Gemeente Amsterdam

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Postbus 12693
1100 AR Amsterdam
Telefoon 14 020
amsterdam.nl/ingenieursbureau

Verzoek tot vervanging kademuur Leliegracht, rak LLG-01-02 (deels)

Aan (Assetmanager VOR)
Opgesteld door (Onderzoek en advies kademuren IB)
Kopie aan
Datum 14 november 2018

Gecontroleerd IB:	Vrijgave V&O
Datum: 14-11-2018	Datum:

Scope en locatie

Het 50 m lange te vervangen rakdeel is gelegen aan de oneven zijde van de Leliegracht tussen de brug 53 en Leliegracht 15. Het aansluitende rakdeel tussen Leliegracht 13 en brug 21 is reeds in 2001 vernieuwd en valt daarom buiten de scope.



Figuur 1: Locatie rak

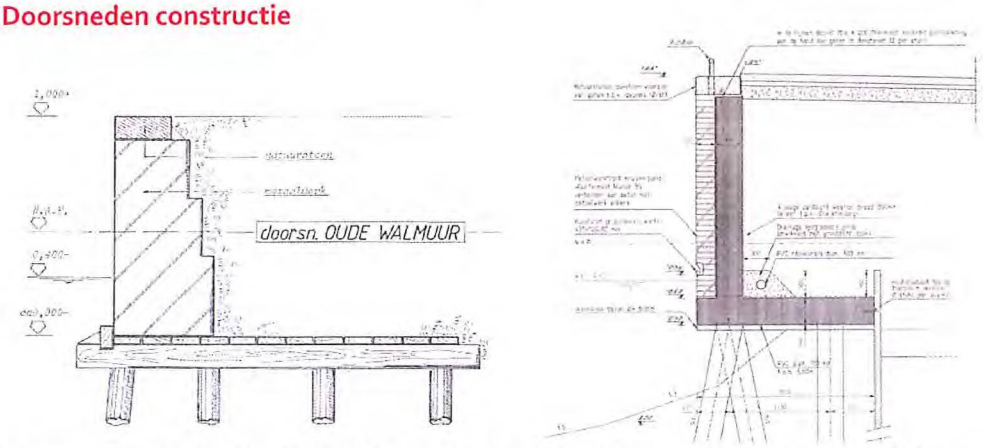
Het Ingenieursbureau is bereikbaar met metro 51, 53 en 54 of met tramlijn 1, 7 en 19, halte Weesperplein.
Een routebeschrijving vindt u op www.amsterdam.nl/ingenieursbureau



Figuur 2: Overzichtsfoto (google maps)

Identificatie rak	
Raknummer	LLG-01-02
Aangelegen water	Leliegracht
Aangelegen straat	Leliegracht 1 t/m 27
Totale lengte rak	98 m
Te vervangen rakdeel	
Lengte	50 m
Bouwjaar	Onbekend
Tussen	Brug 53 en Leliegracht 15
Constructie	Gemetselde gewichtsmuur op houten palen
Te behouden rakdeel	
Lengte	48 m
Bouwjaar	2001
Tussen	Leliegracht 15 en brug 21
Constructie	Gemetselde gewichtsmuur op houten palen

Doorsneden constructie



Figuur 3: Principe doorsnede constructie te vervangen rakdeel en ontwerptekening te behouden deel (2001)

Uitgevoerde onderzoeken en bevindingen

Onderzoek en bevinding te vervangen rakdeel	
Deformatiemeting (2016-2018)	16 mm t.o.v. nulmeting, 2 mm in de week (25-10-2018). Deformatie nadert grenswaarde
Toestandsinspectie (2017)	Scheurvorming
Duikonderzoek (2018)	Fundering redelijke staat, palen redelijk geërodeerd
Schouw (2018)	Scheefstand en lichte verzakkingen achter kade
Onderzoek en bevinding te behouden rakdeel	
Deformatiemeting (2016-2018)	< 5 mm deformatie
Toestandsinspectie (2017)	Esthetische schade, geen constructieve schade
Duikonderzoek (2018)	Niet beschouwd
Schouw (2018)	Geen constructieve bijzonderheden

Constructieve veiligheid en restlevensduur

Op basis van de uitgevoerde onderzoeken wordt gesteld dat het rakdeel tussen brug 53 en Leliegracht 15 over een lengte van 50 m niet meer veilig functioneert en einde levensduur heeft bereikt. De restlevensduur word ingeschat op 0 jaar.

Het rakdeel tussen Leliegracht 15 en brug 22 functioneert veilig en wordt niet vervangen.

Verzoek tot vervanging met investeringskosten

Het rakdeel tussen brug 53 en Leliegracht 15 dient over een lengte van 50 m vangen te worden opdat deze weer veilig functioneert.

Meterprijs	Lengte	Investeringskosten
25.000 €/m^1	50 m^1	
Nauwkeurigheid +/- 30%		

De meterprijs van 25.000,- €/m^1 is gebaseerd op:

- Vervanging door een betonnen L-wand op boorpalen gebouwd in een tijdelijke bouwkuip;
- Gevoelig binnenstedelijk gebied;
- Geen woonbootverplaatsingen;
- Herinrichting maaiveld en vervanging riool.

Bijzonderheden omgeving/raakvlakprojecten (niet limitatief)

- Vervanging bruggen 20 en 21;
- Vervanging bruggen Raadhuisstraat;
- Vervanging overgelegen kademuur Leliegracht LLG-01-01;
- Vervanging nabijgelegen kademuren Herengracht: HEG-02-1 en HEG-03-01;
- Vervanging nabijgelegen kademuren Leliegracht: LLG-02-01 en LLG-02-02.

Gemeente Amsterdam

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

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

Memo

Aan
Van - IB
Kopie aan

Datum 1 november 2018
Ons kenmerk -
Bijlage(n) Bevindingen duikonderzoek

Onderwerp Advies aanvullende beheersmaatregelen kades Herengracht en Leliegracht

Opsteller	Controle	Vrijgave

INLEIDING

Voor u ligt het advies voor het treffen van aanvullende beheersmaatregelen ter stabilisatie van kademuren aan de Herengracht en Leliegracht, nabij brug 20 en 21. Dit advies is opgesteld omdat eerder afgegeven beheersmaatregelen niet afdoende zijn gebleken. De vooraf afgegeven interventiewaardes voor deformatie van de kades zijn overschreden of dreigen te overschrijden en aanvullende beheersmaatregelen worden daarom noodzakelijk geacht.

BEHEERSMAATREGELEN 2016

In de definitiefase van het project "Vervangen bruggen 20 + 21" zijn vanaf januari 2016 deformatiemetingen bij de kades rond bruggen 20 en 21 in gang gezet. De aanleiding daartoe is het assessment van de kades geweest, zoals dat in het rapport "Onderzoek brug 20, 21 + aangrenzende constructies" (de dato 17 september 2015) door René Terpstra is verwoord.

BEHEERSMAATREGELEN 2017

Het "IB Walmurenteam-Spoor o" heeft in 2017 op basis van het algemene beeld bij kademuren in de grachtengordel en voortschrijdend inzicht in de constructies, leeftijd, gebruik, belastingen, etc. een aantal aanvullende beheersmaatregelen geadviseerd; lastbeperking en voortzetten monitoring van deformaties van de kades en panden. Er zijn tevens interventiewaarden bepaald ten aanzien van optredende deformaties in relatie tot eventueel te nemen aanvullende beheersmaatregelen.

Deze beheersmaatregelen en interventiewaarden zijn in 2017 als volgt gedefinieerd:

Lastbeperking op achterliggende wegen en parkeervakken:
1) Aslast maximaal 25 kN (2,5 ton);
2) Gelijkmatig verdeelde belasting maximaal 5 kN/m^2;

In te stellen indien horizontale en of verticale deformatie meer dan 5 millimeter per maand bedraagt:
3) Parkeervakken afsluiten;

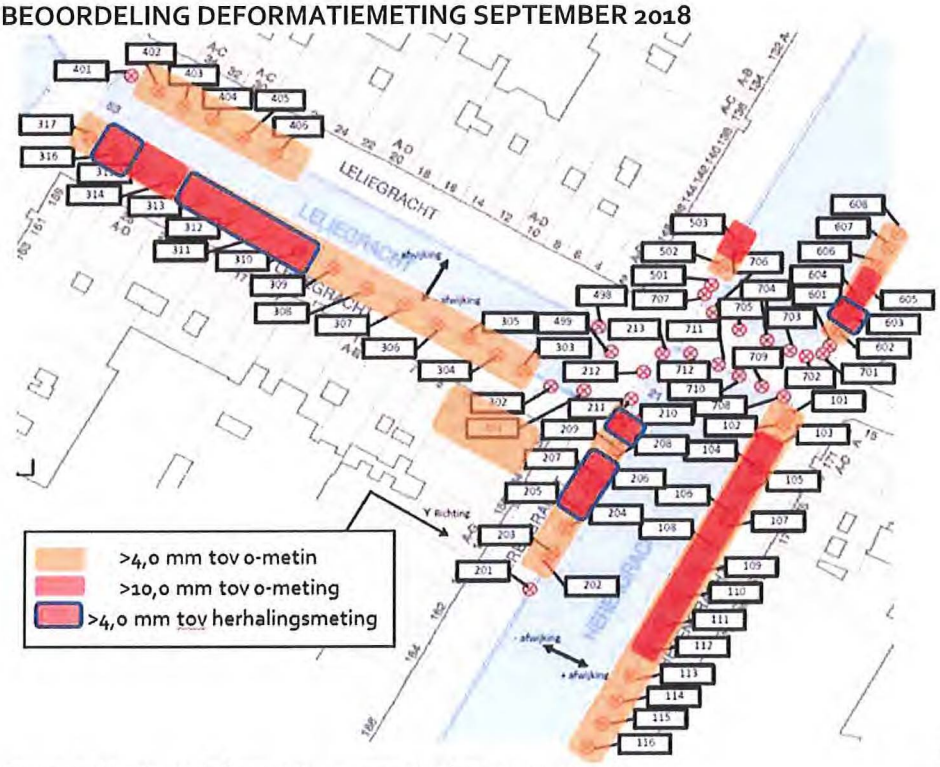
In te stellen indien totale horizontale of verticale deformatie (t.o.v. nulmeting) meer dan 20 millimeter bedraagt:
4) Afsluiten voor verkeer en verwijderen bomen;

In te stellen indien totale horizontale of verticale deformatie (t.o.v. nulmeting) meer dan 25 millimeter bedraagt:
5) Plaatsen noodconstructie, afhankelijk van de gekozen noodconstructie kan mogelijk weer verkeer in bepaalde mate worden toegestaan.

BEOORDELING DEFORMATIEMETING 2017 tm JULI 2018

Op basis van de deformatiemetingen tm juli 2018 is vastgesteld dat de optredende deformaties allen nog binnen de grenswaarden bleven en maatregelen beperkt konden blijven tot belasting beperkingen conform beheersmaatregelen 1) en 2).

BEOORDELING DEFORMATIEMETING SEPTEMBER 2018



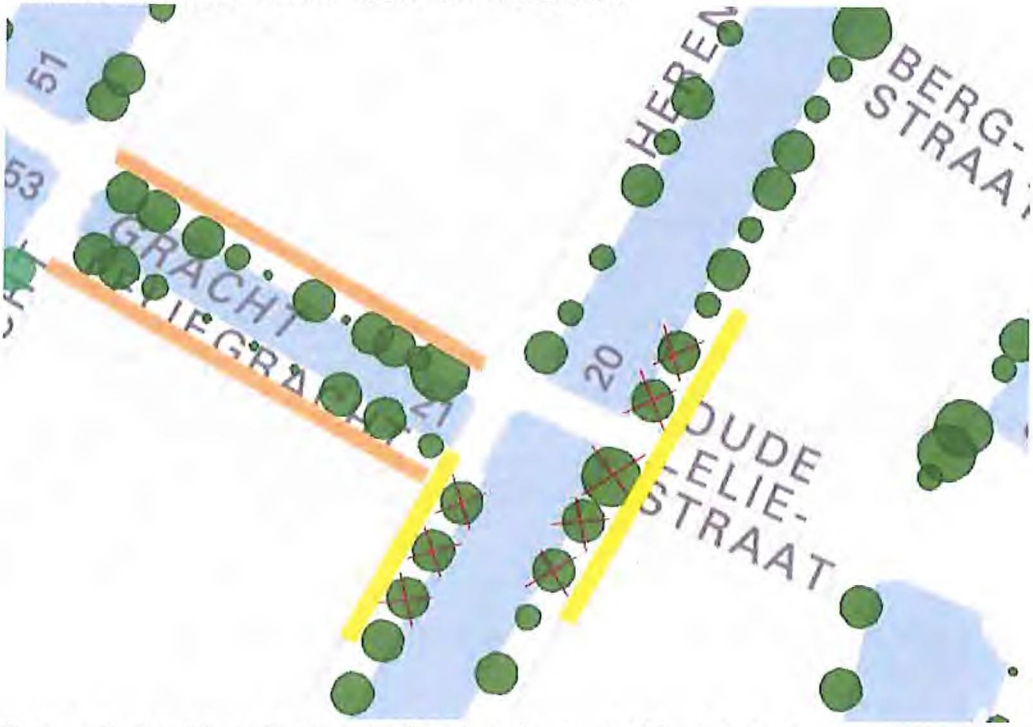
Figuur 1: Meetnet deformaties en opgetreden vervormingen

De deformatiemetingen per september 2018 hebben de volgende resultaten opgeleverd:

- Deformatie walmuur ter hoogte van Herengracht 154, maximaal 24 millimeter aflandig; toename van maximaal 7 millimeter in een periode van circa 2½ maand;
- Deformatie walmuur ter hoogte van Herengracht 161, maximaal 22 millimeter aflandig, toename van maximaal 9 millimeter in een periode van circa 2½ maand;.
- Deformatie walmuur ter hoogte van Herengracht 175, maximaal 19 millimeter aflandig, geringe toename in een periode van circa 2½ maand;
- Deformatie walmuur ter hoogte van Leliegracht 19, maximaal 13 millimeter aflandig, geen toename in een periode van circa 2½ maand;
- Deformatie walmuur ter hoogte van Leliegracht 34, maximaal 17 millimeter aflandig, toename van maximaal 5 millimeter in een periode van circa 2½ maand.

De deformatiemeting uit september laten overschrijdingen van de interventiewaarden zien en zullen de daaraan gerelateerde aanvullende beheersmaatregelen genomen moeten worden.

ADVIES AANVULLENDE BEHEERSMAATREGELEN



Figuur 2: Te verwijderen bomen en verkeersbeperkingen rond brug 20 en 21

Ter plaatse van de Herengracht:
Op de even en oneven zijden van de Herengracht zullen lokaal de bomen moeten worden verwijderd. Geadviseerd wordt de bomen te verwijderen ter plaatse van Herengracht 150 tot en met 160 (3 stuks te verwijderen bomen) en Herengracht 159 tot en met 171 (5 stuks te verwijderen bomen) zie figuur 2.

Advies is tevens het autoverkeer van bovengenoemde trajecten van de Herengracht te verbieden. Fietsers, voetgangers en incidentele noodhulp kunnen wel toegelaten worden. Zie gele markering in figuur 2.

De deformatie ter plaatse van de Herengracht 154 is de interventiewaarde voor plaatsing noodconstructie zeer dicht genaderd. Aangezien achterliggende panden recent zettingen vertonen wordt geadviseerd hier een noodconstructie voor te bereiden bestaande uit een damwand in het water aangevuld met zand, zodat bij overschrijding van de grenswaarde snel en adequaat kan worden ingegrepen. Indien de grenswaarde niet wordt bereikt, doordat de overige maatregelen (verwijderen bomen en verkeer) effectief blijken, kan de noodmaatregel achterwege blijven.

De deformaties ter plaatse van de overige meetlocaties, de lagere delen van de kade die wat verder van de aansluitingen met de brug liggen, hebben de interventiewaarden nog niet bereikt. Dit laat zich verklaren doordat het krachtenspel daar iets vriendelijker aangrijpt (lagere kadeconstructie, jongere bomen met kleiner wortelpakket).

Ter plaatse van de Leliegracht
Langs de Leliegracht is de interventiewaarde van 20 mm niet overschreden en blijven de huidige beheersmaatregelen van kracht. Dit is lastbeperking op achterliggende wegen en parkeervakken:

- Aslast maximaal 25 kN (2,5 ton);
- Gelijkmatig verdeelde belasting maximaal 5 kN/m^2;

Locatie specifieke risico's

- In het algemeen wordt geadviseerd dit gebied nauwlettend in de gaten te houden, niet in de laatste plaats in verband met belendende panden die eveneens deformaties vertonen en mogelijk "op staal" zijn gefundeerd.
- Ter hoogte van Heerengracht 154 staat op de rand van de kade een Transformatorzuil (Peperbus). Vervormingen van de kade vormen een risico op schade aan deze peperbus. Geadviseerd wordt het functioneren van deze peperbus mee te nemen in het besluit tot plaatsen van een noodconstructie.

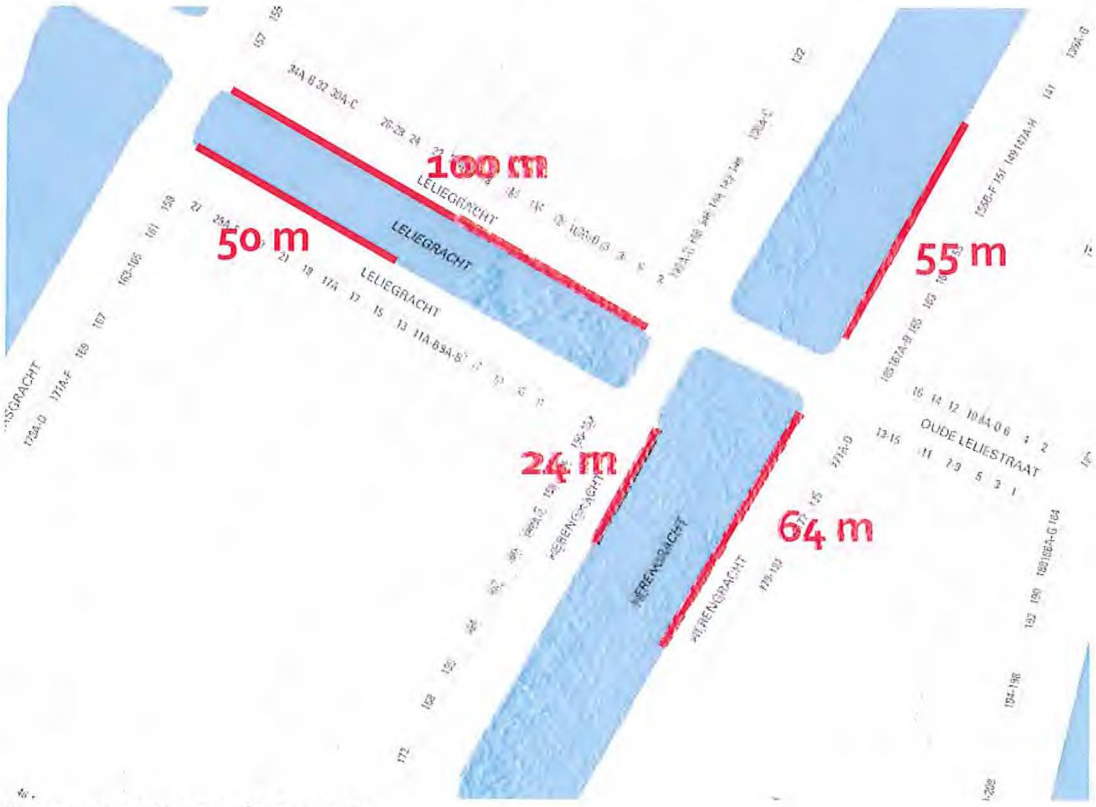
Monitoring

- Geadviseerd wordt voor minimaal de komende 6 maanden maandelijks de deformatie van kade en panden in te meten.
- Geadviseerd wordt aanvullend meetbouten aan te brengen op de peperbus.

ALTERNATIEF ADVIES AANVULLENDE BEHEERSMAATREGELEN
Bovenstaand advies omvat noodkap bomen en lastbeperking tot start vervanging conform beheersmaatregel 4). Mochten deze beheersmaatregelen niet wenselijk zijn wordt geadviseerd noodconstructies te plaatsen conform beheersmaatregel 5).. Als noodconstructie wordt geadviseerd damwanden te plaatsen voor de kade en de ruimte tussen kade en damwand aan te vullen met zand. Hiermee wordt de kade verticaal en horizontaal ondersteund. Zie figuur 3 voor soortgelijke noodconstructie. In figuur 4 zijn de locaties van deze noodconstructies gegeven



Figuur 3: Voorbeeld noodconstructie van met zand gevulde damwandkuip voor de kade



Figuur 4: Locaties noodconstructies

Het treffen van beheersmaatregel 5) zal enkele weken duren. Totdat de noodconstructie is geplaatst worden de volgende beheersmaatregelen geadviseerd:

- Weren zwaar verkeer (<3,5 ton). Na plaatsing damwanden kunnen de straten weer opengesteld worden voor "normaal zwaarder verkeer".

- Bomen hoeven vooralsnog niet gekapt te worden. Wel dienen de bomen gesnoeid te worden tbv plaatsing damwanden en optioneel ter beperking windbelasting.
- Wekelijks monitoren van de deformatie van de rakken rond brug 20 en 21.
- Real time monitoren van deformatie van de kade op 2 meest kritische locaties.

Bijlage 1: Resultaten duikonderzoek

Amsterdam	**Kademuren nabij brug 20 en 21 Leliegracht en Herengracht**

Objectgegevens

Rapportstatus	Definitief 1.0 RAK
Object	Kademuren rondom brug 20 en 21
Locatie	Herengracht, Leliegracht
Type	Keermuur op palen
Bouwjaar	Onbekend
Afmetingen	Ca. 500 m
Beheerder	IB Gemeente Amsterdam
Achterland	Stedelijk gebied
Inspectieomstandigheden	Datum: 12-10-2018 Weer: bewolkt, 18°C Water: 14°C, zicht <0,5 m stroming < 0,5 $^{m}/_{s}$



Samenvatting

De kademuren nabij brug 20 en 21, langs de Leliegracht en de Herengracht, zijn visueel geïnspecteerd. Hierbij is de actuele technische staat van de houten paalfundering beschouwd. Over het geheel beschouwd bevinden de kademuren zich in slechte tot redelijke staat.

De volgende drie kenmerkende situaties zijn geconstateerd.

1. De palen staan overwegend ónder de kade en de kespen zijn overwegend in takt. De fundering is in een dusdanige staat dat een stabiele deformatie te verwachten is gedurende de komende jaren.
2. De palen staan niet volledig onder de kade (gedeeltelijk vóór de kade) en de kespen zijn met enige regelmatig gespleten. De fundering raakt beschadigd en progressieve deformatie is binnen enkele jaren te verwachten.
3. De palen staan vóór de kade en de kespen zijn vrijwel allemaal gespleten. De fundering is dermate beschadigd dat progressieve deformatie gaande is danwel op korte termijn te verwachten is.

Geadviseerd wordt om maatregelen te treffen om bezwijken van de constructie te voorkomen. Hierbij moet gedacht worden aan het verlagen van de belasting door een gewichtsbeperking van het verkeer en het nemen van tijdelijke versterkingsmaatregelen tot herstel of renovatie plaatsvindt. Bijvoorbeeld het plaatsen van damwand voor de kade. Monitoring van de constructies in slechte tot redelijke staat tot het moment van herstel of renovatie verdient aanbeveling.

De conclusies en aanbevelingen in dit rapport zijn opgesteld op basis van de inspectiegegevens en 'ervaring en expertise'. De reststerkte van de constructie is uitsluitend rekenkundig te bepalen.

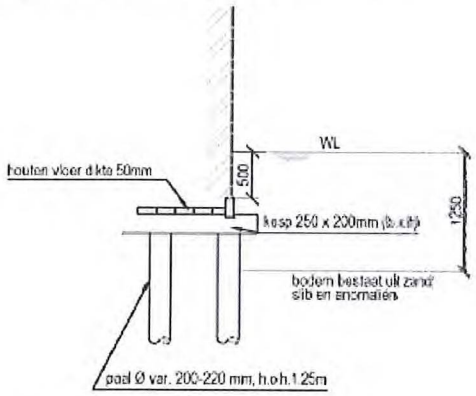
Inleiding

Ingenieursbureau van de gemeente Amsterdam beheert de kademuren in Amsterdam. In 2015 zijn brug 20 en 21 en de omliggende kademuren aan de Herengracht geïnspecteerd en is de technische staat vastgelegd. De kademuren bevonden zich in 2015 in slechte staat. Vanaf 2015 zijn de kademuren periodiek gemonitord op deformatie. Naar aanleiding van die monitoring is vastgesteld dat functieverlies op handen is. Om dat te bevestigen is door Baars-CIPRO een visuele inspectie van de actuele technische staat verricht. In deze rapportage worden de bevindingen en conclusies gegeven van die visuele inspectie.

De houten funderingen van de kademuren aan de Leliegracht tussen brug 53 en 20, de Herengracht tussen brug 22 en 20 en de eerste ca. 50 m langs de Herengracht vanaf brug 20 richting brug 19. Zie figuur 1.



Figuur 1: Bovenaanzicht inspectielocaties.

Constructie	De kademuur is over ca 200 m Herengracht geïnspecteerd. Daarmee is een totale lengte van ca. 400 m langs de Herengracht beschouwd. De Leliegracht is over een lengte van 85 m geïnspecteerd, daarmee is 170 m kademuur beschouwd. (zie inspectietekening, bijlage I). Archiefonderzoek heeft geen tekeningen opgeleverd. Een principedoorsnede van de constructie is hieronder gegeven.  Figuur 2: Principedoorsnede keermuur op palen. (bron: Onderzoek brug 20, 21 + aangrenzende kadeconstructies – Ingenieursbureau Amsterdam 2015) Bodem: • De bodem bestaat uit een zandlaag bovenop wisselende klei en veenlagen. Onder deze laag bevindt zich op -12 m een zandlaag van de formatie van Boxtel. Bron: (Dinoloket: B25E0851) • De waterbodem bestaat uit een sliblaag bovenop matig fijn zand. Fundering: • De fundering bestaat uit houten palen met Ø 200 tot 220 mm. • De h.o.h. afstand van de palen is 1,25 m. • Op de palen liggen kespen van ca. 250 mm x 200 mm (b x h). • Op de palen ligt een houten/betonnen vloer van 50 mm (d). • Op de palen ligt een houten waterslooof van ca. 50 mm x 100 mm (b x h). Grondkering: • De grondkering is onbereikbaar gebleken voor visuele inspectie. Walmuur/kademuur • Op de houten werkvloer bevindt zich een gemetselde walmuur met een hoogte van ca. 2 m (h). Maaiveld • De statische bovenbelasting bestaat uit 5 kN/m^2. • De variabele bovenbelasting bestaat uit 15 kN.
Bevindingen	Uit de visuele inspectie komen drie kenmerkende situaties voor (bijlage II). 1. Palen staan overwegend ónder de kade en de kespen zijn overwegend in takt. De fundering is in een dusdanige staat dat een stabiele deformatie te verwachten is gedurende de komende jaren. 2. Palen staan niet volledig onder de kade (gedeeltelijk vóór de kade) en de kespen zijn met enige regelmatig gespleten. De fundering raakt beschadigd en progressieve deformatie is binnen enkele jaren te verwachten. 3. Palen staan vóór de kade en de kespen zijn vrijwel allemaal gespleten. De fundering is dermate beschadigd dat progressieve deformatie gaande is danwel op korte termijn te verwachten is. Naar deze situaties wordt per geïnspecteerde kademuur aangegeven waar deze zich voordoet. De technische staat wordt aangeduid als: goed, redelijk, matig, slecht.

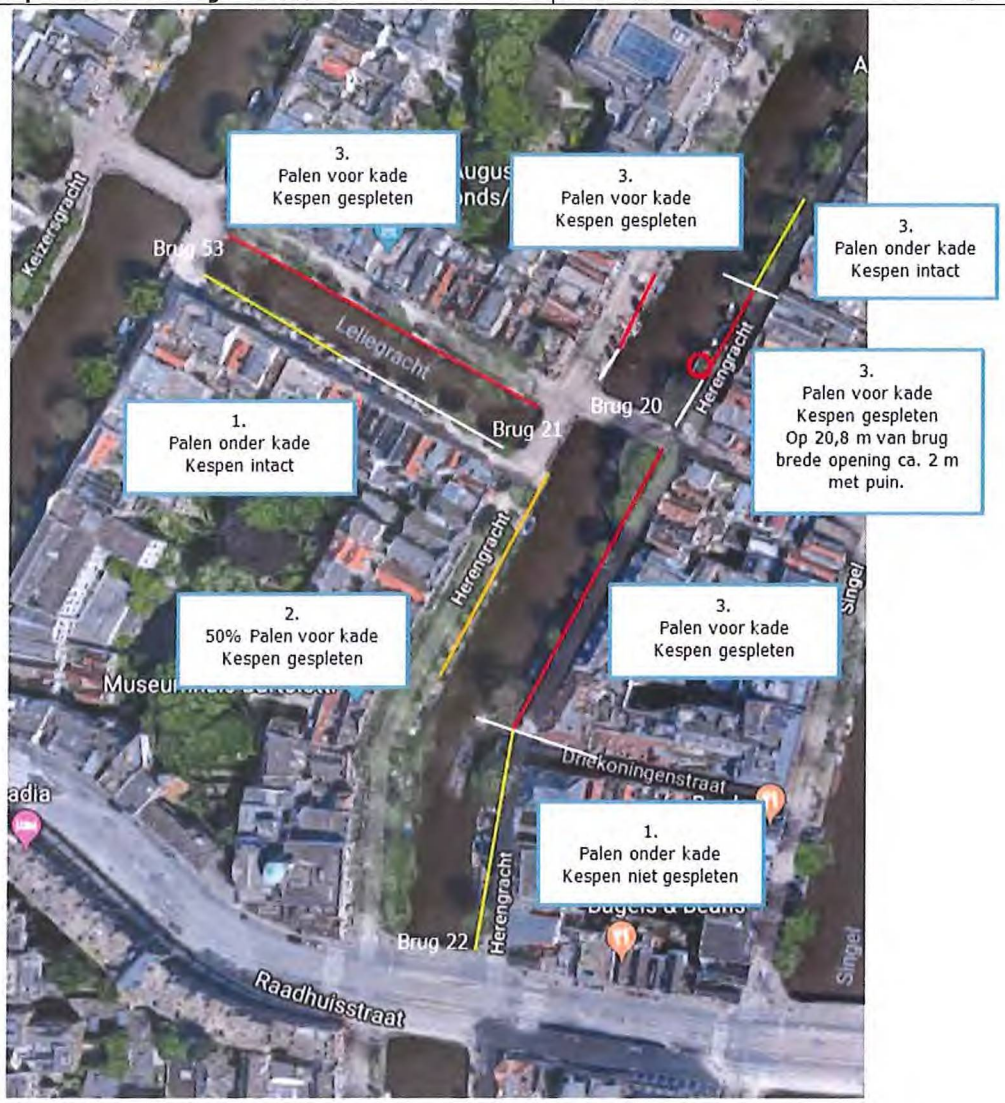
Bevindingen (vervolg)	**Leliegracht even zijde noord, 85 m** Inspectierichting van brug 53 naar brug 21 • Kespen voor de kade met de paal buiten de kade. • Drie keer gespleten kesp met verplaatste paal. • Veel gespleten kespen. • Palen ingelaten. • Palen voor de kade. • 5 -10%>Draagvermogen<50%. **Leliegracht oneven zijde noord, 85 m** Inspectierichting van brug 53 naar brug 21 • Vanaf vleugelmuur bij brug 53, 50 m. • Palen ingelaten. • Palen redelijk geërodeerd. • Kespen intact. **Herengracht even zijde noord, ca. 50 m** Inspectierichting van brug 20 naar brug 19 • Palen ingelaten in kesp. • Eerste 20 m ~25% van de kespen gespleten. • Vervolgens ~50% van de kespen gespleten. • ~75% van de palen voor de kade. **Herengracht even zijde zuid, 150 m** Inspectierichting van brug 21 naar brug 22 • 40 x 40 cm uitlaat. • Kespen intact. • Palen tussen 50% en geheel onder de kade. • Palen zwak. • Rest constructie goed. **Herengracht oneven zijde noord, ca. 75 m** Inspectierichting van brug 20 naar brug 19 • Vanaf de haalkom houten palen in werkvloer. • Nieuwe kade bovenop oude constructie gemaakt. • Tot 30 vanaf brug fundering in bodem. • Op 30 m vanaf brug opening ca. 2 m breed met puin. • Tot 60,10 m ~50% van de kespen gespleten. • Tot 60,10 m ~75% van de palen voor de kade. **Herengracht oneven zijde zuid, 150 m** Inspectierichting van brug 21 naar brug 22 • Tot overgang ~75% van de kespen gespleten. • Tot overgang alle palen voor de kade. • Palen ca. 1 m vrij vanaf bodem. • Na de overgang geen gespleten kespen.
Conclusies	Algemeen: • De constructies verkeren op basis van de visuele inspectie in (zeer) slechte tot redelijke staat.

Locatie	Kenmerkende situatie	Kwalificatie
Leliegracht even zijde noord	3	(zeer) slecht
Leliegracht oneven zijde noord	1	redelijk
Herengracht even zijde noord	2	slecht
Herengracht even zijde zuid	1	redelijk
Herengracht oneven zijde noord	2	slecht
Herengracht oneven zijde zuid	2	slecht

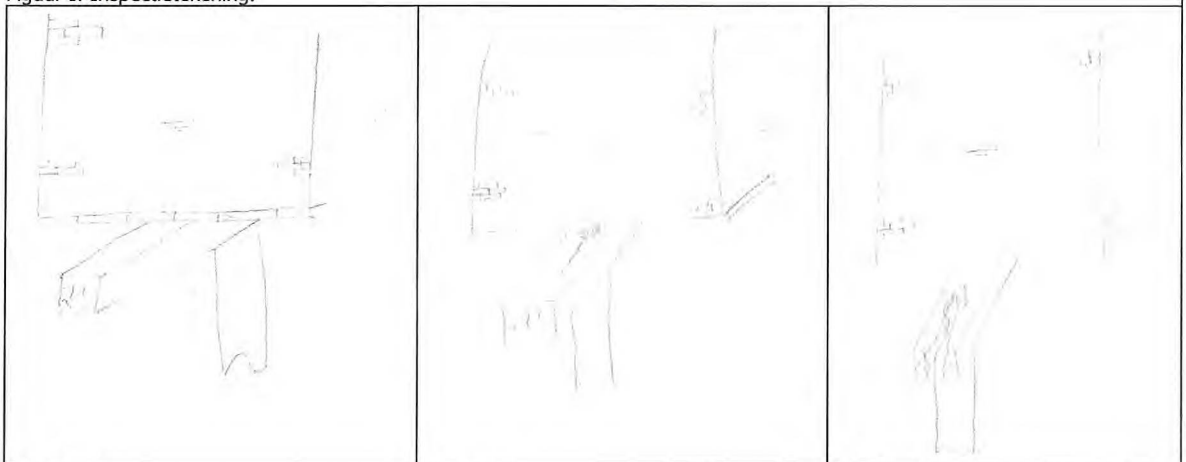
Tabel 1: Overzicht van voorkomende situatie en kwalificatie naar aanleiding van globale visuele inspectie.

De conclusies in dit rapport zijn opgesteld op basis van de inspectiegegevens en 'ervaring en expertise'. De reststerkte van de constructie is uitsluitend rekenkundig te bepalen.

Geïnspecteerd object (type of naam)	**Bijlage I Inspectietekening**



Figuur I: Inspectietekening.



Situatie 1 Paal onder kade Kesp intact	Situatie 2 Paal half onder kade Kesp deels gespleten	Situatie 3 Paal voor kade Kesp geheel gespleten

Figuur 2: Situatieschetsen behorende bij inspectietekening.