacted] stelt bij de constructieve beoordeling van bestaande constructies de volgende randvoorwaarden:

- uc > dan 1 en < dan 2 → jaarlijks monitoren
- uc > dan 2 → versterken of renovatie

Restrisico's

Bij de constructieve beoordeling is de nadruk gelegd op het verticale draagvermogen van de (paal)fundering. Een mogelijk horizontaal bezwijken van de (paal)fundering is onderbelicht. Hierbij moet gedacht worden aan:

- aansluiting metselwerk/kesp/paal
- bevestiging tramspoor/dek
- horizontaal afschuiven landhoofd

Bijlage 1 - Tabel met interpretatie uitgangspunten/aannames

Gemeente Amsterdam

	Uitgangspunten/aannames rekenkundige toets	Gecorrigeerde uitgangspunten/aannames	Ingebracht door
1.	NEN-EN 1990 en de NEN 8700-serie op verbouwniveau voor 30 jaar.	Er kan gerekend worden op afkeurniveau voor een restlevensduur van 1 jaar en een referentieperiode van 15 jaar. Jaarlijkse monitoring is dan essentieel.	[redacted]
2.	Belastingmodel 1 met N_{obs} = 20.000	▪ Uit de eerste voorlopige aslastmetingen uit Rotterdam lijkt een reductie van Belastingmodel 1 (BM1) bij statische berekening met 20% mogelijk. BM1 regelt de zwaarte van het verkeer op wegen en bruggen. BM1 is daarbij van toepassing voor zwaar belaste rijkswegen en lokale binnenwegen. Alleen de statistische combinatie van zware voertuigen wordt in de norm verdisconteerd. Voor instandhouding van bruggen is recentelijk onderzoek gedaan naar voertuiggewichten in binnensteden. Hierbij spelen 2 effecten: - gemiddelde lagere beladingsgraad (ook lagere extreme waarde verdeling) - afwezigheid van permanente ontheffingen (zgn 2e tak) Alleen laatste betekent al een reductie in de orde van ca. 20%. ▪ Een verlaging van N_{obs} heeft een minimaal effect op de UC's.	[redacted]
3.	Leidraad Amsterdam en [redacted]	Geen opmerkingen.	
4.	Toelaatbaar geotechnisch paaldraagvermogen is aangenomen op 100 kN	Dit is een reële (eerste) aanname. Echter de praktijkervaring leert dat voor bijzondere bouwconstructies en civiele kunstwerken hogere waarden aannemelijk zijn. Het toelaatbare geotechnisch paaldraagvermogen is afhankelijk van de paalvoetafmeting, de werkelijke conusweerstand, de locatie en het paalpuntniveau. Geadviseerd wordt het toelaatbare geotechnisch paaldraagvermogen te bepalen op basis van bestaande sonderingen op locatie en/of nieuwe sonderingen.	[redacted]

	Uitgangspunten/aannames toetsing paalfundering	Gecorrigeerde uitgangspunten/aannames	Ingebracht door
5.	Bacteriële aantasting geldt over de volledige lengte van de paal (aantasting paalkop = aantasting paalvoet)	De dikte van de door de (actieve) bacteriën veroorzaakte zachte schil aan de paalpunt is de helft van die gemeten aan de paalkop.	[redacted]
6.	Ernstig aangetaste deel werkt wel mee in de sterkte van de paal maar niet in het draagvermogen	▪ De door de (actieve) bacteriën veroorzaakte zachte schil werkt niet mee in de draagkracht (sterkte) van de houten paal. Voor het resterende oppervlak (=oorspronkelijke doorsnede minus zachte schil) mag ter plaatse van het omslagpunt gerekend worden met een sterkte van $f_{c;d}$ = 10,8 N/mm^2. ▪ Bacteriële aantasting heeft geen invloed op de rekenkundige bepaling van het geotechnisch paaldraagvermogen. Paalzakking wordt over het algemeen veroorzaakt door overbelasting van de paal door negatieve kleefbelasting. ▪ Uit onderzoek is gebleken dat het geotechnisch bezwijken van de houten paalfundering (zakking > dan toegestaan) leidt tot extra positieve kleef waardoor extra draagvermogen wordt gemobiliseerd.	[redacted]
7.	Tapsheid houten palen = 5 mm/m^1	▪ De F3O-richtlijn 'Beoordeling van houten paalfunderingen onder gebouwen' houdt een tapsheid aan van 7,5 mm/m^1. ▪ Volgens het handboek 'Maatwerk' hanteert Amsterdam een tapsheid van 8,0 mm/m^1	[redacted]

	Uitgangspunten/aannames rekenkundige toets	Gecorrigeerde uitgangspunten/aannames	Ingebracht door
8.	Houten palen zijn op stuit gefundeerd op de 1e zandlaag op NAP -13,0 m	▪ Dit is een reële aanname. Echter is het inbrengniveau afhankelijk van de locatie, de diepte van de 1e zandlaag en de conusweerstand. ▪ Houten palen ontlenen hun geotechnisch draagvermogen voornamelijk aan de puntweerstand en voor een beperkt deel aan de schachtwrijving. Een houten paal staat over het algemeen slechts 2 tochten (2x25 cm) in de eerste zandlaag.	[redacted]
9.	Gemiddeld geotechnisch puntdraagvermogen = 4,5 N/mm^2	Dit is een vrij conservatieve aanname, ervan uitgaande dat met het gemiddeld geotechnisch puntdraagvermogen het volgende wordt bedoeld: q gem = 0,5 * ((q1+q2)/2 + q3). Geadviseerd wordt het werkelijke geotechnisch paaldraagvermogen te bepalen op basis van bestaande sonderingen op locatie en/of nieuwe sonderingen.	[redacted]
10.	Steekproef paalonderzoek is representatief voor de constructie (statistische benadering is wel beschouwd)	Ja, vanwege het beperkte aantal houtmonsters leidt een statistische benadering tot onrealistische waarden. In plaats van een normale verdeling zou bijvoorbeeld een lognormale verdeling gebruikt kunnen worden.	Allen [redacted]

Bijlage 2 - Rapportage funderingsinspectie

[redacted]

Funderingsinspectie brug 20 + 21 incl. aangrenzende kades

Amsterdam

Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam
Rapportnummer	26442
Status	Definitief
Rapportdatum	2 juli 2015
Uitvoering	[redacted]
Projectleider	

Autorisatie	Naam	Paraaf	Datum
Auteur	[redacted]		2-7-2015
Controle		bla	2/7/2015
Vrijgave			2-7-2015

[redacted]

Titel : Funderingsinspectie brug 20 + 21 incl. aangrenzende kades

Rapportnummer : 26442

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 4

2 GEGEVENS VAN DE CONSTRUCTIE 5

2.1 Constructieopbouw brug 20 5
2.1.1 Landhoofden 5
2.1.2 Tussenpijlers 6

2.2 Constructieopbouw brug 21 7
2.2.1 Landhoofden en pijlers 7

2.3 Constructieopbouw Herengracht even huisnummers 9

2.4 Constructieopbouw Herengracht oneven huisnummers 9

3 WIJZE VAN ONDERZOEK 11

3.1 Visuele inspectie 11

3.2 Dieptepeilingen 11

3.3 Indringingsmetingen 11

3.4 Houtmonsteranalyse 12

4 RESULTATEN INSPECTIE 13

4.1 Resultaten voorinspectie 13

4.2 Funderingen brug 20 en 21 13

4.3 Bovenbouw brug 20 13

4.4 Bovenbouw brug 21 14

4.5 Fundering Herengracht even- en onevenzijde 16

4.6 Bovenbouw Herengracht evenzijde 16

4.7 Bovenbouw Herengracht onevenzijde 17

5 MEETRESULTATEN 19

5.1 Dieptepeilingen 19

5.2 Indringingsmetingen 19

5.3 Houtmonsteranalyse 22

6 CONCLUSIE 24

6.1 Brug 20 24

6.2 Brug 21 24

6.3 Herengracht evenzijde 24

6.4 Herengracht onevenzijde 24

Titel	:	Funderingsinspectie brug 20 + 21 incl. aangrenzende kades
Rapportnummer	:	26442

Bijlage 1 Inspectietekening

Bijlage 2 Inspectietekening monsterlocaties

Bijlage 3 Resultaten houtmonsteranalyse

1 INLEIDING

In maart 2015 heeft [redacted] een funderingsonderzoek uitgevoerd naar de landhoofden en de tussensteunpunten van vier bruggen en delen van de aangrenzende kadeconstructies in het centrum van Amsterdam, te weten brug 20, brug 21, brug 35 en brug 36. Het is wenselijk dat inzicht wordt verkregen in de opbouw en huidige staat van de verschillende onderdelen van de fundering van de steunpunten van de bruggen.

Hieromtrent zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Voorafgaand aan de werkzaamheden is een voorinspectie uitgevoerd om de benodigde uitvoeringsmethode vast te stellen.
- De funderingsconstructies van de bruggen zijn onder de waterlijn op handafstand geïnspecteerd door een duikinspectieteam.
- De nadruk van de inspectie ligt vooral op de huidige staat van de houten onderdelen en de kwaliteit van de onderlinge verbindingen.
- Van brug 20 en 21 zijn per steunpunt vijf houtmonsters genomen en nog eens twintig houtmonsters uit de aangrenzende kadeconstructies langs de Herengracht.
- Bij brug 35 en 36 is de opbouw van de versterkingen van de fundering gecontroleerd met de aangeleverde constructietekeningen en zijn de aangrenzende kadeconstructies aan de Amstelzijde geïnspecteerd, waarbij bij brug 36 in totaal tien houtmonsters zijn genomen.
- De genomen monsters zijn geanalyseerd op soort en mate van aantasting.
- Om de funderingspalen bereikbaar te maken is de bodem door een graafmachine vanaf een ponton verlaagd.
- De aangetroffen opbouw van de fundering is gecontroleerd ten opzichte van de aangeleverde constructietekeningen.

In deze rapportage zijn de inspectieresultaten van brug 20 en 21 en de aangrenzende kades beschreven. In Figuur 1.1 is een overzicht van brug 20 weergegeven, brug 21 ligt haaks op deze brug.



Figuur 1.1: Overzichtsfoto brug 20.

2 GEGEVENS VAN DE CONSTRUCTIE

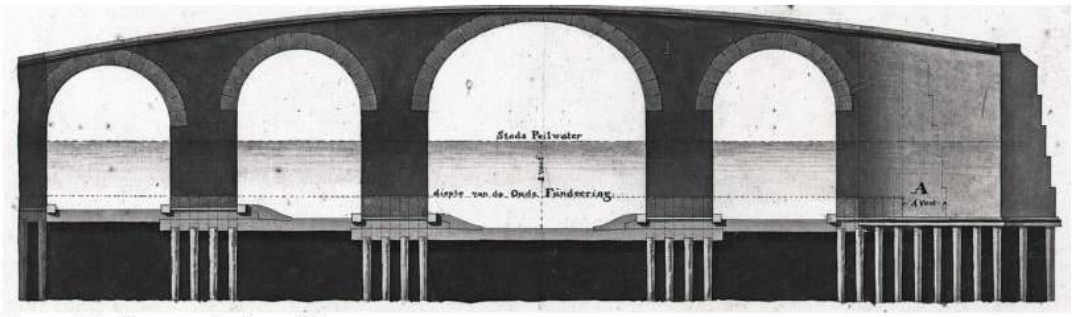
De bruggen bevinden zich op de kruising van de Herengracht met de Leliegracht in Amsterdam. Het bouwjaar van de bruggen is 1886. De bruggen zijn opgebouwd uit landhoofden van metselwerk met brugdekken opgebouwd uit stalen liggers en (gewapend) beton. Brug 20 heeft een overspanning van circa 25 m en heeft een breedte van circa 10 m.

De wegindeling van beide bruggen is opgebouwd uit een brede rijbaan in twee richtingen met aan beide zijden een trottoir. Er is geen aslastbeperking van toepassing op de brug.

De fundering van de landhoofden en pijlers van de bruggen is volgens de aangeleverde constructie-tekeningen opgebouwd.

2.1 Constructieopbouw brug 20

Brug 20 is opgebouwd uit twee landhoofden en drie tussenpijlers. In figuur 2.1 is op een uitsnede van de aangeleverde constructietekeningen de doorsnede van de volledige brug weergegeven



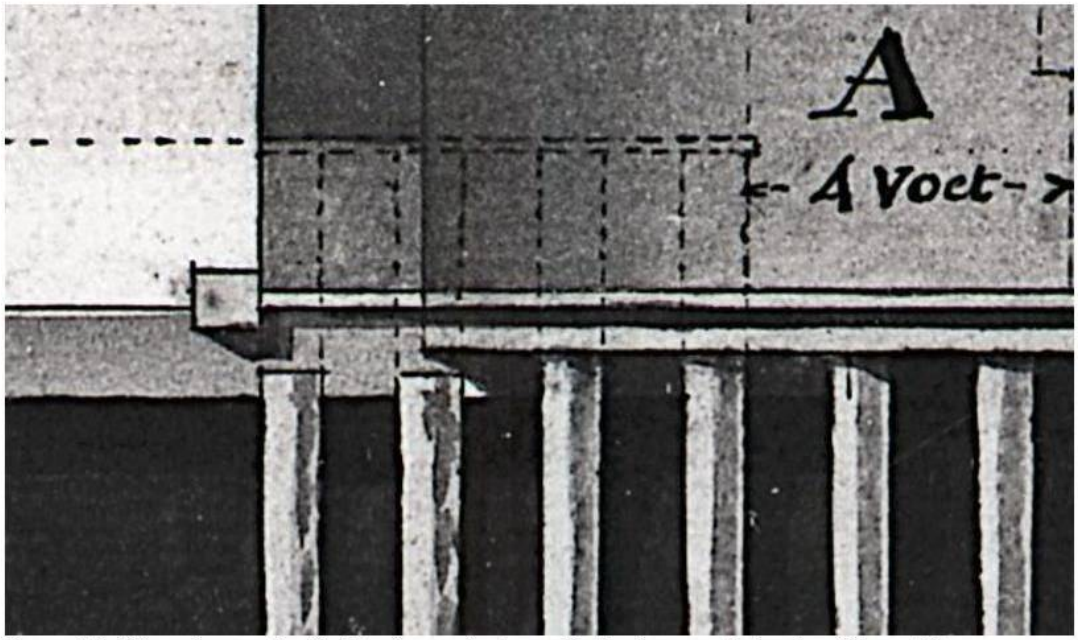
Figuur 2.1: Doorsnede brug 20.

De funderingen van de landhoofden en pijlers van brug 20 zijn uitgevoerd volgens de aangeleverde constructietekeningen. In de volgende paragrafen zijn de afmetingen van de verschillende onderdelen beschreven.

2.1.1 Landhoofden

De fundering van de landhoofden van de brug is opgebouwd uit een houten vloer, planken met een dikte van 10 cm op kespen 22 x 25 cm (h x b) op houten palen Ø 16-21 cm. Onder de kespen zijn koppelbalken aanwezig die tussen de landhoofden en de pijlers lopen. Er is geen grondkerend scherm aangetroffen. De bovenzijde van de houten vloer bevindt zich op 160 cm onder de waterlijn. Vanwege de hoogte van het bodemniveau en de koppelbalken is slechts met veel graafwerk de eerste palenrij bereikbaar: daarom zijn de palen vanaf beide zijden bereikt en zijn de houtmonsters naast elkaar genomen. De palen hebben een hart-op-hartafstand van circa 40 cm in de vaarrichting. De excacte hart-op-hartafstand dwars op de vaarrichting is vanwege de hoogte van het bodemniveau niet meetbaar.

In figuur 2.2 is een uitsnede van de aangeleverde constructietekening weergegeven waarop de doorsnede van de fundering van de landhoofden van brug 20 is weergegeven.

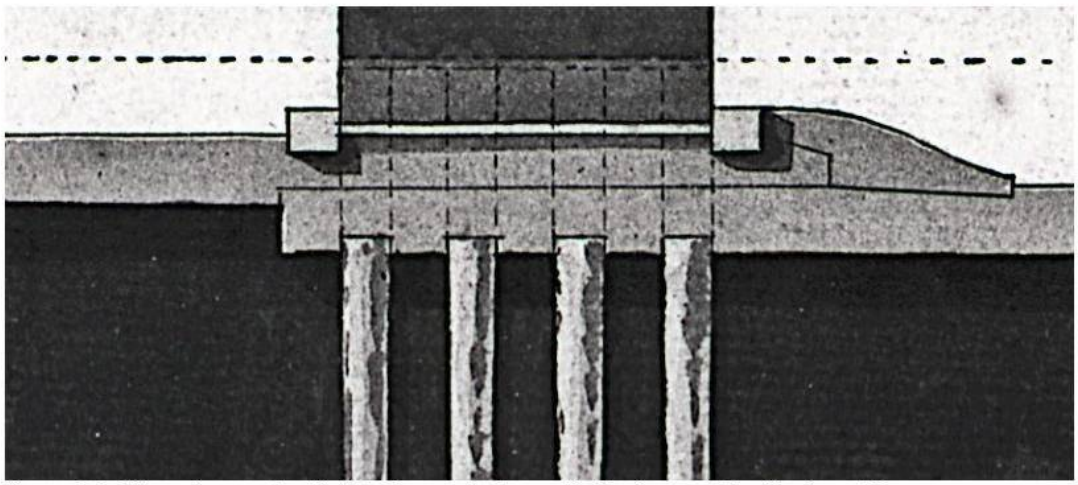


Figuur 2.2: Uitsnede constructietekening met schematische doorsnede landhoofd brug 20.

2.1.2 Tussenpijlers

De fundering van de tussenpijlers is opgebouwd uit een houten vloer, op schuin gezaagde kespen op een dubbele laag houten koppelbalken van 30 x 30 cm (h x b) op houten palen Ø 18-23 cm. In de breedte van de brug is aan weerszijden van de pijler een houten langsligger 19 x 25 cm (h x b) aanwezig die is ingelaten in de koppelbalken. In totaal zijn vier palenrijen aanwezig. De palen hebben in twee richtingen een hart-op-hartafstand variërend van 30 – 40 cm in de vaarrichting van de brug. De excacte hart-op-hartafstand dwars op de vaarrichting is vanwege de hoogte van het bodemniveau niet meetbaar.

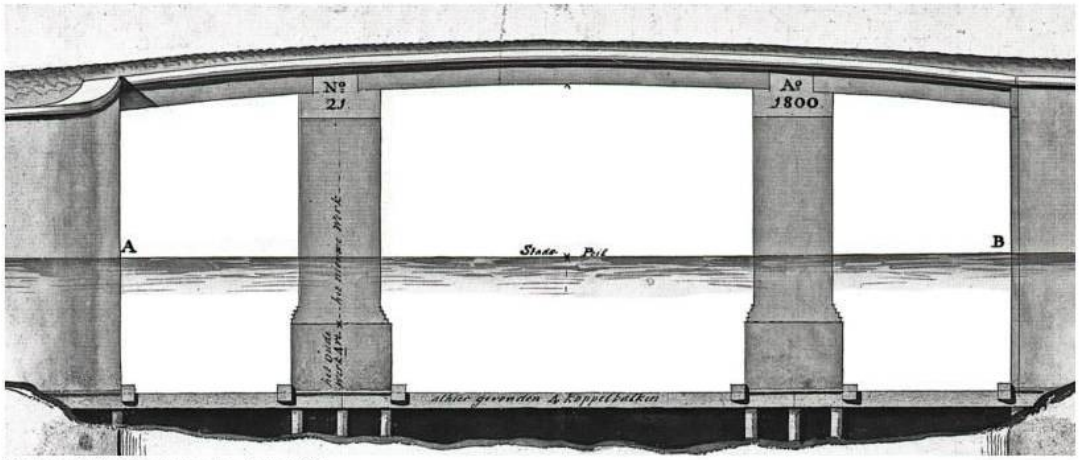
In figuur 2.3 is een uitsnede van de aangeleverde constructietekening weergegeven waarop de funderingsconstructies van de landhoofden en de pijlers schematisch zijn weergegeven.



Figuur 2.3: Uitsnede constructietekening met schematische doorsnede pijler brug 20

2.2 Constructieopbouw brug 21

Brug 21 is opgebouwd uit twee landhoofden en twee tussenpijlers. In figuur 2.1 is op een uitsnede van de aangeleverde constructietekeningen de doorsnede van de volledige brug weergegeven.



Figuur 2.4: Doorsnede brug 21.

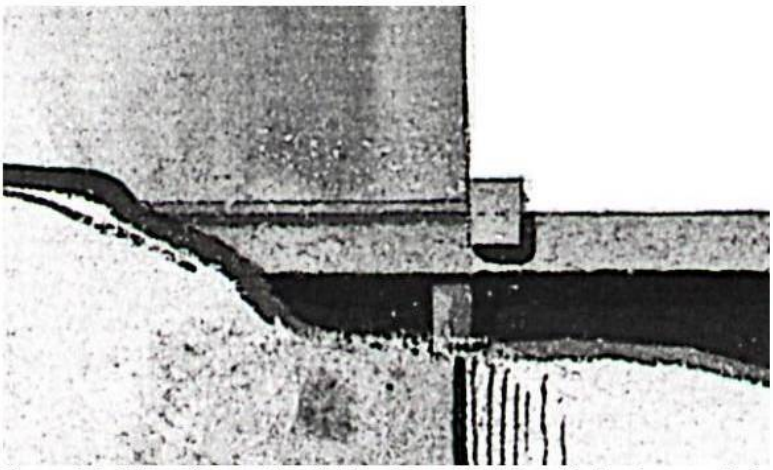
De funderingen van de landhoofden en pijlers van brug 21 zijn uitgevoerd volgens de aangeleverde constructietekeningen. In de volgende paragraaf zijn de afmetingen van de verschillende onderdelen beschreven.

2.2.1 Landhoofden en pijlers

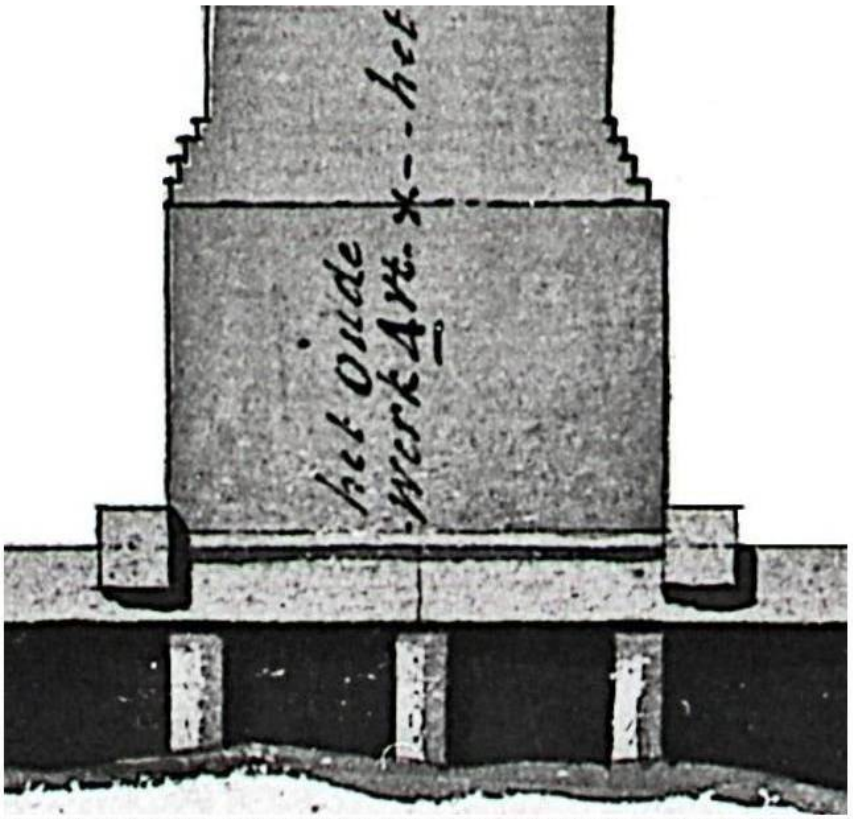
De fundering van de landhoofden en pijlers van de brug zijn opgebouwd uit een houten vloer achter een langsligger 14 x 23 cm (h x b) in de breedte van de brug op houten koppelbalken 14 x 23 cm (h x b) die tussen de landhoofden en de pijlers lopen. De koppelbalken zijn ter plaatse van de langsliggers ingelaten. In totaal zijn in de vaarweg volgens tekening vier stuks koppelbalken aangetroffen. Vanwege de diepte van de fundering zijn met een graafmachine vanaf een ponton de houten palen van de fundering van de landhoofden niet bereikbaar te maken. Het originele bodemniveau ter plaatse van de

landhoofden is circa 50 cm en ter plaatse van de pijlers circa 200 cm ten opzichte van het waterpeil waardoor de fundering met een spuitpomp bereikbaar te maken is. De diameters van de palen onder de pijlers variëren van Ø 15 tot 23 cm en hebben een hart-op-hartafstand van circa 75 cm. De tweede palenrij bevindt zich op 50 cm achter de eerste palenrij.

In figuur 2.5 en figuur 2.6 is een uitsnede van de aangeleverde constructietekening weergegeven waarop de funderingsconstructies van de landhoofden en de pijlers schematisch zijn weergegeven.



Figuur 2.5: Uitsnede constructietekening met schematische doorsnede landhoofd brug 21.



Figuur 2.6: Uitsnede constructietekening met schematische doorsnede pijler brug 21.

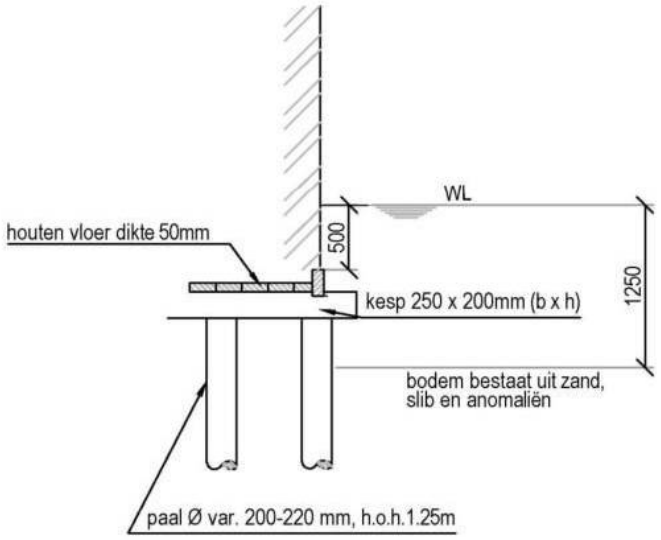
2.3 Constructieopbouw Herengracht even huisnummers

De fundering van de evenzijde van de Herengracht is opgebouwd uit een houten vloer achter een langsligger 22 x 9 cm (h x b) op kespen 20 x 22 cm (h x b) op houten palen variërend van Ø 18 - 22 cm. Ter plaatse van de langsligger is de kesp circa 2 cm ingelaten. Vanwege de hoogte van het bodemniveau zijn slechts de eerste twee palenrijen bereikbaar. De palen hebben een hart-op-hartafstand van circa 125 cm. Op 1 m achter de eerste palenrij is een tweede palenrij aangetroffen met een hart-op-hartafstand van circa 250 cm. De palen van de tweede rij staan om en om achter de palen van de eerste rij. Er is geen grondkerend scherm aangetroffen. Op 40 cm onder de kesp is een tweede langsligger 22 x 18 cm (h x b) aanwezig die strak tegen de voorste palenrij is bevestigd. Het oorspronkelijke bodemniveau bevindt zich op circa 100 cm onder de waterlijn en bestaat voornamelijk uit klei en puin.

2.4 Constructieopbouw Herengracht oneven huisnummers

De fundering van de kadeconstructie aan de oneven zijde is opgebouwd uit een houten vloer achter een langsligger 20 x 9 cm (h x b) op kespen 25 x 20 cm (b x h) op houten palen variërend Ø 16 - 22 cm. Ter plaatse van de langsligger is de kesp circa 3 cm ingelaten. De palen zijn door een pengatverbinding verbonden en hebben een hart-op-hartafstand van circa 125 cm. Op 103 cm achter de eerste palenrij is een tweede palenrij aangetroffen. Tot 300 cm achter de voorzijde van de kade is geen grondkerend scherm aangetroffen. Het oorspronkelijke bodemniveau bevindt zich op circa 100 cm onder de waterlijn en bestaat voornamelijk uit klei en puin.

In figuur 2.7 is een schematische doorsnede van de kadeconstructies aan de Herengracht weergegeven.



Figuur 2.7: Schematische doorsnede kadeconstructies Herengracht.

3 WIJZE VAN ONDERZOEK

Door middel van een onderwaterinspectie is de huidige staat van de funderingsconstructie van de landhoofden en de tussensteunpunten van de brug in kaart gebracht.

Voor de bereikbaarheid van de funderingen is het bodemniveau tot 1,5 – 2,5 m verlaagd.

De bereikbaar gemaakte onderdelen van de fundering zijn visueel geïnspecteerd en ingemeten. Verdeeld over de constructies zijn indringingsmetingen verricht aan het funderingshout. In plaats van de geplande 65 houtmonsters zijn er in totaal 56 houtmonsters genomen om de soort en mate van de aantasting te kunnen bepalen. De reden voor het nemen van minder monsters is de diepte van de fundering van brug 21. Het bodemniveau in combinatie met de diepte van de fundering hebben ervoor gezorgd dat de fundering niet bereikbaar te maken was voor houtmonstername. Ook zijn er vanwege de aanwezigheid van een oud grondkerend scherm twee monsters niet genomen aan de zuidwestkant van brug 20. In overleg met de opdrachtgever hebben wij deze houtmonsters laten vervallen. In bijlage 1 is de inspectietekening van de bruggen en aangrenzende kades opgenomen met daarop aangegeven de inspectielocaties.

3.1 Visuele inspectie

Bij een visuele inspectie wordt van alle onderdelen van de constructie door afvoelen of, indien het zicht onder water dit toelaat, met het blote oog de toestand vastgesteld. Bij een visuele inspectie wordt het functioneren van de constructie beoordeeld. De inspectie betreft vooral de primaire functies, zoals het controleren van de opbouw, de veiligheid en het technisch functioneren van de constructie. Van de aangetroffen gebreken zijn de aard en omvang in kaart gebracht en zijn, indien het zicht dit toeliet, foto-opnamen gemaakt.

3.2 Dieptepeilingen

Met van een telescopische schuifbaak zijn rondom de bruggen en kademuren de waterdiepte en de dikte van de eventueel aanwezige sliblaag gemeten. De waarden zijn ingetekend op een overzicht van de bruggen en de aangrenzende kademuren en geven een globaal beeld van de ligging en samenstelling van de bodem. Wanneer de waarde voor slibdikte 0 aangeeft, is gestuit op een harde bodem die met de voet van de schuifbaak niet of nauwelijks inprikbaar is.

3.3 Indringingsmetingen

De metingen aan het funderingshout zijn uitgevoerd in de geest van de SBR /CURNET handboek 649:14 §3.5.2 "Technische inspectie houten funderingspalen". Voorgeschreven staat dat met een indringingsmeter in het hout geschoten wordt, waarbij de diepte van de indringing een beeld geeft van de aantasting van de buitenste schil van het onderzochte hout. De meerwaarde ten opzichte van de maatgevende houtmonsteranalyse is om van een groter aantal palen een snelle indicatie te krijgen in de mate van aantasting van het hout in de buitenste schil.

Het meetapparaat en de kalibratie daarvan voldoen aan de eisen, zoals vastgelegd in de rapportage van de werkgroep 'Standaardisatie meetapparaat funderingsonderzoek' met kenmerk: K6103.020pn.rap.doc, d.d. 28 juni 2002.

Vanwege het grote aantal houtmonsters zijn in overleg met de opdrachtgever de indringingsmetingen niet op iedere bemonsterde paal uitgevoerd. Per steunpunt zijn, indien bereikbaar, twee palen en alle overige onderdelen van de fundering beproefd. De gemiddelde indringing is berekend op basis van minimaal zes metingen per houten onderdeel. De meetresultaten zijn weergegeven in hoofdstuk 5.

De extra weerstand die de indringingsmeter onder water ondervindt, is niet verrekend met de meetgegevens. De afwijking van het gebruik van een indringingsmeter is proefondervindelijk op 40% vastgesteld. Deze afwijking, door het gebruik onder water, wordt in het funderingsprotocol niet benoemd, maar zijn ook niet officieel (toepasbaar).

3.4 Houtmonsteranalyse

Op de bijgevoegde inspectietekeningen zijn de locaties weergegeven waar houtmonsters ø 10 mm uit de houten onderdelen van de constructie zijn genomen, zie bijlage 1. De lengte van de monsters bedraagt meer dan de helft van de diameter van het betreffende onderdeel. De soort en mate van aantasting zijn bepaald door aangekleurde coupes (dikte 0,025 mm) te beoordelen onder een microscoop. De druksterkte is bepaald op basis van de gelegde relatie met het natte en droge gewicht van het hout. De resultaten van het laboratoriumonderzoek zijn weergegeven in Bijlage 3.

4 RESULTATEN INSPECTIE

In de volgende paragrafen zijn de resultaten van de inspectie per onderdeel beschreven. Voor de duidelijkheid is onderscheid gemaakt tussen de funderingen en de bovenbouw van de verschillende constructies. Vanwege het zicht onder water is het verkregen fotomateriaal beperkt.

4.1 Resultaten voorinspectie

Tijdens de voorinspectie is geconstateerd dat de funderingen van de bruggen, zover zonder bodemverlaging bereikbaar, zijn opgebouwd volgens de aangeleverde constructietekeningen. Op basis van de resultaten van de voorinspectie is besloten om voor het bereikbaar maken van de houten funderingen het bodemniveau plaatselijk te verlagen met een graafmachine vanaf een ponton.

4.2 Funderingen brug 20 en 21

De funderingen van zowel de landhoofden als de pijlers van beide bruggen vertonen een eenduidig beeld. De houten onderdelen vertonen geen insnoering of schades door materiaalafname en sluiten onderling goed op elkaar aan. Er zijn geen tekenen van overbelasting zichtbaar aan de houten onderdelen van de funderingen.

Ter plaatse van de noordelijke pijler van brug 21 is in de vaaropening de langsligger verdwenen. De onderliggende koppelbalken zijn nog wel aanwezig en zijn onbeschadigd.

4.3 Bovenbouw brug 20

Het voegwerk van brug 20 is in het algemeen in slechte staat. Circa 50% van de voegvulling zowel rond de waterlijn als boven de waterlijn is uitgesleten. Rond de waterlijn zijn de voegen maximaal 40 mm inprikbaar en boven de waterlijn maximaal 10 mm.



Figuur 4.1: Uitgesleten voegwerk rond waterlijn.



Figuur 4.2: Uitgesleten voegwerk boven de waterlijn.

Op verschillende hoeken is op en vlak onder de waterlijn uitgebroken metselwerk rond de waterlijn aangetroffen. Vermoedelijk zijn de schades ontstaan door aanvaring. De afmetingen van de schades zijn maximaal 40 x 30 x 30 cm (h x b x d), zie figuur 4.3 en figuur 4.4. De locaties van de schades is aangegeven op de inspectietekening in Bijlage 3 en gemerkt met een letter A.



Figuur 4.3: Aanvaarschade vlak onder waterlijn.



Figuur 4.4: Aanvaarschade boven waterlijn.

Op de aansluiting tussen het westelijke landhoofd met de noordelijke kadeconstructie is een diagonale scheur in het metselwerk aangetroffen. De scheur heeft een maximale scheurwijdte van maximaal 2 mm boven de waterlijn en rond de waterlijn zijn als gevolg van vorst enkele schollen rondom de scheur weggebroken. Onder de waterlijn loopt de scheur door tot op de fundering, zie figuur 4.5 en figuur 4.6. De locatie van de schades is aangegeven op de inspectietekening in Bijlage 3 en gemerkt met een letter B.



Figuur 4.5: Diagonale scheur in metselwerk.



Figuur 4.6: Uitgebroken schollen rond de waterlijn.

4.4 Bovenbouw brug 21

Het voegwerk van brug 21 is in het algemeen in matige staat, vooral rond de waterlijn. Circa 20% van de voegvulling rond de waterlijn is uitgesleten; de voegen zijn hier maximaal 20 mm inprikbaar.

Op de oostelijke hoek van het zuidelijke landhoofd van brug 21 is op circa 50 cm boven de waterlijn over een oppervlak van 50 x 50 x 20 cm (h x b x d) metselwerk uitgebroken, zie figuur 4.7. De schade is op de inspectietekening in Bijlage 3 en gemerkt met de letter C.



Figuur 4.7: Uitgebroken metselwerk.



Figuur 4.8: Verticale scheur in metselwerk.

Op circa 1,5 m vanaf de westelijke hoek van het zuidelijke landhoofd is een verticale scheur in het landhoofd aangetroffen. De scheur heeft een maximale scheurwijdte van 3 mm en loopt vanaf een hoek van een haalkom door tot op de houten fundering, zie Figuur 4.8. De schade is op de bijgevoegde inspectietekening in Bijlage 3 gemerkt met de letter D.

Op de westelijke aansluiting van het zuidelijke landhoofd met de aangrenzende kadeconstructie is een diagonale scheur in het metselwerk van de kade aangetroffen. Een deel van de kademuur loopt door tot circa 50 cm onder het brugdek, zie figuur 4.9. De schade is op de bijgevoegde inspectietekening in Bijlage 3 gemerkt met de letter E. De aangrenzende kadeconstructie is opgebouwd uit een betonnen L-wand op stalen buispalen.

Ter plaatse van het noordelijke landhoofd is over de gehele breedte tot circa 50 cm boven de waterlijn een vochtophoping zichtbaar. Ter plaatse van de vochtophoping is een boorkern uit het landhoofd genomen. Na het uitnemen van de kern liep een ononderbroken straal schoon water uit het boorgat. Vermoedelijk dient de oorzaak van de vochtophoping gezocht te worden in een lekkage in een (drinkwater)leiding achter het landhoofd, zie figuur 4.10.



Figuur 4.9: Diagonale scheur in aansluitende kade.



Figuur 4.10: Onafgebroken straal water uit boorgat.

4.5 Fundering Herengracht even- en onevenzijde

De funderingen van zowel de landhoofden als de pijlers van beide bruggen vertonen een eenduidig beeld. De koppen van de kespen zijn maximaal 5 cm ingewaterd. De paal-kespverbinding is intact en er zijn geen tekenen van overbelasting zichtbaar.

4.6 Bovenbouw Herengracht evenzijde

Op de noordelijke hoek met de aansluiting met brug 21 zijn twee verticale scheuren in het metselwerk van de vleugelwand aangetroffen. De scheuren hebben een scheurwijdte van maximaal 5 mm en lopen door tot op de fundering. Ter plaatse van beide scheuren zijn twee kernen geboord om de diepte en het verloop van de scheuren te bepalen. De resultaten van de kernboringen geven een zeer onsamenhangend metselwerk waarin geen scheurpatroon is te achterhalen. Na de voorste steenlaag is een ophoping van metselmortel zichtbaar waarna een ander soort baksteen zichtbaar is wat impliceert dat het voorliggende metselwerk al eens is vervangen. In figuur 4.11 en figuur 4.12 zijn het geboorde gat en de binnenzijde van de kern zichtbaar. De scheuren en boorlocatie zijn gemerkt met de letter F op de inspectietekening in Bijlage 3.



Figuur 4.11: Geboord gat op scheur.



Figuur 4.12: Binnenzijde boorgat.

Op de overgang van de vleugelwand en de aangrenzende kadeconstructie is de vleugelwand circa 5 cm richting het water verplaatst, zie figuur 4.13. De schade is op de bijgevoegde inspectietekening in Bijlage 3 gemerkt met de letter G.



Figuur 4.13: Kade 5 cm richting water verplaatst.



Figuur 4.14: Verticale scheur in metselwerk.

Op circa 9 m en 12 m ten zuiden van de overgang zijn verticale scheuren in het metselwerk aangetroffen. De scheuren hebben een scheurwijdte van maximaal 2 mm en lopen vanaf de onderzijde van de rollaag tot op de houten fundering, zie figuur 4.14. De scheuren zijn op de bijgevoegde inspectietekening in Bijlage 3 gemerkt met de letter H.

De overgang tussen de verschillende constructies aan de zuidzijde is circa 10 cm versprongen. De verplaatsing is waarschijnlijk niet recent opgetreden, omdat de kopse zijde van de verspringing is afgewerkt.

4.7 Bovenbouw Herengracht onevenzijde

Op de overgang tussen de verschillende kadeconstructies is het geïnspecteerde kadedeel circa 65 mm verplaatst. De verplaatsing vertoont resten van reparatiemortel, maar is na het moment van de reparatie nog circa 8 mm verplaatst, zie figuur 4.15 en figuur 4.16. De overgang is op de bijgevoegde inspectietekening in Bijlage 3 gemerkt met de letter I.



Figuur 4.15: Verplaatsing kademuur.



Figuur 4.16: Verplaatsing kademuur.

Over de gehele lengte van de kade zijn diverse verticale scheuren in het metswerk aangetroffen. De scheuren hebben een geringe scheurwijdte tot maximaal 1 mm. In totaal zijn zeven scheuren aangetroffen die op de inspectietekening in bijlage 3 zijn gemerkt met de letter J. In figuur 4.17 en figuur 4.18 zijn enkele scheuren weergegeven.



Figuur 4.17: Verticale scheur in metselwerk.

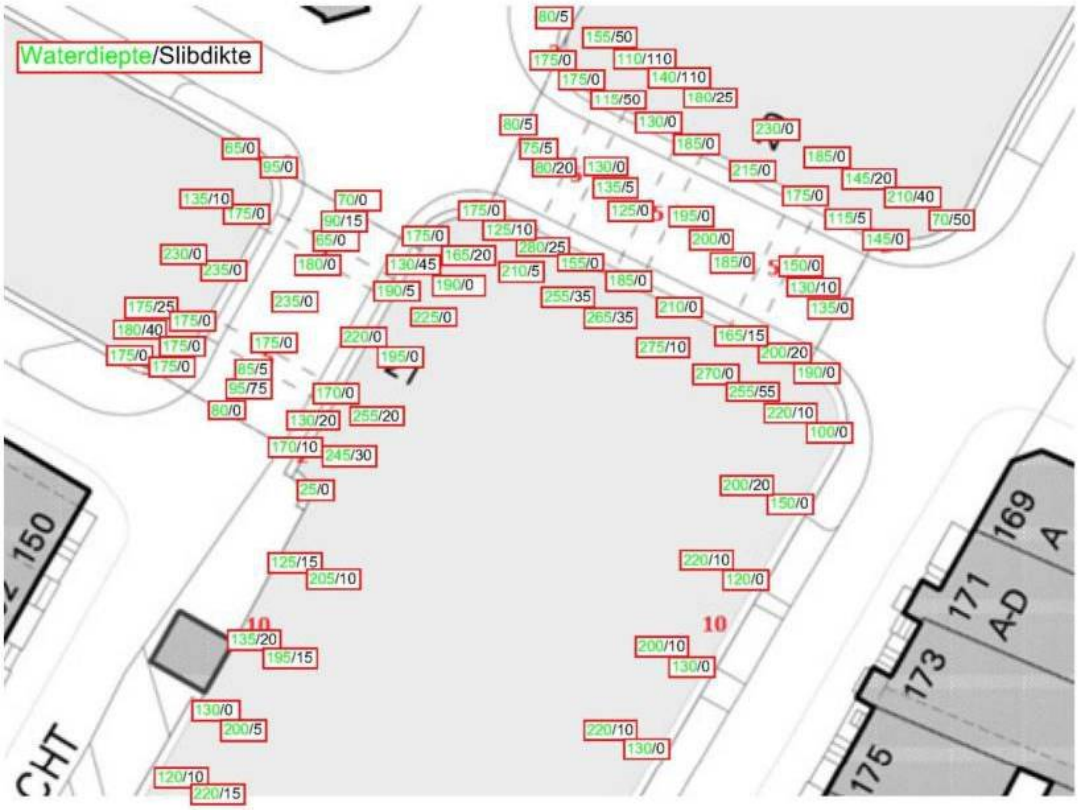


Figuur 4.18: Verticale scheur in metselwerk.

5 MEETRESULTATEN

5.1 Dieptepeilingen

In onderstaand overzicht zijn de waterdiepte en bodemligging rondom de bruggen en aangrenzende kademuren weergegeven.



5.2 Indringingsmetingen

De indringingsmetingen geven een beeld van de aantasting aan de buitenste schil van het hout. Het hout kan opgedeeld worden in spint- en kernhout. Het spinthout zit in de buitenste schil van een boom; dit is het levende gedeelte van de boom. Het kernhout is de kern van de boom; hierdoor krijgt de boom zijn sterkte. De metingen aan de funderingspalen zijn genomen ter plaatse van de paal-koppen waar de paaldiameter vermoedelijk het grootst is. De inheidiepte en de oorspronkelijke paaldiameters ter hoogte van de paalpunten zijn onbekend.

De meetresultaten zijn weergegeven in tabel 5.1 tot en met tabel 5.3. Indien de houten onderdelen niet bereikbaar gemaakt konden worden, is in de tabellen 'NB' opgenomen. In de onderstaande tabel zijn de coderingen per brug en kadedeel weergegeven.

Locatie	Codering
Brug 20 landhoofd oost	20.1
Brug 20 pijler oost	20.2

Brug 20 pijler midden	20.3
Brug 20 pijler west	20.4
Brug 20 landhoofd zuid	20.5
Brug 21 landhoofd noord	21.1
Brug 21 pijler noord	21.2
Brug 21 pijler zuid	21.3
Brug 21 landhoofd zuid	21.4
Herengracht onevenzijde	HGO
Herengracht evenzijde	HGE

Locatie	Sublocatie	Paal	Meting 1 [mm]	Meting 2 [mm]	Meting 3 [mm]	Meting 4 [mm]	Meting 5 [mm]	Meting 6 [mm]	Paaldiameter [mm]	Gemiddelde indringing [mm]	Restdiameter [mm]	Afname diameter [%]	Afname oppervlak [%]	Oorspronkelijk oppervlak [mm2]	Afgenomen oppervlak [mm2]
20.1	1	recht	5	5	5	10	5	5	200	6	188	6	11	31416	27858
	2	recht	5	5	5	10	10	5	180	7	167	7	14	25447	21817
20.2	1	recht	5	5	10	5	5	5	200	6	188	6	11	31416	27858
	2	recht	0	5	5	5	5	5	180	4	172	5	9	25447	23145
20.3	1	recht	0	5	5	0	5	5	170	3	163	4	8	22698	20953
	2	recht	20	5	5	0	10	10	160	8	143	10	20	20106	16136
20.4	1	recht	10	15	10	5	10	15	170	11	148	13	24	22698	17281
	2	recht	10	5	5	10	5	5	170	7	157	8	15	22698	19277
20.5	1	recht	20	10	20	20	15	15	180	17	147	19	34	25447	16895
	2	schoor	5	30	10	15	15	15	220	15	190	14	25	38013	28353
21.1	1	recht	10	10	10	15	10	10	130	11	108	17	31	13273	9218
21.2	1	recht	10	15	10	10	15	5	120	11	98	18	33	11310	7594
	2	recht	5	10	10	10	5	10	130	8	113	13	24	13273	10088
21.3	1	recht	10	5	5	10	5	5	160	7	147	8	16	20106	16895
	2	recht	5	10	5	5	5	5	150	6	138	8	15	17671	15029
21.4	1	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
	2	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
HGE1	1	recht	15	15	20	20	15	10	180	16	148	18	32	25447	17281
	2	recht	5	10	10	5	10	10	200	8	183	8	16	31416	26398
HGE2	1	recht	0	5	5	10	5	5	190	5	180	5	10	28353	25447
	2	recht	5	10	5	5	5	5	180	6	168	6	13	25447	22255
HGO1	1	recht	10	10	10	15	10	10	220	11	198	10	19	38013	30895
	2	recht	5	5	5	10	10	5	190	7	177	7	14	28353	24513
HGO2	1	recht	10	15	15	15	10	20	230	14	202	12	23	41548	31942
	2	recht	30	25	30	25	25	30	190	28	135	29	50	28353	14314

Tabel 5.1: Resultaten indringingsmetingen funderingspalen.

Locatie	Sublocatie	Balkhout	Meting 1 [mm]	Meting 2 [mm]	Meting 3 [mm]	Meting 4 [mm]	Meting 5 [mm]	Meting 6 [mm]	Hoogte [mm]	Gemiddelde indringing [mm]	Resthoogte [mm]	Afname hoogte [%]
20.1	1	Langsligger	10	15	10	10	10	15	200	12	177	12
	2	Koppelbalk	10	5	0	10	0	5	200	5	190	5
20.2	1	Langsligger	0	5	5	5	5	0	200	3	193	3
	2	Koppelbalk	20	10	15	10	5	10	230	12	207	10
20.3	1	Koppelbalk	10	10	10	5	5	15	180	9	162	10
	2	Koppelbalk	10	10	10	15	10	10	180	11	158	12
20.4	1	Koppelbalk	5	5	5	0	0	5	300	3	293	2
	2	Langsligger	0	0	5	0	5	5	200	3	195	3
20.5	1	Kesp	15	5	10	10	15	10	100	11	78	22
21.1	1	langsligger	20	10	15	5	10	5	90	11	68	24
	2	Koppelbalk	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
21.2	1	Langsligger	10	10	10	10	10	0	170	8	153	10
	2	Koppelbalk	15	10	25	10	10	15	140	14	112	20
21.3	1	Langsligger	10	10	5	5	5	10	170	8	155	9
	2	Kesp	15	15	10	15	10	15	200	13	173	13
21.4	1	Langsligger	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
	2	Koppelbalk	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
HGE1	1	Langsligger	5	5	0	0	0	5	220	3	215	2
	2	Kesp	5	5	5	0	0	0	200	3	195	3
	3	Kesp	5	5	5	5	5	0	200	4	192	4
HGE2	1	Langsligger	5	5	0	5	10	5	220	5	210	5
	2	Kesp	5	5	5	5	5	5	200	5	190	5
	3	Kesp	5	5	0	0	10	5	200	4	192	4
HGO1	1	Langshout	0	0	0	0	0	0	200	0	200	0
	2	Kesp	5	10	10	10	5	5	200	8	185	8
	3	Kesp	0	5	5	10	5	5	200	5	190	5
HGO2	1	Langshout	0	5	5	5	0	0	200	3	195	3
	2	Kesp	5	5	5	5	5	10	200	6	188	6
	3	Kesp	0	10	10	5	5	5	200	6	188	6

Tabel 5.2: Resultaten indringingsmetingen balkhout.

Locatie	Sublocatie	Plankhout	Meting 1 [mm]	Meting 2 [mm]	Meting 3 [mm]	Meting 4 [mm]	Meting 5 [mm]	Meting 6 [mm]	Hoogte [mm]	Gemiddelde indringing [mm]	Resthoogte [mm]	Afname hoogte [%]
20.4	1	Vloerhout	5	15	5	5	5	10	90	8	75	17
20.5	1	Vloerhout	5	5	5	5	5	0	100	4	92	8
21.2	1	Vloerhout	10	10	5	5	10	10	60	8	43	28
21.3	1	Vloerhout	10	10	15	10	5	5	60	9	42	31

Tabel 5.3: Resultaten indringingsmetingen plankhout.

5.3 Houtmonsteranalyse

De locaties van de houtmonsters zijn weergegeven op de inspectietekening in bijlage 2. De uitgebreide beschrijving van de houtmonsteranalyse is opgenomen in bijlage 3. Een samenvatting van de gevonden aantasting van de houten palen door erosiebacteriën (EB) is weergegeven in tabel 5.4. Indien een paal niet bereikbaar is gebleken, is in de tabel 'NVT' opgenomen. In de kolommen waar de procentuele afname is weergegeven zijn de cellen gekleurd naar percentage van afname. Bij een afname van 0 tot 19% is de cel groen gekleurd, bij 20 tot 39% oranje en bij > 40% afname is de cel rood gekleurd.

Van aantasting door erosiebacteriën is bekend dat de delen die permanent in de bodem staan maximaal hetzelfde zijn aangetast als het gebied rond de paalkop en het bodemniveau waar de houtmonsters zijn genomen.

Bij een funderingsonderzoek komt het veelvuldig voor dat diverse houtsoorten door elkaar zijn gebruikt. Het aantastingspatroon van de houten funderingspalen kan sterk van elkaar verschillen. De houtsoort van de onderzochte funderingspalen is grenen en vuren. Hieronder staan enkele specifieke eigenschappen van de aangetroffen houtsoorten.

Vuren: kern- en spinthout moeilijk van elkaar te onderscheiden; spinthout heeft een hoge weerstand tegen bacteriële aantasting en kernhout een relatief lage weerstand. Het kernhout kan dus (langzaam) door bacteriën worden aangetast.

Grenen: het kern- en spinthout is goed van elkaar te onderscheiden; spinthout heeft een lage weerstand tegen bacteriële aantasting en kernhout een hoge. Het kernhout wordt, zover bekend, niet door bacteriën aangetast (maar het is wel mogelijk).

Europees grenen en vuren zijn ingedeeld in sterkteklasse C24 of C18, afhankelijk van de kwaliteitsklasse (NEN 5466) van het hout, volgens NEN-EN 338. Bij sterkteklasse C18 hoort een karakteristieke druksterkte (evenwijdig aan de vezel) van 18 N/mm^2.

Monster #	Locatie	ø Paal (mm)	Houtsoort	Gemiddelde ernstige aantasting (mm)	Verwachte uitbreiding ernstig aantasting (mm)	Rest Ø 2015 (matig tot niet aangetast; mm)	procentuele afname 2015	Rest Ø na 30 jaar (matig tot niet aangetast; mm)	procentuele afname na 30 jaar	Gemiddelde korteduur druksterkte volledige diameter (N/mm²)	Representatief draagvermogen kop volledige diameter (kN)
HM 1	20.1	190	Vuren	0	0	190	0	190	0	13,1	370
HM 2	20.1	170	Vuren	15	18	140	-18	134	-21	10,4	237
HM 3	20.1	180	Vuren	18	22	144	-20	136	-24	8,7	222
HM 4	20.1	160	Vuren	8	10	144	-10	140	-13	6,1	122
HM 5	20.1	190	Vuren	21	26	148	-22	138	-27	5,2	149
HM 6	20.2	210	Vuren	32	39	146	-30	132	-37	3,3	114
HM 7	20.2	210	Vuren	29	36	152	-28	138	-34	2,2	75
HM 8	20.2	190	Vuren	0	0	190	0	190	0	7,8	221
HM 9	20.2	190	Vuren	94	116	2	-99	0	-100	1,2	35
HM 10	20.2	180	Vuren	5	6	170	-6	168	-7	10,7	272
HM 11	20.3	200	Vuren	38	47	124	-38	106	-47	1,2	38
HM 12	20.3	200	Vuren	14	17	172	-14	166	-17	6,9	217
HM 13	20.3	210	Vuren	27	33	156	-26	144	-31	7,2	249
HM 14	20.3	230	Vuren	0	0	230	0	230	0	11,1	462
HM 15	20.3	200	Vuren	21	26	158	-21	148	-26	4,5	142
HM 16	20.4	220	Vuren	19	23	182	-17	174	-21	1,5	55
HM 17	20.4	200	Vuren	9	11	182	-9	178	-11	9,5	300
HM 18	20.4	180	Vuren	15	18	150	-17	144	-20	5,8	149
HM 19	20.4	180	Vuren	14	17	152	-16	146	-19	4,7	119
HM 20	20.4	200	Vuren	16	20	168	-16	160	-20	8,5	267
HM 21	20.5	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
HM 22	20.5	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
HM 23	20.5	200	Vuren	58	71	84	-58	58	-71	2,5	79
HM 24	20.5	210	Vuren	54	67	102	-51	76	-64	1,5	54
HM 25	20.5	190	Vuren	58	71	74	-61	48	-75	2,3	64
HM 26	21.1	200	Vuren	55	68	90	-55	64	-68	0,5	15
HM 27	21.1	180	Vuren	15	18	150	-17	144	-20	6,6	167
HM 28	21.1	160	Vuren	23	28	114	-29	104	-35	6,3	126
HM 29	21.1	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
HM 30	21.1	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
HM 31	21.2	200	Vuren	100	100	0	-100	0	-100	1,1	34
HM 32	21.2	170	Vuren	29	36	112	-34	98	-42	6,8	154
HM 33	21.2	170	Vuren	29	36	112	-34	98	-42	2,4	53
HM 34	21.2	170	Vuren	9	11	152	-11	148	-13	12,6	287
HM 35	21.2	150	Vuren	27	33	96	-36	84	-44	3,2	57
HM 36	21.3	160	Vuren	37	46	86	-46	68	-58	2,6	52
HM 37	21.3	200	Vuren	7	9	186	-7	182	-9	9,6	300
HM 38	21.3	180	Vuren	5	6	170	-6	168	-7	6,2	157
HM 39	21.3	160	Vuren	19	23	122	-24	114	-29	5,2	105
HM 40	21.3	230	Vuren	24	30	182	-21	170	-26	8,3	343
HM 41	21.4	230	Vuren	7	9	216	-6	212	-8	12,3	511
HM 42	21.4	230	Vuren	0	0	230	0	230	0	14,9	619
HM 43	21.4	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
HM 44	21.4	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
HM 45	21.4	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
HM 46	HGE	220	Grenen	82	82	56	-75	56	-75	0,8	31
HM 47	HGE	220	Grenen	44	54	132	-40	112	-49	4,0	139
HM 48	HGE	220	Grenen	39	48	142	-35	124	-44	2,8	107
HM 49	HGE	220	Grenen	59	73	102	-54	74	-66	6,8	259
HM 50	HGE	220	Grenen	110	110	0	-100	0	-100	0,0	0
HM 51	HGE	220	Grenen	57	70	106	-52	80	-64	3,6	135
HM 52	HGE	220	Grenen	54	67	112	-49	86	-61	3,1	117
HM 53	HGE	220	Vuren	38	47	144	-35	126	-43	2,5	94
HM 54	HGE	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
HM 55	HGE	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
HM 56	HGO	190	Grenen	23	28	144	-24	134	-29	1,9	30
HM 57	HGO	200	Grenen	40	49	120	-40	102	-49	4,2	132
HM 58	HGO	200	Grenen	18	22	164	-18	156	-22	10,3	323
HM 59	HGO	180	Grenen	18	22	144	-20	136	-24	6,1	155
HM 60	HGO	210	Vuren	42	52	126	-40	106	-50	7,7	267
HM 61	HGO	200	Vuren	32	39	136	-32	122	-39	4,4	139
HM 62	HGO	190	Vuren	33	41	124	-35	108	-43	6,1	173
HM 63	HGO	200	Vuren	25	31	150	-25	138	-31	6,2	196
HM 64	HGO	200	Vuren	49	60	102	-49	80	-60	4,5	141
HM 65	HGO	210	Vuren	30	37	150	-29	136	-35	5,1	175

Tabel 5.4: Resultaten houtmonsteranalyse

6 CONCLUSIE

6.1 Brug 20

De fundering van brug 20 is in het algemeen in matige staat. Hoewel er geen schades, onregelmatigheden of ernstige materiaalafname aan het funderingshout voelbaar zijn, blijkt het hout toch aangetast door bacteriën. Ongeveer 50% van de palen is van 0 tot 20% aangetast en van de overige helft van de onderzochte palen is 17% ernstig aangetast. De verwachte uitbreiding van de aantasting over 30 jaar varieert van 0 tot 116 mm.

Het metselwerk van de bovenbouw van brug 20 is in het algemeen in matige staat. Het voegwerk is slecht en er zijn enkele oude scheuren aangetroffen die erop duiden dat de constructie in het verleden is overbelast.

6.2 Brug 21

De fundering van brug 21 is in het algemeen in matige staat. Met uitzondering van de verdwenen langsligger ter plaatse van het noordelijk steunpunt zijn geen schades, onregelmatigheden of ernstige materiaalafname aan het funderingshout voelbaar. Toch blijkt het hout aangetast door bacteriën. Ongeveer 40% van de palen is van 0 tot 20% aangetast en van de overige 60% van de onderzochte palen is 20% ernstig aangetast. De verwachte uitbreiding van de aantasting over 30 jaar varieert van 0 tot 100 mm.

Het metselwerk van de bovenbouw van brug 21 is in het algemeen in redelijke staat. Wel zijn enkele oude scheuren aangetroffen die erop duiden dat de constructie in het verleden is overbelast. De vochtophoping in het metselwerk ter plaatse van het noordelijke landhoofd wordt vermoedelijk veroorzaakt door een lekkage in een achterliggende drinkwaterleiding.

6.3 Herengracht evenzijde

Het geïnspecteerde deel aan de evenzijde van de Herengracht is in het algemeen in slechte staat. Er zijn forse verplaatsingen en scheurvorming zichtbaar die erop duiden dat de fundering momenteel wordt overbelast. Ook de resultaten van de houtmonsteranalyse geven aan dat de funderingspalen ernstig zijn aangetast. Na 30 jaar zijn alle palen ernstig aangetast, waarbij de restdiameter tussen 0 en 126 mm varieert.

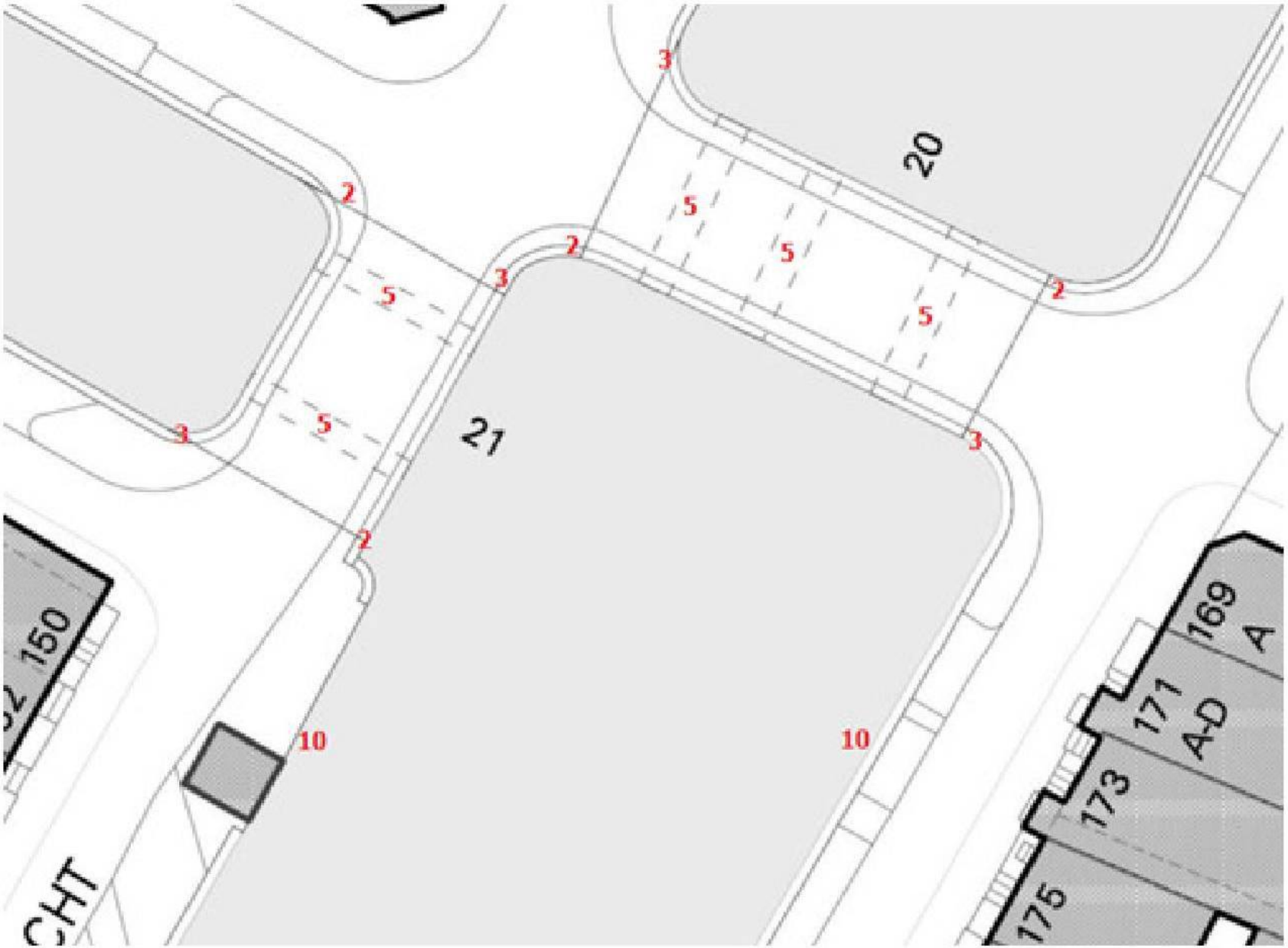
6.4 Herengracht onevenzijde

Het geïnspecteerde deel aan de onevenzijde van de Herengracht is in het algemeen in slechte staat. Ter plaatse van de aangetroffen verplaatsing van het metselwerk aan de reparatie is te zien dat deze na de reparatiewerkzaamheden nog verder is verplaatst. Ook zijn diverse verticale scheuren aangetroffen die in combinatie met de verplaatsing erop duiden dat de constructie wordt overbelast.

De bemonsterde funderingspalen zijn momenteel ten minste 18% in diameter afgenomen en na 30 jaar varieert de paaldiameter tussen 80 en 156 mm.

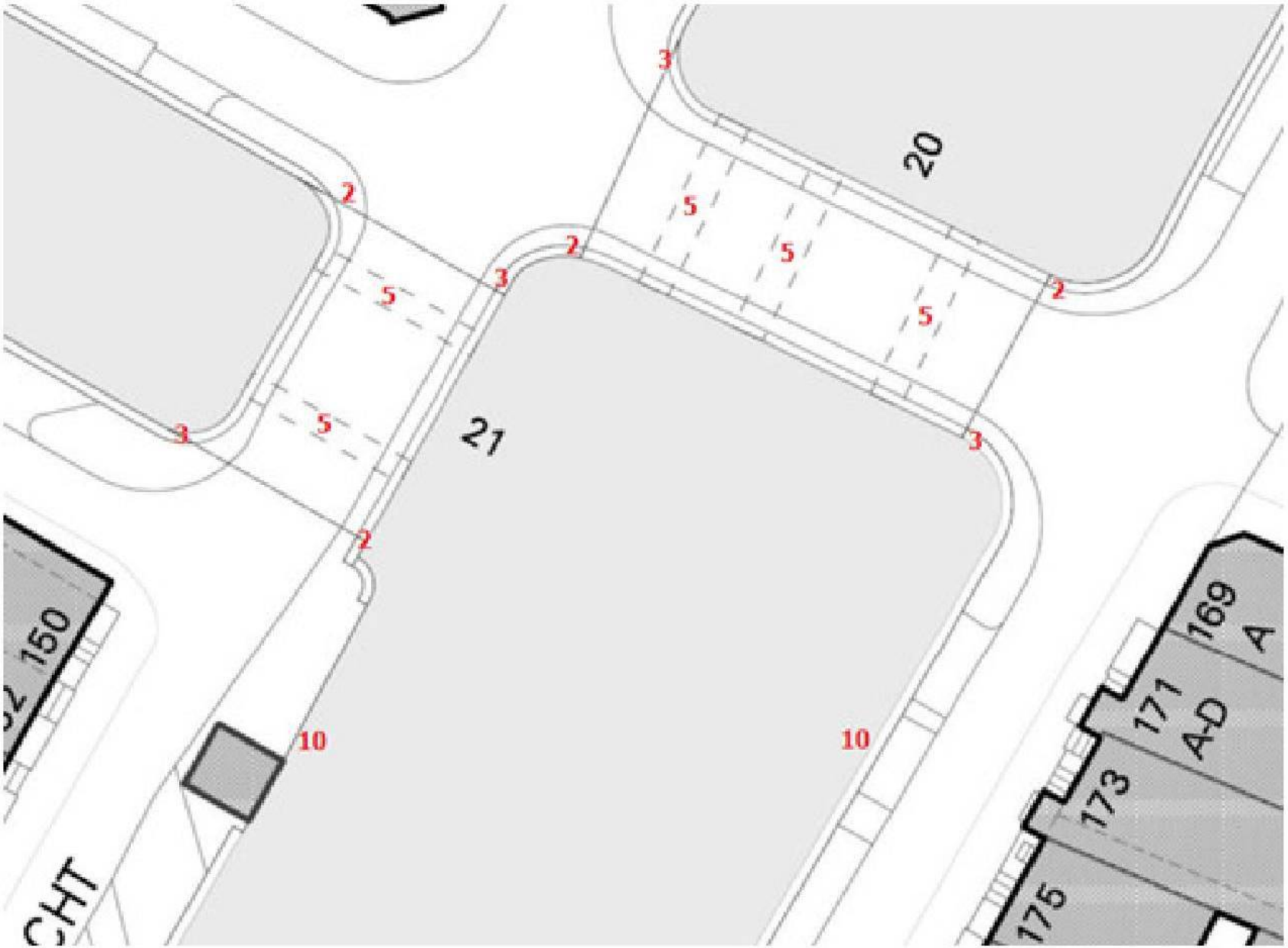
Titel	:	Funderingsinspectie brug 20 + 21 incl. aangrenzende kades
Rapportnummer	:	26442

Bijlage 1 Inspectietekening


20
21
150
169
A
171
A-D
173
175
2
3
5
10

Titel	:	Funderingsinspectie brug 20 + 21 incl. aangrenzende kades
Rapportnummer	:	26442

Bijlage 2 Inspectietekening monsterlocaties


20
21
150
169
A
171
A-D
173
175
2
3
5
10

Titel	:	Funderingsinspectie brug 20 + 21 incl. aangrenzende kades
Rapportnummer	:	26442

Bijlage 3 Resultaten houtmonsteranalyse

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

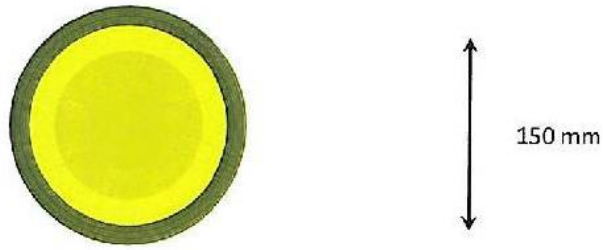
Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 1
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	13,1 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	12,3 N/mm²
Paaldiameter:	190 mm	Draagvermogen kop, huidig:	370 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	93 mm	Zachte schil huidig:	0 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	50 mm	Zachte schil na 30 jaar:	0 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	16	matig	254	322,1	6
2	20	licht	111	391,5	17
3	28	licht	113	367,6	16
4 (kern)	29	licht	112	371,7	16

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 2
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	10,4 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	8,8 N/mm²
Paaldiameter:	170 mm	Draagvermogen kop, huidig:	237 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	105 mm	Zachte schil huidig:	15 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	30 mm	Zachte schil na 30 jaar:	18 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	19	ernstig	336	246,6	3
2	33	matig	143	350,6	12
3	24	licht	125	382,5	15
4 (kern)	29	licht	94	546,1	23

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 3
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	8,7 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	7,6 N/mm²
Paaldiameter:	180 mm	Draagvermogen kop, huidig:	222 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	117 mm	Zachte schil huidig:	18 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	60 mm	Zachte schil na 30 jaar:	22 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	24	ernstig	364	229,2	0 ¹)
2	33	licht	122	335,9	14
3	29	licht	118	323,3	14
4 (kern)	31	licht	136	358,3	13

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

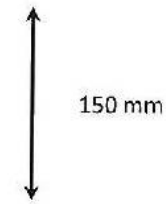
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 4
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,1 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	5,0 N/mm²
Paaldiameter:	160 mm	Draagvermogen kop, huidig:	122 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	108 mm	Zachte schil huidig:	8 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	10 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	6	zeer ernstig	671	134,6	0 ¹) ²)
2	6	ernstig	492	niet meetb.	niet meetbaar
3	25	matig	302	268,6	4
4	24	licht	185	334,5	9
5	24	licht	127	341,8	14
6 (kern)	23	licht	159	318,7	10

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

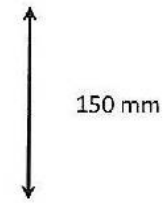
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 5
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	5,3 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	3,7 N/mm²
Paaldiameter:	190 mm	Draagvermogen kop, huidig:	149 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	111 mm	Zachte schil huidig:	21 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	26 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	24	ernstig	360	231,5	0 [1])
2	24	matig	268	298,2	5
3	29	licht	152	334,3	11
4 (kern)	34	licht	136	356,4	13

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

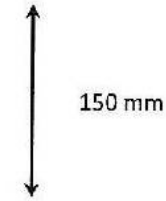
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 6
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	3,3 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	3,3 N/mm²
Paaldiameter:	210 mm	Draagvermogen kop, huidig:	114 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	73 mm	Zachte schil huidig:	32 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	60 mm	Zachte schil na 30 jaar:	39 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	22	zeer ernstig	576	154,9	0 ¹)
2	24	matig	207	279,4	7
3 (kern)	27	matig	200	278,7	7

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

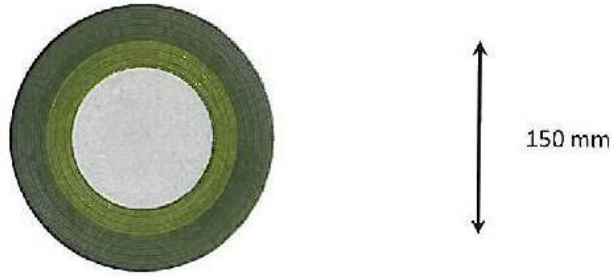
Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 7
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	2,2 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	2,2 N/mm²
Paaldiameter:	210 mm	Draagvermogen kop, huidig:	75 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	76 mm	Zachte schil huidig:	29 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	36 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	5	zeer ernstig	500	181,8	0 ¹)
2	16	ernstig	316	267,9	3
3	15	matig	284	271,7	4
4	25	licht	199	niet meetb.	niet meetbaar
5 (kern)	15	licht	232	niet meetb.	niet meetbaar

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele schimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

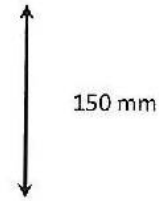
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 8
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	7,8 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	7,8 N/mm²
Paaldiameter:	140 mm	Draagvermogen kop, huidig:	121 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	45 mm	Zachte schil huidig:	0 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	20 mm	Zachte schil na 30 jaar:	0 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	10	matig	208	360,0	9
2 (kern)	35	licht	246	317,9	7

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 9
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:	[redacted]	Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	1,2 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	1,2 N/mm²
Paaldiameter:	190 mm	Draagvermogen kop, huidig:	35 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	78 mm	Zachte schil huidig:	94 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	60 mm	Zachte schil na 30 jaar:	116 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	6	zeer ernstig	312	261,5	3
2	25	ernstig	317	niet meetb.	niet meetbaar
3	27	ernstig	335	246,3	3
4 (kern)	20	ernstig	497	niet meetb.	niet meetbaar

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele schimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 10
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	10,7 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	9,5 N/mm²
Paaldiameter:	180 mm	Draagvermogen kop, huidig:	272 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	74 mm	Zachte schil huidig:	5 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	6 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	4	zeer ernstig	700	156,3	0 1)
2	13	matig	292	286,8	4
3	28	licht	122	372,4	15
4 (kern)	29	licht	88	375,4	19

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

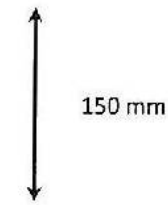
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 11
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	1,2 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	1,2 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	38 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	80 mm	Zachte schil huidig:	38 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	40 mm	Zachte schil na 30 jaar:	47 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	6	zeer ernstig	364	229,5	0 ¹)
2	24	ernstig	414	207,7	0 ¹)
3	22	matig	317	246,2	3
4 (kern)	28	matig	290	259,7	4

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele (blauw)schimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 12
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,9 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	5,8 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	217 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	84 mm	Zachte schil huidig:	14 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	70 mm	Zachte schil na 30 jaar:	17 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	12	ernstig	311	262,1	3
2	30	licht	145	329,4	12
3	15	matig	389	206,9	1
4 (kern)	27	matig	356	221,8	2

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





150 mm

Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën, schimmeldraden zijn aangetroffen en tekenen van softrot zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

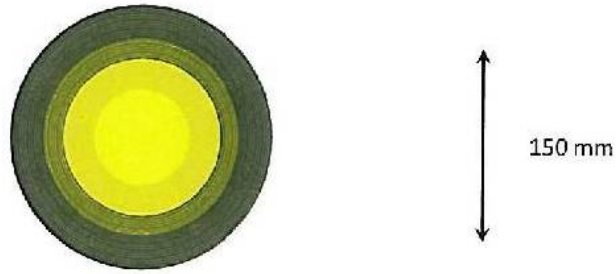
Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 13
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	7,2 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	5,1 N/mm²
Paaldiameter:	210 mm	Draagvermogen kop, huidig:	249 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	83 mm	Zachte schil huidig:	27 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	60 mm	Zachte schil na 30 jaar:	33 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	21	ernstig	503	175,3	0 ¹)
2	13	matig	228	337,8	7
3	19	licht	119	373,4	15
4 (kern)	30	licht	101	396,4	18

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele (blauw)schimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010** **Blad 14 van 56**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 14
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	11,1 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	10,7 N/mm²
Paaldiameter:	230 mm	Draagvermogen kop, huidig:	462 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	106 mm	Zachte schil huidig:	0 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	70 mm	Zachte schil na 30 jaar:	0 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	18	matig	230	338,6	7
2	30	licht	158	343,8	11
3	28	licht	124	378,0	15
4 (kern)	30	licht	123	384,6	15

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

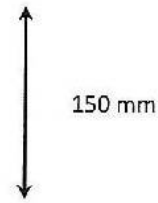
Rapportnummer:	**26230-010**		
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 15
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	4,5 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	3,2 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	142 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	88 mm	Zachte schil huidig:	21 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	10 mm	Zachte schil na 30 jaar:	26 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	12	zeer ernstig	577	152,0	0 [1])
2	6	ernstig	350	241,8	2
3	26	matig	251	256,8	5
4	28	licht	158	336,3	11
5 (kern)	16	licht	238	310,2	6

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

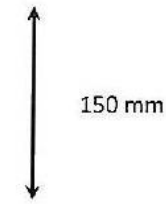
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 16
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	1,5 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,6 N/mm²
Paaldiameter:	220 mm	Draagvermogen kop, huidig:	55 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	92 mm	Zachte schil huidig:	19 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	40 mm	Zachte schil na 30 jaar:	23 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	16	zeer ernstig	315	267,4	3
2	50	matig	519	niet meetb.	niet meetbaar
3 (kern)	26	licht	233	256,3	5

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

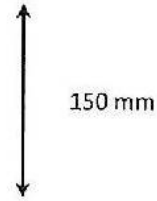
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 17
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	9,5 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	8,7 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	300 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	98 mm	Zachte schil huidig:	9 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	30 mm	Zachte schil na 30 jaar:	11 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	9	ernstig	393	175,0	0 1)
2	9	matig	255	224,5	4
3	27	licht	127	323,8	13
4	27	licht	117	349,7	15
5 (kern)	26	licht	157	345,6	11

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

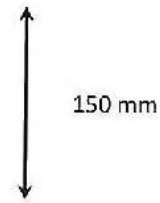
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 18
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	5,8 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	4,8 N/mm²
Paaldiameter:	180 mm	Draagvermogen kop, huidig:	149 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	86 mm	Zachte schil huidig:	15 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	50 mm	Zachte schil na 30 jaar:	18 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (bulten)	14	ernstig	550	162,2	0 [1])
2	13	matig	264	272,7	5
3	29	licht	165	327,4	10
4 (kern)	30	licht	156	327,6	11

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 19
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	4,7 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	3,8 N/mm²
Paaldiameter:	180 mm	Draagvermogen kop, huidig:	119 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	89 mm	Zachte schil huidig:	14 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	10 mm	Zachte schil na 30 jaar:	17 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	14	ernstig	416	183,8	0 ¹)
2	17	matig	265	235,3	4
3	29	licht	184	301,5	8
4 (kern)	29	licht	183	327,4	9

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

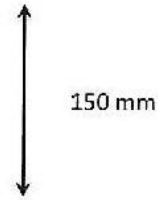
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 20
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	8,5 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	7,4 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	267 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	96 mm	Zachte schil huidig:	16 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	20 mm	Zachte schil na 30 jaar:	20 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	15	ernstig	253	309,1	6
2	28	matig	235	325,0	7
3	25	licht	149	380,1	13
4 (kern)	28	licht	148	414,5	14

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele schimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

Rapportnummer:	**26230-010**		
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 23
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:		Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:		Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	2,5 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,5 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	79 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	110 mm	Zachte schil huidig:	58 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	20 mm	Zachte schil na 30 jaar:	71 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	24	zeer ernstig	642	133,8	0 1)
2	24	zeer ernstig	579	143,8	0 1)
3	15	ernstig	259	222,9	3
4	21	licht	141	292,2	11
5 (kern)	26	licht	134	327,6	12

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer:	**26230-010**
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Brug 20
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 24
Ontvangstdatum:	04-03-15
Analysedatum:	05-03-15
Rapportdatum:	06-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	1,5 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,4 N/mm²
Paaldiameter:	210 mm	Draagvermogen kop, huidig:	54 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	113 mm	Zachte schil huidig:	54 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	50 mm	Zachte schil na 30 jaar:	67 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	7	zeer ernstig	620	153,8	0 ¹)
2	35	zeer ernstig	527	163,6	0 ¹)
3	15	ernstig	528	167,8	0 ¹)
4	27	licht	227	267,5	6
5 (kern)	29	licht	181	311,4	9

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: 26230-010

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 25
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	04-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	05-03-15
Project:	26442, Brug 20	Rapportdatum:	06-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	2,3 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,0 N/mm²
Paaldiameter:	190 mm	Draagvermogen kop, huidig:	64 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	112 mm	Zachte schil huidig:	58 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	71 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	30	zeer ernstig	537	158,9	0 1)
2	29	zeer ernstig	415	179,1	0 1)
3	9	ernstig	215	252,3	6
4	21	licht	142	331,9	12
5 (kern)	23	licht	149	329,2	11

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: 26230-010

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 26
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Brug 21	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	0,5 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,5 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	15 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	103 mm	Zachte schil huidig:	55 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	10 mm	Zachte schil na 30 jaar:	68 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	21	zeer ernstig	550	142,9	0 ¹)
2	21	zeer ernstig	541	144,1	0 ¹)
3	15	ernstig	438	174,5	0 ¹)
4	17	matig	326	208,8	0 ¹)
5 (kern)	29	licht	215	264,0	6

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

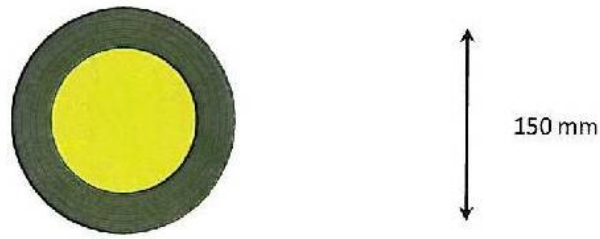
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Brug 21
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 27
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,6 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	4,8 N/mm²
Paaldiameter:	180 mm	Draagvermogen kop, huidig:	167 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	93 mm	Zachte schil huidig:	15 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	40 mm	Zachte schil na 30 jaar:	18 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	15	zeer ernstig	397	205,7	0 [1])
2	19	matig	295	250,0	3
3	28	licht	118	330,1	14
4 (kern)	31	licht	136	373,6	14

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 28
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Brug 21	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,3 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	4,9 N/mm²
Paaldiameter:	160 mm	Draagvermogen kop, huidig:	126 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	70 mm	Zachte schil huidig:	23 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	60 mm	Zachte schil na 30 jaar:	28 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	20	ernstig	396	217,1	0 ¹)
2	24	licht	140	368,6	13
3 (kern)	26	licht	167	319,6	10

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: 26230-010

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Brug 21
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 31
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	1,1 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	1,1 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	34 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	112 mm	Zachte schil huidig:	100 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	40 mm	Zachte schil na 30 jaar:	100 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	23	zeer ernstig	402	177,0	0 ¹)
2	12	ernstig	250	244,9	4
3	26	ernstig	343	193,3	1
4	24	ernstig	424	180,5	0
5 (kern)	27	ernstig	402	200,0	1

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer:	**26230-010**
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Brug 21
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 32
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,8 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	5,2 N/mm²
Paaldiameter:	170 mm	Draagvermogen kop, huidig:	154 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	71 mm	Zachte schil huidig:	29 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	36 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	9	ernstig	307	274,5	4
2	15	ernstig	466	185,9	0 ³)
3	23	licht	126	310,2	12
4 (kern)	24	licht	98	335,8	16

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010** **Blad 29 van 56**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 33
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Brug 21	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	2,4 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,7 N/mm²
Paaldiameter:	170 mm	Draagvermogen kop, huidig:	53 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	60 mm	Zachte schil huidig:	29 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	80 mm	Zachte schil na 30 jaar:	36 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	14	zeer ernstig	508	165,6	0 1)
2	6	ernstig	580	144,9	0 1)
3	15	matig	315	241,2	3
4 (kern)	25	licht	160	298,6	10

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Blad 30 van 56

Rapportnummer:	**26230-010**
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Brug 21
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 34
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	12,6 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	12,0 N/mm²
Paaldiameter:	170 mm	Draagvermogen kop, huidig:	287 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	93 mm	Zachte schil huidig:	9 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	40 mm	Zachte schil na 30 jaar:	11 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (bulten)	10	ernstig	282	274,2	4
2	15	matig	138	374,3	14
3	21	licht	105	379,4	17
4	23	licht	110	352,9	15
5 (kern)	24	licht	197	328,8	9

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Blad 31 van 56

Rapportnummer:	**26230-010**		
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 35
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Brug 21	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	3,2 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	1,6 N/mm²
Paaldiameter:	150 mm	Draagvermogen kop, huidig:	57 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	88 mm	Zachte schil huidig:	27 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	80 mm	Zachte schil na 30 jaar:	33 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	15	ernstig	452	183,7	0 1)
2	17	ernstig	487	178,6	0 1)
3	12	matig	287	252,1	4
4	22	licht	150	309,6	11
5 (kern)	22	licht	145	284,0	10

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en tekenen van softrot zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer:	**26230-010**		
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 36
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Brug 21	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	2,6 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,7 N/mm²
Paaldiameter:	160 mm	Draagvermogen kop, huidig:	52 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	104 mm	Zachte schil huidig:	37 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	15 mm	Zachte schil na 30 jaar:	46 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	16	zeer ernstig	576	154,3	0 1)
2	15	ernstig	468	192,1	0 1)
3	17	ernstig	544	166,7	0 1)
4	10	matig	230	270,3	6
5	22	licht	140	312,5	11
6 (kern)	24	licht	208	330,9	8

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele schimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

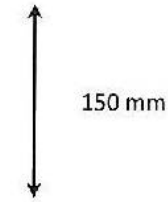
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 37
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Brug 21	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	9,6 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	9,2 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	300 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	102 mm	Zachte schil huidig:	7 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	10 mm	Zachte schil na 30 jaar:	9 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	7	ernstig	413	205,5	0 1)
2	22	licht	132	304,7	12
3	25	licht	128	278,7	11
4	22	licht	133	273,8	11
5 (kern)	26	licht	196	268,2	7

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele blauwschimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Brug 21
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 38
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,2 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	5,2 N/mm²
Paaldiameter:	180 mm	Draagvermogen kop, huidig:	157 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	83 mm	Zachte schil huidig:	5 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	30 mm	Zachte schil na 30 jaar:	6 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	5	ernstig	346	245,3	2
2	26	matig	306	267,1	4
3	23	licht	186	345,9	10
4 (kern)	29	licht	138	348,6	13

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer:	**26230-010**		
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 39
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Brug 21	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	5,2 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	3,0 N/mm²
Paaldiameter:	160 mm	Draagvermogen kop, huidig:	105 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	72 mm	Zachte schil huidig:	19 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	10 mm	Zachte schil na 30 jaar:	23 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	17	zeer ernstig	620	144,5	0 [1])
2	27	matig	213	297,5	7
3 (kern)	28	licht	107	324,2	15

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

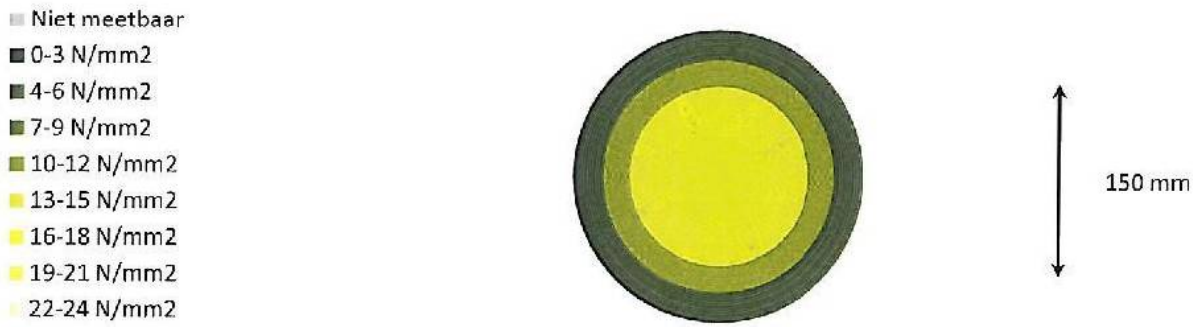
Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Brug 21
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 40
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	8,3 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	7,1 N/mm²
Paaldiameter:	230 mm	Draagvermogen kop, huidig:	343 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	138 mm	Zachte schil huidig:	24 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	10 mm	Zachte schil na 30 jaar:	30 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	14	zeer ernstig	622	143,8	0 ¹)
2	14	zeer ernstig	536	163,7	0 ¹)
3	25	licht	143	326,4	12
4	25	licht	126	347,8	14
5	30	niet aangetast	133	393,5	15
6 (kern)	30	niet aangetast	148	407,2	14



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

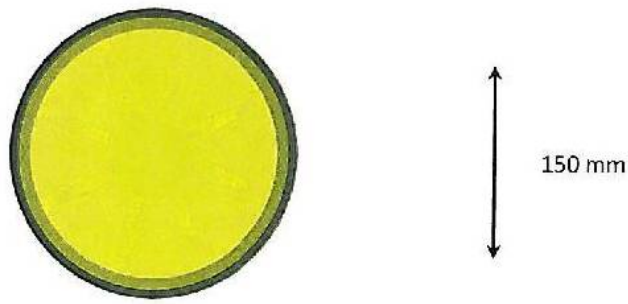
Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 41
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht even zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	12,3 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	11,9 N/mm²
Paaldiameter:	230 mm	Draagvermogen kop, huidig:	511 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	100 mm	Zachte schil huidig:	7 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	60 mm	Zachte schil na 30 jaar:	9 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	6	ernstig	378	204,5	0 [1)]
2	8	matig	151	378,6	13
3	27	licht	121	364,2	15
4	26	licht	125	339,9	14
5 (kern)	33	licht	142	375,6	13

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

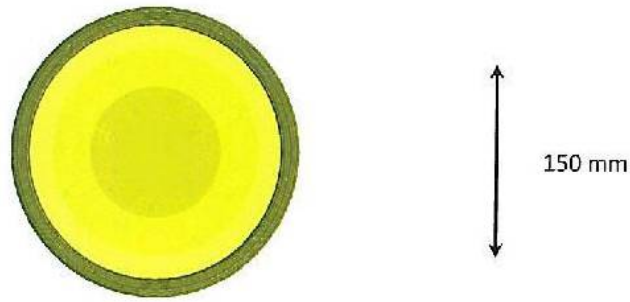
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Herengracht even zijde
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 42
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	14,9 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	14,4 N/mm²
Paaldiameter:	230 mm	Draagvermogen kop, huidig:	619 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	112 mm	Zachte schil huidig:	0 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	30 mm	Zachte schil na 30 jaar:	0 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	15	matig	217	328,1	8
2	18	licht	93	480,0	21
3	29	licht	122	413,7	16
4	23	licht	129	368,0	14
5 (kern)	27	licht	132	367,3	14

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Herengracht even zijde
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 46
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	0,8 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,8 N/mm²
Paaldiameter:	220 mm	Draagvermogen kop, huidig:	31 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	89 mm	Zachte schil huidig:	82 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	60 mm	Zachte schil na 30 jaar:	82 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	21	zeer ernstig	485	177,5	0 ¹)
2	21	zeer ernstig	394	216,9	0 ¹)
3	24	zeer ernstig	352	238,4	0 ¹)
4 (kern)	23	licht	151	415,0	13

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

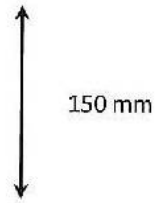
Rapportnummer:	**26230-010**		
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 47
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht even zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	4,0 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	4,0 N/mm²
Paaldiameter:	220 mm	Draagvermogen kop, huidig:	139 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	110 mm	Zachte schil huidig:	44 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	54 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	21	ernstig	412	210,1	0 1)
2	23	ernstig	308	267,6	4
3 (kern)	36	matig	214	352,6	9

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën. Kern van de paal niet in het monster aanwezig.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

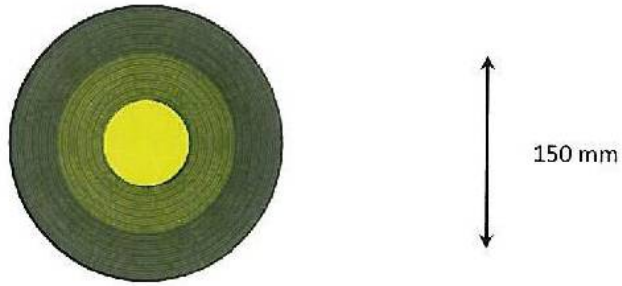
Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 48
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht even zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	2,8 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,2 N/mm²
Paaldiameter:	220 mm	Draagvermogen kop, huidig:	107 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	106 mm	Zachte schil huidig:	39 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	80 mm	Zachte schil na 30 jaar:	48 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	14	zeer ernstig	411	204,5	0 [1)]
2	23	ernstig	369	227,8	0 [1)]
3	36	matig	287	273,9	5
4 (kern)	33	licht	124	396,9	14

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele schimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

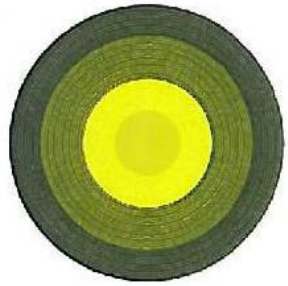
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Herengracht even zijde
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 49
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,8 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	4,5 N/mm²
Paaldiameter:	220 mm	Draagvermogen kop, huidig:	259 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	93 mm	Zachte schil huidig:	59 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	70 mm	Zachte schil na 30 jaar:	73 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	21	zeer ernstig	417	208,7	0 ¹)
2	29	ernstig	218	343,6	8
3	21	licht	98	482,0	17
4 (kern)	22	licht	113	424,6	15

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

Rapportnummer:	**26230-010**		
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 50
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:		Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht even zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:		Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	0,0 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,0 N/mm²
Paaldiameter:	220 mm	Draagvermogen kop, huidig:	0 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	110 mm	Zachte schil huidig:	85 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	-

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	15	zeer ernstig	376	225,8	0 [1)]
2	25	zeer ernstig	390	niet meetb.	niet meetbaar
3	20	zeer ernstig	433	199,2	0 [1)]
4 (kern)	25	zeer ernstig	402	niet meetb.	niet meetbaar

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën. Kern van de paal niet in het monster aanwezig.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 51
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht even zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	3,6 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,5 N/mm²
Paaldiameter:	220 mm	Draagvermogen kop, huidig:	135 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	97 mm	Zachte schil huidig:	57 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	40 mm	Zachte schil na 30 jaar:	70 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	23	zeer ernstig	438	196,7	0 ¹)
2	27	ernstig	354	233,8	0 ¹)
3	10	matig	144	414,1	13
4 (kern)	37	licht	98	447,6	17

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

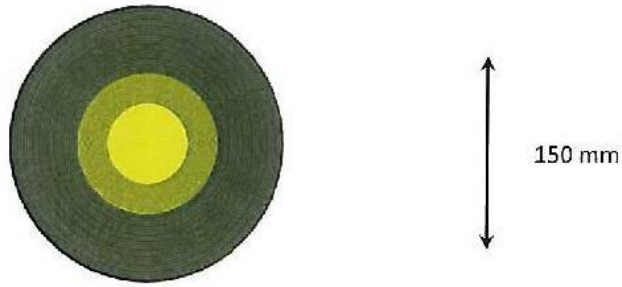
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Herengracht even zijde
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

Nummer houtmonster:	HM 52
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	3,1 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	1,0 N/mm²
Paaldiameter:	220 mm	Draagvermogen kop, huidig:	117 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	78 mm	Zachte schil huidig:	54 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	40 mm	Zachte schil na 30 jaar:	67 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	14	zeer ernstig	578	157,9	0 ¹)
2	24	zeer ernstig	662	138,3	0 ¹)
3	17	licht	172	363,2	11
4 (kern)	23	licht	130	366,0	14

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 53
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht even zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	2,5 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	0,7 N/mm²
Paaldiameter:	220 mm	Draagvermogen kop, huidig:	94 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	83 mm	Zachte schil huidig:	38 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	60 mm	Zachte schil na 30 jaar:	47 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	11	zeer ernstig	452	193,3	0 ¹)
2	17	zeer ernstig	442	195,9	0 ¹)
3	26	matig	291	282,7	4
4 (kern)	29	licht	174	336,5	10

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





150 mm

Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele schimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 56
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht oneven zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	1,9 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	1,9 N/mm²
Paaldiameter:	140 mm	Draagvermogen kop, huidig:	30 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	70 mm	Zachte schil huidig:	23 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	20 mm	Zachte schil na 30 jaar:	28 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	23	zeer ernstig	510	173,6	0 1)
2	22	matig	385	213,4	0 1)
3 (kern)	25	licht	107	403,4	15

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele schimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

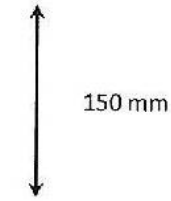
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 57
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht oneven zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	4,2 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	1,5 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	132 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	102 mm	Zachte schil huidig:	40 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	40 mm	Zachte schil na 30 jaar:	49 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	17	zeer ernstig	380	224,7	0 ¹)
2	23	ernstig	315	259,8	3
3	25	matig	289	272,7	5
4 (kern)	37	licht	107	432,9	16

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: 26230-010

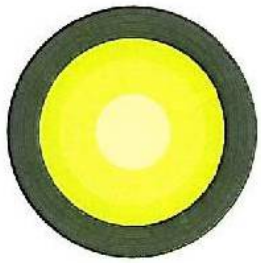
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
adres:	Weesperstraat 430
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon:	[redacted]
Project:	26442, Herengracht oneven zijde
Laborant:	[redacted]
Vrijgave:	

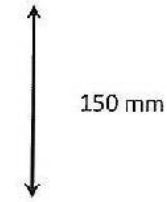
Nummer houtmonster:	HM 58
Ontvangstdatum:	06-03-15
Analysedatum:	09-03-15
Rapportdatum:	10-03-15
Paraaf:	
Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	10,3 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	8,3 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	323 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	114 mm	Zachte schil huidig:	18 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	22 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	13	zeer ernstig	517	172,9	0 ¹)
2	8	ernstig	372	227,8	0 ¹)
3	9	matig	388	221,2	0 ¹)
4	18	licht	110	472,9	16
5	32	niet aangetast	90	566,8	19
6 (kern)	34	niet aangetast	55	760,8	24

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën en enkele schimmeldraden zijn waargenomen. Deze zijn waarschijnlijk in het hout gekomen voordat de paal in de grond is geplaatst.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

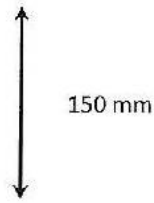
Rapportnummer:	**26230-010**		
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 59
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht oneven zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,1 N/mm²
Houtsoort:	grenen	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	4,8 N/mm²
Paaldiameter:	180 mm	Draagvermogen kop, huidig:	155 kN
Lengte spinthout:	- mm		
Lengte tot hart paal:	76 mm	Zachte schil huidig:	18 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	30 mm	Zachte schil na 30 jaar:	22 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	15	ernstig	336	250,0	3
2	36	matig	241	323,8	7
3 (kern)	25	licht	161	380,1	12

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

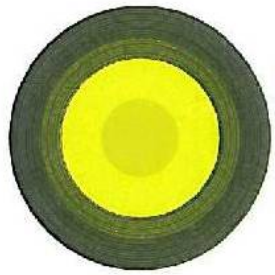
Rapportnummer: **26230-010**

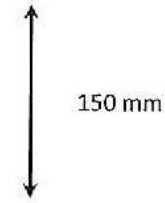
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 60
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht oneven zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	7,7 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	5,4 N/mm²
Paaldiameter:	210 mm	Draagvermogen kop, huidig:	267 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	110 mm	Zachte schil huidig:	42 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	52 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	15	zeer ernstig	450	193,1	0 *)
2	12	ernstig	348	246,3	2
3	18	ernstig	277	272,7	4
4	33	licht	105	440,5	19
5 (kern)	32	licht	123	364,9	15

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 61
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht oneven zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	4,4 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	3,2 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	139 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	121 mm	Zachte schil huidig:	32 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	70 mm	Zachte schil na 30 jaar:	39 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	16	zeer ernstig	494	179,2	0 1)
2	23	zeer ernstig	463	134,8	0 1)
3	28	licht	178	373,5	11
4	26	licht	206	350,6	9
5 (kern)	28	licht	239	319,3	7

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

Rapportnummer:	**26230-010**		
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 62
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:		Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht oneven zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:		Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,1 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	5,0 N/mm²
Paaldiameter:	190 mm	Draagvermogen kop, huidig:	173 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	108 mm	Zachte schil huidig:	33 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	40 mm	Zachte schil na 30 jaar:	41 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	17	zeer ernstig	440	196,1	0 ¹)
2	21	ernstig	251	288,7	5
3	32	licht	161	309,5	10
4 (kern)	38	licht	143	369,3	13

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: 26230-010

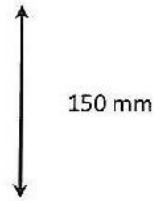
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 63
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht oneven zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	6,2 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	4,8 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	196 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	110 mm	Zachte schil huidig:	25 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	- mm	Zachte schil na 30 jaar:	31 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	9	zeer ernstig	347	240,5	2
2	19	ernstig	370	228,3	2
3	15	matig	293	269,0	4
4	34	licht	127	317,3	13
5 (kern)	33	licht	136	340,5	13

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: 26230-010

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 64
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht oneven zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	4,5 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	1,4 N/mm²
Paaldiameter:	200 mm	Draagvermogen kop, huidig:	141 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	99 mm	Zachte schil huidig:	49 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	20 mm	Zachte schil na 30 jaar:	60 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	20	zeer ernstig	606	146,0	0 1)
2	29	zeer ernstig	465	188,4	0 1)
3	18	licht	107	534,6	21
4 (kern)	32	licht	127	330,7	13

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2



Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

[redacted]

Rapportnummer: **26230-010**

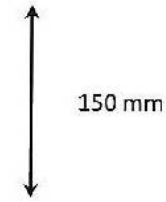
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam		
adres:	Weesperstraat 430	Nummer houtmonster:	HM 65
code/plaats:	1018 DN AMSTERDAM	Ontvangstdatum:	06-03-15
Contactpersoon:	[redacted]	Analysedatum:	09-03-15
Project:	26442, Herengracht oneven zijde	Rapportdatum:	10-03-15
Laborant:	[redacted]	Paraaf:	
Vrijgave:		Paraaf:	

Bouwjaar constructie:	1886	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	5,1 N/mm²
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	3,9 N/mm²
Paaldiameter:	210 mm	Draagvermogen kop, huidig:	175 kN
Lengte spinthout:	n.v.t.		
Lengte tot hart paal:	101 mm	Zachte schil huidig:	30 mm
Excentriciteit van het hart van de paal:	10 mm	Zachte schil na 30 jaar:	37 mm *)

Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m³]	druksterkte [N/mm²]
1 (buiten)	21	zeer ernstig	576	154,5	0 1)
2	8	ernstig	465	186,8	0 1)
3	15	licht	202	276,4	7
4	28	licht	121	316,1	13
5 (kern)	29	licht	182	291,5	8

- Niet meetbaar
- 0-3 N/mm2
- 4-6 N/mm2
- 7-9 N/mm2
- 10-12 N/mm2
- 13-15 N/mm2
- 16-18 N/mm2
- 19-21 N/mm2
- 22-24 N/mm2





Opmerkingen: De aangetroffen aantasting is als gevolg van erosie bacteriën.

Bepaling houtsoort en toestand heipaal

Rapportnummer: 26230 **Bijlage**

Onderzoek:

De houtsoort wordt microscopisch bepaald. In geval van grenen wordt de hoeveelheid spinthout opgemeten. De soort en mate van aantasting wordt visueel of aan de hand van een infraroodspectrum bepaald. De korteduur-druksterkte wordt herleid uit het vochtgehalte en de dichtheid (indicatief). Er wordt rekening gehouden met de excentriciteit van het hart. Ernstig en zeer ernstig aangetaste schil wordt niet meegenomen in de berekening van de korteduur-druksterkte

Verklaring van opmerkingen in het rapport:

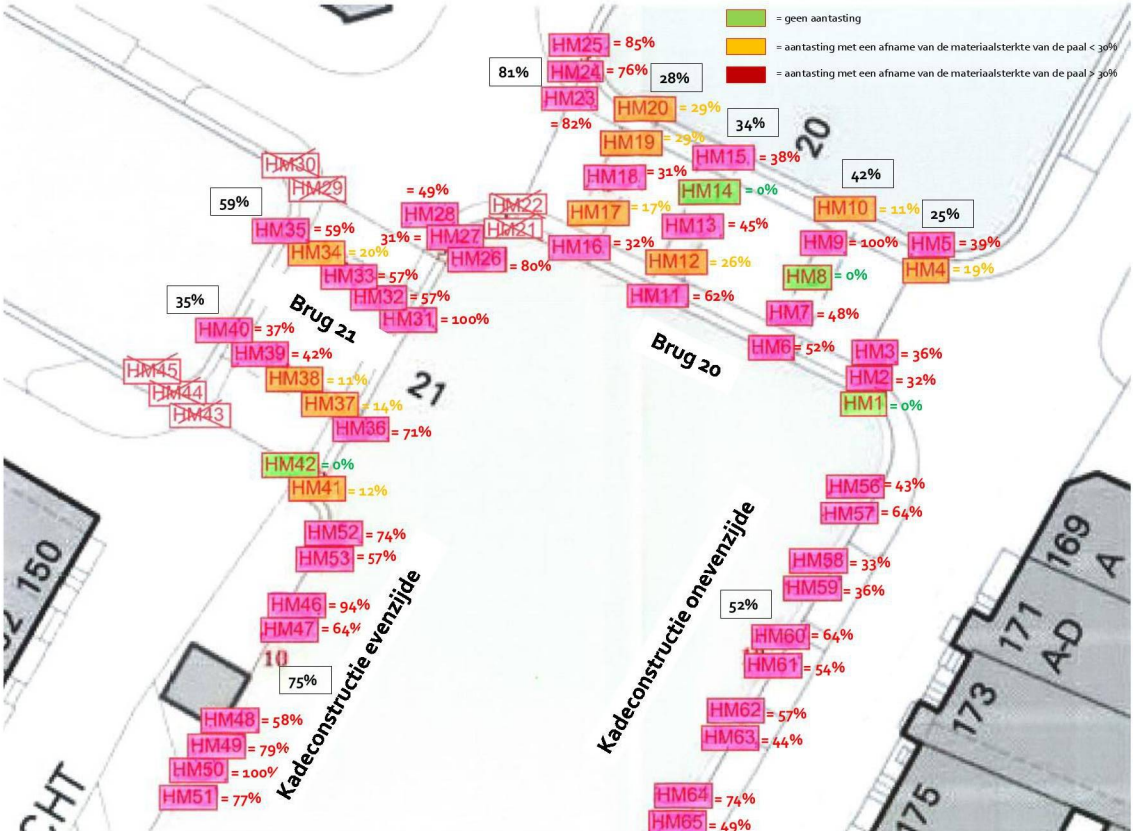
*) De aangetroffen bacteriële aantasting is onder (grond)water tot stand gekomen. Bij gelijkblijvende omstandigheden is het de verwachting dat de aantastingssnelheid gelijk blijft. (Bij grenen: totdat het gehele spinthout is aangetast. Daarna neemt de aantastingssnelheid fors af).

[1]) Deze druksterkte < 2 N/mm² wordt niet meegenomen bij de berekening van de gemiddelde korteduur-druksterkte.

[2]) Deze fractie is <5 mm, de druksterkte is daardoor minder betrouwbaar.

[3]) De druksterkte is aangepast in verband met de aantasting van deze fractie.

Bijlage 3 - Invloed bacteriële aantasting op sterkte palen


= geen aantasting
= aantasting met een afname van de materiaalsterkte van de paal < 30%
= aantasting met een afname van de materiaalsterkte van de paal > 30%
HM25 = 85%
HM24 = 76%
HM23 = 82%
HM20 = 29%
HM19 = 29%
HM18 = 31%
HM17 = 17%
HM16 = 32%
HM15 = 38%
HM14 = 0%
HM13 = 45%
HM12 = 26%
HM11 = 62%
HM10 = 11%
HM9 = 100%
HM8 = 0%
HM7 = 48%
HM6 = 52%
HM5 = 39%
HM4 = 19%
HM3 = 36%
HM2 = 32%
HM1 = 0%
HM30
HM29
HM28 = 49%
HM27
HM22
HM21
HM26 = 80%
HM35 = 59%
HM34 = 20%
HM33 = 57%
HM32 = 57%
HM31 = 100%
HM40 = 37%
HM39 = 42%
HM38 = 11%
HM37 = 14%
HM36 = 71%
HM45
HM44
HM43
HM42 = 0%
HM41 = 12%
HM52 = 74%
HM53 = 57%
HM46 = 94%
HM47 = 64%
HM48 = 58%
HM49 = 79%
HM50 = 100%
HM51 = 77%
HM56 = 43%
HM57 = 64%
HM58 = 33%
HM59 = 36%
HM60 = 64%
HM61 = 54%
HM62 = 57%
HM63 = 44%
HM64 = 74%
HM65 = 49%
81%
28%
34%
42%
25%
59%
31%
35%
52%
75%
Brug 21
Brug 20
Kadeconstructie evenzijde
Kadeconstructie onevenzijde
21
20
10
150
169
171
173
175
A
A-D
CHT

HOUTMONSTERANALYSE BRUG 20

Bouwjaar	1793		1886
Levensduur	222	jaar	129 jaar
Aantal houten palen	199	stuks	
Aantal houtmonsters (n)	23	stuks	
Steekproef	12	%	
Onderkant fundering	-2,32	NAP	
Verwacht paalpuntniveau	-13	NAP	
Lengte palen	10,68	m	
Inschatting tapsheid palen	7,5	mm/m	
Afname ∅ paalvoet	80,1	mm	
Gem. conusweerstand	45	N/mm^2	
$F_{d;max}$ landhoofd	-	kN	
$F_{d;max}$ pijler	-	kN	
$F_{d;rustend}$ landhoofd	-	kN	
$F_{d;rustend}$ pijler	-	kN	

Nr.	Oorspr. ∅ paalkop (mm)	Oorspr. ∅ paalvoet (mm)	Houtsoort	Ernstige aantasting paalkop (mm)	Ernstige aantasting paalkop na 30 jaar (mm)	∅ paalkop na aantasting (mm)	∅ paalkop na aantasting na 30 jaar (mm)	Afname opp. paalkop (%)	Afname opp. paalkop na 30 jaar (%)
HM 1	190	110	Vuren	0	0	190	190	0	0
HM 2	170	90	Vuren	15	18	140	134	32	38
HM 3	180	100	Vuren	18	22	144	136	36	43
HM 4	160	80	Vuren	8	10	144	140	19	23
HM 5	190	110	Vuren	21	26	148	138	39	47
HM 6	210	130	Vuren	32	39	146	132	52	60
HM 7	210	130	Vuren	29	36	152	138	48	57
HM 8	190	110	Vuren	0	0	190	190	0	0
HM 9	190	110	Vuren	94	116	2	0	100	100
HM 10	180	100	Vuren	5	6	170	168	11	13
HM 11	200	120	Vuren	38	47	124	106	62	72
HM 12	200	120	Vuren	14	17	172	166	26	31
HM 13	210	130	Vuren	27	33	156	144	45	53
HM 14	230	150	Vuren	0	0	230	230	0	0
HM 15	200	120	Vuren	21	26	158	148	38	45
HM 16	220	140	Vuren	19	23	182	174	32	37
HM 17	200	120	Vuren	9	11	182	178	17	21
HM 18	180	100	Vuren	15	18	150	144	31	36
HM 19	180	100	Vuren	14	17	152	146	29	34
HM 20	200	120	Vuren	16	20	168	160	29	36
HM 21	N.v.t								
HM 22	N.v.t								
HM 23	200	120	Vuren	58	71	84	58	82	92
HM 24	210	130	Vuren	54	67	102	76	76	87
HM 25	190	110	Vuren	58	71	74	48	85	94
Gemmidelde								**39**	**44**

HOUTMONSTERANALYSE BRUG 21

Bouwjaar	1886	
Levensduur	129	jaar
Aantal houten palen	152	stuks
Aantal houtmonsters (n)	15	stuks
Steekproef	10	%
Onderkant fundering	-2,4	NAP
Verwacht paalpuntniveau	-13	NAP
Lengte palen	10,6	m
Inschatting tapsheid palen	3	mm/m
Afname ∅ paalvoet	31,8	mm
Gem. conusweerstand	45	N/mm^2
$F_{d;max}$ landhoofd	-	kN
$F_{d;max}$ pijler	-	kN
$F_{d;rustend}$ landhoofd	-	kN
$F_{d;rustend}$ pijler	-	kN

Nr.	Oorspr. ∅ paalkop (mm)	Oorspr. ∅ paalvoet (mm)	Houtsoort	Ernstige aantasting paalkop (mm)	Ernstige aantasting paalkop na 30 jaar (mm)	∅ paalkop na aantasting (mm)	∅ paalkop na aantasting na 30 jaar (mm)	Afname opp. paalkop (%)	Afname opp. paalkop na 30 jaar (%)
HM 26	200	168	Vuren	55	68	90	64	80	90
HM 27	180	148	Vuren	15	18	150	144	31	36
HM 28	160	128	Vuren	23	28	114	104	49	58
HM 29	N.v.t.								
HM 30	N.v.t.								
HM 31	200	168	Vuren	100	100	0	0	100	100
HM 32	170	138	Vuren	29	36	112	98	57	67
HM 33	170	138	Vuren	29	36	112	98	57	67
HM 34	170	138	Vuren	9	11	152	148	20	24
HM 35	150	118	Vuren	27	33	96	84	59	69
HM 36	160	128	Vuren	37	46	86	68	71	82
HM 37	200	168	Vuren	7	9	186	182	14	17
HM 38	180	148	Vuren	5	6	170	168	11	13
HM 39	160	128	Vuren	19	23	122	114	42	49
HM 40	230	198	Vuren	24	30	182	170	37	45
HM 41	230	198	Vuren	7	9	216	212	12	15
HM 42	230	198	Vuren	0	0	230	230	0	0
HM 43	N.v.t.								
HM 44	N.v.t.								
HM 45	N.v.t.								
Gemmidelde									

HOUTMONSTERANALYSE KADECONSTRUCTIE EVENZIJDE

Bouwjaar	-	
Levensduur	-	jaar
Aantal houten palen	N.t.b.	stuks
Aantal houtmonsters (n)	8	stuks
Steekproef	-	%
Onderkant fundering	-1,4	NAP
Verwacht paalpuntniveau	-13	NAP
Lengte palen	11,6	m
Inschatting tapsheid palen	7,5	mm/m
Afname ∅ paalvoet	87	mm
Gem. conusweerstand	45	N/mm^2

Nr.	Oorspr. ∅ paalkop (mm)	Oorspr. ∅ paalvoet (mm)	Houtsoort	Ernstige aantasting paalkop (mm)	Ernstige aantasting paalkop na 30 jaar (mm)	∅ paalkop na aantasting (mm)	∅ paalkop na aantasting na 30 jaar (mm)	Afname opp. paalkop (%)	Afname opp. paalkop na 30 jaar (%)
HM 46	220	133	Grenen	82	82	56	56	94	94
HM 47	220	133	Grenen	44	54	132	112	64	74
HM 48	220	133	Grenen	39	48	142	124	58	68
HM 49	220	133	Grenen	59	73	102	74	79	89
HM 50	220	133	Grenen	110	110	0	0	100	100
HM 51	220	133	Grenen	57	70	106	80	77	87
HM 52	220	133	Grenen	54	67	112	86	74	85
HM 53	220	133	Grenen	38	47	144	126	57	67
HM 54	N.v.t.								
HM 55	N.v.t.								
Gemmidelde								**75**	**83**

HOUTMONSTERANALYSE KADECONSTRUCTIE ONEVENZIJDE

Bouwjaar	-	
Levensduur	-	jaar
Aantal houten palen	N.t.b.	stuks
Aantal houtmonsters (n)	10	stuks
Steekproef	-	%
Onderkant fundering	-1,4	NAP
Verwacht paalpuntniveau	-13	NAP
Lengte palen	11,6	m
Inschatting tapsheid palen	7,5	mm/m
Afname ∅ paalvoet	87	mm
Gem. conusweerstand	45	N/mm^2

Nr.	Oorspr. ∅ paalkop (mm)	Oorspr. ∅ paalvoet (mm)	Houtsoort	Ernstige aantasting paalkop (mm)	Ernstige aantasting paalkop na 30 jaar (mm)	∅ paalkop na aantasting (mm)	∅ paalkop na aantasting na 30 jaar (mm)	Afname opp. paalkop (%)	Afname opp. paalkop na 30 jaar (%)
HM 56	190	103	Grenen	23	28	144	134	43	50
HM 57	200	113	Grenen	40	49	120	102	64	74
HM 58	200	113	Grenen	18	22	164	156	33	39
HM 59	180	93	Grenen	18	22	144	136	36	43
HM 60	210	123	Vuren	42	52	126	106	64	75
HM 61	200	113	Vuren	32	39	136	122	54	63
HM 62	190	103	Vuren	33	41	124	108	57	68
HM 63	200	113	Vuren	25	31	150	138	44	52
HM 64	200	113	Vuren	49	60	102	80	74	84
HM 65	210	123	Vuren	30	37	150	136	49	58
Gemmidelde								**52**	**61**