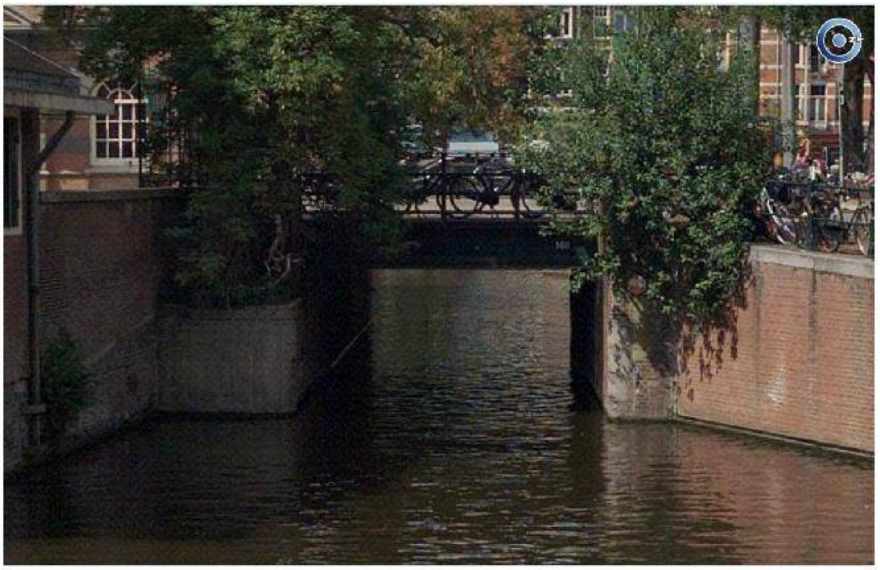


Bullebakssluis

Technisch onderzoek

projectnummer 0405934.57
definitief
14 december 2017

Understanding today.
Improving tomorrow.

Bullebakssluis

Technisch onderzoek

projectnummer 0405934.57

definitief revisie 2.0
14 december 2017

Auteurs

[redacted]

Opdrachtgever

[redacted]

Colofon

Projectgroep bestaande uit

[redacted]

Tekstbijdragen

[redacted]

Fotografie

[redacted]

datum vrijgave	beschrijving revisie 2.0	goedkeuring	vrijgave
	definitief	[redacted]	

Inhoudsopgave

		Blz.
1	**Inleiding**	**2**
1.1	Aanleiding	2
1.2	Doel van het onderzoek	2
1.3	Verrichte werkzaamheden	3
1.4	Leeswijzer	3
2	**Vaste gegevens**	**4**
2.1	Scope van het onderzoek	5
3	**Bureaustudie**	**6**
4	**Visuele inspectie van de brug**	**7**
4.1	Visuele inspectie onderbouw en vergelijking met situatie 2015/2016	7
5	**Onderzoek staalkwaliteit liggers**	**12**
6	**Conclusie en aanbevelingen**	**13**

Bijlage 1: Inspectietekening
Bijlage 2: Opname scheurwijdte meters
Bijlage 3: Rapport 'Staalonderzoek brug Bullebaksluis Amsterdam', definitief, 07/11/2017
Bijlage 4: Rapport Antea; kenmerk 0405934.00 R2.0; d.d.25 mei 2016

1 Inleiding

Op woensdag 18 oktober 2017 ontving Antea Group van mevrouw [redacted] de opdracht voor nader onderzoek aan de Bullebakssluis, ook bekend onder de naam BRU0160. De onderzoeksopdracht is nader omschreven in paragraaf 1.2 van dit rapport.

1.1 Aanleiding

Het object Bullebakssluis staat op de nominatie om, met nog een aantal objecten in de omgeving, vervangen te worden. Om te bepalen of (en tot welk tijdstip) het verantwoord is de vervanging uit te stellen, is het noodzakelijk om het object te monitoren ten aanzien van zettingen, degradatie en schadetoename én met een constructieve berekening aan te tonen dat het object voldoet aan de eisen ten aanzien van sterkte, stijfheid en stabiliteit.
Voor de berekening zijn ten aanzien van de in het brugdek toegepaste stalen liggerprofielen de, tot het moment van onderzoek, nog onbekende staalkwaliteitsgegevens benodigd.

1.2 Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is het geven van antwoord op de volgende vragen:

1. Zijn er nieuwe schadebeelden ontstaan in onderbouw en/of brugdek ten opzichte van de onderzochte situatie in 2015 / begin 2016?
2. Is de onderbouw van de brug (metselwerk en fundering) stabiel?
3. Is het brugdek van de brug stabiel?
4. Wat is de staalkwaliteit van de liggers?

Uit vraag 1 wordt al duidelijk dat de toestand van het object nauwlettend gevolgd wordt.
Zo is de brug in februari 2015 visueel geïnspecteerd. Bij deze inspectie zijn meerdere constructieve gebreken geconstateerd. De landhoofden vertoonden diverse scheuren en er was sprake van delaminatie van het metselwerk. Op basis van die inspectieresultaten werd getwijfeld aan de staat van de houten fundering. Om te bepalen welke maatregelen nodig zijn voor het borgen van de veiligheid en het duurzaam in stand houden van de constructie, is toen al besloten nader onderzoek uit te voeren, bestaande uit:

- Uitvoeren van een duikinspectie;
- Uitvoeren houtonderzoek fundering;
- Uitvoeren metselwerkonderzoek d.m.v. het nemen van boorkernen;
- Het opnemen van de (inmiddels geplaatste) scheurwijdtemeters.

Deze onderzoeken zijn uitgevoerd in oktober 2015 en februari 2016. De werkwijze en resultaten zijn vastgelegd in rapport '*BRU0160 – Bullebakssluis, Nader onderzoek, projectnummer 0405934.00, definitief revisie 2.0, d.d. 25 mei 2016*'. Dit document is in bijlage 4 opgenomen bij dit rapport.

1.3 Verrichte werkzaamheden

In het kader van het onderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Het uitvoeren van een visuele inspectie aan onderbouw en brugdek en het uitvoeren van een vergelijking van de resultaten met de inspectie uit 2015 (Antea rapport '*BRU0160 – Bullebakssluis, Nader onderzoek, projectnummer 0405934.00, definitief revisie 2.0, d.d. 25 mei 2016*'; zie bijlage 4);
- Het uitvoeren van een (her-)opname van de scheurmeters;
- Het uitvoeren van een niet-destructief onderzoek naar de staalkwaliteit van de liggers (HEB240, DIN 24, DIN 28) door middel van de optische emissiespectrografie aangevuld met een equotip hardheidsmeting.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een beschrijving van de constructie met daarbij de bekende vaste gegevens opgenomen.
In hoofdstuk 3 is de uitgevoerde bureaustudie weergegeven.
Hoofdstuk 4 behandeld de uitgevoerde visuele inspectie aan brugdek en onderbouw.
In hoofdstuk 5 is het uitgevoerde onderzoek naar de staalkwaliteit van de liggers beknopt beschreven. Het onderzoek is uitgebreid beschreven in bijlage 3, rapport '*Staalonderzoek brug Bullebaksluis Amsterdam*', definitief, 07/11/2017.

Tot slot zijn in hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen beschreven met betrekking tot uit te voeren maatregelen voor een verantwoord uitstel in plaats van directe vervanging van het object.

2 Vaste gegevens

BRU0160





Vooraanzicht



Locatie
Stadsdeel : Centrum Straat : Marnixstraat Over : Bloemgracht

Bouwjaar:
1845 Bullebakssluis
1930 Brug bullebak

Hoofdafmetingen:
- Lengte: 4,8- 5,5 m (verloopt)
- Breedte: 20,4 m

Toegepaste materialen:
- Rijdek, beton / staal;
- Deksloof, natuursteen;
- Steunpunt, metselwerk;
- Borstwering, metselwerk;
- Sluisvloer, hout;
- Funderingspalen en vloer, hout;

De Bullebakssluis (BRU0160) is in het verleden omgebouwd van een sluis naar een brug. In de jaren erna is de brug meerdere malen verbreed waarbij er mogelijk diverse constructietypes zijn gebruikt. In de voorgaande tabel zijn de basisgegevens van de brug weergegeven samen met de toegepaste materialen

De Bullebakssluis is gelegen in de Marnixstraat. De indeling van west naar oost is:

- Voetpad;
- Trambaan / Rijbaan Zuid;
- Rijbaan Noord;
- Voetpad.

2.1 Scope van het onderzoek

In dit nader onderzoek zijn de staat de onderbouw en het brugdek van het object Bullebakssluis vastgesteld en vergeleken met die van de resultaten uit 2015. (Antea rapport '*BRU0160 – Bullebakssluis, Nader onderzoek, projectnummer 0405934.00, definitief revisie 2.0, d.d. 25 mei 2016*'; zie bijlage 4) Daarnaast is onderzoek uitgevoerd naar de staalkwaliteit van de in het brugdek toegepaste liggers.

- Alléén objectdelen boven de waterlijn zijn geïnspecteerd;
- Staalonderzoek is op niet-destructieve wijze uitgevoerd.

3 Bureaustudie

Antea rapport '*BRU0160 – Bullebakssluis, Nader onderzoek, projectnummer 0405934.00, definitief revisie 2.0, d.d. 25 mei 2016*' heeft gediend als informatiebron voor het in dit rapport beschreven aanvullende onderzoek en de uitgevoerde monitoring, waaronder de (her-)opneming van de scheurwijdtemeters.
Genoemd document is als bijlage 4 opgenomen bij dit rapport.

4 Visuele inspectie van de brug

Een inspectieteam, bestaande uit een inspecteur en een senior adviseur, heeft op 31 oktober 2017 een visuele inspectie, boven de waterlijn, uitgevoerd aan de onderbouw en het brugdek van het object. Tijdens de inspectie zijn de aangetroffen gebreken nauwkeurig onderzocht; bestaande gebreken zijn getoetst aan eventuele toename in ernst en omvang ten opzichte van de opname die is beschreven in rapport *BRU0160 – Bullebakssluis, Nader onderzoek, projectnummer 0405934.00, definitief revisie 2.0, d.d. 25 mei 2016*. Afwijkingen ten opzichte van dit rapport zijn vastgelegd op foto en in veldwerk.

Met oog op de scope en het doel van het onderzoek zijn in dit rapport de geconstateerde nieuwe schades gedetailleerd weergegeven en zijn wijzigingen in schadeomvang van reeds eerder geconstateerde schades duidelijk aangeduid in de tabel in dit hoofdstuk.
Ook zijn de schades op de inspectietekening (afkomstig uit het Antea-rapport van mei 2016) in bijlage aangegeven en is de geconstateerde schadetoename daarop duidelijk gemarkeerd weergegeven.

Het bijplaatsen van scheurmeters, in geval van nieuw ontstane scheuren, is niet noodzakelijk gebleken.

Voor de bereikbaarheid van de diverse brugonderdelen vanaf het water is gebruik gemaakt van pontons. Tijdens uitvoering van de inspectie was verdere doorvaart van de Bloemgracht niet mogelijk.

4.1 Visuele inspectie onderbouw en vergelijking met situatie 2015/2016

Bij eerder uitgevoerd nader onderzoek is al vastgesteld dat er scheurwijdtemeters op de scheuren zijn aangebracht. Bij het nader onderzoek is een 1e herhaalmeting uitgevoerd om vast te stellen of er deformatie heeft plaats gevonden. Er is toen geen verschuiving geconstateerd in de constructie en de scheuren. (Zie eventueel het rapport in bijlage 4, hoofdstuk 5.4 en bij dat rapport behorende bijlage 3)

De constructieve gebreken aan de metselwerk landhoofden en borstweringen zijn inzichtelijk gemaakt op de tekening opgenomen in bijlage 1.

Bij de brug Bullebakssluis (BRU0160) zijn in hoofdzaak de volgende constructieve gebreken en toenames van schade geconstateerd:

- Scheurvorming, totaal **15 stuks**, diagonaal en verticaal. Dit was 10 stuks in 2015-2016. Zie opmerkingen met betrekking tot deze toename in navolgende tabel;
- Holklinkend metselwerk. Er is op één locatie een toename van circa 0,5 m^2 geconstateerd ten opzichte van de vorige inspectie, waarmee het totaal van holklinkend oppervlak circa **28 m^2** van de circa. 90 m^2 boven de waterlijn bedraagt. (Dit was 27,5 m^2 in 2015-2016, welk getal als uitgangspunt is aangehouden voor bepaling van het totaal op dit moment);
- Vorstschade metselwerk, totaal 19 m2 van de ca. 90 m2 boven de waterlijn. Er is **geen** significante toename van door vorst beschadigd metselwerkoppervlak geconstateerd.

Scheurvorming

Het metselwerk van de wanden is op diverse locaties verticaal / diagonaal gescheurd.

Onderstaand zijn in tabelvorm de scheuren weergegeven. De tabel is als basis overgenomen uit het rapport "*BRU0160 – Bullebakssluis, Nader onderzoek, projectnummer 0405934.00, definitief revisie 2.0, d.d. 25 mei 2016.*" De scheurwijdte onder de waterlijn is daarbij '1 op 1' ongewijzigd overgenomen uit dat rapport en gezien de scope van de opdracht (*alleen inspectie boven de waterlijn*) niet aangepast.

In de tabel is ook aangegeven of een scheurwijdtemeter ter plaatse van de constructieve scheur aanwezig is.

De locatie van schades is aangegeven op de tekening in bijlage 1. Gewijzigde waarden zijn in **vet schrift** in de tabel weergegeven; de vorige gemeten waarden zijn in dat geval ter informatie tussen haken () genoteerd. Nieuw geconstateerde scheuren (dus vanaf scheur 'K') zijn alleen in **vet schrift** genoteerd.

Scheur	Lengte (m) 2016	Lengte (m) 2017	Scheurwijdte 2016	Scheurwijdte 2017	Scheurwijdte-meter	Waarschijnlijke oorzaak
A	0,6	**0,7**	1-2 mm	1-2 mm	-	Vervormingen van het rijdek.
B	3,8	3,8	3 mm boven waterlijn 5 mm onder waterlijn	3 mm boven waterlijn 5 mm onder waterlijn	6	Zettingsverschil in de verschillende funderingstypen en door het ontbreken van een dilatatie.
C	3,0	3,0	0,2 mm boven waterlijn 0,5 mm boven waterlijn	0,2 mm boven waterlijn **0,8** mm boven waterlijn	7	Scheuren in het metselwerk door overbelasting van de fundering door de bovengelegen trambaan.
D	3,0	3,0	2-3 mm boven waterlijn 2 mm onder waterlijn	2-3 mm boven waterlijn 2 mm onder waterlijn	10	Zettingsverschil in de verschillende funderingstypen en door het ontbreken van een dilatatie.
E	1,0	1,0	1,2 mm	1,2 mm	11	Vervormingen van het rijdek.
F	2,1	2,1	2 - 5 mm	2 - 5 mm	21	Vervormingen van het rijdek.
G	3,5	3,5	1 mm boven waterlijn 10-30 mm onder waterlijn	1 mm boven waterlijn 10-30 mm onder waterlijn	**Mortel-vulling 2017**	Scheuren in het metselwerk door overbelasting van de fundering door de bovengelegen trambaan.
H	4,0	4,0	5 - 6 mm tpv scheurwijdtemeter	5 - 6 mm tpv scheurwijdtemeter	20	Scheuren in het metselwerk door overbelasting van de fundering door de bovengelegen trambaan.

Scheur	Lengte (m) 2016	Lengte (m) 2017	Scheurwijdte 2016	Scheurwijdte 2017	Scheurwijdte-meter	Waarschijnlijke oorzaak
			25-40 mm boven waterlijn 5 mm onder waterlijn	25-40 mm boven waterlijn 5 mm onder waterlijn		
I	4,2	4,2	5-6 mm tpv scheurwijdtemeter 30-50 mm onder waterlijn	5-6 mm tpv scheurwijdtemeter 30-50 mm onder waterlijn	19	Zettingsverschil in de verschillende funderingstypen en door het ontbreken van een dilatatie.
J	0,8	0,8	1-2 mm	1-2 mm	16	Onvoldoende fundatie van borstwering.
K	**-**	**0,12**	**-**	**0,9 mm**	**-**	Zettingsverschil in de verschillende funderingstypen en door het ontbreken van een dilatatie. Opmerking: Mogelijk eerder wel aanwezig maar vanwege geringe lengte niet meegenomen in overzicht.
L	**-**	**0,7**	**-**	**0,4 mm**	**-**	Zettingsverschil in de verschillende funderingstypen en door het ontbreken van een dilatatie. Opmerking: Mogelijk toename van scheur B.
M	**-**	**0,65**	**-**	**0,4 mm**	**-**	Scheuren in het metselwerk door overbelasting van de fundering door de bovengelegen trambaan.
N	**-**	**0,35**	**-**	**1,2 mm**	**-**	Scheuren in het metselwerk door overbelasting van de fundering door de bovengelegen trambaan.
O	**-**	**0,55**	**-**	**Tot 0,3 mm**	**-**	Mogelijk eerder wel aanwezig maar vanwege geringe omvang niet meegenomen in overzicht.

Holklinkend metselwerk

De holle delen in het metselwerk bevinden zich alle in de bovenzijde van de wand of rondom scheuren. **Alleen ter plaatse van steunpunt 01 is een lichte toename geconstateerd van circa 0,5 m²**. Zie tekening in bijlage 1. Op basis van het uitgevoerde onderzoek in 2015-2016 komt de totale hoeveelheid holklinkend metselwerk daarmee op ongeveer 28 m² van in totaal 90 m² metselwerk oppervlak, dus circa 30%.

Vorstschade metselwerk

Naast het holklinkend metselwerk, zijn grote delen metselwerk-oppervlak aangetast door vorst. Doordat het aanwezige vocht in de stenen bij vorst uitzet, schilfert de buitenste laag van de stenen tot een maximale diepte van 3-4 cm. Dit is meer een esthetisch dan een constructief gebrek, maar draagt wel bij aan het beeld van een monumentale brug. **Ten opzichte van de situatie in 2015-2016 is de toename van het aangetaste oppervlak echter nihil**; wel wordt opgemerkt dat delen die al aangetast zijn een open structuur hebben, eenvoudig vocht opnemen en daardoor bij vorst verdergaande aantasting ondergaan.

Scheurwijdtemeters

In oktober 2015 zijn er op de grotere scheuren in de wanden scheurwijdtemeters aangebracht. De scheurwijdtemeters zijn bij inspectie in februari 2016 opgenomen en de stand van de scheurwijdtemeters is vastgelegd op digitale foto. De foto's van de nulmeting, van oktober 2015, zijn vergeleken met de bij het nader onderzoek gemaakte foto's van februari 2016. Bij de uitvoering van de onlangs uitgevoerde inspectie (oktober 2017) is dit herhaald. Ook is bij scheur G, vanwege het ontbreken van een scheurwijdtemeter ter plaatse, een gedeeltelijk zand-cement-mortelvulling toegepast, zodat beweging in de toekomst wel gevolgd kan worden. Zie onderstaande foto.



Gedeeltelijke vulling scheur G met zandcement-mortel

Een vergelijking van de scheurwijdtemeters is in bijlage 2 aan het rapport toegevoegd. Er is in geringe mate beweging van een tweetal scheuren geconstateerd. Dit betreft de scheuren D en F met scheurwijdtemeter-nummer 10 respectievelijk 21.

Scheurwijdtemeter nummer 16 is vermoedelijk door (boor-)werkzaamheden derden in de periode februari 2016 – oktober 2017 beschadigd geraakt en voor verder onderzoek ongeschikt geworden; er is een schroef afgebroken en de kruisdraad is verschoven / ontzet.
Er is echter geen schadetoename of verandering in vorm en afmeting van de scheur ter plaatse vastgesteld. Ook niet rondom de scheur. Dit is met behulp van historisch fotomateriaal bepaald.

Conclusie:

In de rapportage van 25 mei 2016 is reeds het vermoeden geuit dat zettingen van en in de constructie actief zijn.
De basis voor dit vermoeden was de constatering van ontstaan van nieuwe scheuren in het metselwerk van de borstwering in de periode tussen 2007 en 2015.

Gezien de geconstateerde schadetoename en het verplaatsen van de kruisdraden van een tweetal scheurwijdtemeters is dit vermoeden dus juist gebleken.

5 Onderzoek staalkwaliteit liggers

Dit hoofdstuk geeft een korte samenvatting van relevante informatie zoals weergegeven in het onderzoeksrapport *Staalonderzoek Brug Bullebaksluis Amsterdam d.d. 6 november 2017, status: definitief*. Het volledige rapport is als bijlage 3 in dit rapport opgenomen.
Het onderzoek is op 31 oktober 2017, gelijktijdig met de visuele inspectie zoals hiervoor beschreven, uitgevoerd.

Onderzocht zijn de verschillende type stalen liggers van het brugdek. Het betreft liggers met benaming: HE240A, DIN24, DIN28, DIN70 en IHP40. Voor het uitvoeren van een constructieve (her-)berekening is het van belang om de materiaaleigenschappen van het toegepaste staal te herleiden. Op verzoek van de Gemeente Amsterdam is geen destructief onderzoek uitgevoerd, maar is de staalkwaliteit non-destructief bepaald en onderbouwd op basis van chemische samenstelling en hardheidsmetingen. Daartoe zijn door [redacted] Optische Emissie Spectometrie (OES-)metingen in combinatie met hardheidsmetingen verricht aan de hoofddraagconstructie van de brug. Het betreft een positieve materiaal identificatie (PMI) gebaseerd op vooraf aangeleverde informatie.

Aan de brug is op elk type ligger niet-destructief onderzoek uitgevoerd door middel van OES-metingen en Vickers-hardheidsmetingen. Met de OES wordt de chemische samenstelling van het staal gemeten. Op basis van de samenstelling wordt het koolstofequivalent berekend. De Vickers-hardheidsmetingen zijn uitgevoerd met een hardheidsmeter en hebben een relatie met de treksterkte van het staal.

Voor het bereiken van de onderzijde van de brug is gebruik gemaakt van een ponton van Antea Group. Vanaf dit ponton is op de te onderzoeken liggers lokaal de conservering verwijderd, met behulp van een haakse slijper, om een schoon en vlak meetoppervlak te verkrijgen. Na uitvoering van de metingen is het onderzoekoppervlak voorzien van een laag zinkspray, zodat het staaloppervlak weer tegen klimatologische invloeden beschermd is.

De chemische samenstelling is bepaald op basis van vijf metingen per onderzoeklocatie. De resultaten van de OES metingen zijn terug te vinden in tabel 3.2 van het onderzoeksrapport in bijlage. Het staal is getoetst aan de staalkwaliteit S235 en S355 die voortkomen uit de NEN-EN 10025 deel 2. De chemische samenstelling van de gemeten liggers komen overeen met de eisen van de staalkwaliteit S235 en S355. Dit is echter een recentere benaming voor staalkwaliteit en het is waarschijnlijk dat de brug gebouwd is met een equivalent van S235 of S355.
De gemeten hardheden duiden op een treksterkte tussen 380 en 440 N/mm2.
Deze resultaten zijn passend voor de staalkwaliteit S235.

Conclusie:
De onderzochte staalprofielen van de brug voldoen met betrekking tot de chemische samenstelling en de hardheid Vickers afgeleide treksterkte aan de eigenschappen van staal S235.
De koolstofequivalent is, mede door een laag concentratie koolstof, aan de lage kant.

6 Conclusie en aanbevelingen

Conclusies:

Zoals gesteld in paragraaf 1.2 van dit rapport heeft het uitgevoerde onderzoek tot doel het geven van antwoord op de volgende vragen:

1. Zijn er nieuwe schadebeelden ontstaan in onderbouw en/of brugdek ten opzichte van de onderzochte situatie in 2015 / begin 2016?
   Antwoord: De visuele inspectie heeft duidelijk gemaakt dat er inderdaad in de tussenliggende periode een geringe toename is ontstaan van schades. Het aantal geconstateerde schades is met zes stuks toegenomen en betreft vijf extra scheuren in het metselwerk en een toename van 0,5 m^2 holklinkend metselwerk.
   Zie tabel paragraaf 4.1.
   Drie van deze vijf scheuren zijn mogelijk vanwege de geringe omvang in de vorige rapportage niet meegenomen, terwijl ze al wel aanwezig waren. Bij twee scheuren, te weten scheur D en scheur F, is op basis van afgelezen verschillen in standen van de kruisdraden van de scheurwijdtemeters ter plaatse, aangetoond dat er actief enige zetting heeft plaatsgevonden in de onderbouw van de constructie.
   Aan het brugdek is geen significante schadetoename geconstateerd ten opzichte van de situatie 2015/begin 2016.

2. Is de onderbouw van de brug (metselwerk en fundering) stabiel?
   Antwoord: Geconstateerd is dat plaatselijk sprake is van doorgaande zetting, met andere woorden, de situatie is ten opzicht van de vorige opname niet gestabiliseerd. Echter, er is geen aanleiding naar voren gekomen om aan te nemen dat de kansen op functieverlies en/of beperkingen ten aanzien van het draagvermogen van de onderbouw ten opzichte van de situatie twee jaar geleden zijn vergroot. Ten aanzien van sterkte, stijfheid en stabiliteit zijn er dus op korte termijn geen problemen te verwachten. Zie echter de opmerking onder 'aanbevelingen' in dit hoofdstuk.

3. Is het brugdek van de brug stabiel?
   Antwoord: Geconstateerd is dat er geen sprake is van schadetoename aan het brugdek ten opzichte van de situatie van twee jaar geleden. Er is dus sprake van een stabiele situatie. Bij de inspectie zijn er geen feiten naar voren gekomen die aanleiding geven aan te nemen dat de stabiliteit van het brugdek in het geding is. Ten aanzien van sterkte, stijfheid en stabiliteit zijn er op korte termijn met dit brugdeel geen problemen te verwachten. Zie echter de opmerking onder 'aanbevelingen' in dit hoofdstuk.

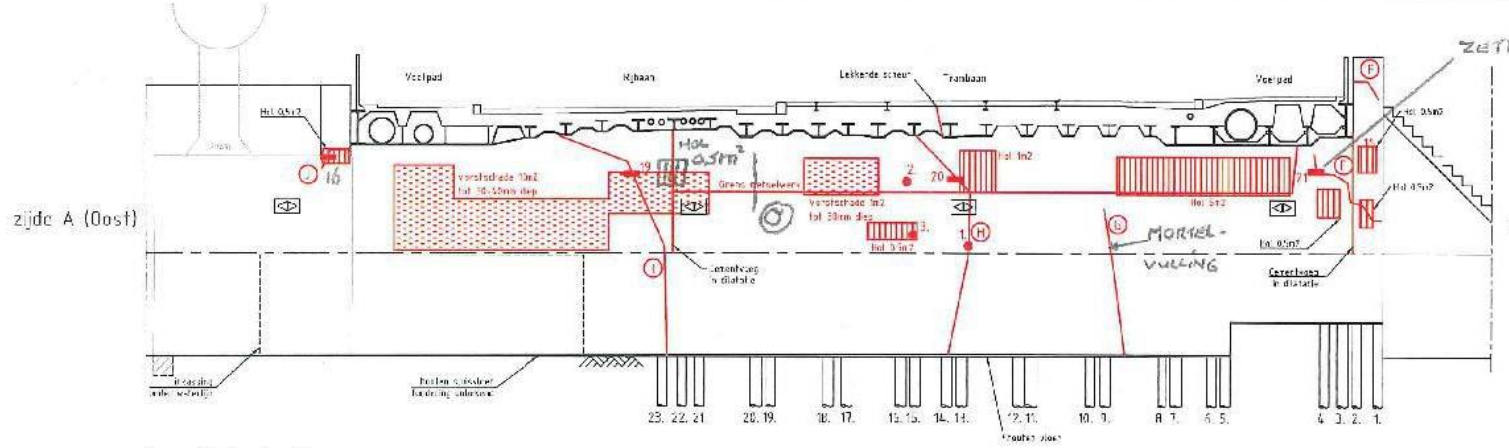
4. Wat is de staalkwaliteit van de liggers?
   Antwoord: *De onderzochte staalprofielen van brug Bullebak voldoen met betrekking tot de chemische samenstelling en de hardheid Vickers afgeleide treksterkte aan de eigenschappen van staal S235. De koolstofequivalent is, mede door een laag concentratie koolstof, aan de lage kant.*
   Bovenstaande conclusie is overgenomen uit het onderzoeksrapport Staalonderzoek Brug Bullebaksluis Amsterdam d.d. 6 november 2017, status: definitief.
   Het volledige rapport is als bijlage 4 van dit rapport opgenomen.

Aanbevelingen:

1. Voor de constructieve (her-)berekening van de brug dienen (maximaal) de bepaalde materiaalgegevens en eigenschappen van de stalen liggers te worden aangehouden;
2. Aanbevolen wordt het gehele object tot het moment van vervanging te monitoren. Dit vanwege het feit dat actieve zetting van het object lijkt plaats te vinden. Daarbij wordt vooralsnog geadviseerd een jaarlijkse frequentie aan te houden. Het ontstaan van extra schades en toename van reeds aanwezige schades, welke kunnen leiden tot instabiliteit of disfunctionaliteit van het object, zullen op die wijze tijdig ontdekt worden. De inspectie-frequentie dient na iedere inspectie opnieuw te worden vastgesteld. Het gestelde ten aanzien van de restlevensduur in Antea-rapport met kenmerk 0405934.00 R2.0 d.d.25 mei 2016 (bijlage 4) kan gehandhaafd blijven; het resultaat daarvan is nu (december 2017):
   'Op basis van de delaminatie van de voorste schil van het metselwerk, de scheuren onder de trambaan en gezien de hoge leeftijd (172 en 87 jaar) is de verwachtte restlevensduur beperkt. Bij een gelijkblijvende functie en belasting bedraagt de restlevensduur van de brug naar verwachting maximaal 14 jaar.'

Bijlage 1: Inspectietekening

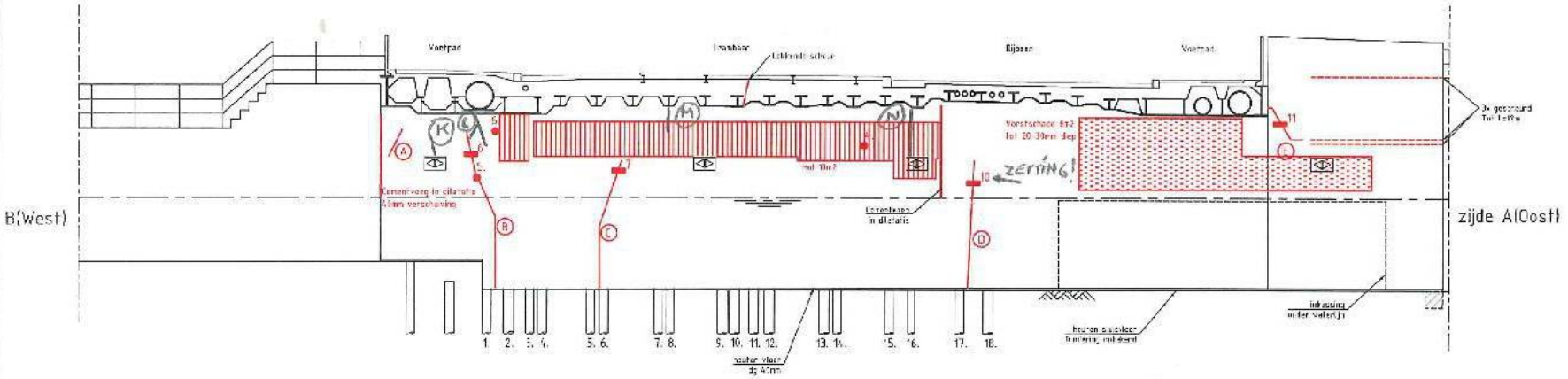
VASTE BRUG MARNIXSTRAAT - BLOEMGRACHT		
AMSTERDAM	GEHEEL COMPLEX	
BRUG 160	AANZICHTEN STP 1-2	TEK.NR. 3/4



Aanzicht stp 01
Zuid

Scheuren	Lengte	Tot. Tale	Scheurwijdte
A	2.7m	2	2-5mm
B	3.5m	-	5mm boven WL 0-50mm onder WL
H	4.0m	20	5-5mm TT 25-50mm boven WL 5mm onder WL
I	4.2m	16	5-6mm TT 30-50mm onder WL
	0.8m	15	1-2mm

Houtmonster en spechtmeting op paalnummer: 2-6-10-15-18



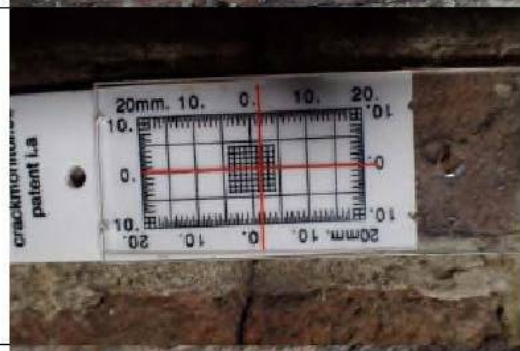
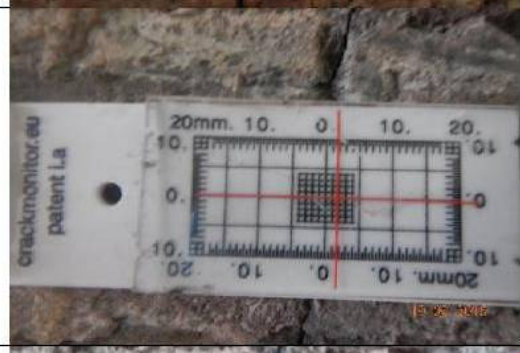
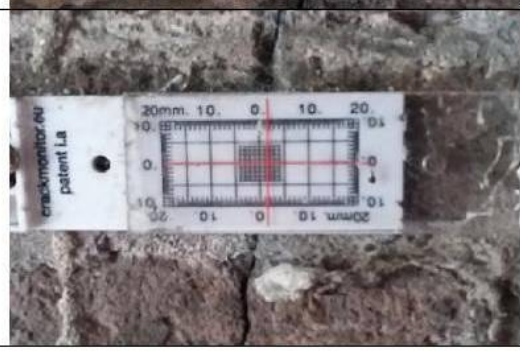
Aanzicht stp 02
Noord

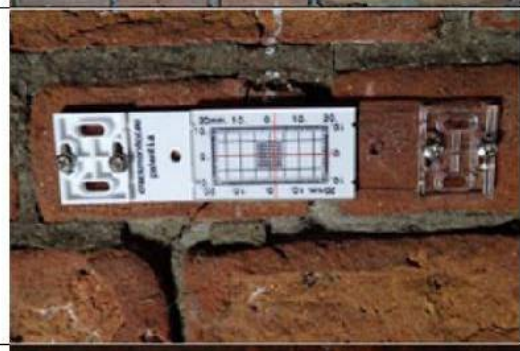
Scheuren	Lengte	Tot. Tale	Scheurwijdte
A	0.7m	-	1-2mm
B	3.3m	5	3mm boven WL 5mm onder WL
C	3.0m	7	0.2mm boven WL 0.3mm onder WL
D	3.0m	10	2-3mm boven WL 2mm onder WL
E	1.0m	11	1.2mm

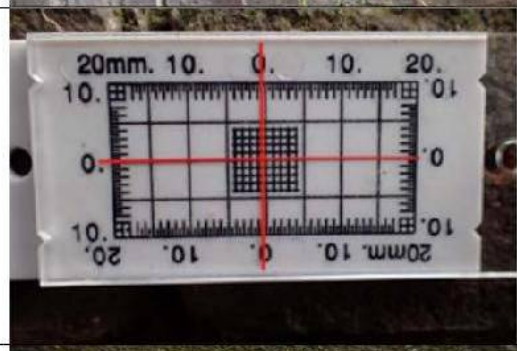
Houtmonster en spechtmeting op paalnummer: 3-8-14-19-22

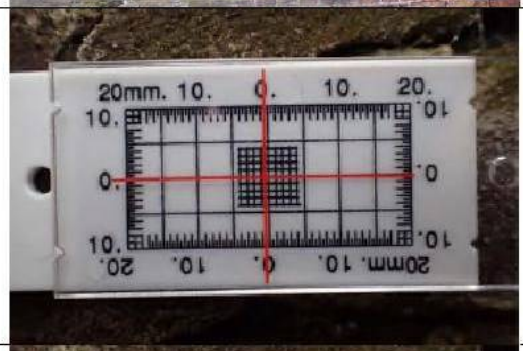
Bijlage 2: Opname scheurwijdte meters

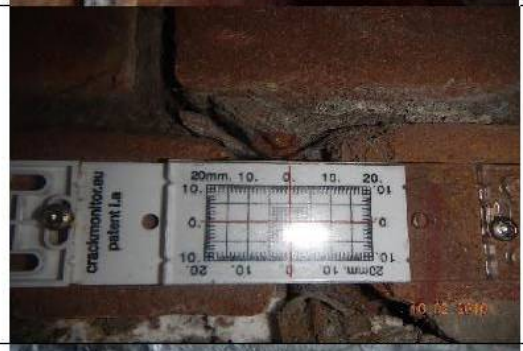
Opname scheurwijdtemeter	Nr. 6	
Situatie		
Nulopname oktober 2015		
Opname februari 2016		
Opname oktober 2017 De situatie is ongewijzigd.		

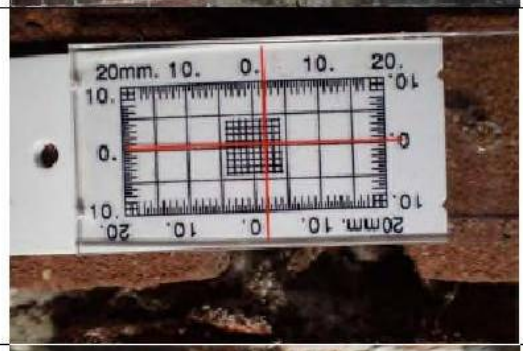
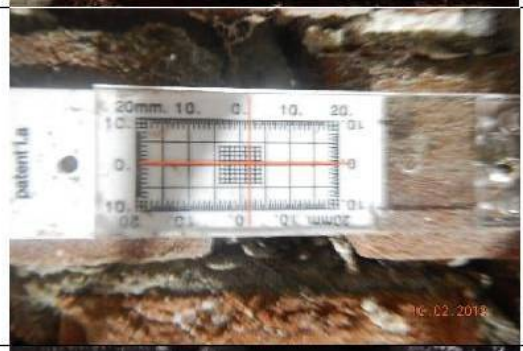
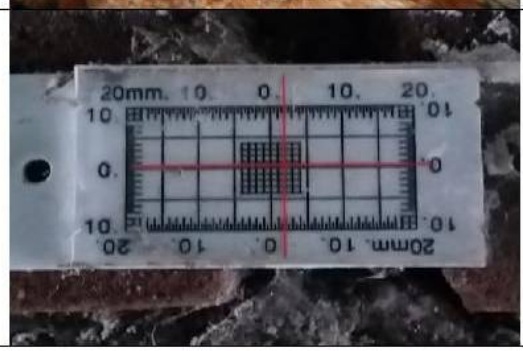
Opname scheurwijdtemeter	Nr. 7	
Situatie		
Nulopname oktober 2015		
Opname februari 2016		
Opname oktober 2017 De situatie is ongewijzigd.		

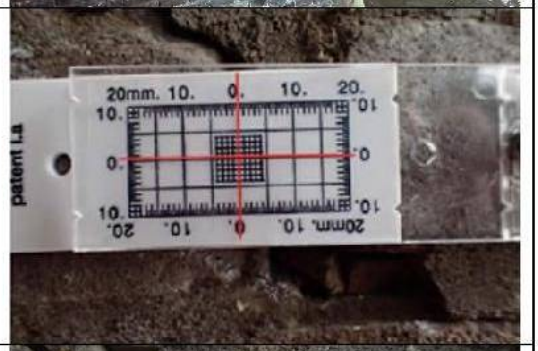
Opname scheurwijdtemeter	Nr. 10	
Situatie		
Nulopname oktober 2015		
Opname februari 2016		
Opname oktober 2017 **Er is een lichte zetting (minder dan 1mm) van het rechtse deel (is oostelijk deel) waargenomen.** Op de verdeling wordt de 'nul-lijn' nu zichtbaar. Betreft steunpunt 2 onder 'Rijbaan'		

Opname scheurwijdtemeter	Nr. 11
Situatie	
Nulopname oktober 2015	
Opname februari 2016	
Opname oktober 2017 De situatie is ongewijzigd.	

Opname scheurwijdtemeter	Nr. 16
Situatie	
Nulopname oktober 2015	
Opname februari 2016	
Opname oktober 2017 In de periode na februari 2016 is een boring uitgevoerd boven de scheurwijdtemeter. De meter is hierbij ernstig ontregeld en niet meer bruikbaar voor vervolg-metingen. De zetting lijkt op basis van foto-vergelijking NIET toegenomen.	

Opname scheurwijdtemeter	Nr. 19	
Situatie		
Nulopname oktober 2015		
Opname februari 2016		
Opname oktober 2017 De situatie is ongewijzigd.		

Opname scheurwijdtemeter	Nr. 20	
Situatie		
Nulopname oktober 2015		
Opname februari 2016		
Opname oktober 2017 De situatie is ongewijzigd.		

Opname scheurwijdtemeter	Nr. 21	
Situatie		
Nulopname oktober 2015		
Opname februari 2016		
Opname oktober 2017 **Er is een lichte zetting van het rechtse deel (is westelijk deel) van het steunpunt waargenomen.** Op de verdeling komt de rode lijn duidelijk los van de 'nul-lijn'. Betreft steunpunt 1 onder 'Voetpad'.		

Bijlage 3: Rapport staalonderzoek

[redacted]

Staalonderzoek brug Bullebaksluis Amsterdam

Onderzoek aan de troggen ten behoeve van een herberekening

Opdrachtgever	Antea Group B.V. Almere
Rapportnummer	33162
Status	Definitief
Rapportdatum	6 november 2017
Uitvoering	31 oktober 2017
Projectleider	[redacted]

Autorisatie	Naam	Paraaf	Datum
Auteur	[redacted]		7-11-2017
Controle		B.v.	7-11-2017
Vrijgave			7-11-2017

[redacted]

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 3

2 WIJZE VAN INSPECTIE 4

2.1 Uitvoeringsgegevens 4

2.2 Scope 4

2.3 Uitvoering inspectie 4

2.4 Meetapparatuur 5

3 RESULTATEN STAALONDERZOEKEN 6

3.1 Resultaten en analyse OES-metingen 6

3.2 Resultaten en analyse Hardheidsmetingen 8

4 CONCLUSIE 9

1 INLEIDING

De brug Bullebak, brugnummer 160, is gelegen over de Bloemgracht in centrum Amsterdam. De brug stamt uit het jaar 1930 en is in de loop der jaren enkele malen verbreed.

Antea Group BV voert in opdracht van de Gemeente Amsterdam een herberekening uit van brug Bullebak. Voor de herberekening is het van belang om de materiaaleigenschappen van het toegepaste staal te herleiden. De Gemeente Amsterdam wil bij voorkeur geen destructief onderzoek uitvoeren, maar wil de staalkwaliteit onderbouwen met de chemische samenstelling en hardheidsmetingen.

Nebest B.V. is door Antea gevraagd om een Optische Emissie Spectometrie (OES) metingen in combinatie met hardheidsmetingen te verrichten aan de hoofddraagconstructie van de brug. Het betreft een positieve materiaal identificatie (PMI) gebaseerd op de vooraf aangeleverde informatie door de opdrachtgever.

De te onderzoeken onderdelen zijn de flensen van de langsliggers van de brug, zie figuur 1.1 en 1.2.



Figuur 1.1: Langsliggers



Figuur 1.2: Overzicht langsliggers

De benaming van de gemeten langsliggers is overgenomen van de aangeleverde tekening die is opgenomen in bijlage 1.

2 WIJZE VAN INSPECTIE

Dit hoofdstuk beschrijft de scope en de uitvoering van het onderzoek die is uitgevoerd. Ook is de gebruikte meetapparatuur beschreven met de wijze waarop deze apparatuur is ingezet.

2.1 Uitvoeringsgegevens

Uitvoering	:	31 oktober 2017
Inspecteurs	:	
Locatie	:	Brug Bullebak, Marnixstraat over de Bloemgracht, Centrum Amsterdam
Weersomstandigheden	:	10-15 °C en regenachtig

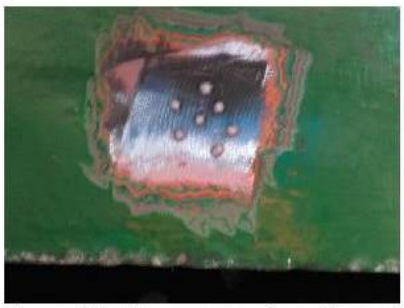
2.2 Scope

Door Antea is vooraf aangegeven dat zij een staalkwaliteit S235 en S355 volgens de NEN-EN 10025 deel 2 verwachten. Het doel van het onderzoek is om te bekijken of het staal aan deze staalsoorten voldoet of dat er sprake is van een totaal andere staalkwaliteit.

Aan de brug Bullebak is op elk type ligger niet-destructief onderzoek uitgevoerd door middel van OES-metingen en Vickers-hardheidsmetingen. Het betreft liggers met benaming: HE240A, DIN24, DIN28, DIN70 en IHP40. Deze profielen staan met benamingen op de aangeleverde tekening in bijlage 1. Met de OES wordt de chemische samenstelling van het staal gemeten. Op basis van de samenstelling wordt het koolstofequivalent berekend. De Vickers-hardheidsmetingen worden uitgevoerd met een hardheidsmeter en hebben een relatie met de treksterkte van het staal.

2.3 Uitvoering inspectie

Voor het bereiken van de onderzijde van brug Bullebak is gebruiktgemaakt van een ponton van Antea. Vanaf dit ponton is op de te onderzoeken liggers lokaal de conservering verwijderd, met behulp van een haakse slijper, om een schoon en vlak meetoppervlak te verkrijgen. Na uitvoering van de metingen is het onderzoekoppervlak voorzien van een laag zinkspray.



Figuur 2.1: Geprepareerde onderzoeks-locatie met OES metingen



Figuur 2.2: Conservering hersteld

2.4 Meetapparatuur

Voor de metingen en het onderzoek is de volgende meetapparatuur gebruikt:

- Optische Emissie Spectrograaf (OES), voor het bepalen van de chemische samenstelling

Instrument	:	OES Analyser
Fabrikant	:	[redacted]
Type	:	PMI Master Smart PM
Serienummer	:	57S0074
Kalibratie	:	Ja, certificaat O16003.

Voor de bepaling van de chemische samenstelling van de profielen wordt gebruikgemaakt van apparatuur die gebruikmaakt van Optische Emissie Spectrografie.
De techniek brengt atomen in een aangeslagen of geëxciteerde toestand. Een aangeslagen atoom zendt daarbij elektromagnetische straling uit, dit heet emissie. Deze straling komt vrij in de vorm van een foton en valt soms in het spectrum van het zichtbare licht. Een spectrograaf meet de vrijgekomen fotonen. Aan de hand van de frequenties en hoeveelheden van de fotonen kan een spectrograaf zowel kwalitatief als kwantitatief de aanwezigheid van specifieke atomen en een materiaal bepalen.

- Equotip 3 hardheidsmeter

Instrument	:	Hardheidsmeter
Fabrikant	:	[redacted]
Type	:	
Kalibratie	:	IJkblok aanwezig.

Voor de hardheidsmeting van de staalconstructie is met een Equotip de hardheid Vickers (HV) gemeten. De meetmethode met Equotip is een stalen bal die met een bepaalde kracht via een veer op het staal wordt geschoten. De mate waarin de bal op stuitert is een maat voor de hardheid. Het principe van de methodiek is hardheid Leeb, maar de Equotip kan ook worden ingesteld op hardheid Vickers. De hardheid in Vickers kan worden vertaald in de treksterkte (Rm) van het gemeten materiaal.

3 RESULTATEN STAALONDERZOEKEN

In onderstaande paragrafen zijn de resultaten van het staalonderzoek aan de brug Bullebak weergegeven

3.1 Resultaten en analyse OES-metingen

De chemische samenstelling is bepaald op basis van vijf metingen per onderzoeklocaties. De resultaten van de OES metingen zijn terug te vinden in tabel 3.2

De brug Bullebak stamt uit 1930 en is in de loop van de jaren uitgebreid. Er werden in die tijd veel verschillende staalsoorten gebruikt. De opdrachtgever heeft gevraagd om het staal te toetsen op de staalkwaliteit S235 en S355 die voortkomen uit de NEN-EN 10025 deel 2.

De chemische samenstelling van de gemeten liggers komen overeen met de eisen van de staalkwaliteit S235 en S355. Dit is echter een recentere benaming voor staalkwaliteit en het is waarschijnlijk dat de brug gebouwd is met een equivalent van S235 of S355.

Beproevingsmethode: Chemical element in mass %
OES

Locatie	Fe	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	Co	Cu	Nb	V	Zr	CE
INP40	99.25	0.066	<0.005	0.56	0.008	<0.003	0.031	<0.002	0.012	0.054	0.005	0.002	0.003	0.17
HE240A	99.06	0.111	0.060	0.55	0.032	0.005	0.061	<0.002	0.010	0.103	0.003	0.001	0.002	0.22
DIN24	99.16	0.044	<0.005	0.70	0.014	<0.003	0.050	<0.002	0.013	0.013	0.002	0.002	<0.002	0.17
DIN28	99.16	0.050	<0.005	0.68	0.014	0.003	0.050	<0.002	0.014	0.013	0.005	0.002	0.003	0.17
DIN70	99.24	0.051	<0.005	0.61	0.010	<0.003	0.053	<0.002	0.015	0.013	0.004	0.002	0.003	0.16

C-equivalent:
CE=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15

Tabel 3.1 Chemische samenstelling profielen brug Bullebak

3.2 Resultaten en analyse Hardheidsmetingen

De resultaten van de hardheidsmetingen worden in tabel 3.3 weergegeven. De locaties komen overeen met de locaties van de OES-metingen. De gemeten hardheden kunnen worden vertaald naar een indicatie van de treksterkte die in de laatste kolom van tabel 3.3 wordt weergegeven.

Beproevingsmethode: Protec Equotip 3		
Locatie	**Hardheidsmeting [HV]**	**Theoretische treksterkte [N/mm²]**
INP40	131	434
HE240A	123	410
DIN24	123	410
DIN28	126	417
DIN70	116	387

Tabel 3.2 Hardheid brug Bullebak per locatie

De gemeten hardheden duiden op een treksterkte tussen 380 en 440 N/mm². Deze resultaten zijn passend voor de staalkwaliteit S235, zie tabel 3.4.

Staalkwaliteit	**Max.Treksterkte [N/mm²]**
S235	310 - 510
S355	470 - 630

Tabel 3.3 Maximale treksterkte volgens EN 10025 deel 2

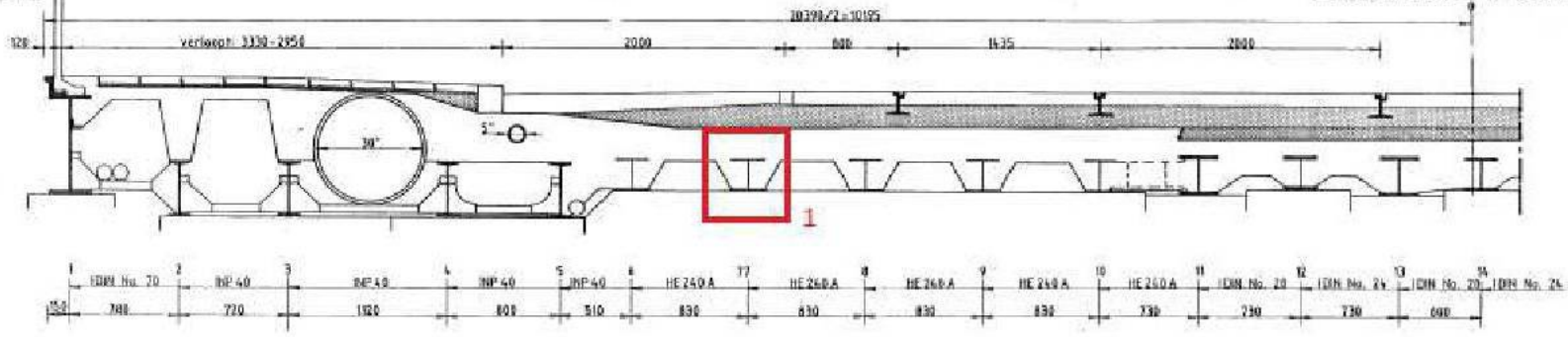
4 CONCLUSIE

De onderzochte staalprofielen van brug Bullebak voldoen met betrekking tot de chemische samenstelling en de hardheid Vickers afgeleide treksterkte aan de eigenschappen van staal S235. De koolstofequivalent is, mede door een laag concentratie koolstof, aan de lage kant.

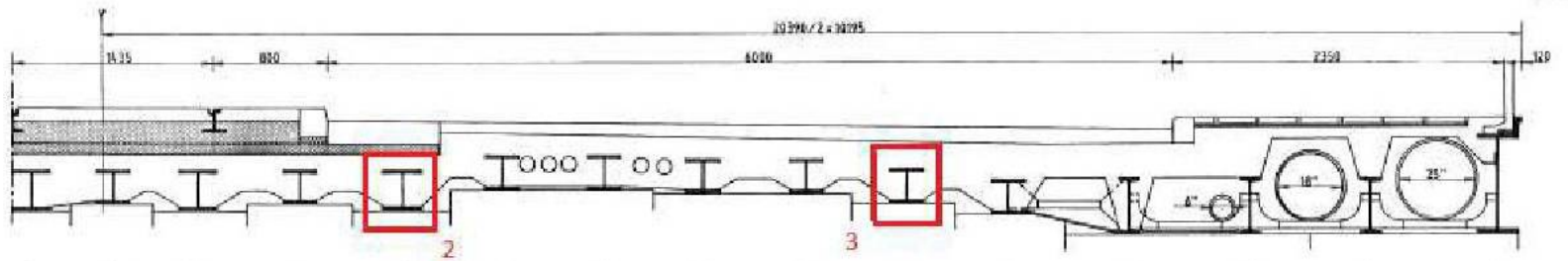
Bijlage 1 Overzichtstekening dwarsliggers brug Bullebak

WESTZIJDE

DOORSNEDE DOORVAART



OOSTZIJDE



Bijlage 4:
Rapport Antea; kenmerk 0405934.00 R2.0; d.d.25 mei 2016

projectnummer 0405934.00
definitief revisie 2.0
25 mei 2016

Understanding today.
Improving tomorrow.

BRU0160 - Bullebakssluis

Nader onderzoek

projectnummer 0405934.00
definitief revisie 2.0
25 mei 2016

Auteur(s)

[redacted]

Opdrachtgever

[redacted]

datum vrijgave	beschrijving revisie	goedkeuring vrijgave
25-5-16	definitief	[redacted]

antea group

Projectgroep bestaande uit

[redacted]

Tekstbijdragen

[redacted]

Fotografie

[redacted]

Vormgeving

[redacted]

Contactgegevens:
Monitorweg 29
1322 BK ALMERE
Postbus 10044
1301 AA ALMERE

[redacted]

Copyright ©
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

Adviesnotitie

Introductie en aanleiding

De brug 'Bullebaksluis' (nr. 160) is in februari 2015 visueel geïnspecteerd. Bij deze inspectie zijn meerdere constructieve gebreken geconstateerd. De landhoofden vertonen diverse scheuren en delaminatie van het metselwerk. Op basis van de inspectieresultaten werd getwijfeld aan de staat van de houten fundering. Om te bepalen welke maatregelen nodig zijn voor het borgen van de veiligheid en het duurzaam in stand houden van de constructie, is besloten nader onderzoek uit te voeren. Op basis van de resultaten van dit nader onderzoek is de voorliggende adviesnotitie opgesteld.

Verrichte werkzaamheden

In het kader van de het onderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Bureaustudie
- Nader onderzoek;
    - Duikinspectie;
    - Houtonderzoek fundering;
    - Metselwerkonderzoek d.m.v. het nemen van boorkernen;
    - Opnemen scheurwijdtemeters.
- Opstellen SSK-raming voor geadviseerde maatregelen.

Fundering

Vanuit het duikonderzoek is gebleken dat de fundering van de landhoofden uit 3 verschillende constructies bestaan. Onderstaand een beschrijving van de constructies van West naar Oost:

1. De eerste 2 meter metselwerk is gefundeerd op houten palen en heeft een dikte van circa 1 meter. Na 2 meter gaat de fundering over naar een 0,7 m lager gelegen constructie en begint het 2de deel van de fundering;
2. Het 2de deel heeft een lengte van 11,3 meter en is gefundeerd op houten palen. De dikte van de wand is op de waterlijn circa 2,5 meter;
3. Het 3de deel van de fundering kon niet opgenomen worden tijdens het nader onderzoek. Ter plaatse van de bodem is een houten sluisvloer aanwezig waardoor het niet mogelijk was om de fundering te onderzoeken. Wel kan geconcludeerd worden dat er geen scheuren in dit deel van het bovengelegen metselwerk zitten.

Gebreken

Vanuit het gericht technische inspectie zijn er 4 significante gebreken aan de brug geconstateerd:

1. Scheurvorming in de landhoofden, totaal 10 stuks (diagonaal en verticaal);
2. Holklinkend metselwerk, totaal 27,5 m2 van de ca. 90 m2 boven de waterlijn;
3. Vorstschade metselwerk, totaal 19 m2 van de ca. 90 m2 boven de waterlijn;
4. Scheurvorming in het rijdek, totaal 1 stuks.

Duikonderzoek

De aanwezige verticale en diagonale scheuren in de landhoofden lopen door tot op de houten de fundering. De fundering vertoont geen gebreken die een oorzaak kunnen zijn voor de aanwezige scheuren. De aangetroffen palen zijn hard en hebben plaatselijk lichte materiaalafname van maximaal 10 tot 15%. De diameter van de palen is nauwelijks afgenomen. Geconcludeerd kan worden dat de aanwezige scheuren in het metselwerk niet zijn veroorzaakt door een slechte staat van de fundering. Wel kan geconcludeerd worden dat de scheuren tot de fundering doorlopen.

Houtonderzoek

Alle palen zijn vuren. De monsters 1, 3 en 9 zijn in een buitenste schil van respectievelijk 14, 76 en 26 mm sterk aangetast door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen. Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in deze monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 18, hele monster (92 mm) en 34 mm.

Metselwerkonderzoek

Vanuit het metselwerkonderzoek kan geconcludeerd worden dat het metselwerk structureel verouderd is en veel oude reparaties vertoont die tot maximaal 1,5 steens diep delamineren. Vanuit de genomen boorkernen is zichtbaar dat het achter het gelegen delaminaties gelegen metselwerk in een prima staat verkeert. Daarnaast is ook aangetoond dat de scheuren geheel doorlopen tot aan de achterzijde van de wand. De aanwezige scheuren zijn ontstaan door 3 oorzaken die in het rapport dieper uitgelicht worden:

1. Scheuren in het metselwerk door zetting van de fundering als gevolg van (over) belasting door de bovengelegen trambaan (3 stuks);
2. Zettingsverschil tussen de verschillende funderingstype en door het ontbreken van dilataties tussen de verschillende constructietypes (3 stuks);
3. Onvoldoende ruimte ter plaatse van de aansluiting met het rijdek om vervormingen van het rijdek op te vangen (4 stuks)

Rijdek

Het rijdek is een betonnen dek gestort tussen stalen langsliggers. Het beton tussen de langsliggers is in een toog gestort. Het rijdek heeft één langsscheur over de gehele lengte van het dek. De scheur is watervoerend en vertoont roestuitbloei en losse/holle delen. De scheur naast de trambaan. De scheur is ontstaan door belasting van het tramverkeer.

Scheurwijdtemeters

In oktober 2015 zijn er diverse scheurwijdtemeters aangebracht op de constructieve scheuren. Tijdens het nader onderzoek zijn de scheurwijdtemeters uitgelezen. Er is geen verandering opgetreden sinds de nulopname. Toch bestaat het vermoeden dat de zettingen in de constructie nog actief zijn aangezien een nieuw deel metselwerk van de borstwerking tussen 2007 en 2015 opnieuw gescheurd is.

Restlevensduur

Op basis van de delaminatie van de voorste schil van het metselwerk, de scheuren onder de trambaan en gezien de hoge leeftijd (171 en 86 jaar) is de verwachtte restlevensduur beperkt. Bij een gelijkblijvende functie en belasting bedraagt de restlevensduur van de brug naar verwachting maximaal 15 jaar.

De beheerder van de brug heeft aangegeven dat de brug opgenomen zal worden in een omleidingsroute van projecten in de nabijheid van de brug. Vermoedelijk zal de brug hierdoor in de toekomst zwaarder en intensiever belast gaat worden en zal het een cruciale rol gaan spelen in de ontsluiting van een groot deel van de binnenstad. Naar verwachting zal de degradatie van de landhoofden en het rijdek versneld worden. Dit leidt tot toenemende risico's en een beperkte standzekerheid. Wanneer de brug door overbelasting van het omleidingsverkeer deel bezwijkt, is er geen mogelijkheid tot ingrijpen. Om deze reden wordt de brug afgekeurd en is de restlevensduur maximaal 2 jaar.

Hersteladvies

Gezien de toekomstige ontwikkeling wordt geadviseerd om de Bullebakssluis op korte termijn te renoveren. Geadviseerd wordt om de landhoofden te behouden en om een extra constructie aan te brengen die het vernieuwde dek zal dragen. Door de ontlasting van de wanden, wordt er een langere restlevensduur van de fundering gecreëerd waardoor deze niet vervangen hoeven te worden. Daarnaast zullen de wanden geheel hersteld worden en zal het monumentale karakter van de Bullebakssluis behouden blijven.

Kostenraming

De totale kosten voor het renoveren van de Brug 'Bullebakssluis' bedragen circa [redacted] exclusief BTW.

Inhoud

		Blz.
1	**Inleiding**	**1**
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel van het onderzoek	1
1.3	Verrichte werkzaamheden	1
1.4	Leeswijzer	1
2	**Vaste gegevens**	**2**
2.1	Scope nader onderzoek	3
3	**Bureaustudie**	**4**
4	**Gericht technische inspectie**	**6**
4.1	Nul-inspectie Infrascan	6
4.2	Visuele inspectie landhoofden	6
4.2.1	Resultaten visuele inspectielandhoofden	7
4.3	Visuele inspectie rijdek	9
4.3.1	Resultaten visuele inspectie rijdek	9
4.3.2	Conclusie visuele inspectie rijdek	10
5	**Nader onderzoek**	**11**
5.1	Duikinspectie	11
5.1.1	Wijze van inspecteren	11
5.1.2	Proefduik	11
5.1.3	Resultaten duikinspectie	12
5.1.4	Conclusie duikinspectie	15
5.2	Houtonderzoek	16
5.2.1	Verrichte werkzaamheden	16
5.2.2	Resultaten houtonderzoek	16
5.2.3	Conclusie houtonderzoek	16
5.3	Metselwerkonderzoek	18
5.3.1	Verrichte werkzaamheden	18
5.3.2	Resultaten metselwerkonderzoek	18
5.3.3	Resultaten boorkernonderzoek	20
5.3.4	Conclusie metselwerkonderzoek	22
5.4	Scheurwijdtemeters	23
5.4.1	Verrichte werkzaamheden	23
5.4.2	Resultaten scheurwijdtemeters	23
5.4.3	Conclusie scheurwijdtemeters	23
6	**Conclusie en aanbevelingen**	**24**
6.1	Conclusie	24

6.2 Hersteladvies 26
6.3 Kostenraming 26

Bijlage 1: Gericht technische inspectie Infrascan BRU0160 oktober 2015
Bijlage 2: Overzichtstekening
Bijlage 3: Opname scheurwijdtemeters
Bijlage 4: Rapportage houtonderzoek [redacted]
Bijlage 5: SSK-raming

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De brug 'Bullebaksluis' (nr. 160) is in februari 2015 visueel geïnspecteerd. Bij deze inspectie zijn meerdere constructieve gebreken geconstateerd. De landhoofden vertonen diverse scheuren en delaminatie van het metselwerk. Op basis van de inspectieresultaten werd getwijfeld aan de staat van de houten fundering. Om te bepalen welke maatregelen nodig zijn voor het borgen van de veiligheid en het duurzaam in stand houden van de constructie, is besloten nader onderzoek uit te voeren. Op basis van de resultaten van dit nader onderzoek is de voorliggende adviesnotitie opgesteld.

1.2 Doel van het onderzoek

Het nader onderzoek heeft als doel om de algehele onderhoudsstaat van de brug inzichtelijk te maken en om de oorzaak en gevolgen van de geconstateerde constructieve gebreken te achterhalen. De gebreken zijn uiteindelijk vertaald in noodzakelijke (herstel)maatregelen, conform de SSK-methodiek.

1.3 Verrichte werkzaamheden

In het kader van de het onderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Bureaustudie
- Nader onderzoek;
  - Duikinspectie;
  - Houtonderzoek;
  - Metselwerkonderzoek;
- Opstellen SSK-raming voor geadviseerde maatregelen.

De resultaten van de onderzoeken zijn in deze rapportage opgenomen.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een beschrijving van de constructie met daarbij de vaste gegevens die bekend zijn, opgenomen. In hoofdstuk 3 is de uitgevoerde bureaustudie behandeld. In hoofdstuk 4 wordt de gericht technische inspectie behandeld. In hoofdstuk 5 zijn de verschillende onderzoeken behandeld, waarbij elk onderzoek is afgesloten met een conclusie. In hoofdstuk 6 is een conclusie en de analyse van de verschillende onderzoeken gegeven. Tot slot is in hoofdstuk 6 een advies weergegeven voor de uit te voeren maatregelen en een SSK-raming voor het herstellen van de brug.

2 Vaste gegevens

Onderstaand zijn de basisgegevens van de brug weergegeven samen met de toegepaste materialen.

BRU0160	
	Vooraanzicht
	
Locatie Stadsdeel : Centrum Straat : Marnixstraat Over : Bloemgracht	
Bouwjaar: 1845 Bullebakssluis 1930 Brug bullebak	
Hoofdafmetingen: - Lengte: 4,8- 5,5 m (verloopt) - Breedte: 20,4 m	**Toegepaste materialen:** - Rijdek, beton / staal; - Deksloof, natuursteen; - Steunpunt, metselwerk; - Borstwering, metselwerk; - Sluisvloer, hout - Funderingspalen en vloer, hout;

De Bullebakssluis is gelegen in de Marnixstraat. De indeling van west naar oost is:

- Voetpad;
- Trambaan / Rijbaan Zuid;
- Rijbaan Noord;
- Voetpad.

2.1 Scope nader onderzoek

De Bullebakssluis (BRU0160) is in het verleden omgebouwd van een sluis naar een brug. In de jaren erna is de brug meerdere malen verbreed waarbij er mogelijk diverse constructietypes zijn gebruikt. In dit nader onderzoek is de huidige constructie van de landhoofden alsmede de huidige staat vastgesteld.

3 Bureaustudie

Voor aanvang van het nader onderzoek is zoveel mogelijk informatie ingewonnen over de situatie waarin de brug zich bevindt. Inzicht in de situatie is verkregen door het bestuderen van de bestaande rapporten. Het doel van de bureaustudie is het achterhalen van verergering van de aanwezige gebreken en het verkrijgen van inzicht in het ontstaan van de aanwezige gebreken.

Van de gemeente Amsterdam hebben wij de volgende relevante documenten ontvangen:

- Inspectierapport 2007, "Inspectierapport 2007" van de gemeente Amsterdam;
- Inspectierapport 2015, "BRU0160-2015-R2.0" van Antea Group;
- Nul-inspectie 2015 "I15044 0-inspectie BRU0160 rev 0.1" van Infrascan
- Foto's 0-stand scheurmeters van Infrascan;
- Doorsnedetekening brugdek, "001 Brugdek-doorsnede" van de gemeente Amsterdam;

<u>Inspectierapport 2007 van de gemeente Amsterdam;</u>
Vanuit het inspectierapport is geconstateerd dat sinds 2007 al veel gebreken aan het metselwerk zijn geconstateerd. Grote delen van het metselwerk klinken hol en er zijn verticale scheuren aanwezig in de landhoofden en de borstweringen.

Foto 1	Foto 2

Inspectierapport 2015 van Antea Group

Voorafgaand aan het nader onderzoek, is in februari 2015 een instandhoudingsinspectie door Antea Group aan de brug uitgevoerd. In dit rapport zijn alle gebreken van de brug opgenomen conform de NEN 2767-4 systematiek. In de metselwerk landhoofden zijn op 7 locaties forse scheuren vastgesteld. Enkele scheuren hebben een scheurwijdte van 30 mm. Tevens zijn de borstweringen opnieuw gescheurd. Geconcludeerd kan worden dat de scheuren vanuit 2007 zijn verergerd en dat de scheur in de borstwering weer terug is gekomen nadat die hersteld is.

Foto 3	 Foto 4

Inspectierapport Infrascan

Na het uitvoeren van de inspectie door Antea Group, is door de gemeente Amsterdam een nul-inspectie door Infrascan uitgevoerd en zijn er scheurwijdtemeters aangebracht op de scheuren. Het rapport van infrascan wordt in het hoofdstuk 4 'Gericht Technische Inspectie' besproken. Om toename van de scheurvorming vast te stellen is bij het nader onderzoek aan de landhoofden, de stand van de scheurwijdtemeters opgenomen en vergeleken met de 0-stand van infrascan. Daarnaast zijn door Infrascan dezelfde gebreken geconstateerd als Antea Group dat gedaan heeft.

Foto 5	Foto 6

Foto's 0-stand scheurmeters

Infrascan heeft tijdens de nul-inspectie op diverse locaties scheurwijdtemeters aangebracht. De nulstand van deze scheurwijdtemeters zijn opgenomen in Bijlage 3 en zijn tijdens het nader onderzoek opnieuw beoordeeld.

Doorsnedetekening brugdek

Daarnaast hebben wij bij de bureaustudie een doorsnedetekening van het brugdek ontvangen. De hoofdafmetingen en de locaties van kabels en leidingen in het rijdek zijn op de tekening weergegeven en gebruikt tijdens het maken van de doorsnedetekening.

4 Gericht technische inspectie

4.1 Nul-inspectie Infrascan

Naar aanleiding van de conditiemeting, die door Antea Group is uitgevoerd, heeft Infrascan op 15 oktober 2015 een nul-inspectie uitgevoerd van BRU0160. Het doel van deze nul-inspectie is om alle gebreken exact in kaart te brengen en een beeld te geven welke gebreken gemonitoord moeten worden, zie bijlage 1.

In totaal zijn er 33 gebreken aanwezig waarvan er 17 gebreken die de constructieve veiligheid van het kunstwerk beïnvloeden. Het gaat hierbij voornamelijk om scheurvorming in de metselwerk landhoofden en het rijdek. De overige schadebeelden hebben voornamelijk invloed op de restlevensduur of de functionele veiligheid voor gebruikers. Denk hierbij aan corrosie aan stalen onderdelen of scheurvormig in de borstwering.

4.2 Visuele inspectie landhoofden

Bij het nader onderzoek is vastgesteld dat er scheurwijdtemeters op de scheuren zijn aangebracht. Bij het nader onderzoek is een 1^{e} herhaalmeting uitgevoerd om vast te stellen of er deformatie heeft plaats gevonden. Er is geen verschuiving geconstateerd in de constructie en de scheuren. Zie Bijlage 3.

De constructieve gebreken aan de metselwerk landhoofden en borstweringen zijn inzichtelijk gemaakt bij het constructie- en metselwerkonderzoek en op tekening opgenomen in bijlage 2. Bij de brug Bullebakssluis (BRU0160) zijn in hoofdzaak de volgende constructieve gebreken geconstateerd:

- Scheurvorming, totaal 10 stuks (diagonaal en verticaal) (Foto 7-8);
- Holklinkend metselwerk, totaal 27,5 m2 van de ca. 90 m2 boven de waterlijn (Foto 9-10);
- Vorstschade metselwerk, totaal 19 m2 van de ca. 90 m2 boven de waterlijn (Foto 11-12).

4.2.1 Resultaten visuele inspectielandhoofden

Scheurvorming
De metselwerk wanden zijn op diverse locaties verticaal / diagonaal gescheurd. Tijdens het nader onderzoek is de fundering nader onderzocht om vast te stellen of de oorzaak van de scheuren mogelijk veroorzaakt wordt door een bezweken fundering.

Foto 7	Foto 8

Onderstaand is een tabel zichtbaar met de daarin de aanwezige scheuren, de scheurwijdte zowel onder als boven de waterlijn en of er een scheurwijdtemeter aanwezig is. De locatie van de aanwezige scheuren zijn zichtbaar in bijlage 2.

Scheur	Lengte (m)	Scheurwijdte	Scheurwijdte -meter
A	0,6	1-2 mm	-
B	3,8	3 mm boven waterlijn 5 mm onder waterlijn	6
C	3,0	0,2 mm boven waterlijn 0,5 mm boven waterlijn	7
D	3,0	2-3 mm boven waterlijn 2 mm onder waterlijn	10
E	1,0	1,2 mm	11
F	2,1	2 - 5 mm	21
G	3,5	1 mm boven waterlijn 10-30 mm onder waterlijn	-
H	4,0	5 - 6 mm tpv scheurwijdtemeter 25-40 mm boven waterlijn 5 mm onder waterlijn	20
I	4,2	5-6 mm tpv scheurwijdtemeter 30-50 mm onder waterlijn	19
J	0,8	1-2 mm	16

Holklinkend metselwerk

De holle delen in het metselwerk bevinden zich allemaal in de bovenzijde van de wand of rondom scheurvorming. Om vast te stellen wat het verloop van de scheuren en om de mogelijke oorzaak te bepalen zijn boorkernen op holle delen metselwerk geboord. De resultaten van deze boorkernen zijn zichtvaar in hoofdstuk 5.3.

Foto 9	Foto 10

Vorstschade metselwerk

Naast het holklinkend metselwerk, zijn grote delen stenen aangetast door vorst. Doordat het aanwezige vocht in de stenen bij vorst uitzet, schilfert de buitenste laag van de stenen tot een maximale diepte van 3-4 cm. Dit is meer een esthetisch gebrek dan een constructief maar draagt wel bij aan het beeld van een monumentale brug.

Foto 11	Foto 12

4.3 Visuele inspectie rijdek

Het rijdek dat toegepast is bij de Bullebakssluis is een typisch Amsterdams dek. Het rijdek bestaat uit stalen liggers met daartussen beton. Onder de trottoirs bevinden de liggers zich onder het betonnen rijdek, ze zijn niet ingestort. Op diverse locaties zijn nutsvoorzieningen in het rijdek aanwezig.

4.3.1 Resultaten visuele inspectie rijdek

In het midden van de trambaan (ca. 80 cm) is het rijdek over de volledige lengte gescheurd. De scheur is watervoerend. De scheur bevindt zich in het midden van het gestorte beton waar het een zeer beperkte doorsnede heeft.

Foto 23	 Foto 24

Daarnaast vertonen alle langsliggers een kier over de gehele lengte tussen de stalen liggers en het betonnen rijdek van het voetpad. Het betonnen dek is 'koud' op de stalen liggers gestort. De kier heeft een breedte van circa 1-2 mm en is over de gehele lengte van de liggers in gelijke mate aanwezig. Het bovenliggende beton vertoont geen scheurvorming.

Foto 25	Foto 26

De stalen liggers vertonen verder enkele plekken met lichte corrosie, er is geen materiaalafname van het staal geconstateerd.

4.3.2 Conclusie visuele inspectie rijdek

Het rijdek is een betonnen dek gestort tussen stalen langsliggers. Het beton tussen de langsliggers is in een toog gestort waardoor er een licht buiging in het beton zit. Het rijdek heet 1 verticale scheur over de gehele lengte van het dek. De scheur is watervoeren en vertoont roestuitbloei en losse/holle delen. Daarnaast zit de scheur in het midden van de trambaan. De scheur is ontstaan door overbelasting van het tramverkeer en is op de zwakste doorsnede van het dek gescheurd. De scheur in het dek bevindt zich niet ter plaatse van de zware scheuren in de wanden.

De kier tussen de stalen liggers en het betonnen rijdek zijn sinds de inspectie in 2007 niet significant verergerd. De oorzaak van de kier is onduidelijk. Er zijn geen tekenen van corrosie op de bovenflenzen geconstateerd. Daarnaast worden de trottoirs slechts licht belast en lijkt de kiervorming geen constructieve gevolgen te hebben.

De stalen liggers zijn licht gecorrodeerd door vochtbelasting door het rijdek omdat deze niet waterdicht is.

5 Nader onderzoek

5.1 Duikinspectie

5.1.1 Wijze van inspecteren

Langs beide landhoofden van de brug is een duikinspectie uitgevoerd. Bij de duikinspectie is onderzocht in welke staat de landhoofden zich onder water bevinden, of er gebreken onder de waterlijn aanwezig zijn en in hoeverre er afschuiving van het metselwerk aanwezig is. Tevens zijn er houtmonsters uit de palen genomen. Deze houtmonsters zijn onderzocht door [redacted] op de kwaliteit en de sterkte (zie Bijlage 4). Ook is bij de duikinspectie de opbouw van de brug onder de waterlijn bepaald (zie Bijlage 2).

5.1.2 Proefduik

Voorafgaand aan de duikinspectie is een proefduik uitgevoerd om de hoeveelheid slib en/of puin te bepalen in de watergang onder de brug. De resultaten van de proefduik zijn in de onderstaande tekst per steunpunt nader toegelicht:

<u>Steunpunt 1 Zuidzijde</u>
Bij de proefduik is vastgesteld dat over de gehele lengte van de waterbodem circa 10-20 cm boven de fundering bevindt. Hierdoor is de fundering niet zichtbaar. Er is bij de duikinspectie geen slib op de waterbodem aangetroffen enkel zand en stenen. Na de proefduik is besloten om de zandbodem vrij te spuiten, door middel van een hogedruklans, tot circa 20 cm onder de fundering zodat er een gedegen onderzoek kon plaatsvinden.

<u>Steunpunt 2 Noordzijde</u>
Bij de proefduik is vastgesteld dat dat 50% van de fundering zichtbaar is voor circa 5 cm. Het overige deel van de fundering is niet zichtbaar. Er is bij de duikinspectie geen slib op de waterbodem aangetroffen enkel zand. Ook aan deze zijde van de brug is besloten om de fundering vrij te spuiten, door middel van een hogedruklans, tot circa 20 cm onder de fundering zodat er een gedegen onderzoek kon plaatsvinden.

De hoogte van de onderwaterbodem is na het verwijderen van zand nabij de paalfundering ingemeten. De hoogtes zijn weergegeven op tekening in bijlage 2.

5.1.3 Resultaten duikinspectie

Voor de inventarisatie en inspectie van de fundering van de Bullebakssluis, is gebruik gemaakt van een hoge druk spuit om de waterbodem te verwijderen en de fundering zichtbaar te maken. Alleen de eerste rijpalen van de fundering is inzichtelijk gemaakt, geïnventariseerd en geïnspecteerd. De ruimte die is vrij gemaakt onder en achter de palen bedraagt circa 0,3-0,4 m.

Constructietype

De brug is van oorsprong een oude sluis die in de loop der jaren is omgebouwd naar brug en daarnaast een keer is uitgebreid. De breedte van het rijdek is 20,4 m lang en de vleugelwand hebben een lengte van 4 m. De totale breedte van de brug is 24,4 m. Vanuit het duikonderzoek is gebleken dat de fundering van het landhoofden uit 3 verschillende constructies bestaan. Onderstaand een beschrijving van de constructies van West naar Oost:

1. De eerste 2 meter metselwerk is gefundeerd op houten palen en heeft een dikte van circa 1 meter. Na 2 meter gaat de fundering over naar een 0,7 m lager gelegen constructie en begint het 2de deel van de fundering;
2. Het 2de deel heeft een lengte van 11,3 meter en is gefundeerd op houten palen. De dikte van de wand is op de waterlijn circa 2,5 meter;
3. Het 3de deel van de fundering kon niet opgenomen worden tijdens het nader onderzoek. Ter plaatse van de bodem is een houten sluisvloer geconstateerd waardoor het niet mogelijk was om de fundering te onderzoeken. Wel kan geconcludeerd worden dat er geen scheuren in dit deel van het bovengelegen metselwerk zitten.

De doorsnede van de metselwerk frontwanden en fundering zijn op tekening weergegeven in bijlage 2. Bij de duikinspectie zijn de onderstaande constateringen gedaan:

Steunpunt 1 zuidzijde, resultaten zijn van west naar oostzijde gerapporteerd.

- Op de westhoek staat een rij van 4 houten funderingspalen onder het steunpunt. Na deze funderingspalen is een ruimte van 2 m aanwezig en verdiept de metselwerk wand zich circa 0,7 m naar beneden;
- Onder de brug is een houten fundering aanwezig. Deze bestaat uit een rij funderingspalen van 23 stuks houten palen met een diameter van gemiddeld 20 cm. De palen zijn van zachthout;
- Op de palen is een houten vloer aanwezig met een dikte van 40 mm. De vloer is koud opgelegd op de palen, er is geen kesp aanwezig;
- De constructieve scheuren in de wanden lopen verticaal / diagonaal door tot aan de houten vloer;
- Aan de oostzijde is een houten sluisvloer aanwezig van de oude Bullebakssluis. De houten sluisvloer is aanwezig over een lengte van circa 10 m1. Nabij de wanden is in lengterichting / vaarrichting een houten balk aanwezig van 20 cm breed en 10 cm hoog. Aan het uiteinde van de wand is een kopbalk onder de houten vloer aanwezig. De hoogte is > 0,4 m. Het was niet mogelijk om op deze locatie nog meer waterbodem te verwijderen om dit inzichtelijk te maken. Dit had te maken met afkalving van de grondbodem en zou er groot materieel ingezet moeten worden. Dit was geen wenselijke situatie waardoor er gekozen is om dit niet te doen.

Steunpunt 2 noordzijde, resultaten zijn van west naar oostzijde gerapporteerd.

- Nabij de dilatatie zijn twee houten palen onder de wand aanwezig. De houten paal die op de hoek staat ondersteunt de metselwerk wand. De naastgelegen paal is 0,5 m hoog maar sluit niet aan op de onderzijde van de wand en heeft om deze reden geen dragende functie. De frontwand van de brug loopt na 2 m circa 0,7 m omlaag (zie bijlage 2).
- Onder de metselwerk wand van de brug is een houten fundering aanwezig. Deze bestaat uit een rij van 18 stuks houten funderingspalen met een diameter van gemiddeld 20 cm. De palen zijn van zachthout;
- Op de palen is een houten vloer aanwezig met een dikte van 40 mm. De vloer is koud opgelegd op de palen, er is geen kesp aanwezig;
- De constructieve scheuren in de wanden lopen verticaal / diagonaal door tot de houten vloer;
- Aan de oostzijde is een houten sluisvloer aanwezig van de oude Bullebakssluis. De houten sluisvloer is aanwezig over een lengte van circa 10 m1. Voor de wand is in lengterichting een houten balk aanwezig van 20 cm breed en 10 cm hoog. Aan het uiteinde van de wand is een kopbalk onder de houten vloer aanwezig. De hoogte is > 0,4 m. Het was niet mogelijk om op deze locatie nog meer waterbodem te verwijderen om dit inzichtelijk te maken. Dit had te maken met afkalving van de grondbodem en zou er groot materieel ingezet moeten worden. Dit was geen wenselijke situatie waardoor er gekozen is om dit niet te doen

<u>Onderhoudsstaat</u>

Steunpunt 1 zuidzijde

- De fundering van het landhoofd bestaat uit 3 type die geen van allen gebreken vertonen;
- Alle palen zijn visueel geïnspecteerd. De palen verkeren over het algemeen in goede staat. Er zijn op 5 palen SPECHT metingen uitgevoerd. De metingen tonen aan dat er lichte aantasting is van circa 5-20 mm diep. De aantasting van de palen is maximaal 10% op basis van een diameter van 200 mm;
- De scheuren in het landhoofd boven de waterlijn, lopen allen door tot de vloer;
- De vloer vertoont geen scheuren, openingen of gebreken;

Steunpunt 2 noordzijde

- De fundering van het landhoofd bestaat uit 3 type die geen van allen gebreken vertonen;
- Alle palen zijn visueel geïnspecteerd de palen zijn over het algemeen in goede staat. Er zijn op 5 palen SPECHT metingen uitgevoerd. De metingen tonen aan dat er lichte aantasting is tot 5-25 mm diep. De aantasting van de palen is maximaal 15% op basis van een diameter van 200 mm;
- De scheuren in het landhoofd boven de waterlijn, lopen allen door tot de vloer;
- De vloer vertoont geen scheuren, openingen of gebreken;

Bij de duikinspectie zijn houtmonsters genomen van in totaal 10 palen. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in paragraaf 5.2.

5.1.4 Conclusie duikinspectie

De fundering van de brug is opgebouwd uit 3 verschillende constructietypes. De aanwezige verticale en diagonale constructieve scheuren in de landhoofden lopen door tot op de houten vloer van de fundering. De fundering vertoont geen gebreken die een oorzaak kunnen zijn voor de aanwezige scheuren. De aangetroffen palen zijn redelijk hard en hebben plaatselijk lichte materiaalafname van maximaal 10 tot 15%. De diameter van de palen is niet of nauwelijks afgenomen. Geconcludeerd kan worden dat de aanwezige scheuren in het metselwerk niet zijn veroorzaakt door een slechte onderhoudsstaat van de fundering.

5.2 Houtonderzoek

5.2.1 Verrichte werkzaamheden

Tijdens het nader onderzoek zijn er tijdens de duikwerkzaamheden er op diverse locaties houtmonsters uit de palen genomen. Deze houtmonsters zijn na de duikinspectie opgestuurd naar [redacted] De houtmonsters zijn vervolgens beoordeeld op de kwaliteit, bacteriën, houtsoort en sterkte van het hout. De sterkte van het hout kan mogelijk dienen als input bij een herberekening. Het houtonderzoek is uitgevoerd conform BGS-007 bepaling van microbiologische houtaantasting. Het onderzoekrapport is opgenomen in bijlage 4.

5.2.2 Resultaten houtonderzoek

Voor de steunpunten geldt dat het nemen van houtmonsters moeilijk was. Op 11 locaties zijn houtmonsters genomen die na de werkzaamheden buiten zijn verstuurd voor verder onderzoek. Door de hardheid en de moeilijke bereikbaarheid van de palen was het lastig om tot de kern van de paal te komen en vielen enkele monsters .

Alle 11 de houtmonsters zijn door [redacted] beproefd en getest op degradatie (zie onderstaande tabel). Alle palen zijn van het houtsoort 'Vuren'. Vanuit het onderzoek kan er geconcludeerd dat alle palen verzadigd zijn met erosiebacteriën en schimmeldraden. De erosie is ontstaan door verouderingsgedrag van de palen. Hierbij kan er geconstateerd worden dat de schil tot 18 mm sterk aangetast is. Dit hoeft geen probleem voor de constructie te zijn. De schimmeldraden zijn ontstaan door uitdroging van het hout of door droogstand. Palen 5, 7 en 11 hebben plaatselijk bruinrot. Dit is veroorzaakt door droogstand in het verleden.

Monsternr.	Lengte monster	Erosiebacterie	Schimmeldraad	Verwoesting hout	Bruinrot
Monster 1	53 mm	14 mm	Ja		
Monster 2	57 mm	57 mm	Ja		
Monster 3	92 mm	36 mm	Ja	40 mm	
Monster 4	39 mm	39 mm	Ja		
Monster 5	72 mm	13 mm	Ja		Ja
Monster 6	Onvoldoende kwaliteit				
Monster 7	78 mm	66 mm	Ja		Ja
Monster 8	75 mm	39 mm	Ja		
Monster 9	95 mm	26 mm	Ja		
Monster 10	67 mm	45 mm	Ja		
Monster 11	70 mm	70 mm	Ja		ja

5.2.3 Conclusie houtonderzoek

Alle palen zijn vuren. De monsters 2, 4 t/m 8, 10 en 11 voldoen niet aan de monsterkwaliteit zoals gegeven door de BGS 007, deze monsters worden dan ook in de conclusie niet verder beschouwd.

De monsters 1, 3 en 9 zijn in een buitenste schil van respectievelijk 14, 76 en 26 mm sterk aangetast door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen.

Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in deze monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 18, hele monster (92 mm) en 34 mm.

Bij het nieuwe ontwerp wordt de belasting van het object afgedragen op de nieuw aan te brengen buispalen. Hiermee komt alleen de belasting van de wanden op de fundering waardoor er een langere periode dan 25 jaar aangehouden kan worden.

5.3 Metselwerkonderzoek

5.3.1 Verrichte werkzaamheden

De metselwerk wanden vertonen oppervlakteschade (vorstschade en holle delen) en voornamelijk verticale scheurvorming. Om vast te stellen of de aanwezige gebreken van constructieve aard zijn is het metselwerk boven de waterlijn nader onderzocht. De hele wand is onderzocht op holle delen door deze af te kloppen. De holle delen, afschilfering van de stenen en de scheuren zijn op tekening vastgelegd in bijlage 2.

Er is een boorkernonderzoek aan het metselwerk uitgevoerd om:

- De dikte van de metselwerk wanden vast te leggen:
- Te bepalen hoe ver de scheurvorming en het holklinkend metselwerk in de frontwanden aanwezig is.

De resultaten van het metselwerkonderzoek zijn onderstaand opgenomen.

5.3.2 Resultaten metselwerkonderzoek

Het metselwerk is in het algemeen verouderd en beschadigd. De wanden vertonen holle delen, vorstschade en veel verschillende soorten stenen en mortel dat duidt erop dat er in het verleden al veel verschillende werkzaamheden zijn uitgevoerd (verbredingen, veelvuldig herstel, reparaties, etc.). Daarnaast is de voegmortel verzand, brokkelt af en wordt 'uitgedrukt'.
In het algemeen worden deze gebreken veroorzaakt door 'normale' degradatie / ouderdom.

Grote delen van het metselwerk klinken hol. Inschatting: 30%.
De delaminatie bevindt zich op circa een ½ tot 1½ steens diepte (dus achter de eerste steenlaag). In de meeste gevallen betreft het reparatieplekken, of zones direct onder de natuurstenen oplegblokken onder de liggers. Holle delen zullen in het verleden hersteld zijn door het halfsteens vervangen van het metselwerk. De 'nieuwe schil' is weer losgeraakt, waarschijnlijk door onvoldoende verbinding met de ondergrond (onvoldoende verband aangebracht of geen verankering).

De noordelijke wand vertoont 5 scheuren waarvan er 4 zijn voorzien van een scheurwijdtemeter (6, 7, 10 en 11). De scheuren hebben in het algemeen een beperkte scheurwijdte (maximaal 5 mm) en zullen ontstaan zijn door lichte zettingen, temperatuurspanningen en overgangen tussen verschillende constructiedelen. De borstwering Noordoost vertoont 3 stuks horizontale scheuren door de lintvoegen. De scheuren in deze wand vormen geen aanleiding voor extra aandacht.

De zuidelijke wand vertoont diverse scheuren.
Eén scheur (scheur I) is gesitueerd onder de oostelijke rijbaan, ter plaatse van een overgang in het metselwerk en waarschijnlijk ook in de fundering. De scheur is voorzien van scheurwijdtemeter 19. De scheurwijdte bedraagt boven de waterlijn 5-6 mm en onder de waterlijn 30-50 mm. De scheur onderin de wand is aanzienlijk groter dan bovenin de wand. De scheur zal veroorzaakt zijn door zettingsverschillen tussen de verschillende funderingen.

Daarnaast zijn er twee scheuren geconstateerd onder de trambaan (scheur G en H). Eén scheur (H) loopt door een haalkom heen en heeft een scheurwijdte zowel onder als boven de waterlijn van 5-6 mm. De scheur heeft op de waterlijn een scheurwijdte van 25-40 mm. Dit is veroorzaakt door golfslag en vorstschade. Het natuurstenen oplegblok onder de ligger is nauwelijks gescheurd. Circa 2 meter naast de scheur zit een andere scheur (G) die halverwege de wand begint en doorloopt tot onderaan de vloer. De scheur heeft boven de waterlijn een scheurwijdte van 1 mm en onder de waterlijn een scheurwijdte van 10-30 mm. De scheuren zijn ontstaan door zettingen van de fundering. Door het steeds zwaarder wordende tramverkeer, zal de fundering onder de trambaan wat gezakt zijn. Hierdoor is de wand gaan buigen.

De westelijke hoek van het landhoofd vertoont scheurvorming (F) die tot in de borstwering doorloopt. De vleugelwand lijkt los te scheuren. Ter plaatse van de borstwering is na de inspectie in 2007 het gescheurde metselwerk vernieuwd. Het nieuwe metselwerk is echter wederom gescheurd: het proces dat de scheurvorming heeft veroorzaakt is nog actief. De nieuwe scheuren hebben een wijdte van circa 0,5-5 mm.

De borstwering Zuidwest vertoont op de kopzijde een verticale scheur (J) met een scheurwijdte van 1-2 mm. Deze scheur is vermoedelijk ontstaan door afdrukking die veroorzaakt wordt door de dagzichtligger.

Onderstaand een overzicht van alle aanwezige scheuren die tevens zichtbaar zijn in bijlage 2. Daarnaast is de oorzaak van de scheuren zichtbaar die mogelijk van invloed zijn op het hersteladvies.

Scheur	Lengte (m)	Scheurwijdte	Scheurwijdte-meter	Waarschijnlijke oorzaak
A	0,6	1-2 mm	-	Vervormingen van het rijdek
B	3,8	3 mm boven waterlijn 5 mm onder waterlijn	6	Zettingsverschil in de verschillende funderingstype en door het ontbreken van een dilatatie.
C	3,0	0,2 mm boven waterlijn 0,5 mm boven waterlijn	7	Scheuren in het metselwerk door overbelasting van de fundering door de bovengelegen trambaan
D	3,0	2-3 mm boven waterlijn 2 mm onder waterlijn	10	Zettingsverschil in de verschillende funderingstype en door het ontbreken van een dilatatie.
E	1,0	1,2 mm	11	Vervormingen van het rijdek
F	2,1	2 - 5 mm	21	Vervormingen van het rijdek
G	3,5	1 mm boven waterlijn 10-30 mm onder waterlijn	-	Scheuren in het metselwerk door overbelasting van de fundering door de bovengelegen trambaan
H	4,0	5 - 6 mm tpv scheurwijdtemeter 25-40 mm boven waterlijn 5 mm onder waterlijn	20	Scheuren in het metselwerk door overbelasting van de fundering door de bovengelegen trambaan
I	4,2	5-6 mm tpv scheurwijdtemeter 30-50 mm onder waterlijn	19	Zettingsverschil in de verschillende funderingstype en door het ontbreken van een dilatatie.
J	0,8	1-2 mm	16	Onvoldoende fundatie van borstwering

5.3.3 Resultaten boorkernonderzoek

Er zijn op diverse locaties boorkernen uit de metselwerk wanden geboord. De diameter van alle boorkernen is 100 mm. De locaties van de boorkernen zijn op de inspectietekening vastgelegd in bijlage 2. Om de dikte vast te stellen is met een kleinere diameter rond 50 mm boor door de gehele wand heen geboord.

Boor-kernnr.	Lengte boorkern	Lengte wand	Schade	Locatie	Visuele beoordeling
1	45 cm	2,5 m	Verticale scheur	Op 0,3 m boven de waterlijn.	De kern is geheel door midden gebroken ter plaatse van de scheur. De scheurvorming lijkt over de gehele lengte van de boorkern aanwezig te zijn.
2	53 cm	1,6 m	-	Op 0,8 m onder het rijdek.	De kern is op meerdere locaties gebroken. Er is een nieuwe voormetseling steens dik aanwezig.
3	46 cm	-	Hol klinkend metselwerk	Op 0,5 m boven de waterlijn.	Het metselwerk is gebroken op de voeg, anderhalfsteens diep in de wand.
4	51 cm	1,7 m	Hol klinkend metselwerk	Op 1,0 m onder het rijdek.	De kern is op 2 locaties gebroken. Er is een breuk in de voegen halfsteens en anderhalfsteens.
5	43 cm	0,95 m	Verticale scheur, onder scheurwijdtemeter 6. Scheur B.	Op 0,5 m boven waterlijn.	De boorkern is over de gehele lengte doorgescheurd. De voorzijde van de wand is halfsteens opnieuw gemetseld.
6	70 cm	0,7 m	-	Op 0,25 m onder het rijdek.	De kern is geboord om de dikte van de wand te bepalen. Geen visuele beoordeling boorkern.

Foto 13 Locatie boorkern 1	Foto 14 Overzichtsfoto boorkern 1
Foto 15 Locatie boorkern 2	Foto 16 Overzichtsfoto boorkern 2
Foto 17 Locatie boorkern 3	Foto 18 Overzichtsfoto boorkern 3
Foto 19 Locatie boorkern 4	Foto 20 Overzichtsfoto boorkern 4

Foto 21 Locatie boorkern 5	Foto 22 Overzichtsfoto boorkern 5

5.3.4 Conclusie metselwerkonderzoek

Het metselwerk is structureel verouderd en vertoont veel oude reparaties en beschadigingen aan het metselwerk dat mede veroorzaakt is door vorstschade. Daarnaast vertoont het metselwerk voor circa 30% holle delen metselwerk. Dit wordt veroorzaakt doordat de gerepareerde lagen metselwerk niet goed zijn bevestigd met het originele metselwerk en delamineert. De dikte van de delaminatie is circa 0,5 tot 1,5 steens diep. Vanuit boorkern 4 is zichtbaar dat het achtergelegen metselwerk in prima staat verkeert.

De noordzijde vertoont 5 scheuren die een maximale scheurwijdte hebben van 5 mm. Deze scheuren zijn ontstaan door zettingsverschil in de verschillende type funderingen en door overbelasting vanuit de trambaan. Drie scheuren lopen door tot aan de funderingsvloer. Vanuit boorkern 5 is zichtbaar dat de scheur door de gehele wand loopt. De overige 2 scheuren zitten ter plaatse van de borstwering of net onder de vloer als gevolg van vervorming van het rijdek

De zuidzijde vertoont tevens 5 scheuren waarvan 3 scheuren geheel doorlopen tot aan de funderingsvloer. De maximale scheurwijdte bedraagt 50 mm en de scheuren zijn tevens veroorzaakt door zetting in de verschillende type fundering en overbelasting vanuit de trambaan. Vanuit boorkern 1 is tevens zichtbaar dat de scheuren geheel doorlopen.

5.4 Scheurwijdtemeters

5.4.1 Verrichte werkzaamheden

Vanuit de nul-inspectie van Infrascan zijn er op de grote scheuren in de wanden scheurwijdtemeters aangebracht. De scheurwijdtemeters zijn bij inspectie opgenomen en de stand van de scheurwijdtemeters is vastgelegd op digitale foto. De foto's van de nulmeting, van oktober 2015, zijn vergeleken met de bij het nader onderzoek gemaakte foto's van februari 2016.

5.4.2 Resultaten scheurwijdtemeters

Een vergelijking van de scheurwijdtemeters is in Bijlage 3 toegevoegd. Er is geen waarneembare beweging van de scheuren zichtbaar. Echter is het te kort dag om mogelijke bewegingen in de constructie waar te kunnen nemen aangezien er 3 maanden tussen zit.

5.4.3 Conclusie scheurwijdtemeters

Tijdens het nader onderzoek zijn de scheurwijdtemeters uitgelezen. Er is geen verandering opgetreden sinds de nulopname. Toch bestaat het vermoeden dat de zettingen in de constructie nog actief zijn aangezien een nieuw deel metselwerk van de borstwerking tussen 2007 en 2015 opnieuw gescheurd is.

6 Conclusie en aanbevelingen

6.1 Conclusie

Fundering

Vanuit het duikonderzoek is gebleken dat de fundering van de landhoofden uit 3 verschillende constructies bestaan. Onderstaand een beschrijving van de constructies van West naar Oost:

1. De eerste 2 meter metselwerk is gefundeerd op houten palen en heeft een dikte van circa 1 meter. Na 2 meter gaat de fundering over naar een 0,7 m lager gelegen constructie en begint het 2de deel van de fundering;
2. Het 2de deel heeft een lengte van 11,3 meter en is gefundeerd op houten palen. De dikte van de wand is op de waterlijn circa 2,5 meter;
3. Het 3de deel van de fundering kon niet opgenomen worden tijdens het nader onderzoek. Ter plaatse van de bodem is een houten sluisvloer aanwezig waardoor het niet mogelijk was om de fundering te onderzoeken. Wel kan geconcludeerd worden dat er geen scheuren in dit deel van het bovengelegen metselwerk zitten.

Gebreken

Vanuit het gericht technische inspectie zijn er 4 significante gebreken aan de brug geconstateerd:

1. Scheurvorming in de landhoofden, totaal 10 stuks (diagonaal en verticaal);
2. Holklinkend metselwerk, totaal 27,5 m2 van de ca. 90 m2 boven de waterlijn;
3. Vorstschade metselwerk, totaal 19 m2 van de ca. 90 m2 boven de waterlijn;
4. Scheurvorming in het rijdek, totaal 1 stuks.

Duikonderzoek

De aanwezige verticale en diagonale scheuren in de landhoofden lopen door tot op de houten de fundering. De fundering vertoont geen gebreken die een oorzaak kunnen zijn voor de aanwezige scheuren. De aangetroffen palen zijn hard en hebben plaatselijk lichte materiaalafname van maximaal 10 tot 15%. De diameter van de palen is nauwelijks afgenomen. Geconcludeerd kan worden dat de aanwezige scheuren in het metselwerk niet zijn veroorzaakt door een slechte staat van de fundering. Wel kan geconcludeerd worden dat de scheuren tot de fundering doorlopen.

Houtonderzoek

Alle palen zijn vuren. De monsters 1, 3 en 9 zijn in een buitenste schil van respectievelijk 14, 76 en 26 mm sterk aangetast door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen. Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in deze monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 18, hele monster (92 mm) en 34 mm.

Metselwerkonderzoek

Vanuit het metselwerkonderzoek kan geconcludeerd worden dat het metselwerk structureel verouderd is en veel oude reparaties vertoont die tot maximaal 1,5 steens diep delamineren. Vanuit de genomen boorkernen is zichtbaar dat het metselwerk achter de delaminaties in een prima staat verkeert. Daarnaast is ook aangetoond dat de scheuren geheel doorlopen tot aan de achterzijde van de wand. De aanwezige scheuren zijn ontstaan door 3 oorzaken die in het rapport dieper uitgelicht worden:

1. Scheuren in het metselwerk door zetting van de fundering als gevolg van (over) belasting door de bovengelegen trambaan (3 stuks);

2. Zettingsverschil tussen de verschillende funderingstype en door het ontbreken van dilataties tussen de verschillende constructietypes (3 stuks);
3. Onvoldoende ruimte ter plaatse van de aansluiting met het rijdek om vervormingen van het rijdek op te vangen (4 stuks)

Rijdek

Het rijdek is een betonnen dek gestort tussen stalen langsliggers. Het beton tussen de langsliggers is in een toog gestort. Het rijdek heeft één langsscheur over de gehele lengte van het dek. De scheur is watervoerend en vertoont roestuitbloei en losse/holle delen. De scheur naast de trambaan. De scheur is ontstaan door belasting van het tramverkeer.

Scheurwijdtemeters

In oktober 2015 zijn er diverse scheurwijdtemeters aangebracht op de constructieve scheuren. Tijdens het nader onderzoek zijn de scheurwijdtemeters uitgelezen. Er is geen verandering opgetreden sinds de nulopname. Toch bestaat het vermoeden dat de zettingen in de constructie nog actief zijn aangezien een nieuw deel metselwerk van de borstwerking tussen 2007 en 2015 opnieuw gescheurd is.

Restlevensduur

Op basis van de delaminatie van de voorste schil van het metselwerk, de scheuren onder de trambaan en gezien de hoge leeftijd (171 en 86 jaar) is de verwachtte restlevensduur beperkt. Bij een gelijkblijvende functie en belasting bedraagt de restlevensduur van de brug naar verwachting maximaal 15 jaar.

De beheerder van de brug heeft aangegeven dat de brug opgenomen zal worden in een omleidingsroute van projecten in de nabijheid van de brug. Vermoedelijk zal de brug hierdoor in de toekomst zwaarder en intensiever belast gaat worden en zal het een cruciale rol gaan spelen in de ontsluiting van een groot deel van de binnenstad. Naar verwachting zal de degradatie van de landhoofden en het rijdek versneld worden. Dit leidt tot toenemende risico's en een beperkte standzekerheid. Wanneer de brug door overbelasting van het omleidingsverkeer deel bezwijkt, is er geen mogelijkheid tot ingrijpen. Om deze reden wordt de brug afgekeurd en is de restlevensduur maximaal 2 jaar.

6.2 Hersteladvies

Gezien de toekomstige ontwikkeling wordt geadviseerd om de Bullebakssluis op korte termijn te renoveren. Geadviseerd wordt om de landhoofden te behouden en om een extra constructie aan te brengen die het vernieuwde dek zal dragen. Door de ontlasting van de wanden, wordt er een langere restlevensduur van de fundering gecreëerd waardoor deze niet vervangen hoeven te worden. Daarnaast zullen de wanden geheel hersteld worden en zal het monumentale karakter van de Bullebakssluis behouden blijven.

6.3 Kostenraming

In opdracht voor de gemeente Amsterdam is een SSK-raming opgesteld voor het renoveren van de brug 'Bullebakssluis' De brug zal gerenoveerd worden door middel van buispalen en prefab liggers. Vooraf is er een uitgangspuntenlijst opgesteld die als basis dient voor het opstellen van de SSK-raming.

De totale kosten voor het renoveren van de brug 'Bullebakssluis' bedraagt circa [redacted] exclusief BTW. Voor de gehele onderbouwing van het bedrag is de SSK-raming zichtbaar in Bijlage 5.

Bijlage 1: Gericht technische inspectie Infrascan BRU0160 oktober 2015

BRU0160 - Bullebaksluis

Rapportage instandhoudingsinspectie en conditiemeting NEN2767-4

projectnr. 275172.03
revisie 2.0
27 september 2015

auteur(s)

[redacted]

Opdrachtgever

[redacted]

datum vrijgave	beschrijving revisie 2.0	goedkeuring	vrijgave
27 september 2015	Definitief	[redacted]	

Colofon

Projectgroep bestaande uit:



Datum van uitgave:
27 september 2015

Contactadres:
Monitorweg 29
1322 BK Almere
Postbus 10044
1301 AA Almere Stad

Copyright © 2015 **Ingenieursbureau Antea Group**
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs of de opdrachtgever zoals vermeld op het voorblad.

Inhoud

blz.

1 Inleiding 2
1.1 Gegevens uitvoering inspectie 2
1.2 Omschrijving werkwijze inspectie 2
1.3 Uitgevoerde (nader) onderzoeken 2
1.4 Bureaustudie 2

2 Vaste gegevens / situatie 3
2.1 Situatie 3
2.2 Vaste gegevens kunstwerk 3

3 Inspectieresultaten 4
3.1 Samenvatting resultaten 4
3.2 Analyse resultaten (na oordeel van de inspecteur) 7

4 Hersteladvies 8
4.1 Geadviseerd nader onderzoek 8

Bijlagen

1 Bureaustudie
2 Inspectierapportage Keur-IT
3 Inspectietekening

1 Inleiding

[redacted] heeft Antea Group opdracht gegeven om instandhoudingsinspecties uit te voeren aan diverse kunstwerken. De inspecties zijn uitgevoerd conform CUR-Aanbeveling 72, klasse 1.2. De geconstateerde schades zijn vastgelegd conform de NEN2767-4 systematiek en beoordeeld conform de risicobeoordeling RAMSHEEP.

Tevens is bij de inspectie beoordeeld in hoeverre een object aan de wettelijke eisen en regelgeving voldoet (bijvoorbeeld het bouwbesluit).

In de voorliggende rapportage zijn de resultaten gepresenteerd van de inspectie aan:

BRU0160 - Bullebaksluis

In hoofdstuk 2 zijn de vaste gegevens van het kunstwerk weergegeven en in hoofdstuk 3 zijn de resultaten van de technische inspectie beschreven, met een analyse van de resultaten van de conditiemeting. In hoofdstuk 4 zijn de hersteladviezen weergegeven en is het benodigd nader onderzoek beschreven.

In bijlage 1 zijn de resultaten van de bureaustudie opgenomen, in bijlage 2 is de rapportage van de conditiemeting opgenomen en bijlage 3 bevat de inspectietekening.

1.1 Gegevens uitvoering inspectie

Datum opname : 16-02-2015
Hoofdinspecteur : [redacted]
Weer : zonnig
Temperatuur : 6 °C

1.2 Omschrijving werkwijze inspectie

Bij de inspectie zijn de volgende hulpmiddelen gebruikt:

- Klein gereedschap;
- Fotocamera;
- Bootje, t.b.v. inspectie onderzijde.

Alle onderdelen zijn toegankelijk en geïnspecteerd.

1.3 Uitgevoerde (nader) onderzoeken

In aanvulling op de inspectie is geen nader onderzoek uitgevoerd.

1.4 Bureaustudie

Voor dit object is voor de inspectie een bureaustudie uitgevoerd en is er een intakegesprek gehouden met de beheerder. In bijlage 1 zijn de resultaten hiervan opgenomen.

2 Vaste gegevens / situatie

2.1 Situatie

De onderstaande foto's geven een indruk van het kunstwerk en de omgeving.

2.2 Vaste gegevens kunstwerk

Hoofdkenmerken:

Hoofdtype	: Vaste brug
Bouwjaar	: 1845

Materialen:

Landhoofden	: Metselwerk
Rijdek	: Stalen liggers, geconserveerd Gewapend beton
Afwerking dek	: Asfalt Elementverharding
Leuningen	: Staal, geconserveerd
Borstwering	: Metselwerk

Ligging / situatie:

Stadsdeel	: Centrum
Straat	: Marnixstraat
Over	: Bloemgracht

anteagroup

3 Inspectieresultaten

3.1 Samenvatting resultaten

Op basis van de NEN2767-4 systematiek (versie 1.3) is een decompositie van het kunstwerk gemaakt.
Nadat de decompositie gemaakt is, is een inspectie uitgevoerd met behulp van de NEN 2767-4 systematiek. Hierbij is gebruik gemaakt van de inspectietool Keur-IT. Een uitdraai van het programma is opgenomen in bijlage 2. In bijlage 3 is de inspectietekening weergegeven met daarop de aanwezige gebreken.
Hieronder zijn per element de resultaten van de inspectie samengevat.
Per gebrek is de locatie en de hoeveelheid nader gedefinieerd en is een analyse gemaakt van de oorzaak.
Tevens is er per gebrek een risicobeoordeling gemaakt aan de hand van de RAMSHEEP-systematiek.
In de overige paragrafen van dit hoofdstuk zijn de resultaten samengevat en geanalyseerd.

Gebrek nr.	Element NEN2767-4	Conditie-score	Verzorging-score	Bouwdeel NEN2767-4	Conditie-score	Verzorging-score	Gebrek NEN2767-4	Locatie schade	Omvang/Eenheid	Oorzaak	Risico-analyse RAMSHEEP								RG
											R	A	M	S	H	Ec	En	P	
1	Hoofddraagconstructie	1	1	Langsligger	1	1	Corrosie, uniform	OVSP 1	4 m2	Klimatologische invloeden	1	6	4	1	1	2	1	1	L
2	Hoofddraagconstructie	1	1	Rijdek	1	1	Scheur, niet constructief	OVSP 1	12 m1	Verhinderde vervorming	1	6	4	1	1	1	1	1	L
3	Kerende constructie	5	1	Haalkom	4	1	Corrosie, uniform	STP 1+2	8 st	Klimatologische invloeden	1	1	1	1	1	2	1	1	L
4	Kerende constructie	5	1	Haalkom	4	1	Functie, verminderd	STP 1+2	8 st	Duiven	1	1	1	1	1	1	1	1	L
	Kerende constructie	5	1	Vleugelwand	1	1													
5	Kerende constructie	5	1	Wand	5	1	Scheur, constructief	STP 1+2	6 st	Zetting	1	6	4	1	1	3	1	1	L
6	Kerende constructie	5	1	Wand	5	1	Oppervlakteschade	STP 1+2	40 m2	Vorstschade + aanvaring	1	6	4	1	1	3	1	1	L
7	Leuning	3	1	Leuning, Algemeen	1	1	Corrosie, uniform	ZB 1+2	5 m2	Klimatologische invloeden	1	1	1	1	1	3	1	1	L
8	Leuning	3	1	Beschermlaag	3	1	Onthechting	ZB 1+2	4 m2	Mechanische invloeden	1	1	1	1	1	3	1	1	L
9	Mantelbuis	2	1	Mantelbuis, Algemeen	2	1	Corrosie, uniform	OVSP 1	6 st	Klimatologische invloeden	1	1	1	1	1	2	1	1	L
	Schampkant	1	1	Schampkant, Algemeen	1	1													
	Verharding wegtype 3, Gemiddeld belaste weg	1	1	Asfaltverharding	1	1													
10	Verharding wegtype 3, Gemiddeld belaste weg	1	1	Elementenverharding	1	1	Verzakking	STP 1+2	10 m2	Zetting / belasting	1	1	1	3	1	1	1	1	M
11	Borstwering	4	1	Borstwering, Algemeen	4	1	Scheur, constructief	STP 1	10 m2	Onbekend	1	2	2	1	1	2	1	1	L
12	Borstwering	4	1	Borstwering, Algemeen	4	1	Scheefstand	STP 1	1 st	Zetting	1	2	2	1	1	2	1	1	L
13	Borstwering	4	1	Borstwering, Algemeen	4	1	Oppervlakteschade	STP 1	2 m2	Vorst	1	2	2	1	1	2	1	1	L

Afkorting	Betekenis
STP	Steunpunt
OVSP	Overspanning
ZB	Zijberm
MB	Middenberm

Toelichting Risico-analyse RAMSHEEP:

Voor ieder geconstateerd gebrek is een risico-analyse op RAMSHEEP-aspecten verricht. De aspecten zijn als volgt verwoord:

Letter	Aspect	Omschrijving
R	Reliability = Betrouwbaarheid	De kans dat door het uitblijven van maatregelen het object door de geconstateerde schade zijn functie niet meer kan uitoefenen in de komende 5 jaar.
A	Availability = Beschikbaarheid	De stremmingsduur (voor weg- en/of scheepvaartverkeer) indien falen van het bouwdeel/element door de geconstateerde schade optreedt.
M	Maintainability = Onderhoudbaarheid	De mate waarin het onderdeel te bereiken / te onderhouden / te leveren is.
S	Safety = Veiligheid	De gevolgen voor de persoonsveiligheid indien falen van het bouwdeel/element optreedt.
H	Health = Gezondheid	De mate waarin de gezondheid van de gebruiker aangetast kan worden.
Ec	Economics =	De mate waarin de herstelkosten zullen toenemen door het uitblijven van maatregelen. Deels betreft dit de schade-ontwikkeling, deels betreft het de wijze waarop hersteld kan worden.
En	Environment = Milieu	De mate waarin de omgeving wordt vervuild als gevolg van het gebrek.
P	Political = Politiek	De mate waarin het kunstwerk vervuild is en dit invloed heeft op de uitstraling van het object.

Ieder aspect verkrijgt een score van 1-6. De scores zijn als volgt gedefinieerd:

Score	Gevolgen			
	R	A	M	S
	Betrouwbaarheid	Beschikbaarheid	Onderhoudbaarheid	Veiligheid
1	Kans op falen is nihil (0%)	< 1 uur	Onderhoudbaarheid is zeer goed: - Geen bereikbaarheidsvoorzieningen - Elke aannemer kan het	Nihil veiligheidsrisico, geen gevolgen
2	Zeer kleine kans op falen (< 1%)	> 1 uur < 2 uur	Onderhoudbaarheid is goed: - Geen bereikbaarheidsvoorzieningen - Vakman benodigd	Zeer klein veiligheidsrisico, geen letsel / zonder bezoek aan huisarts
3	Kleine kans op falen (1-2%)	> 2 uur < 1 dag	Onderhoudbaarheid is redelijk: - Eenvoudige bereikbaarheidsvoorzieningen nodig (ladder/steiger/boot) - Ervaren vakman benodigd	Klein veiligheidsrisico, niet blijvend letsel / bezoek aan huisarts
4	Reële kans op falen (2 -10%)	> 1 dag < 1 week	Onderhoudbaarheid is matig: - Bereikbaarheidsvoorzieningen nodig (Ponton/hoogwerker) - Specialistisch bedrijf benodigd	Reëel veiligheidsrisico, blijvend letsel / opname aan ziekenhuis
5	Grote kans op falen (10-50%)	> 1 week < 1 maand	Onderhoudbaarheid is slecht - Zware bereikbaarheidsvoorzieningen nodig (vijzelen / kraan) - Zeer specialistisch bedrijf benodigd	Groot veiligheidsrisico, zwaar blijvend letsel
6	Zeer grote kans / Vrijwel zeker kans op falen (> 50%)	> 1 maand	Onderhoudbaarheid is zeer slecht: - Onderdeel is niet te onderhouden - Onderdeel is niet te leveren / maken	Zeer groot veiligheidsrisico, dodelijk afloop

Score	Gevolgen			
	H	Ec	En	P
	Health	Economics	Environment	Political
1	Nihil gezondheidsrisico, geen gevolgen	Indien gebrek niet wordt hersteld, dan bedragen de aanvullende herstelkosten binnen 10 jaar minder dan [redacted]	Geen effect op milieu	Het kunstwerk vertoont geen vervuiling
2	Zeer klein gezondheidsrisico, korte periode werkzaam in uitstootgassen	Indien gebrek niet wordt hersteld, dan bedragen de aanvullende herstelkosten binnen 10 jaar [redacted]	Gevolgen voor milieu beperkt, lokaal en beheersbaar	Het kunstwerk vertoont lichte vervuiling
3	Klein gezondheidsrisico, korte periode werkzaam in uitstootgassen op en schadelijke stoffen aanwezig	Indien gebrek niet wordt hersteld, dan bedragen de aanvullende herstelkosten binnen 10 jaar [redacted]	Gevolgen voor milieu lokaal, lichte verontreiniging	Het kunstwerk vertoont lichte vervuiling en op enkele plaatse graffity (geen aanstootgevende teksten)
4	Reëel gezondheidsrisico, langere periode werkzaam in uitstootgassen en meerdere schadelijke stoffen aanwezig	Indien gebrek niet wordt hersteld, dan bedragen de aanvullende herstelkosten binnen 10 jaar [redacted]	Gevolgen voor milieu lokaal, verontreiniging die sanering behoeft	Het kunstwerk vertoont zware vervuiling en op enkele plaatsen graffity (geen aanstootgevende teksten)
5	Groot gezondheidsrisico aanwezig, zeer veel schadelijke materialen aanwezig en werkzaam in niet ventilerende ruimte	Indien gebrek niet wordt hersteld, dan bedragen de aanvullende herstelkosten binnen 10 jaar [redacted]	Grootschalige verontreiniging bodem/water, maatregelen nodig	Het kunstwerk vertoont zware vervuiling en op meerdere plaatsen graffity (geen aanstootgevende teksten)
6	Zeer groot gezondheidsrisico aanwezig, zeer schadelijke materialen (asbest) aanwezig en werkzaam in niet ventilerende ruimte	Indien gebrek niet wordt hersteld, dan bedragen de aanvullende herstelkosten binnen 10 jaar meer dan [redacted]	Ernstige milieuschade. Ingrijpende herstellende maatregelen nodig met (mogelijk) blijvende schade impact/hinder voor regio (gebied > 5 km)	Het kunstwerk vertoont zware vervuiling en op meerdere plaatsen graffity (aanstootgevende teksten)

Op basis van de scores per aspect, wordt een risicoklasse berekend. Er wordt onderscheid gemaakt in de volgende klassen:
L – Laag;
M – Middel;
H – Hoog.
Voor de berekening van de risicoklasse wordt gebruik gemaakt van het gewogen gemiddelde van de afzonderlijke scores. Als wegingsfactor wordt gebruikt gemaakt van het belang dat de opdrachtgever stelt aan de verschillende aspecten.

3.2 Analyse resultaten (na oordeel van de inspecteur)

De resultaten van de inspectie zijn vertaald naar gebreken en condities conform de NEN2767-4. De rapportage van de conditiemeting is opgenomen in bijlage 2. Hieronder zijn de resultaten die volgen uit de NEN-systematiek samengevat en geanalyseerd.

Algemeen:
De brug verkeert over het algemeen in een redelijke tot matige staat. De brug bestaat uit zeven elementen. Vier elementen scoren 'Uitstekend' (score: 1) of 'Goed' (score: 2). De resterende drie elementen scoren 'Redelijk; (score: 3) tot 'Slecht' (score: 5). Het element dat 'Slecht' (score: 5) scoort, is de kerende constructie. De oorzaak van deze score betreft gebreken aan de haalkommen (corrosie en verbogen duivenwering) en zware scheurvorming in de wand.

Civieltechnisch:
De brug vertoont over het algemeen de gebruikelijk schade zoals corrosie van de stalen onderdelen, oppervlakteschade aan het metselwerk en scheuren in de constructie. De meeste gebreken vormen een laag risico maar zorgen op termijn voor extra hoge herstelkosten. Geadviseerd wordt om binnen 5 jaar groot onderhoud uit te voeren aan de brug.

Veiligheidsrisico's:
Bij verdere degradatie geeft de verzakking van de elementverharding een verhoogd veiligheidsrisico. Geadviseerd wordt om op kort termijn de verzakking te verhelpen.

4 Hersteladvies

Onderstaand zijn de voorgestelde hersteladviezen per gebrek zichtbaar gemaakt. In een separaat document is het uitgebreide onderhoudsplan opgenomen waarin de herstelmaatregelen, herstelkosten en uitvoeringsjaar inzichtelijk is.

Decompositie NEN2767-4	Gebrek NEN2767-4	Herstelmaatregel NEN2767-4
Hoofddraagconstructie		
Langsligger		
	Corrosie, uniform	Staal: schilderen
Rijdek		
	Scheur, niet constructief	Geen herstel noodzakelijk
Kerende constructie		
Haalkom		
	Corrosie, uniform	Staal: schilderen
	Functie, verminderd	Extra aandacht volgende inspectie
Vleugelwand		
Wand		
	Scheur, constructief	Diversen: nader onderzoek
	Oppervlakteschade	Metselwerk: structureel herstel
Leuning		
Leuning, Algemeen		
	Corrosie, uniform	Zie herstel Beschermlaag
Beschermlaag		
	Onthechting	Staal: schilderen leuning
Mantelbuis		
Mantelbuis, Algemeen		
	Corrosie, uniform	Staal: schilderen
Schampkant		
Schampkant, Algemeen		
Verharding wegtype 3, Gemiddeld belaste weg		
Asfaltverharding		
Elementenverharding		
	Verzakking	Diversen: herstellen
Borstwering		
Borstwering, Algemeen		
	Scheur, constructief	Metselwerk: structureel herstel
	Scheefstand	Extra aandacht volgende inspectie
	Oppervlakteschade	Geen herstel noodzakelijk

4.1 Geadviseerd nader onderzoek

Naar aanleiding van de inspectie wordt een nader onderzoek geadviseerd.

- **Onderdeel:** Kerende constructuctie, wand
  - **Gebrek:** Scheur, constructief. De frontwanden vertonen op 7 locaties zware scheuren. Enkele scheuren hebben een scheurwijdte van 30 mm.
    - **Doel nader onderzoek:**
      1. Het inventariseren scheurvorming in de wanden;
      2. Het vaststellen van de oorzaak van de scheurvorming.
    - **Werkstappen:**
      1. Voorbereiding (archiefstudie);
      2. In kaart brengen scheuren (inmeten en registreren);
      3. Aanbrengen tell-tales (indien noodzakelijk);
      4. Vaststellen oorzaak en/of gevolgen scheurvorming

Bijlage 01: Bureaustudie

Algemeen	
Opdrachtgever:	
Project:	Instandhoudingsinspectie civiele objecten
Deelopdracht:	3
Datum:	6-1-2015
Kunstwerk:	BRU0160

Element	Functie	Risico
Kerende constructie	Keren van grond	Deformatie / Afschuiving Falen Fundering Degradatie constructie (gaten in de constructie)
Hoofddraagconstructie	Het veilig en comfortabel laten passeren van het verkeer	Degradatie constructie (gaten in de constructie) Overbelasting
	Het overdragen van de belasting aan de onderbouw	Deformatie / Afschuiving Falen Fundering
	Het veilig en comfortabel laten passeren van het scheepsva	Aanvaring
	Het creëren van een juiste doorstroming van het water	Onvoldoende doorstroming Verstopping
Steunpunt	Het overdragen van de belasting aan de fundering	Overbelasting Degradatie constructie Falen Fundering
Fundering	Dragen van de belasting	Overbelasting Degradatie constructie (houtrot)
Leuning	Beschermen van gebruikers van het object	Falen leuning Degradatie constructie (corrosie) Foutief ontwerp
Remmingwerk	Keren van schepen	Degradatie constructie (houtrot) Overbelasting
Verharding	Het veilig en comfortabel laten passeren van het verkeer	Degradatie constructie (gaten in de constructie) Overbelasting

Ontvangen bestanden
- Paspoort - Inspectierapport 2005 - Diverse tekeningen

Aandachtspunten vanuit bureaustudie
- Watervoerende scheuren in het rijdek - Betonschade aan het rijdek

Geadviseerd nader onderzoek
- Nader onderzoek chloriden in rijdek -

Intakegesprek
- -

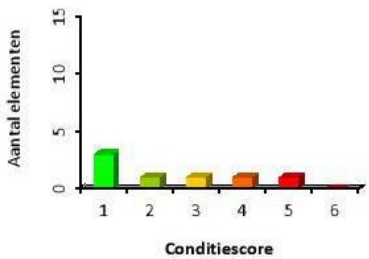
Bijlage 02: Inspectierapportage Keur-IT

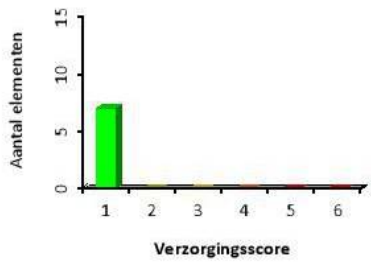
	Inspectierapportage
	NEN 2767-4-2 Conditiemeting van infrastructuur, gebrekenlijsten, 1.3
	Algemeen
Omschrijving	Bullebaksluis
Objectcode	BRU0160
Beheercode	Bruggen (vast)
	Opdrachtgever
Opdrachtgever	
Afdeling	
Contract-/projectnummer	
Contactpersoon	
Telefoonnummer	
Telefoonnummer(mobiel)	
E-mailadres	
	Inspectiebedrijf
Inspectiebedrijf	Antea Group
Datum inspectie	16-02-2015

Conditiescore en verzorgingsscore

Objectnaam	:	Bullebaksluis	**Inspecteur**	:	
Objectcode	:	BRU0160	**Datum inspectie**	:	16-02-2015
Beheerobject	:	Bruggen (vast)	**Weersomstandigheden**	:	zonnig °C
			Temperatuur	:	6

Algemene bevindingen inspectie





Conditiescore + omschrijving		Aantal
1	Uitstekende conditie	3
2	Goede conditie	1
3	Redelijke conditie	1
4	Matige conditie	1
5	Slechte conditie	1
6	Zeer slechte conditie	

Verzorgingsscore + omschrijving		Aantal
1	Uitstekende conditie	7
2	Goede conditie	
3	Redelijke conditie	
4	Matige conditie	
5	Slechte conditie	
6	Zeer slechte conditie	

Element	Conditie	Verzorging
Hoofddraagconstructie	1	1
Kerende constructie	5	1
Leuning	3	1
Mantelbuis	2	1
Schampkant	1	1
Verharding wegtype 3, Gemiddeld belaste weg	1	1
Borstwering	4	1

Conditionele gebreken

Hoofddraagconstructie			1
Langsligger			1
Corrosie, uniform	Serieus Laag	2-10%	1

De langsliggers zijn plaatselijk gecorrodeerd. Het gaat om meerdere langsliggers.

Hersteladvies:	Staal: schilderen (bijwerken en overlagen)
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	2017

Rijdek			1
Scheur, niet constructief	Serieus Midden	2-10%	1

Het rijdek vertoont op diverse locaties scheurvorming met kalk en roestuitbloei.

Hersteladvies:	Geen herstel noodzakelijk
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	-

Kerende constructie			5
Haalkom			4
Corrosie, uniform	Serieus Midden	10-30%	2

De haalkommen zijn allemaal gecorrodeerd. De materiaalafname is minimaal.

Hersteladvies:	Staal: schilderen (bijwerken en overlagen)
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	2015

Functie, verminderd	Serieus Laag	>70%	3

Bij alle haalkommen zijn de tie-wraps, die bedoeld zijn om duiven tegen te houden, verbogen. Hierdoor zijn er op diverse locaties duivennesten aanwezig.

Hersteladvies:	Extra aandacht volgende inspectie
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	2017

Vleugelwand	1
Wand	5

Scheur, constructief	Ernstig Hoog	10-30%	4

De frontwanden vertonen op 7 locaties zware scheuren. Enkele scheuren hebben een scheurwijdte van 30 mm.

Hersteladvies:	Diversen: nader onderzoek
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	2015

Oppervlakteschade	Serieus Midden	30-70%	3

De metselwerk wanden vertonen structureel schade veroorzaakt door vorst en aanvaring van boten. Grotendeels van het metselweerk klinkt hol.

Hersteladvies:	Metselwerk: structureel herstel (grote locaties)
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	2017

Leuning			3
Leuning, Algemeen			1
Corrosie, uniform	Serieus Laag	10-30%	1

De leuning vertoont structureel kleine plekken corrosie als gevolg van defecten in de conservering. De materiaalafname is minimaal.

Beschermlaag			3
Onthechting	Ernstig Hoog	2-10%	3

De conservering op de leuningen word structureel beschadigd als gevolg van fietsenstalling. Doordat de fietsen tegen de leuningen worden geplaatst, springt de conservering eraf.

Hersteladvies:	Staal: schilderen leuning (bijwerken en overlagen)
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	2017

Mantelbuis			2
Mantelbuis, Algemeen			2
Corrosie, uniform	Serieus Midden	10-30%	2

De mantelbuizen aan de onderzijde van het rijdek zijn allen plaatselijk gecorrodeerd.

Hersteladvies:	Staal: schilderen (bijwerken en overlagen)
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	2017

Schampkant	1
Schampkant, Algemeen	1

Verharding wegtype 3, Gemiddeld belaste weg			1
Asfaltverharding			1
Elementenverharding			1
Verzakking	Ernstig Laag	2-10%	1

De elementverharding is verzakt als gevolg van zetting van het onderliggende grondpakket. Dit komt op 2 locaties voor.

Hersteladvies:	Elementverharding: herstraten
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	2015

Borstwering			4
Borstwering, Algemeen			4
Scheur, constructief	Ernstig Hoog	2-10%	3

De borstwering is op 1 locaties zwaar gescheurd. Hier staat tevens de borstwering scheef.

Oppervlakteschade	Serieus Laag	<2%	1

Het metselwerk vertoont plaatselijk oppervlakteschade als gevolg van vorst.

Hersteladvies:	Extra aandacht volgende inspectie
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	2015

Hersteladvies:	Metselwerk: structureel herstel
Herstelkosten:	[redacted]
Planjaar:	2017

Tekortkomingen

Hoofddraagconstructie	1
Langsligger	1
Rijdek	1
Kerende constructie	1
Haalkom	1
Vleugelwand	1
Wand	1
Leuning	1
Leuning, Algemeen	1
Beschermlaag	1
Mantelbuis	1
Mantelbuis, Algemeen	1
Schampkant	1
Schampkant, Algemeen	1

Verharding wegtype 3, Gemiddeld belaste weg	1
Asfaltverharding	1
Elementenverharding	1
Borstwering	1
Borstwering, Algemeen	1

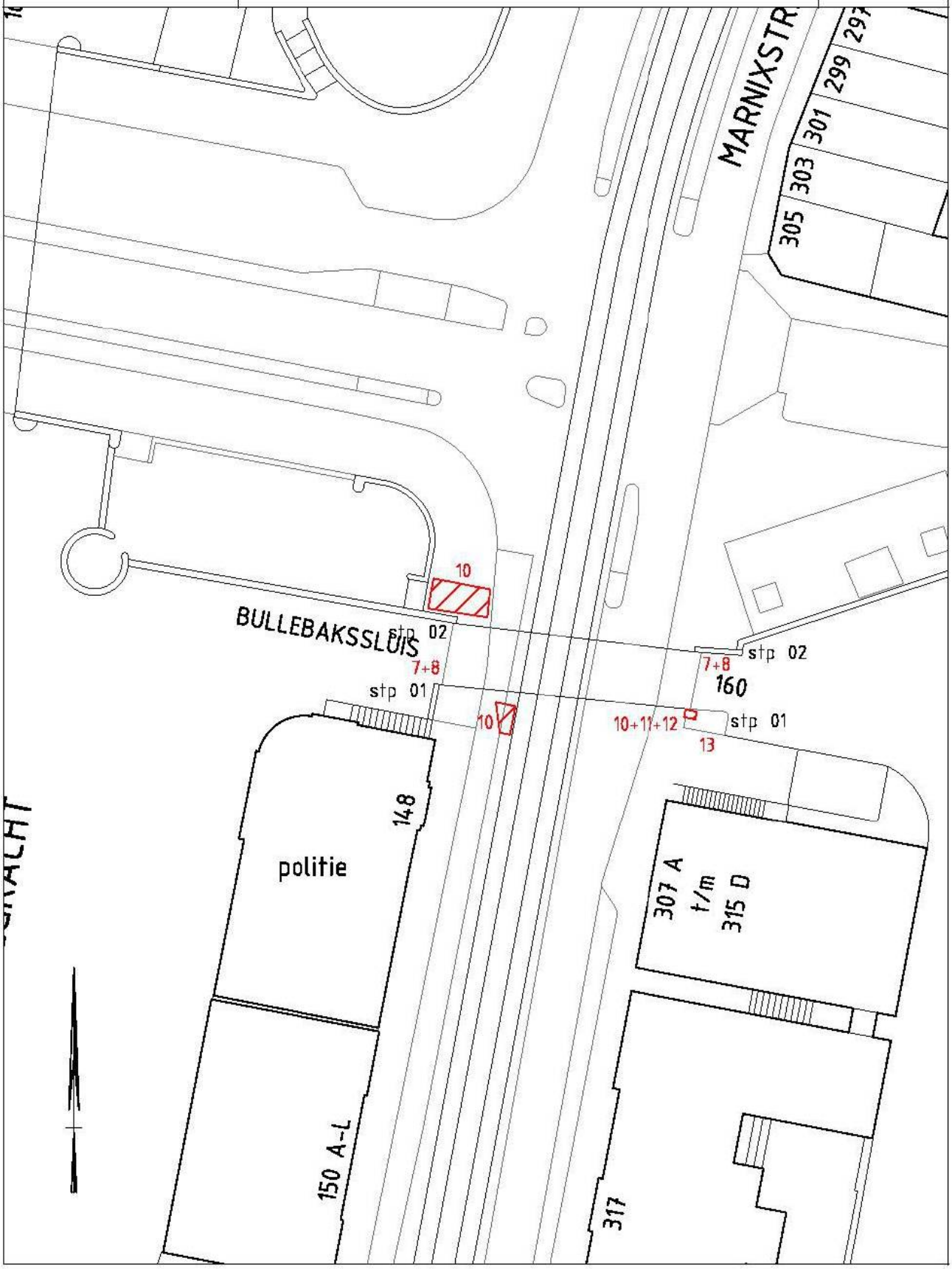
Scheefstand	Gering Midden	<2%	1

De borstwering staat op 1 locatie lichtelijk scheef. Tevens is de borstwering op dezelfde locatie gescheurd.

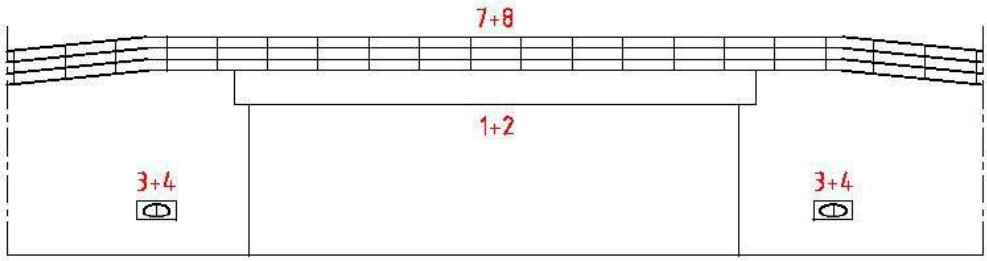
Hersteladvies:	Extra aandacht volgende inspectie
Herstelkosten:	
Planjaar:	2015

Bijlage 03: Inspectietekening

VASTE BRUG MARNIXSTRAAT - BLOEMGRACHT		
AMSTERDAM	GEHELE COMPLEX	
BRUG 160	BOVENAANZICHT	TEK.NR. 1/4

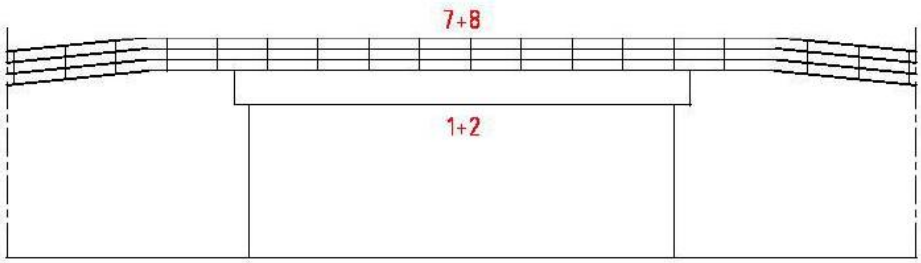


VASTE BRUG MARNIXSTRAAT - BLOEMGRACHT		
AMSTERDAM	GEHELE COMPLEX	
BRUG 160	ZIJAANZICHTEN A EN B	TEK.NR. 2/4



Vl. wand Stp 01 Stp 02 Vl. wand

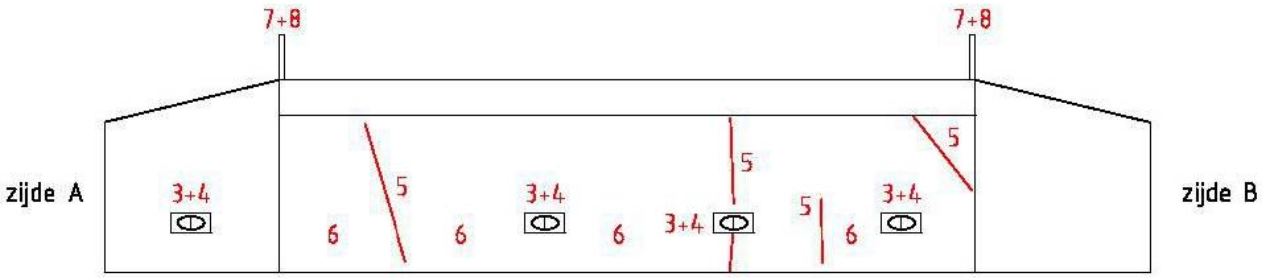
Zijaanzicht A



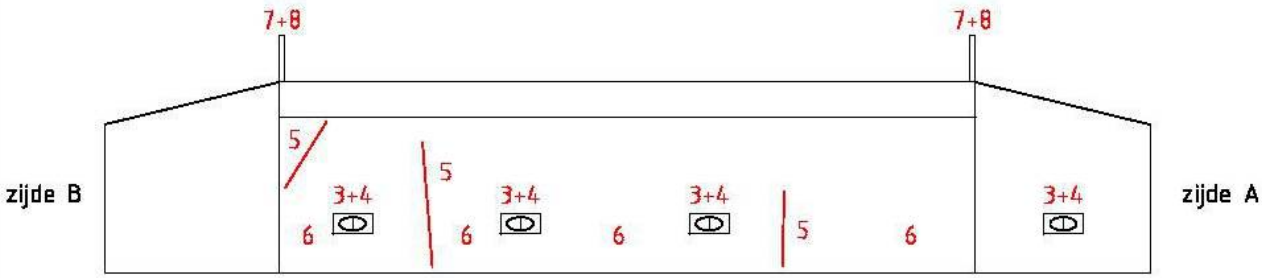
Vl. wand Stp 02 Stp 01 Vl. wand

Zijaanzicht B

VASTE BRUG MARNIXSTRAAT - BLOEMGRACHT		
AMSTERDAM	GEHELE COMPLEX	
BRUG 160	AANZICHTEN STP 1-2	TEK.NR. 3/4

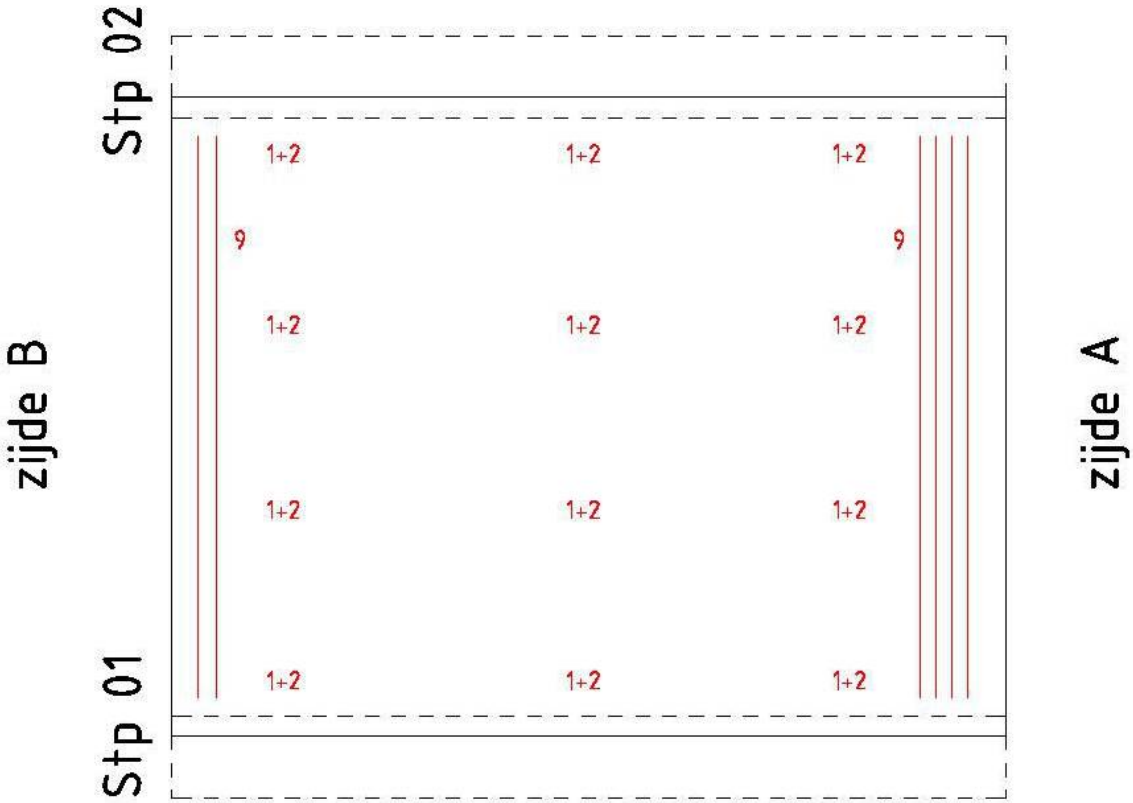


Aanzicht stp 01



Aanzicht stp 02

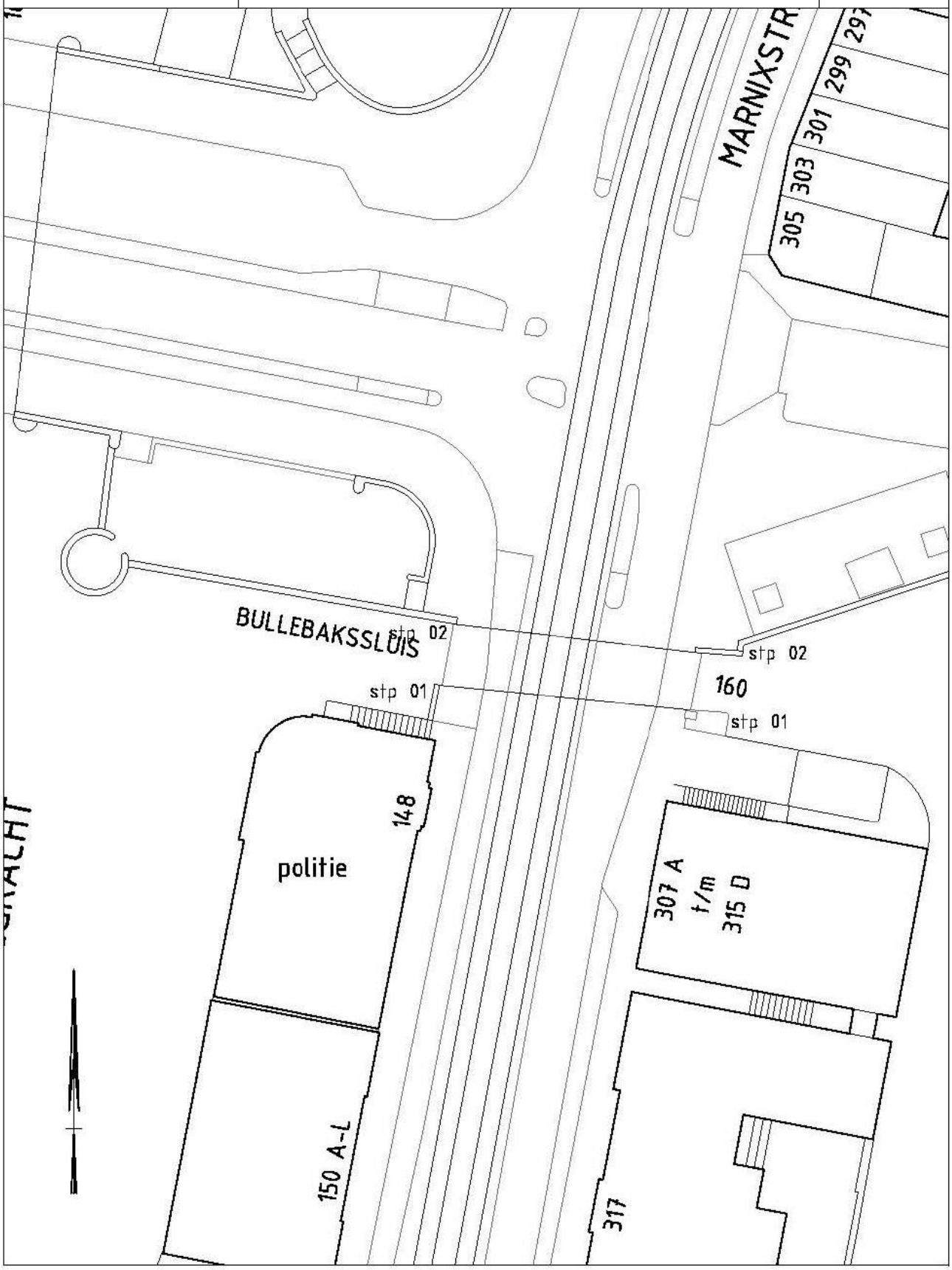
VASTE BRUG MARNIXSTRAAT - BLOEMGRACHT		
AMSTERDAM	GEHELE COMPLEX	
BRUG 160	ONDERAANZICHT DEK	TEK.NR. 4/4



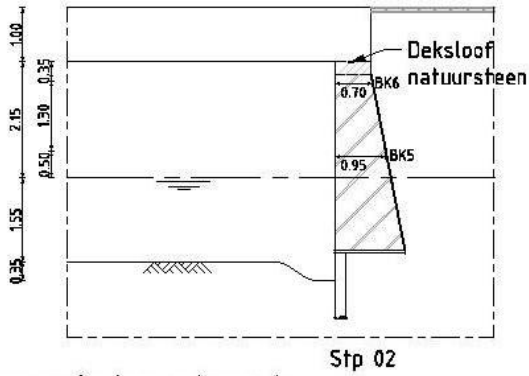
Onderaanzicht dek

Bijlage 2: Overzichtstekening

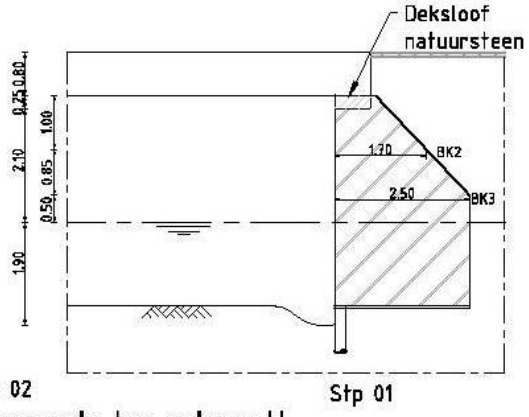
VASTE BRUG MARNIXSTRAAT - BLOEMGRACHT		
AMSTERDAM	GEHELE COMPLEX	
BRUG 160	BOVENAANZICHT	TEK.NR. 1/4



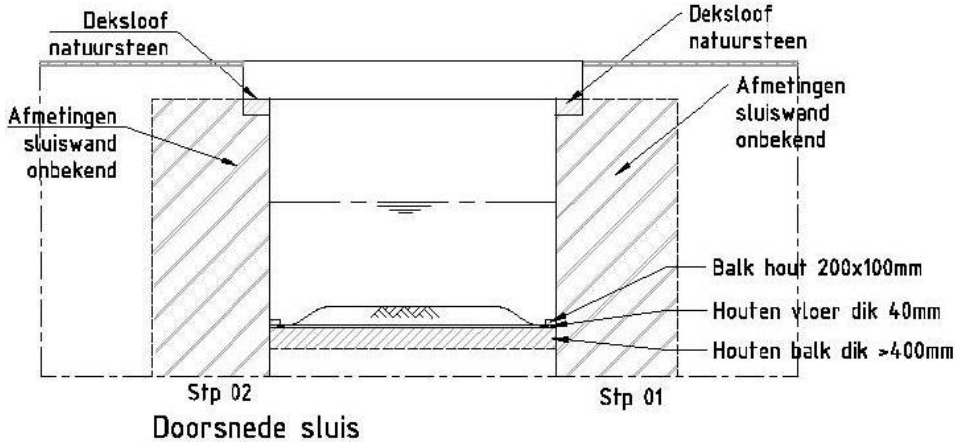
VASTE BRUG MARNIXSTRAAT - BLOEMGRACHT		
AMSTERDAM	GEHELE COMPLEX	
BRUG 160	ZIJAANZICHTEN A EN B	TEK.NR. 2/4



Doorsnede tpv scheur A



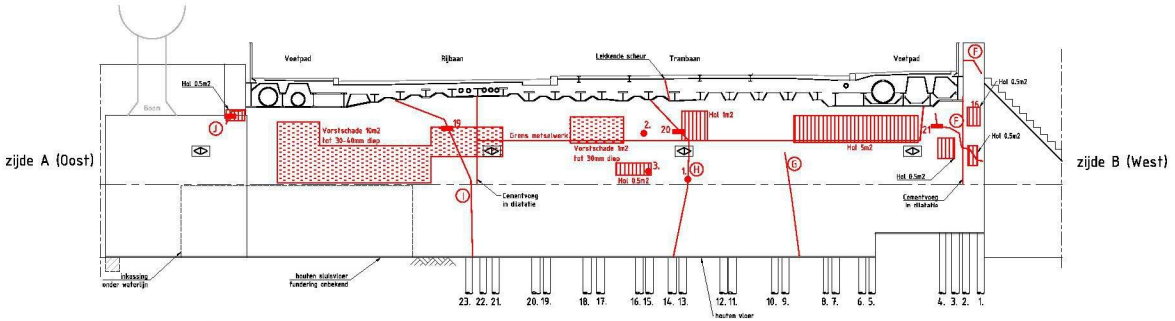
Doorsnede tpv scheur H



Doorsnede sluis

Maatvoering op locatie bepaald bij nader onderzoek

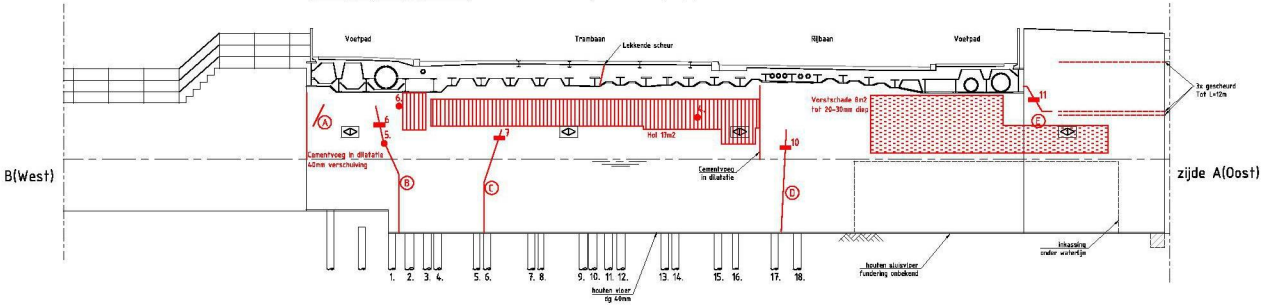
VASTE BRUG MARNIXSTRAAT - BLOEMGRACHT		
AMSTERDAM	GEHELE COMPLEX	
BRUG 160	AANZICHTEN STP 1-2	TEK.NR. 3/4



Aanzicht stp 01
Zuid

Schuren	Lengte	Tell	Tale	Scheurwijdte
F	7.1m	21		2-5mm
G	3.5m	-		1mm boven WL 10-30mm onder WL
H	4.8m	20		5-5mm TT 25-40mm boven WL 5mm onder WL
I	4.2m	19		5-6mm TT 30-50mm onder WL
J	0.8m	16		5-2mm

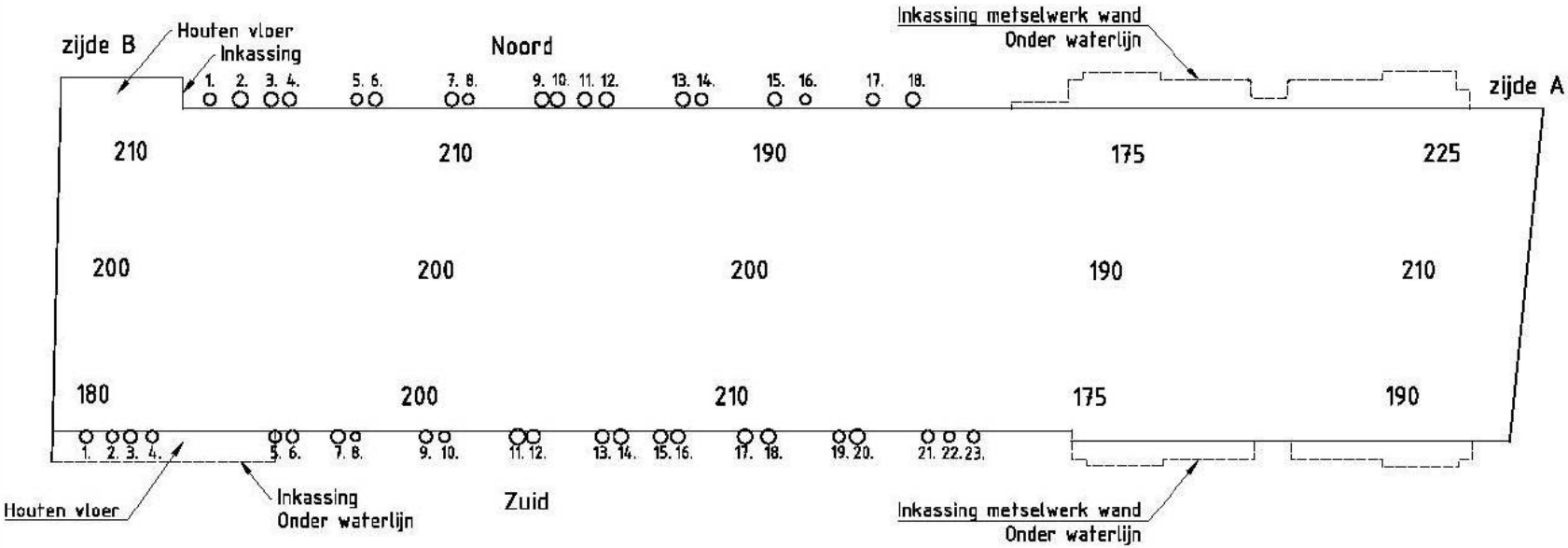
Houtmonster en spechtmeting op paalnummer: 2-6-10-15-18



Aanzicht stp 02
Noord

Scheuren	Lengte	Tell	Tale	Scheurwijdte
A	0.5m	-		1-2mm
B	3.8m	6		1mm boven WL 5mm onder WL
C	3.2m	7		0.2mm boven WL 0.5mm onder WL
D	3.2m	10		2-3mm boven WL 2mm onder WL
E	1.6m	11		1.2mm

Houtmonster en spechtmeting op paalnummer: 3-8-14-19-22



Palen en waterdieptes

Waterdieptes in cm

VASTE BRUG MARNIXSTRAAT - BLOEMGRACHT

AMSTERDAM

GEHELE COMPLEX

BRUG 160

PALEN EN DIEPTE

TEK.NR. 4/4

Bijlage 3: Opname scheurwijdtemeters

Opname scheurwijdtemeters			
Nr.	**Situatie**	**Nulopname oktober. 2015**	**Opname februari 2016**
6			

Opname scheurwijdtemeters			
Nr.	Situatie	Nulopname oktober. 2015	Opname februari 2016
7			
10			

Opname scheurwijdtemeters			
Nr.	Situatie	Nulopname oktober. 2015	Opname februari 2016
11			
16			

Opname scheurwijdtemeters			
Nr.	Situatie	Nulopname oktober. 2015	Opname februari 2016
19			
20			

Opname scheurwijdtemeters			
Nr.	Situatie	Nulopname oktober. 2015	Opname februari 2016
21			

Bijlage 4: Rapportage houtonderzoek (Stichting Hout Research)

Onderzoeksrapport: Houtanalyses fundering Brug Bullebaksluis (brug 160) te Amsterdam

Rapportcode: 16.0101 **Datum:** 24 februari 2016

[redacted]

Dit rapport heeft 17 bladen. Het is eigendom van de opdrachtgever, die gerechtigd is dit rapport integraal te publiceren. Gedeeltelijke publicatie, ook door de eigenaar, is slechts toegestaan na schriftelijke toestemming van SHR.

Opdrachtgever: Antea Nederland B.V.
Monitorweg 29
1322 BK Almere

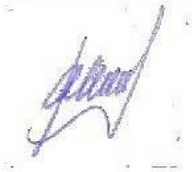
Bijlage: 6

Projectnummer: 16.0101

Auteurs:



[redacted]



[redacted]

Trefwoorden: lichtmicroscoop, heipalen, vuren, bacteriële aantasting, erosietype, schimmelaantasting, bruinrot, schimmeldraden, druksterkte, reststerkte, levensverwachting

[redacted]

1 Inleiding

Datum opdracht:	8 februari 2016.
Vraagstelling:	wat is de aard en oorzaak van de aantasting, wat is het verlies aan gezond / dragend hout, wat is de te verwachten aantastingsuitbreiding in de komende 25 jaar, onderzoek uitgevoerd volgens BGS-007.
Herkomst monsters:	uit het funderingshout Brug Bullebaksluis (brug 160) te Amsterdam, 10 paalmonsters.
Projectcode opdrachtgever:	405934.04-U160037.

2 Materiaal

Leeftijd fundering:	bouwjaar 1930, dus 86 jaar oud (volgens opdrachtgever).
Datum monstername:	1 en 3 februari 2016.
Datum monsterontvangst:	8 februari 2016.
Aantal, lengte, afmeting monster:	zie tabel 4.1.
Wijze van aanleveren:	boorkernen Ø 10 mm in buisjes met water.
Wijze opslag:	bij koelkasttemperatuur van ±4°C.
Datum analyse:	16/17/18 februari 2016.

3 Methode

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

4 Resultaten

4.1 Monsterbeoordeling

Alleen de monsters 1, 3 en 9 voldeden aan de eisen van de BGS. In overleg met de opdrachtgever zijn de resultaten van de overige monster opgenomen in dit rapport.

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

Monster			Algemeen			Jaarringen			
Code		Lengte	Samenhang	Kleur*	Wan /	Breedte gem. [mm]		Aantal	
Gegeven	SHR	[mm]			buitenkant	juveniel	volwassen	totaal	aangetast
Paal 1	1	53	Goed	Donkergrijs	Ja	-	2,6	22	7
Paal 2	2	>57	Slecht	Donkergrijs	Ja	-	-	-	-
Paal 3	3	92	Goed	Lichtgrijs	Ja	10,0	4,9	17	17
Paal 4	4	>39	Slecht	Grijs	Ja	-	3,7	23	23
Paal 5	5	>72	Slecht	Lichtgrijs	Ja	-	3,3	20	14
Paal 7	7	>78	Slecht	Donkergrijs	Ja	4,3	2,2	42	42
Paal 8	8	-	Slecht	Lichtgrijs	Ja	-	3,2	>24	>20
Paal 9	9	95	Redelijk[1]	Donkergrijs	Nee	-	2,7	27	19
Paal 10	10	-	Slecht	Grijs	Ja	8,7	4,3	21	17
Paal 11	11	70	Redelijk[1]	Donkergrijs	ja	-	2,5	>23	>23

*typische kleurafwijkingen worden beschreven; [1]=gereconstrueerd.

4.2 Houtsoort, spintaandeel, aantasting

Houtsoortbeschrijving: zie Bijlage 2.

Monster 1 (vuren, totale lengte van het monster 53 mm)

In de buitenste 14 mm werd ernstige bacteriële aantasting van het erosietype (EB) waargenomen. Hierna werd in 4 mm weinig EB-aantasting gevonden. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

Monster 2 (vuren, lengte niet meer te achterhalen maar minimaal 57 mm)

Het monster was uiteengevallen. In 4 monsterstukjes (met een dikte van respectievelijk 14, 20, 14 en 9 mm) was microscopisch onderzoek mogelijk. In alle monsterdelen werd ernstige EB-aantasting waargenomen. In alle monsterdelen werden schimmeldraden aangetroffen.

Monster 3 (vuren, totale lengte van het monster 92 mm)

In de buitenste 40 mm werd totale verwoesting van de houtstructuur waargenomen. Hierna werd 36 mm ernstige EB-aantasting gevonden. De rest van het monster was weinig aangetast door EB. In het aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

Monster 4 (vuren, lengte niet meer te achterhalen maar minimaal 39 mm)

Het monster was uiteengevallen. In 4 monsterstukjes (met een dikte van respectievelijk 12, 13, 10 en 4 mm) was microscopisch onderzoek mogelijk. In alle monsterdelen werd ernstige EB-aantasting waargenomen. In alle monsterdelen werden schimmeldraden aangetroffen.

Monster 5 (vuren, lengte niet meer te achterhalen maar minimaal 72 mm)

Het monster was uiteengevallen. In 5 monsterstukjes (met een dikte van respectievelijk 7, 13, 17, 13 en 22 mm) was microscopisch onderzoek mogelijk. In het eerste monsterdeel werd ernstige aantasting door EB en softrot waargenomen. In het tweede monsterdeel werd ernstige EB-aantasting gevonden, gevolg door matige EB-aantasting. In het derde en vierde monsterdeel werd weinig EB-aantasting gevonden. Het laatste monsterdeel was vrij van aantasting. In het sterk aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

Monster 7 (vuren, lengte niet meer te achterhalen maar minimaal 78 mm)

Het monster was uiteengevallen. In 6 monsterstukjes (met een dikte van respectievelijk 17, 6, 14, 12, 17 en 12 mm) was microscopisch onderzoek mogelijk. In het eerste en tweede monsterdeel werd ernstige EB-aantasting gevonden, gevolgd door ernstige aantasting door EB en bruinrot in het derde, vierde en vijfde monsterdeel. Het zesde monsterdeel was matig aangetast door EB en bruinrot. In alle monsterdelen werden schimmeldraden aangetroffen.

Monster 8 (vuren, lengte niet meer te achterhalen maar minimaal 75 mm)

De eerste 64 mm van het monster was samenhangend, de rest was uiteengevallen. In het uiteengevallen hout was microscopisch onderzoek aan één monsterstukje, met een dikte van 11 mm, mogelijk. In de buitenste 31 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 8 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 25 mm weinig EB-aantasting. In het onsamenhangende hout werd geen aantasting waargenomen. In het aangetaste hout werden schimmeldraden aangetroffen.

Monster 9 (vuren, totale lengte van het monster 95 mm)
In de buitenste 26 mm werd ernstige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 2 mm matige EB-aantasting de rest van het monster was vrij van aantasting. In de buitenste 11 mm werden schimmeldraden waargenomen.

Monster 10 (vuren, lengte niet meer te achterhalen maar minimaal 67 mm)
De eerste 59 mm van het monster was uiteengevallen maar kon gereconstrueerd worden. Voor de rest van het monster was dit niet mogelijk. In het niet te reconstrueren hout was microscopisch onderzoek aan één monsterstukje, met een dikte van 8 mm, mogelijk. In de buitenste 45 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 14 mm matige EB-aantasting gevonden. In het niet te reconstrueren hout werd geen aantasting waargenomen. In het aangetaste hout werden schimmeldraden aangetroffen.

Monster 11 (vuren, totale lengte van het monster 70 mm)
In het hele monster werd ernstige aantasting door EB en bruinrot waargenomen. In het hele monster werden schimmeldraden waargenomen.

4.3 Gradiënt in vocht, volumieke massa en druksterkte

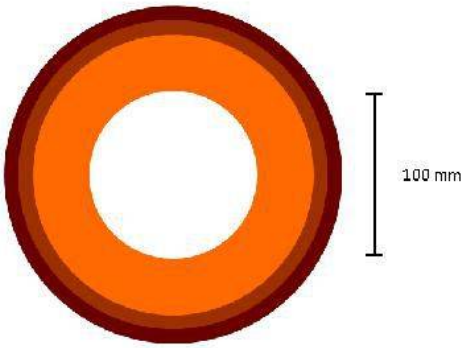
Voor toelichting op tabel 4.2 zie Bijlage 3.

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

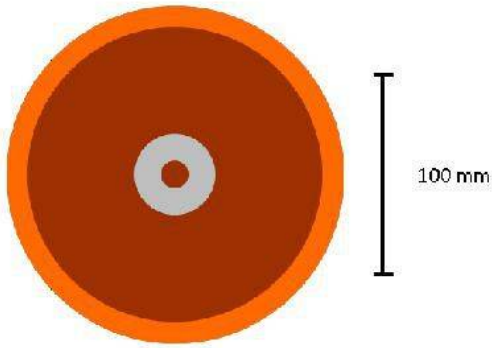
Monster	Afmeting segment [mm]	Dichtheid [kg/m^3] SG	VM	Vochtgehalte (%) VG	TMV	DS [N/mm^2]
1a*	9	155	**262**	**582**	581	**0,7**
1b	9	283	**330**	**300**	288	**4,8**
1c	19	344	394	210	225	9,0
1d	16	298	342	226	271	8,0
2a	14	311	365	254	257	6,6
2b	16	257	285	309	323	4,5
2c	19	254	301	322	328	4,1
2d*	20	190	**250**	**363**	460	**3,1**
2e*	14	242	**274**	**326**	348	**4,0**
2f	17	-	-	-	-	-
2g	9	249	295	310	337	4,5
3a*	18	163	**500**	**544**	550	**0,9**
3b*	12	143	**198**	**639**	635	**0,5**
3c	10	135	**168**	**684**	677	**0,3**
3d*	12	178	**213**	**495**	498	**1,2**
3e	20	193	**224**	**473**	453	**1,4**
3f	20	264	308	292	313	5,0
4a*	12	176	**265**	**511**	502	**1,1**
4b	13	172	221	512	515	1,1
4c*	10	159	**220**	**531**	566	**1,0**
4d	3	-	-	-	-	-

Monster	Afmeting segment [mm]	Dichtheid [kg/m³] SG	VM	Vochtgehalte (%) VG	TMV	DS [N/mm²]
4e	15	243	309	312	347	4,4
4f	4	-	-	-	-	-
4g	16	179	213	460	495	1,6
4h	15	265	321	278	313	5,6
5a*	7	134	**225**	**678**	680	**0,3**
5b*	13	158	**192**	**573**	568	**0,7**
5c	10	-	-	-	-	-
5d	17	314	364	236	253	7,4
5e*	13	265	**306**	**277**	312	**5,6**
5f	8	-	-	-	-	-
5g	22	325	380	208	243	9,1
7a*	17	156	**264**	**571**	578	**0,7**
7b*	6	130	**250**	**733**	702	**0,2**
7c	7	-	-	-	-	-
7d	3	-	-	-	-	-
7e	14	219	268	371	391	2,9
7f*	12	163	**203**	**514**	549	**1,1**
7g	10	-	-	-	-	-
7h	17	147	176	603	617	0,6
7i	12	-	-	-	-	-
7j	17	357	**417**	**218**	215	**8,4**
8a*	15	154	**293**	**579**	585	**0,7**
8b*	16	160	**203**	**473**	562	**1,4**
8c	17	258	307	231	323	7,7
8d*	16	340	**410**	**144**	229	**14,1**
8e	10	-	-	-	-	-
8f*	11	310	**379**	**219**	257	**8,4**
8g	15	287	333	269	284	5,9
10a*	11	155	**385**	**587**	582	**0,6**
10b	18	166	**226**	**540**	538	**0,9**
10c	16	167	223	514	535	1,1
10d*	14	288	**354**	**270**	283	**5,9**
10e	26	278	331	280	295	5,5
10f*	8	459	**402**	**151**	153	**13,4**
11a*	14	182	**269**	**452**	483	**1,7**
11b	11	220	**275**	**396**	389	**2,4**
11c	23	150	**171**	**611**	602	**0,5**
11d*	6	267	**286**	**288**	310	**5,2**
11e	16	441	357	142	162	14,3

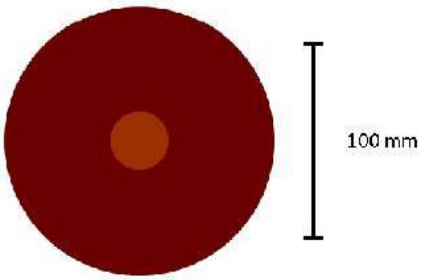
De druksterktes uit tabel 4.2 zijn hieronder visueel weergegeven. Een toelichting over het gebruik van druksterkte bij constructieberekeningen is weergegeven in Bijlage 4.



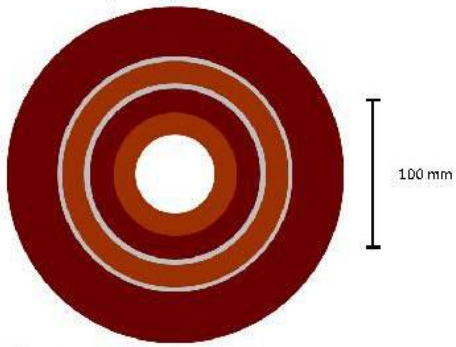
Monster 1 (vuren)



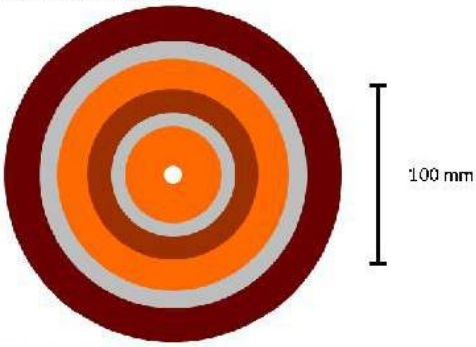
Monster 2 (vuren)



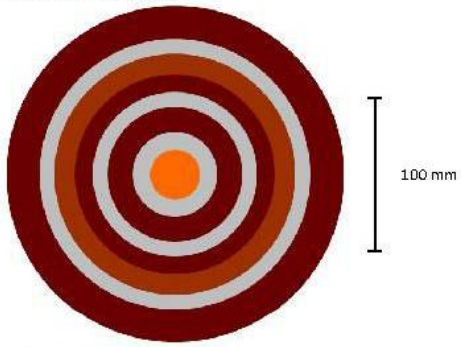
Monster 3 (vuren)



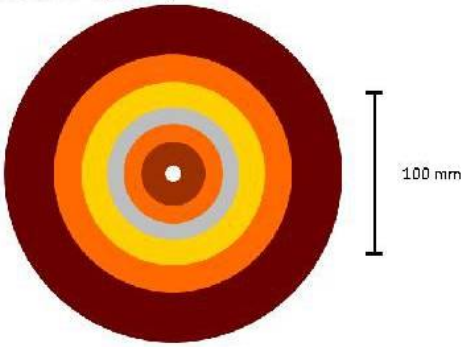
Monster 4 (vuren)



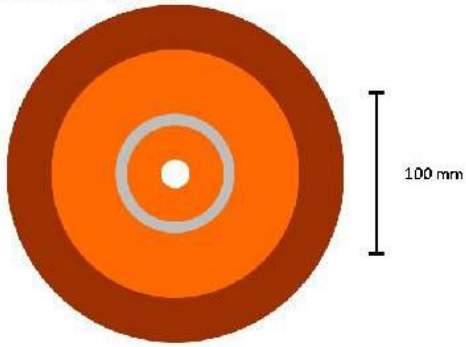
Monster 5 (vuren)



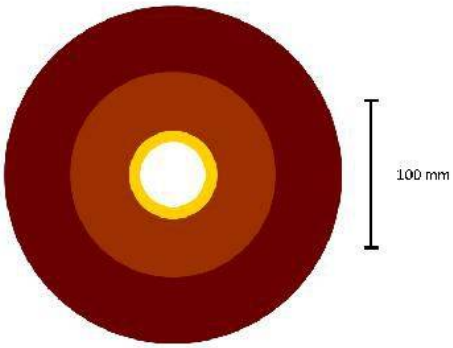
Monster 7 (vuren)



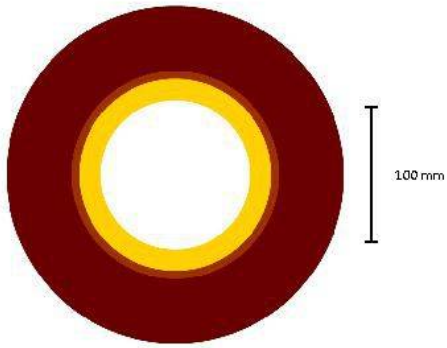
Monster 8 (vuren)



Monster 9 (vuren)



Monster 10 (vuren)



Monster 11 (vuren)

Paaldiameters (opgave opdrachtgever)
Monster 1: 210 mm
Monster 2: 170 mm
Monster 3: 140 mm
Monster 4: 230 mm
Monster 5: 190 mm
Monster 7: 220 mm
Monster 8: 210 mm
Monster 9: 210 mm
Monster 10: 230 mm
Monster 11: 250 mm

Legenda

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

4.4 Beoordeling datakwaliteit

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

5 Discussie en Interpretatie

De monsters 1 en 11 waren relatief kort en voldeed niet aan de eisen uit de BGS 007. De mate en het type aantasting waren in monster 1 beperkt waardoor voor dit monster de oorzaak, omvang, activiteit en uitbreiding kon worden bepaald.

Oorzaak:	in alle monsters: bacteriële aantasting ontstaan onder water en daarbij in de monsters 5, 7 en 11 schimmelaantasting ontstaan door uitdroging of droogstand.
Omvang:	diepte ernstige aantasting monster 1 t/m 5 en 7 t/m 11: 14, >57, 76, >39, >20, >66, 31, 26, 45 en >70 mm.
Activiteit:	bacteriële aantasting actief in de monsters 1, 3, 5, 7 t/m 10, overige monster niet te bepalen.
Uitbreiding:	aantastingsdiepte in monsters 1, 3, 5, 7 t/m 10 met 29%; sterk aangetaste schil monster 1, 3, 8, 9 en 10 tot maximaal respectievelijk 18, hele monster (92 mm), 40, 34, en 58 mm. Overige monsters niet te bepalen. Rond de palen 5, 7 en 11 heeft droogstand plaatsgevonden en bij nieuwe perioden van droogstand kan de paalkop in korte tijd geheel aangetast worden.

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

Gezien de behoorlijke afname van de dragende diameter van het funderingshout wordt aangeraden om een goede inschatting te maken van de geotechnische draagkracht van de fundering in relatie tot de te verwachte belasting op de fundering.

6 Conclusie

Alle palen zijn vuren. De monsters 2, 4 t/m 8, 10 en 11 voldoen niet aan de monsterkwaliteit zoals gegeven door de BGS 007, deze monsters worden dan ook in de conclusie niet verder beschouwd.

De monsters 1, 3 en 9 zijn in een buitenste schil van respectievelijk 14, 76 en 26 mm sterk aangetast door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen.

Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in deze monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 18, hele monster (92 mm) en 34 mm.

7 Literatuur

Beoordelingsgrondslag BGS-007 Bepaling van microbiologische houtaantasting. Datum 13 januari 2016. [redacted]

[redacted]

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

[redacted]

Bijlage 1: Microscopisch onderzoek

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

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

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

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

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

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

Bijlage 2: Houtsoortbeschrijving en spintbepaling

In alle monsters is de houtstructuur zoals die van vuren waargenomen:

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

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

Bijlage 3: Gradiënt vocht, volumieke massa, druksterkte

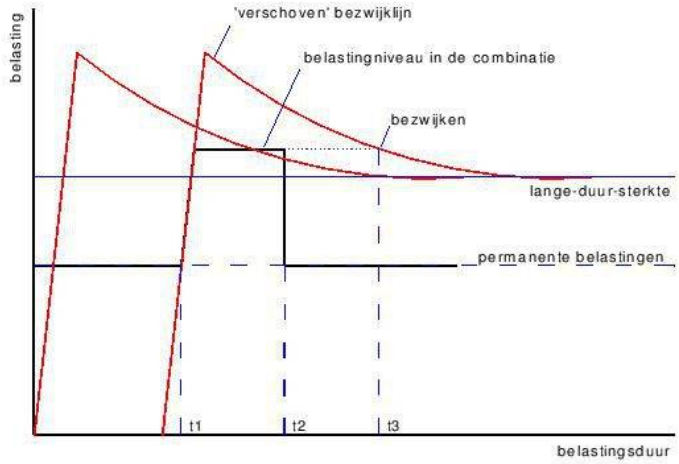
Tabel 4.2 bevat de waardes van de submonsters beginnend met de buitenzijde (bastzijde) en eindigend met de binnenzijde (kernkant), indien van toepassing is spint of kernhout aangegeven met **een "s" of "k". Wanneer aangegeven met een "*" zijn de** submonsters te klein (< 1 cm^3) waardoor de waarden slechts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

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

Klaassen (2008) heeft aangetoond dat op basis van het houtvochtgehalte een redelijke schatting kan worden gemaakt van de druksterkte parallel aan de vezelrichting voor gezond of door bacteriën aangetast grenen en eiken en op dit model zijn de druksterktes uit tabel 4.2 gebaseerd. Het gaat hierbij dan om de zogenaamde *korte duursterkte.* Het grenen model wordt ook voor andere naaldhoutsoorten gebruikt bij gebrek aan specifieke modellen voor vuren en dennen. De ingeschatte druksterktes voor zowel vuren als dennen moeten om die reden met enige voorzichtigheid worden beschouwd.
Ter referentie van de waarden in tabel 4.2 kan gesteld worden dat gezond grenen hout, dat vers beproefd wordt (vochtgehalte 50 – 120%), een *korte duursterkte* van circa 22 N/mm² heeft. Bij vers vuren hout is dat circa 20 N/mm². Het eerst gevormde, zogenaamde juveniele, hout dat in de kern van de stam zit kan een wat lagere druksterkte hebben [redacted] waardoor een lagere druksterkte in de kern van de paal als natuurlijk moet worden beschouwd.

De karakteristieke waarden (5% laagste waarden uit een verzameling) voor de *korte-duur-sterkte* staan opgesomd in de EN 388 (sterkteklassen). Binnen een constructieberekening wordt met verschillende belastingduur rekening gehouden (permanent, lang, gemiddeld en kort). Rekening houdend met belastingduur en vochtgehalte wordt de karakteristieke waarde met de zogenaamde modificatiefactor omgezet naar een rekenwaarde. Hierbij wordt ook een materiaalfactor toegepast welke een veiligheidsborging is in verband met de variabiliteit: hout (vergelijk het homogene beton met een factor van 1): $f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} k_{\mathrm{mod}}$

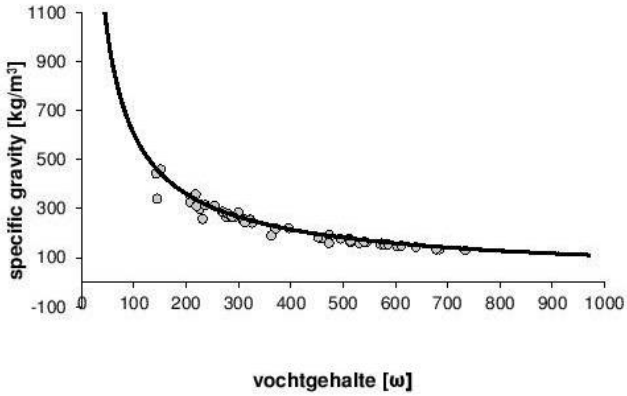
(waar f_d = rekenwaarde, f_k = karakteristieke waarde, γ_m = materiaalfactor (= 1,3) en k_{mod} = modificatiefactor (afhankelijk van belastingstijd en vochtgehalte = 0,5). De bepalende belastingcombinatie voor funderingspalen is meestal lang en de *lange-duur-sterkte* zoals weergegeven in figuur 4.1 mag niet worden overschreden. Verder zijn funderingspalen altijd waterverzadigd en de rekenwaarde voor deze situatie kan bepaald worden volgens de Nederlandse bijlage uit de EUROCODE 5 (EN 1995): $f_{c,0,d}$ = 9,9 N/mm² waarin : $f_{c,0,d}$ = rekenwaarde druksterkte parallel aan de vezelrichting.



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

Bijlage 5: Referentiewaarden

Omdat aan kleine monsters wordt gewerkt, kunnen alleen absolute uitspraken gedaan worden over de aantasting wanneer alle gemeten waarden in één lijn liggen. Voor tabel 4.2 zijn al controleaspecten opgenomen (zie Bijlage 3). Alle waarden uit tabel 4.2 worden ook als punten opgenomen in grafiek B5.1. De lijn in deze grafiek geeft bij volledig waterverzadigd hout de verhouding weer tussen het vochtgehalte en de dichtheid. Waterverzadigd hout ligt op de lijn en niet-waterverzadigd hout ligt onder de lijn in deze grafiek. Punten die boven de lijn liggen wijzen op meetfouten.



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

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

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

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

Bijlage 6: Achtergrond uitbreiding aantasting

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

Bijlage 5: SSK-raming

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted] *Prijspeil raming: 01-01-16*
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted] *Datum raming: 17-2-201*

Colofon

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Project:

Project	**Renovatie brug 160 (Bullebaksluis)**
Omschrijving / specificatie	Renoveren wanden en vervangen brugdek brug 160 (Bullebaksluis) te Amsterdam
Projectfase	Initiatiefase
Opdrachtgever	[redacted]
Projectmanager	
Manager projectbeheersing	
Projectleider	

Raming:

Type raming	Fase 3
Datum opstelling raming	17-2-201
Opsteller raming	[redacted]
Mede opstellers raming	[redacted]
Versie raming	1.0
Status raming	Definitief
Prijspeil raming	01-01-16
Valuta	Euro

Archivering:

Project-/dossier-/SAP-nummer	405934
Documentnummer raming	Documentnummer
Nummer kostenrapportage	Verwijzing naar .....
Bestandsnaam raming	20160217-405934 SSK-raming brug 160 Bullebaksluis versie 1.0.xlsm
Locatie (map) opgeslagen raming	E:\Amsterdam\BRU0160

Toetsing:

Raming intern getoetst door	[redacted]
Datum interne toetsing	17-02-16
Raming extern getoetst door	[redacted]
Datum externe toetsing	01-01-13

Parafering:

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

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted]
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted]

Prijspeil raming: 01-01-16
Datum raming: 17-2-201

Samenvatting LCC en deelramingen

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Deelramingen	Geactiveerd	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Project-kosten	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Project-kosten	Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten
		Looptijd 1 jaar	Looptijd 1 jaar	Looptijd 1 jaar	Looptijd 1 jaar	Looptijd 1 jaar	Looptijd 1 jaar	Looptijd 1 jaar
		Projectkosten			Contantewaardeberekening tijdelijk uitgezet			Niet gekapitaliseerd
Deelraming Wegen	Ja	[redacted]			Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	[redacted]
Deelraming Sloopwerk	Ja				Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	
Deelraming Grondwerk	Ja				Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	
Deelraming Hulpwerken	Ja				Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	
Deelraming Brug met brugdek	Ja				Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	
Deelraming Werkzaamheden van algemene aard	Ja				Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	
Objectoverstijgende risico's	Ja				Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	
Scheefte					Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	
BTW	Ja				Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	Tijdelijk uit	
Projectkosten inclusief BTW					€ -	€ -	€ -	
				Ok	*Ok*	*Ok*	*Ok*	

	Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten (toekomstige situatie) over 1 jaar
	Gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten (huidige situatie) over 1 jaar
	Verschil gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten

Handige checks binnen investeringskosten (incl. BTW):

Verhouding voorziene kosten t.o.v. investeringskosten	*78%*	*15%*	*Verhouding nader te detailleren bouw- t.o.v. benoemde bouwkosten (excl. BTW)*
Verhouding risicoreservering t.o.v. investeringskosten	*22%*	*29%*	*Verhouding indirecte bouw- t.o.v. benoemde bouwkosten (excl. BTW)*
Investeringskosten	*100%*	*42%*	*Verhouding engineeringskosten t.o.v. bouwkosten*
Verhouding risicoreservering t.o.v. voorziene kosten binnen investeringskosten	*28%*	*38%*	*Verhouding overige bijkomende kosten t.o.v. bouwkosten*
Verhouding scheefte t.o.v. deterministische investeringskosten	*n.v.t.*	*4,21*	*Opslagfactor investeringskosten t.o.v. benoemde bouwkosten*
Gemiddeld percentage BTW in de raming van de investeringskosten	*21,00%*		
Is de financiele planning (€) gelijk aan de raming (€) van de investeringskosten?	*Ja*	*1*	*Looptijd in jaren van de investeringskosten: vanaf 1 t/m 1*

Handige checks binnen levensduurkosten (incl. BTW):

Verhouding voorziene kosten t.o.v. levensduurkosten	*0%*	*0%*	*Verhouding nader te detailleren levensduur- t.o.v. benoemde levensduurkosten (excl. BTW)*
Verhouding risicoreservering t.o.v. levensduurkosten	*0%*	*0%*	*Verhouding indirecte levensduur- t.o.v. benoemde levensduurkosten (excl. BTW)*
Levensduurkosten	*0%*		
Verhouding risicoreservering t.o.v. voorziene kosten binnen levensduurkosten	*0%*	*0,00%*	*Percentage gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten t.o.v. investeringskosten, in toekomstige situatie*
Verhouding scheefte t.o.v. deterministische investeringskosten	*n.v.t.*	*0,00%*	*Percentage gemiddeld jaarlijkse onderhoudskosten t.o.v. investeringskosten, in huidige situatie*
Gemiddeld percentage BTW in de raming van de levensduurkosten	-		
Is de financiele planning (€) gelijk aan de raming (€) van de levensduurkosten?	*Ja*	*1*	*Looptijd in jaren van de levensduurkosten: vanaf 1 t/m 1*

Handige checks binnen projectkosten (incl. BTW):

Is de financiele planning (€) gelijk aan de raming (€) van de projectkosten?	*Ja*	*1*	*Looptijd in jaren van de projectkosten (lifecycle): vanaf 1 t/m 1*

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdrachtgever: [redacted]
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted]

Prijspeil raming: 01-01-16
Datum raming: 17-2-201

Samenvatting SSK

Versie 3.05 (17 maart 2015)

Kostengroepen / Kostencategorieën	Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detailleren	Indirecte kosten	Voorziene kosten	Risicoreservering	Totaal
Investeringskosten (indeling naar categorie):						
Bouwkosten Deelraming Wegen						
Bouwkosten Deelraming Sloopwerk						
Bouwkosten Deelraming Grondwerk						
Bouwkosten Deelraming Hulpwerken						
Bouwkosten Deelraming Brug met brugdek						
Bouwkosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard						
Bouwkosten						
Vastgoedkosten						
Engineeringskosten						
Overige bijkomende kosten						
Subtotaal investeringskosten						
Objectoverstijgende risico's						
Investeringskosten deterministisch						
Scheefte						
Investeringskosten exclusief BTW						
BTW						
Investeringskosten inclusief BTW						
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen						
Variatiecoëfficiënt						
Levensduurkosten:						
Subtotaal levensduurkosten						
Objectoverstijgende risico's						
Levensduurkosten deterministisch						
Scheefte						
Levensduurkosten exclusief BTW						
BTW						
Levensduurkosten inclusief BTW						
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de levensduurkosten inclusief BTW tussen						
Variatiecoëfficiënt						
Projectkosten inclusief BTW						

Budgetvaststelling investeringskosten:		
Investeringskosten inclusief BTW		
Organisatiegebonden kosten	0%	
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)		
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)		
Aan te houden risicoreservering en totaal budget investeringskosten		
Budgetvaststelling levensduurkosten:		
Levensduurkosten inclusief BTW		
Organisatiegebonden kosten	0%	
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)		
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)		
Aan te houden risicoreservering en totaal budget levensduurkosten		

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted]
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted]

Prijspeil raming: 01-01-16
Datum raming: 17-2-201

Probabilistische resultaten

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Probabilistische berekeningsmethode

Simulatiedatum	
Simulatieaantal	
Afhankelijkheid	
Verdeling	
Over- en onderschrijdingswaarde	

Probabilistische resultaten investeringskosten

Deterministische investeringskosten inclusief BTW = modus (T_waarde)	[redacted]
Scheefte investeringskosten inclusief BTW	
Probabilistische investeringskosten inclusief BTW = gemiddelde (Mu_waarde)	
Variatiecoëfficiënt investeringskosten	
Standaardafwijking investeringskosten	
Scheefheid	
Minimum waarde	
Maximum waarde	
P5 (investeringskosten met 95% kans op overschrijding)	
P15 (investeringskosten met 85% kans op overschrijding)	
P50 (investeringskosten met 50% kans op overschrijding) = mediaan	
P85 (investeringskosten met 15% kans op overschrijding)	
P95 (investeringskosten met 5% kans op overschrijding)	

Risicobijdragen investeringskosten (kostenposten die de grootte van de standaardafwijking bepalen)

Afbeelding 1. Kansdichtheidsfunctie en kansverdelingsfunctie van de investeringskosten

Probabilistische resultaten levensduurkosten

Deterministische levensduurkosten inclusief BTW = modus (T_waarde)	€ -
Scheefte levensduurkosten inclusief BTW	€ -
Probabilistische levensduurkosten inclusief BTW = gemiddelde (Mu_waarde)	
Variatiecoëfficiënt levensduurkosten	
Standaardafwijking levensduurkosten	
Scheefheid	
Minimum waarde	
Maximum waarde	
P5 (levensduurkosten met 95% kans op overschrijding)	
P15 (levensduurkosten met 85% kans op overschrijding)	
P50 (levensduurkosten met 50% kans op overschrijding) = mediaan	
P85 (levensduurkosten met 15% kans op overschrijding)	
P95 (levensduurkosten met 5% kans op overschrijding)	

Risicobijdragen levensduurkosten (kostenposten die de grootte van de standaardafwijking bepalen)

Afbeelding 2. Kansdichtheidsfunctie en kansverdelingsfunctie van de levensduurkosten

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted]
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted]

Prijspeil raming: 01-01-16
Datum raming: 17-2-201

Objectoverstijgende risico's

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Deelraming aan

Totaal

Code	Omschrijving post		Type post	Vanaf jaar	T/m jaar	Looptijd	Check	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
	Objectoverstijgende risicio's investeringskosten:		*Type post*	*Vanaf jaar*	*T/m jaar*	*Looptijd*	*Check*	*Kans*	*Eenheid*	*Gevolg*	*Totaal*
Code	Extra voorzieningen kabels en leidingen		k x g	1	1	1		50,00%	k*g	[redacted]	
Code	Vertragingsrisico's		k x g	1	1	1		50,00%	k*g		
Code	Overschrijdingen		k x g	1	1	1		10,00%	k*g		
Code	Schade aan belendingen		k x g	1	1	1		25,00%	k*g		
Code	Vervuilde grond		k x g	1	1	1		25,00%	k*g		
Code	Extra voorzieningen trambaan		k x g	1	1	1		25,00%	k*g		
NBOORINV	Niet benoemd objectoverstijgend risico investeringskosten (%)		% t.o.v. SINV					5,00%	%		
								18,90%	*t.o.v. subtotaal investeringskosten*		
OORINV	**Totaal objectoverstijgende risico's investeringskosten**			**1**	**1**	**1**					[redacted]
	Totaal objectoverstijgende risico's investeringskosten gekapitaliseerd										

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: RVE Verkeer en Openbare Ruimte | *Prijspeil raming:* | *01-01-16*
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: Klaas Pascha | *Datum raming:* | *17-2-201*

Deelraming Wegen

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Deelraming aan | *Totaal*

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs
	Investeringskosten:	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*
111010	Schonen terrein	1,00	euro	
111020	Reinigen brug	250,00	m2	
112010	Verwijderen bomen	1,00	st	
112020	Verwijderen leuning op brug	12,00	m	
112030	Verwijderen hekwerk op zuidoost vleugel	1,00	euro	
831010	Opbreken tegelverharding	110,00	m2	
811010	Opbreken asfalt wegverharding	160,00	m2	
831020	Opbreken banden	30,00	m	
421010	Opbreken beton trambaan in twee fasen	130,00	m2	
831030	Herstellen tegelverharding	150,00	m2	
811020	Herstellen asfaltverharding	200,00	m3	
831040	Herstellen banden	40,00	m	
421020	Herstellen trambaan in twee fasen	150,00	m2	
00-BDBK	**Benoemde directe bouwkosten**			
00-NTDBK	Nader te detailleren bouwkosten (%)	15,00%	%	
00-DBK	**Directe bouwkosten**			
00-IBKEK99	Eenmalige kosten (%)	5,00%	%	
00-IBKABK	Algemene bouwplaatskosten (%)	3,00%	%	
00-IBKUK	Uitvoeringskosten (%)	5,00%	%	
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	7,00%	%	
00-IBKW1	Winst (%)	3,00%	%	
00-IBKR1	Risico (%)	3,00%	%	
00-IBKB1	Bijdrage RAW (%)	0,15%	%	
00-IBKB2	Bijdrage FCO (%)	0,15%	%	
00-IBK	**Indirecte bouwkosten**	*28,55%*	*t.o.v. directe bouwkosten*	
00-VBK	**Voorziene bouwkosten**			
00-NBORBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%	
00-RBK	**Risico's bouwkosten**	*10,00%*	*t.o.v. voorziene bouwkosten*	
00-BK	**Bouwkosten Deelraming Wegen**			
00-BDVK	**Benoemde directe vastgoedkosten**			
00-DVK	**Directe vastgoedkosten**			
00-IVK	**Indirecte vastgoedkosten**		*t.o.v. directe vastgoedkosten*	
00-VVK	**Voorziene vastgoedkosten**			
00-RVK	**Risico's vastgoedkosten**		*t.o.v. voorziene vastgoedkosten*	
00-VK	**Vastgoedkosten Deelraming Wegen**			
00-BDEK	**Benoemde directe engineeringskosten**			
00-VEK	**Voorziene engineeringskosten**			
00-REK	**Risico's engineeringskosten**		*t.o.v. voorz. engineeringskosten*	
00-EK	**Engineeringskosten Deelraming Wegen**			
00-BDOBK	**Benoemde directe overige bijkomende kosten**			
00-VOBK	**Voorziene overige bijkomende kosten**			
00-ROBK	**Risico's overige bijkomende kosten**		*t.o.v. voorz. overige bijk. kosten*	
00-OBK	**Overige bijkomende kosten Deelraming Wegen**			
00-INV	**Investeringskosten Deelraming Wegen**			
	Investeringskosten Deelraming Wegen (contante waarde)			

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted] *Prijspeil raming:* 01-01-16
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted] *Datum raming:* 17-2-201

Deelraming Sloopwerk

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Deelraming aan *Totaal*

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs
	Investeringskosten:	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*
212010	Slopen metselwerk	200,00	m3	[redacted]
212020	Verwijderen natuurstenen onderdelen	40,00	st	
212030	Slopen betonnen rijdek gefaseerd	100,00	m3	
212040	Verwijderen stalen liggers	19,00	st	
212050	Verwijderen stalen liggers t.b.v. hergebruik	8,00	st	
00-BDBK	**Benoemde directe bouwkosten**			
00-NTDBK	Nader te detailleren bouwkosten (%)	15,00%	%	
00-DBK	**Directe bouwkosten**			
00-IBKEK99	Eenmalige kosten (%)	5,00%	%	
00-IBKABK	Algemene bouwplaatskosten (%)	5,00%	%	
00-IBKUK	Uitvoeringskosten (%)	3,00%	%	
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	7,00%	%	
00-IBKW1	Winst (%)	3,00%	%	
00-IBKR1	Risico (%)	3,00%	%	
00-IBKB1	Bijdrage RAW (%)	0,15%	%	
00-IBKB2	Bijdrage FCO (%)	0,15%	%	
00-IBK	**Indirecte bouwkosten**	*28,55%*	*t.o.v. directe bouwkosten*	
00-VBK	**Voorziene bouwkosten**			
00-NBORBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%	[redacted]
00-RBK	**Risico's bouwkosten**	*10,00%*	*t.o.v. voorziene bouwkosten*	
00-BK	**Bouwkosten Deelraming Sloopwerk**			
00-BDVK	**Benoemde directe vastgoedkosten**			
00-DVK	**Directe vastgoedkosten**			
00-IVK	**Indirecte vastgoedkosten**		*t.o.v. directe vastgoedkosten*	
00-VVK	**Voorziene vastgoedkosten**			
00-RVK	**Risico's vastgoedkosten**		*t.o.v. voorziene vastgoedkosten*	
00-VK	**Vastgoedkosten Deelraming Sloopwerk**			
00-BDEK	**Benoemde directe engineeringskosten**			
00-VEK	**Voorziene engineeringskosten**			
00-REK	**Risico's engineeringskosten**		*t.o.v. voorz. engineeringskosten*	
00-EK	**Engineeringskosten Deelraming Sloopwerk**			
00-BDOBK	**Benoemde directe overige bijkomende kosten**			
00-VOBK	**Voorziene overige bijkomende kosten**			
00-ROBK	**Risico's overige bijkomende kosten**		*t.o.v. voorz. overige bijk. kosten*	
00-OBK	**Overige bijkomende kosten Deelraming Sloopwerk**			
00-INV	**Investeringskosten Deelraming Sloopwerk**			
	Investeringskosten Deelraming Sloopwerk (contante waarde)			

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted] *Prijspeil raming: 01-01-16*
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted] *Datum raming: 17-2-201*

Deelraming Grondwerk

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Deelraming aan *Totaal*

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
	Investeringskosten:	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*	
221010	Grond ontgraven achter keermuren	500,00	m3		
222010	Overtollige grond afvoeren	150,00	m3		
223010	Grond tijdelijk opslaan	350,00	m3		
223020	Grond gefaseerd aanvullen	350,00	m3		
223030	Leveren en verwerken zand	150,00	m3		
223040	Verdichten grond	350,00	m3		
00-BDBK	**Benoemde directe bouwkosten**				
00-NTDBK	Nader te detailleren bouwkosten (%)	15,00%	%		
00-DBK	**Directe bouwkosten**				
00-IBKEK99	Eenmalige kosten (%)	5,00%	%		
00-IBKABK	Algemene bouwplaatskosten (%)	3,00%	%		
00-IBKUK	Uitvoeringskosten (%)	5,00%	%		
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	7,00%	%		
00-IBKW1	Winst (%)	3,00%	%		
00-IBKR1	Risico (%)	3,00%	%		
00-IBKB1	Bijdrage RAW (%)	0,15%	%		
00-IBKB2	Bijdrage FCO (%)	0,15%	%		
00-IBK	**Indirecte bouwkosten**	*28,55%*	*t.o.v. directe bouwkosten*		
00-VBK	**Voorziene bouwkosten**				
00-NBORBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%		
00-RBK	**Risico's bouwkosten**	*10,00%*	*t.o.v. voorziene bouwkosten*		
00-BK	**Bouwkosten Deelraming Grondwerk**				
00-BDVK	**Benoemde directe vastgoedkosten**				
00-DVK	**Directe vastgoedkosten**				
00-IVK	**Indirecte vastgoedkosten**		*t.o.v. directe vastgoedkosten*		
00-VVK	**Voorziene vastgoedkosten**				
00-RVK	**Risico's vastgoedkosten**		*t.o.v. voorziene vastgoedkosten*		
00-VK	**Vastgoedkosten Deelraming Grondwerk**				
00-BDEK	**Benoemde directe engineeringskosten**				
00-VEK	**Voorziene engineeringskosten**				
00-REK	**Risico's engineeringskosten**		*t.o.v. voorz. engineeringskosten*		
00-EK	**Engineeringskosten Deelraming Grondwerk**				
00-BDOBK	**Benoemde directe overige bijkomende kosten**				
00-VOBK	**Voorziene overige bijkomende kosten**				
00-ROBK	**Risico's overige bijkomende kosten**		*t.o.v. voorz. overige bijk. kosten*		
00-OBK	**Overige bijkomende kosten Deelraming Grondwerk**				
00-INV	**Investeringskosten Deelraming Grondwerk**				
	Investeringskosten Deelraming Grondwerk (contante waarde)				

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdrachtgever: [redacted] *Prijspeil raming: 01-01-16*
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted] *Datum raming: 17-2-201*

Deelraming Hulpwerken

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Deelraming aan *Totaal*

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
	Investeringskosten:	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*	
211010	Toepassen tijdelijke bemaling	1,00	euro	[redacted]	
261010	Toepassen tijdelijke stalen damwand voor afsluiten watergang	20,00	m		
261020	Toepassen kleikisten	4,00	st		
261030	Toepassen tijdelijke grondkering t.p.v. trambam i.v.m. fasering	4,00	st		
261040	Toepassen tijdelijke ondersteuning trambaan	1,00	euro		
261050	Toepassen tijdelijke ondersteuning kabels en leidingen	1,00	euro		
261060	Toepassen tijdelijke fietsbrug	1,00	euro		
261070	Tijdelijke voorzieninngen trambaan	1,00	euro		
261080	Voorzieningen kabels en leidingen	1,00	euro		
261090	Voorzieningen t.b.v. sloopwerk	1,00	euro		
00-BDBK	**Benoemde directe bouwkosten**				
00-NTDBK	Nader te detailleren bouwkosten (%)	15,00%	%		
00-DBK	**Directe bouwkosten**				
00-IBKEK99	Eenmalige kosten (%)	5,00%	%		
00-IBKABK	Algemene bouwplaatskosten (%)	3,00%	%		
00-IBKUK	Uitvoeringskosten (%)	5,00%	%		
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	7,00%	%		
00-IBKW1	Winst (%)	3,00%	%		
00-IBKR1	Risico (%)	3,00%	%		
00-IBKB1	Bijdrage RAW (%)	0,15%	%		
00-IBKB2	Bijdrage FCO (%)	0,15%	%		
00-IBK	**Indirecte bouwkosten**	*28,55%*	*t.o.v. directe bouwkosten*		[redacted]
00-VBK	**Voorziene bouwkosten**				
00-NBORBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%	[redacted]	
00-RBK	**Risico's bouwkosten**	*10,00%*	*t.o.v. voorziene bouwkosten*		
00-BK	**Bouwkosten Deelraming Hulpwerken**				
00-BDVK	**Benoemde directe vastgoedkosten**				
00-DVK	**Directe vastgoedkosten**				
00-IVK	**Indirecte vastgoedkosten**		*t.o.v. directe vastgoedkosten*		
00-VVK	**Voorziene vastgoedkosten**				
00-RVK	**Risico's vastgoedkosten**		*t.o.v. voorziene vastgoedkosten*		
00-VK	**Vastgoedkosten Deelraming Hulpwerken**				
00-BDEK	**Benoemde directe engineeringskosten**				
00-DEK	**Directe engineeringskosten**				
00-IEK	**Indirecte engineeringskosten**		*t.o.v. directe engineeringskosten*		
00-VEK	**Voorziene engineeringskosten**				
00-REK	**Risico's engineeringskosten**		*t.o.v. voorz. engineeringskosten*		
00-EK	**Engineeringskosten Deelraming Hulpwerken**				
00-BDOBK	**Benoemde directe overige bijkomende kosten**				
00-DOBK	**Directe overige bijkomende kosten**				
00-IOBK	**Indirecte overige bijkomende kosten**		*t.o.v. directe overige bijk.kosten*		
00-VOBK	**Voorziene overige bijkomende kosten**				
00-ROBK	**Risico's overige bijkomende kosten**		*t.o.v. voorz. overige bijk. kosten*		
00-OBK	**Overige bijkomende kosten Deelraming Hulpwerken**				
00-INV	**Investeringskosten Deelraming Hulpwerken**				
	Investeringskosten Deelraming Hulpwerken (contante waarde)				
	Levensduurkosten:	*Aantal keren*	*Eenheid*	*Kosten per keer*	*Totaal levensduur*
00-BDLEV	**Benoemde directe levensduurkosten**				
00-DLEV	**Directe levensduurkosten**				
00-ILEV	**Indirecte levensduurkosten**		*t.o.v. directe levensduurkosten*		

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted] *Prijspeil raming: 01-01-16*
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted] *Datum raming: 17-2-201*

Deelraming Hulpwerken

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Deelraming aan *Totaal*

Code	*Omschrijving post*	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*	
00-VLEV	**Voorziene levensduurkosten**				[redacted]
00-RLEV	**Risico's levensduurkosten**		*t.o.v. voorziene levensduurkosten*		
00-LEV	**Levensduurkosten Deelraming Hulpwerken**				
	Levensduurkosten Deelraming Hulpwerken (contante waarde)				
00-LCC	**Investerings- & levensduurkosten Deelraming Hulpwerken**				
	Investerings- & levensduurkosten Deelraming Hulpwerken (contante waarde)				

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted] *Prijspeil raming: 01-01-16*
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted] *Datum raming: 17-2-201*

Deelraming Brug met brugdek

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Deelraming aan *Totaal*

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs
	Investeringskosten:	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*
411010	Boren gaten in metselwerk t.b.v. palen	23,00	st	[redacted]
411020	Aanbrengen stalen buispalen rond 457/469 lang circa 22 m	23,00	st	
421010	Aanbrengen werkvloer op gesloopt metselwerk	50,00	m2	
421020	Toepassen randbekisting balk	100,00	m2	
421030	Aanbrengen wapeningsstaal B500 B 200 kg/m3	8.000,00	kg	
421040	Aanbrengen beton C28/35	40,00	m3	
351010	Aanbrengen metselwerk (minimaal steens)	200,00	m2	
427020	Injecteren scheuren	1,00	euro	
351020	Aanbrengen natuurstenen onderdelen	40,00	st	
351030	Aanbrengen ankers in metselwerk (4 per m2)	300,00	st	
351040	Aanbrengen voegewerk	200,00	m2	
427030	Herstellen voegwerk (uithakken en opnieuw aanbrengen)	200,00	m2	
630010	Herstellen her te gebruiken stalen liggers	9,00	st	
630020	Aanbrengen stalen liggers	9,00	st	
422010	Aanbrengen prefab volstortliggers SJP 400 lang 8 m	15,00	st	
421050	Aanbrengen beton druklaag	25,00	m3	
421060	Aanbrengen wapeningsstaal B500 B 100 kg/m3	2.500,00	kg	
421070	Toepassen bekisting brugdek	35,00	m3	
812010	Aanbrengen waterdicht membraam op dek	160,00	m2	
630020	Herplaatsen leuning	12,00	m	
630030	Herplaatsen stalen hekwerk op vleugelwand	1,00	euro	
421080	Aanbrengen dilatatievoegen	25,00	m	
630040	Aanbrengen dek t.p.v. voetpaden	50,00	m2	
00-BDBK	**Benoemde directe bouwkosten**			
00-NTDBK	Nader te detailleren bouwkosten (%)	15,00%	%	
00-DBK	**Directe bouwkosten**			
00-IBKEK99	Eenmalige kosten (%)	5,00%	%	
00-IBKABK	Algemene bouwplaatskosten (%)	3,00%	%	
00-IBKUK	Uitvoeringskosten (%)	5,00%	%	
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	7,00%	%	
00-IBKW1	Winst (%)	3,00%	%	
00-IBKR1	Risico (%)	3,00%	%	
00-IBKB1	Bijdrage RAW (%)	0,15%	%	
00-IBKB2	Bijdrage FCO (%)	0,15%	%	
00-IBK	**Indirecte bouwkosten**	*28,55%*	*t.o.v. directe bouwkosten*	
00-VBK	**Voorziene bouwkosten**			
00-NBORBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	10,00%	%	[redacted]
00-RBK	**Risico's bouwkosten**	*10,00%*	*t.o.v. voorziene bouwkosten*	
00-BK	**Bouwkosten Deelraming Brug met brugdek**			
00-BDVK	**Benoemde directe vastgoedkosten**			
00-DVK	**Directe vastgoedkosten**			
00-IVK	**Indirecte vastgoedkosten**		*t.o.v. directe vastgoedkosten*	
00-VVK	**Voorziene vastgoedkosten**			
00-RVK	**Risico's vastgoedkosten**		*t.o.v. voorziene vastgoedkosten*	
00-VK	**Vastgoedkosten Deelraming Brug met brugdek**			
00-BDEK	**Benoemde directe engineeringskosten**			
00-VEK	**Voorziene engineeringskosten**			
00-REK	**Risico's engineeringskosten**		*t.o.v. voorz. engineeringskosten*	
00-EK	**Engineeringskosten Deelraming Brug met brugdek**			
00-BDOBK	**Benoemde directe overige bijkomende kosten**			
00-VOBK	**Voorziene overige bijkomende kosten**			
00-ROBK	**Risico's overige bijkomende kosten**		*t.o.v. voorz. overige bijk. kosten*	
00-OBK	**Overige bijkomende kosten Deelraming Brug met brugdek**			

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted] *Prijspeil raming: 01-01-16*
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted] *Datum raming: 17-2-201*

Deelraming Brug met brugdek *Versie 3.05 (17 maart 2013)*

Deelraming aan *Totaal*

Code	*Omschrijving post*	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*	
00-INV	**Investeringskosten Deelraming Brug met brugdek**				[redacted]
	Investeringskosten Deelraming Brug met brugdek (contante waarde)				

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted] *Prijspeil raming: 01-01-16*
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted] *Datum raming: 17-2-201*

Deelraming Werkzaamheden van algemene aard

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Deelraming aan *Totaal*

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs
	Investeringskosten:	*Hoeveelheid*	*Eenheid*	*Prijs*
831010	Toepassen verkeersmaatregelen	1,00	euro	[redacted]
831020	Maken tekeningen t.b.v. verkeersmaatregelen	1,00	euro	
842020	Inmeten bestaande situatie	1,00	euro	
844010	Toepassen maatregelen bereikbaarheid woningen	1,00	euro	
846010	Aanvragen vergunningen en leges	1,00	euro	
00-BDBK	**Benoemde directe bouwkosten**			
00-NTDBK	Nader te detailleren bouwkosten (%)	10,00%	%	
00-DBK	**Directe bouwkosten**			
00-IBKEK99	Eenmalige kosten (%)	5,00%	%	
00-IBKABK	Algemene bouwplaatskosten (%)	3,00%	%	
00-IBKUK	Uitvoeringskosten (%)	7,00%	%	
00-IBKAK1	Algemene kosten (%)	5,00%	%	
00-IBKW1	Winst (%)	3,00%	%	
00-IBKR1	Risico (%)	3,00%	%	
00-IBKB1	Bijdrage RAW (%)	0,15%	%	
00-IBKB2	Bijdrage FCO (%)	0,15%	%	
00-IBK	**Indirecte bouwkosten**	*28,36%*	*t.o.v. directe bouwkosten*	
00-VBK	**Voorziene bouwkosten**			
00-NBORBK	Niet benoemd objectrisico bouwkosten (%)	15,00%	%	[redacted]
00-RBK	**Risico's bouwkosten**	*15,00%*	*t.o.v. voorziene bouwkosten*	
00-BK	**Bouwkosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard**			
00-BDVK	**Benoemde directe vastgoedkosten**			
00-DVK	**Directe vastgoedkosten**			
00-IVK	**Indirecte vastgoedkosten**		*t.o.v. directe vastgoedkosten*	
00-VVK	**Voorziene vastgoedkosten**			
00-RVK	**Risico's vastgoedkosten**		*t.o.v. voorziene vastgoedkosten*	
00-VK	**Vastgoedkosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard**			
Code	Engineeringskosten opdrachtgever	1,00	euro	[redacted]
Code	Detaillering	1,00	euro	
Code	Diverse nader te bepalen onderzoeken	1,00	euro	
00-BDEK	**Benoemde directe engineeringskosten**			
00-DEK	**Directe engineeringskosten**			
00-VEK	**Voorziene engineeringskosten**			
00-NBOREK	Niet benoemd objectrisico engineeringskosten (%)	10,00%	%	
00-REK	**Risico's engineeringskosten**	*10,00%*	*t.o.v. voorz. engineeringskosten*	
00-EK	**Engineeringskosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard**			
Code	[redacted]	1,00	euro	[redacted]
Code		1,00	euro	
Code		1,00	euro	
Code		1,00	euro	
Code		1,00	euro	
Code		1,00	euro	
Code	Inschrijfvergoeding aannemers	1,00	euro	
Code	Begeleiding gunningsfase	1,00	euro	
Code	Materiaaldienst	1,00	euro	
Code	Verkeersregelaars	1,00	euro	
Code	Bewonersbrief	1,00	euro	
Code	Nieuwsbrief en bedankkaart	1,00	euro	
Code	Informatieavond	1,00	euro	
Code	Bouwbord	1,00	euro	
Code	Oplevering	1,00	euro	
Code	Website	1,00	euro	
Code	[redacted]	1,00	euro	

Project: Renovatie brug 160 (Bullebaksluis) - Projectnr: 405934 - Opdr.gever: [redacted] *Prijspeil raming:* 01-01-16
Versie raming: 1.0 - Status: Definitief - Opgesteld door: [redacted] *Datum raming:* 17-2-201

Deelraming Werkzaamheden van algemene aard

Versie 3.05 (17 maart 2013)

Deelraming aan *Totaal*

Code	Omschrijving post	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	
Code	Uren communicatie	1,00	euro	[redacted]	
Code	Verplaatsing openbare objecten	1,00	euro		
Code	Nadeelcompensatie	1,00	euro		
Code	Extra voorzieningen bereikbaarheid	1,00	euro		
Code	Forctor C	1,00	euro		
Code	Foto's	1,00	euro		
Code	Bouwdoeken	1,00	euro		
00-BDOBK	Benoemde directe overige bijkomende kosten				
00-DOBK	Directe overige bijkomende kosten				
00-VOBK	Voorziene overige bijkomende kosten				
00-OBK	Overige bijkomende kosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard				
00-INV	Investeringskosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard				
	Investeringskosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard (contante waarde)				

	Levensduurkosten:	*Aantal keren*	*Eenheid*	*Kosten per keer*	*Totaal levensduur*
00-BDLEV	Benoemde directe levensduurkosten				[redacted]
00-DLEV	Directe levensduurkosten				
00-ILEV	Indirecte levensduurkosten		*t.o.v. directe levensduurkosten*		
00-VLEV	Voorziene levensduurkosten				
00-RLEV	Risico's levensduurkosten		*t.o.v. voorziene levensduurkosten*		
00-LEV	Levensduurkosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard				
	Levensduurkosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard (contante waarde)				
00-LCC	Investerings- & levensduurkosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard				
	Investerings- & levensduurkosten Deelraming Werkzaamheden van algemene aard (contante waarde)				

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Monitorweg 29
1322 BK ALMERE
Postbus 10044
1301 AA ALMERE

www.anteagroup.nl

Copyright © 2016
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Monitorweg 29
1322 BK ALMERE
Postbus 10044
1301 AA ALMERE

www.anteagroup.nl

Copyright © 2017
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.