Gemeente Amsterdam

Definitief
Versie 2
11 november 2015

Advies 3 bruggen Vijzelstraat

Resultaten oorspronkelijk onderzoek, gevoeligheidsanalyse + advies (beheers)maatregelen

Auteur(s)

Opdrachtgever

Contactpersoon

Kenmerk
-

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
			11-11-2015

Inhoud

1 Inleiding 3
1.1 Aanleiding 3
1.2 Vraagstelling 3
1.3 Aanpak 3

2 Basisinformatie en uitgangspunten 4

3 Resultaten oorspronkelijk onderzoek 5
3.1 Herberekeningen 5
3.2 Paalonderzoek 5
3.3 Expertmeeting 6

4 Resultaten gevoeligheidsanalyse 7
4.1 Analyse variabelen 7
4.2 Analyse scenario's 8

5 Conclusie en advies 10
5.1 Brug 30 en 41 10
5.2 Brug 70 10
5.3 Aandachtspunten uitvoering, planning en BLVC-aspecten 11

Bijlage(n)

Bijlage 1 - Overzicht uc-waarden brug 30, 41 en 70
Bijlage 2 - Resultaten update herberekeningen Hageman
Bijlage 3 - Resultaten funderingsonderzoek Fugro
Bijlage 4 - Onderbouwing kostenindicatie vervanging van brug 30 en 41 en versterking van brug 70

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Vanwege het project De Rode Loper wordt de Vijzelstraat heringericht. Omdat de nieuwe herinrichting aangebracht wordt op de gedateerde bruggen 30, 41 en 70 heeft het Ingenieursbureau (IB) in opdracht van Coalitie project Rode Loper (CRL) en V&OR asset bruggen (V&OR) onderzoek gedaan naar de constructieve veiligheid van deze bruggen.

1.2 Vraagstelling

CRL heeft gevraagd of de drie bruggen de komende 30 jaar voldoen aan de constructieve veiligheid na realisatie van De Rode Loper. Zo niet, welke beheersmaatregelen zijn dan noodzakelijk. Als randvoorwaarde heeft CRL hierbij gesteld dat toekomstig onderhoud aan de bruggen de komende 15 jaar niet mag leiden tot maatschappelijke hinder in de Vijzelstraat.

1.3 Aanpak

Het IB heeft in opdracht van CRL herberekeningen uitgevoerd. Aanvullend heeft Nebest Duikinspectie B.V (Nebest) in opdracht van V&OR paalonderzoek verricht naar de bacteriële aantasting van de paalfundering.

Omdat het geotechnisch paaldraagvermogen van de paalfundering niet voldeed aan de wettelijke rekenregels en omdat er op dit moment veel onduidelijkheid bestaat over de interpretatie van de resultaten van de herberekeningen en het paalonderzoek heeft het IB aanvullend in opdracht van V&OR een expertmeeting georganiseerd om de gehanteerde uitgangspunten/aannames van de herberekeningen en de interpretatie van het paalonderzoek voor te leggen aan experts. Op basis van de opmerkingen van deze experts zijn de uitgangspunten/aannames gecorrigeerd en is voorgesteld een gevoeligheidsanalyse uit te voeren met als doel:

- inzicht te krijgen in het effect van de gecorrigeerde uitgangspunten/aannames op de constructieve veiligheid;
- een betrouwbaarder resultaat te krijgen van de constructieve veiligheid van de paalfundering.

Het IB heeft in opdracht van V&OR en in samenwerking met Adviesbureau Hageman en Fugro Geoservices B.V de gevoeligheidsanalyse uitgevoerd dat als input dient om tot een definitief advies te komen of de drie bruggen gehandhaafd of vervangen moeten worden. De resultaten van de gevoeligheidsanalyse, het definitieve advies inclusief een kostenindicatie en de aandachtpunten voor het vervolgtraject zijn te vinden in deze rapportage. Het definitieve advies dient als onderbouwing voor de kredietaanvraag voor het Meerjarenplan van V&OR.

2 Basisinformatie en uitgangspunten

Voor dit onderzoek is de volgende basisinformatie gehanteerd:

1. 'Herberekening + advies maatregelen 3 bruggen Vijzelstraat', opgesteld door het IB, d.d. 21-05-2014 met documentnummer 186738.
2. Notitie 'Onderzoek levensduur verlengende maatregelen brug 70 Vijzelstraat/Prinsengracht', opgesteld door het IB, d.d. 10-12-2014 met documentnummer 189598.
3. Notitie 'Resultaat onderzoek paalfundering 3 bruggen Vijzelstraat', opgesteld door het IB, d.d. 11-11-2014 met documentnummer 189086.
4. Notitie 'Resultaten aanvullend onderzoek paalfundering 3 bruggen Vijzelstraat', opgesteld door het IB. d.d. 07-05-2015 met documentnummer 190919.
5. Notitie 'Conclusie expertmeeting 3 bruggen Vijzelstraat', opgesteld door het IB, d.d. 23-07-2015.
6. Kaders SSK-ramingen opgesteld door V&OR, d.d. 07-05-2015.

De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op de volgende uitgangspunten/randvoorwaarden:

- De conclusies uit de expertmeeting van 26-06-2015.
- CRL stelt dat toekomstige onderhoudswerkzaamheden aan de bruggen de komende 15 jaar niet mogen leiden tot maatschappelijke hinder in de Vijzelstraat.

3 Resultaten oorspronkelijk onderzoek

3.1 Herberekeningen

De oorspronkelijke herberekeningen[1] van brug 30, 41 en 70 zijn gebaseerd op de volgende uitgangspunten/aannames:

- belastingmodel 1 volgens de Eurocode voor een restlevensduur van 30 jaar[2] (eis CRL)
- aangenomen toelaatbaar geotechnisch paaldraagvermogen van 100 kN
- een paalfundering die niet bacterieel is aangetast

Bij een herberekening van een brug worden de verschillende constructieonderdelen (brugdek, landhoofd, pijler, paalfundering) getoetst aan de wettelijke rekenregels. Deze toetsing wordt uitgedrukt in een unity check (uc). De uc is de toetsing van het constructieonderdeel, uitgedrukt in een verhouding tussen de optredende belasting en de sterkte:
uc < 1 → constructie voldoet aan de wettelijke rekenregels
uc > 1 → constructie voldoet niet aan de wettelijke rekenregels

In tabel 1 vindt u een overzicht van de uc-waarden van de oorspronkelijke herberekeningen:

Tabel 1: uc-waarden oorspronkelijke herberekeningen

Onderdeel	Brug 30	Brug 41	Brug 70
Brugdek	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fundering landhoofd	1,42	1,30	1,30
Fundering pijler	1,75	1,90	2,18

Uit tabel 1 blijkt dat alle brugdekken voldoen. Hiervoor is bij brug 70 overigens wel lokale versterking van het brugdek noodzakelijk.
De paalfundering van de drie bruggen voldoen niet op geotechnisch paaldraagvermogen. De paalbelastingen zijn groter dan het opneembare geotechnisch paaldraagvermogen van de ondergrond.

3.2 Paalonderzoek

Uit het aanvullende paalonderzoek, uitgevoerd door Nebest, is gebleken dat een groot deel van de onderzochte houten palen bacterieel is aangetast. Het IB heeft vervolgens de invloed van de bacteriële aantasting op de uc-waarden inzichtelijk gemaakt en tijdens een expertmeeting voorgelegd aan een aantal experts.

[1] Zie bullit 1 van hoofdstuk 2 – Basisinformatie en uitgangspunten
[2] In tegenstelling tot de Eurocode, en op verzoek van Coalitie project Rode Loper (CRL), mag volgens de Richtlijn Bestaande Kunstwerken (RBK) van Rijkswaterstaat een brug getoetst worden op 'gebruiksniveau' met een restlevensduur van 30 jaar.

3.3 Expertmeeting

Uit de expertmeeting bleek dat de gehanteerde uitgangspunten/aannames van zowel de herberekening als de interpretatie van de bacteriële aantasting te conservatief waren. Voorgesteld is om op basis van de gecorrigeerde uitgangspunten/aannames uit de expertmeeting een gevoeligheidsanalyse uit te voeren om zo het effect op de uc-waarden van de sterkte en het geotechnisch paaldraagvermogen van de paalfundering inzichtelijk te krijgen. De resultaten zijn te vinden in de volgende hoofdstukken.

4 Resultaten gevoeligheidsanalyse

4.1 Analyse variabelen

Variabelen

Op basis van de gecorrigeerde uitgangspunten/aannames is met de gevoeligheidsanalyse het effect van de volgende variabelen inzichtelijk gemaakt:

a. Werkelijk geotechnisch paaldraagvermogen op basis van de sonderingen
b. De bacteriële aantasting van de paalfundering
c. Optimalisatie van het rekenmodel
d. Belastingmodel 1 volgens de Eurocode voor een restlevensduur van 30 jaar (eis CRL)
e. Belastingmodel 1 volgens de Eurocode voor een restlevensduur van 1 jaar op afkeurniveau (minimaal wettelijk toetsingskader)
f. Belastingmodel 1 volgens de Eurocode met een verlaging van 20%

De variabelen a en b hebben effect op het geotechnisch draagvermogen en de sterkte van de paal. De variabelen c t/m f hebben effect op de paalbelastingen.

Resultaten analyse variabelen

Uit de analyse blijkt het volgende:

ad a

Fugro Geoservices B.V (Fugro) heeft per brug op basis van nieuwe en bestaande landsonderingen (4 stuks per brug) per paaldiameter het geotechnisch paaldraagvermogen berekend. De sonderingen laten een relatief grote spreiding zien, variërend van 75 tot 285 kN. Dit wordt veroorzaakt door de variatie in paaldiameter en de grilligheid in gemeten conusweerstanden van de 1^{e} zandlaag. Gemiddelde bedraagt het geotechnisch paaldraagvermogen 165 kN. Dit is aanzienlijk hoger dan de aangenomen 100 kN uit de oorspronkelijke berekening. Er valt dus een winst te boeken van gemiddeld 65%. De onderbouwing van de berekening van Fugro is opgenomen in bijlage 3.

ad b

De bacteriële aantasting heeft geen effect op de rekenkundige bepaling van het geotechnisch paaldraagvermogen. De aantasting heeft echter wel effect op de sterkte van de paal[3]. De resterende sterkte van de paal is berekend op basis van de geanalyseerde houtmonsters van Nebest.

ad c

Het IB heeft een optimalisatie van het rekenmodel doorgevoerd (zie ook de aanbeveling van Adviesbureau Hageman opgenomen in bijlage 2). De optimalisatie heeft geleid tot een afname van de paalbelastingen van de pijlers met 15%. Dit was bij de oorspronkelijke herberekeningen al bekend. Echter had dit destijds een gering effect op de hoge uc-waarden waardoor het toen niet is doorgevoerd.

[3] Volgt uit de expertmeeting volgens bullit5 van hoofdstuk 2 – Basisinformatie en uitgangspunten

ad d, e, en f
Adviesbureau Hageman heeft op basis van de oorspronkelijke rekenmodellen drie (belasting)situaties doorgerekend (e, f + een combinatie van e+f) en de gecorrigeerde paalbelastingen vergeleken met die van de oorspronkelijke herberekeningen. Hieruit blijkt het volgende:

- Het doorrekenen op afkeurniveau met een restlevensduur van 1 jaar leidt ten opzichte van de oorspronkelijke herberekeningen tot een afname van de paalbelastingen met gemiddeld 7%.
- Het doorrekenen met een verlaging van 20% op belastingmodel 1 leidt ten opzichte van de oorspronkelijke herberekeningen tot een afname van de paalbelastingen met gemiddeld 10%.
- Het doorrekenen met een combinatie van de twee bovengenoemde variabelen leidt ten opzichte van de oorspronkelijke herberekeningen tot een afname van de paalbelastingen met gemiddeld 16%.

Een gedetailleerde onderbouwing van de berekening is opgenomen in bijlage 2.

4.2 Analyse scenario's

Scenario's

Om het effect van de variabelen op de uc-waarden van het geotechnisch draagvermogen van de palen inzichtelijk te krijgen zijn de volgende scenario's doorgerekend en vergeleken met de oorspronkelijke herberekeningen:
Scenario 0 = oorspronkelijke herberekening
Scenario 1 = op basis van een combinatie van de variabelen a, c en d
Scenario 2 = op basis van een combinatie van de variabelen a, c en e
Scenario 3 = op basis van een combinatie van de variabelen a, c en f
Scenario 4 = op basis van een combinatie van de variabelen a, c, e en f

Om het effect van de variabelen op de uc-waarden op de sterkte van de palen inzichtelijk te krijgen zijn de volgende scenario's doorgerekend en vergeleken met de oorspronkelijke herberekeningen:
Scenario 0 = oorspronkelijke herberekening
Scenario 1 = op basis van een combinatie van de variabelen b, c en d
Scenario 2 = op basis van een combinatie van de variabelen b, c en e
Scenario 3 = op basis van een combinatie van de variabelen b, c en f
Scenario 4 = op basis van een combinatie van de variabelen b, c, e en f

De scenario's 0, 1 en 2 vallen binnen het wettelijk kader. Scenario 2 is het minimale wettelijke toetsingskader waaraan de drie bruggen moeten voldoen.
De scenario's 3 en 4 vallen buiten het wettelijk kader omdat in deze twee scenario's de verlaging van belastingmodel 1 met 20% gebaseerd is op voorlopige resultaten van aslastmetingen in Rotterdam in binnenstedelijk gebied. Scenario 4 levert de maximale reductie van de uc-waarden op.

Resultaten analyse scenario's

Uit de analyse blijkt het volgende:

- Een groot deel van de onderzochte houten palen onder vak 2 van brug 30 en 41 voldoen niet op geotechnisch paaldraagvermogen en sterkte aan het minimale wettelijke toetsingskader. Ook niet bij de meest gunstige scenario's leidt dit niet tot uc-waarden < 1.

- 4 van de 5 onderzochte palen onder pijler noord van brug 70 voldoen niet op geotechnisch paaldraagvermogen. Alle palen voldoen wel op sterkte. Scenario 4 leidt bij 3 van de 4 palen tot een afname van de uc-waarden < 1.

De gedetailleerde resultaten van de gecorrigeerde uc-waarden zijn per brug in een matrix weergegeven en verder toegelicht in de bijlagen 1 t/m 3.

5 Conclusie en advies

5.1 Brug 30 en 41

De onderbouw van de vakken 2 onder brug 30 en 41 zijn bijna 300 jaar oud (oorsprong 1727). Een groot deel van de paalfundering onder deze vakken verkeert in slechte staat, is bacterieel aangetast en voldoet niet op sterkte en geotechnisch paaldraagvermogen. Tevens zijn bij beide bruggen verticale scheuren in de onderbouw waargenomen die mogelijk veroorzaakt zijn door (ongelijkmatige) zettingen. Op grond van deze constateringen, het feit dat de omgeving rondom de Vijzelstraat de komende 15 jaar géén (maatschappelijke) hinder mag ondervinden als gevolg van onderhoudswerkzaamheden aan de bruggen en het feit dat de Vijzelgracht in 2018 opnieuw wordt ingericht adviseren we de bruggen per direct te vernieuwen. Vanwege de aanwezigheid van de NZ-lijn tunnelbuizen zien wij versterken van de fundering en/of het lokaal vervangen van de brug niet als reële optie.

Tot het moment van vervanging adviseren we de bruggen wel te monitoren. Dit bestaat uit het jaarlijks visueel inspecteren van de bruggen inclusief het halfjaarlijks inmeten van de onderbouw in x-, y- en z-richting om (ongelijkmatige) zettingen inzichtelijk te krijgen. Als uit de monitoring blijkt dat de bruggen verzakken en/of de veiligheid van de gebruikers in het geding komt, kunnen er aanvullende (veiligheids)maatregelen getroffen worden.

De investeringskosten voor vervanging van de bruggen is voorlopig geschat op xxx exclusief BTW (xx per brug). De exploitatiekosten van het GVB zijn hierbij aangenomen en nog niet door het GVB geverifieerd. Omdat deze kosten hoog kunnen zijn adviseren we deze kosten in het vervolgtraject door GVB-exploitatie te laten opstellen.
Bij een bandbreedte van 40% liggen de investeringskosten met een zekerheid van 70% tussen de xxx en xxx. Een onderbouwing van de investeringskosten inclusief de gehanteerde uitgangspunten zijn te vinden in bijlage 4.

5.2 Brug 70

Op basis van de resultaten van de oorspronkelijke herberekeningen verwachten we dat de hoofddraagconstructie de komende 10 jaar voldoet aan de constructieve veiligheid mits naast periodieke monitoring (visueel inspecteren + inmeten in x-, y- en z-richting) op korte termijn regulier onderhoud aan het brugdek wordt uitgevoerd bestaande uit het herstellen van de conservering van de stalen liggers, het injecteren van de scheuren in het betonnen brugdek en het aanbrengen van een waterdicht membraan boven op het brugdek.
Mits het brugdek lokaal versterkt wordt met bijvoorbeeld uitwendig gelijmde koolstofvezelwapening voldoet het brugdek de komende 30 jaar aan de constructieve veiligheid[4].

[4] Zie voor verdere achtergrond bullit 2 – Basisinformatie en uitgangspunten

De totale investeringskosten voor het reguliere onderhoud inclusief deze versterking zijn ingeschat op xxx exclusief BTW. Bij een bandbreedte van 30% liggen de investeringskosten met een zekerheid van 70% tussen de xxx en xxx. Een onderbouwing van de investeringskosten inclusief de gehanteerde uitgangspunten zijn te vinden in bijlage 4.

Een deel van de onderzochte palen onder pijler noord voldoet niet op geotechnisch paaldraagvermogen. Dit kan leiden tot ongelijkmatige zettingen van de constructie. Omdat alle onderzochte palen echter wel voldoen op sterkte heeft dit geen gevolgen voor de veiligheid van de constructie. In de praktijk zijn er overigens geen aanwijzingen die duiden op ongelijkmatige zettingen. Er zijn namelijk geen verticale scheuren in de onderbouw aangetroffen.

Omdat de fundering met 80 jaar relatief jong is, in goede staat verkeert, met een betonnen funderingsplaat robuust is uitgevoerd en het feit dat alle onderzochte palen voldoen op sterkte verwachten we dat de onderbouw de komende 30 jaar veilig genoeg is. Op grond van deze argumenten adviseren we de fundering te handhaven. Er zijn dus geen versterkende maatregelen noodzakelijk.

5.3 Aandachtspunten uitvoering, planning en BLVC-aspecten

Voor dit advies en de kostenindicatie zijn uitgangspunten/randvoorwaarden gehanteerd. De volgende uitgangspunten/randvoorwaarden hebben de grootste invloed op de uitvoering, planning en BLVC-aspecten:

- We adviseren de versterking van brug 70 gelijktijdig uit te voeren met werkzaamheden van De Rode Loper in de Vijzelgracht. Deze werkzaamheden staan gepland in 2017-2018.
- De uitvoering voor vervanging van brug 30 en 41 start pas nadat de NZ-lijn in gebruik is genomen. Vanwege het rijden van NZ-lijn wordt het tramverkeer op de Vijzelgracht/Vijzelstraat gehalveerd.
- Bij vervanging van brug 30 en 41 wordt de bestaande brug en nieuwe brug vanwege de ligging van de twee tunnelbuizen van de NZ-lijn in één keer gesloopt en gebouwd. Dit gebeurt dus niet gefaseerd. Vanwege deze uitvoeringsmethode worden het autoverkeer en de tram volledig gestremd en omgeleid. Dit geldt ook voor de rondvaartboten.
- Om te voorkomen dat de naastgelegen straten onbereikbaar zijn, gaan we er voorlopig vanuit dat de bruggen 30 en 41 niet gelijktijdig uitgevoerd worden. Per brug bedraagt de doorlooptijd circa 18 maanden. Hierin is mogelijk nog optimalisatie te vinden.
- Bij vervanging van brug 30 en 41 kan een tijdelijke hulpbrug doorgang bieden voor fietsers en voetgangers.
- Vanwege de benodigde werkruimte is het wellicht noodzakelijk om bij vervanging van brug 30 en 41 de aangrenzende kades af te sluiten voor verkeer.

De uitgangspunten/randvoorwaarden zijn nog niet afgestemd met de stakeholders (onder andere CRL, Waternet, het GVB en de NZ-lijn) en moeten in de vervolgfasen door deze partijen geverifieerd worden.

Bijlage(n)

Bijlage 1 - Overzicht uc-waarden brug 30, 41 en 70

Toelichting op tabellen gevoeligheidsanalyse brug 30, 41 en 70

De variabelen zijn:

a. Werkelijk geotechnisch paaldraagvermogen op basis van de sonderingen
b. De bacteriële aantasting van de paalfundering
c. Optimalisatie van het rekenmodel
d. Belastingmodel 1 volgens de Eurocode voor een restlevensduur van 30 jaar (eis CRL)
e. Belastingmodel 1 volgens de Eurocode voor een restlevensduur van 1 jaar op afkeurniveau
f. Belastingmodel 1 volgens de Eurocode met een verlaging van 20%

In het overzicht vindt u per brugvak en per houtmonster de resultaten van de gecorrigeerde paalbelastingen, de resterende paalsterkte en toelaatbare geotechnisch paaldraagvermogen.

Toelichting tabel 1

In tabel 1 is per houtmonster en per scenario het geotechnisch paaldraagvermogen van de palen uitgedrukt in de uc-waarde.
uc < 1 → paal voldoet wel aan de wettelijke rekenregels ten aanzien van veiligheid
uc > 1 → paal voldoet niet aan de wettelijke rekenregels ten aanzien van veiligheid

Scenario 0 = uc-waarden oorspronkelijke berekening
Scenario 1 = uc-waarden berekend met een combinatie van de variabelen a, c en d
Scenario 2 = uc-waarden berekend met een combinatie van de variabelen a, c en e
Scenario 3 = uc-waarden berekend met een combinatie van de variabelen a, c en f
Scenario 4 = uc-waarden berekend met een combinatie van de variabelen a, c, e en f

Toelichting tabel 2

In tabel 2 is per houtmonster en per scenario de sterkte van de paal uitgedrukt in de uc-waarde gebaseerd op de resultaten van de houtmonsteranalyse.
uc < 1 → paal voldoet wel aan de wettelijke rekenregels ten aanzien van veiligheid
uc > 1 → paal voldoet niet aan de wettelijke rekenregels ten aanzien van veiligheid

Scenario 0 = uc-waarden oorspronkelijke berekening
Scenario 1 = uc-waarden berekend met een combinatie van de variabelen b, c en d
Scenario 2 = uc-waarden berekend met een combinatie van de variabelen b, c en e
Scenario 3 = uc-waarden berekend met een combinatie van de variabelen b, c en f
Scenario 4 = uc-waarden berekend met een combinatie van de variabelen b, c, e en f

RESULTATEN GEVOELIGHEIDSANALYSE BRUG 30

	Paalbelastingen F_d (kN) Landhoofd	Pijler
scenario 0	142	175
scenario 1	142	149
scenario 2	135	139
scenario 3	132	133
scenario 4	126	126

binnen wettelijk kader →

binnen wettelijk kader →

Houtmonster	Constructie onderdeel	Houtsoort	Doorsnede paalkop (mm)	Aantasting paalkop (mm)	Resterende sterkte omslagpunt (kN)	Sondering	Geotechnisch paaldraag-vermogen (kN)	Tabel 1 - Toetsing geotechnisch paaldraagvermogen palen UC scenario 0	UC scenario 1	UC scenario 2	UC scenario 3	UC scenario 4	Tabel 2 - Toetsing sterkte palen Methode houtmonsteranalyse UC scenario 0	UC scenario 1	UC scenario 2	UC scenario 3	UC scenario 4
Vak 1 (1922)																	
HM 7	Landhoofd noord	Vuren	240	0	**300**	DMK1	**190**	1,42	0,75	0,71	0,69	0,66	0,47	0,47	0,45	0,44	0,42
HM 13	Landhoofd noord	Vuren	250	0	**333**	DMK1	**215**	1,42	0,66	0,63	0,61	0,59	0,43	0,43	0,41	0,40	0,38
HM 14	Landhoofd noord	Dennen	210	16	**154**	DMK1	**120**	1,42	1,18	1,13	1,10	1,06	0,67	0,92	0,88	0,86	0,82
HM 15	Landhoofd noord	Vuren	230	0	**269**	DMK1	**165**	1,42	0,86	0,82	0,80	0,76	0,53	0,53	0,50	0,49	0,47
HM 8	Pijler noord	Vuren	270	11	**346**	DMK1	**255**	1,75	0,58	0,55	0,52	0,49	0,43	0,43	0,40	0,39	0,36
HM 19	Pijler noord	Vuren	250	10	**286**	DMK1	**215**	1,75	0,69	0,65	0,62	0,59	0,53	0,52	0,49	0,47	0,44
HM 20	Pijler noord	Vuren	230	13	**215**	DMK1	**165**	1,75	0,90	0,84	0,81	0,76	0,65	0,69	0,65	0,62	0,59
HM 21	Pijler noord	Vuren	230	0	**269**	DMK1	**165**	1,75	0,90	0,84	0,81	0,76	0,65	0,55	0,52	0,50	0,47
HM 26	Pijler zuid	Vuren	230	0	**269**	DMK4	**155**	1,75	0,96	0,90	0,86	0,81	0,65	0,55	0,52	0,50	0,47
HM 27	Pijler zuid	Vuren	230	0	**269**	DMK4	**155**	1,75	0,96	0,90	0,86	0,81	0,65	0,55	0,52	0,50	0,47
HM 28	Pijler zuid	Vuren	250	0	**333**	DMK4	**195**	1,75	0,76	0,71	0,68	0,65	0,53	0,45	0,42	0,40	0,38
HM 29	Pijler zuid	Vuren	230	0	**269**	DMK4	**155**	1,75	0,96	0,90	0,86	0,81	0,65	0,55	0,52	0,50	0,47
HM 9	Landhoofd zuid	Vuren	240	0	**300**	DMK4	**175**	1,42	0,81	0,77	0,75	0,72	0,47	0,47	0,45	0,44	0,42
HM 33	Landhoofd zuid	Vuren	270	12	**341**	DMK4	**235**	1,42	0,60	0,57	0,56	0,54	0,35	0,42	0,40	0,39	0,37
HM 34	Landhoofd zuid	Vuren	230	0	**269**	DMK4	**155**	1,42	0,92	0,87	0,85	0,81	0,53	0,53	0,50	0,49	0,47
HM 35	Landhoofd zuid	Vuren	240	0	**300**	DMK4	**175**	1,42	0,81	0,77	0,75	0,72	0,47	0,47	0,45	0,44	0,42
Gemmiddelde landhoofd								**1,42**	**0,82**	**0,78**	**0,77**	**0,73**	**0,49**	**0,53**	**0,50**	**0,49**	**0,47**
Gemmiddelde pijler								**1,75**	**0,84**	**0,79**	**0,75**	**0,71**	**0,59**	**0,54**	**0,50**	**0,48**	**0,45**
Vak 2 (1727)																	
HM 10	Landhoofd noord	Vuren	230	26	**267**	DKM2	**215**	1,42	1,23	1,17	1,15	1,10	0,53	0,85	0,81	0,79	0,75
HM 11	Landhoofd noord	Dennen	230	25	**271**	DKM2	**215**	1,42	1,23	1,17	1,15	1,10	0,53	0,83	0,79	0,77	0,74
HM 12	Landhoofd noord	Vuren	280	0	**441**	DKM2	**280**	1,42	0,79	0,75	0,73	0,70	0,32	0,32	0,31	0,30	0,29
HM 16	Pijler noord	Dennen	200	42	**65**	DKM2	**75**	1,75	1,98	1,86	1,78	1,68	0,94	2,30	2,26	2,07	1,95
HM 17	Pijler noord	Vuren	210	21	**238**	DKM2	**90**	1,75	1,65	1,55	1,48	1,40	0,83	1,08	1,01	0,97	0,91
HM 18	Pijler noord	Vuren	250	21	**238**	DKM2	**145**	1,75	1,03	0,96	0,92	0,87	0,53	0,62	0,58	0,56	0,53
HM 23	Pijler zuid	Dennen	200	22	**114**	DKM3	**95**	1,75	1,57	1,47	1,40	1,32	0,94	1,30	1,22	1,17	1,10
HM 24	Pijler zuid	Dennen	210	22	**135**	DKM3	**115**	1,75	1,29	1,21	1,16	1,09	0,83	1,10	1,03	0,99	0,93
HM 25	Pijler zuid	Vuren	260	20	**272**	DKM3	**225**	1,75	0,66	0,62	0,59	0,56	0,48	0,55	0,51	0,49	0,46
HM 30	Landhoofd zuid	Dennen	280	13	**371**	DKM3	**270**	1,42	0,53	0,50	0,49	0,47	0,32	0,38	0,36	0,36	0,34
HM 31	Landhoofd zuid	Vuren	220	25	**147**	DKM3	**135**	1,42	1,05	1,00	0,98	0,93	0,59	0,96	0,92	0,90	0,85
HM 32	Landhoofd zuid	Vuren	270	22	**294**	DKM3	**250**	1,42	0,57	0,54	0,53	0,50	0,35	0,48	0,46	0,45	0,43
Gemmiddelde landhoofd								**1,42**	**0,90**	**0,86**	**0,84**	**0,80**	**0,44**	**0,64**	**0,61**	**0,59**	**0,57**
Gemmiddelde pijler								**1,75**	**1,36**	**1,28**	**1,22**	**1,15**	**0,76**	**1,16**	**1,09**	**1,04**	**0,98**
Vak 3 (1885)																	
HM 1	Landhoofd noord	Grenen	250	0	**333**	DKM2	**145**	1,42	0,98	0,93	0,91	0,87	0,43	0,43	0,41	0,40	0,38
HM 2	Pijler noord	Grenen	230	0	**269**	DKM2	**115**	1,75	1,28	1,21	1,16	1,09	0,65	0,55	0,52	0,50	0,47
HM 22	Pijler zuid	Vuren	260	12	**308**	DKM3	**225**	1,75	0,66	0,62	0,59	0,56	0,48	0,48	0,45	0,43	0,41
HM 3	Landhoofd zuid	Grenen	250	0	**333**	DKM3	**200**	1,42	0,71	0,68	0,66	0,63	0,43	0,43	0,41	0,40	0,38
Gemmiddelde landhoofd								**1,42**	**0,84**	**0,80**	**0,79**	**0,75**	**0,43**	**0,43**	**0,41**	**0,40**	**0,38**
Gemmiddelde pijler								**1,75**	**0,98**	**0,92**	**0,88**	**0,83**	**0,56**	**0,52**	**0,49**	**0,46**	**0,44**

HOUTMONSTERANALYSE BRUG 41

	Paalbelastingen F_d (kN) Landhoofd	Pijler
scenario 0	130	190
scenario 1	130	162
scenario 2	123	149
scenario 3	118	143
scenario 4	112	133

binnen wettelijk kader →

binnen wettelijk kader →

Houtmonster	Constructie onderdeel	Houtsoort	Doorsnede paalkop (mm)	Aantasting paalkop (mm)	Resterende sterkte omslagpunt (kN)	Sondering	Geotechnisch paaldraag-vermogen (kN)	Tabel 1 - Toetsing geotechnisch paaldraagvermogen palen UC scenario 0	UC scenario 1	UC scenario 2	UC scenario 3	UC scenario 4	Tabel 2 - Toetsing sterkte palen Methode houtmonsteranalyse UC scenario 0	UC scenario 1	UC scenario 2	UC scenario 3	UC scenario 4
Vak 1 (1922)																	
HM 7	Landhoofd noord	Vuren	250	25	222	DKM5A	155	2,30	0,84	0,79	0,76	0,72	0,39	0,59	0,55	0,53	0,50
HM 13	Landhoofd noord	Vuren	240	20	215	DKM5A	145	2,30	0,90	0,85	0,81	0,77	0,43	0,61	0,57	0,55	0,52
HM 14	Landhoofd noord	Dennen	240	27	188	DKM5A	145	2,30	0,90	0,85	0,81	0,77	0,43	0,69	0,65	0,63	0,60
HM 15	Landhoofd noord	Dennen	240	0	300	DKM5A	145	2,30	0,90	0,85	0,81	0,77	0,43	0,43	0,41	0,39	0,37
HM 8	Pijler noord	Vuren	240	15	235	DKM5A	145	1,90	1,11	1,03	0,98	0,91	0,63	0,69	0,63	0,61	0,57
HM 19	Pijler noord	Dennen	250	10	286	DKM5A	155	1,90	1,04	0,96	0,92	0,86	0,57	0,57	0,52	0,50	0,46
HM 20	Pijler noord	Vuren	250	13	272	DKM5A	155	1,90	1,04	0,96	0,92	0,86	0,57	0,59	0,55	0,52	0,49
HM 21	Pijler noord	Vuren	270	0	403	DKM5A	185	1,90	0,87	0,80	0,77	0,72	0,47	0,40	0,37	0,35	0,33
HM 26	Pijler zuid	Vuren	230	0	269	DKM12	175	1,90	0,92	0,85	0,82	0,76	0,71	0,60	0,55	0,53	0,49
HM 27	Pijler zuid	Dennen	230	0	269	DKM12	175	1,90	0,92	0,85	0,82	0,76	0,71	0,60	0,55	0,53	0,49
HM 28	Pijler zuid	Vuren	250	0	333	DKM12	225	1,90	0,72	0,66	0,63	0,59	0,57	0,49	0,45	0,43	0,40
HM 29	Pijler zuid	Vuren	230	19	192	DKM12	175	1,90	0,92	0,85	0,82	0,76	0,71	0,84	0,77	0,74	0,69
HM 9	Landhoofd zuid	Vuren	250	0	333	DKM12	225	2,30	0,58	0,55	0,52	0,50	0,39	0,39	0,37	0,35	0,34
HM 33	Landhoofd zuid	Vuren	270	0	403	DKM12	285	2,30	0,46	0,43	0,41	0,39	0,32	0,32	0,31	0,29	0,28
HM 34	Landhoofd zuid	Vuren	270	6	372	DKM12	285	2,30	0,46	0,43	0,41	0,39	0,32	0,35	0,33	0,32	0,30
HM 35	Landhoofd zuid	Vuren	250	0	333	DKM12	200	2,30	0,65	0,62	0,59	0,56	0,39	0,39	0,37	0,35	0,34
Gemmiddelde landhoofd								**2,30**	**0,71**	**0,67**	**0,64**	**0,61**		**0,47**	**0,45**	**0,43**	**0,41**
Gemmiddelde pijler								**1,90**	**0,94**	**0,87**	**0,84**	**0,78**		**0,60**	**0,55**	**0,53**	**0,49**
Vak 2 (1727)																	
HM 4	Landhoofd noord	NB															
HM 11	Landhoofd noord	Vuren	260	26	246	DKM6	130	2,30	1,00	0,95	0,91	0,86	0,35	0,53	0,50	0,48	0,45
HM 12	Landhoofd noord	Vuren	260	50	156	DKM6	130	2,30	1,00	0,95	0,91	0,86	0,35	0,83	0,79	0,76	0,72
HM 5	Pijler noord	Vuren	250	86	46	DKM6	115	1,90	1,40	1,29	1,24	1,15	0,57	1,37	1,29	1,23	1,16
HM 17	Pijler noord	Vuren	230	34	144	DKM6	90	1,90	1,79	1,65	1,59	1,47	0,73	1,35	1,06	1,01	0,94
HM 18	Pijler noord	Vuren	260	8	327	DKM5A/6	145	1,90	2,33	2,03	0,98	0,91	0,52	0,49	0,45	0,44	0,41
HM 23	Pijler zuid	Dennen	210	45	73	DKM7	70	1,90	2,31	2,23	2,05	1,89	0,90	2,21	2,03	1,95	1,81
HM 24	Pijler zuid	Vuren	240	18	222	DKM7	105	1,90	1,54	1,42	1,36	1,26	0,63	0,73	0,67	0,64	0,60
HM 25	Pijler zuid	Dennen	250	15	264	DKM7	120	1,90	1,35	1,24	1,19	1,11	0,57	0,61	0,56	0,54	0,50
HM 6	Landhoofd zuid	Dennen	250	0	333	DKM7	120	2,30	1,08	1,03	0,98	0,93	0,39	0,39	0,37	0,35	0,34
HM 30	Landhoofd zuid	Dennen	270	30	259	DKM7	155	2,30	0,84	0,79	0,76	0,72	0,32	0,50	0,48	0,46	0,43
HM 31	Landhoofd zuid	Vuren	250	45	150	DKM7	120	2,30	1,08	1,03	0,98	0,93	0,39	0,87	0,82	0,79	0,75
HM 32	Landhoofd zuid	Dennen	260	33	218	DKM7	135	2,30	0,96	0,91	0,87	0,83	0,35	0,60	0,56	0,54	0,51
Gemmiddelde landhoofd								**2,30**	**0,99**	**0,94**	**0,90**	**0,86**		**0,62**	**0,59**	**0,56**	**0,53**
Gemmiddelde pijler								**1,90**	**1,58**	**1,46**	**1,40**	**1,30**		**1,45**	**1,34**	**1,28**	**1,19**
Vak 3 (1888)																	
HM 1	Landhoofd noord	Vuren	240	28	185	DKM6	105	2,30	2,74	2,17	2,12	2,07	0,43	0,70	0,67	0,64	0,61
HM 10	Landhoofd noord	Vuren	260	0	367	DKM6	130	2,30	1,00	0,95	0,91	0,86	0,35	0,35	0,34	0,32	0,31
HM 2	Pijler noord	Vuren	260	6	337	DKM6	130	1,90	2,74	2,14	2,10	2,02	0,52	0,48	0,44	0,42	0,39
HM 16	Pijler noord	Vuren	270	23	289	DKM6	145	1,90	2,31	1,03	0,98	0,91	0,47	0,56	0,51	0,49	0,46
HM 22	Pijler zuid	Vuren	250	40	167	DKM7	120	1,90	1,35	1,24	1,19	1,11	0,57	0,97	0,89	0,86	0,80
HM 3	Landhoofd zuid	Vuren	250	4	313	DKM7	120	2,30	1,08	1,03	0,98	0,93	0,39	0,41	0,39	0,38	0,36
Gemmiddelde landhoofd								**2,30**	**2,11**	**1,05**	**1,00**	**0,95**		**0,49**	**0,46**	**0,45**	**0,42**
Gemmiddelde pijler								**1,90**	**1,23**	**1,14**	**1,09**	**1,01**		**0,67**	**0,62**	**0,59**	**0,55**

HOUTMONSTERANALYSE BRUG 70

	Paalbelastingen F_d (kN) Landhoofd	Pijler
scenario 0	132	218
scenario 1	132	185
scenario 2	124	167
scenario 3	120	157
scenario 4	115	145

Houtmonster	Constructie onderdeel	Houtsoort	Doorsnede paalkop (mm)	Aantasting paalkop (mm)	Resterende sterkte omslagpunt (kN)	Sondering	Geotechnisch paaldraag-vermogen (kN)
HM 1	Landhoofd noord	Vuren	260	23	**258**	DKM2	**145**
HM 5	Landhoofd noord	Vuren	250	0	**333**	DKM8	**120**
HM 6	Landhoofd noord	Vuren	260	0	**367**	DKM8	**135**
HM 7	Landhoofd noord	Vuren	250	0	**333**	DKM2	**135**
HM 8	Landhoofd noord	Vuren	270	13	**336**	DKM2	**155**
HM 2	Pijler noord	Vuren	300	0	**522**	DKM8	**190**
HM 9	Pijler noord	Vuren	250	0	**333**	DKM2	**135**
HM 10	Pijler noord	Vuren	260	16	**289**	DKM2	**145**
HM 11	Pijler noord	Vuren	270	0	**403**	DKM2	**155**
HM 12	Pijler noord	Vuren	280	18	**345**	DKM8	**160**
HM 4	Pijler zuid	Dennen	260	0	**367**	DKM10	**225**
HM 13	Pijler zuid	Vuren	260	0	**367**	DKM9	**190**
HM 14	Pijler zuid	Vuren	250	0	**333**	DKM9	**170**
HM 15	Pijler zuid	Vuren	260	0	**367**	DKM10	**225**
HM 16	Pijler zuid	Vuren	240	11	**251**	DKM10	**185**
HM 3	Landhoofd zuid	Vuren	260	0	**367**	DKM9	**190**
HM 17	Landhoofd zuid	Vuren	270	0	**403**	DKM10	**245**
HM 18	Landhoofd zuid	Vuren	270	0	**403**	DKM10	**245**
HM 19	Landhoofd zuid	Vuren	270	0	**403**	DKM10	**245**
HM 20	Landhoofd zuid	Vuren	250	13	**272**	DKM9	**170**
Gemmiddelde landhoofd							
Gemmiddelde pijler							

binnen wettelijk kader →

Tabel 1 - Toetsing geotechnisch paaldraagvermogen palen

UC scenario 0	UC scenario 1	UC scenario 2	UC scenario 3	UC scenario 4
1,32	0,91	0,86	0,83	0,79
1,32	1,10	1,03	1,00	0,96
1,32	0,98	0,92	0,89	0,85
1,32	0,98	0,92	0,89	0,85
1,32	0,85	0,80	0,77	0,74
2,18	0,98	0,88	0,83	0,76
2,18	1,37	1,24	1,16	1,07
2,18	1,28	1,15	1,08	1,00
2,18	1,20	1,08	1,01	0,93
2,18	1,16	1,05	0,98	0,90
2,18	0,82	0,74	0,70	0,64
2,18	0,98	0,88	0,83	0,76
2,18	1,09	0,99	0,93	0,85
2,18	0,82	0,74	0,70	0,64
2,18	1,00	0,91	0,85	0,78
1,32	0,69	0,65	0,63	0,61
1,32	0,54	0,51	0,49	0,47
1,32	0,54	0,51	0,49	0,47
1,32	0,54	0,51	0,49	0,47
1,32	0,78	0,73	0,71	0,68
1,32	**0,79**	**0,74**	**0,72**	**0,69**
2,18	**1,05**	**0,95**	**0,89**	**0,82**

binnen wettelijk kader →

Tabel 2 - Toetsing sterkte palen Methode houtmonsteranalyse

UC scenario 0	UC scenario 1	UC scenario 2	UC scenario 3	UC scenario 4
0,36	0,51	0,48	0,46	0,45
0,40	0,40	0,37	0,36	0,35
0,36	0,36	0,34	0,33	0,31
0,40	0,40	0,37	0,36	0,35
0,33	0,39	0,37	0,36	0,34
0,42	0,36	0,32	0,30	0,28
0,66	0,56	0,50	0,47	0,43
0,59	0,64	0,58	0,54	0,50
0,54	0,46	0,42	0,39	0,36
0,49	0,54	0,49	0,46	0,42
0,59	0,50	0,46	0,43	0,39
0,59	0,50	0,46	0,43	0,39
0,66	0,56	0,50	0,47	0,43
0,59	0,50	0,46	0,43	0,39
0,73	0,74	0,67	0,63	0,58
0,36	0,36	0,34	0,33	0,31
0,33	0,33	0,31	0,30	0,29
0,33	0,33	0,31	0,30	0,29
0,33	0,33	0,31	0,30	0,29
0,40	0,49	0,46	0,44	0,42
0,36	**0,39**	**0,36**	**0,35**	**0,34**
0,59	**0,53**	**0,48**	**0,45**	**0,42**

Bijlage 2 - Resultaten update herberekeningen Hageman

Notitie 3-9-2015 **Dossier 9102**

Extra beschouwing herberekeningen 3 bruggen Vijzelstraat

1 Inleiding

Ingenieursbureau Amsterdam (IBA) heeft in opdracht van de dienst Verkeer en Openbare Ruimte (V&OR) van de Gemeente Amsterdam in 2014 onderzoek verricht naar de constructieve veiligheid van 3 bruggen in de Vijzelstraat, te weten brug 30, brug 41 en brug 70. Voor alle drie de bruggen zijn herberekeningen uitgevoerd. Om met een definitief advies te komen over welke beheersmaatregelen noodzakelijk zijn, is nog aanvullend onderzoek noodzakelijk. Hiervoor moeten onder andere de 3 bruggen doorgerekend worden voor 3 alternatieve belastingsituaties, om zo het effect op (de belastingen op) de paalfundering inzichtelijk te krijgen.

V&OR heeft Adviesbureau Hageman opdracht gegeven om deze extra beschouwing voor de 3 bruggen uit te voeren. Voorliggende notitie beschrijft de resultaten van deze extra beschouwing.

2 Beschikbare informatie

De volgende (her)berekeningsrapportages zijn van de opdrachtgever ontvangen:

- Rapport 187071, "Constructieve beoordeling van brug 30", projectnummer 30658, IBA, d.d. 12-05-2014;
- Rapport 187351, "Constructieve beoordeling van brug 41", projectnummer 30658, IBA, d.d. 19-05-2014;
- Rapport 187357, "Constructieve beoordeling van brug 70", projectnummer 30658, IBA, d.d. 16-05-2014.

Daarnaast zijn verscheidene SCIA Engineer-modellen behorende bij de herberekeningen ontvangen.

3 Oorspronkelijke berekeningen / belastingsituaties

De 3 bruggen hebben allemaal een gelijkwaardige en typisch Amsterdamse opbouw. De bruggen zijn ongeveer 26 m breed en ongeveer 22 m lang, bestaande uit 3 overspanningen. Het dek is een samengesteld staal-betondek en de 2 landhoofden en de 2 tussenpijlers bestaan uit metselwerk wanden op een houten (paal)fundering.

De 3 herberekeningen zijn op een uniforme wijze uitgevoerd, uitgaande van een restlevensduur en referentieperiode van 30 jaar en belastingfactoren voor het verbouwniveau, conform de NEN 8700. De constructies zijn ingedeeld in gevolgklasse 2 (CC2) en voor het aantal passages van vrachtwagens per jaar (N_{obs}) is uitgegaan van 20.000. Dit resulteert in de belastingfactoren zoals vermeld in tabel 1 en de volgende correctie- en reductiefactoren:

Directie:
Prof.dr.ir. D.A. Hordijk
Prof.ir. S.N.M. Wijte

Polakweg 14e
Postbus 26
2280 AA Rijswijk ZH

Telefoon 070 - 399 03 03
mail@adviesbureau-hageman.nl
www.adviesbureau-hageman.nl

Bank ABN-AMRO Rijswijk
Rek.nr. NL09 ABNA 0481 3001 39
KvK 's-Gravenhage nr. 27149272

ISO 9001 gecertificeerd

tabel 1 Belastingfactoren oorspronkelijke berekeningen (verbouwniveau)

Vergelijking	Blijvende belastingen		Verkeer (BM1)	Wind	Overige var. bel.
	ongunstig	gunstig			
6.10a	1,25	0,9	1,20 * Ψ0	1,40 * Ψ0	1,30 * Ψ0
6.10b	1,10	0,9	1,20 (* Ψ0)	1,40 (* Ψ0)	1,30 (* Ψ0)

Correctiefactor voor referentieperiode korter dan 100 jaar
Conform de NEN 8701 is aangehouden:
$\Psi_T = 0,99$

Trendreductie ten opzichte van het jaar 2060
Conform de NEN 8701 is aangehouden:
$\alpha_{trend} = 0,97$

Reductiefactor voor het aantal passages van vrachtwagens per jaar (N_{obs})
Conform de NEN-EN 1991-2/NB is aangehouden:
$\alpha_{Q1} = \alpha q_1 = 0,95$

4 Alternatieve belastingsituaties

De 3 alternatieve belastingsituaties die op verzoek van IBA beschouwd zijn, zijn:

- Variant A: restlevensduur van 1 jaar, referentieperiode van 15 jaar en belastingfactoren voor het afkeurniveau, conform de NEN 8700;
- Variant B: reductie van 20% op alle verkeersbelastingen;
- Variant C: combinatie van variant A en variant B.

Voor varianten A en C volgen nu de belastingfactoren zoals vermeld in tabel 2.

tabel 2 Belastingfactoren berekening varianten A en C (afkeurniveau)

Vergelijking	Blijvende belastingen		Verkeer (BM1)	Wind	Overige var. bel.
	ongunstig	gunstig			
6.10a	1,10	0,9	1,10 * Ψ0	1,30 * Ψ0	1,15 * Ψ0
6.10b	1,10	0,9	1,10 (* Ψ0)	1,30 (* Ψ0)	1,15 (* Ψ0)

De correctie- en reductiefactoren wijzigen door de verandering naar afkeurniveau als volgt:

$\Psi_T = 0,98$
$\alpha_{trend} = 0,93$
$\alpha_{Q1} = \alpha q_1 = 0,95$

Gesommeerd leveren deze factoren, ten opzichte van het verbouwniveau, een extra reductie van ongeveer 5% op de verkeersbelastingen.

5 Resultaten

In de oorspronkelijke berekeningen zijn de resultaten gegeven als maximale paalbelasting ten gevolge van alle belastingen (permanent en veranderlijk) voor een maatgevend landhoofd en een maatgevende tussenpijler. Daarnaast is de maximale paalbelasting gegeven voor de situatie dat er alleen permanente belastingen (p.b.) aanwezig zijn. Deze waarden zijn analoog bepaald voor de 3 alternatieve belastingsituaties, de resultaten zijn weergegeven in tabel 3.

Ter informatie zijn de belastingen die vanuit de bovenbouw op de onderbouw werken, per brug en per belastingsituatie, opgenomen als bijlage bij voorliggende notitie.

tabel 3 Overzicht maximale paalbelastingen voor verschillende situaties (in kN)

		Oorspr. berekening	Variant A	%	Variant B	%	Variant C	%
Brug 30	Landhoofd	**142**	135	-5	132	-7	126	-11
	Landhoofd alleen p.b.	**109***	96	-12	109	0	96	-12
	Pijler	**175**	164	-6	157	-10	148	-15
	Pijler alleen p.b.	**100**	89	-12	101	0	89	-12
Brug 41	Landhoofd	**130**	123	-6	118	-10	112	-15
	Landhoofd alleen p.b.	**94**	83	-13	95	0	83	-13
	Pijler	**190**	175	-8	168	-12	156	-18
	Pijler alleen p.b.	**102****	89	-13	102	0	89	-13
Brug 70	Landhoofd	**132**	124	-6	120	-9	115	-13
	Landhoofd alleen p.b.	**105****	92	-12	105	0	92	-12
	Pijler	**218**	197	-10	185	-16	170	-23
	Pijler alleen p.b.	**86**	75	-13	86	0	75	-13

**) In de oorspronkelijke berekening zijn de permanente belastingen uit het grondpakket niet meegenomen. It is gecorrigeerd en de hier gegeven waarde is daarom aanzienlijk hoger.*

***) Deze waarden zijn gering afwijkend van de waarden zoals vermeld in de oorspronkelijke berekeningsrapportages. Deze waarden waren met de geleverde SCIA Engineer-modellen niet reproduceerbaar. De afwijking is echter verwaarloosbaar.*

Analyse van de resultaten

Voor varianten A en C volgt, voor de situatie dat er alleen permanente belastingen zijn, een reductie van de paalbelastingen van ongeveer 12%. Dit volgt direct uit de wijziging van de belastingfactor voor permanente belastingen (volgens vergelijking 6.10a) van 1,25 naar 1,10 (1,10 / 1,25 = 0,88). Voor variant B volgt geen verandering, aangezien de belastingfactor voor permanente belastingen niet wijzigt.

Als wordt aangenomen dat de verkeersbelastingen, in het geval van een landhoofd, in ongeveer 40% van de totale verticale belasting voorzien, dan zou voor variant A een reductie van de paalbelastingen van ongeveer 6% verwacht worden, voor variant B een reductie van ongeveer 8% en voor variant C een reductie van ongeveer 12%. Deze waarden volgen (volgens vergelijking 6.10b) respectievelijk uit:

Variant A: $0{,}95 \times 1{,}10 / 1{,}20 = 0{,}87 \rightarrow 40\% \times (1{,}00 - 0{,}87) = 0{,}06$
Variant B: $0{,}80 \times 1{,}20 / 1{,}20 = 0{,}80 \rightarrow 40\% \times (1{,}00 - 0{,}80) = 0{,}08$
Variant C: $0{,}80 \times 0{,}95 \times 1{,}10 / 1{,}20 = 0{,}70 \rightarrow 40\% \times (1{,}00 - 0{,}70) = 0{,}12$

Deze reducties zijn qua orde grootte ook gevonden met de SCIA Engineer-berekeningen.

Als wordt aangenomen dat de verkeersbelastingen, in het geval van een tussenpijler, in ongeveer 60% van de totale verticale belasting voorzien, dan zouden reducties van respectievelijk ongeveer 9%, 12% en 18% worden verwacht. Ook deze waarden zijn qua orde grootte gevonden.

Alle gevonden reducties liggen dus in lijn der verwachting.

6 Aanvullende opmerkingen

Tijdens de aanvullende beschouwing is opgemerkt dat bij alle drie de oorspronkelijke berekeningen een verkeerde (te hoge) verkeersbelasting is aangehouden bij de bepaling van de belastingen op de tussenpijlers. De invloed van de tandemstelsels is met een factor 2 á 3 (!) te groot ingevoerd.

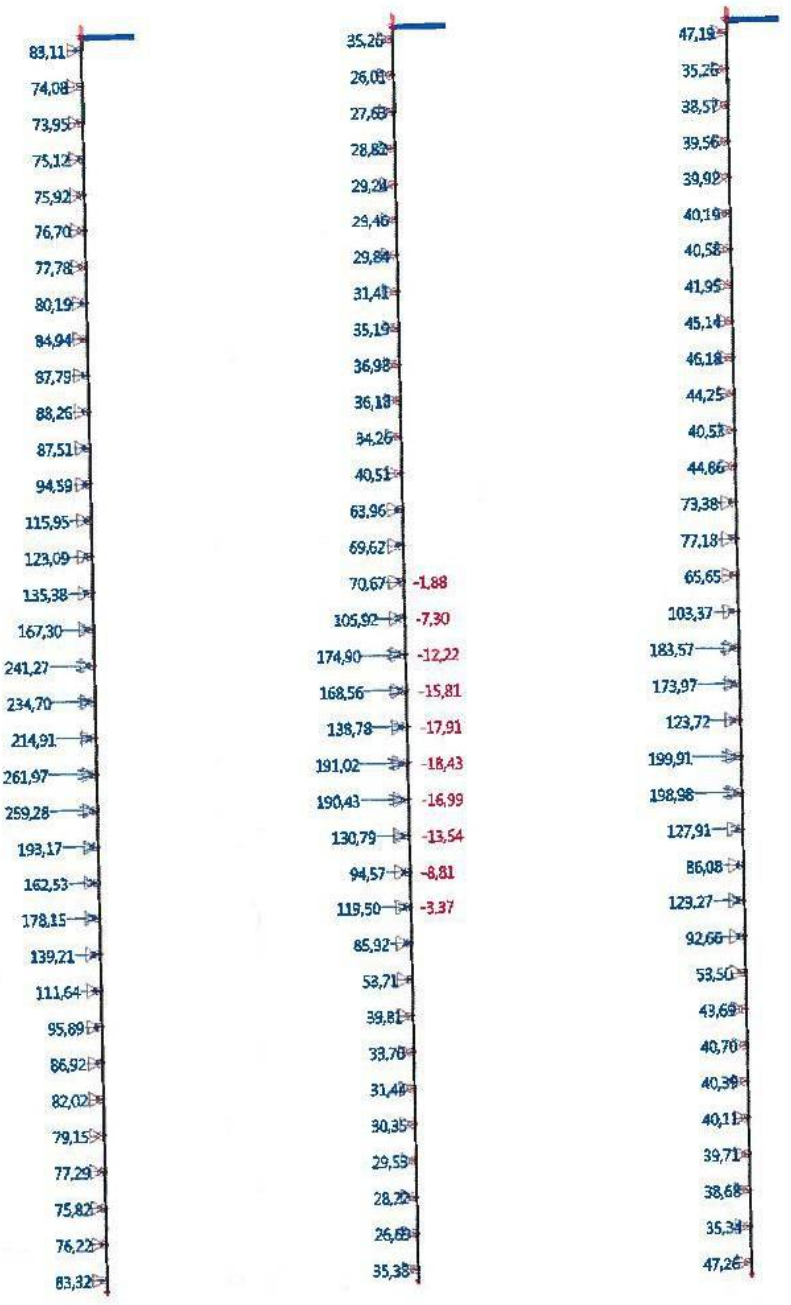
De verwachting is dat dit tot een overschatting van de maximale paalbelasting voor de tussenpijlers leidt van 30 tot 60 kN (!). De paalbelastingen van de tussenpijlers zouden daarmee dichter in de buurt van de paalbelastingen van de landhoofden komen te liggen. Het verdient aanbeveling om de exacte invloed van de te hoog aangehouden belastingen op de maximale paalbelastingen te onderzoeken.

Rijswijk, 3 september 2015.

Bijlage

Brug 30

Oorspronkelijk



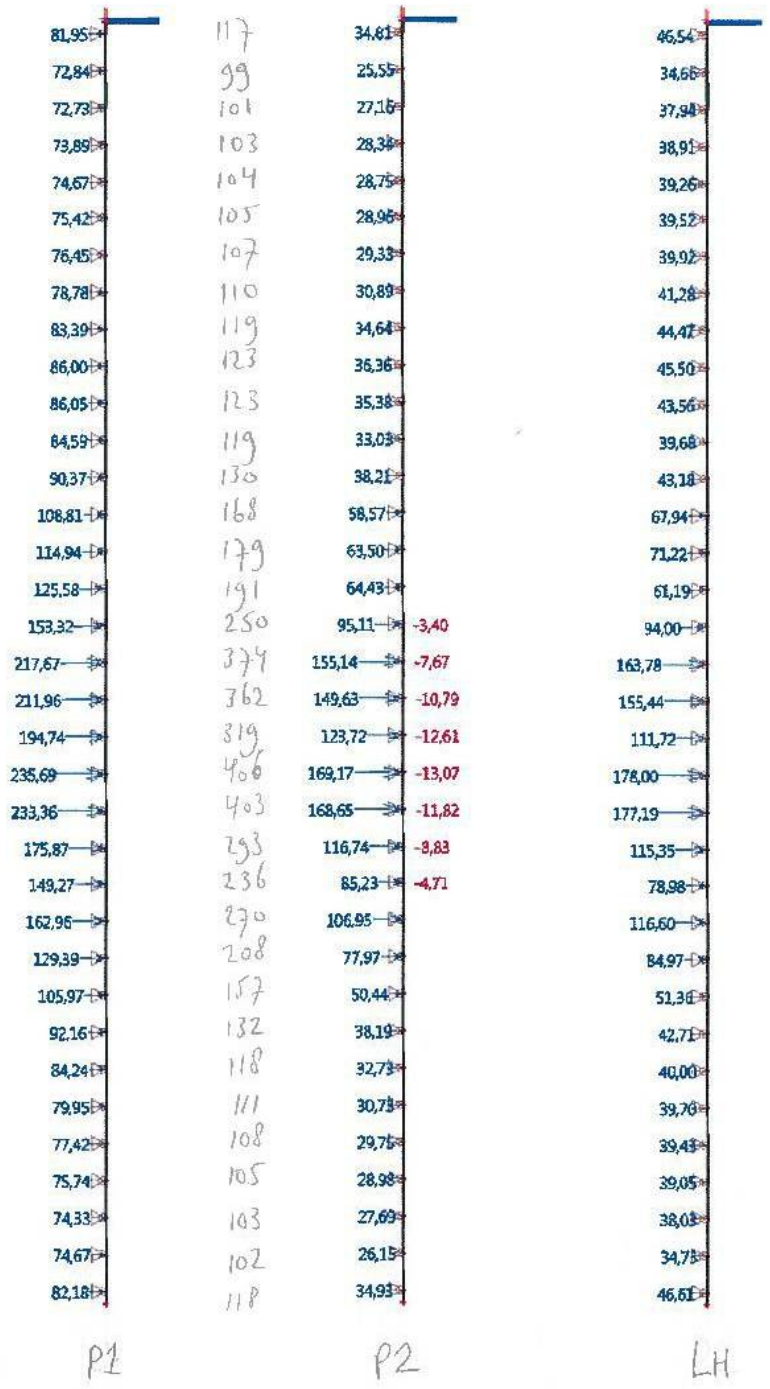
TOTALE BELASTING UIT PERM. BEL: (UGT)

3583 kN

1361 kN

9102

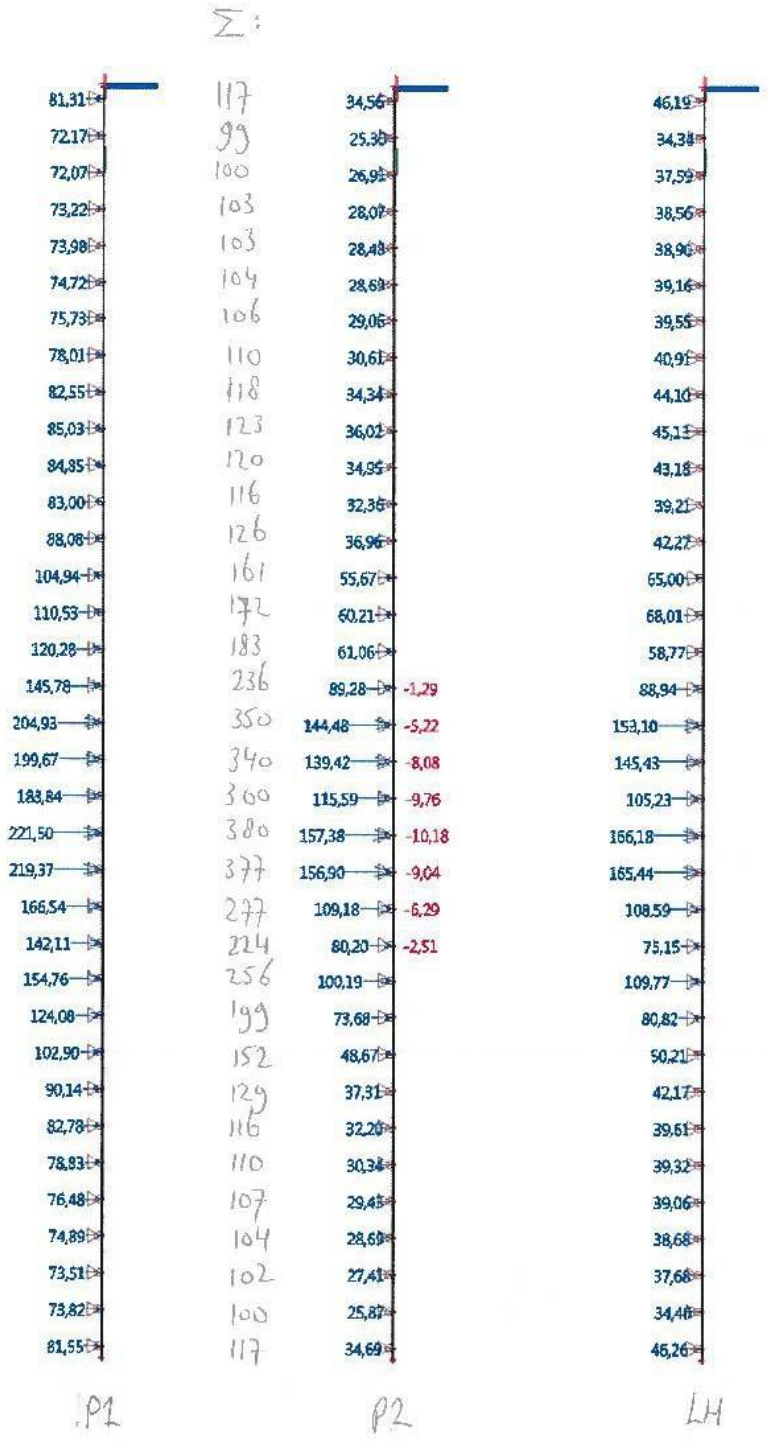
VARIANT A



3153 kN

1198 kN

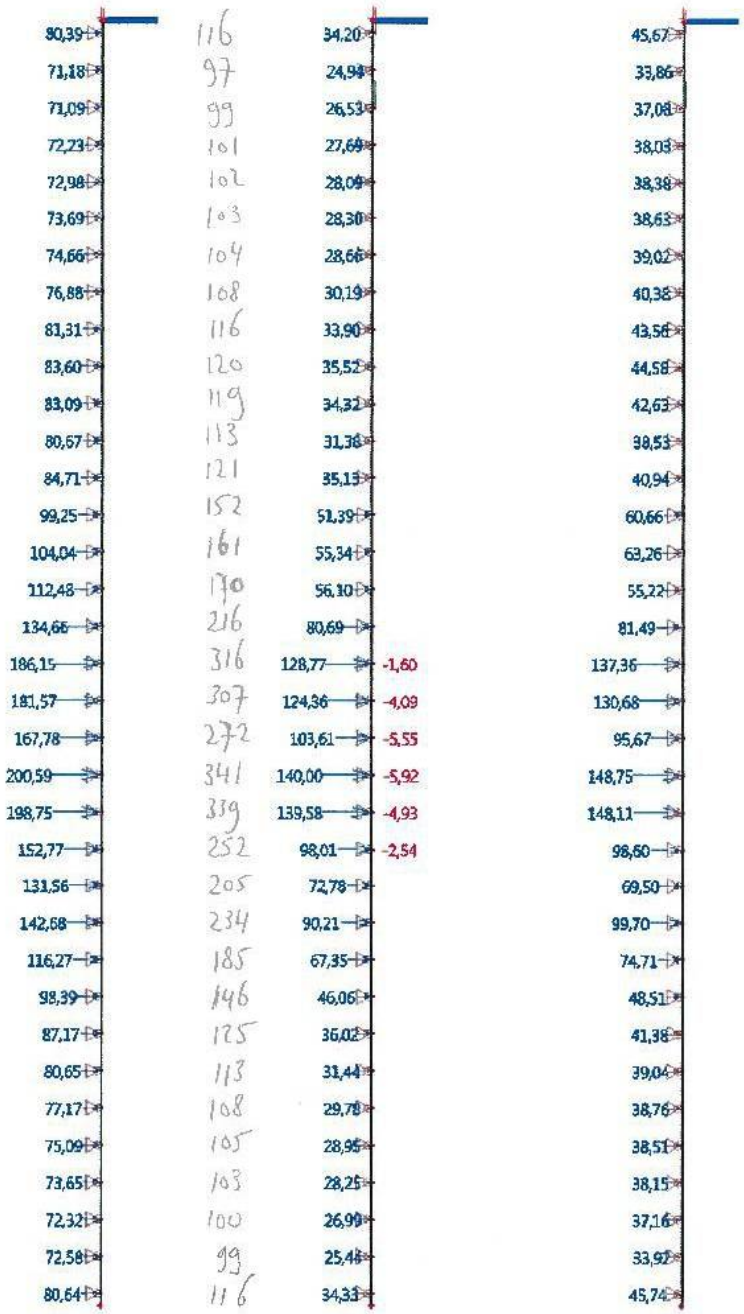
VARIANT B



3583 kN 1361 kN

VARIANT C
(= A+B)

Σ:

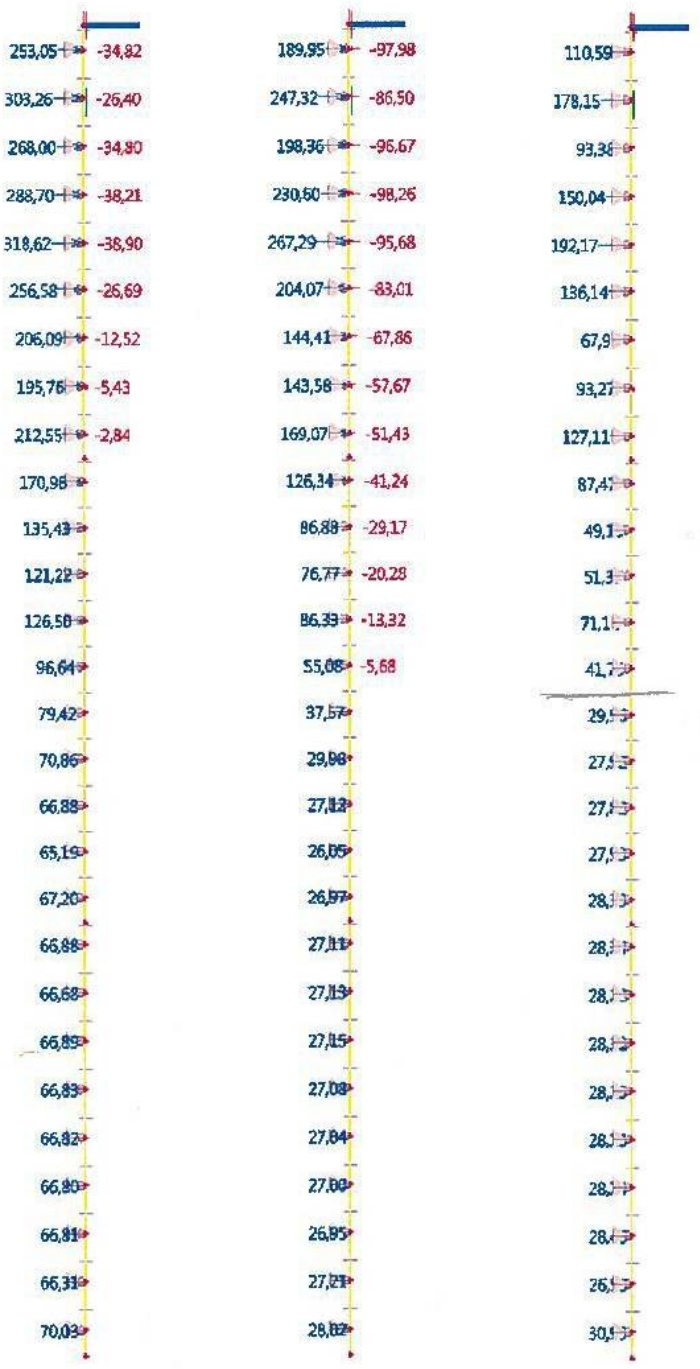


3153 kN

1198 kN

Brug 41

Oorspronkelijk

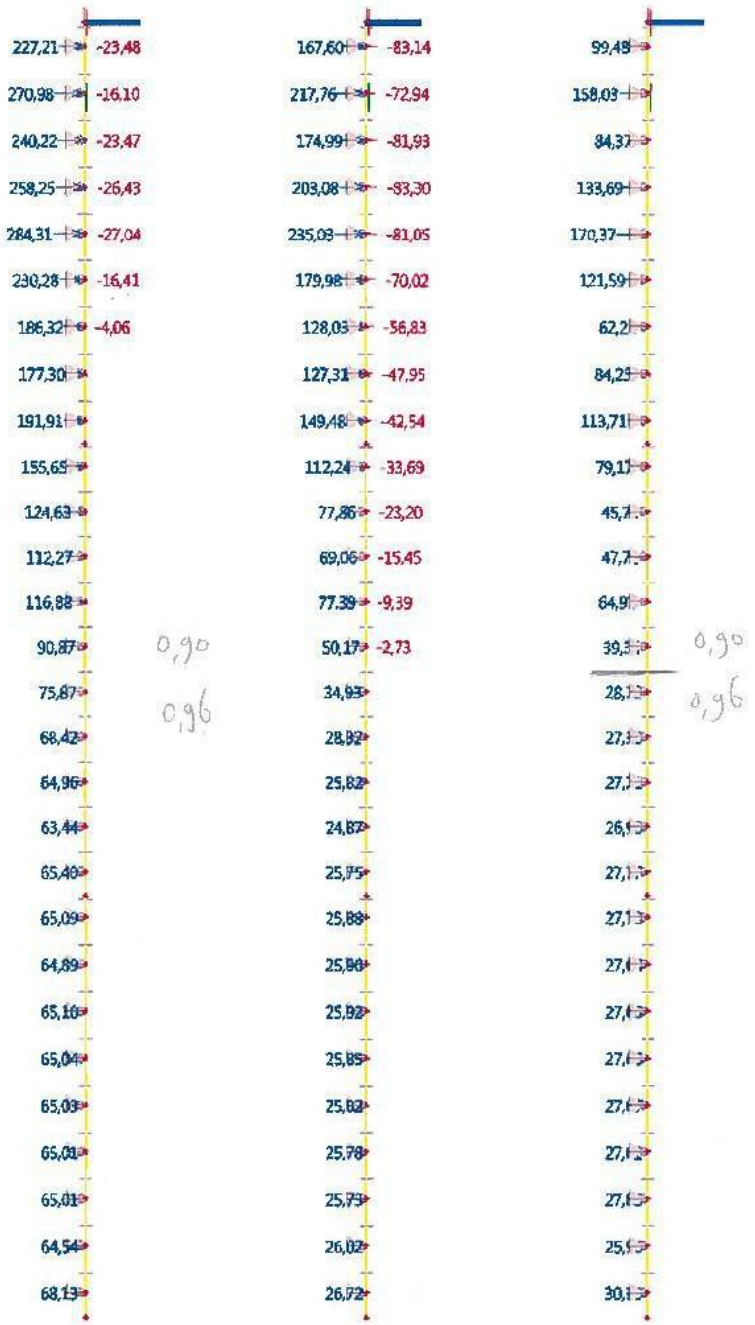


P1 P2 LH

3821 kN 1834 kN

9102

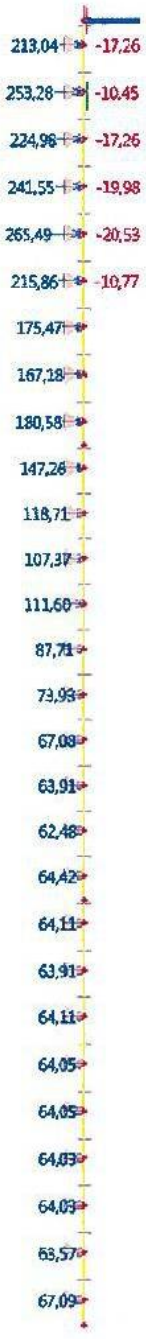
VARIANT A



3581 kN
(0,937)

1682 kN
(0,917)

VARIANT B



0,85

0,96





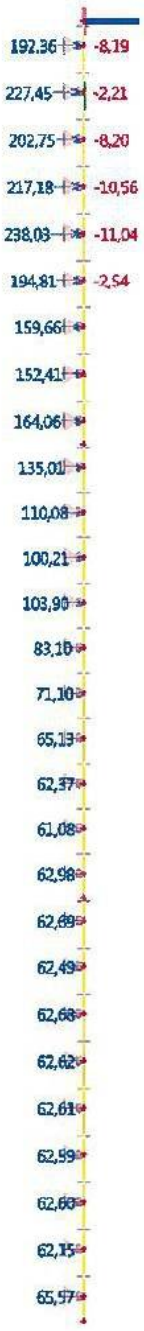
0,84

0,96

3450 kN
(0,903)

1598 kN
(0,871)

VARIANT C



0,77

0,94





0,76

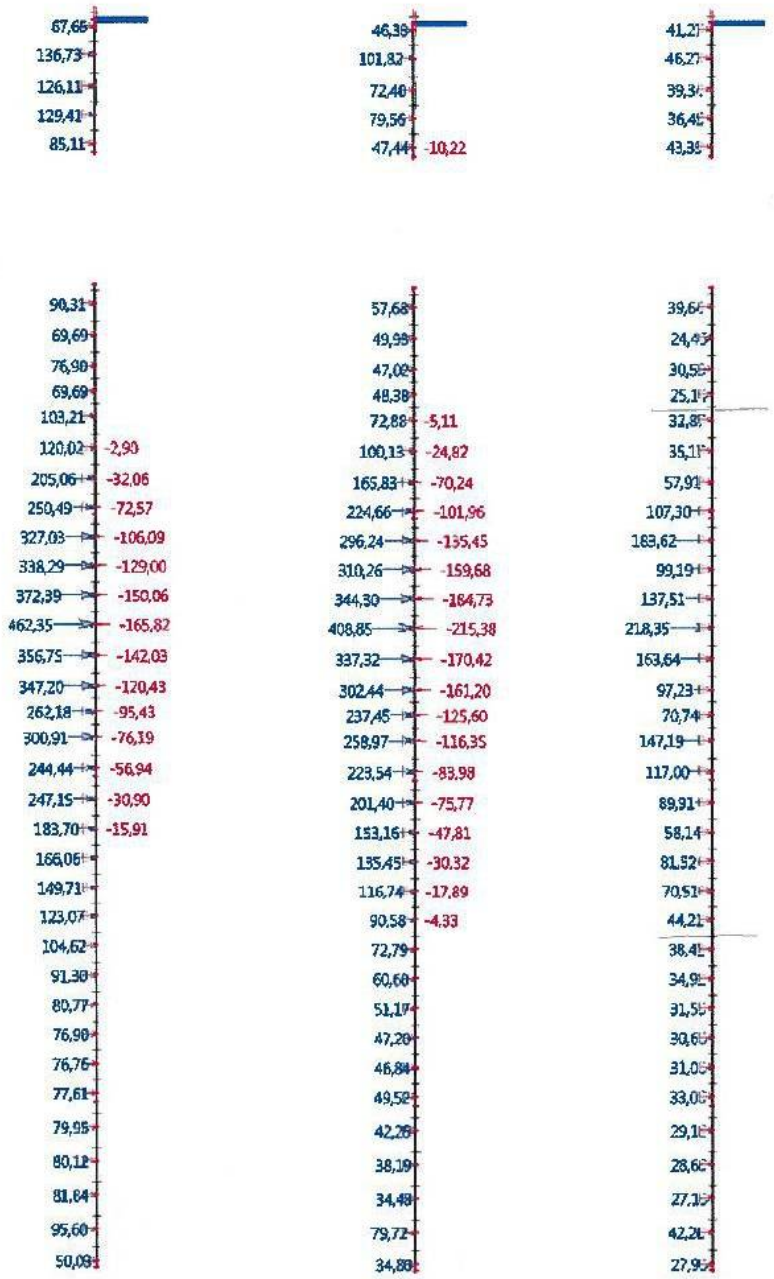
0,93

3258 kN
(0,853)

1476 kN
(0,805)

BRUG 7C

OORSPRONKELIJK

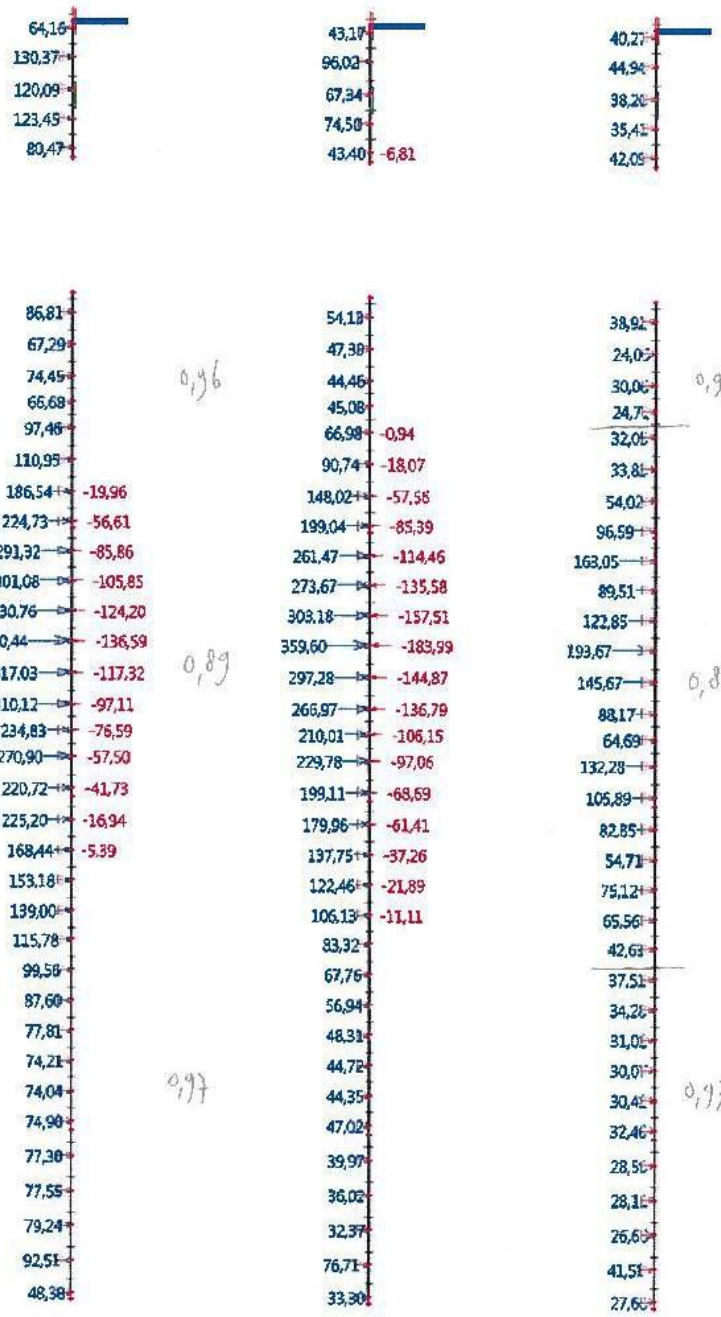


P1 P2 LH

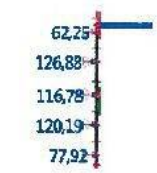
5526 kN 2400 kN

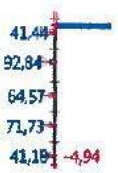
9102

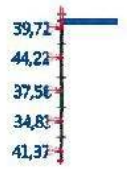
VARIANT A

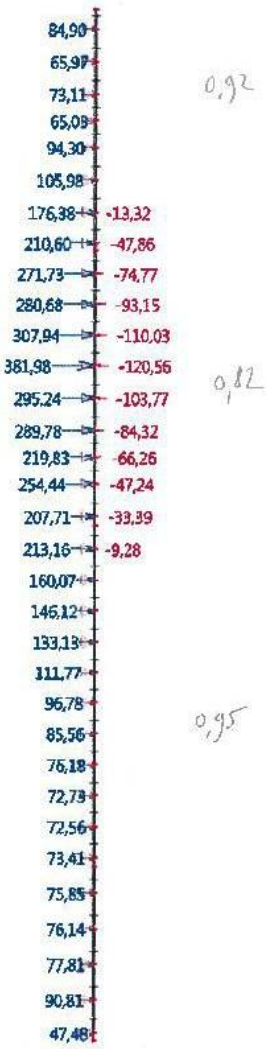

64,16
130,37
120,09
123,45
80,47
43,17
96,02
67,34
74,50
43,40
-6,81
40,27
44,96
38,20
35,41
42,09
86,81
67,29
74,45
66,68
97,46
110,95
186,54
-19,96
224,73
-56,61
291,32
-85,86
301,08
-105,85
330,76
-124,20
410,44
-136,59
317,03
-117,32
310,12
-97,11
234,83
-76,59
270,90
-57,50
220,72
-41,73
225,20
-16,94
168,44
-5,39
153,18
139,00
115,78
99,56
87,60
77,81
74,21
74,04
74,90
77,30
77,55
79,24
92,51
48,38
0,96
0,89
0,97
54,13
47,30
44,46
45,08
66,98
-0,94
90,74
-18,07
148,02
-57,56
199,04
-85,39
261,47
-114,46
273,67
-135,58
303,18
-157,51
359,60
-183,99
297,28
-144,87
266,97
-136,79
210,01
-106,15
229,78
-97,06
199,11
-68,69
179,96
-61,41
137,75
-37,26
122,46
-21,89
106,13
-11,11
83,32
67,76
56,94
48,31
44,72
44,35
47,02
39,97
36,02
32,37
76,71
33,30
38,92
24,05
30,06
24,75
32,05
33,81
54,02
96,59
163,05
89,51
122,85
193,67
145,67
88,17
64,69
132,28
105,89
82,85
54,71
75,12
65,56
42,63
37,51
34,26
31,05
30,01
30,41
32,46
28,56
28,16
26,69
41,51
27,66
0,97
0,89
0,97
P1
P2
LH
5253 kN
(0,950)
2228 kN
(0,928)

VARIANT B

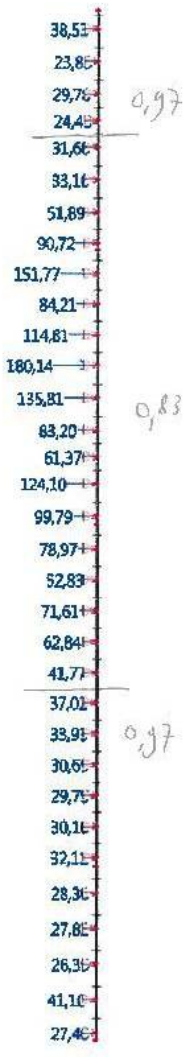












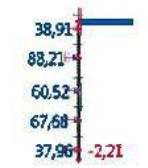
P1 P2 LH

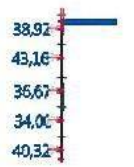
5103 kN
(0,923)

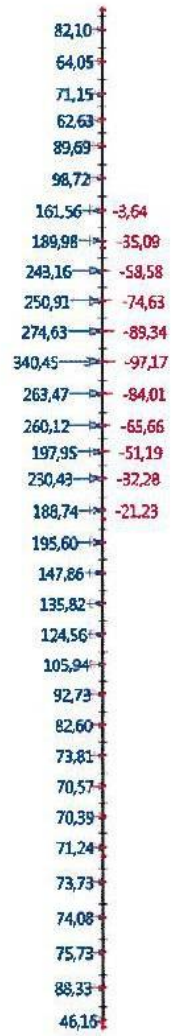
2135 kN
(0,890)

VARIANT C

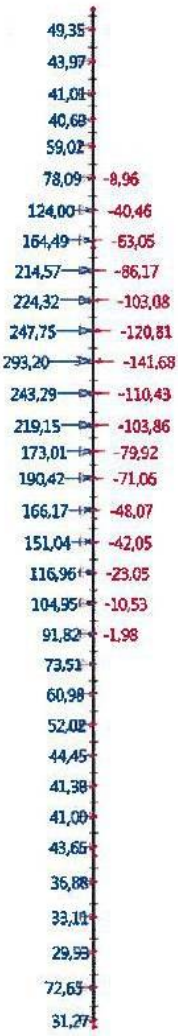




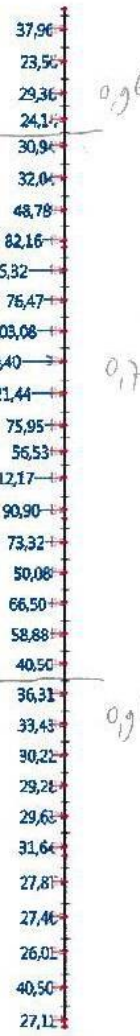




P1



P2



LH

4884 kN
(0,884)

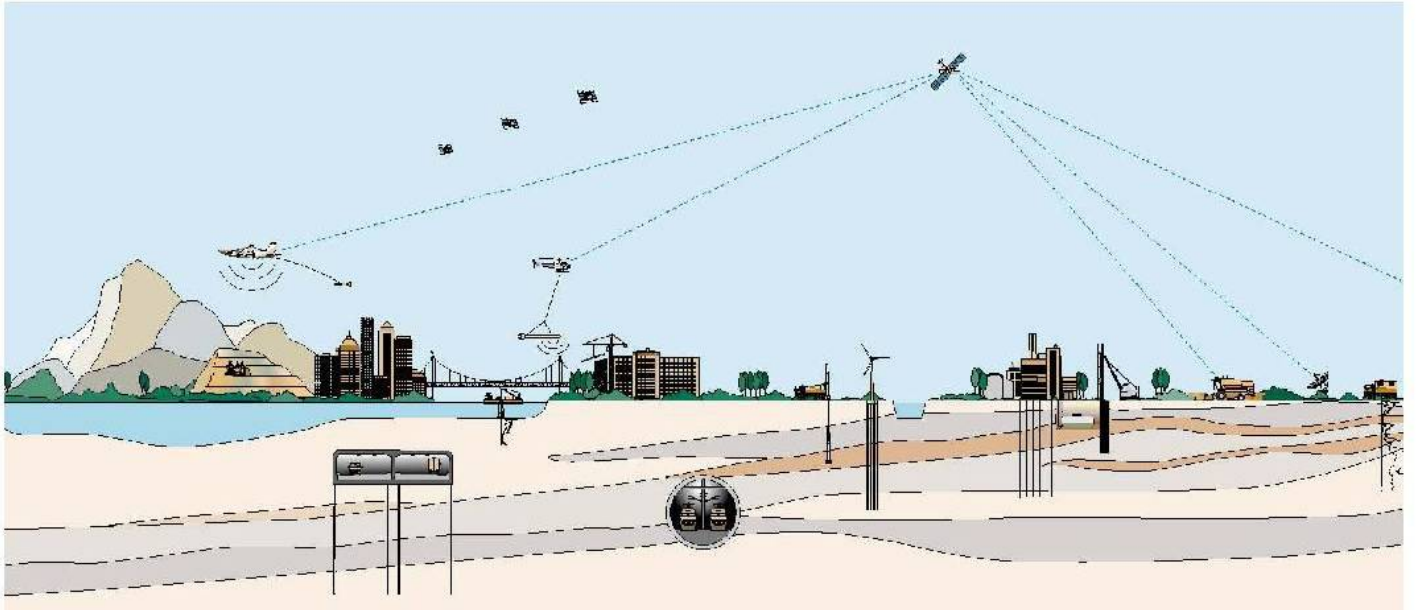
1998 kN
(0,833)

Bijlage 3 - Resultaten funderingsonderzoek Fugro

FUNDERINGSANALYSE
betreffende

BRUG 30, 41 EN 70
VIJZELSTRAAT
AMSTERDAM

Opdrachtnummer: 1015-0304-001



[redacted]

[redacted]

FUNDERINGSANALYSE
betreffende

BRUG 30, 41 EN 70
VIJZELSTRAAT
AMSTERDAM

Opdrachtnummer: 1015-0304-001

Opdrachtgever	:	[redacted]
Datum grondonderzoek	:	1 t/m 3 september 2015
Projectleider	:	[redacted]
Opgesteld door:	:	[redacted]

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	18 september 2015	CONCEPT	[redacted]
2	11 november 2015	DEFINITIEF (geen opmerkingen van gemeente)	

FILE: 1015-0304-001_31.R01V02.docx

Kantoor: Zekeringstraat 41A, 1014 BV Amsterdam, Tel.: 020-6510800, www.fugro.nl
Onderdeel van de Fugro Groep met vestigingen over de hele wereld.

INHOUDSOPGAVE Blz.

1. INLEIDING 1

2. PROJECTOMSCHRIJVING 2
   2.1. Projectlocatie 2
   2.2. Brug 30 Herengracht 2
   2.3. Brug 41 Keizersgracht 3
   2.4. Brug 70 Prinsengracht 3
   2.5. Beschikbare documenten 4
   2.6. Normen en richtlijnen 4

3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID 5
   3.1. Algemeen 5
   3.2. Globale bodemgesteldheid 5
   3.3. Grondwaterstanden 5

4. FUNDERINGSANALYSE 6
   4.1. Algemeen 6
   4.2. Uitgangspunten 6
   4.3. Berekeningsresultaten 7
   4.4. Draagkracht paalhout 13

5. SAMENVATTING, CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN 18
   5.1. Conclusies 18
   5.2. Aanbevelingen 19

BIJLAGEN Nr.

Geotechnisch onderzoek
- Rapportage Geotechnisch Veldwerk 1

Funderingsadvies
- Berekening en toetsing rekenwaarde netto draagkracht 2

1. INLEIDING

Op 18 augustus 2015 ontving Fugro GeoServices B.V. te Amsterdam van Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam de opdracht voor het uitvoeren van aanvullende funderingsanalyses ter plaatse van brug 30, 41 en 70 in de Vijzelstraat te Amsterdam.

Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam heeft in opdracht van afdeling Verkeer & Openbare Ruimte, asset bruggen, van de Gemeente Amsterdam onderzoek verricht naar de constructieve veiligheid van genoemde 3 bruggen in de Vijzelstraat. Door Nebest zijn funderingsinspecties uitgevoerd en door zowel Nebest als SHR is houtonderzoek uitgevoerd, waaruit blijkt dat er sprake is van bacteriële aantasting van de houten palen van de fundering. Om het effect van deze aantasting op de constructieve veiligheid (unity check) inzichtelijk te krijgen is inzicht nodig in de resterende sterkte en geotechnisch paaldraagvermogen van de onderzochte houten palen.

Dit rapport bevat:
- een korte projectomschrijving (hoofdstuk 2);
- een beschrijving van het uitgevoerde geotechnisch onderzoek en de bodemgesteldheid (hoofdstuk 3);
- een funderingsanalyse, bestaande uit een berekening van het geotechnisch paaldraagvermogen en de paalhoutsterkte (hoofdstuk 4);
- samenvatting, conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 5).

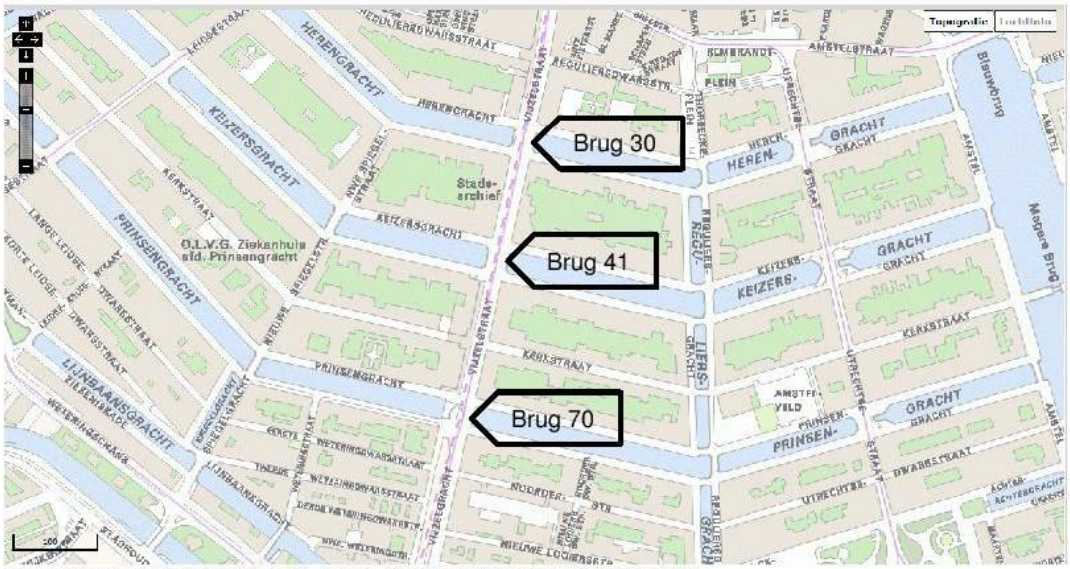
De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op de opdracht en de in het rapport beschreven uitgangspunten. Fugro neemt geen verantwoordelijkheid voor de juistheid van andere dan door ons gerapporteerde conclusies en interpretaties. De gerapporteerde resultaten van het onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven. Fugro staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

2.1. Projectlocatie

Bruggen 30, 41 en 70 zijn gelegen in de Vijzelstraat te Amsterdam en overspannen respectievelijk de volgende 3 grachten (zie ook figuur 2.1):

- Herengracht
- Keizersgracht
- Prinsengracht



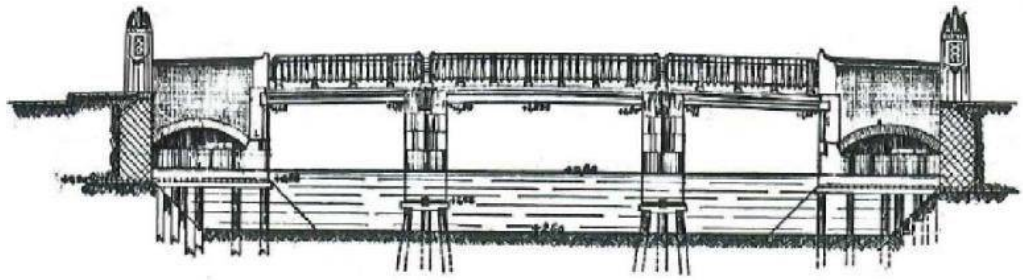
Figuur 2-1: Locaties bruggen 30, 41 en 70 (bron: Amsterdam op de kaart)

Meer informatie over de bruggen in te vinden in onderstaande paragrafen. Voor nadere gegevens omtrent de constructie verwijzen wij u naar de berekeningen en tekeningen van de gemeente.

2.2. Brug 30 Herengracht

Volgens opgave is brug 30 oorspronkelijk gebouwd in 1727, zie ook de langsdoorsnede in figuur 2-2. De toenmalige brug had een breedte van ongeveer 10,5 m. In 1885 is de brug (oostwaarts) verbreed met ongeveer 4,5 m. In 1922 is de brug nogmaals (westwaarts) verbreed, met ongeveer 11,0 m. Tevens is het brugdek toen over de volledige breedte vernieuwd. In 1954 zijn een aantal kleine constructieve aanpassingen aan het brugdek gedaan, in verband met kabels en leidingen. Tenslotte is in 1968 het brugdek volledig vernieuwd.

De brug is nu in totaal circa 26 m breed en overspant circa 21 m met drie overspanningen.

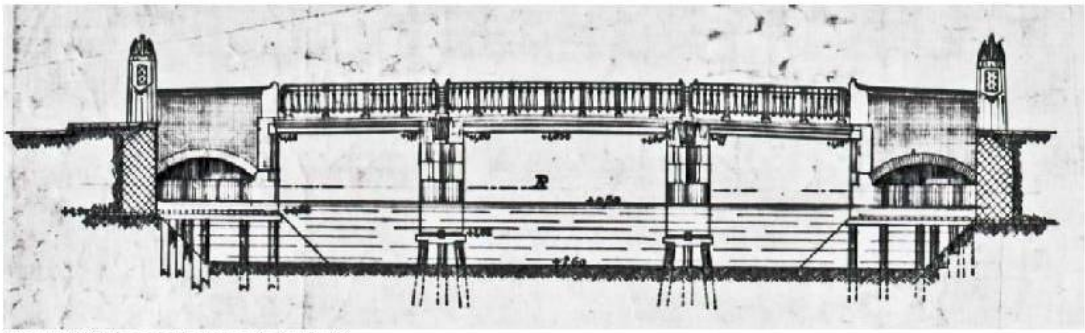


Figuur 2-2: Langsdoorsnede brug 30

2.3. Brug 41 Keizersgracht

Volgens opgave is brug 41 in 1738 gebouwd en de breedte van de brug was toen circa 10,5 m, zie ook de langsdoorsnede in figuur 2-3. In 1881 was de brug verder verbreed tot ca. 14 m maar het was pas in 1922 dat het brugdek geheel was vernieuwd en verbreed tot de huidige breedte, namelijk 26 m. In 2002 werd het gedeelte van het brugdek bestemd voor fiets-, auto- en tramverkeer gesloopt en vervangen. De voetpaden aan weerszijden van de brug werden destijds niet gesloopt en ze zijn nog steeds in gebruik.

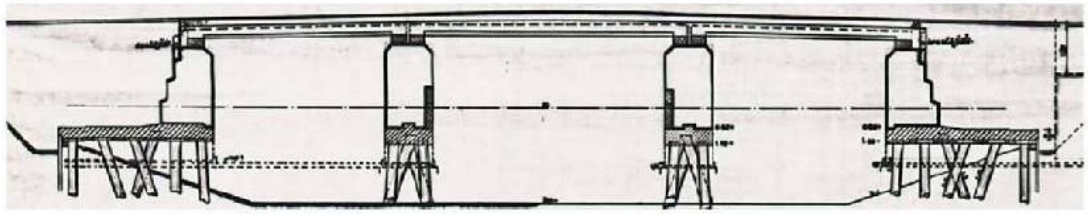
De brug is nu in totaal circa 26 m breed en circa 21 m lang met drie overspanningen.



Figuur 2-3: Langsdoorsnede brug 41

2.4. Brug 70 Prinsengracht

Volgens opgave is brug 70 in 1922 gebouwd. De brug is circa 26 m breed en overspant in totaal circa 22 m met behulp van 2 tussensteunpunten (zie ook de langsdoorsnede in figuur 2-4). De 2 zij-overspanningen zijn elk 5,1 m en de middenoverspanning is 6,85 m.



Figuur 2-4 Langsdoorsnede brug 70

2.5. Beschikbare documenten

De volgende documenten en rapporten zijn door de gemeente ter beschikking gesteld, welke mede de basis vormen voor de funderingsanalyse:

- Constructieve beoordeling van brug 30, Ingenieursbureau gemeente Amsterdam, 12 mei 2014
- Constructieve beoordeling van brug 41, Ingenieursbureau gemeente Amsterdam, 19 mei 2014
- Constructieve beoordeling van brug 70, Ingenieursbureau gemeente Amsterdam, 16 mei 2014
- Funderingsinspectie brug 30, Nebest, 30 oktober 2014
- Funderingsinspectie brug 41, Nebest, 30 oktober 2014
- Funderingsinspectie brug 70, Nebest, 30 oktober 2014
- Aanvullend funderingspaalonderzoek brug 30, Nebest, 7 mei 2015
- Aanvullend funderingspaalonderzoek brug 41, Nebest, 7 mei 2015
- Aanvullend funderingspaalonderzoek brug 70, Nebest, 7 mei 2015
- Berekeningstabellen geotechnisch draagvermogen + houtsterkte per houtmonster, auteur en datum onbekend

2.6. Normen en richtlijnen

Voor het uitvoeren van de funderingsanalyse zijn de volgende normen, richtlijnen en publicaties toegepast:

- Bouwbesluit 2012
- NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies
- Richtlijn onderzoek en beoordeling van houten paalfunderingen onder gebouwen, F3O/SBRCURNET, 2012
- Maatwerk, lokale verordening van Stadsdeel Centrum over onderzoek naar de technische staat van panden in het kader van behoud en herstel, 2009
- De houten paalfundering doorgezaagd, rekenen aan sterk verouderde houten paalfundering, Sas, F., gemeente Amsterdam, 2007

3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

3.1. Algemeen

Het geotechnisch onderzoek voor dit project heeft bestaan uit een veldwerkonderzoek, bestaande uit de uitvoering van 10 sonderingen met meting van zowel de puntweerstand als wrijving.

De resultaten hiervan, eventuele afwijkingen van de opdracht en opmerkingen zijn gepresenteerd in de bijlage “Rapportage Geotechnisch Veldwerk”.

In deze rapportage zijn ook de 2 gehanteerde sonderingen opgenomen die in het kader van een eerder project ter plaatse van brug 41 en 70 zijn uitgevoerd.

3.2. Globale bodemgesteldheid

De maaiveldniveaus ter plaatse van de sondeerlocaties varieerden ten tijde van het onderzoek van NAP +1,24 m tot +1,79 m.

Op basis van het geotechnisch onderzoek kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 3-1 is weergegeven.

Tabel 3-1: Globale bodemgesteldheid

Diepte in m t.o.v. NAP			Bodembeschrijving	
+1,38 à +1,79	tot	Ca. -2	ZAND	Antropogene ophooglaag met puinresten
Ca. -2	tot	Ca. -4,5	VEEN	
Ca. -4,5	tot	-6,75 à -7,75	KLEI	
-6,75 à -7,75	tot	Ca. -9,5	ZAND	Wadzandlaag
Ca. -9,5	tot	Ca.-11,5	KLEI	
Ca. -11,5	tot	-12,25 à -12,75	VEEN	Niet overal aanwezig
-12,25 à -12,75	tot	Ca. -15	ZAND	Eerste zandlaag
Ca. -15	tot	Ca. -16	KLEI	Doorsneden door zandlaagjes
Ca. -16	tot	Ca. -24,5	ZAND	Tweede zandlaag
-24,5			Maximaal verkende diepte	

3.3. Grondwaterstanden

Het peil van een nabijgelegen open water, namelijk NAP -0,39 m, is gedurende het grondonderzoek gemeten en is vermeld op de situatietekening in de bijlage. Deze waterstand is een eenmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is de grondwaterstand aangetroffen in de sondeergaten van DKM2 en DKM5 op 2,1 m beneden maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa NAP -0,5 m tot NAP -0,8 m. Deze grondwaterstanden zijn eenmalige opnames en bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

4. FUNDERINGSANALYSE

4.1. Algemeen

Op verzoek van de opdrachtgever zijn controle berekeningen gedaan voor de bestaande houten funderingspalen onder de drie bruggen van houten palen. De uitgangspunten en berekeningsresultaten zijn in respectievelijk paragraaf 4.2 en 4.3 gepresenteerd.

4.2. Uitgangspunten

Voor de uitwerking van het draagkrachtberekeningen voor dit project zijn, aan de hand van de resultaten van de door de opdrachtgever verstrekte funderingsinspecties, de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bij de draagkrachtberekening is uitgegaan van verticaal, centrisch en op druk belaste palen. Momenten, trekbelastingen en horizontale belastingen zijn niet beschouwd.
- De funderingsanalyses voor dit project zijn opgesteld conform het Bouwbesluit, de norm geotechniek NEN 9997-1 en de lokale verordening “Maatwerk”. Laatst genoemde verordening geeft aan dat in het algemeen geen rekening hoeft te worden gehouden met negatieve kleefbelasting. Dit is zeker van toepassing voor de palen onder de middenpijlers, aangezien hier geen sprake is van een (zand)ophoging en dus langdurige zakking door negatieve kleef. Bij de palen onder de landhoofden is wel sprake van een ophoging. Naar verwachting is deze ophoging reeds lange tijd aanwezig en is er niet of nauwelijks sprake van zettingen en dus negatieve kleef. Dit dient door aanvullende (hoogte)metingen te worden bevestigd (zie ook hoofdstuk 5). Indien er sprake is van onzekerheid kan als alternatief de negatieve kleef op de muren van het landhoofd als belasting worden meegenomen. In de draagkrachtberekeningen is hier geen rekening mee gehouden.
- de paalpuntdiameter is afgeleid uit de paalkopdiameter verminderd met de tapsheid van de palen. Wij zijn van mening dat eventuele bacteriële aantasting aan de paalpunt de geotechnische draagkracht van houten palen niet (negatief) beïnvloedt. Er zijn inmiddels op diverse locaties in Amsterdam houten palen getrokken (b.v. Czaar Peterstraat, Meerhuizenplein, Rijnstraat en bij het Centraal Station). Bij het trekken van de palen is nooit uitwendige schade opgemerkt, die verband zou kunnen houden met afgenomen sterkte van de buitenste schil van de palen. Dus geen afgeschoven buitenste schil of iets dergelijks. Dit beeld wordt bevestigd door [Sas, 2007]. Aangezien de krachten tijdens het trekken van palen zeer fors zijn, is het ook niet aannemelijk dat er afschuiven binnen het hout optreedt onder de normale drukbelasting vanuit een gebouw. Als bacteriële aantasting de geotechnische draagkracht van houten palen zou verlagen, dan zouden veel meer gebouwen in Amsterdam een toename in zakkingssnelheid moeten vertonen dan nu het geval is. Dat zou dan goed te constateren moeten zijn bij funderingen met een betonnen funderingsconstructie. Deze vertonen echter over het algemeen een lineair doorgaand zakkingsgedrag als gevolg van overbelasting door negatieve kleef, geen toename van zakkingssnelheid. In Zaanstad zou een afname van geotechnische draagkracht als gevolg van bacteriële aantasting heel duidelijk merkbaar moeten zijn. Hier hebben de palen over het algemeen een diameter van Ø120 mm aan de kop en de lengte van de palen bedraagt ca. 7 m. De puntdiameter bedraagt dan Ø65 à Ø70 mm. Stel dat er een schil van 10 mm dik aan de punt zou afschuiven, dan zou de puntdiameter en de draagkracht van de palen afnemen met ca. 50 %. Dat zou toch een forse toename in het zakkingsgedrag moeten veroorzaken, maar dat is nooit geconstateerd. Ook in Zaanstad zijn trouwens palen zonder uitwendige schade getrokken.

- voor de tapsheid is volgens “Maatwerk” een waarde van 8 mm/m aangehouden, min of meer vergelijkbaar met de waarde zoals genoemd in de F3O-richtlijn, namelijk 7,5 mm/m.
- het paalkopniveau bedraagt volgens opgave circa NAP -1,0 m;
- het paalpuntniveau is afhankelijk van de diepte van de eerste zandlaag, die per sondering varieert van ca. NAP -12,25 tot -12,75 m. Naar verwachting staan de palen maximaal 2 tot 3 tochten (1 tocht komt overeen met 25 cm) in de draagkrachtige zandlaag, e.e.a. gebaseerd op ervaring en de destijds gebruikte heiapparatuur/ heimethode. In tabel 4-1 zijn de te verwachten paalpuntniveaus per sondering (en overige karakteristieken per sondering) gepresenteerd. Op basis hiervan varieert de paallengte van ca. 11,75 tot 12,25 m.

Tabel 4-1: Te verwachten paalpuntniveaus

Sondering (locatie)	Maaiveldniveau [m NAP]	Bovenzijde Wadzandlaag [m NAP]	Bovenzijde 1ste zandlaag [m NAP]	Te verwachten paalpuntniveau** [m NAP]
Brug 30				
DKM1 (NW)	+1,38	-7,75	-12,25	-12,75
DKM2 (NO)	+1,56	-7,75	-12,25	-12,75
DKM3 (ZO)	+1,43	-7,5	-12,25	-12,75
DKM4 (ZW)	+1,47	-7,75	-12,25	-12,75
Brug 41				
DKM5 (NW)	+1,27	-6,5	-12,25	-12,75
DKM6 (NO)	+1,53	-7,0	-12,25	-12,75
DKM7 (ZO)	+1,24	-7,0	-12,5	-13,0
DKM12* (ZW)	+1,79	-7,0	-12,25	-12,75
Brug 70				
DKM8 (NO)	+1,71	-7,0	-12,5	-13,0
DKM9 (ZO)	+1,42	-6,75	-12,25	-12,75
DKM10 (ZW)	+1,79	-6,75	-12,5	-13,0
DKM2* (NW)	+1,73	-7,0	-12,75	-13,25

* deze sonderingen zijn uitgevoerd onder projectnummer 4010-0370-000

4.3. Berekeningsresultaten

Op basis van de in paragraaf 4.2 genoemde uitgangspunten is per sondering voor centrisch en verticaal op druk belaste palen voor diverse paalschachtmetingen en een te verwachten paalpuntniveau de rekenwaarde van het paaldraagvermogen ($R_{c;net;d}$). De resultaten van de berekeningen zijn gepresenteerd in tabellen 4-2a t/m c. Dit op basis van de door Nebest ingemeten kopdiameter van diverse palen per brug (zie figuren 4-1a t/m c).

*Tabel 4-2a: Rekenwaarde paaldraagvermogen **brug 30***

Sondering	Paal	Paalkopdiameter [mm]	Paalpuntniveau [m NAP]	Paalpuntdiameter [mm]	$R_{c;net;d}$* [kN]
DKM1	HM7	240	-12,75	146	190
	HM8	270	-12,75	176	255
	HM13	250	-12,75	156	215
	HM14	210	-12,75	116	120
	HM15	230	-12,75	136	165
	HM19	250	-12,75	156	215
	HM20	230	-12,75	136	165

Sondering	Paal	Paalkopdiameter [mm]	Paalpuntniveau [m NAP]	Paalpuntdiameter [mm]	$R_{c;net;d}$* [kN]
	HM21	230	-12,75	136	165
DKM2	HM1	250	-12,75	156	145
	HM2	230	-12,75	136	115
	HM10	230	-12,75	136	115
	HM11	230	-12,75	136	115
	HM12	280	-12,75	186	180
	HM16	200	-12,75	106	75
	HM17	210	-12,75	116	90
	HM18	250	-12,75	156	145
DKM3	HM3	250	-12,75	156	200
	HM22	260	-12,75	166	225
	HM23	200	-12,75	106	95
	HM24	210	-12,75	116	115
	HM25	260	-12,75	166	225
	HM30	280	-12,75	186	270
	HM31	220	-12,75	126	135
	HM32	270	-12,75	176	250
DKM4	HM9	240	-12,75	146	175
	HM26	230	-12,75	136	155
	HM27	230	-12,75	136	155
	HM28	250	-12,75	156	195
	HM29	230	-12,75	136	155
	HM33	270	-12,75	176	235
	HM34	230	-12,75	136	155
	HM35	240	-12,75	146	175

*exclusief bijdrage negatieve kleef

Tabel 4-2a: Rekenwaarde paaldraagvermogen ***brug 41***

Sondering	Paal	Paalkopdiameter [mm]	Paalpuntniveau [m NAP]	Paalpuntdiameter [mm]	$R_{c;net;d}$* [kN]
DKM5A	HM7	250	-12,75	156	155
	HM8	240	-12,75	146	145
	HM13	240	-12,75	146	145
	HM14	240	-12,75	146	145
	HM15	240	-12,75	146	145
	HM19	250	-12,75	156	155
	HM20	250	-12,75	156	155
	HM21	270	-12,75	176	185
DKM6	HM1	240	-12,75	146	105
	HM2	260	-12,75	166	130
	HM5	250	-12,75	156	115
	HM10	260	-12,75	166	130
	HM11	260	-12,75	166	130
	HM12	260	-12,75	166	130
	HM16	270	-12,75	176	145
	HM17	230	-12,75	136	90
	HM18	260	-12,75	166	145

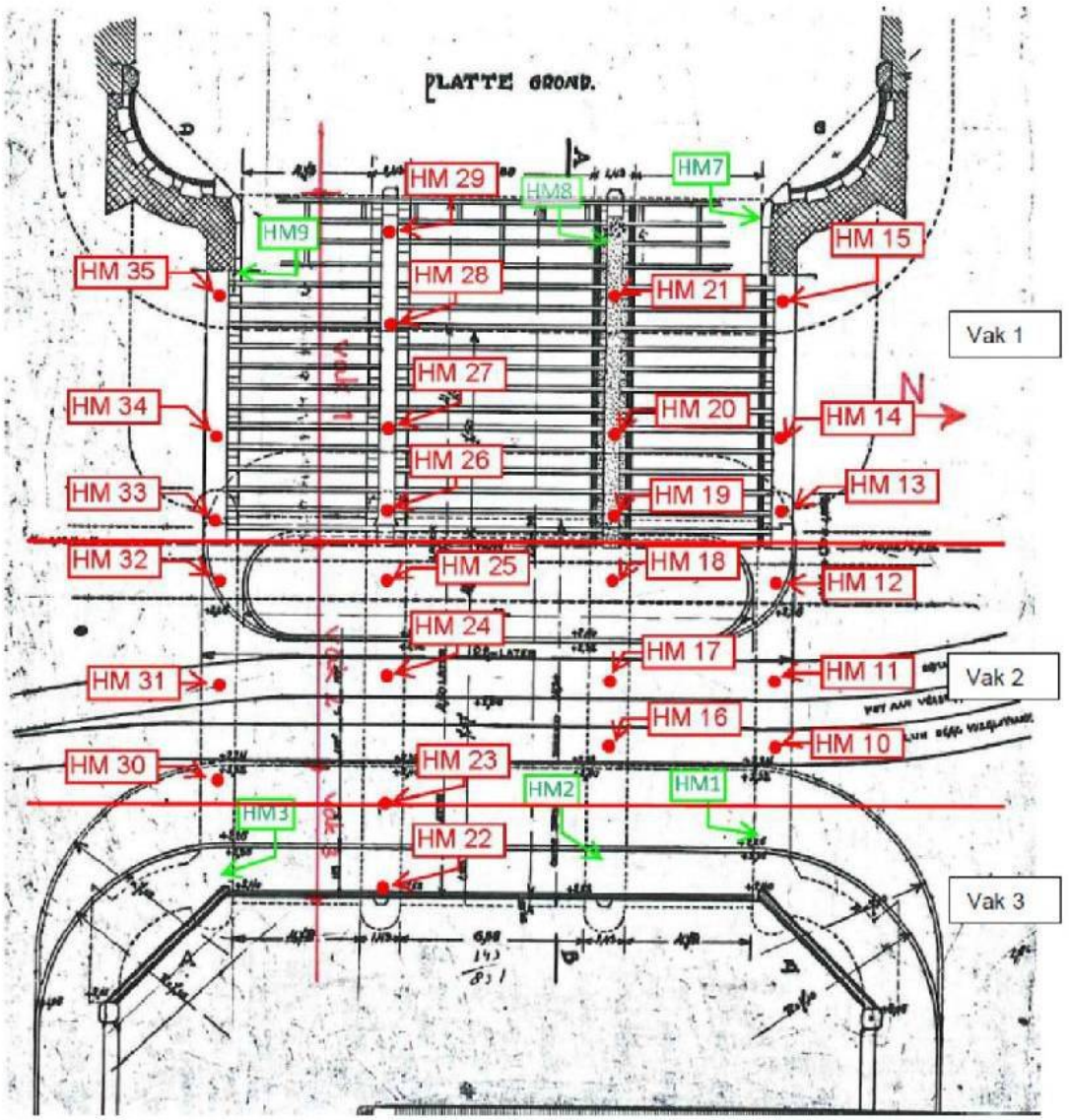
Sondering	Paal	Paalkopdiameter [mm]	Paalpuntniveau [m NAP]	Paalpuntdiameter [mm]	$R_{c;net;d}$* [kN]
DKM7	HM3	250	-13,00	154	120
	HM6	250	-13,00	154	120
	HM22	250	-13,00	154	120
	HM23	210	-13,00	114	70
	HM24	240	-13,00	144	105
	HM25	250	-13,00	154	120
	HM30	270	-13,00	174	155
	HM31	250	-13,00	154	120
	HM32	260	-13,00	164	135
DKM12**	HM9	250	-12,75	156	225
	HM26	230	-12,75	136	175
	HM27	230	-12,75	136	175
	HM28	250	-12,75	156	225
	HM29	230	-12,75	136	175
	HM33	270	-12,75	176	285
	HM34	270	-12,75	176	285
	HM35	240	-12,75	146	200

*exclusief bijdrage negatieve kleef
**deze sondering is uitgevoerd onder projectnummer 4010-0370-000

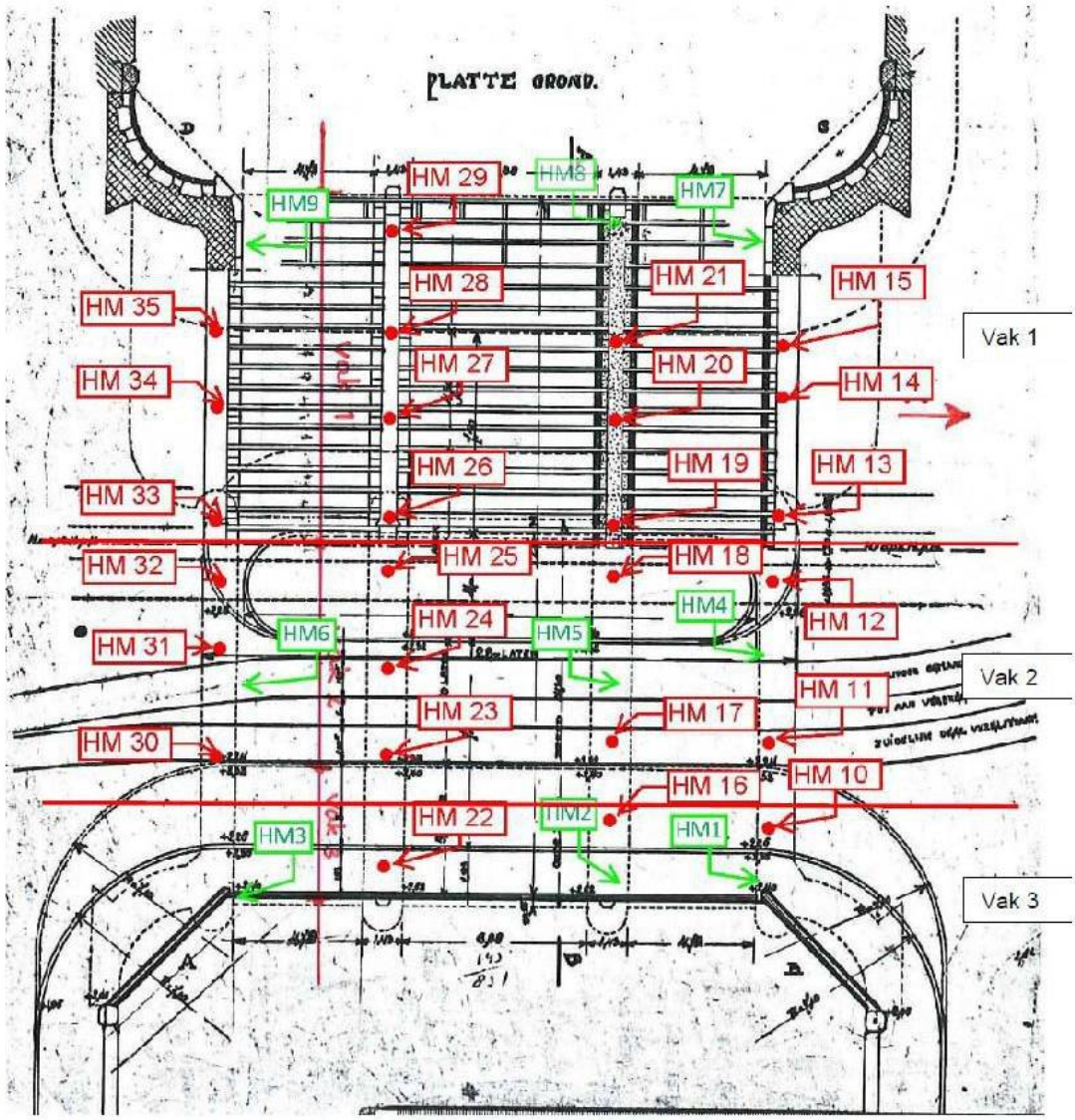
*Tabel 4-2a: Rekenwaarde paaldraagvermogen **brug 70***

Sondering	Paal	Paalkopdiameter [mm]	Paalpuntniveau [m NAP]	Paalpuntdiameter [mm]	$R_{c;net;d}$* [kN]
DKM2**	HM1	260	-13,25	162	145
	HM7	250	-13,25	152	135
	HM8	270	-13,25	172	155
	HM9	250	-13,25	152	135
	HM10	260	-13,25	162	145
	HM11	270	-13,25	172	155
DKM8	HM2	300	-13,00	204	190
	HM5	250	-13,00	154	120
	HM6	260	-13,00	164	135
	HM12	280	-13,00	184	160
DKM9	HM3	260	-12,75	166	190
	HM13	260	-12,75	166	190
	HM14	250	-12,75	156	170
	HM20	250	-12,75	156	170
DKM10	HM4	260	-13,00	164	225
	HM15	260	-13,00	164	225
	HM16	240	-13,00	144	185
	HM17	270	-13,00	174	245
	HM18	270	-13,00	174	245
	HM19	270	-13,00	174	245

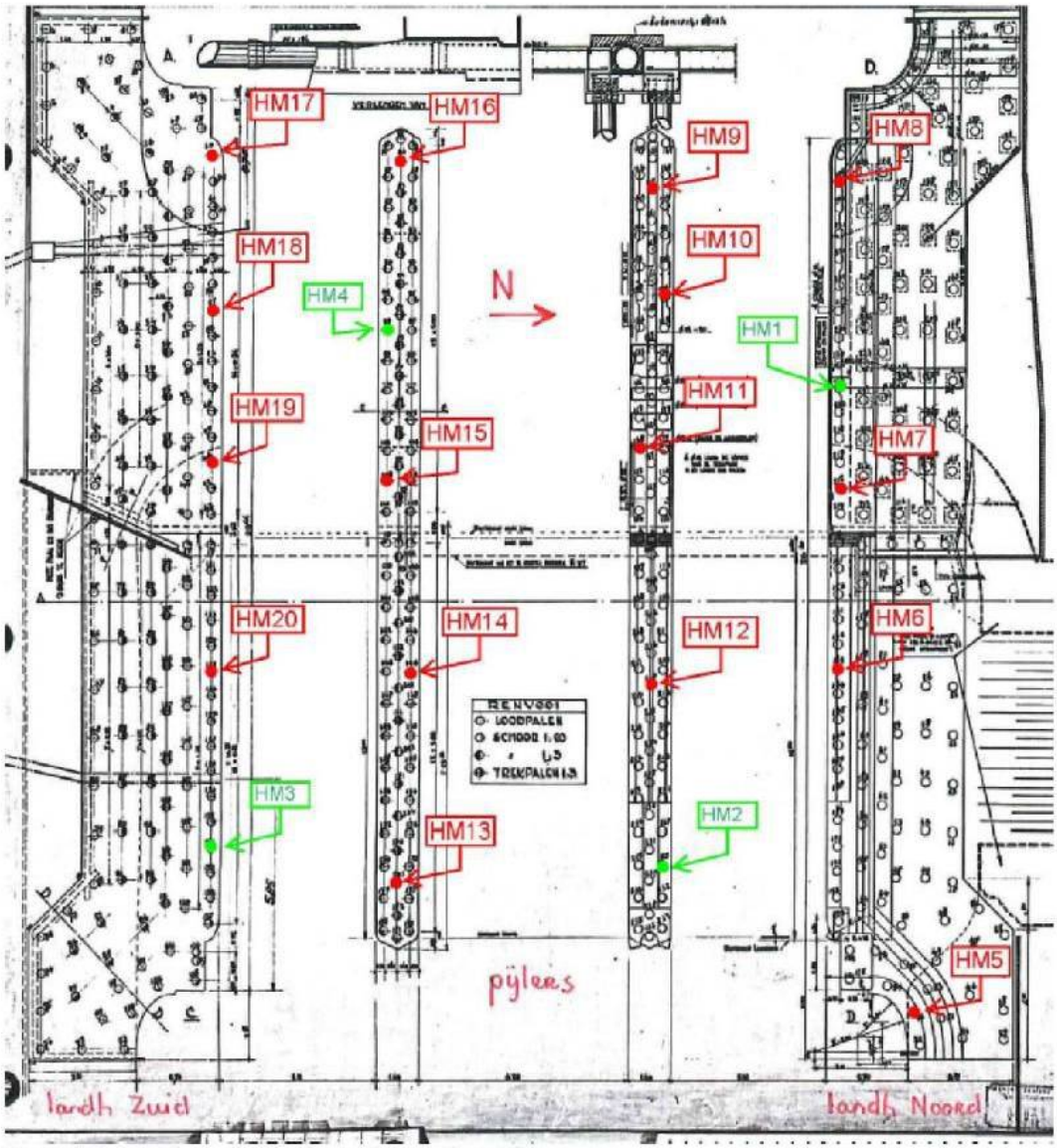
* exclusief bijdrage negatieve kleef
**deze sondering is uitgevoerd onder projectnummer 4010-0370-000



Figuur 4-1a: Locaties palen/ houtmonstername ***brug 30***



Figuur 4-1b: Locaties palen/ houtmonstername ***brug 41***



Figuur 4-1c: Locaties palen/ houtmonstername ***brug 70***

Een voorbeeldberekening van de rekenwaarde van de netto draagkracht van een paal en de toetsing van UGT type B is gegeven in de bijlage.

Voor de berekening van de rekenwaarde van de maximale draagkracht en de toetsing van de UGT type B volgens 7.6.2.3 van NEN 9997-1 zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Conform de lokale verordening “Maatwerk” en tabel A.6 uit de NEN9997-1 is uitgegaan van een partiële materiaalfactor/ weerstandsfactor van 1,15, uitgaande van palen die (gedurende lange tijd) zijn proefbelast.

- Conform “Maatwerk” en tabel A10b uit de NEN9997-1 is uitgegaan van een correlatiefactor ξ_3 van 1,2, uitgaande van een stijf bouwwerk en 2 sonderingen.
- Bij de draagkrachtberekeningen is geen rekening gehouden met het optreden van negatieve kleef langs de paalschacht.
- Bij de berekeningen is voor de bepaling van de puntdraagkracht en de positieve schachtwrijving in de eerste zandlaag uitgegaan van de volgende paalfactoren:
  α_p = 1,0
  α_s = 0,012
  β = 1,0
  s = 1,0

4.4. Draagkracht paalhout

Tijdens de funderingsinspectie werd de houtkwaliteit van de funderingspalen beoordeeld met behulp van een inslaghamer type Pilodyn. Hieruit blijkt dat de volgende indringingen zijn gemeten:

- Brug 30: 5 tot 10 mm;
- Brug 41: 3 tot 22 mm;
- Brug 70: 5 tot 9 mm.

Hierbij wordt opgemerkt dat het aantal metingen per brug relatief gering is en dat door Nebest een meetmethode is gebruikt waarbij geen kon worden gehouden met de extra weerstand die de inslaghamer onder water ondervindt. Volgens opgave bedraagt deze afwijking 40% (en zijn derhalve de gemeten indringswaarden vermenigvuldigd met een factor 1,4).

Daarnaast is door SHR en Nebest uitgebreid laboratoriumonderzoek op houtmonsters uitgevoerd. Er is sprake van ernstige bacteriële aantasting, die per brug varieert:

- Brug 30, vak 1 (bouwjaar 1922): 0 tot 16 mm
- Brug 30, vak 2 (1727): 0 tot 42 mm
- Brug 30, vak 3 (1885): 0 tot 16 mm
- Brug 41, vak 1 (1922): 0 tot 27 mm
- Brug 41, vak 2 (1738): 0 tot 86 mm
- Brug 41, vak 3 (1881): 0 tot 40 mm
- Brug 70 (1934): 0 tot 23 mm

De resultaten van het laboratoriumonderzoek geven over het algemeen een ongunstiger beeld dan de gemeten indringingen met de inslaghamer. Op basis van de gemeten indringingen en de resultaten van het laboratoriumonderzoek kan de afname van het dragende paaloppervlak in de huidige situatie worden vastgesteld. De dikte van de niet dragende schil is 5 mm meer dan de gemiddelde gemeten indringingen per brug(vak), conform de methode zoals beschreven in de F3O-richtlijn. Ook is de situatie over 30 jaar ingeschat met behulp van lineaire extrapolatie van het bouwjaar.

De norm EN 1995 (Eurocode 5) geeft aan dat voor Europees naaldhout axiaal een maximale rekenwaarde van de druksterkte van 10,8 N/mm^2 mag worden gehanteerd. Hierbij is ervan uitgegaan dat de samenwerkingsfactor k_{sys} van 1,1 mag worden toegepast voor de bouwmuren en gevels.

Overeenkomstig de F$_3$O/CURNET/SBR richtlijn “Onderzoek en beoordeling van houten paalfunderingen onder gebouwen” dient de draagkracht van de palen te worden getoetst op

het omslagpunt aangezien de axiale houtspanning hier maximaal is. Uit de resultaten van sonderingen blijkt dat het omslagpunt op ca. NAP -6,5 à -7,75 m ligt.

Aangezien er sprake is van bacteriële aantasting bij de paalkop zal ook bij het omslagpunt hiermee rekening moeten worden gehouden. Hoewel het verloop van bacteriële aantasting over de paallengte nog niet volledig in kaart is gebracht, wordt er conform de F3O-richtlijn van uitgegaan dat de dikte van de door bacterien veroorzaakte zacht schil aan de paalpunt de helft is van die aan de paalkop. Hiertussen is sprake van een lineair verloop.

Tabel 4-3a: Berekeningsresultaten draagkracht paalhout ***brug 30 (conform F3O-methode)***

BRUG 30 HERENGRACHT

	paallengte tot omslagpunt [m]	**6,5**	tapsheid [mm/m]	**8**	rekenwaarde drukstrekte [N/mm2]	**10,8**	paallengte [m]	**11,75**
paal/ houtmonster	huidige paalkopdiameter*	huidige indringing**	gecorrigeerde paalkopdiameter	huidige gecorrigeerde paaldiameter bij omslagpunt***	huidige rekenwaarde draagkracht hout****	indringing na 30 jaar o.b.v. lineaire extrapolatie vanaf bouwjaar*****	gecorrigeerde paaldiameter bij omslagpunt na 30 jaar	rekenwaarde draagkracht hout na 30 jaar****
vak 1 (1922)	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]
HM7	240	13	214	169	243	16	165	232
HM8	270	13	244	199	337	16	195	324
HM9	240	13	214	169	243	16	165	232
HM13	250	13	224	179	272	16	175	261
HM14	210	13	184	139	164	16	135	156
HM15	230	13	204	159	215	16	155	205
HM19	250	13	224	179	272	16	175	261
HM20	230	13	204	159	215	16	155	205
HM21	230	13	204	159	215	16	155	205
HM26	230	13	204	159	215	16	155	205
HM27	230	13	204	159	215	16	155	205
HM28	250	13	224	179	272	16	175	261
HM29	230	13	204	159	215	16	155	205
HM33	270	13	244	199	337	16	195	324
HM34	230	13	204	159	215	16	155	205
HM35	240	13	214	169	243	16	165	232
gemiddelde	*239*	*13*	*213*	*169*	*243*	*16*	*165*	*232*
vak 2 (1727) - oorspronkelijke brug van 10,5 m breed								
HM10	230	15	200	156	207	16	155	203
HM11	230	15	200	156	207	16	155	203
HM12	280	15	250	206	361	16	205	356
HM16	200	15	170	126	135	16	125	132
HM17	210	15	180	136	158	16	135	154
HM18	250	15	220	176	264	16	175	259
HM23	200	15	170	126	135	16	125	132
HM24	210	15	180	136	158	16	135	154
HM25	260	15	230	186	294	16	185	290
HM30	280	15	250	206	361	16	205	356
HM31	220	15	190	146	182	16	145	178
HM32	270	15	240	196	327	16	195	322
gemiddelde	*237*	*15*	*207*	*163*	*232*	*16*	*161*	*228*
vak 3 (1885) - verbreding met 4,5 m (ten oosten van oorspronkelijke brug: DKM 2 en 3)								
HM1	250	15	220	176	264	17	173	254
HM2	230	15	200	156	207	17	153	198
HM3	250	15	220	176	264	17	173	254
HM22	260	15	230	186	294	17	183	284
gemiddelde	*248*	*15*	*218*	*174*	*257*	*17*	*170*	*247*

* op ca. NAP -1 m (gemeente)

** huidige indringing gebaseerd op:

gemeten gem. indringing (Nebest)

factor i.v.m. meetmethode (onder water): 1,4 (Nebest)

toeslagfactor van 5 mm vanwege resultaten houtonderzoek (F3O)

*** op ca. NAP -7,5 m o.b.v. tapsheid van 8 mm/m (Maatwerk)

****o.b.v. rekenwaarde druksterkte van 10,8 N/mm2 (F3O)

*****extrapolatie o.b.v. gem. gemeten indringing en factor meetmethode, maar excl. toeslagfactor

Tabel 4-3b: Berekeningsresultaten draagkracht paalhout ***brug 41 (conform F3O-methode)***

BRUG 41 KEIZERSGRACHT

	paallengte tot omslagpunt [m]	6	tapsheid [mm/m]	8	rekenwaarde drukstrekte [N/mm2]	10,8	paallengte [m]	11,75
paal/ houtmonster	huidige paalkopdiameter*	huidige indringing**	gecorrigeerde paalkopdiameter	huidige gecorrigeerde paaldiameter bij omslagpunt***	huidige rekenwaarde draagkracht hout****	indringing na 30 jaar o.b.v. lineaire extrapolatie vanaf bouwjaar*****	gecorrigeerde paaldiameter bij omslagpunt na 30 jaar	rekenwaarde draagkracht hout na 30 jaar****
vak 1 (1922)	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]
HM7	250	14	222	181	278	17	177	265
HM8	240	14	212	171	248	17	167	236
HM9	250	14	222	181	278	17	177	265
HM13	240	14	212	171	248	17	167	236
HM14	240	14	212	171	248	17	167	236
HM15	240	14	212	171	248	17	167	236
HM19	250	14	222	181	278	17	177	265
HM20	250	14	222	181	278	17	177	265
HM21	270	14	242	201	343	17	197	329
HM26	230	14	202	161	220	17	157	209
HM27	230	14	202	161	220	17	157	209
HM28	250	14	222	181	278	17	177	265
HM29	230	14	202	161	220	17	157	209
HM33	270	14	242	201	343	17	197	329
HM34	270	14	242	201	343	17	197	329
HM35	250	14	222	181	278	17	177	265
gemiddelde	*248*	*14*	*220*	*179*	*272*	*17*	*174*	*259*
vak 2 (1738)								
HM5	250	32	186	154	202	35	150	191
HM6	250	32	186	154	202	35	150	191
HM11	260	32	196	164	229	35	160	217
HM12	260	32	196	164	229	35	160	217
HM17	230	32	166	134	153	35	130	143
HM18	260	32	196	164	229	35	160	217
HM23	210	32	146	114	111	35	110	103
HM24	240	32	176	144	177	35	140	166
HM25	250	32	186	154	202	35	150	191
HM30	270	32	206	174	258	35	170	245
HM31	250	32	186	154	202	35	150	191
HM32	260	32	196	164	229	35	160	217
gemiddelde	*249*	*32*	*185*	*154*	*202*	*35*	*149*	*191*
vak 3 (1881)								
HM1	240	16	208	168	240	18	165	230
HM2	260	16	228	188	300	18	185	289
HM3	250	16	218	178	269	18	175	258
HM10	260	16	228	188	300	18	185	289
HM16	270	16	238	198	333	18	195	321
HM22	250	16	218	178	269	18	175	258
gemiddelde	*255*	*16*	*223*	*183*	*285*	*18*	*180*	*274*

* op ca. NAP -1 m (gemeente)

** huidige indringing gebaseerd op:

gemeten gem. indringing (Nebest)

factor i.v.m. meetmethode (onder water): 1,4 (Nebest)

toeslagfactor van 5 mm vanwege resultaten houtonderzoek (F3O)

*** op ca. NAP -7 o.b.v. tapsheid van 8 mm/m (Maatwerk)

****o.b.v. rekenwaarde druksterkte van 10,8 N/mm2 (F3O)

*****extrapolatie o.b.v. gem. gemeten indringing en factor meetmeethode, maar excl. toeslagfactor

Tabel 4-3c: Berekeningsresultaten draagkracht paalhout ***brug 70 (conform F3O-methode)***

BRUG 70 PRINSENGRACHT

(bouwjaar 1934)	paallengte tot omslagpunt [m]	**6**	tapsheid [mm/m]	**8**	rekenwaarde drukstrekte [N/mm2]	**10,8**	paallengte [m]	**12**
paal/ houtmonster	huidige paalkopdiameter*	huidige indringing**	gecorrigeerde paalkopdiameter	huidige gecorrigeerde paaldiameter bij omslagpunt***	huidige rekenwaarde draagkracht hout****	indringing na 30 jaar o.b.v. lineaire extrapolatie vanaf bouwjaar*****	gecorrigeerde paaldiameter bij omslagpunt na 30 jaar	rekenwaarde draagkracht hout na 30 jaar****
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]
HM1	260	14	232	191	309	17	186	293
HM2	300	14	272	231	453	17	226	433
HM3	260	14	232	191	309	17	186	293
HM4	260	14	232	191	309	17	186	293
HM5	250	14	222	181	278	17	176	263
HM6	260	14	232	191	309	17	186	293
HM7	250	14	222	181	278	17	176	263
HM8	270	14	242	201	343	17	196	326
HM9	250	14	222	181	278	17	176	263
HM10	260	14	232	191	309	17	186	293
HM11	270	14	242	201	343	17	196	326
HM12	280	14	252	211	378	17	206	360
HM13	260	14	232	191	309	17	186	293
HM14	250	14	222	181	278	17	176	263
HM15	260	14	232	191	309	17	186	293
HM16	240	14	212	171	248	17	166	234
HM17	270	14	242	201	343	17	196	326
HM18	270	14	242	201	343	17	196	326
HM19	270	14	242	201	343	17	196	326
HM20	250	14	222	181	278	17	176	263
gemiddelde	*262*	*14*	*234*	*193*	*317*	*17*	*188*	*301*

* op ca. NAP -1 m (gemeente)

** huidige indringing gebaseerd op:

gemeten gem. indringing (Nebest)

factor i.v.m. meetmethode (onder water): 1,4 (Nebest)

toeslagfactor van 5 mm vanwege resultaten houtonderzoek (F3O)

*** op ca. NAP -7 m o.b.v. tapsheid van 8 mm/m (Maatwerk)

****o.b.v. rekenwaarde druksterkte van 10,8 N/mm2 (F3O)

*****extrapolatie o.b.v. gem. gemeten indringing en factor meetmethode, maar excl. toeslagfactor

Gezien de beperkte hoeveelheid aan gemeten indringen in relatie tot de omvang van het laboratoriumonderzoek is daarnaast een berekening uitgevoerd waarbij alleen de ernstig aangetaste schil op basis van laboratoriumonderzoek is gehanteerd en waarbij dus niet rekening is gehouden met de gemeten indringen. De resultaten voor brug 41 zijn gepresenteerd in 4-3d.

Tabel 4-3d: Berekeningsresultaten draagkracht paalhout ***brug 41 (o.b.v. alleen laboratoriumonderzoek)***

BRUG 41 KEIZERSGRACHT

	paallengte tot omslagpunt [m]	6	tapsheid [mm/m]	8	rekenwaarde drukstrekte [N/mm2]	10,8	paallengte [m]	11,75	
paal/ houtmonster	huidige paalkopdiameter*	schil met ernstige aantasting obv laboonderzoek	gecorrigeerde paalkopdiameter obv laboonderzoek	huidige gecorrigeerde paaldiameter bij omslagpunt***	huidige rekenwaarde draagkracht hout****	indringing na 30 jaar o.b.v. lineaire extrapolatie vanaf bouwjaar*****	gecorrigeerde paaldiameter bij omslagpunt na 30 jaar	rekenwaarde draagkracht hout na 30 jaar****	verschil in draagkracht na 30 jaar tussen methode 1 en 2
vak 1 (1922)	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]
HM7	250	25	200	165	230	33	153	198	-67
HM8	240	15	210	170	244	20	162	224	-12
HM9	250	0	250	202	346	0	202	346	81
HM13	240	20	200	162	223	26	153	198	-39
HM14	240	27	186	152	195	36	139	163	-73
HM15	240	0	240	192	313	0	192	313	77
HM19	250	10	230	187	297	13	182	282	17
HM20	250	13	224	183	283	17	176	264	-1
HM21	270	0	270	222	418	0	222	418	89
HM26	230	0	230	182	281	0	182	281	72
HM27	230	0	230	182	281	0	182	281	72
HM28	250	0	250	202	346	0	202	346	81
HM29	230	19	192	154	200	25	145	177	-31
HM33	270	0	270	222	418	0	222	418	89
HM34	270	6	258	213	385	8	210	375	46
HM35	250	0	250	202	346	0	202	346	81
gemiddelde	*248*	*8*	*231*	*187*	*300*	*11*	*183*	*289*	*30*
vak 2 (1738)									
HM5	250	86	78	74	46	95	60	31	-160
HM6	250	0	250	202	346	0	202	346	155
HM11	260	26	208	173	255	29	169	243	25
HM12	260	50	160	138	160	55	129	142	-75
HM17	230	34	162	131	146	38	126	134	-9
HM18	260	8	244	200	340	9	199	335	118
HM23	210	45	120	95	77	50	88	65	-37
HM24	240	18	204	165	231	20	162	223	57
HM25	250	15	220	180	274	17	177	266	76
HM30	270	30	210	177	267	33	172	252	7
HM31	250	45	160	135	155	50	128	138	-52
HM32	260	33	194	163	225	37	158	210	-7
gemiddelde	*249*	*33*	*184*	*153*	*210*	*36*	*148*	*199*	*8*
vak 3 (1881)									
HM1	240	28	184	150	192	34	141	169	-61
HM2	260	6	248	203	350	7	201	343	54
HM3	250	4	242	196	326	5	195	322	63
HM10	260	0	260	212	381	0	212	381	92
HM16	270	23	224	188	299	28	180	275	-46
HM22	250	40	170	142	172	49	129	141	-117
gemiddelde	*255*	*17*	*221*	*182*	*267*	*21*	*176*	*272*	*-2*

* op ca. NAP -1 m (gemeente)
*** op ca. NAP -7 m o.b.v. tapsheid van 8 mm/m (Maatwerk)
****o.b.v. rekenwaarde druksterkte van 10,8 N/mm2 (F3O)
*****extrapolatie o.b.v. laboonderzoek

Uit de in tabel 4-3d gepresenteerde resultaten blijkt dat er sprake is van (grote) verschillen op individueel paalniveau, echter niet op basis van de gemiddelde waarden per brugvak.

5. SAMENVATTING, CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

5.1. Conclusies

Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam heeft in opdracht van afdeling Verkeer & Openbare Ruimte, asset bruggen, van de Gemeente Amsterdam onderzoek verricht naar de constructieve veiligheid van 3 bruggen in de Vijzelstraat, namelijk:

- Brug 30 over de Herengracht
- Brug 41 over de Keizersgracht
- Brug 70 over de Prinsengracht

Door Nebest zijn funderingsinspecties uitgevoerd en door zowel Nebest als SHR is houtonderzoek uitgevoerd, waaruit blijkt dat er sprake is van bacteriële aantasting van de houten palen van de fundering. Om het effect van deze aantasting op de constructieve veiligheid (unity check) inzichtelijk te krijgen is inzicht nodig in de resterende sterkte en geotechnisch paaldraagvermogen van de onderzochte houten palen.

De berekeningsresultaten van het gemiddeld geotechnisch paaldraagvermogen zijn in tabel 5-1 per brug samengevat. Hierbij wordt opgemerkt dat de waarden zijn gebaseerd op alle onderzochte palen, d.w.z. palen met verschillende diameters.

Tabel 5-1: Samenvatting berekeningsresultaten geotechnisch paaldraagvermogen

Brug	Rekenwaarde paaldraagvermogen [kN]				Variatie-coëfficiënt
	gemiddeld	maximum	minimum	Standaard-afwijking	
30	168	270	75	50	30%
41	152	285	70	48	31%
70	178	245	120	40	23%

De resultaten laten zien dat sprake is van een relatief grote spreiding, mede veroorzaakt door de grilligheid in gemeten conusweerstanden van de eerste zandlaag bij met name brug 41 en 70. Hierbij wordt opgemerkt dat de variatiecoëfficiënt van het paaldraagvermogen van palen met dezelfde diameter over het algemeen kleiner is.

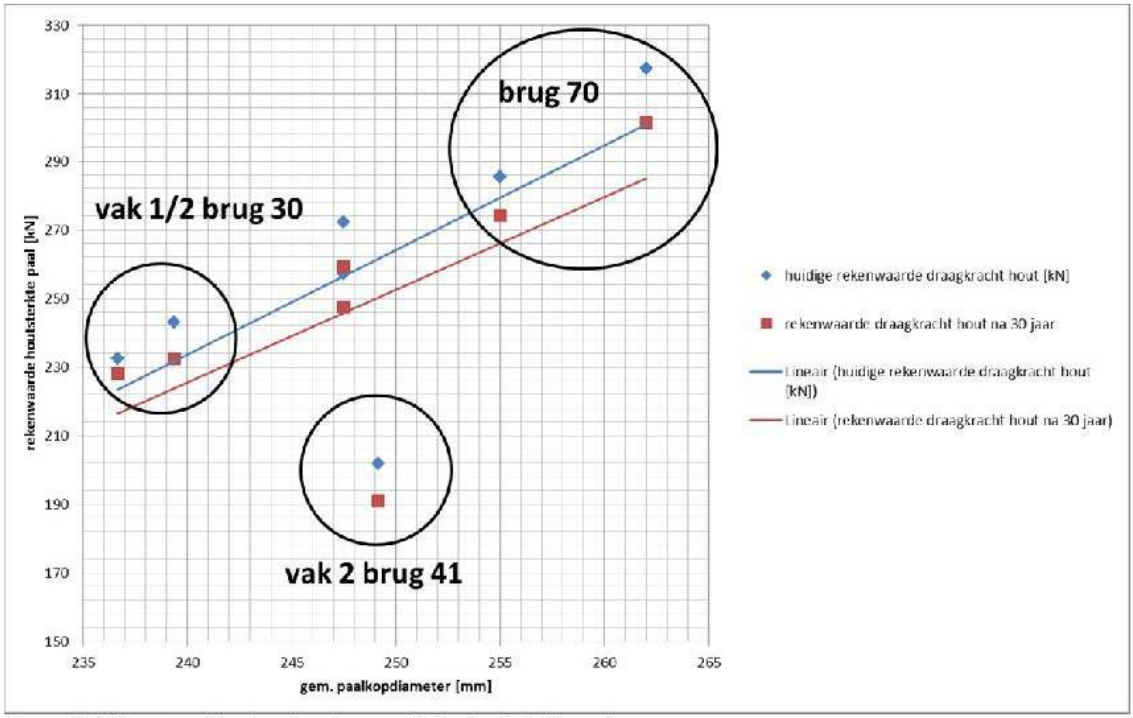
Indien de rekenwaarde van de belasting bekend is, kan een definitieve toetsing door de constructeur plaatsvinden.

In tabel 5-2 zijn de berekeningsresultaten van de houtsterkte van de palen bij het omslagpunt per brug(vak) samengevat en grafisch in figuur 5-1.

Tabel 5-2: Samenvatting berekeningsresultaten houtsterkte palen

Brug	Gem. paalkopdiameter [mm]	Gem. paaldiameter bij omslagpunt [mm]	Huidige houtsterkte bij omslagpunt [kN]	Gem. paaldiameter bij omslagpunt na 30 jaar [mm]	Huidige houtsterkte bij omslagpunt na 30 jaar [kN]
30, vak 1	239	169	243	165	232
30, vak 2	237	163	232	161	228
30, vak 3	248	174	257	170	247
41, vak 1	248	179	272	174	259

Brug	Gem. paalkopdiameter [mm]	Gem. paaldiameter bij omslagpunt [mm]	Huidige houtsterkte bij omslagpunt [kN]	Gem. paaldiameter bij omslagpunt na 30 jaar [mm]	Huidige houtsterkte bij omslagpunt na 30 jaar [kN]
41, vak 2	249	154	202	149	191
41, vak 3	255	183	285	180	274
70	262	193	317	188	301



Figuur 5-1: Samenvatting berekeningsresultaten houtsterkte palen

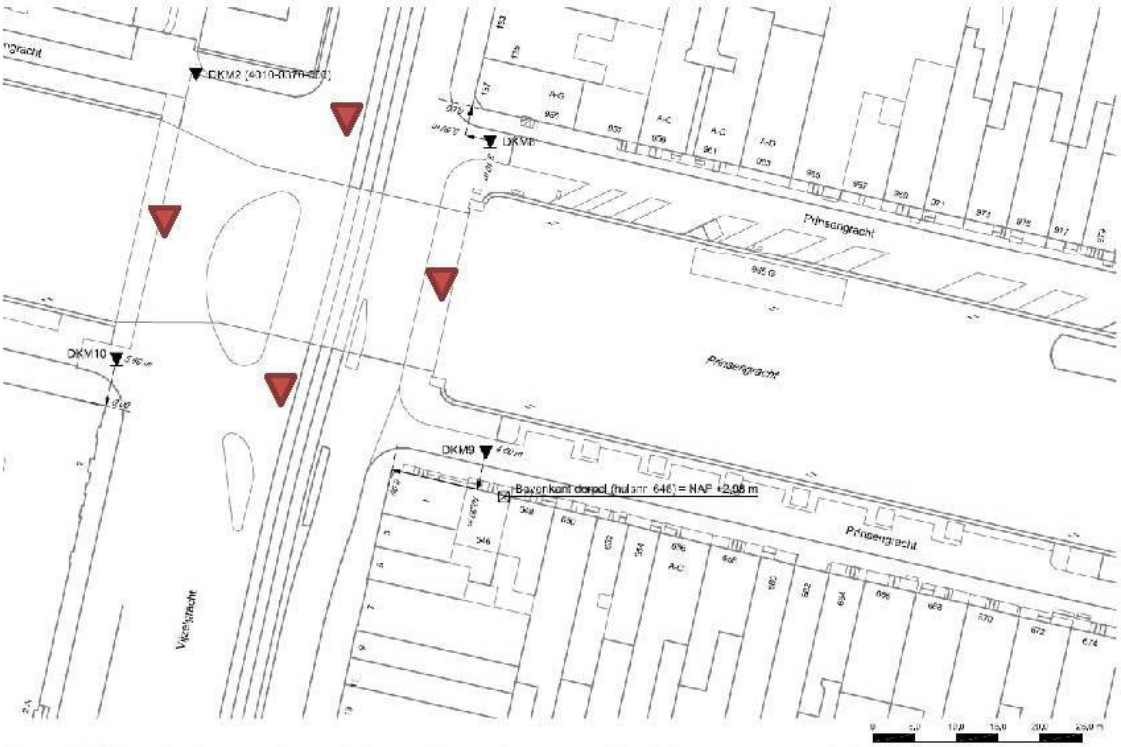
Uit de resultaten blijkt dat er sprake is van een relatie tussen de paalkopdiameter en de houtsterkte. En waarbij de brugvakken met de oudste palen de laagste houtsterkte hebben. Bij vak 2 van brug 41 wordt dit met name veroorzaakt door een hoge gemeten indringing en bij vak 1 en 2 van brug met name door een combinatie van een matige indringing en dunnere palen.

Indien de rekenwaarde van de belasting bekend is, kan een definitieve toetsing door de constructeur plaatsvinden. Bij de toetsing dient de negatieve kleef als belasting te worden meegenomen.

5.2. Aanbevelingen

De berekeningsresultaten zijn gebaseerd op 4 sonderingen per brug, welke vanwege uitvoeringstechnische redenen vanaf de straat bij de landhoofden (zie ook figuur 5-1). Gezien de grote afmetingen van de bruggen (gemiddelde breedte van circa 26 m, gemiddelde overspanning 21 m met 2 middenpijlers) alsmede de geconstateerde grilligheid

in geotechnisch paaldraagvermogen van de eerste zandlaag (met name bij brug 41 en 70), wordt geadviseerd aanvullende sonderingen uit te voeren. In figuur 5-2 zijn de locaties van deze aanvullende sonderingen voor brug 70 ingetekend, waarbij voor brug 30 en 41 een vergelijkbaar advies van toepassing is.



Figuur 5-2: Reeds uitgevoerde sonderingen (in zwart) en aanvullend uit te voeren sonderingen (in rood) t.p.v. brug 70

Op basis van de resultaten van de aanvullende sonderingen kan nauwkeuriger per brugvak inzicht worden verkregen in (de variatie van) het geotechnisch paaldraagvermogen welke als basis kan dienen voor de definitieve toetsing.

Voor het verkrijgen van meer en beter inzicht in de relatie tussen de resultaten van de funderingsinspectie en laboratoriumonderzoek en de gevolgen voor de brugconstructie zijn de volgende werkzaamheden (in een later stadium) noodzakelijk:

- Lintvoegmeting landhoofd, zodat inzicht wordt verkregen in de scheefstand en derhalve de verschilzettingen als gevolg van variatie in de bodemopbouw, type fundering en/of belastingen op de constructie;
- Peilmaatmetingen op locaties waarbij op basis van archiefgegevens (oprichtings- en verbouwingstekeningen) na vergelijking de absolute zakking van de bruggen kan worden vastgesteld, wat onder meer belang is voor de geotechnische toetsing van de bestaande palen o.b.v. sonderingen (bepaling paalpuntniveau);
- Aanbrengen van meetboutjes en uitvoeren van herhalingsmetingen, zodat op termijn een beeld wordt verkregen van de zettingsgevoeligheid van de constructie;

- Visuele inspectie, zodat huidige scheurvorming, schade aan metselwerk, overige bijzonderheden etc. in verband kunnen worden gelegd met de resultaten van het labonderzoek en de funderingsberekeningen.

RAPPORTAGE

GEOTECHNISCH VELDWERK
betreffende

FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30,41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdrachtnummer: 1015-0304-001

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	7 september 2015		MJP

FILE: 1015-0304-001_21.KRV01.doc

Kantoor: Dillenburgsingel 69, 2263 HW Leidschendam, Tel.: 070-3111414, www.fugro.nl
Onderdeel van de Fugro Groep met vestigingen over de hele wereld.

RAPPORTAGE GEOTECHNISCH VELDWERK

Project	Funderingsonderzoek brug 30,41 en 70 Vijzelstraat Amsterdam	Opdrachtnummer	1015-0304-001
Opdrachtgever	Stadsdeel Centrum Sector Openbare Ruimte, afdeling Projecten Postbus 202 1000 AE Amsterdam	Datum rapportage	7 september 2015
		Uitvoeringsperiode	1 t/m 3 september 2015
Opgesteld door			
Gecontroleerd door			
Projectleider			
Documentnaam	1015-0304-001_21.KR01.doc		

Deze rapportage bevat de resultaten van het geotechnisch veldwerk dat ten behoeve van bovengenoemd project door Fugro GeoServices B.V. is uitgevoerd. De gerapporteerde resultaten van dit onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

Tot deze rapportage behoren de volgende bijlagen:
- Situatietekeningen (bijlage 1.1 t/m 1.3)
- Sonderingen
- Continu Elektrisch Sonderen
- Legenda Terreinproeven en Grondsoorten

1. GEOTECHNISCH VELDWERK

Het geotechnisch veldwerk voor dit project heeft bestaan uit 10 sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

Van het project 4010-0370-000 zijn er drie sonderingen toegevoegd aan de tekening en de sonderingen namelijk DKM1, DKM2 en DKM12.

2. COORDINATEN EN HOOGTE VAN ONDERZOEKSPUNTEN

Het uitzetten en inmeten van de onderzoekslocaties is uitgevoerd ten opzichte van NAP waarbij gebruik is gemaakt van een waterpasinstrument en een meetband. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 25 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek zijn 3 bovenkant dorpels van de bestaande bebouwing gemeten. De locaties met betreffende NAP-hoogtes zijn aangegeven op de situatietekeningen.

De bijgevoegde situatietekeningen zijn gebruikt voor het aangeven van de onderzoekslocaties.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

3. SONDEREN

Het sonderen is uitgevoerd conform de vigerende richtlijnen en de NEN-EN-ISO 22476-1. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies dient de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan 3.2.3 van NEN 9997-1.

In verband met de aanwezigheid van kabels en leidingen is ter plaatse van de sondeerlocaties voorgeboord.

In verband met verkeer en geparkeerde auto's zijn de sonderingen niet exact op de geplande locatie gemaakt.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is bij sondering DKM5 een obstakel aangetroffen in de ondergrond, waardoor de sondering vroegtijdig is gestaakt. Een nieuwe poging, sondering DKM5A, is wel tot de gewenste diepte uitgevoerd.

4. (GROND)WATERSTAND

Het peil van een nabijgelegen open water is gedurende het grondonderzoek bepaald en is vermeld op de situatietekening, bijlage 1.2. Deze waterstand is een eenmalige opname en bedoeld als een oriënterend gegeven.

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is de grondwaterstand aangetroffen in de sondeergaten van DKM2 en DKM5 op 2,1 m beneden maaiveld, hetgeen overeenkomt met circa NAP -0,5 m tot NAP -0,8 m. Deze grondwaterstanden zijn eenmalige opnames en bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

5. KWALITEITSBORGING

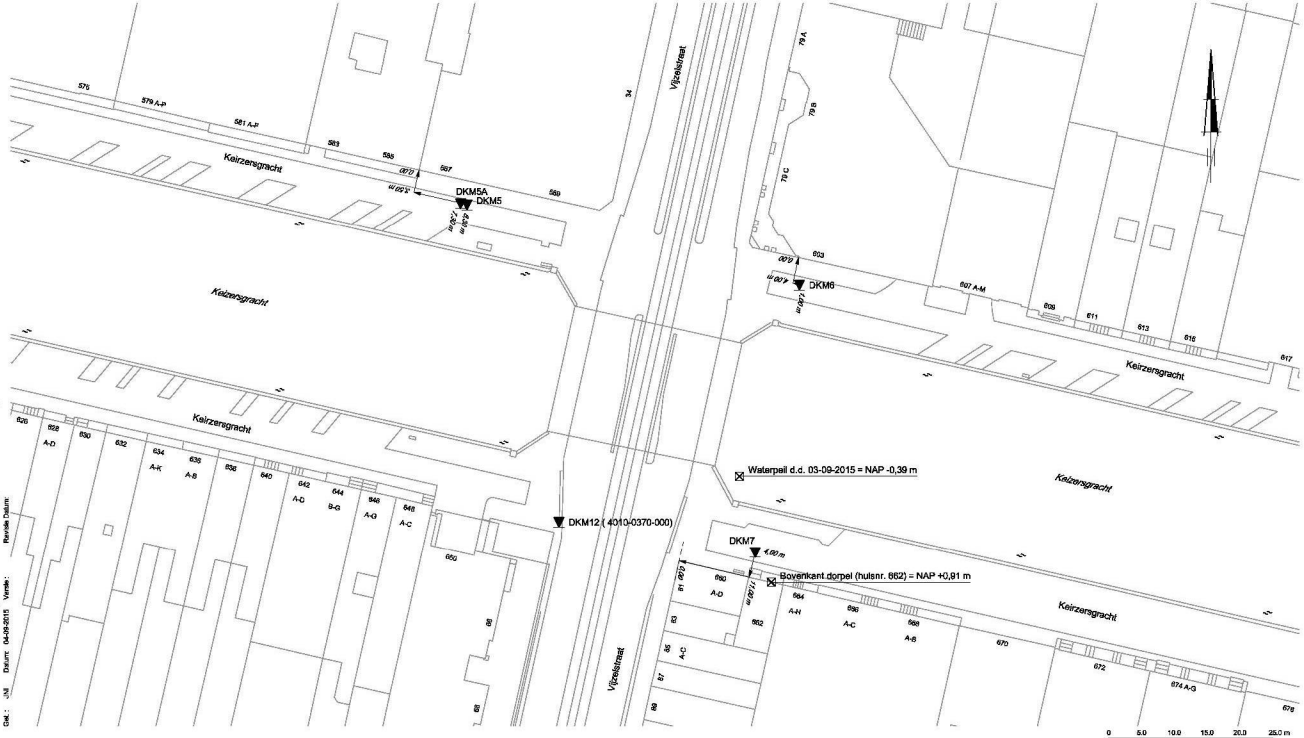
Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro GeoServices B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA ** 2008/05.



SITUATIE
FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30,41 EN 70 VIJZELSTRAAT
AMSTERDAM

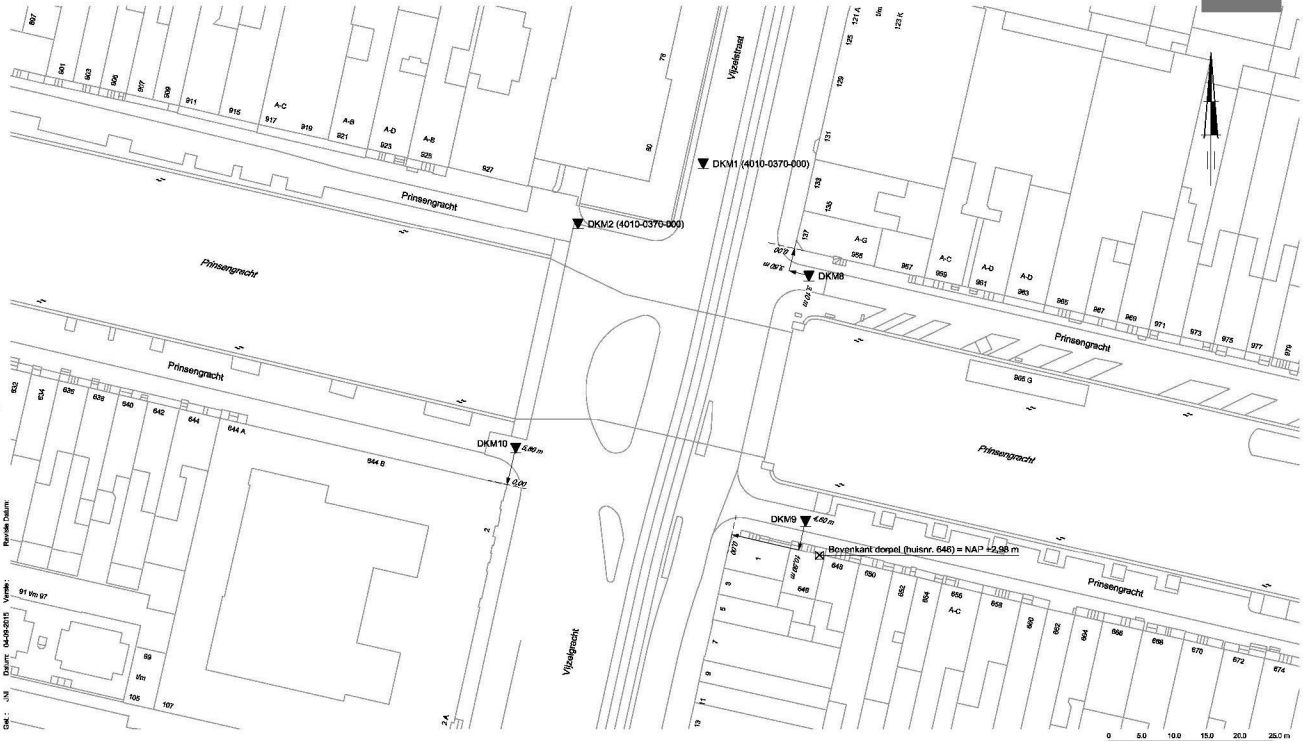
Opdr. : 1015-0304-001
Bijl. : 1.1

P:\101\1015-0304-001\21_Uitvoering_terreinonderzoek\10_Bestegingsvers\1015-0304-001.dwg
Get. : JNI Datum: 04-09-2015 Versie : Revisie Datum:



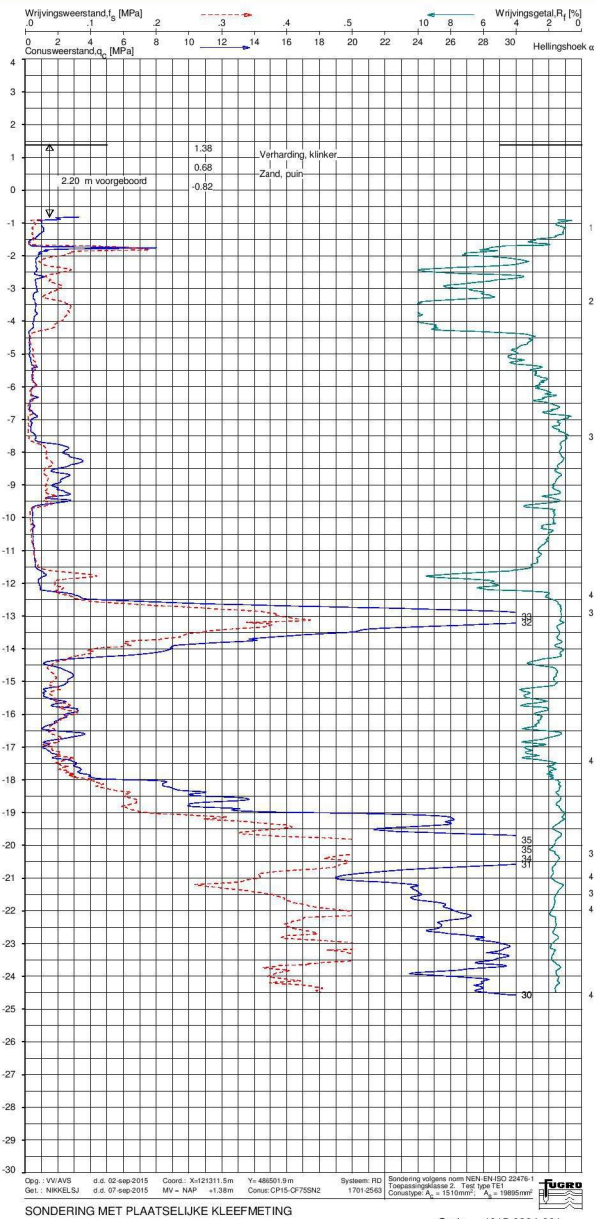
SITUATIE
FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30,41 EN 70 VIJZELSTRAAT
AMSTERDAM

Opdr. : 1015-0304-001
Bijl. : 1.2



SITUATIE
FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30,41 EN 70 VIJZELSTRAAT
AMSTERDAM

Opdr. : 1015-0304-001
Bijl. : 1.3



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- VEEN
- VEEN
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig

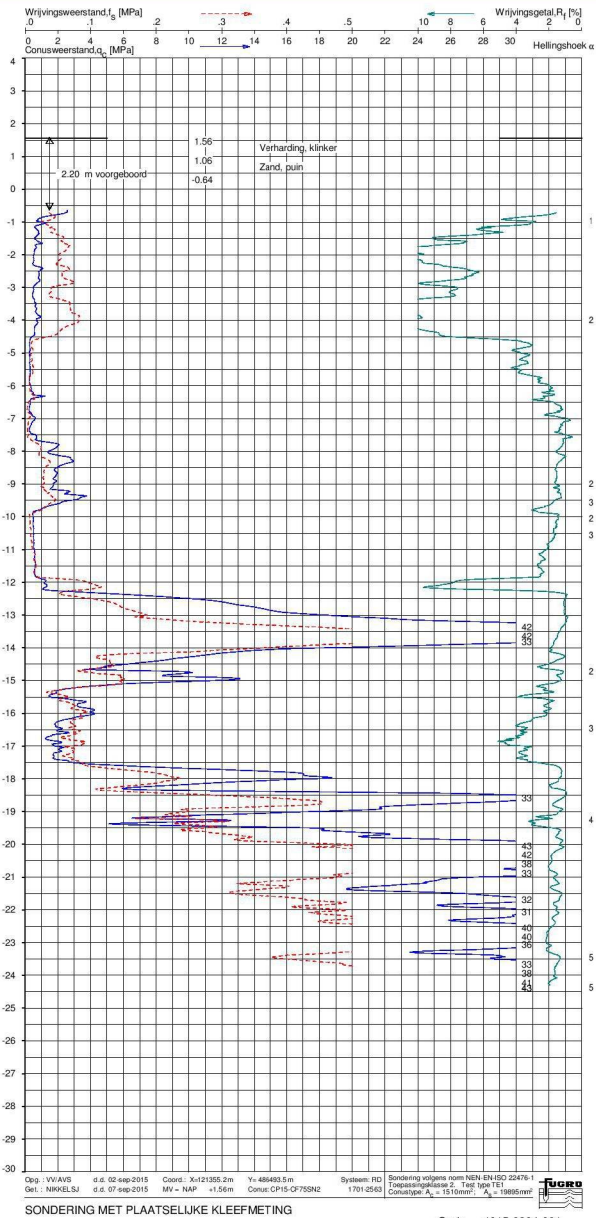
Opg. : VV/AVS d.d. 02-sep-2015 Coord.: X=121311.5m Y= 486501.9 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : NIKKELSJ d.d. 07-sep-2015 MV = NAP +1.38m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2563 Toepassingsklasse 2, Test type TET
Conustype: A_p = 1510mm²; A_m = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM1

UNIFORM 05.39 / Rapport / 2015-09-01 13:03:36



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- VEEN
- VEEN
- VEEN, organisch materiaal
- VEEN
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: VV/AVS d.d. 02-sep-2015 Coord.: X=121355.2m Y= 486493.5 m Systeem: RD
Get.: NIKKELSJ d.d. 07-sep-2015 MV = NAP +1.56m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2563

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2, Test type TET
Conustype: A_s = 1510mm², A_n = 19895mm²

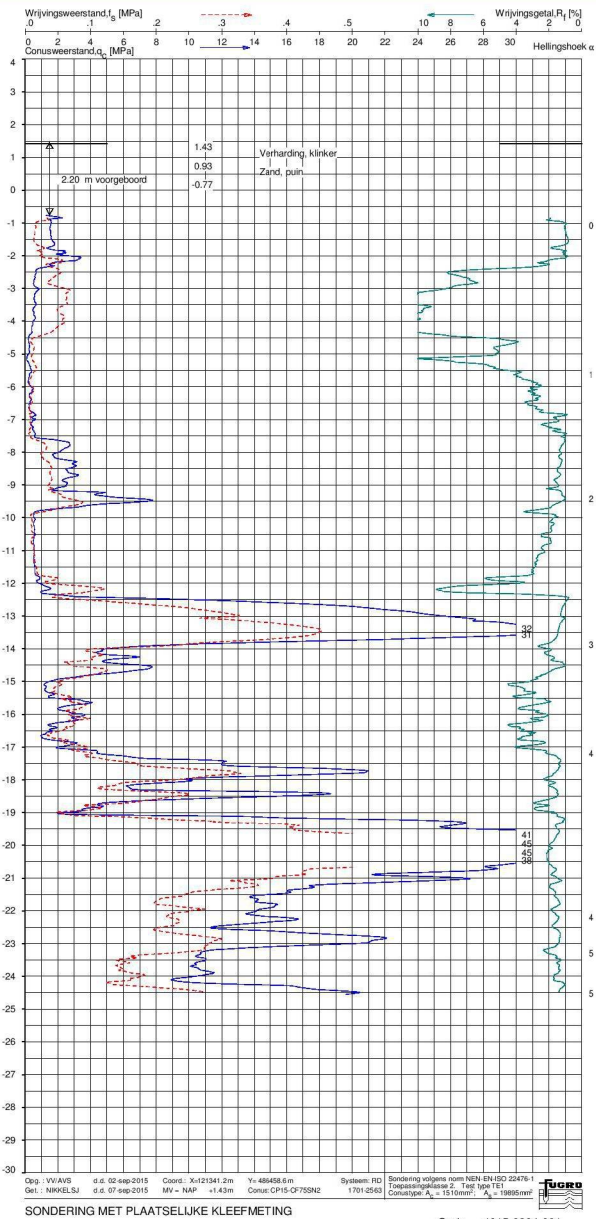
TUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM2

UNTRUST 65.39 / W:\CPT\CPTRig RIMCHAPS\Data\ / 2015-09-01 13:03:01



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- VEEN
- VEEN
- VEEN, organisch materiaal
- VEEN, organisch materiaal
- VEEN, organisch materiaal
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, vast / ZAND, kleiig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig

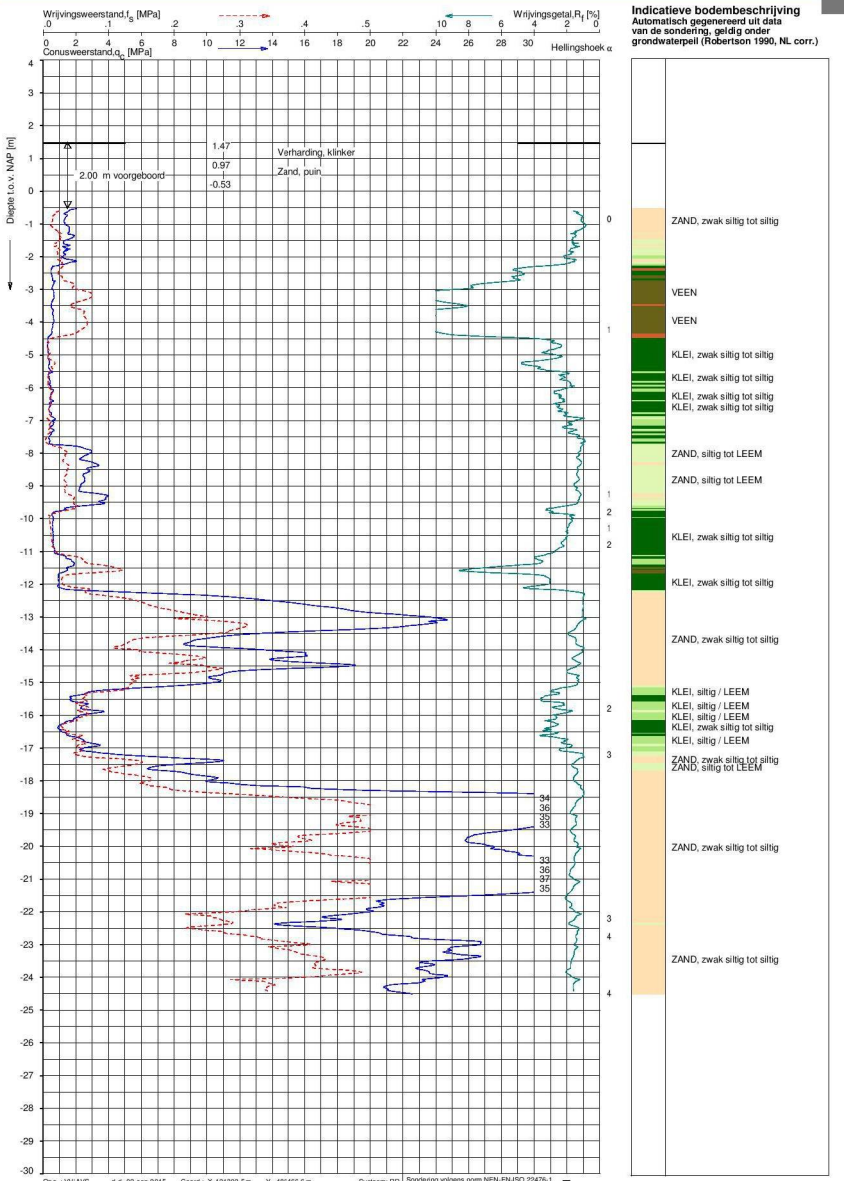
Opg. : VV/AVS d.d. 02-sep-2015 Coord.: X=121341.2m Y= 486458.6m Systeem: RD
Get. : NIKKELSJ d.d. 07-sep-2015 MV = NAP +1.43m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2563

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2, Test type TET
Conustype: A_c = 1510mm², A_m = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM3



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

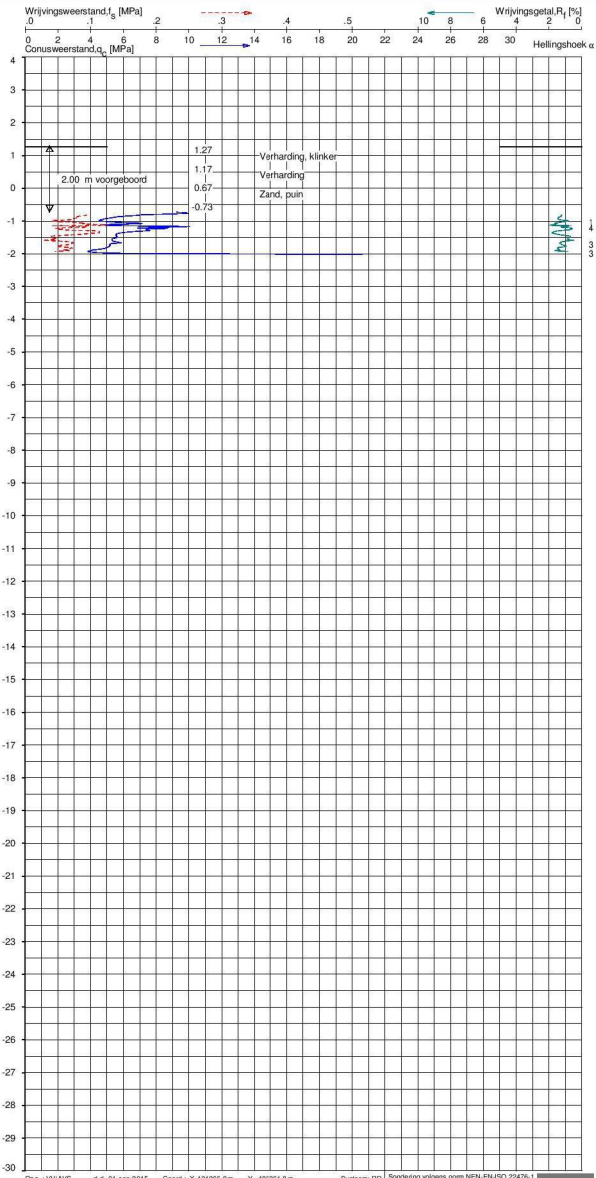
FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM4

UNPLOT 05.29.nl / QcFsClass-Rt.cmd / 2015-09-07 15:03:05

1015-0304-001

DKM4 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : VV/AVS d.d. 01-sep-2015 Coord.: X=121266.9m Y= 486361.8m Systeem: RD
Get. : NIKKELSJ d.d. 07-sep-2015 MV = NAP +1.27m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2563

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2, Test type TE1
Conustype: A_c = 1510mm²; A_s = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

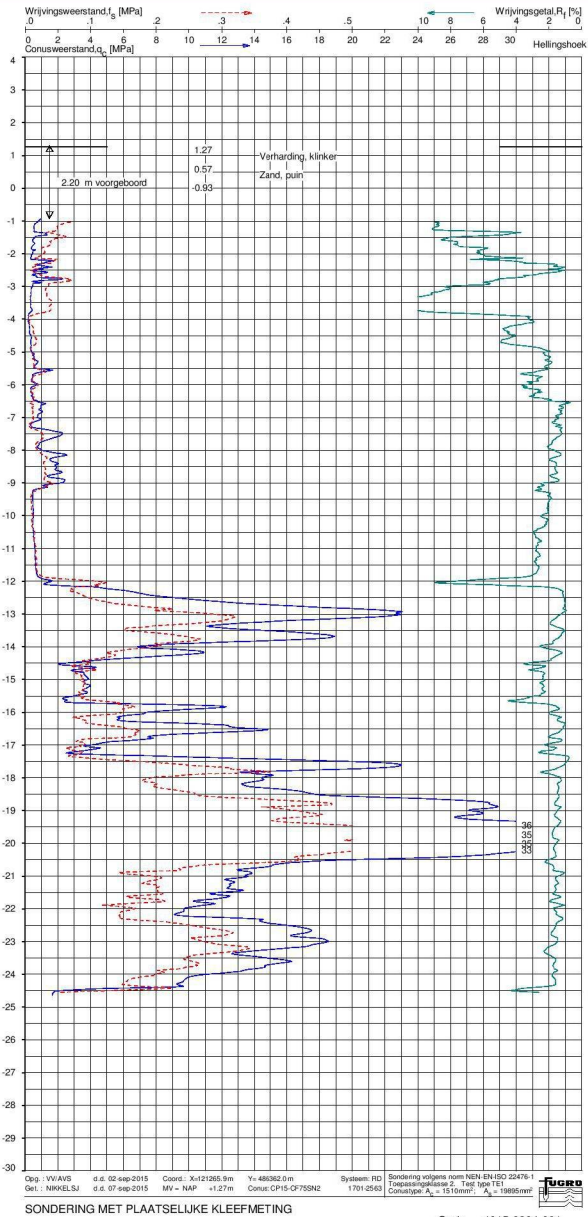
FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM5

UNI PLOT 05.29.nl / QcFisClass-Rt.cmd / 2015-09-07 15:03:08

1015-0304-001

DKM5 - 1



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- VEEN
- VEEN, organisch materiaal
- VEEN, organisch materiaal
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig

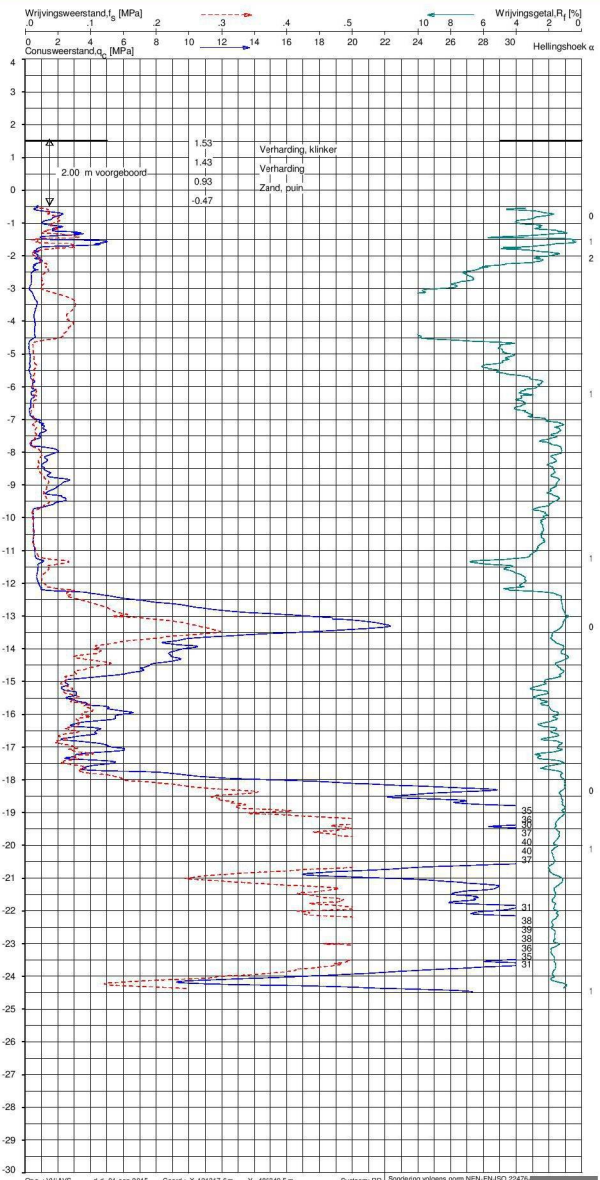
Opg. : VV/ AVS d.d. 02-sep-2015 Coord.: X=121265.9m Y= 486362.0m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : NIKKELSJ d.d. 07-sep-2015 MV = NAP +1.27m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2563 Toepassingsklasse 2, Test type TET
Conustype: A_t = 1510mm², A_s = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM5A

UNTRUST RS 3000 / CPT / Rig: RIMOR-CPT / Journal: / 2015-09-07 13:03:10



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

KLEI, siltig / LEEM
VEEN, organisch materiaal
VEEN
KLEI, zwak siltig tot siltig
VEEN, organisch materiaal
KLEI, zwak siltig tot siltig
KLEI, zwak siltig tot siltig
KLEI, zwak siltig tot siltig
KLEI, zwak siltig tot siltig
KLEI, zwak siltig tot siltig
ZAND, siltig tot LEEM
KLEI, siltig / LEEM
ZAND, siltig tot LEEM
ZAND, siltig tot LEEM
KLEI, zwak siltig tot siltig
KLEI, zwak siltig tot siltig
ZAND, zwak siltig tot siltig
ZAND, zwak siltig tot siltig
KLEI, siltig / LEEM
ZAND, siltig tot LEEM
KLEI, siltig / LEEM
ZAND, siltig tot LEEM
KLEI, siltig / LEEM
ZAND, zwak siltig tot siltig
ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg. : VV/ AVS d.d. 01-sep-2015 Coord.: X=121317.6m Y= 486349.5 m Systeem: RD
Get. : NIKKELSJ d.d. 07-sep-2015 MV = NAP +1.53m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2563

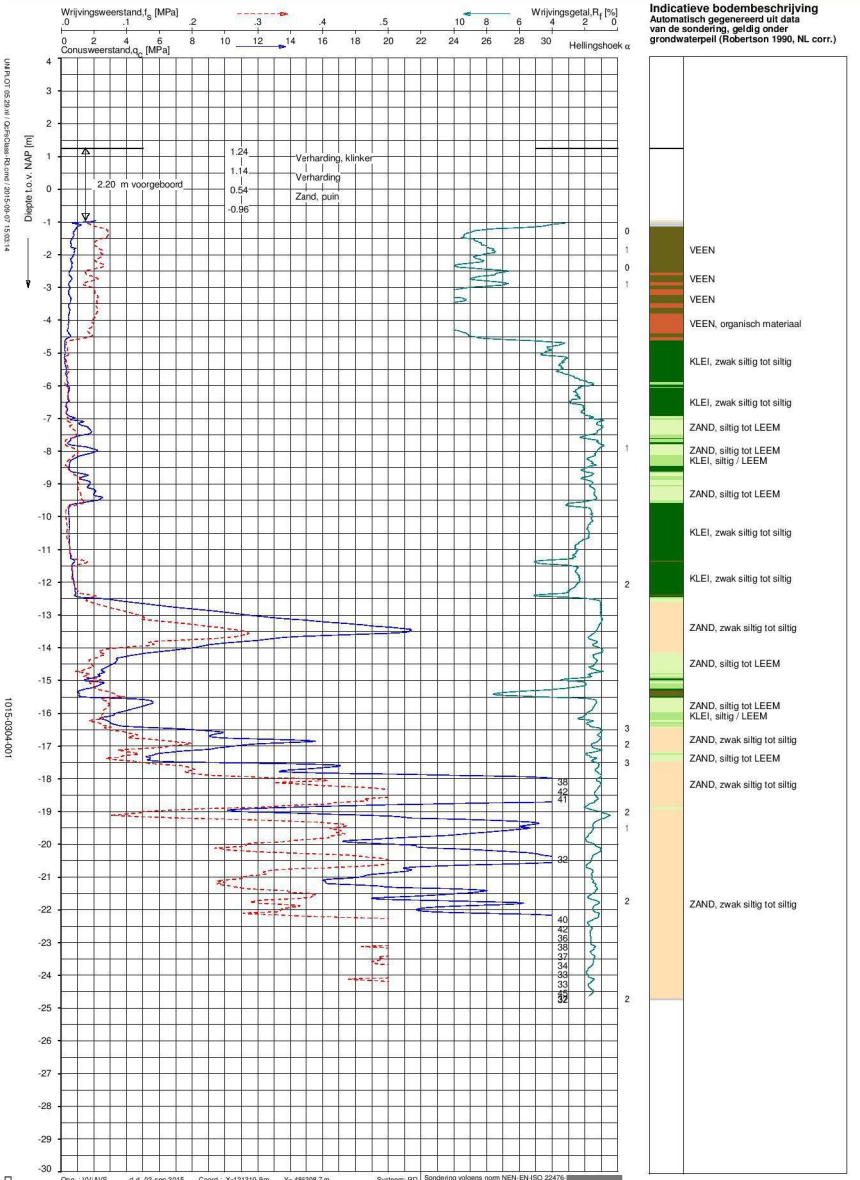
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2, Test type TET
Conustype: A_c = 1510mm², A_m = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM6

UNA.GT 05.39 W / CPeT-IT Rig: RMOB-CPT Started: / 2015-09-01 13:03:12



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

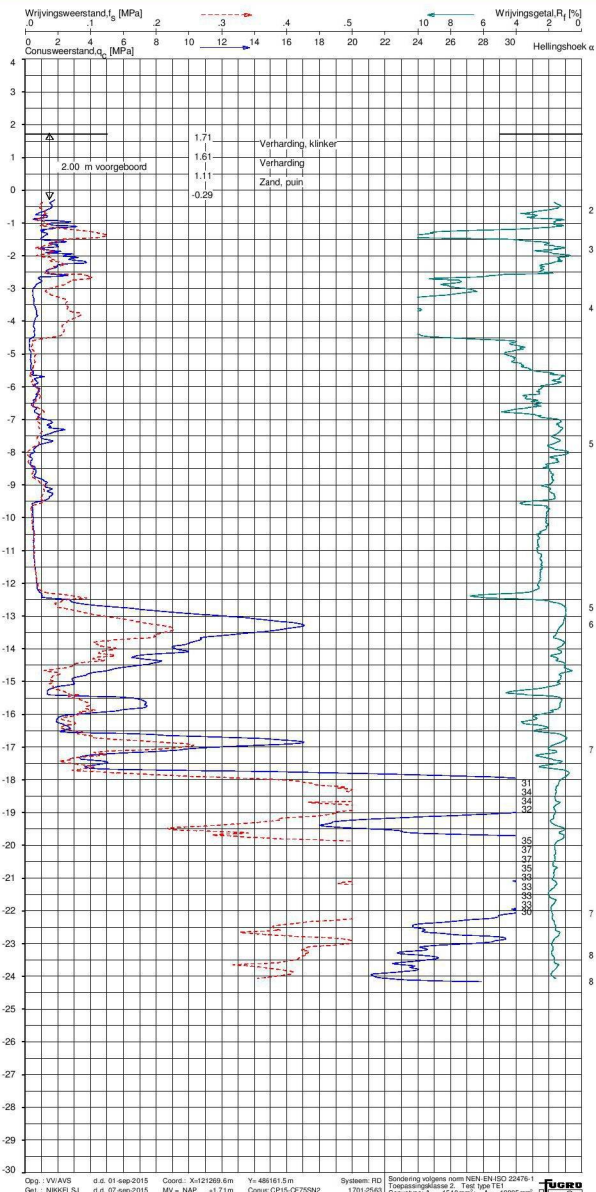
FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM7

UNI PLOT 05.29.nl / QcFsRClass-Rt.cmd / 2015-09-07 15:03:14

1015-0304-001

DKM7 - 1



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

- ZAND, zwak siltig tot siltig
- VEEN
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- VEEN
- VEEN, organisch materiaal
- VEEN
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- ZAND, siltig tot LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig
- KLEI, siltig / LEEM
- ZAND, zwak siltig tot siltig

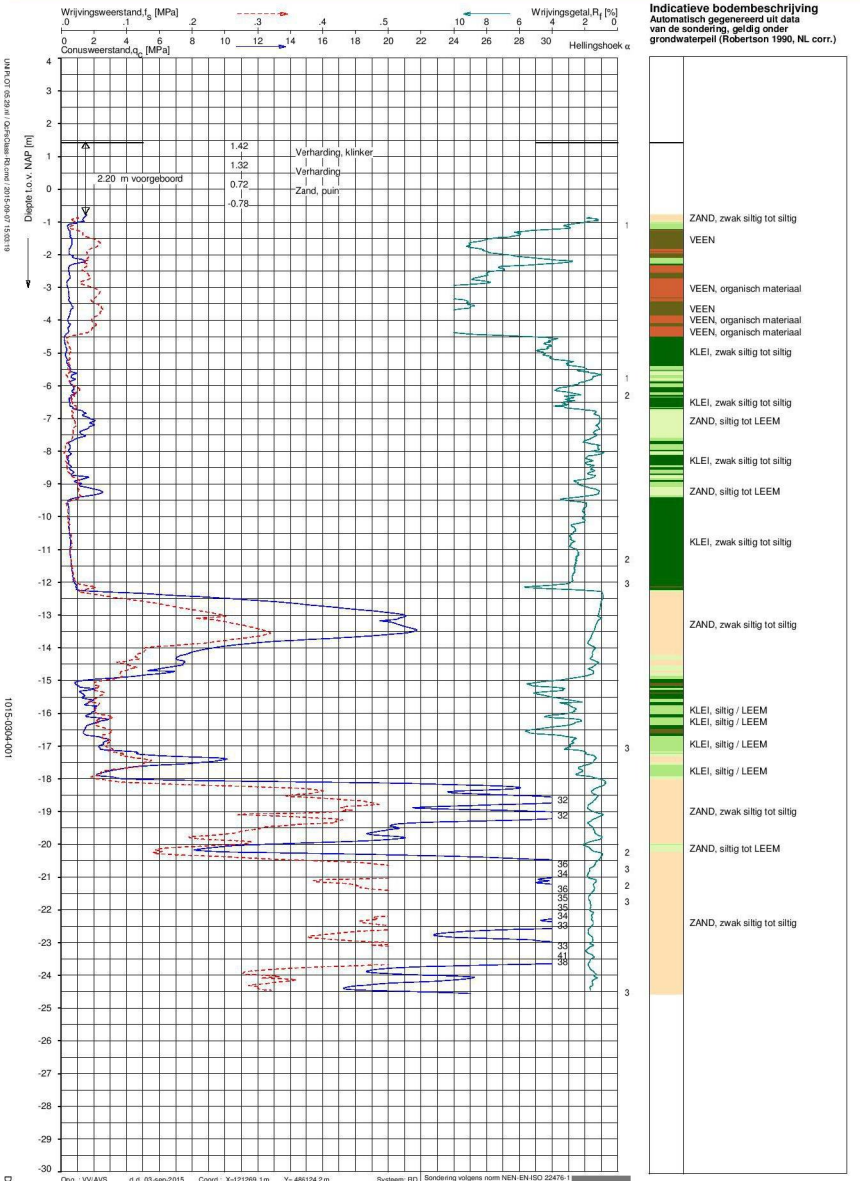
Opg.: VV/AVS d.d. 01-sep-2015 Coord.: X=121269.6m Y= 486161.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: NIKKELSJ d.d. 07-sep-2015 MV = NAP +1.71m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2563 Toepassingsklasse 2, Test type TET
Conustype: A_c = 1510mm², A_s = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM8

UNA.GDT 65.306 / WVDA / Rep. RMO&A / Plotdatum: / 2015-09-07 15:03:17



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

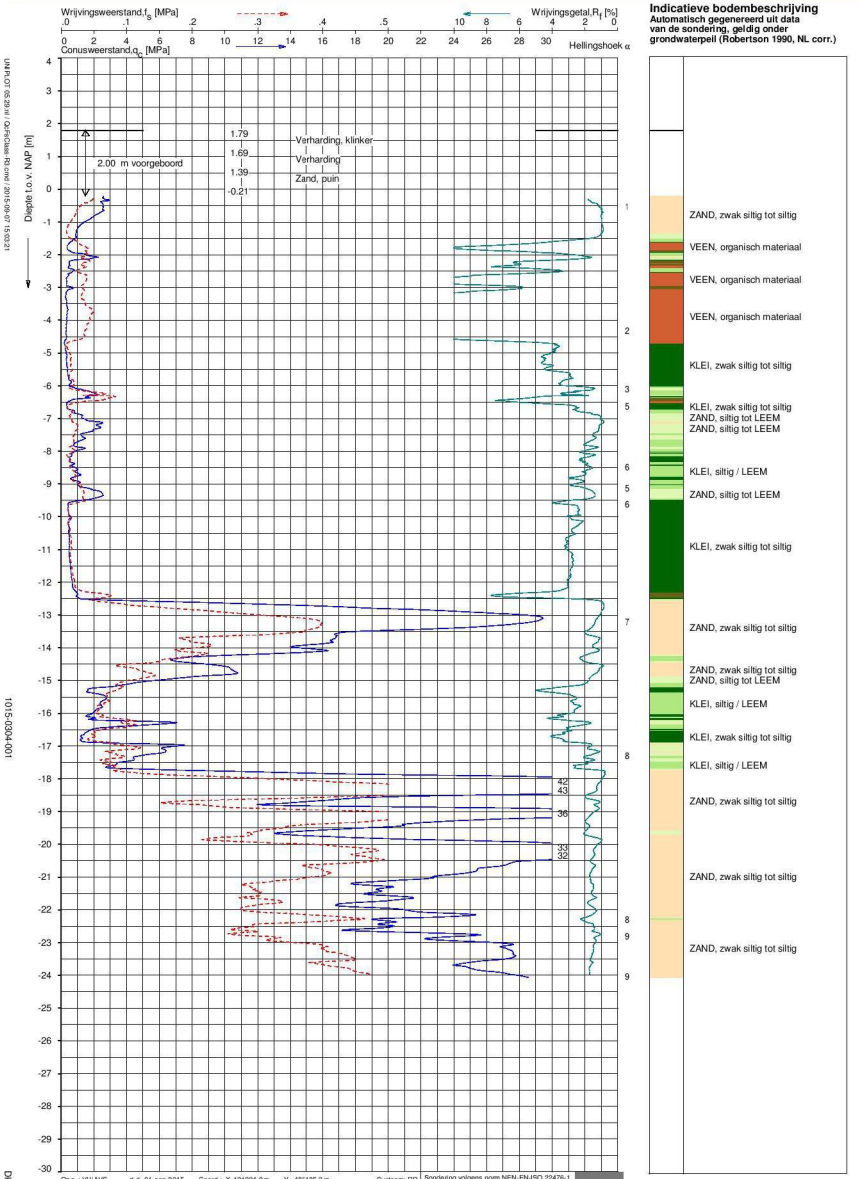
FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM9

UNI PLOT 05.29.nl / QcFisClass-Rt.cmd / 2015-09-07 15:03:19

1015-0304-001

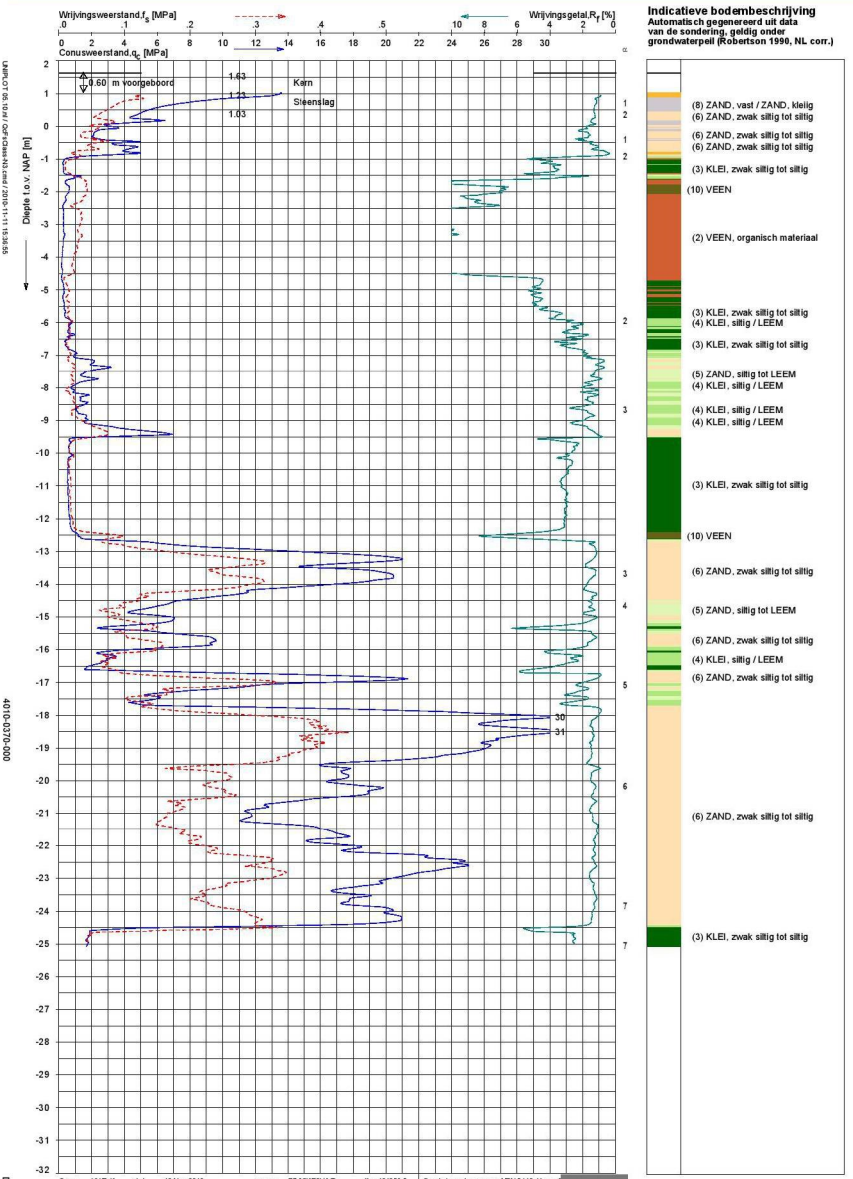
DKM9 - 1



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

FUNDERINGSONDERZOEK BRUG 30, 41 EN 70 VIJZELSTRAAT AMSTERDAM

Opdr. 1015-0304-001
Sond. DKM10



Opg.: VV/FVK d.d. 10-Nov-2010
Get.: STIGTC d.d. 2010-11-11

conus : F7.5CKE2HA/B
MV = NAP +1.63 m

X = 121253.5
Y = 486178.8

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm²
⊥ afwijking van de verticaal

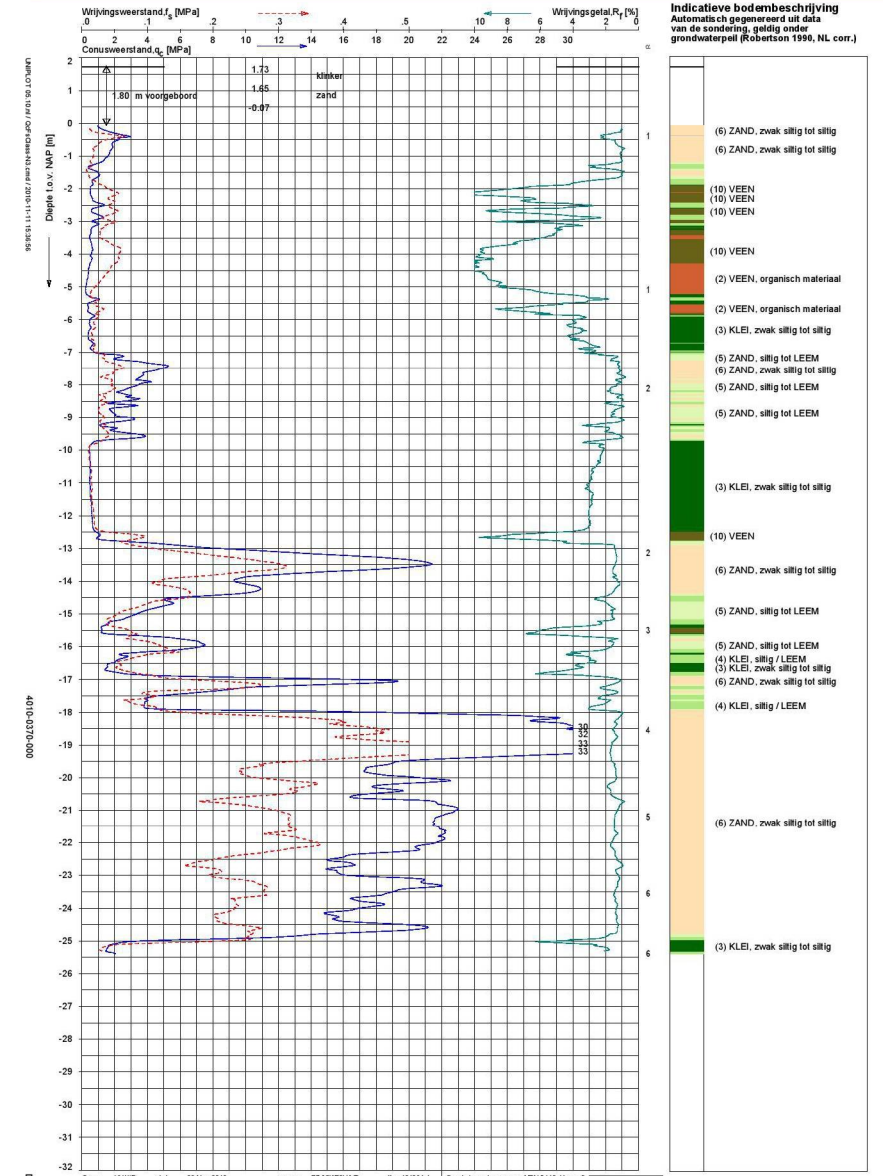
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VOORMALIG ABN-AMRO GEBOUW A/D VIJZELGRACHT TE AMSTERDAM

Opdr. 4010-0370-000
Sond. DKM1

UNIVERSAL SOIL / 4.5 / 11-11-11 / 19:36:55

4010-0370-000



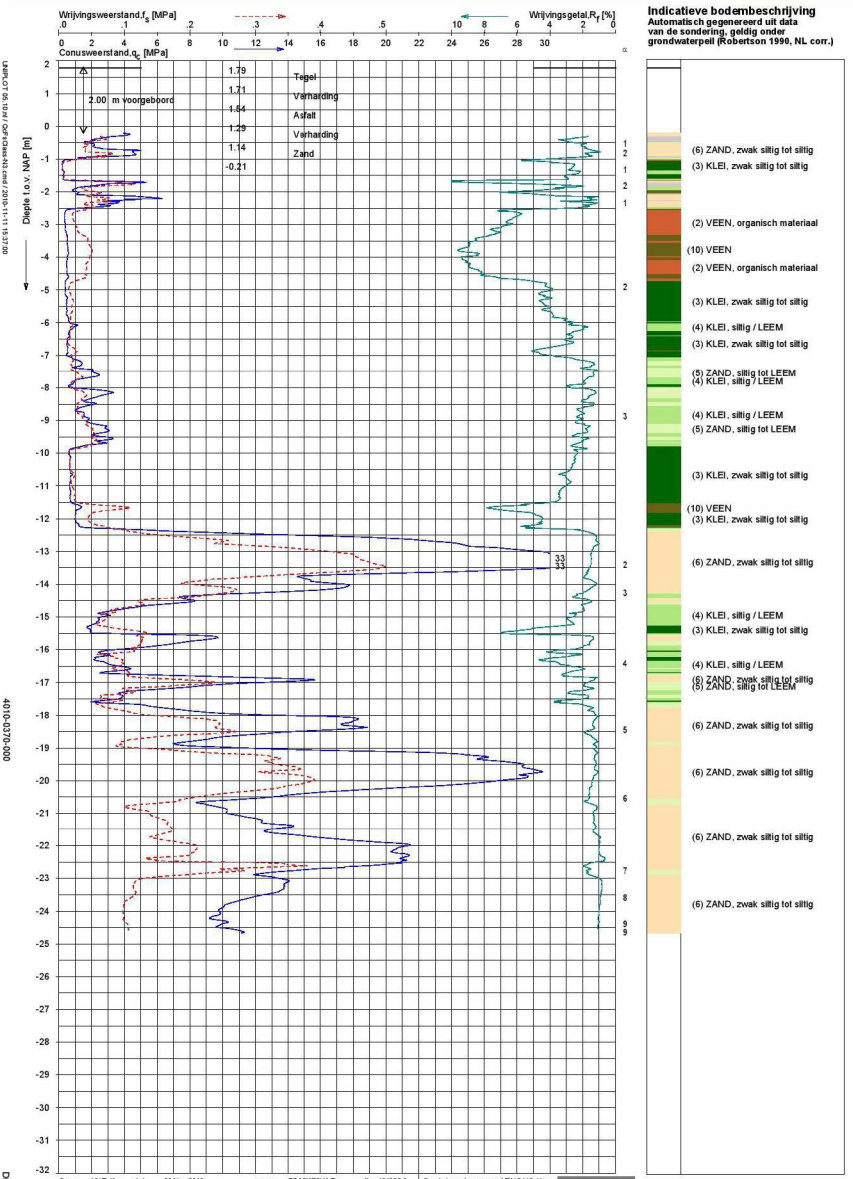
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VOORMALIG ABN-AMRO GEBOUW A/D VIJZELGRACHT TE AMSTERDAM

Opdr. 4010-0370-000
Sond. DKM2

UNIPLOT 05.10.nl / OcFsClass-N3.cmd / 2010-11-11 15:36:56

4010-0370-000



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

Opg.: VV/FVK d.d. 08-Nov-2010
Get.: STIGTC d.d. 2010-11-11

conus : F7.5CKE2HA/B
MV = NAP +1.79 m

X = 121280.9
Y = 486313.3

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2, conustype cylindrisch elektrisch, 1500 mm²
α afwijking van de verticaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VOORMALIG ABN-AMRO GEBOUW A/D VIJZELGRACHT TE AMSTERDAM

Opdr. 4010-0370-000
Sond. DKM12

UNIFLOT 05.10.14 / GEF-CPTU-Data-REPORT / 2010-11-11 12:37:00

4010-0370-000

DKM12 - 1

Meettechniek
De standaard bij Fugro toegepaste conus is de "elektrische kleefmantelconus", waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de nieuwe norm *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven - Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is terug getrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60^0 en een basisoppervlak van 1000 mm^2 met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu digitaal gemeten. Volgens *NEN-EN-ISO 22476-1* mag het basisoppervlak van de conus tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm^2 en een manteloppervlak van 20000 mm^2.

Veelal wordt gebruik gemaakt van een conus met een korter cilindrisch deel boven de conuspunt dan in NEN-EN-ISO 22476-1 vermelde 400 mm voor een standaard conus. Het cilindrische deel vanaf de conuspunt van de standaard door Fugro gebruikte conussen een lengte heeft van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek[1)] heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

De meetsignalen worden digitaal naar een elektrische meeteenheid gestuurd en samen met de diepte en de tijd opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm worden uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.
Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepteaanduiding als gevolg van "scheef sonderen" wordt voorkomen.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand
Meting van zowel de conusweerstand q_c als de plaatselijke wrijvingsweerstand f_s maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal R_f geeft samen met de conusweerstand q_c een goed beeld van de bodemopbouw *beneden* de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen of lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

grondsoort	wrijvingsgetal in %	grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Grind, grof zand	0,2 – 0,6	Klei	3,0 – 5,0
Zand	0,6 – 1,2	Potklei	5,0 – 7,0
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0	Veen	5,0 – 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

[1)] Lunne en Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

- Handboring nog niet uitgevoerd
- Handboring uitgevoerd
- Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
- Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
- Mechanische boring nog niet uitgevoerd
- Mechanische boring uitgevoerd
- Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
- Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
- Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
- Boring uitgevoerd door derden
- Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
- Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
- Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

Overige symbolen

- Meetpunt
- Hoogtemaat

Sonderingen

- Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
- Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
- Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
- Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
- Slagsondering uitgevoerd
- Handsondering uitgevoerd
- Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
- Multigrondwatersondering uitgevoerd
- Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
- Sondering met bolconus uitgevoerd
- Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
- Waterspanningsmeter uitgevoerd
- Sondering uitgevoerd door derden
- Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
- Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
- Hellingmeterbuis uitgevoerd

Type sonderingen

D	Diepsondering
HS	Handsondering
S	Slagsondering

Toegevoegde metingen

KM	Meting van de plaatselijke kleef
P	Meting van de waterspanning
M	Meting van de magnetische veldsterkte
G	Meting van de geleidbaarheid
S	Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
T	Meting van de temperatuur

Legenda / Terminologie

Grind

- Grind, siltig
- Grind, zwak zandig
- Grind, matig zandig
- Grind, sterk zandig
- Grind, uiterst zandig

Zand

- Zand, kleiig
- Zand, zwak siltig
- Zand, matig siltig
- Zand, sterk siltig
- Zand, uiterst siltig

Veen

- Veen, mineraalarm
- Veen, zwak kleiig
- Veen, sterk kleiig
- Veen, zwak zandig
- Veen, sterk zandig

Klei

- Klei, zwak siltig
- Klei, matig siltig
- Klei, sterk siltig
- Klei, uiterst siltig
- Klei, zwak zandig
- Klei, matig zandig
- Klei, sterk zandig

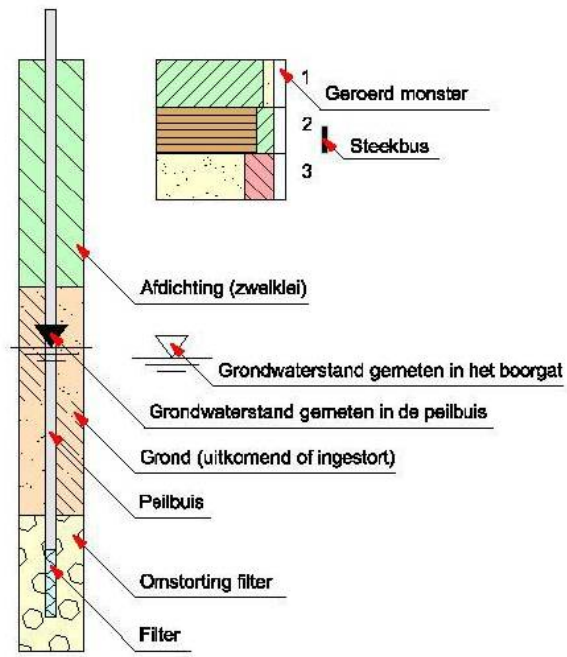
Leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

- Zwak humeus
- Matig humeus
- Sterk humeus
- Zwak grindig
- Matig grindig
- Sterk grindig
- Puin

Peilbuis



Revisie datum : 05-12-2013 (JNI)

Uitgangspunten

- gehanteerde sondering : DKM1
- paaltype : houten palen
- paalpuntniveau : NAP -12,75 m
- paalkopdiameter : Ø 240 mm
- paalpuntdiameter : Ø 146 mm

Maximale draagkracht van de paalpunt

De *maximale puntweerstand* volgens 7.6.2.3(e) van NEN 9997-1 bedraagt:

$q_{b;max}$ = $\frac{1}{2} \cdot \alpha_p \cdot \beta \cdot s \cdot ((q_{c;I;gem} + q_{c;II;gem})/2 + q_{c;III;gem})$
= 13 MPa. (≤15 MPa, limietwaarde conform NEN 9997-1)

waarin:			in dit geval:	
$q_{c;I;gem}$	=	de gemiddelde waarde van de conusweerstanden over traject I (0,7 à 4 x D_{eq} onder de punt)	18	MPa
$q_{c;II;gem}$	=	de minimale waarde van de conusweerstanden over traject II (0,7 à 4 x D_{eq} onder de punt)	18	MPa
$q_{c;III;gem}$	=	de gemiddelde minimale waarde van de conusweerstanden over traject III (8 x D_{eq} boven de punt)	8	MPa
α_p	=	paalklassefactor (tabel 7.c, NEN 9997-1)	1,0	-
β	=	factor voor de paalvoetvorm	1,0	-
s	=	factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet	1,0	-

De *maximale draagkracht* van de paalpunt volgens 7.6.2.3(c) van NEN 9997-1 bedraagt:

$R_{b;cal;max;i}$ = $A_{punt} \cdot q_{b;max;i}$
= 220 kN

waarin:			in dit geval:	
A_{punt}	=	oppervlak van de paalvoet	0,0167	m²

Maximale paalschachtwrijving

De *maximale paalschachtwrijving* volgens 7.6.2.3(c) van NEN 9997-1 bedraagt:

$q_{s;max}$ = $\alpha_s \cdot q_{c;z;a}$
= 0,096 MPa

waarin:			in dit geval:	
α_s	=	factor voor de invloed van de uitvoering en het paaltype (tabel 7.c, NEN 9997-1)	0,012	-
$q_{c;z;a}$	=	de gemiddelde waarde van de conusweerstanden over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend	8	MPa

De *maximale schachtwrijvingskracht* volgens 7.6.2.3(c) van NEN 9997-1 bedraagt:

$R_{s;cal;max;i}$ = $O_{s;\Delta L;gem} \cdot \Delta L \cdot q_{s;max}$
= 20 kN

waarin:			in dit geval:	
$O_{s;\Delta L;gem}$	=	gemiddelde omtrek van de paalschacht	0,46	m
ΔL	=	traject voor berekening schachtwrijving	0,5	m

Maximale draagkracht

De *maximale draagkracht* van de paal volgens 7.6.2.3(c) van NEN 9997-1 bedraagt:

$R_{c;cal}$ = $R_{b;cal;max;i} + R_{s;cal;max;i}$
= 240 kN

De *karakteristieke waarde* van de maximale draagkracht van de paal volgens 7.6.2.3(5) van NEN 9997-1 bedraagt:

$$R_{c;k} = \text{Min}\left\{\frac{\left(R_{c;cal}\right)_{gem}}{\xi_3} ; \frac{\left(R_{c;cal}\right)_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 200 kN

waarin:			in dit geval:	
ξ_3	=	correlatiefactor volgens tabel A.10a ??A.10b van NEN 9997-1	1,2	-
ξ_4	=	correlatiefactor volgens tabel A.10a ??A.10b van NEN 9997-1	1,2	-

Voor de *rekenwaarde* van de maximale draagkracht van de paal kan volgens 7.6.2.3(3) en (4) van NEN 9997-1 worden aangehouden:

$R_{c;d}$ = $R_{c;k} / \gamma_R$
= 175 kN

waarin:			in dit geval:	
γ_R	=	γ_b = γ_s		
	=	partiële factor volgens tabel A.6 t/m A.8 van NEN 9997-1	1,15	-

Voor de UGT geldt volgens 7.6.2.1(1) van NEN 9997-1:

$F_{c;d} < R_{c;d}$

Voor de UGT type B kan het zakkingscriterium dat in 2.4.9(b) van NEN 9997-1 is gegeven, worden vervangen door:

$F_{c;d} + F_{nk;d} < R_{c;d}$

waarin:			in dit geval:	
$F_{c;d}$	=	rekenwaarde van de belasting in kN		
$F_{nk;d}$	=	rekenwaarde van de negatieve kleefbelasting	0	kN
$R_{c;d}$	=	rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal	175	kN

Voor de meeste paaltypen, zoals grondverdringende palen en ? avegaarpalen met relatief kleine diameter, is de UGT type B maatgevend, zodat hiermee ook de andere grenstoestanden worden ondervangen.

Bovenstaande formule kan worden bewerkt tot de volgende voorwaarde:

$F_{c;d} < R_{c;net;d}$

waarin:			in dit geval:	
$R_{c;net;d}$	=	$R_{c;d} - F_{nk;d}$		
	=	de rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal, rekening houdend met de negatieve kleefbelasting	175	kN

Indien aan de bovenstaande voorwaarde wordt voldaan, dan bezwijkt de grond rondom de paal niet. De vervormingen van de paalkop zullen hierbij ook beperkt zijn.

In tabel 4-2a t/m c zijn de waarden gepresenteerd van $R_{c;net;d}$.

Bijlage 4 - Onderbouwing kostenindicatie vervanging van brug 30 en 41 en versterking van brug 70

Uitgangspunten kostenindicatie vervanging van brug 30 en 41

Kostenniveau

- PBI-fase 1 volgens de kaders SSK-ramingen van V&OR.
- De totale investeringskosten gelden voor vervanging van 1 brug.
- De levensduurkosten zijn niet geraamd.

Planning, fasering, doorlooptijd, BLVC, K&L en engineering

- De bestaande brug en nieuwe brug worden vanwege de ligging van de twee tunnelbuizen van de NZ-lijn in één keer gesloopt en gebouwd. Dit gebeurt dus niet gefaseerd.
- Om te voorkomen dat de naastgelegen straten onbereikbaar zijn, gaan we er voorlopig vanuit dat de bruggen 30 en 41 niet gelijktijdig uitgevoerd worden. Per brug bedraagt de doorlooptijd circa 18 maanden.
- De doorlooptijd van de uitvoering is per brug aangehouden voor 18 maanden.
- Vanwege de uitvoering wordt het tram- en autoverkeer gestremd en voor 18 maanden omgeleid. De exploitatiekosten voor het GVB zijn ingeschat. Deze kosten zijn nog niet door het GVB gevalideerd. Omdat deze kosten hoog kunnen zijn adviseren we deze kosten in het vervolgtraject door GVB-exploitatie te laten opstellen.
- Voor fietsers en voetgangers komt een hulpbrug.
- De kabels en leidingen uit het bestaande brugdek worden tijdelijk verlegd en opgevangen.
- Omdat de Vijzelstraat geen winkelstraat betreft is de nadeelcompensatie beperkt.

Projectscope en brugontwerp

- Het architectonisch ontwerp van de nieuwe brug is identiek aan die van de bestaande brug.
- De bouwwijze en het constructief ontwerp van de nieuwe brug is gebaseerd op bijgaande verkennende schetsen.
- De bestaande brug en de nieuwe brug worden gesloopt en gebouwd in een bouwkuip.
- De bestaande brug wordt gesloopt tot op de bestaande paalfundering. De houten paalfundering blijft zoveel mogelijk achter in de ondergrond.
- De brug overkluist de 2 tunnelbuizen van de NZ-lijn. Het nieuwe brugdek wordt opgelegd op 2 landhoofden en 2 pijlers die uitgevoerd worden als portaalconstructie, zie bijgaande verkennende schetsen.
- Het nieuwe brugdek wordt een massief samengesteld brugdek met een dikte van 600 mm inclusief doorvoerbuizen rond 400 mm en exclusief wegverharding.
- De nieuwe brugconstructie komt niet in de waterbodem te liggen waardoor geen grootschalige sanering hoeft plaats te vinden.
- De bruggen moeten voorzien worden van sierverlichting.
- Er worden 4 bomen verwijderd en opnieuw gepland.
- De nieuwe brug sluit aan op de bestaande kadeconstructies. De bestaande kadeconstructies worden niet gesloopt en vernieuwd. Er is wel een kostenpost meegenomen voor de aansluitingen.

De kostenindicatie is exclusief:

- Het verwijderen van de bestaande en het aanbrengen van de nieuwe wegverharding, tramspoor en –masten zijn voor rekening van de Rode Loper.

Uitgangspunten kostenindicatie versterking van brug 70

Kostenniveau

- PBI-fase 1 volgens de kaders SSK-ramingen van V&OR met een bandbreedte van 30%.
- De levensduurkosten zijn niet geraamd.

Planning en doorlooptijd

- De uitvoering vindt plaats tijdens de buitendienststelling van brug 30 en/of brug41.
- Als de versterking van brug 70 separaat wordt uitgevoerd is een korte buitendienststelling van de tram noodzakelijk. We adviseren deze kosten in het vervolgtraject door GVB-exploitatie te laten opstellen.

Projectscope

- De fundering blijft gehandhaafd.
- Regulier onderhoud en versterking van het brugdek bestaande uit
  - herstellen conservering van de stalen liggers
  - injecteren van de scheuren van het betonnen brugdek
  - aanbrengen waterdicht membraan op het brugdek
  - aanbrengen lijmwapening

De kostenindicatie is exclusief:

- Het verwijderen van de bestaande en het aanbrengen van de nieuwe wegverharding, tramspoor en –masten zijn voor rekening van de Rode Loper.

Project: VIJZELSTRAAT - Projectnr: 30.670 en 30.668 - Opdr.gever: R. van Hien *Prijspeil raming: sept 2015*
Versie raming: 2 - Status: Definitief - Opgesteld door: *Datum raming: 11 nov 2015*

Colofon

Versie 3.05a (18 juni 2014)

Project:

Project	**VIJZELSTRAAT**
Omschrijving / specificatie	Vervangen van brug 30 en 41 en versterken van brug 70
Projectfase	Onderzoek PBI fase 1
Opdrachtgever	R. van Hien
Projectmanager	-
Manager projectbeheersing	-
Technisch manager	R. Terpstra

Raming:

Type raming	Onderzoek
Datum opstelling raming	11 nov 2015
Opsteller raming	H.M. Rijnders
Mede opstellers raming	P. Elzenaar en P. Gökemeijer
Versie raming	2
Status raming	Definitief
Prijspeil raming	sept 2015
Valuta	Euro

Archivering:

Project-/dossier-/SAP-nummer	30.670 en 30.668
Documentnummer raming	-
Nummer kostenrapportage	-
Bestandsnaam raming	SSK Bruggen Vijzelstraat versie 2.xlsm
Locatie (map) opgeslagen raming	K:\BESTAND\30670\CALC

Toetsing:

Raming intern getoetst door	B. B. van Gameren
Datum interne toetsing	17-9-2015 en 24-10-2015
Raming extern getoetst door	-
Datum externe toetsing	-

Parafering:

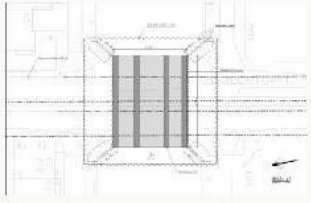
Paraaf opsteller raming	
Paraaf interne toetser	
Paraaf externe toetser	
Paraaf projectleider	
Paraaf manager projectbeheersing	
Paraaf projectmanager	

Uitgangspunten kosenindicatie brug 30 en 41
Kostenniveau
- PBI-fase 1 volgens de kaders SSK-ramingen van V&OR, zie bijlage.
- De totale investeringskosten gelden 1 brug.
- De levensduurkosten worden niet gerekend.

Planning, fasering, doorlooptijd, BLVC, K&L en engineering
- De bestaande brug en nieuwe brug worden vanwege de ligging van de 2 tunnelbuizen van de NZ-lijn in één keer geslopten gebouwd. Dit gebeurt dus niet gefaseerd.
- Vanwege de doorgaande verbinding op de kades langs de Herengracht en Keizersgracht voor noodlin hulpdiensten en vanwege de stremming van rondvaartboten worden brug 30 en 41 niet gelijktijdig uitgevoerd maar wel aaneengesloten.
- De doorlooptijd van de uitvoering bedraagt per brug 18 maanden.
- De brug wordt uitgevoerd nadat de NZ-lijn in gebruik is genomen. Het tramverkeer is vanwege het rijden van de NZ-lijn gehalveerd.
- Vanwege de uitvoering wordt het tramen autoverkeer gestremd en voor 18 maanden omgeleid.
- Voor fietsers en voetgangers komt een hulpbrug.
- De kabels en leidingen uit het bestaande brugdek worden tijdelijk verlegd en opgevangen.
- De rondvaartboten worden voor 18 maanden gestremd.
- Omdat de Vijzelstraat geen winkelstraat betreft is de nadeelcompensatie beperkt.
- Voor inschatting van de engineeringskosten IB voor het VO en DO zie bijgaande oppave. (wordis conteerd als percentage)

Projectscope en brugontwerp
- Het architectonisch ontwerp van de nieuwe brug is identiek aan die van de bestaande brug, zie voor bestaand ontwerp bijgaande link K:\BESTAND\30658\100\Archiefteekeningen Brug 1 30 41 70\Bestaand ontwerp brug 30. Afmeting bestaande brugdek: b x l = 26 x 20 meter.
- De bestaande brug en de nieuwe brug worden gesloopt en gebouwd in een bouwkuip. Afmetingen bouwkuip: b x l = 36 x 35 meter, zie schetsontwerp.
- De bestaande brug wordt gesloopt tot op de bestaande paalfundering. De houten paalfundering blijft zoveel mogelijk achter in de ondergrond.

De brug overkluist de 2 tunnelbuizen van de NZ-lijn. Het nieuwe brugdek wordt opgelegd op 2 landhoofden en 2 pijlers die uitgevoerd worden als stalen portaalconstructie, zie schetsontwerp. De stalen liggers worden afgewerkt met metselwerk en natuursteen.
- Achter het landhoofd wordt een stalen onderloopsheidscherm aangebracht; AZ18; l=8 m; b=26m.
- De bestaande vleugelwanden worden vervangen door een nieuwe betonnen kadeconstructie met prefab betonpalen; zie schetsontwerp. Lengte kadeconstructie is 4 x 6 m.
- Het nieuwe brugdek wordt een massief samengesteld brugdek met een dikte van 600 mm in dusiel doorvoerbuizen rond 400 mm en exdusief wegverharding. Afmetingen brugdek: b x l = 26 x 20 meter, zie schetsontwerp.
- De nieuwe brugconstructie komt niet in de waterbodem te liggen waardoor geen grootschalige saneringhoeft plaats te vinden.
- De bruggen moeten voorzien worden van sleverlichting.
- Er worden 4 bomen verwijderden opnieuw geplant.
- De nieuwe brug sluit aan op de bestaande kadeconstructies. De bestaande kadeconstructies worden niet gesloopt en vernieuwd.
- **Het verwijderen van de bestaande en het aanbrengen van de nieuwe wegverharding, transpoor en -masten zijn voor rekening van de Rode Loper.**





Prijsinfo brug 70
+K:\BESTAND\30658\CALC\GMB dd 14 feb 2012 offerte lijmwapening SIKA.pdf

Historische bestanden onderzoek januari 2014

+K:\BESTAND\30658\CALC\[GMB dd 20 JAN 2014 INTEGRAAL DO Raming brug 116 ter toetsing .xlsm]
+K:\BESTAND\30658\CALC\[Kopie van GMB dd 17 apr 2014 ON Raming Utrechtse str.Volledig vervangen REF ONT ter toetsing .xlsm]

Werkzaamheden
Voor brug 70 een kostenopgave/-indicatie
Onderhoudswerkzaamheden en versterkingen bestaande uit:
a. aanbrengen waterdicht membraam
b. herstellen conservering stalen liggers
c. iniecteren betonnen bruqdek
d. aanbrengen lijmwapening (zie bijgaande mail: aanvullende info krijg ie van mij na overleg met Andrew)

Uitgangspunten verwallen ivm ligging buis noordzuidlijn nader te onderzoeken!
- kunnen uitgevoerd worden tijdens de buitendien stelling van de tram.

Je kunt gebruik maken van de bestaande gegevens uit K:\BESTAND\30658\100\Kostenindicaties

verwallen ivm ligging buis noordzuidlijn nader te onderzoeken!

Lijmwapening : 20 * 260 = 520 m²

