Gemeente Amsterdam

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

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

LYG1001
Technisch advies beheersmaatregelen Kademuur Lijnbaansgracht

Aan	[redacted]
Opgesteld door	[redacted]
Controle door	[redacted]
Kenmerk	LYG1001-TA-20200109-C
Status	Definitief
Datum	25 februari 2020

Opsteller:	Vrijgave IB:	Paraaf	Datum
[redacted]	[redacted]	[redacted]	25-02-2020

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Aanleiding 4

3 Scope en locatie 5

4 Basisinformatie en beschikbare onderzoeken 7

5 Conclusie en Advies 13
5.1 Conclusie 13
5.2 Interpretatie Advies Veiligheid 13
5.3 Advies 14

Bijlage(n) 16

Bijlage 1: Archiefonderzoek 17

Bijlage 2: Rapportage instandhoudingsinspectie en conditiemeting - AnteaGroup 18

Bijlage 3: Funderingsinspectie – Baars-Cipro 19

Bijlage 4: Funderingsinspectie – Div-ing de Boer 20

Bijlage 5: Technisch advies (herberekening) kademuur Lijnbaansgracht – IB 21

Bijlage 6: Filosofie beheersmaatregelen kademuren – IB 22

Bijlage 7: Categorisering kademuren – IB 23

1 Inleiding

Het programma Bruggen en Kademuren is verantwoordelijk voor de grootschalige aanpak van de problematiek rondom bruggen en kademuren. De realiteit is dat van een groot aantal bruggen en kademuren niet bekend is in welke staat ze verkeren en welke belasting ze nog aan kunnen. Er is hiervoor nog te weinig technische informatie beschikbaar. Een van de doelen binnen het programma is het waarborgen van de veiligheid en functionaliteit van de bruggen en kademuren. Prioriteit is hierbij het verkleinen van de risico's op incidenten en het beperken van de gevolgen. Om hierop te kunnen anticiperen wordt vanuit het team Advies Veiligheid onder andere onderzoek gedaan naar de technische staat van de kademuren in Amsterdam.

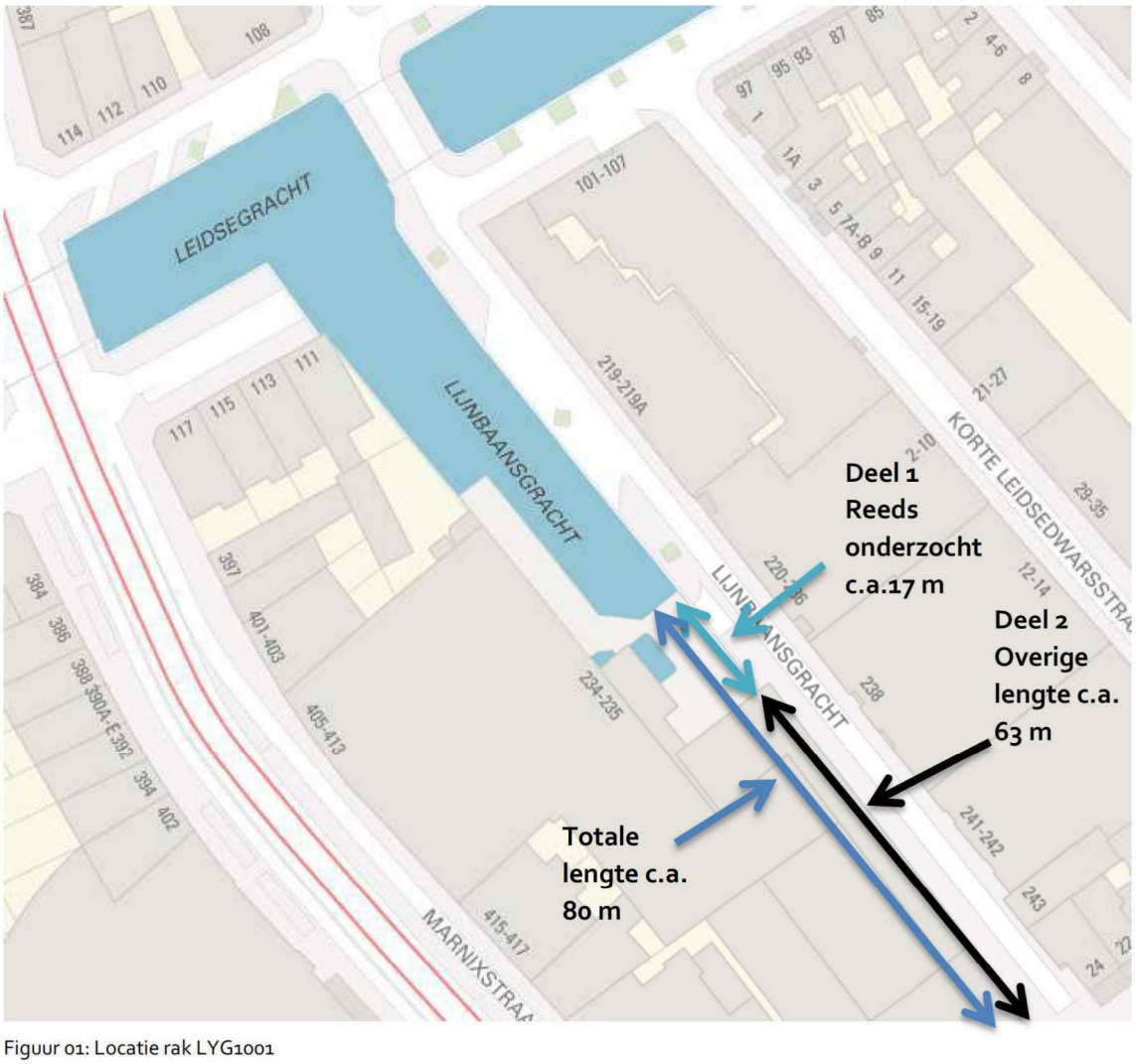
Dit rapport is opgesteld met als het doel om technisch advies uit te brengen over het rak LYG1001. Het advies is tweeledig. Allereerst wordt op basis van de onderzoekgegevens beoordeeld wat de technische staat is van de kademuur. Vervolgens wordt advies uitgebracht of er een reële kans bestaat om rekentechnisch aan te tonen dat de kademuur constructief veilig voor de komende 30 jaar.

2 Aanleiding

Vanwege een hijsaanvraag nabij de Lijnbaansgracht ter plekke van huisnummer 220-236, is in 2019 is aan Advies Veiligheid destijds gevraagd de technische staat van de kade vast te stellen. De kademuur is destijds gedeeltelijk onderzocht over een lengte van 17 meter [zie figuur 1]. Tevens wordt er tegenover de Melkweg een gloednieuwe fietsvlonder aangelegd. Op basis daarvan is aan Advies Veiligheid de vraag gesteld of de kade de komende 30 jaar in aanmerking komt voor vervanging. Om vast te stellen of de kademuur binnen 30 jaar in aanmerking komt voor vervanging dient er een herberekening uitgevoerd te worden om aan te tonen dat de kademuur de komende 30 jaar constructief veilig is. In dit rapport worden de uitgevoerde onderzoeken beschouwd en wordt er op basis daarvan geadviseerd of het zinvol is een herberekening uit te voeren voor de betreffende kademuur.

3 Scope en locatie

Kademuur rak LYG1001 is circa 80 meter lang en is gelegen aan de Lijnbaansgracht.



Figuur 01: Locatie rak LYG1001

In onderstaand figuur 02 en tabel 1 wordt er een overzicht gegeven van de locatie en de omgeving.



Figuur 02: Overzichtsfoto Lijnbaansgracht LYG1001

Tabel 1: Identificatie rak	
Raknummer	LYG1001
Aangelegen water	Lijnbaansgracht
Aangelegen straat	Lijnbaansgracht
Totale lengte rak	ca. 80 m
Bouwjaar	onbekend
Constructie type	Gewichtsmuur/Betonnen L-wand
Onderzocht rakdeel	
Lengte	80 m
Tussen	-
Constructie	Gewichtsmuur/Betonnen L-wand

Omschrijving omgeving en raakvlakprojecten (niet limitatief)

- Geen woonboten en afgemeerde plezier of rondvaartboten
- Afstand tot belendingen ca. 9,0 meter.

4 Basisinformatie en beschikbare onderzoeken

Onderstaand zijn de uitgangspunten en beschikbare onderzoeken opgesomd die worden gebruikt bij het opstellen van dit advies:

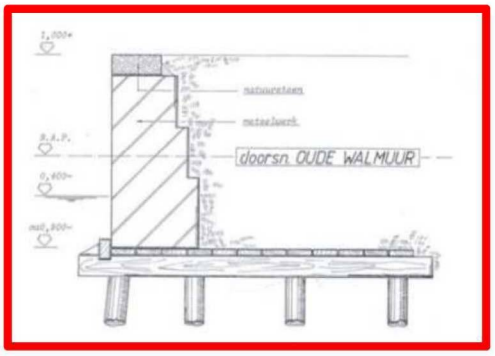
1. IB – Archiefonderzoek (toegevoegd in bijlage 1)
2. AnteaGroup – Rapportage instandhoudingsinspectie en conditiemeting d.d. 03-04-2017 (toegevoegd in bijlage 2)
3. Baars-Cipro – Funderingsonderzoek d.d. 13-02-2019 (toegevoegd in bijlage 3)
4. Div-ing. De Boer – Funderingsinspectie d.d. 11-02-2020 (toegevoegd in bijlage 4)
5. IB – Technisch advies[herberekening] kademuur Lijnbaansgracht d.d. 15-05-2019 (toegevoegd in bijlage 5)
6. IB – Filosofie beheersmaatregelen van kademuren (toegevoegd in bijlage 6)
7. IB – Categorisering kademuren (toegevoegd in bijlage 7)
8. IB – Monitoringsgegevens

Ad 1. Archiefonderzoek IB

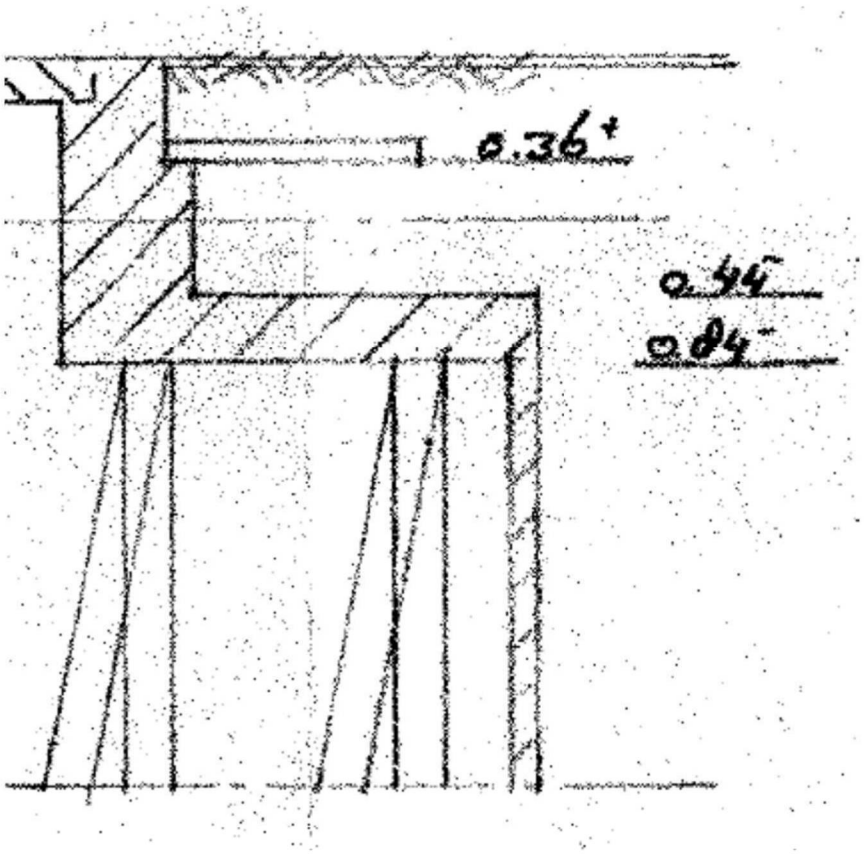
Bevindingen IB:

Archiefonderzoek is uitgevoerd naar de kademuur. De bevindingen zijn als volgt:

- De eerste 17 meter is opgebouwd uit een metselwerkwand op houtenvloer en houten palen. Van dit gedeelte zijn geen archieftekeningen beschikbaar. Op basis van het onderzoek uitgevoerd door Baars-Cipro is in figuur 2 een principe doorsnede weergegeven.
- De overige 63 meter is opgebouwd uit een betonnen L-wand op houtenpalen. Van dit gedeelte zijn tekeningen beschikbaar. Conform de tekeningen dateert de constructie uit 1966. Uit de tekening is enkel het type constructie te achterhalen. De geometrie en toegepaste wapening is vooralsnog onbekend. Het vermoeden bestond dat de betonnen L-wand was aangebracht op de oude fundering. Uit het duikonderzoek is geconstateerd dat er een substantieel verschil is in de toegepaste diameter van de palen onder de L-wand in vergelijking tot de palen onder de gewichtsmuur. Tevens zijn er tijdens het duikonderzoek restanten van oude palen getroffen. Het is dus onwaarschijnlijk dat de L-wand is aangebracht op de toenmalig bestaande fundering.



Figuur 02: Principe doorsnede gewichtsmuur



Figuur 03: Doorsnede betonnen L-wand conform archieftekening

Ad 2. Instandhoudingsinspectie en conditie meting AnteaGroup 2017

Bevindingen:

De kade constructie verkeert in een goede staat. Afgezien van een enkele verticale scheur is er verder geen conditionele gebrek waargenomen. De verticale scheur heeft zich ontwikkeld waar het metselwerk ter plaatse van de HWA geen mogelijkheid heeft de belasting naar de onderbouw af te dragen. Deze buigt plaatselijk door en scheurt als gevolg hiervan.

Ad 3. Funderingsinspectie Baars-Cipro d.d. 13-02-2019

Bevindingen Baars-Cipro:

De kadeconstructie verkeert op basis van de funderingsinspectie in matige tot slechte staat. De houten fundering (houten vloer, kespen en funderingspalen) is sterk aangetast. Er bevindt zich een scheur in de kademuur die vanaf het metselwerk bovenwater doorloopt naar de doorvoer onderwater. Er zijn 3 palen bemonsterd waarvan deze matig tot sterk zijn aangetast door bacteriën. De monsters hebben een respectievelijke aantasting van 67 mm, 20 mm en 52mm. Gezien de palen een oorspronkelijke diameter van circa 210 mm hebben is dit een aantasting van minimaal 19 %. Daarnaast hebben 2 van de 3 bemonsterde palen een aantasting van circa 50 %. In de figuren 4 en 5 zijn enkele foto's van de onderwaterinspectie toegevoegd waarbij te zien is hoe de scheur in het metselwerk bovenwater doorloopt onderwater. De watersloof is over de volledige lengte intact. Door beperkte bereikbaarheid is de scheefstand van de voorste palenrij niet volledig in beeld gebracht. Er zijn geen negatief schoorstaande palen waargenomen. De palen van de voorste palenrij staan vermoedelijk allemaal te lood.



Figuur 04: Scheur in het metselwerk



Figuur 05: Scheur in het metselwerk



Figuur 06: Scheur in doorvoer



Figuur 07: Kesp

Ad 4. Funderingsinspectie Div-ing de Boer d.d. 11-02-2020

Bevindingen Div.ing de Boer:

- Het geïnspecteerde gedeelte start op de constructieovergang van de gemetselde kademuur met traditionele houten paalfundering naar de betonnen L-wand en eindigt tegen de "duiker" welke onder het Leidseplein door gaat.
- Gedurende de visuele inspectie is gebleken dat de constructie een in het werk gestorte betonnen L-wand met houten funderingspalen betreft. Her en der staan er onder de nieuwe constructie nog oude funderingspalen.
- De (bemonsterde) funderingspalen hebben een diameter variërend van 210 tot 260 mm.
- Het bodemniveau is dusdanig hoog en compact waardoor er geen tweede palenrij is aangetroffen en dus ook geen grondkerendscherm.
- Op c.a. 19,35 m vanaf het nulpunt komt de betonnen wand met een knik richting de watergang. De totale lengte van de kademuur na de knik bedraagt 4,05 m tot aan het eindpunt van LYG1001.
- Alle voorste houten funderingspalen staan te lood en zijn voor zo ver waar te nemen intact.
- De h.o.h afstanden van de eerste palenrij varieert en ligt tussen de 95 en 115 cm.
- Verder zijn er geen noemenswaardige bijzonderheden geconstateerd onder de waterlijn.



Figuur 08: o-punt op de constructie overgang gewichtsmuur - betonnen L-wand



Figuur 09: o-punt op de constructie overgang betonnen L-wand - duiker

Ad 5. IB – Technisch advies[herberekening] kademuur Lijnbaansgracht

De eerste 17 meter van het rak welke is opgebouwd uit een gemetselde gewichtsmuur. Dit deel is in 2019 al rekentechnisch beschouwd. Volgens het onderzoek van Baars-Cipro zijn 3 palen bemonsterd. Alle palen zijn grenen en hebben een aantasting van respectievelijk 33, 67 en 73 mm. Met de resultaten van het funderingsonderzoek uitgevoerd door Baars-Cipro, is reeds een herberekening uitgevoerd. Hieruit volgde dat de houten palen niet voldoen op sterkte, uitgaande van de huidige reguliere belastingen, bij een aantasting van 67 en 73 mm. Voor verdere onderbouwing van het rapport zie bijlage 7.

Ad 6. Filosofie beheersmaatregelen van kademuren

In het onderstaande figuur is er een overzicht van de toelaatbare belastingen en monitoring. Dit overzicht komt voort uit de filosofie beheersmaatregelen van kademuren. Onderstaande tabel/figuur wordt gebruikt als leidraad bij het beoordelen van de meetresultaten.

BINNENSTEDELIJKE KADEMUREN AMSTERDAM

Toelaatbare belastingen en monitoring

Kadeprofiel	Toelaatbare Q-belasting [kN/m2]	Toelaatbare aslast [kN]	Monitoring [Aantal deform.metingen]	Deformatie [mm]
Leeftijd ≤ 50 jaar; constructie bekend	20	150	1 per jaar	$f_{totaal} \leq f_d$
Leeftijd ≥ 50 jaar; constructie in goede staat constructie mogelijk onbekend	10	100	1 per jaar	$f_{totaal} \leq f_d + 20$
Leeftijd ≥ 50 jaar; constructie gedegenereerd constructie mogelijk onbekend	5	25	3 per jaar	$f_d + 20 \leq f_{totaal} \leq f_d + 25$
Leeftijd ≥ 50 jaar; constructie aangemerkt ter vervanging	2½	0	maandelijks/realtime ?	$f_{totaal} \geq f_d + 25$

Figuur 10: Toelaatbare vervormingswaarde

Ad 7. Categorisering kademuren

Voor heel veel kademuren die momenteel worden onderzocht zijn er beperkte gegevens beschikbaar. Wegens het tekort van gegevens en het feit dat er op relatief korte termijn moet worden geadviseerd met betrekking tot het veilig functioneren van de kademuren en welke belastingen toelaatbaar zijn, heeft men op empirische wijze en op basis van "expert judgement" de kades ingedeeld in een drietal categorieën, waarbij voor iedere categorie de generieke toelaatbare belasting[en] zijn vastgesteld. Bij kademuren waarvan er gegevens beschikbaar zijn die aantonen dat de kademuur is ontworpen na 2007 [conform de eurocode of NEN6706] of jonger zijn dan 50 jaar met een positief beheerdersoordeel, kan worden gesteld dat deze kademuren constructief in orde zijn. Deze kademuren worden ingedeeld in categorie C met de bijbehorende belastingen [zie onderstaande figuur].

Categorie	C		B				A	
Afstand tot waterkant [1])	0 tot 10 m		0 tot 3 m		3 tot 10 m		0 tot 10 m	
Max. oppervlakte belasting	2000 kg/m²		500 kg/m²		1000 kg/m²		250 kg/m²	
Max. gewicht en max. aslast voertuig	45 ton mg.	15 ton asl.	3,5 ton mg.	2,5 ton asl.	30 ton mg.	10 ton asl.	0 ton mg.	0 ton asl.

Figuur 11: Categorisering kademuren

Voor rakken jonger dan 50 jaar met een negatief beheerdersoordeel geldt er een beperking voor zwaar verkeer. Deze kademuren worden ingedeeld in categorie B. In het geval de kademuren een negatief beheerdersoordeel heeft en er zichtbare schades zijn boven/onder de waterlijn die op kort termijn kunnen lijden tot het bezwijken van de kademuren, worden deze ingedeeld in categorie A. De rakken in categorie A zijn alleen toegankelijk voor langzaam verkeer.

Ad 8. Monitoringsgegevens

Van de betreffende kade zijn er geen monitoringsgegevens beschikbaar.

5 Conclusie en Advies

5.1 Conclusie

Uit de voorliggende notitie van de kademuur gelegen aan de Lijnbaansgracht, welke is beoordeeld op basis van de onderzoeken genoemd in hoofdstuk 3, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Conclusie gedeelte 1 [gewichtsmuur c.a. 17 meter]

- Op basis van de instandhoudingsinspectie uitgevoerd door AnteaGroup verkeert de kade in een goede staat. Op 1 verticale scheur na zijn er geen constructieve gebreken waargenomen.
- Op basis van de funderingsinspectie uitgevoerd door Baars-Cipro verkeert de kade in een slechte staat. De houten fundering is aangetast.

Conclusie gedeelte 2 [betonnen L-wand c.a. 63 meter]

- Op basis van het funderingsonderzoek uitgevoerd door Div-ing de Boer, verkeert de kademuur in redelijke staat.
- Alle [tot zover bereikbare] funderingspalen zijn intact en staan te lood.
- Alle monsters zijn in een buitenste schil van respectievelijk 20, 10 en 8 mm aangetast door bacteriën.

5.2 Interpretatie Advies Veiligheid

Conclusie gedeelte 1 [gewichtsmuur c.a. 17 meter]

- Op basis van de beschouwde onderzoeken verkeert gedeelte 1 is slechte staat en kan er niet worden aangetoond dat de kademuur de komende 30 jaar constructief veilig is.
- De instandhoudingsinspectie [AnteaGroup] is enkel een bovenwater/toestand inspectie. Gezien het funderingsonderzoek van Baars-Cipro een onderwater inspectie betreft welke aantoont dat de houten fundering sterk is aangetast, kan worden gesteld dat de kade niet in een goede staat verkeert. De resultaten van het funderingsonderzoek zijn leidend bij het beoordelen van de kademuur.
- De eerste 17 meter van het rak, een gemetselde gewichtsmuur op houten fundering is in het verleden al eens rekentechnisch beschouwd. De constructieve veiligheid kan niet rekenkundig worden aangetoond.
- Volgens het onderzoek van Baars-Cipro zijn 3 palen bemonsterd. De paalfundering bestaat uit grenen palen. Deze vertonen een aantasting van respectievelijk 33, 67 en 73 mm. Met deze resultaten is een herberekening uitgevoerd. Hieruit volgde dat de houten palen niet voldoen op sterkte bij een aantasting van 67 en 73 mm. Wellicht kan er nog een verfijnde berekening worden uitgevoerd, maar er kan wel worden gesteld dat een aantasting van 67 en 73 mm substantieel is en de houten palen hoe dan ook niet zullen

voldoen op sterkte bij de genoemde aantasting. Voor verdere onderbouwing van het rapport zie bijlage 5.

Conclusie gedeelte 2 [betonnen L-wand c.a. 63 meter]
Op basis van de uitgevoerde onderzoeken kan worden gesteld dat de kademuur in redelijke staat verkeert. Onderstaand is de interpretatie van Advies veiligheid opgesomd:

- Vermoedelijk is de kademuur ontworpen voor een levensduur van 50 jaar. Desondanks kan op basis van het beschouwde onderzoeken worden gesteld dat er een reële kans bestaat om aan te tonen dat de kademuur constructief veilig is voor de komende 30 jaar. Om dit aan te tonen dient er nog aanvullend onderzoek uitgevoerd te worden [zie 5.3]
- Gezien de toegepaste diameter van de houtenfunderingspalen, variërend tussen 280 en 310 mm, kan worden gesteld dat de opgetreden aantasting van respectievelijk 20,10 en 8 mm relatief gering is.
- Conform de archieftekeningen staan de palen bij de eerste rij om en om te lood of positief schoor. Volgens het funderingsonderzoek staan alle palen van de voorste palenrij vermoedelijk te lood. De betreffende inspecteur heeft aangegeven dat er onvoldoende vrije hoogte was om dit eenduidig vast te kunnen stellen. Er kan in ieder geval worden gesteld dat de palen niet negatief schoor staan. Tevens zijn de geïnspecteerde palen intact

5.3 Advies

Conclusie gedeelte 1 [gewichtsmuur c.a. 17 meter]
Ter waarborging van de constructieve integriteit wordt het volgende geadviseerd:

- De gehele kade in te delen in categorie A. Normaal gesproken zijn rakken gedeeld in categorie A alleen toegankelijk voor langzaam verkeer. Gezien er geen parkeervakken achter kademuur zijn, en de kademuur over de eerste c.a. 3 meter niet intensief wordt belast door verkeer, is 10kN/m2 op de rijbaan in combinatie met maandelijkse monitoring aanvaardbaar. De eerste 3 meter achter de kade mag incidenteel worden belast met een maximale belasting van 5 kN/m2. Tevens zijn de geïnspecteerde palen en kespen intact en is er met betrekking tot de palen geen negatieve schoorstand waargenomen.
- Het gehele rak te monitoren op deformatie xyz met een frequentie van 1 keer per maand tot aan vernieuwing.
- Voor verdere onderbouwing van het advies met betrekking tot het gedeelte opgebouwd uit een gewichtsmuur wordt verwezen naar bijlage 5.
- Om aan te tonen dat gedeelte 1 de komende 30 jaar constructief veilig is moet de kade versterkt of vervangen worden.

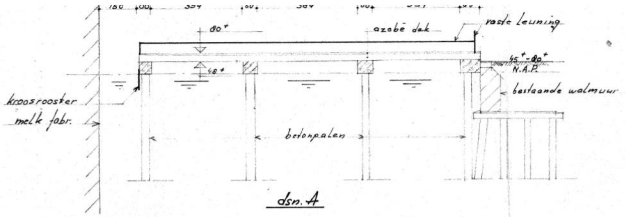
Conclusie gedeelte 2 [betonnen L-wand c.a. 63 meter]

- De gehele kade in te delen in categorie B. Dit houdt in een lastbeperking van 5 kN/m2 op een afstand van 0 tot 3 meter achter de kade. Dit is equivalent met een voertuiggewicht van 3,5 ton en aslast van 2,5 ton. Op een afstand van 3 tot 10 meter bedraagt de maximale terreinbelasting 10 kN/m2. Dit is equivalent met een voertuiggewicht van 30 ton en aslast van 10 ton.
- Het uitvoeren van nader onderzoek. Dit nader onderzoek omvat het graven van proefsleuven voor het vaststellen van de geometrie van de betonnen L-wand.
- Het nemen van betonnen boorkernen voor het achterhalen van de betondruksterkte.

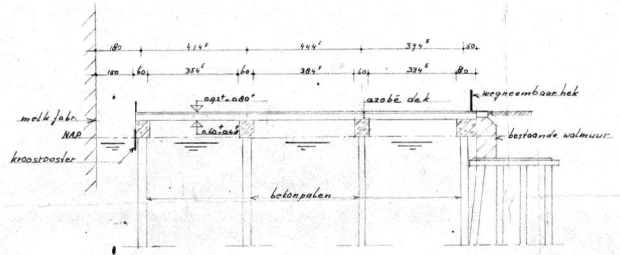
- Het uitvoeren van een NDO voor het achterhalen van de toegepaste wapening.
- Op basis het aanvullend onderzoek een herberekening uit te voeren om vast te stellen of de kademuur de komende 30 jaar in stand kan worden gehouden zonder vernieuwing inclusief het vast stellen van de toelaatbare belasting achter de kademuur.
- Het gehele rak te monitoren op deformatie xyz met een frequentie van 3 keer per jaar over een periode van 2 jaar.

Bijlage(n)

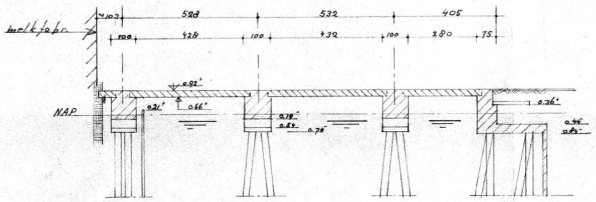
Bijlage 1: Archiefonderzoek



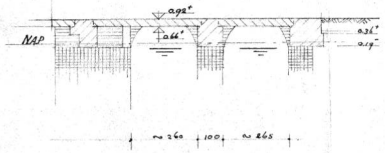
dsn. A



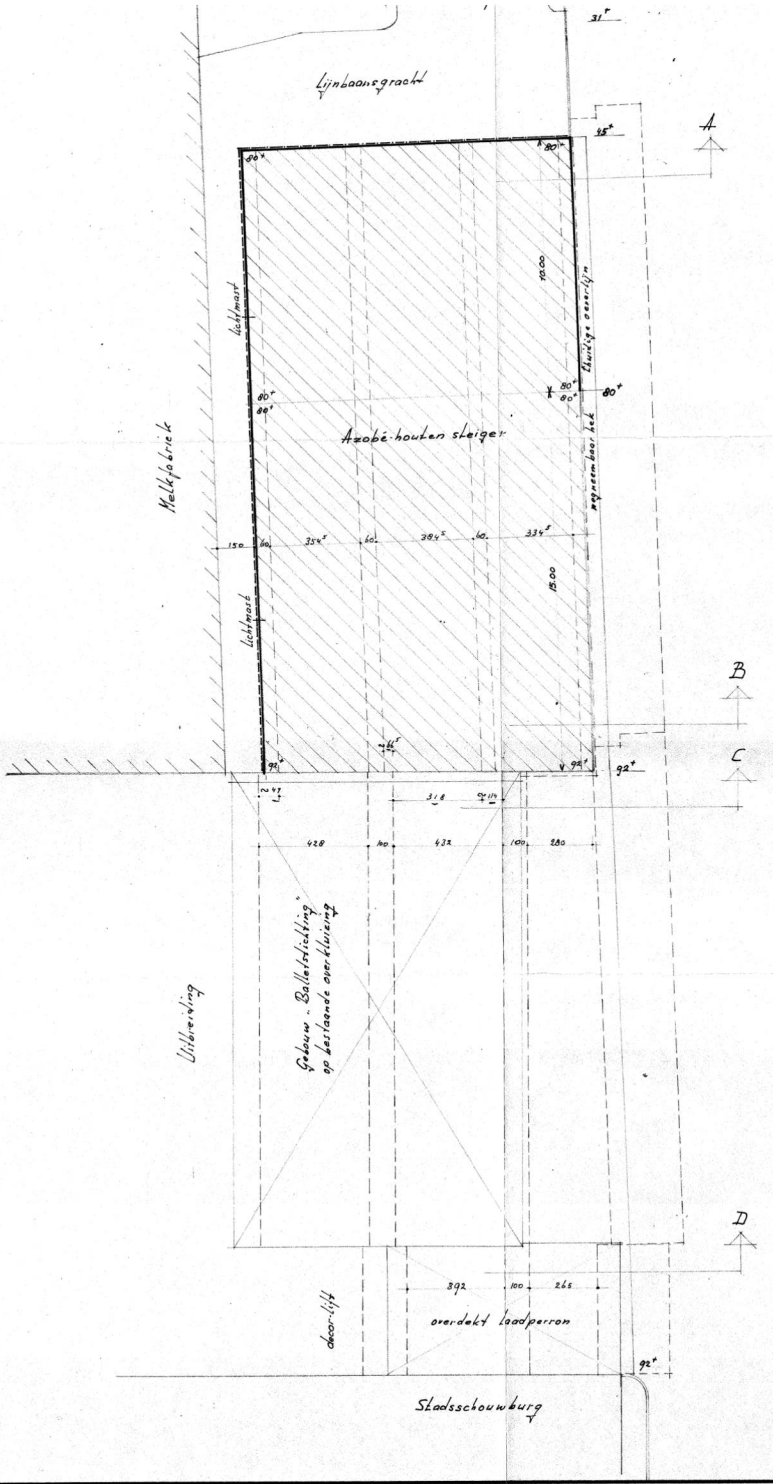
dsn. B



dsn. C



dsn. D



nieuw te maken overkluizing

vaste leuning

wegneembaar kroosrooster (hoog)

" " (laag)

Brug 198

STAALCONSTRUCTIES

BEWERKING

~ ZUIVER AAN DE MAAT GEBOTEN OF UIEGMEED
Y RUW BEWERKT
YY BLAD BEWERKT MET FIJNE NERF
YYY ZONDER NERF
BIJZ. BEWERKING OMSCHREVEN

AANDUIDING LASVERBINDINGEN VOLGENS NORMALISATIEBLAD N. 662
AANDUIDING BLINKNAGELS EN SCHROEFBOUTEN VOLGENS NORMALISATIEBLAD N. 91

ROESTVRIJ MAKEN:

SCHILDEREN :

BETONCONSTRUCTIES

KWALITEIT STAAL :

KUBUSSTERKTE :

HOEVEELHEID CEMENT IN ONDERDEEL:	kg/m³

BETONDEKKING IN ONDERDEEL:	DEKKING IN cm

DIENST DER PUBLIEKE WERKEN AMSTERDAM

AFD. BOUWWERKEN

OPDRACHTGEVER	GROEP/OND.	No. TEKENING
R.W.	80-070	1

COMPLEX : Stadsschouwburg

WERK : Overkluizing over Lijnbaansgr.

ONDERDEEL :

MERKEN :

SCHAAL : 1:100

BIJBEH. TEK. :

BIJBEH. STAT. :

BEHOORT BIJ:

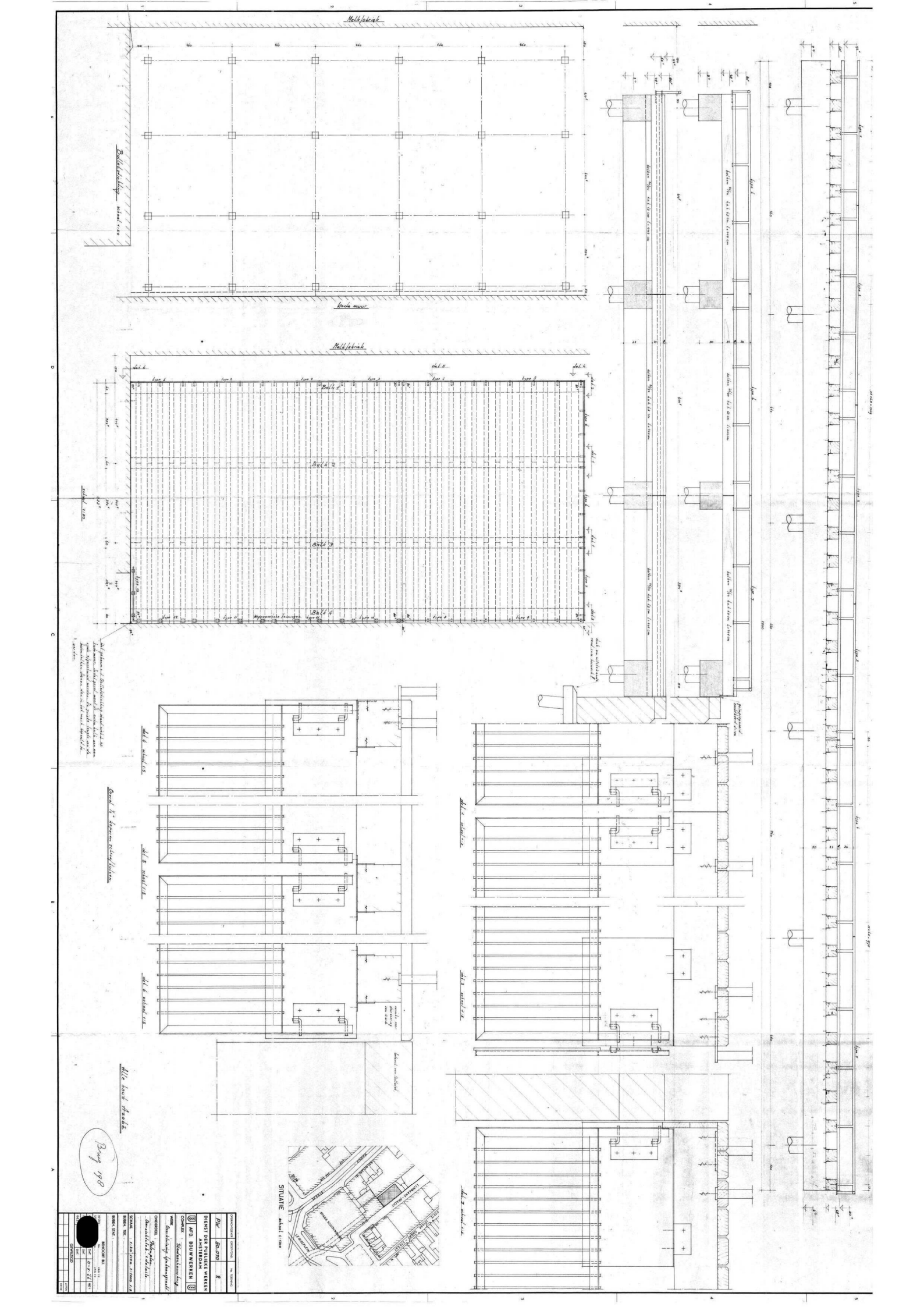
BESTEK No. VAN 19
UITN. TOT FRISOPG. No. VAN 19
OPDR. B. EN W. No. D.D.
BESTELBILJET No. D.D.

FORM.: 630 x 876 LADE:

[redacted]	GR.L.	C.K.	CHEF	IR.	REV.

GEWIJZIGD

							LETTER
							DATUM


Meelfabriek
Koole muur
Meelfabriek
Bult 1
Bult 2
Bult 3
Bult 4
SITUATIE
DIENST DER PUBLIEKE WERKEN
AMSTERDAM
AFD. BOUWWERKEN
Brug 198

Bijlage 2: Rapportage instandhoudingsinspectie en conditiemeting - AnteaGroup

LYG1001 -

Rapportage instandhoudingsinspectie en conditiemeting NEN2767-4

projectnr. 405934
revisie 1.0
3 april 2017



auteur(s)

[redacted]

Opdrachtgever

Gemeente Amsterdam
Stadsdeel centrum
Postbus 95089
1090 HB Amsterdam

datum vrijgave	beschrijving revisie 1.0	vrijgave
3 april 2017	Definitief	[redacted]

Colofon

Projectgroep bestaande uit:
[redacted]

Datum van uitgave:
30 maart 2017

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

Copyright © 2016 **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

RVE Verkeer en Openbare ruimte 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:

LYG1001 -

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 : 22-03-2017
Hoofdinspecteur : [redacted]
Weer : zonnig
Temperatuur : 10 °C

1.2 Omschrijving werkwijze inspectie

Bij de inspectie zijn de volgende hulpmiddelen gebruikt:

- Inspectieboot;
- Klein gereedschap;
- Fotocamera.

Alle toegankelijke onderdelen zijn onder handafstand geïnspecteerd. Kades in particulier bezit/ direct achter woonboten zijn waar mogelijk op afstand geïnspecteerd hierbij de privacy van de bewoners respecterend.

1.3 Uitgevoerde (nader) onderzoeken

In aanvulling op de inspectie is geen nader onderzoek uitgevoerd.

1.4 Bureaustudie

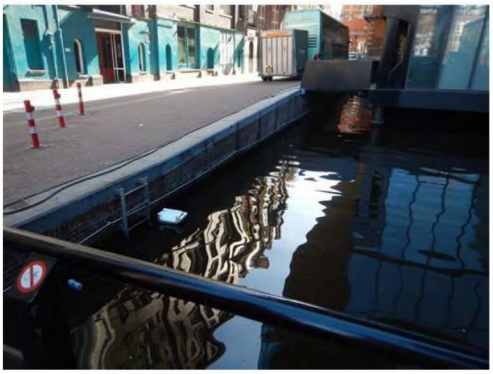
Voor dit object is voor de inspectie een bureaustudie uitgevoerd en is er een intakegesprek gehouden met de beheerder. In bijlage 1 zijn de resultaten hiervan opgenomen.

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	:	Kadeconstructie
Bouwjaar	:	-

Materialen:

Kerende constructie	:	Metselwerk

Ligging / situatie:

Stadsdeel	:	Centrum
Straat	:	Lijnbaansgracht
Watergang	:	Lijnbaansgracht

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	Hemelwaterafvoer (HWA)	3	1	Hemelwaterafvoer (HWA), Algemeen	3	1	Breuk	Tpv de trap	1st	Onbekend	1	1	1	1	1	1	1	1	L
2	Kerende constructie	1	1	Dekzerkprofiel	1	1	Scheurvorming		1 st	Temperatuurspanningen	1	1	1	1	1	1	1	1	L
	Kerende constructie	1	1	Drenkelingentouw	1	1													
3	Kerende constructie	1	1	Kademuur	1	1	Scheur, constructief	Tpv de HWA	0,3 m1	Overbelasting	2	1	4	1	1	1	1	1	L
	Kerende constructie	1	1	Trap	1	1													
	Verharding wegtype 5, Weg in woongebied	1	1	Elementenverharding	1	1													

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 = Economie	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 €500,-	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 € 500,- tot € 2.000,-	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 € 2.000,- tot € 10.000,-	Gevolgen voor milieu lokaal, lichte verontreiniging	Het kunstwerk vertoont lichte vervuiling en op enkele plaatsen 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 € 10.000,- tot € 50.000,-	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 € 50.000,- tot € 100.000,-	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 € 100.000,-	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.

Op aangeven van de opdrachtgever resulteert een risicobeoordeling 3 of 4 ten aanzien van de Safety (veiligheid) altijd in een risicoklasse ‘M’, ongeacht de berekende klasse.

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 kadeconstructie bestaat uit drie elementen. Twee elementen scoren 'Uitstekend' (score: 1). Eén element scoort 'Redelijk' (score:3), welk resultaat wordt bepaald door gebreken aan de HWA.

Civieltechnisch:
De kadeconstructie verkeert in een goede staat.
Afgezien van één enkele verticale scheur in het metselwerk zijn er verder geen conditionele gebreken waargenomen. De scheur heeft zich ontwikkeld waar het metselwerk ter plaatse van de HWA geen mogelijkheid heeft de belasting naar de onderbouw af te dragen. Deze buigt plaatselijk door en scheurt ten gevolge hierdoor.

Veiligheidsrisico's:
Aan deze kadeconstructie zijn geen veiligheidsrisico's geconstateerd.

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
Hemelwaterafvoer (HWA)		
Hemelwaterafvoer (HWA), Algemeen		
	Breuk	Geen herstel noodzakelijk
Kerende constructie		
Dekzerkprofiel		
	Scheurvorming	Geen herstel noodzakelijk
Drenkelingentouw		
Kademuur		
	Scheur, constructief	Extra aandacht volgende inspectie
Trap		
Verharding wegtype 5, Weg in woongebied		
Elementenverharding		

4.1 Geadviseerd nader onderzoek

Naar aanleiding van de inspectie wordt geen nader onderzoek geadviseerd.

Bijlage 01: Bureaustudie

Algemeen	
Opdrachtgever:	Amsterdam Zuid
Project:	Instandhoudingsinspectie civiele objecten
Deelopdracht:	28
Datum:	3-4-2017
Kunstwerk:	LYG1001

Element	Functie	Risico
Kerende constructie	Keren van grond	Deformatie / Afschuiving Falen Fundering Degradatie constructie (gaten in de constructie)
Fundering	Dragen van de belasting	Overbelasting Degradatie constructie (houtrot)
Verharding	Het veilig en comfortabel laten passeren van het verkeer	Degradatie constructie (gaten in de constructie) Overbelasting

Ontvangen bestanden

- Door opdrachtgever zijn geen gegevens beschikbaar gesteld

Aandachtspunten vanuit bureaustudie

- Geen bijzonderheden bekend

Intakegesprek

- Geen bijzonderheden aangegeven

Geadviseerd nader onderzoek

- Geen nader onderzoek geadviseerd

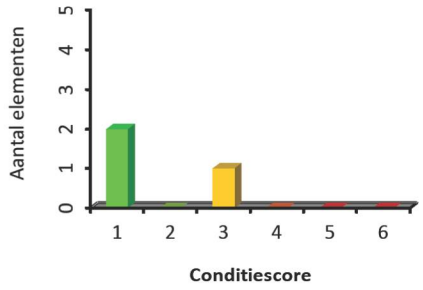
Bijlage 02: Inspectierapportage Keur-IT

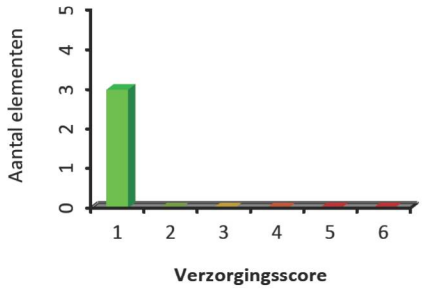
	Inspectierapportage
	NEN 2767-4-2 Conditiemeting van infrastructuur, gebrekenlijsten, 1.3
	Algemeen
Omschrijving	
Objectcode	LYG1001
Beheercode	Kades
	Opdrachtgever
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam
Afdeling	Stadsdeel Centrum
Contract-/projectnummer	405934
Contactpersoon	[redacted]
Telefoonnummer	-
Telefoonnummer(mobiel)	[redacted]
E-mailadres	[redacted]
	Inspectiebedrijf
Inspectiebedrijf	Antea Group
Datum inspectie	22-03-2017

Conditiescore en verzorgingsscore

Objectnaam	:		**Inspecteur**	:	[redacted]
Objectcode	:	LYG1001	**Datum inspectie**	:	22-03-2017
Beheerobject	:	Kades	**Weersomstandigheden**	:	zonnig
			Temperatuur	:	10 °C

Algemene bevindingen inspectie





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

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

Element	Conditie	Verzorging
Hemelwaterafvoer (HWA)	3	1
Kerende constructie	1	1
Verharding wegtype 5, Weg in woongebied	1	1

Conditionele gebreken

Hemelwaterafvoer (HWA)			3
Hemelwaterafvoer (HWA), Algemeen			3
Breuk	Ernstig Midden	10-30%	3





Eén HWA vertoont breuk net onder de waterlijn.

Hersteladvies:	Geen herstel noodzakelijk
Herstelkosten:	€ 0,00
Planjaar:	2017

Kerende constructie			1
Dekzerkprofiel			1
Scheurvorming	Ernstig Laag	<2%	1




Eén dekzerkelement vertoont scheurvorming. De scheurwijdte is kleiner dan 0,1 mm.

Hersteladvies:	Geen herstel noodzakelijk
Herstelkosten:	€ 0,00
Planjaar:	2017

Drenkelingentouw	1
Kademuur	1

Scheur, constructief	Ernstig Laag	2-10%	1




De kademuur vertoont één verticale constructieve scheur ter plaatse van de HWA.

Hersteladvies:	Extra aandacht volgende inspectie
Herstelkosten:	€ 0,00
Planjaar:	2022

Trap	1
Verharding wegtype 5, Weg in woongebied	1
Elementenverharding	1

Tekortkomingen

Hemelwaterafvoer (HWA)	**1**
Hemelwaterafvoer (HWA), Algemeen	1

Kerende constructie	**1**
Dekzerkprofiel	1
Drenkelingentouw	1
Kademuur	1
Trap	1

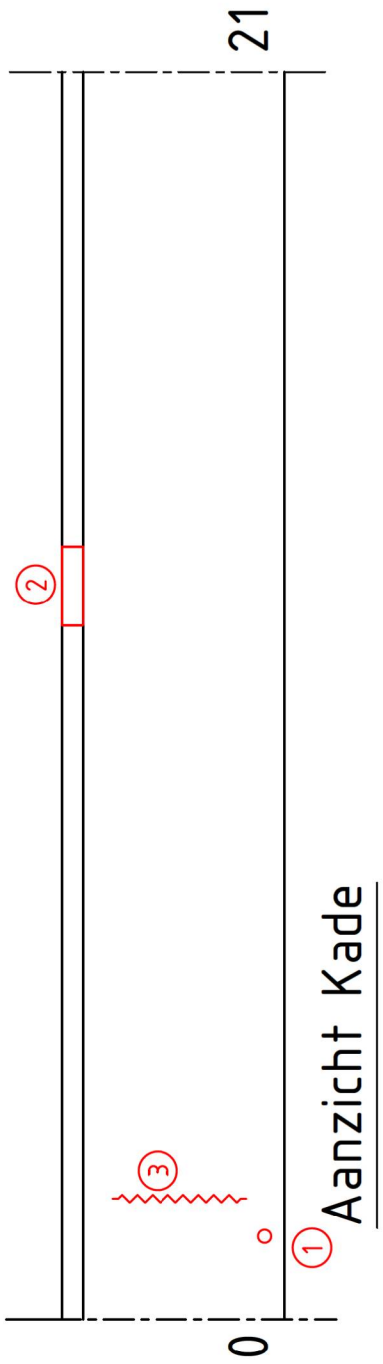
Verharding wegtype 5, Weg in woongebied	**1**
Elementenverharding	1

Bijlage 03: Inspectietekening

KADE: LIJNBAANSGRACHT		
AMSTERDAM	GEHELE COMPLEX	
LYG1001	BOVENAANZICHT	TEK.NR. 1/2



KADE: LIJNBAANSGRACHT		
AMSTERDAM	GEHELE COMPLEX	
LYG1001	VOORAANZICHT	TEK.NR. 2/2



Bijlage 3: Funderingsinspectie – Baars-Cipro

Lijnbaansgracht Amsterdam

LYG1001

Objectgegevens

Rapportstatus	Definitief 1.0
Objectnr.	LYG1001
Locatie	Tegenover de "Melkweg"
Type	Kademuur
Bouwjaar	Onbekend
Afmetingen	Kadelengte ca. 20 meter
Beheerder	Gemeente Amsterdam
Inspectieomstandigheden	Datum: 13 & 14 februari 2019 Weer: zonnig, 4°C Water: 5°C, zicht < 0,5 m Stroming 0 $^{m}/_{s}$



Samenvatting

Kadeconstructie:
- De kadeconstructie verkeert op basis van de visuele boven en onderwaterinspectie van de bereikbare onderdelen in **redelijke** staat.
- De verticale scheur in het metselwerk is mogelijk de oorzaak van de bezweken uitstroomopeningen en het ontbrekende metselwerk hieronder.

Fundering:
- Een houtindringing van gemiddeld 15 tot 28 mm in de houten funderingspalen geeft aan dat het onderdeel in **redelijke** tot **matige** staat verkeert.
- De indringingsgegevens komen niet volledig overeen met de verwachting vanuit de visuele inspectie. Echter wordt op basis van onderstaande conclusie, welke vanuit de analyse van het laboratorium komt, de staat van de funderingspalen vanuit de indringingsgegevens bevestigd.

Houtmonsteranalyse:
- Alle palen zijn grenen en de monsters zijn in een buitenste schil van respectievelijk 73, 33 en 67 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 de monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 89, 40 en 77 mm.

Inleiding

De gemeente Amsterdam, afdeling vastgoed, heeft Baars-CIPRO opdracht gegeven tot het uitvoeren van een kademuurinspectie van de kadeconstructie 'LYG1001' aan de Lijnbaansgracht voor de ingang van de Melkweg, conform offerte 19p012. De inspectie omvat het bepalen van de opbouw van de kadeconstructie inclusief de fundering, het uitvoeren van hout-indringingsmetingen en het nemen en analyseren van houtmonsters.

De voorliggende raportage beschrijft de bevindingen van deze kadeinspectie.

Constructie

Locatie:
- LYG1001 bevindt zich aan de Lijnbaansgracht tegenover de Melkweg, aan de "oost zijde" van de ophaalbrug. De inspectie concentreert zich vanaf de ophaalbrug tot ca. 20 m richting het oosten.

Vanuit de opdrachtgever zijn géén documenten ontvangen waaruit de opbouw van de kademuur op voorhand te achterhalen is.

Bevindingen

Het nulpunt is gekozen op de overgang van de ophaalbrug voor de Melkweg naar de kademuurconstructie, zie foto's 3 & 4.

Deksloof:
- De deksloof is opgebouwd uit hardstenen elementen.
- Er bevindt zich een hoogteverschil in de deksloof/kademuurconstructie, oplopend richting het oosten. Deze "slope" loopt vanaf 9,20 m tot 18,40 m t.o.v. het 0-punt waarbij een hoogteverschil is gemeten van ca. 46 cm.
- Geen bijzonderheden waargenomen.

Kadeconstructie:

- Het overgrote deel, ca. 17,30 m, van de onderzochte kadeconstructie is opgebouwd uit een gemetselde wand gefundeerd op een houten paalfundering.
- De overige 2,70 m bestaat uit een metselwerk weke de bodem in verdwijnt, zie bijlage I Inspectietekening.
- Het metselwerk boven de waterlijn is vanaf het 0-punt tot het begin van de "slope" op 9,20 m uniform verweerd door langsstromend hemelwater, zie bijlage II foto 1.
- Het metselwerk boven de waterlijn is ter hoogte van de "slope" verweerd door hemelwater wat, tussen de voegen van de deksloof, langs de kademuur naar beneden loopt, zie bijlage II foto 2.
- Op ca. 7,60 m t.o.v. het nulpunt zijn twee uitstroomopeningen (beide Ø 12 cm) in de kademuur waargenomen. Deze ronde buizen bevinden zicht net onder de waterlijn, zie bijlage II foto's 5 $^{t}/_{m}$ 7.
- Beide uitstroomopeningen zijn aan de bovenzijde gebroken, zie bijlage II foto 7.
- Onder de twee uitstroomopeningen ontbreekt een gedeelte van het metselwerk. De afmetingen van het ontbrekende deel: de diepst gemeten diepte bedraagt 29 cm, de breedste breedte 27 cm en de hoogste hoogte 24. Door het zeer beperkte zicht is hier géén fotomateriaal van aanwezig.
- Boven de rechter uitstroom opening is een verticale scheur, met een lengte van ca. 21,5 cm, in het metselwerk waargenomen, zie bijlage II foto's 5 & 6.
- Verder zijn er géén bijzonderheden waargenomen aan het geïnspecteerde gedeelte van de kademuur.

Fundering:

- De fundering bestaat uit houten palen met Ø 190 tot 230 mm.
- De h.o.h. afstand van de palen varieert van 980 tot 1250 mm.
- Op de palen liggen kespen van ca. 200 mm x 180 mm (b x h).
- Op de kespen ligt een houten vloer.
- Op de kespen ligt tevens een houten watersloof ca. 100 mm x 210 mm (b x h)
- De watersloof is over de volledige lengte, van het geïnspecteerde gedeelte kademuur, aanwezig én intact.
- De kespen steken allemaal onder de kademuur uit. De koppen van de kespen zijn allen verweerd (stomp geworden), maar volledig intact. Er zijn géén gespleten kespen waargenomen.
- De bast is nog aanwezig op de meeste geïnspecteerde funderingspalen.
- De houten funderingspalen staal allen volledig onder de kesp én vrijwel allemaal volledig onder de kademuur.
- De paalkoppen zijn intact en dragen de kespen volledig. Er zijn géén bijzonderheden waargenomen in de verbindingen tussen de palen en de kespen.
- De scheefstand van de voorste palenrij is niet bepaald door de beperkte bereikbaarheid, maar er zijn géén negatief staande schoorpalen waargenomen. Op basis van tasten is vast te stellen dat de palen eerder 'te lood' staan dan schoor.
- Met behulp van de Specht (houtrotmeter zie bijlage V eindnoten) is op alle bereikbare voorste palen de conditie van de buitenste schil van de funderingspalen onderzocht. Tevens zijn er vijf kespen beproefd. Hiermee is een beeld verkregen van de aantasting. De meetresultaten zijn weergegeven in bijlage IV, de voornaamste resultaten zijn opgenomen in tabel 1.
- Er zijn in zijn totaliteit 3 houtmonsters (geel gearceerd in tabel 1) genomen en geanalyseerd op soort en mate van aantasting, houtsoort en druksterkte, zie bijlage II: foto's 10 $^{t}/_{m}$ 12 en bijlage III houtmonsteranalyse.

Meetlocatie ronde paal	ø kop paal [mm]	gem. indringing [mm]	rest ø [mm]	gecorr. rest ø [mm]	afname ø [%]	oppervlakte afname [%]	Advies gebied
Paal 1	220	-	-	-	-	-	-
Paal 2	230	15	200	190	17	32	Gebied II
Paal 3	220	18	185	175	20	37	Gebied II
Paal 4	205	28	150	140	32	53	Gebied III
Paal 5	220	28	165	155	30	50	Gebied III
Paal 6	210	21	168	158	25	44	Gebied III
Paal 7	220	19	183	173	22	39	Gebied II
Paal 8	230	-	-	-	-	-	-
Paal 9	220	-	-	-	-	-	-
Paal 10	205	-	-	-	-	-	-
Paal 11	220	15	190	180	18	33	Gebied II
Paal 12	210	20	170	160	24	42	Gebied III
Paal 13	220	25	170	160	27	47	Gebied III
Paal 14	230	15	200	190	17	32	Gebied II
Paal 15	220	18	185	175	20	37	Gebied II
Paal 16	205	20	165	155	24	43	Gebied III
Kesp 1	-	8	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 2	-	8	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 3	-	10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 15	-	8	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 16	-	10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt

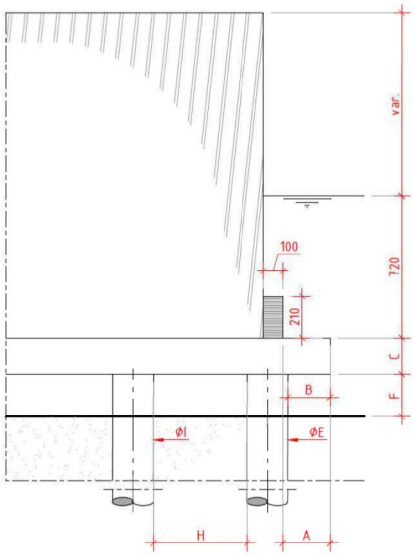
Tabel 1: Meetresultaten indringingsmetingen funderingspalen en kespen.

Grondkerend scherm:

- Het grondkerendscherm is niet binnen twee meter t.o.v. de voorzijde van de kade aanwezig.
- Het grondpakket bevindt zich binnen één meter t.o.v. de voorzijde van de kade tegen de houten vloer van de kade.

Bodem:

- De bodem bestaat uit slib waarop veel puin is aangetroffen in de vorm van bakstenen, glas en fietsen.



Figuur 1: principe opbouw LYG1001

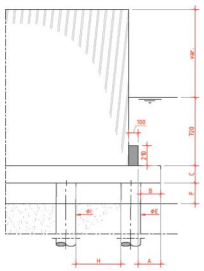
Voor complete tekeningen en maatvoeringen zie bijlage I, Inspectietekening.

Conclusies	Kadeconstructie: • De kadeconstructie verkeert op basis van de visuele boven en onderwaterinspectie van de bereikbare onderdelen in **redelijke** staat. • De verticale scheur in het metselwerk is mogelijk de oorzaak van de bezweken uitstroomopeningen en het ontbrekende metselwerk hieronder. Fundering: • Een houtindringing van gemiddeld 15 tot 28 mm in de houten funderingspalen geeft aan dat het onderdeel (volgens het beslissingsdiagram, bijlage V) in **redelijke** tot **matige** staat verkeert. • De indringingsgegevens komen niet volledig overeen met de verwachting vanuit de visuele inspectie. Echter wordt op basis van onderstaande conclusie, welke vanuit de analyse van het laboratorium komt, de staat van de funderingspalen vanuit de indringingsgegevens bevestigd. Houtmonsteranalyse: • Alle palen zijn grenen en de monsters zijn in een buitenste schil van respectievelijk 73, 33 en 67 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 de monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 89, 40 en 77 mm.
Aanbevelingen	Het is aan te raden de volgende maatregelen te nemen: • De restlevensduur en -sterkte van de constructie rekenkundig bepalen.

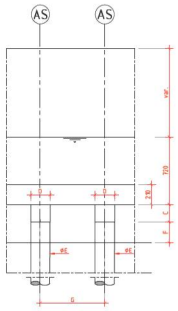
LYG1001	**Bijlage I Inspectietekening**

Zie toegevoegde tekening: 19p012.t1.c01.pdf

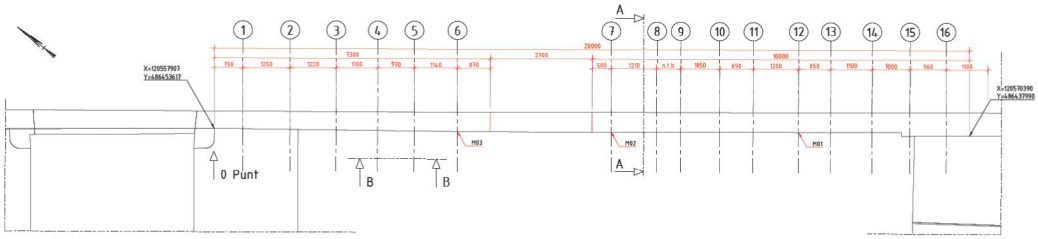




PRINCIPE DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1 : 20



PRINCIPE AANZICHT B-B
SCHAAL 1 : 20



BOVENAANZICHT
SCHAAL 1 : 50

MAATVOERING KADE

Assen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	25	25	22	23	26	25	19	25	24	25	25	25	25	23	24	23
B	28	11	25	21	22	14.5	32		7		25	19	12	33	25	25
C	18	21	18	18	19	18	18.5	19	17.5	19	18	18.5	19	18	18	17.5
D	22	21	22	20	23	21	22	25	22	23	22	23	23	23	23	23
E	22	23	22	21	22	21	20				21	21	19	19	20	19
F	0	17	10	15	12	14	25		12	89	21	38	25	20	25	2
G	125	122	110	97	114	91	121		105		120	85	110	100	96	110
H		44											60		46	41
I																

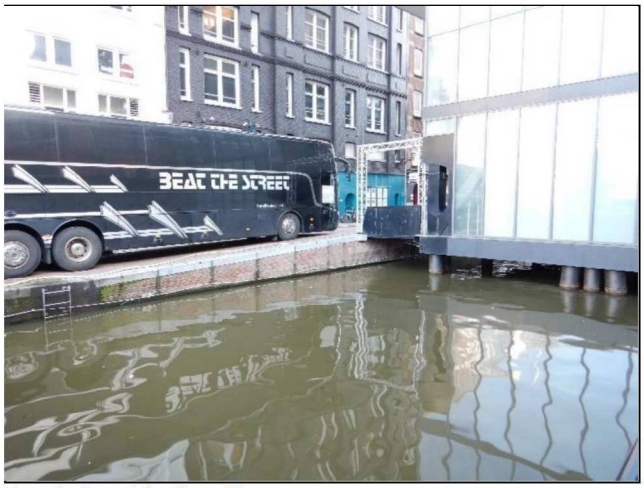
Maten in millimeters,
Materiaalmaten in mm,
Peilmaten in meters t.o.v. NAP
Diameters in mm,
tenzij anders vermeld

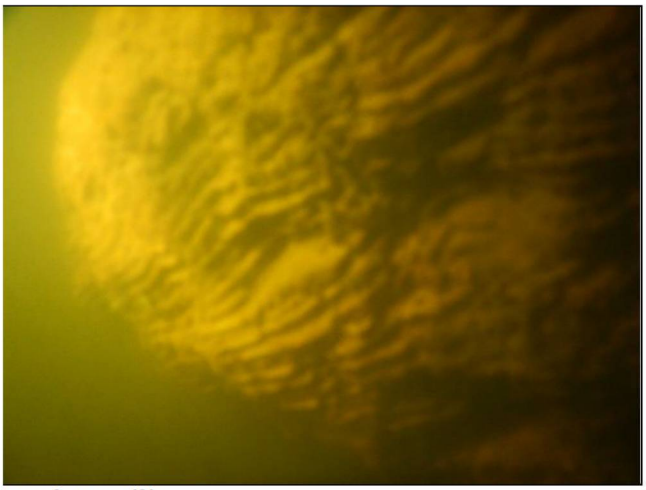
Wijziging	Datum	Beschrijving
A	16-01-2019	Eerste uitgave.
B	11-02-2019	Opmerkingen verwerkt.
C	22-02-2019	Opmerkingen verwerkt.
D		

Projectnummer	19p012
Tekeningnummer	19p012 T1 C01
Documentstatus	Concept
Versie	C
Versiedatum	22-02-2019
Formaat	A0
Schaal	Zie tekening
Tekenaar	[redacted]
Projectleider	[redacted]
Vrijgegeven	[redacted]

Kademuur Lijnbaansgracht
Gemeente Amsterdam
Blad 1 / 1
Inspectietekening
Lijnbaansgracht Oostzijde ter hoogte van Leidsegracht

Baars-CIPRO
Civil Engineering
Professional Diving
Hoofdweg 164
1175 LA Lijndaan

LYG1001	**Bijlage II Fotobijlage**
 Foto 1: Overzichtsfoto (1).	 Foto 2: Overzichtsfoto (2).
 Foto 3: 0-punt (1).	 Foto 4: 0-punt (2).
 Foto 5: Scheur in metselwerk (1).	 Foto 6: Scheur in metselwerk (2).

LYG1001	**Bijlage II Fotobijlage – vervolg -**
 Foto 7: Scheur in metselwerk (3) en scheur in doorvoer.	 Foto 8: Kesp (1).
 Foto 9: Kesp (2).	 Foto 10: Houtmonster 1.
 Foto 11: Houtmonster 2.	 Foto 12: Houtmonster 3.

LYG1001	**Bijlage III Houtmonsteranalyse**

- MR-jg-rapport-190004-001-gewijzigd - Baars - Houtanalyses fundering van de kademuur bij Melkweg aan de Lijnbaansgracht te Amsterdam

SHR

test - adviseert - deelt kennis in de bouw

Onderzoeksrapport: Houtanalyses fundering van de kademuur bij Melkweg aan de Lijnbaansgracht te Amsterdam

Rapportcode: 19.0004.001-gewijzigd **Datum:** 25 maart 2019

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

E-mail: m.remie@shr.nl

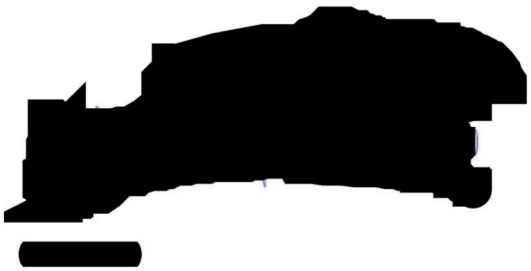
Dit rapport heeft 14 bladen. Het is eigendom van de opdrachtgever, die gerechtigd is dit rapport integraal te publiceren. Gedeeltelijke publicatie, ook door de eigenaar, is slechts toegestaan na schriftelijke toestemming van SHR.

Opdrachtgever: Baars-CIPRO B.V.
Hoofdweg 16a
1175 LA Lienden

Bijlage: 6

Projectnummer: 19.0004.001

Auteurs:



Projectleider



2e auteur

SHR werkt volgens NEN-EN-ISO/IEC 17025.

Dit rapport vervangt rapport 19.0004.001 van 11 maart 2019.

SHR is gecertificeerd voor de uitvoering van SKH-BGS 007.
Rapportnummer SHR: 19.0004.001-gewijzigd, rapportdatum: 25 maart 2019.
Het SKH-kwaliteitsverklaringsnummer is SKH-023.

1 Inleiding

Datum opdracht:	21 februari 2019.
Vraagstelling:	Wat is de aard en oorzaak van de aantasting, wat is het verlies aan gezond / dragend hout, wat is de te verwachten aantastingsuitbreiding in de komende 25 jaar, onderzoek uitgevoerd volgens SKH-BGS 007 Bepaling van microbiologische houtaantasting (zie voor document: www.skh.org).
Herkomst monsters:	Uit het funderingshout van de kademuur bij de Melkweg aan de Lijnbaansgracht (1017PH) te Amsterdam. Aangeleverd: 3 monsters
Projectcode opdrachtgever:	19p012

2 Materiaal

Bouwjaar en leeftijd woning:	Onbekend.
Datum monstername:	13 en 14 februari 2019 (volgens opdrachtgever).
Datum monsterontvangst:	21 februari 2019.
Aantal, lengte, afmeting monster:	Zie tabel 4.1.
Wijze van aanleveren:	Boorkernen Ø 10 mm in buisjes met water.
Wijze opslag:	Bij temperatuur van ± 4°C.
Datum analyse:	27 februari 2019.

3 Methode

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

4 Resultaten

4.1 Monsterbeoordeling

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

Monster			Algemeen			Jaarringen			
Code		Lengte	Samen-hang	Kleur*	Wan /	Breedte gem. [mm]			Aantal
Gegeven	SHR	[mm]			buitenkant	juveniel	volwassen	totaal	aangetast
Paal M01	M.01	125	Goed	Buitenste 50 mm grijs, rest geen kleurafwijking	Nee	6,7	4,6	25	25
Paal M02	M.02	138	Goed	Buitenste 20 mm grijs, rest geen kleurafwijking	Nee	4,0	2,1	38	26
Paal M03	M.03	170	Goed	Buitenste 60 mm grijs, rest geen kleurafwijking	Nee	12,5	3,5	35	24

*typische kleurafwijkingen worden beschreven;

De monsters M.01, M.02 en M.03 voldeden niet aan de monsterkwaliteit zoals vereist in SKH-BGS 007 § 4.1.2 omdat de wankant ontbrak. Volgens opgave van de opdrachtgever is de bast van de paal verwijderd, waarna het monster is genomen. In dit rapport wordt dus uitgegaan van een monster dat compleet is aangeleverd en waarvan alleen de wankant ontbrak. Over het ontbrekende deel (de wan) wordt geen uitspraak gedaan.

4.2 Houtsoort, spintaandeel, aantasting

Houtsoortbeschrijving: zie Bijlage 2.

Monster M.01 (grenen, totale lengte van het monster 125 mm)
De buitenste 50 mm van het monster was totaal verwoest. Hierna was 23 mm ernstig aangetast door bacteriën van het erosietype (EB), gevolgd door 12 mm matige EB-aantasting. De rest van het monster was weinig aangetast door erosiebacteriën.
Het gehele monster was spint.

Monster M.02 (grenen, lengte tot aan het hart 95 mm)
Het monster was in de buitenste 25 mm totaal verwoest. Hierna was 8 mm ernstig aangetast door bacteriën van het erosietype (EB), gevolgd door 7 mm matige en 15 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting.
De buitenste 58 mm van het monster betrof spint, de rest kernhout.

Monster M.03 (grenen, lengte tot aan het hart 142 mm)
De buitenste 37 mm van het monster was totaal verwoest. Hierna was 30 mm van het monster ernstig aangetast door bacteriën van het erosietype (EB), gevolgd door 5 mm matige en 5 mm weinig aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting.
De buitenste 77 mm van het monster betrof spint, de rest kernhout.

4.3 Gradiënt in vocht, volumieke massa en druksterkte

Voor toelichting op tabel 4.2 zie Bijlage 3.

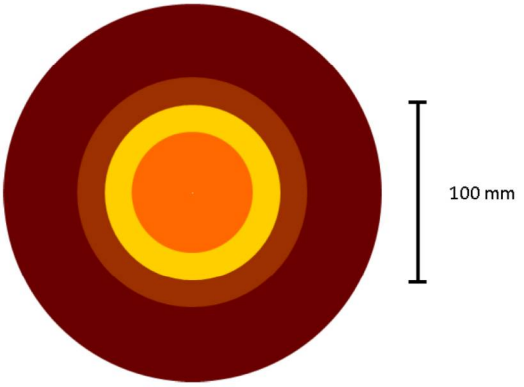
***Tabel 4.2**. Gradiënt van dichtheid (volumieke massa (VM) bij 0% vochtgehalte; ratio tussen droge massa en nat volume (SG)), vochtgehalte (bij aanlevering (VG); theoretisch maximale vochtgehalte (TMV)) en druksterkte (DS). Zie verder bijlage 3.*

Monster	Afmeting	Dichtheid [kg/m^3]		Vochtgehalte (%)		DS
	segment [mm]	SG	VM	VG	TMV	[N/mm^2]
M.01a*	16	**180**	**265**	**442**	**489**	**1,8**
M.01b*	17	**192**	**334**	**420**	**455**	**2,1**
M.01c	16	201	276	397	432	2,4
M.01d	18	266	310	302	311	4,7
M.01e	18	369	442	188	206	10,4
M.01f	20	358	436	200	215	9,6
M.01g	20	334	385	218	234	8,4

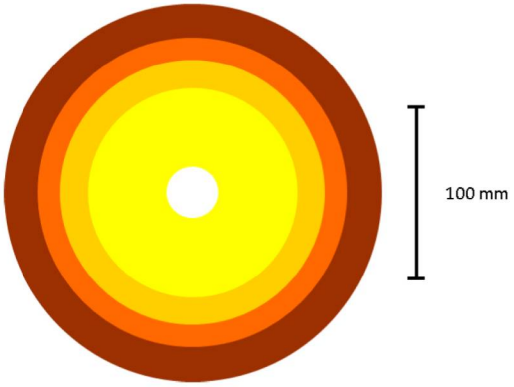
Monster	Afmeting segment [mm]	Dichtheid [kg/m³] SG	VM	Vochtgehalte (%) VG	TMV	DS [N/mm²]
M.02a*	8	**198**	**347**	**374**	**441**	**2,8**
M.02b*	12	**235**	**362**	**325**	**361**	**4,0**
M.02c*	13	**321**	**429**	**216**	**246**	**8,6**
M.02d	16	440	532	149	162	13,7
M.02e	14	454	528	135	155	15,1
M.02f	13	438	520	106	163	18,4
M.02g	19	421	494	116	173	17,2
M.03a*	11	**187**	**263**	**349**	**469**	**3,4**
M.03b*	10	**230**	**281**	**303**	**370**	**4,7**
M.03c	16	243	281	308	346	4,5
M.03d	15	289	321	255	281	6,5
M.03e	15	311	350	234	257	7,6
M.03f	16	352	405	147	219	13,9
M.03g	17	364	407	106	210	18,4
M.03h	17	330	363	125	238	16,1
M.03i	25	319	362	175	249	11,4

*Zie bijlage 3 voor opmerking over segmentgrootte.

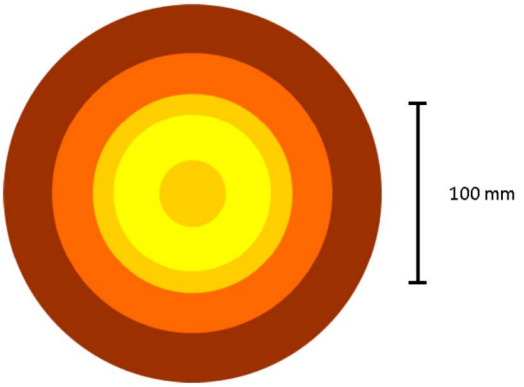
De druksterktes uit tabel 4.2 zijn hieronder visueel weergegeven. Een toelichting over het gebruik van druksterkte bij constructieberekeningen is weergegeven in Bijlage 4. **Let op,** door het ontbreken van de wankant/buitenkant kan de dikte van de buitenste schil niet juist worden weergegeven.



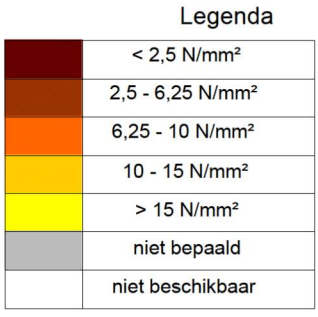
Monster M.01 (grenen), Ø 210 mm



Monster M.02 (grenen), Ø 220 mm



Monster M.03 (grenen), Ø 210 mm



Paaldiameters (opgave opdrachtgever)

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. Gezien de verhouding paaldiameter / boorkern, lijkt het er op dat bij alle palen geen of slechts een klein deel van de buitenkant van de paal miste in de boorkern.

5 Discussie en Interpretatie

Oorzaak:	In alle monsters: bacteriële aantasting ontstaan onder water.
Omvang:	Diepte ernstige aantasting monsters M.01, M.02 en M.03: respectievelijk 73, 33 en 67 mm.
Activiteit:	Bacteriële aantasting actief in de monsters.
Uitbreiding:	Sterk door bacteriën aangetaste schil tot maximaal respectievelijk 89, 40 en 77 mm.

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

6 Conclusie

Alle palen zijn grenen en de monsters zijn in een buitenste schil van respectievelijk 73, 33 en 67 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 de monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 89, 40 en 77 mm.

7 Literatuur

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

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

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

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

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

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

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

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

Bijlage 1: Microscopisch onderzoek

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

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

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

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

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

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

Bijlage 2: Houtsoortbeschrijving en spintbepaling

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

In de monsters is de houtstructuur zoals die van grenen waargenomen:

Naaldhout met heterogene stralen met vensterstippels (kruisvlak), radiale en axiale harskanalen, tracheïden met eenrijige hofstippels.

Bij grenen is het spint op basis van aankleuring onderscheiden van het kernhout.

Bijlage 3: Gradiënt vocht, volumieke massa, druksterkte

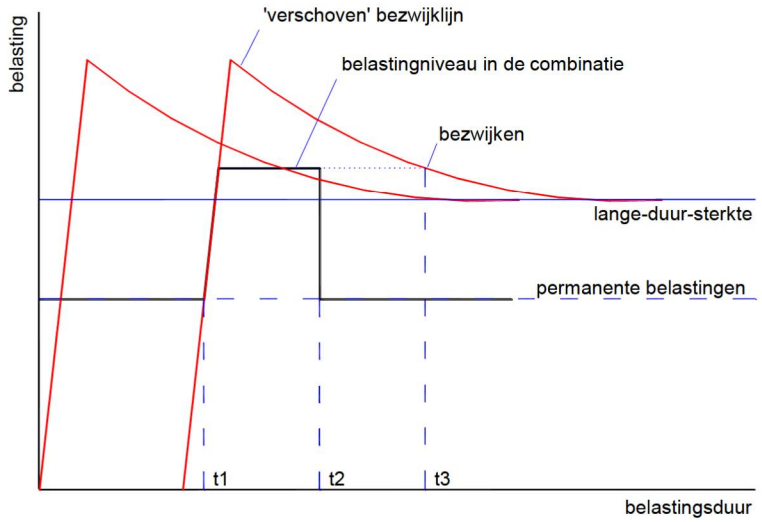
Tabel 4.2 bevat de waardes van de submonsters beginnend met de buitenzijde (bastzijde) en eindigend met de binnenzijde (kernkant), indien van toepassing is spint of kernhout aangegeven met een “s” of “k”. Wanneer aangegeven met een “*” zijn de submonsters te klein (< 1 cm^3) waardoor de waarden slechts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

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

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

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

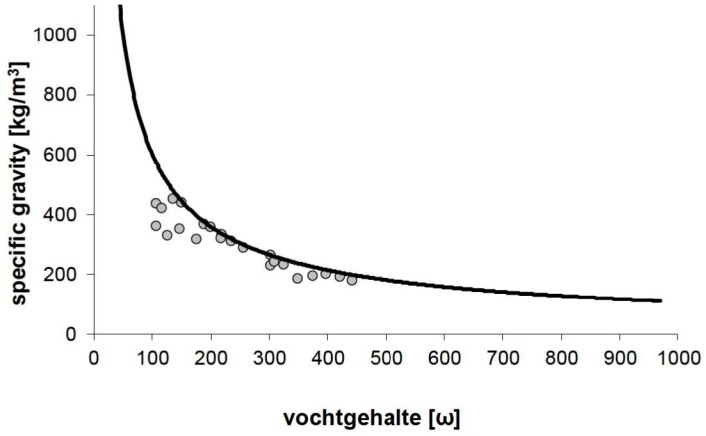
(waar f_d = rekenwaarde, f_k = karakteristieke waarde, γ_m = materiaalfactor (= 1,3) en k_{mod} = modificatiefactor (afhankelijk van belastingstijd en vochtgehalte = 0,5). De bepalende belastingcombinatie voor funderingspalen is meestal lang en de *lange-duur-sterkte* zoals weergegeven in figuur 4.1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



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

Bijlage 5: Referentiewaarden

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



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

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

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

Houtsoort	Volumieke massa (0% vochtgehalte)
Noord-Europees grenen	435 (390 - 482) kg/m^3
NL grenen spint	483 (421 - 554) kg/m^3
NL grenen kern	532 (510 - 560) kg/m^3

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. Omdat het plaatsingsjaar van het funderingshout niet bekend was, is uitgegaan van plaatsing van het hout rond 1900.
Voor het bepalen van de oorzaak en de uitbreiding van de aantasting worden de basisprincipes zoals genoemd in de SKH-BGS 007 gevolgd.

Hierop zijn voor dit rapport verder geen aanvullingen.

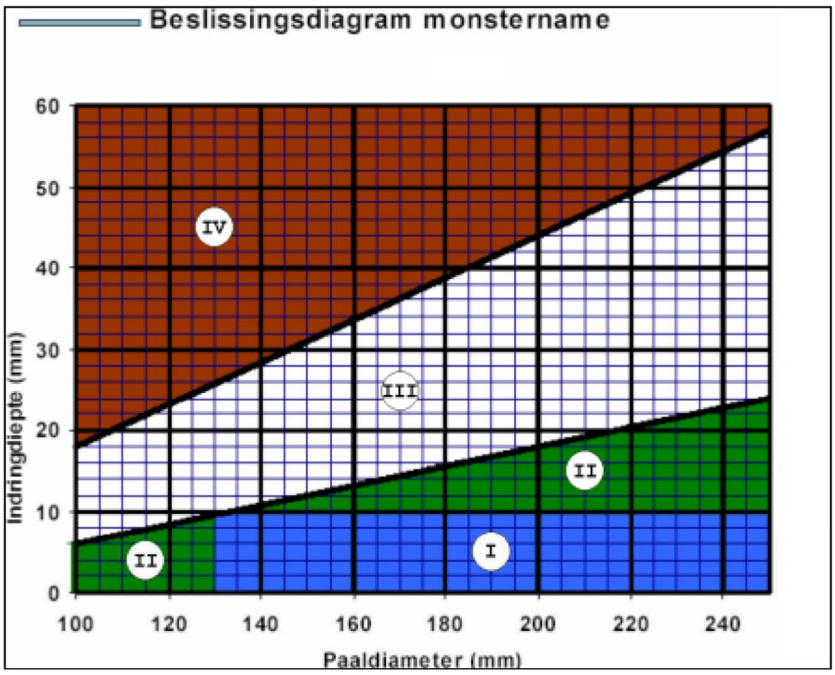
LYG1001 **Bijlage IV Houtindringingsmetingen**

Onderdeel	Afmetingen onderde Ø	Hoogte t.o.v. Kesp	metingen					rest ø	corr. 5 mm	afname ø	opp. oorsp.	opp. huidig	opp. afname	opp. afname	Pilodyn beslissings	
			1	2	3	4	gem.									
	[mm]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm2]	[mm2]	[mm2]	[%]		
Paal 1	220	0,05	-	-	-	-										
Paal 2	230	0,05	15	15	-	-	15	200	190	17	41548	28353	13195	32	Gebied II	
Paal 3	220	0,05	20	15	-	-	18	185	175	20	38013	24053	13960	37	Gebied II	
Paal 4	205	0,05	30	25	-	-	28	150	140	32	33006	15394	17613	53	Gebied III	
Paal 5	220	0,05	25	30	-	-	28	165	155	30	38013	18869	19144	50	Gebied III	
Paal 6	210	0,05	20	25	20	20	21	168	158	25	34636	19483	15153	44	Gebied III	19p012 M03
Paal 7	220	0,05	25	15	20	15	19	183	173	22	38013	23371	14643	39	Gebied II	19p012 M02
Paal 8	230	0,05	-	-	-	-										
Paal 9	220	0,05	-	-	-	-										
Paal 10	205	0,05	-	-	-	-										
Paal 11	220	0,05	15	15	-	-	15	190	180	18	38013	25447	12566	33	Gebied II	
Paal 12	210	0,05	25	20	15	20	20	170	160	24	34636	20106	14530	42	Gebied III	19p012 M01
Paal 13	220	0,05	25	25	-	-	25	170	160	27	38013	20106	17907	47	Gebied III	
Paal 14	230	0,05	15	15	-	-	15	200	190	17	41548	28353	13195	32	Gebied II	
Paal 15	220	0,05	15	20	-	-	18	185	175	20	38013	24053	13960	37	Gebied II	
Paal 16	205	0,05	20	20	-	-	20	165	155	24	33006	18869	14137	43	Gebied III	

LYG1001	**Bijlage V Eindnoten**

Pilodyn 6J /Specht houtrotmeter:

- In de houten onderdelen van de constructie wordt met een constante energie een naald geschoten. De gemeten indringing zegt iets over de staat van dat hout en de rekenkundige diameter of dikte. Gewerkt wordt volgens het funderingsprotocol van F3O Organisatie Onafhankelijk Onderzoek Funderingen (Handboek Funderingsherstel - Op palen en "op staal". ISBN 978-90-5367-545-8. Druk 2012. www.f3o.nl.)



Adviesgebied volgens het funderingsprotocol van F3O:

Gebied I

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

Gebied II

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

Gebied III

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

Gebied IV

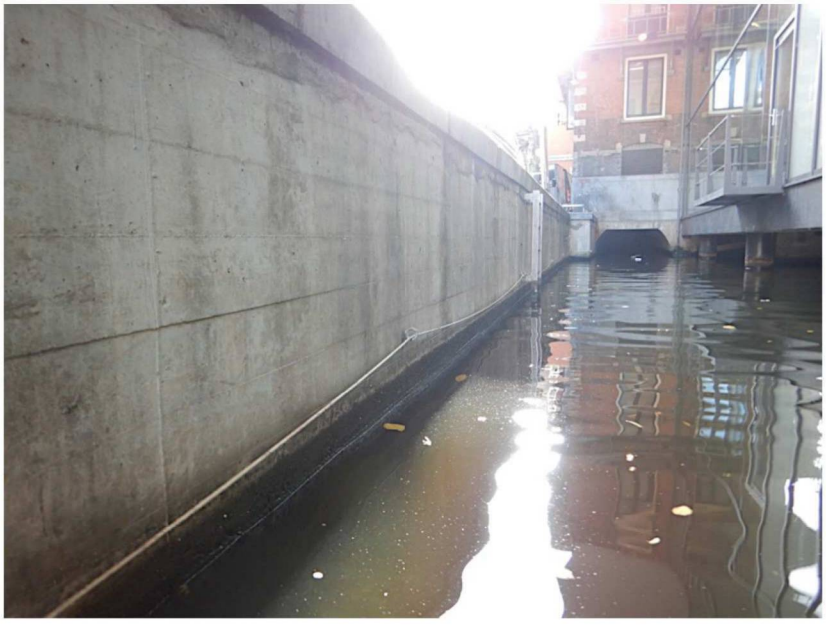
- Dit is het gebied van relatief grote aantasting ten opzichte van de diameter. De sterkte van de paalschacht is hier onvoldoende. Monstername is alleen dan noodzakelijk indien de oorzaak van de aantasting moet worden vastgesteld.

Classificering adviesgebieden:

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

Bijlage 4: Funderingsinspectie – Div-ing de Boer

Div-ing. de Boer
inspecties met vakkennis



19034-4 RAPPORTAGE AMSTERDAM

Funderingsinspectie LYG1001 (gedeeltelijk)

11 februari 2020
Definitief 1.1

Civieltechnische inspecties
boven- en onderwater

Inhoudsopgave

1. Inleiding ..... - 3 -

1.1 Werkwijze ..... - 3 -

1.2 Specifieke aandachtspunten ..... - 3 -

2. Inspectieresultaten ..... - 4 -

2.1 Funderingsopbouw ..... - 4 -

2.2 Bevindingen en schadebeelden ..... - 5 -

2.3 Metingen en materiaalonderzoek ..... - 7 -

2.3.1. In-meting ..... - 7 -

2.3.2. Indringingsgegevens ..... - 7 -

3 Conclusies ..... - 8 -

Bijlage 1: Houtmonsteranalyse ..... - 9 -

Bijlage 2: Foto's Houtmonsters ..... - 10 -

Bijlage 3: Beslissingsdiagram ..... - 11 -

Bijlage 4: Kalibratierapport "Specht" ..... - 12 -

1. Inleiding

Vanuit gemeente Amsterdam (VOR), afdeling assets, team civiele constructies heeft *Div-ing. de Boer* de opdracht ontvangen voor diverse funderingsonderzoeken aan verschillende objecten rondom de Melkweg te Amsterdam. De te onderzoeken objecten omvatten een brug en een drietal kademuren: BRU0094, LEG0401, LEG0402 (gedeeltelijk) en LYG1001 (gedeeltelijk). De inspecties zijn uitgevoerd van 25 $^{t}/_{m}$ 27 november 2019.

Vanuit Verkeer en Openbare Ruimte (VOR) is de behoefte ontstaan om deze onderzoeken uit te voeren gezien de gemeente in voorbereiding is voor een grootschalige gebiedsontwikkeling. De uitslag van de funderingsinspectie, inclusief houtmonsteranalyse, draagt bij om de optie tot hergebruik van de huidige fundering óf om gedegen funderingsherstel dan wel totale vervanging te overwegen.

De resultaten van de onderzochte objecten zijn verdeeld over vier unieke rapportages welke onafhankelijk van elkaar te lezen zijn:

- *BRU0094 met rapportcode 19034-1*
- *LEG0401 met rapportcode 19034-2*
- *LEG0402 (gedeeltelijk) met rapportcode 19034-3*
- LYG1001 (gedeeltelijk) met rapportcode 1034-4

In deze rapportage zijn de bevindingen, inclusief de resultaten uit de houtmonsteranalyse gerapporteerd van **LYG1001 (gedeeltelijk)** met rapportcode **19034-4**

1.1 Werkwijze

Het funderingsonderzoek is uitgevoerd met behulp van een duikteam inclusief civieltechnisch opgeleid inspecteur. Het zwaartepunt van het uitgevoerde onderzoek ligt onder de waterlijn. Tijdens de inspectie zijn de onderstaande werkzaamheden uitgevoerd:

- Het bepalen van de wijze van funderen. Er zijn géén tekeningen beschikbaar van de te onderzoeken fundering (opgave OG).
- Een visuele inspectie van de direct bereikbare funderingsonderdelen zoals de houten funderingspalen en de betonnen L-wand.
- Van 3 palen uit de voorste rij (representatief te verdelen over de kademuur) zijn houtmonsters genomen welke zijn aangeboden aan het laboratorium voor onderzoek. De houtmonsters zijn genomen en geanalyseerd conform BGS007 'Bepaling van microbiologische houtaantasting'.
- Tevens zijn er indringingsmetingen uitgevoerd op deze 3 palen en zijn deze uitgebreid ingemeten.

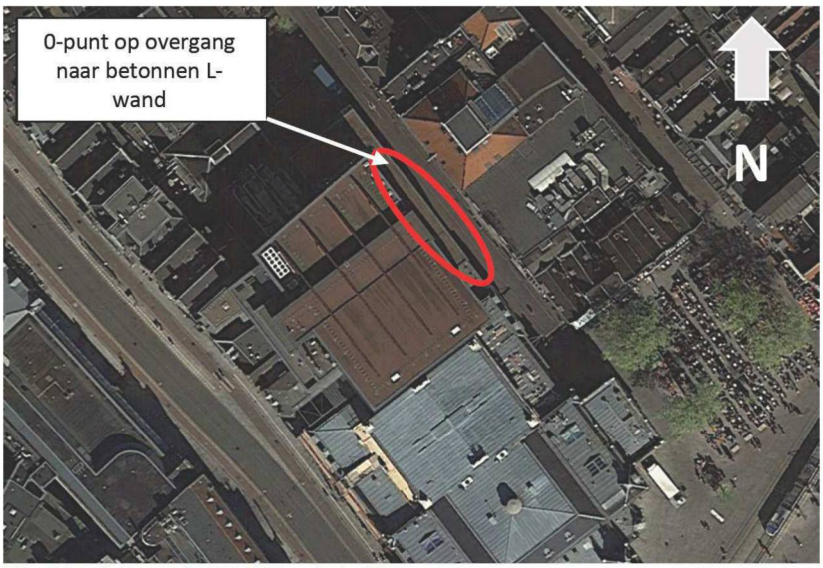
1.2 Specifieke aandachtspunten

Gezien het feit dat het een 'oudere' kademuur betreft wordt er rekening gehouden met onderstaande indicatoren en worden dit extra aandachtspunten:

- Gebroken of verbogen houten funderingspalen.
- Te lood staande of zelfs negatief schoor staande palen (terwijl deze positief horen te staan).
- Lekkage van het grondkerend scherm.

2. Inspectieresultaten

De geïnspecteerde kademuur dateert vermoedelijk uit 1950 (in samenspraak met OG) en ligt in de Lijnbaansgracht. Het geïnspecteerde gedeelte start op de constructieovergang van gemetselde kademuur met traditionele houten paalfundering (uit eerdere onderzoeken gebleken) naar de Betonnen L-wand en eindigt tegen de 'duiker' welke onder het Leidseplein door gaat.
Alle onderzoeksresultaten zoals bevindingen, gebreken en maatvoeringen zijn ingemeten ten opzichte van het aangegeven 0-punt zie Afbeelding 1: 'Overzicht LYG1001 gedeeltelijk'.



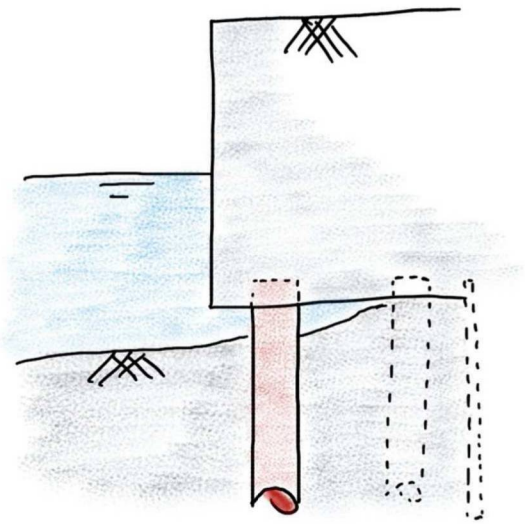
Afbeelding 1: Overzicht LYG1001 gedeeltelijk

2.1 Funderingsopbouw

Gedurende de visuele inspectie is gebleken het een in het werk gestorte betonnen L-wand met houten funderingspalen betreft. De oude funderingspalen staan nog her en der onder de 'nieuwe' constructie.

Boven de waterlijn zijn de afdrukken van het bekistingshout waarneembaar omdat er geen esthetische afwerking met metselwerk heeft plaatsgevonden. De funderingspalen die voornamelijk te lood staan zijn ingestort in de betonnen L-wand. De (bemonsterde) funderingspalen hebben een diameter variërend van 280 tot 310 mm. Het bodemniveau is dusdanig hoog en compact waardoor er géén tweede palenrij is aangetroffen laat staan een grondkerend scherm.

Zie Afbeelding 2: 'Schets doorsnede LYG1001 gedeeltelijk' voor de schets van de houten paalfundering.



Afbeelding 2: Schets doorsnede LYG1001 gedeeltelijk

2.2 Bevindingen en schadebeelden

De bevindingen en schadebeelden voor het gedeelte van het rak zijn hieronder omschreven en indien mogelijk ondersteund met beeldmateriaal. Door noodzakelijke spuit- en zuig werkzaamheden zijn er **géén** bruikbare beelden onder de waterlijn gemaakt.

- Er zijn een paar (kleine) grindnesten in de betonnen wand aangetroffen rond de wind- waterlijn.
- Op ca. 19,35 t.o.v. het 0-punt komt de betonnen wand met een knik richting de watergang, zie foto 2. De totale lengte van de kademuur na de knik bedraagt 4,05 m tot aan het eindpunt van LYG1001.
- De betonnen L-wand na de 'knik' vertoont ca. 15 cm onder de deksloof een 'stortnaad', zie foto 3.
- Alle voorste houten funderingspalen staan te lood en zijn voor wat betreft het waar te nemen gedeelte intact.
- Alle bemonsterde palen staan volledig onder de betonnen L-wand.
- Er zijn géén bijzonderheden aan de aansluitingen de houten palen in de betonnen vloer waargenomen.
- De h.o.h. afstanden van de eerste palenrij varieert en ligt tussen de 95 en 115 cm.
- Een tweede palenrij is niet waargenomen en ook niet 'aangeprikt' in verband met de hoeveelheid van het zeer vaste grondpakket (zanderige klei).
- Het grondkerend scherm is niet waargenomen en ook niet 'aangeprikt' in verband met de hoeveelheid van het zeer vaste grondpakket (zanderige klei).
- Er zijn verder géén noemenswaardige bijzonderheden onder de waterlijn geconstateerd.

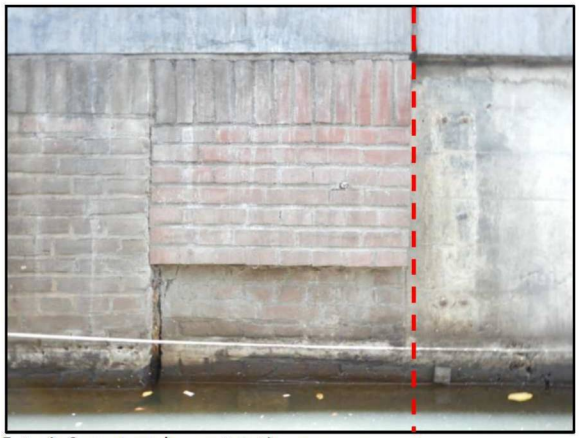


Foto 1: 0-punt op de constructieovergang


Foto 2: Funderingspaal onder langshout


Foto 3: Eindpunt en aansluiting met de duiker


Foto 4: Grondkerend scherm achter langshout

2.3 Metingen en materiaalonderzoek

In totaal zijn 3 palen ingemeten, waaronder de positie van de paal ten opzichte van de kademuur. Tevens zijn van deze 3 palen houtmonsters genomen en zijn er indringingsmetingen uitgevoerd. Alle monsters zijn geanalyseerd conform BGS007 'Bepaling van microbiologische houtaantasting'.

2.3.1. In-meting

In Tabel 1: 'Diverse meetwaarden LYG1001' zijn diverse meetgegevens opgenomen per locatie.

	Afstand t.o.v. 0-punt [m]	Paal ∅ [mm]	Voorzijde paal – voorzijde beton [cm]	Tussenafstand 1e en 2e paal [cm]
Loc 1	4,5	280	34	?
Loc 2	6,5	310	39	?
Loc 3	8,5	310	35	?

Tabel 1: Diverse meetwaarden LYG1001

2.3.2. Indringingsgegevens

Op de 3 beschreven palen zijn per paal een viertal indringingsmetingen verricht met een gekalibreerde Specht (zie bijlage 4 voor kalibratierapport). In Tabel 2 'Indringingsgegevens' zijn de volgende gegevens gepresenteerd:

- De hoogte van het genomen houtmonster ten opzichte van de betonvloer;
- De kleinst gemeten diameter waarbij eerst de mogelijk aanwezige bast is verwijderd;
- De gemiddelde indringing op basis van 4 metingen die rondom de paal zijn verdeeld;
- De gecorrigeerde restdiameter van de funderingspaal welke is bepaald op de gemiddelde indringing plus de voorgeschreven correctiefactor van 5 mm;
- De procentuele afname van de paaloppervlakte;
- Het resultaat van de verschillende deelgebieden conform het beslissingsdiagram uit de richtlijn van 3FO, zie bijlage 3: 'Beslissingsdiagram';

De genomen houtmonsters zijn te zien in Bijlage 2: 'Foto's houtmonsters'.

Paal/ monsternr.	Hoogte t.o.v. oz beton [m]	∅ [mm]	Gemiddelde indringing [mm]	Rest ∅ incl. correctie [mm]	Opp. afname [%]	Beslissings-gebied (o.b.v. diagram)
19034 – HM23	-0,25	280	8	255	17	Gebied I
19034 – HM24	-0,25	310	13	275	21	Gebied II
19034 – HM25	-0,28	310	9	283	17	Gebied I

Tabel 2: Indringingsgegevens

De resultaten van de houtmonsteranalyse zijn te vinden in Bijlage 1: 'Houtmonsteranalyse'

3 Conclusies

Op basis van de visuele inspectie verkeert het gedeelte van de fundering van LYG1001 (betonnen L-wand gedeelte) wat onder handbereik is geïnspecteerd in **redelijke tot goede** staat.

De combinatie van de visuele waarnemingen, de indringingsgegevens en de analyse vanuit de genomen houtmonsters liggen in lijn en zijn positief te noemen gezien de huidige leeftijd van de kademuur.

De aansluiting tussen de houten funderingspalen in de betonvloer vertonen géén gebreken en onder **gelijkblijvende omstandigheden** is dit ook niet in de nabije toekomst te verwachten.

Alle funderingspalen zijn intact en staan te lood.

Het houten grondkerend scherm is niet visueel waargenomen of aangeprikt over de eerste 1,5 m.

Houtmonsteranalyse:

Alle geanalyseerde houtmonsters (23 t/m 25) van LYG1001 zijn van vuren. Alle monsters zijn in een buitenste schil van respectievelijk 20, 10 en 8 mm sterk aangetast door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen.
Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout met voldoende waterdekking op de paalkoppen, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in de monsters 23 t/m 25 kan uitbreiden tot respectievelijk 27, 14 en 11 mm.

Voor de volledige rapportage van SHR zie Bijlage 1: 'Houtmonsteranalyse'. LET OP: deze rapportage is een combinatie van monsters uit drie verschillende rakken binnen het project.

Bijlage 1: Houtmonsteranalyse

test - adviseert - deelt kennis in de bouw

Onderzoeksrapport: Houtanalyses GAM duikonderzoek gebied Melkweg – deel 2 fundering kademuren te Amsterdam

Rapportcode: 19.0664-2 gewijzigd **Datum:** 21 januari 2020

SHR
Nieuwe Kanaal 9e
Postbus 497
6700 AL Wageningen
Tel: 0317 – 467366
Tenzij anders vermeld zijn de werkzaamheden op deze locatie uitgevoerd.

Dit rapport heeft 20 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.
SHR is niet verantwoordelijk voor door de opdrachtgever aangeleverde informatie die van invloed kan zijn op de geldigheid van de resultaten. De door de klant aangeleverde informatie in dit rapport is gespecificeerd.

[redacted]

Opdrachtgever: [redacted]

Bijlage: 6

Projectnummer: 19.0664

Auteurs: [redacted]
Projectleider

[redacted]
2e auteur

Dit rapport vervangt rapport 19.0664 d.d. 20 januari 2020.

SHR werkt volgens NEN-EN-ISO/IEC 17025.

SHR is gecertificeerd voor de uitvoering van SKH-BGS 007.
Rapportnummer SHR: 19.0664-2, rapportdatum: 20 januari 2020.
Het SKH-kwaliteitsverklaringsnummer is SKH-023.

1 Inleiding

Datum opdracht:	29 november 2019.
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 conform SKH-BGS 007 Bepaling van microbiologische houtaantasting (zie voor document: www.skh.org).
Herkomst monsters:	Uit het funderingshout van drie kademuren Leidschegracht met code LEG0401 (paalmonsters 13-18), LEG0402 (paalmonsters 19-22) en Lijnbaangracht met code LYG001 (paalmonsters 23-25) te Amsterdam (gebied Melkweg).
Projectcode opdrachtgever:	19034

2 Materiaal

Bouwjaar en leeftijd object:	Kademuren Leidschegracht: 1900 en Lijnbaangracht 1950 (volgens opdrachtgever) dus respectievelijk 119 en 69 jaar oud.
Datum monstername:	26/27 november 2019 (volgens opdrachtgever).
Datum monsterontvangst:	29 november 2019.
Aantal, lengte, afmeting monster:	Zie tabel 4.1.
Wijze van aanleveren:	Boorkernen Ø 10 mm in buisjes met water.
Wijze opslag:	Bij temperatuur van ± 4°C.
Datum analyse:	5-11 december 2019.

3 Methode

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

4 Resultaten

4.1 Monsterbeoordeling

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

Monster			Algemeen			Jaarringen			
Code		Lengte	Samenhang	Kleur*	Wan /	Breedte gem. [mm]		Aantal	
Gegeven	SHR	[mm]			buitenkant	juveniel	volwassen	totaal	aangetast
Paal 13	13	106	Goed	40 mm grijs, rest geen	Ja	7.1	3.4	25	15
Paal 14	14	146	Goed	Geen	Ja	4.0	2.0	37	16
Paal 15	15	121	Goed	91 mm lichtgrijs, rest geen	Ja	-	4.6	28	19
Paal 16	16	164	Goed	61 mm zwart, rest geen	Ja	6.3	3.1	26	20
Paal 17	17	134	Goed	65 mm grijs, 9 mm zwart, rest geen	Ja	-	2.7	32	21
Paal 18	18	120	Goed	100 mm grijs, rest geen	Ja	-	3.0	41	27
Paal 19	19	126	Goed	27 mm grijs, rest geen	Ja	4.9	2.4	23	13
Paal 20	20	140	Goed	Donkergrijs	Ja	-	3.6	24	18
Paal 21	21	112	Goed	27 mm grijs, rest geen	Ja	5.0	2.1	32	20
Paal 22	22	147	Goed	31 mm grijs, rest donkergrijs	Ja	4.0	1.9	43	25
Paal 23	23	145	Goed	Grijs	Ja	4.7	2.5	43	22
Paal 24	24	170	Goed	30 mm grijs, rest geen	Ja	5.8	2.8	41	21
Paal 25	25	162	Goed	grijs	Ja	6.8	3.6	38	22

*typische kleurafwijkingen worden beschreven vanaf de buitenzijde van het monster.

4.2 Houtsoort, spintaandeel, aantasting

Houtsoortbeschrijving: zie Bijlage 2.

Monster 13 (grenen, totale lengte van het monster 162 mm)
In de buitenste 8 mm werd ernstige bacteriële aantasting van het erosietype (EB) waargenomen. Hierna werd in 22 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 40 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In de buitenste 37 mm werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 70 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 14 (grenen, lengte tot aan het hart 86 mm)
In de buitenste 3 mm werd ernstige EB-aantasting van het erosietype (EB) waargenomen. Hierna werd in 3 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 25 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In de buitenste 10 mm werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 31 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 15 (grenen, lengte tot aan het hart 121 mm)
In de buitenste 15 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 38 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 29 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In de buitenste 57 mm werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 82 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 16 (grenen, lengte tot aan het hart 110 mm)
In de buitenste 10 mm werd ernstige aantasting door EB en bruinrot waargenomen. Hierna werd in 14 mm matige aantasting door EB en bruinrot gevonden, gevolgd door 11 mm weinig EB- en bruinrotaantasting en 26 mm weinig bruinrotaantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 35 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 17 (grenen, lengte tot aan het hart 90 mm)
In de buitenste 5 mm werd totale verwoesting van de houtstructuur waargenomen. Hierna werd in 42 mm ernstige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 6 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het sterk aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 53 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 18 (grenen, lengte tot aan het hart 120 mm)
In de buitenste 82 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 82 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 19 (grenen, lengte tot aan het hart 75 mm)
In de buitenste 23 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 4 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 3 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het sterk aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 30 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 20 (grenen, lengte tot aan het hart 78 mm)
In de buitenste 5 mm werd ernstige aantasting door EB en bruinrot waargenomen. Hierna werd in 25 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 21 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 75 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 21 (grenen, lengte tot aan het hart 75 mm)
In de buitenste 2 mm werd totale verwoesting van de houtstructuur waargenomen. Hierna werd in 9 mm ernstige aantasting door EB en softrot gevonden, gevolgd door 10 mm matige EB-aantasting en 11 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het sterk aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 32 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 22 (grenen, lengte tot aan het hart 99 mm)
In de buitenste 25 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 5 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 5 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 35 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 23 (vuren, lengte tot aan het hart 135 mm)
In de buitenste 20 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 13 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 17 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

Monster 24 (vuren, lengte tot aan het hart 135 mm)
In de buitenste 10 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 10 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 30 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In de buitenste 25 mm werden schimmeldraden waargenomen.

Monster 25 (vuren, totale lengte van het monster 162 mm)
In de buitenste 8 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 22 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 40 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In de buitenste 37 mm werden schimmeldraden waargenomen.

4.3 Gradiënt in vocht, volumieke massa en druksterkte

Voor toelichting op tabel 4.2 zie Bijlage 3 en een toelichting over het gebruik van druksterkte bij constructieberekeningen is weergegeven in Bijlage 4.

***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).*

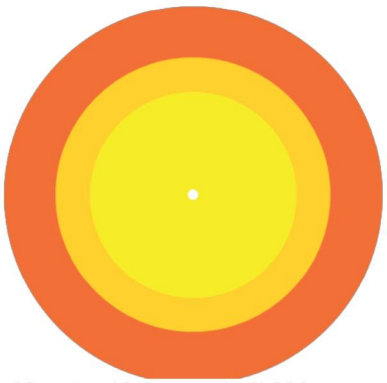
Monster	Afmeting	Dichtheid [kg/m³]		Vochtgehalte (%)		DS
	segment [mm]	SG	VM	VG	TMV	[N/mm²]
13a (s)	16	300	434	253	268	6,6
13b (s)	14	354	448	198	218	9,7
13c (s-k)	20	350	401	141	221	14,4
13d (k)	23	465	527	67	150	24,1
13e (k)	20	422	467	57	172	25,9
13f (k)	14	437	495	62	164	25,0
14a* (s)	10	**383**	**457**	**138**	**196**	**14,7**
14b (s)	17	399	513	165	186	12,2
14c (s-k)	18	395	471	162	189	12,5
14d (k)	22	442	501	79	161	22,2
14e (k)	19	376	426	92	201	20,3
15a (s)	20	276	322	262	298	6,2
15b (s)	18	354	427	186	218	10,5
15c (s)	19	349	420	196	222	9,8
15d (s)	16	327	383	219	241	8,4
15e (s-k)	17	408	472	142	180	14,4
15f (k)	21	445	503	82	160	21,8
15g (k)	15	388	453	100	193	19,2
16a* (s)	10	**365**	**419**	**175**	**209**	**11,4**
16b (s)	14	392	462	166	190	12,1
16c (s-k)	17	392	472	159	190	12,7
16d (k)	20	390	447	137	192	14,9
16e (k)	19	484	545	58	142	25,8
16f (k)	32	646	731	53	90	26,7
17a (s)	20	254	355	311	329	4,4
17b* (s)	12	**380**	**461**	**199**	**198**	**9,6**
17c* (s)	15	**285**	**345**	**277**	**286**	**5,6**
17d (s-k)	10	395	432	168	188	12,0
17e (k)	15	383	450	133	196	15,2
17f (k)	17	332	371	155	236	13,1
18a* (s)	10	**338**	**399**	**197**	**231**	**9,7**
18b (s)	13	359	378	201	214	9,5
18c (s)	17	315	350	226	253	8,0
18d (s)	19	288	320	247	282	6,9
18e (s)	14	304	344	232	264	7,7
18f (s-k)	15	309	376	214	258	8,7
18g (k)	18	442	499	87	161	21,0
18h (k)	14	509	561	75	131	22,8

Monster	Afmeting segment [mm]	Dichtheid [kg/m^3] SG	VM	Vochtgehalte (%) VG	TMV	DS [N/mm^2]
19a* (s)	11	**263**	**353**	**240**	**315**	**7,2**
19b* (s)	16	**310**	**375**	**227**	**258**	**7,9**
19c (s/k)	13	390	439	120	191	16,7
19d (k)	19	387	429	96	193	19,8
19e (k)	15	312	358	228	256	7,9
20a* (s)	13	**331**	**420**	**197**	**237**	**9,8**
20b (s)	16	404	498	166	183	12,1
20c (s)	21	331	382	211	237	8,9
20d (s-k)	28	406	462	119	182	16,9
21a (s)	21	305	383	220	263	8,3
21b (s-k)	15	359	415	159	214	12,8
21c (k)	18	421	473	80	173	22,0
21d (k)	20	465	519	75	150	22,9
22a* (s)	11	**150**	**281**	**432**	**601**	**1,9**
22b* (s)	14	**202**	**268**	**384**	**430**	**2,7**
22c (s-k)	15	349	427	166	222	12,1
22d (k)	19	359	415	111	214	17,8
22e (k)	20	341	391	125	228	16,1
22f (k)	20	290	326	208	280	9,1
23a	17	178	232	416	496	2,1
23b	13	340	403	191	229	10,2
23c	14	365	434	138	209	14,7
23d	16	390	455	128	192	15,8
23e	16	367	429	135	208	15,0
23f	21	343	389	133	226	15,2
23g	18	359	422	132	213	15,4
23h	17	344	384	116	226	17,2
24a*	10	**159**	**236**	**484**	**566**	**1,3**
24b	15	265	304	231	313	7,7
24c	16	372	443	139	204	14,6
24d	18	389	455	125	192	16,1
24e	18	348	401	96	223	19,8
24f	17	374	430	92	203	20,3
24g	22	360	404	92	213	20,3
24h	18	364	410	95	210	19,8
25a	20	242	286	300	348	4,8
25b	18	301	346	222	268	8,2
25c	20	332	377	192	236	10,1
25d	16	314	357	161	254	12,5
25e	19	307	340	135	261	15,1
25f	20	277	304	158	296	12,8
25g	21	298	333	159	271	12,8
25h	27	312	352	152	256	13,4

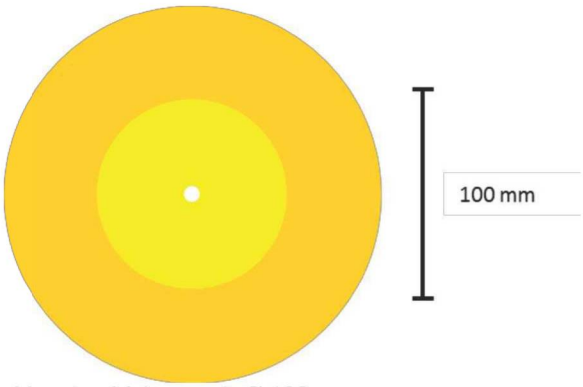
* segmentgrootte te klein om een betrouwbare uitspraak te doen (zie Bijlage 3 voor toelichting).

Let op: de afgeleide druksterktes gegeven in tabel 4.2 zijn niet betrouwbaar bij aanwezigheid van schimmelaantasting (in segmenten 16a-d, 20a en 21a). Het model is namelijk gebaseerd op door bacteriën aangetast hout in relatie tot druksterkte parallel aan de vezelrichting. De afgeleide druksterktes zijn daarom ook niet toepasbaar voor langshout, dat op druk wordt belast haaks op de vezelrichting.

Onderstaande tekeningen geven de resultaten visueel weer. De tekeningen zijn indicatief omdat deze gebaseerd zijn op het verloop van aantasting van één boorkern.



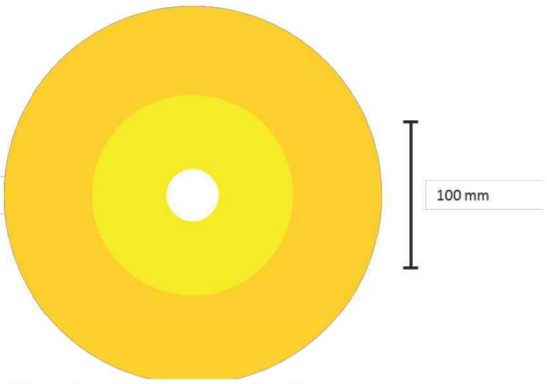
Monster 13 (grenen), Ø 220 mm



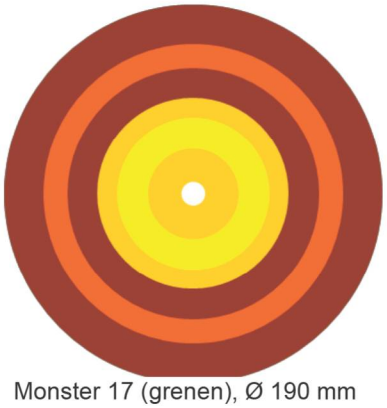
Monster 14 (grenen), Ø 180 mm



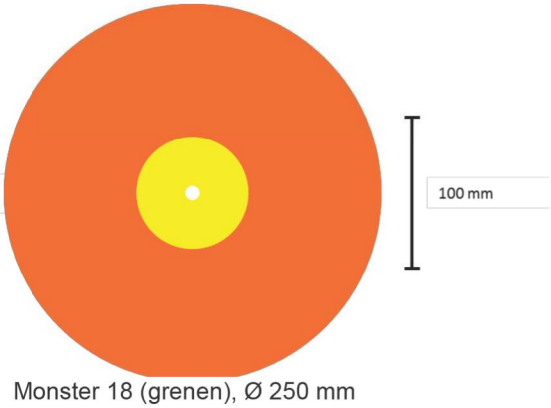
Monster 15 (grenen), Ø 205 mm



Monster 16 (grenen), Ø 260 mm



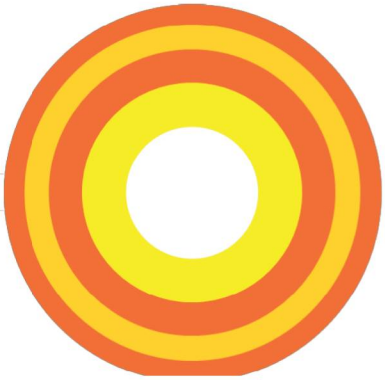
Monster 17 (grenen), Ø 190 mm



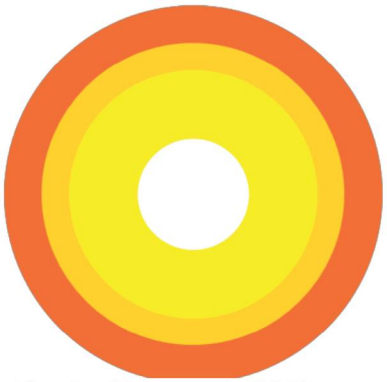
Monster 18 (grenen), Ø 250 mm



Monster 19 (grenen), Ø 210 mm



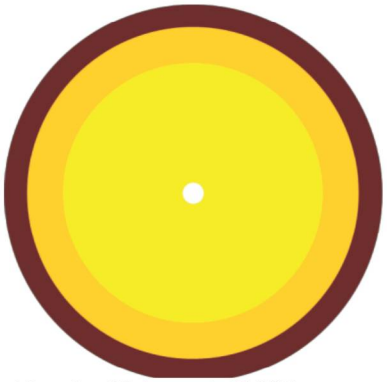
Monster 20 (grenen), Ø 240 mm



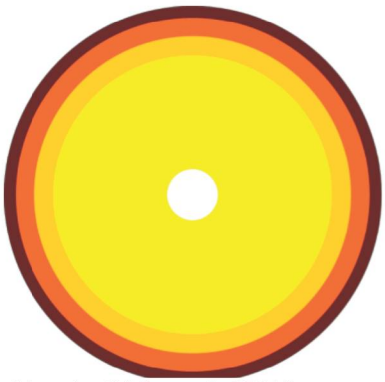
Monster 21 (grenen), Ø 210 mm



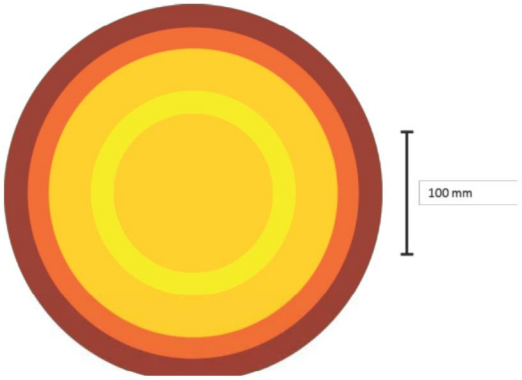
Monster 22 (grenen), Ø 230 mm



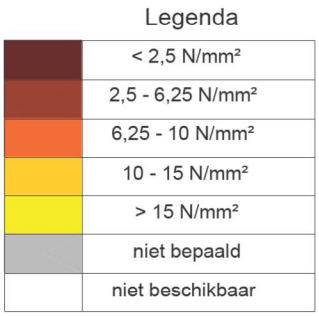
Monster 23 (vuren), Ø 280 mm



Monster 24 (vuren), Ø 310 mm



Monster 25 (vuren), Ø 310 mm



Paaldiameters: opgave opdrachtgever

4.4 Beoordeling datakwaliteit

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

5 Discussie en Interpretatie

Oorzaak: In alle monsters: bacteriële aantasting ontstaan onder water. In de monsters 16, 20 en 21 in combinatie met schimmelaantasting ontstaan door droogstand, in de monsters 16 en 20 als gevolg van uitdroging.

Omvang: Diepte ernstige aantasting monsters 13 t/m 25: respectievelijk 8, 3, 15, 10, 47, 82, 23, 5, 11, 25, 20, 10 en 8 mm.

Activiteit: Bacteriële aantasting actief in de monsters, behalve in monster 18.

Uitbreiding: Sterk door bacteriën aangetaste schil in de monsters 13 t/m 25 behalve monster 18 tot maximaal respectievelijk 10, 4, 18, 12, 57, 28, 6, 13, 30, 27, 14 en 11 mm. In monster 18 geen uitbreiding.

Rondom de palen 16, 20 en 21 heeft droogstand plaats gevonden. Indien droogstand voor blijft komen zou een uitbreiding verwacht kunnen worden van de sterk aangetaste schil met maximaal 25 mm per jaar in het spint van de palen 16 en 20 en met 1.7 mm in het kernhout van deze palen. In paal 21 wordt een maximale uitbreiding verwacht van 13 mm per jaar.

Voor het bepalen van de dragende diameter bij het omslagpunt wordt gebruik gemaakt van de diepte van sterke bacteriële aantasting aan de paalkop. Daar deze diepte in de palen 16, 20 en 21 door een combinatie van bacteriën en schimmels is veroorzaakt, is een inschatting nodig van wat de diepte van de sterk aangetaste schil bij deze palen zou zijn indien er geen droogstand had plaats gevonden. Gezien het aantastingsbeeld zou zonder droogstand een zelfde dikte van de sterk aangetaste schil zijn ontstaan bij de palen 20 en 21 maar minder bij paal 16.

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

6 Conclusie

De palen 13 t/m 22 zijn grenen en 23 t/m 25 zijn vuren. Alle monsters zijn in een buitenste schil van respectievelijk 8, 3, 15, 10, 47, 82, 23, 5, 11, 25, 20, 10 en 8 mm sterk aangetast door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen. De monsters 16, 20 en 21 zijn ook aangetast door schimmels. Deze schimmelaantasting is ontstaan tijdens perioden met droogstand waarbij het hout van monster 16 en 20 ook uitgedroogd is.

Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout met voldoende waterdekking op de paalkoppen, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in de monsters 13 t/m 25 (behalve monster 18) kan uitbreiden tot respectievelijk 10, 4, 18, 12, 57, 28, 6, 13, 30, 27, 14 en 11 mm. In monster 18 wordt geen uitbreiding verwacht. Indien droogstand voor blijft komen rond de monsters 16, 20 en 21 zou een uitbreiding verwacht kunnen worden van de sterk aangetaste schil met maximaal 25 mm per jaar in het spint van de palen 16 en 20 en met 1.7 mm in het kernhout van deze palen. In paal 21 wordt een maximale uitbreiding verwacht van 13 mm per jaar.

7 Literatuur

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

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

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

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

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

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

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

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

Bijlage 1: Microscopisch onderzoek

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

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

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

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

- dikke bruine hyfe van blauwschimmel;
- dunne transparante hyfe van houtaantastende schimmel (wit-, bruin- en softrot veroorzakers);
- sporen van diverse micro-organismen;
- algen;
- aanwezigheid van inhoudsstoffen (pyriet, gommen, harsen, silicaten, kristallen) en thyllen;
- insluitsels van organische herkomst.

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

Bijlage 2: Houtsoortbeschrijving en spintbepaling

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

In de monsters 23 t/m 25 is de houtstructuur zoals die van vuren waargenomen:

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

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

In de overige monsters is de houtstructuur zoals die van grenen waargenomen:

Naaldhout met heterogene stralen met vensterstippels (kruisvlak), radiale en axiale harskanalen, tracheïden met eenrijige hofstippels.

Bij grenen is het spint op basis van aankleuring onderscheiden van het kernhout.

Bijlage 3: Gradiënt vocht, volumieke massa, druksterkte

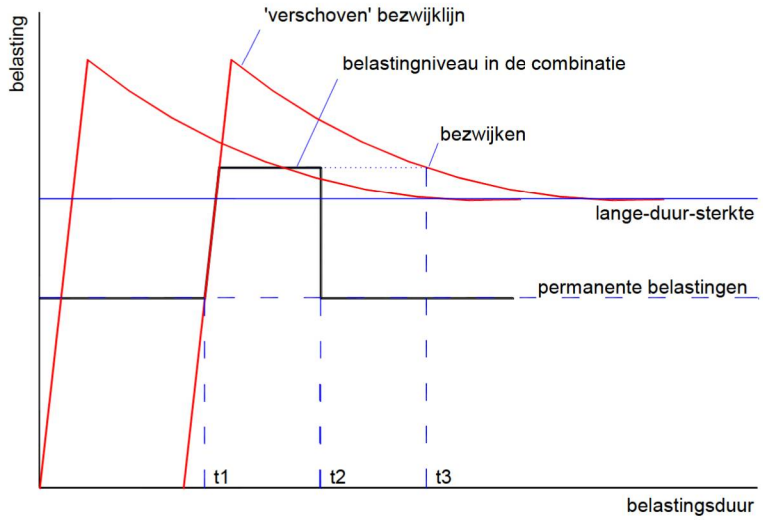
Tabel 4.2 bevat de waardes van de submonsters beginnend met de buitenzijde (bastzijde) en eindigend met de binnenzijde (kernkant), indien van toepassing is spint of kernhout aangegeven met een “s” of “k”. Wanneer aangegeven met een “*” zijn de submonsters te klein (< 1 cm^3) waardoor de waarden slechts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

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

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

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

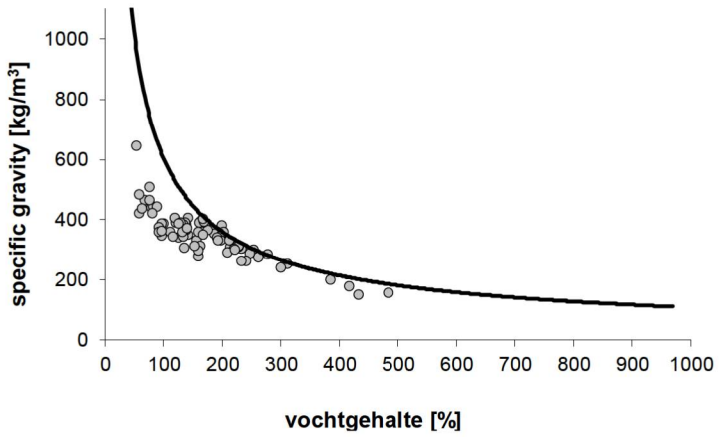
(waar f_d = rekenwaarde, f_k = karakteristieke waarde, γ_m = materiaalfactor (= 1,3) en k_{mod} = modificatiefactor (afhankelijk van belastingtijd en vochtgehalte = 0,5). De bepalende belastingcombinatie voor funderingspalen is meestal lang en de *lange-duur-sterkte* zoals weergegeven in figuur 4.1 mag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



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

Bijlage 5: Referentiewaarden

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



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

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

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

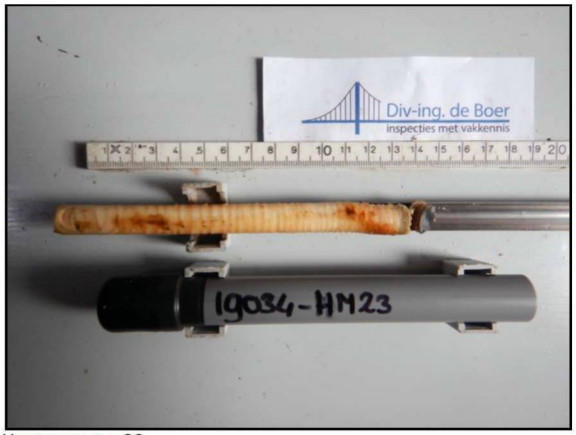
Houtsoort	Volumieke massa (0% vochtgehalte)
Noord-Europees grenen	435 (390 - 482) kg/m^3
NL grenen spint	532 (510 - 560) kg/m^3
NL grenen kern	483 (421 - 554) kg/m^3
Midden-Europees vuren	428 (363 – 539) kg/m^3
Europees vuren	407 (332 – 490) kg/m^3

Bijlage 6: Achtergrond uitbreiding aantasting

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

Hierop zijn voor dit rapport verder geen aanvullingen.

Bijlage 2: Foto's Houtmonsters



Houtmonster 23



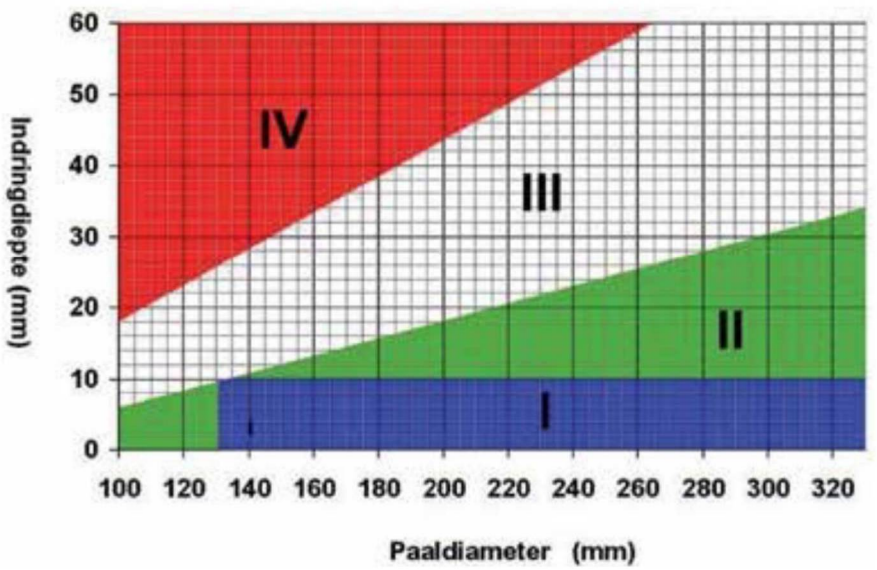
Houtmonster 24



Houtmonster 25

Bijlage 3: Beslissingsdiagram

Onderstaande gegevens zijn afkomstig uit: "Richtlijn Houten Paalfunderingen onder gebouwen Onderzoek en beoordeling - 3e herziene editie F3O/SBRCURnet, Delft oktober 2016"



Gebied I:
Bij deze combinatie van diameter en indringing wordt gesteld dat geen aantasting van constructieve betekenis aanwezig is. Het nemen van houtmonsters is hier niet noodzakelijk.

Gebied II:
Dit betreft aangetaste palen. De aantasting is beperkt waardoor geen nadelige invloed op de sterkte van de paalschacht wordt verwacht. Het nemen van houtmonsters is alleen noodzakelijk om een uitspraak te kunnen doen over de oorzaak van de aantasting en de ontwikkeling van de aantasting in de tijd.

Gebied III:
Voor onderzoek naar de sterkte van de paalschacht in de toekomst is bij deze combinatie van diameter en indringingswaarde monstername noodzakelijk.

Gebied IV:
Dit is het gebied van relatief grote aantasting ten opzichte van de diameter dan wel een te kleine paaldiameter ten opzichte van het boorgat. De sterkte van de paalschacht is hier onvoldoende. Het nemen van een houtmonster is alleen noodzakelijk indien de oorzaak van de aantasting moet worden vastgesteld.

Bijlage 4: Kalibratierapport “Specht”

IL 890

profound

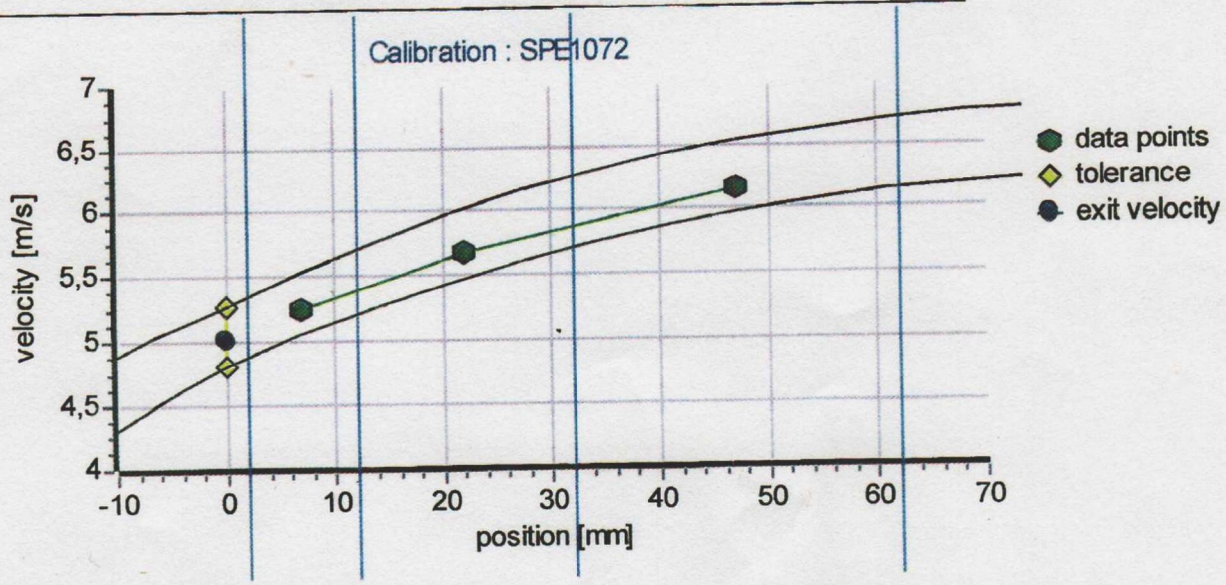
Kalibratiecertificaat *De SPECHT*

Profound houthardheidsmeter

Gegevens	
Serienummer	*SPE1072*
Productiejaar	*2017*
Totale massa	2,6 kg

Kalibratie	waarde	min	max
Uittreedsnelheid *	4.998 m/s	4.79 m/s	5.27 m/s
Kracht *	61 N	57 N	65 N
Dynamische massa	310 gr	307 gr	313 gr

* Opmerkingen:
De uittreedsnelheid wordt gemeten op het moment dat de meetpen het apparaat verlaat.
De kracht wordt statisch afgeregeld met de voorzijde van de meetpen, gelijk aan de voorzijde van het apparaat.



Rapportage	✓ goedgekeurd

Kalibratiedatum: 16-5-2019

Handtekening:

De kalibratie wordt uitgevoerd met een kalibratiemassa van 6.22 ± 0.01 kg, Hamamatsu L8957 LED's en een Le Croy Wave Surfer (s/n LCRY0301J11173).

De SPECHT inclusief kalibratie voldoet aan de eisen vastgelegd in de rapportage van de werkgroep "Standaardisatie meet-apparaat funderingsonderzoek", zoals vastgelegd in het rapport "Onderbouwing prikgegevens funderingsonderzoek", 2002

Profound BV
Limaweg 17

ISO 9001:2015 certified
Tel. +31 (0)182 640 964
info@profound.nl

[redacted]
BIC RABONL2U

Bijlage 5: Technisch advies (herberekening) kademuur Lijnbaansgracht – IB

Gemeente Amsterdam

Technisch advies kademuur Lijnbaansgracht

Herberekening Kademuur LYG1001

Auteur(s)
[redacted]

Opdrachtgever
Gemeente Amsterdam – [redacted]

Kopie aan
[redacted]
Ingenieursbureau

Status
Definitief

Datum
15-05-2019

Kenmerk
LYG1001-TA-2019-D

Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
[redacted]	[redacted]	15-05-2019

Inhoud

1 Inleiding 4
1.1 Aanleiding 4
1.2 Leeswijzer 6

2 Basisinformatie en uitgangspunten 7
2.1 Basisinformatie 7
2.2 Uitgangspunten Veiligheidsklasse, referentieperiode 7
2.3 Normen en richtlijnen 7
2.4 Gehanteerde computerprogramma's 7
2.5 Materiaaleigenschappen 8
2.6 Geotechnische uitgangspunten 8

3 Aanpak 10

4 Belastingen en belastingfactoren 12
4.1 Belastingen 12
4.2 Belastingfactoren 12

5 Belastingsgevallen en combinaties 13
5.1 Permanente belastingen constructie gedeelte 1 13
5.2 Veranderlijke belasting constructie gedeelte 1 13
5.3 Permanente belasting constructie gedeelte 2 14
5.4 Veranderlijke belasting constructie gedeelte 2 15
5.5 Belastingcombinaties 17

6 Resultaten 19
6.1 Toetsing constructie gedeelte 1 19
6.2 Toetsing constructie gedeelte 2 19

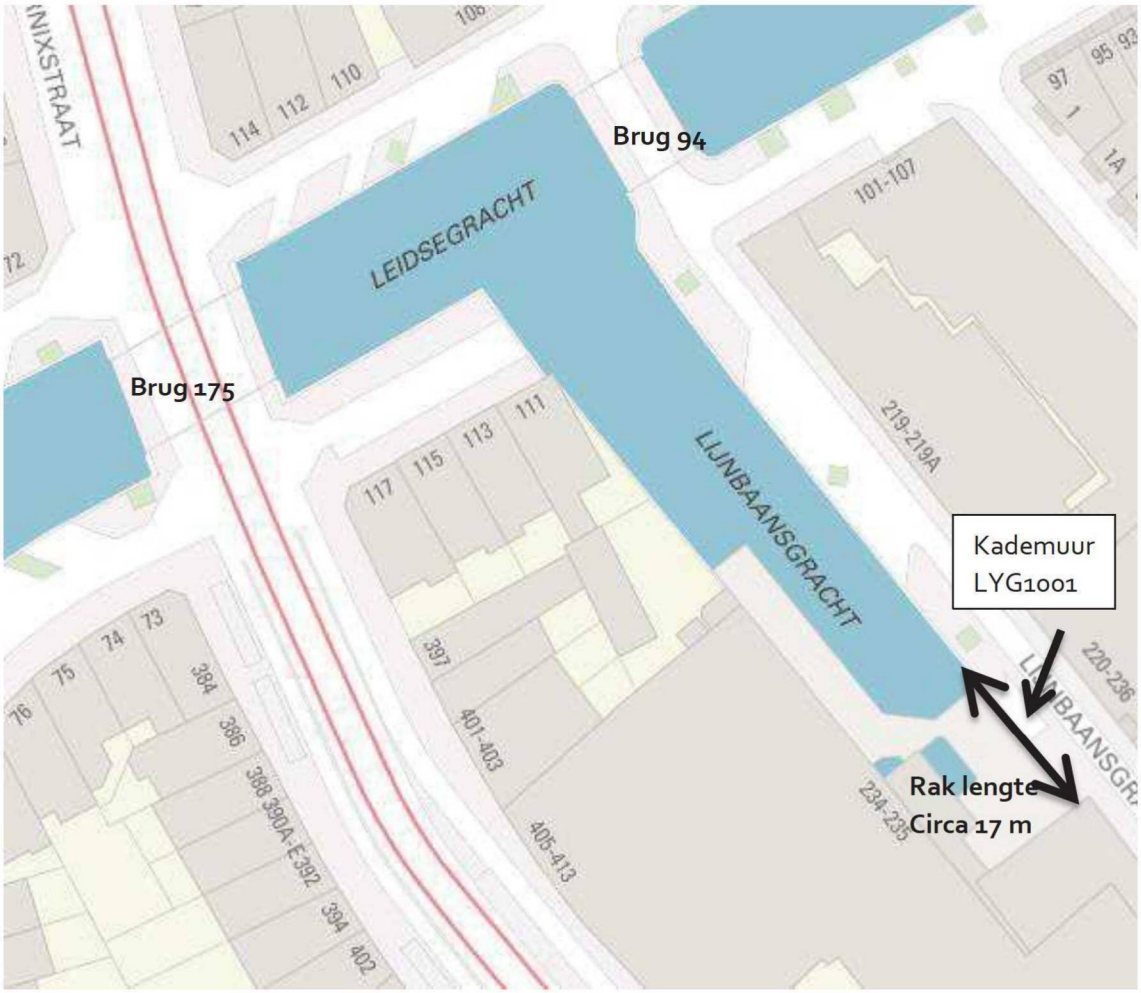
7 Conclusies en aanbevelingen 21
7.1 Conclusie 21
7.2 Bovenbouw [Metselwerkwand en houten vloer] 21
7.3 Fundering [houten palen] 21
7.4 Advies 22

Bijlage(n)
Bijlage 1 -Archieftekeningen
Bijlage 2 -Rekensheet gewichtsmuur
Bijlage 3 - Engineeringreport scia
Bijlage 4 - Rekensheet funderingspalen
Bijlage 5 - Rekensheet knik controle palen
Bijlage 6 - Geotechnisch advies
Bijlage 7 - Funderingsinspectie Baars-Cipro

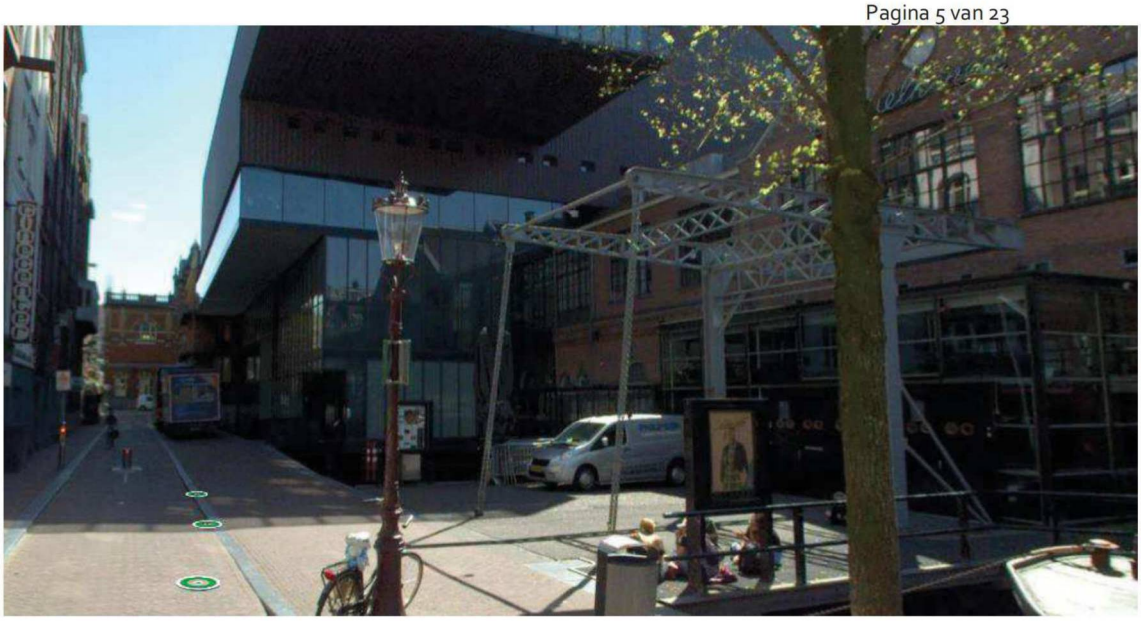
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Ingenieursbureau (IB) is gevraagd een herberekening te doen van de kademuur aan de Lijnbaansgracht naast de Melkweg. Het doel van deze berekening is het vast stellen van de constructieve staat en de restlevensduur van de kademuur. De constructie die in dit rapport wordt beoordeeld is in het onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1. Overzichtstekening



Figuur 2: Overzichtsfoto Lijnbaansgracht LYG1001

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de algemene uitgangspunten voor de kademuur weergegeven.
In hoofdstuk 3 wordt de aanpak/ modellering van de kademuur beschreven.
In hoofdstuk 4 worden de belastingen en belastingfactoren omschreven.
In hoofdstuk 5 worden de belastingsgevallen en belastingcombinaties van de kademuur beschreven.
In hoofdstuk 6 worden de resultaten van de kademuur weergegeven die zijn getoetst volgens de eurocode.
In hoofdstuk 7 wordt de conclusie weergegeven inclusief een advies met betrekking tot het in stand houden van de kademuur.

2 Basisinformatie en uitgangspunten

2.1 Basisinformatie

Voor dit ontwerp hanteren we de volgende basisinformatie:
Tabel 1. Basisinformatie

Bron	Type	Datum
1. IB	Inspectierapport Baars-Cipro	2019
2. IB	Rapportage instandhoudingsinspectie en conditiemeting AnteaGroup	2017

2.2 Uitgangspunten Veiligheidsklasse, referentieperiode

De volgende uitgangspunten worden gehanteerd:
Tabel 2. Uitgangspunten

Uitgangspunten	
Gevolgklasse	CC2
Restlevensduur	30 jaar
Referentieperiode	30 jaar
Toets niveau	Verbouw

2.3 Normen en richtlijnen

Tabel 3. Normen en richtlijnen

Norm/richtlijn	Normen	Jaar
[I]. NEN-EN 8700	Grondslagen voor de constructieve beoordeling van bestaande bouw en het constructief ontwerp ten behoeve van verbouw	2015
[II]. NEN-EN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren - Belastingen	2011
[III]. NEN-EN 1992-1+C1+NB	Ontwerp en berekening van betonconstructies	2011
[IV]. NEN-EN 1995-1-1 +C1+NB	Ontwerp en berekening van houtconstructies	2011
[V]. Cur 186	Binnenstedelijke kademuren	2014
[VI]. TAK	Toetskader Amsterdamse kademuren v1.0	2018

2.4 Gehanteerde computerprogramma's

Tabel 4. Computerprogramma's

Programma	Toepassing	Versie

Microsoft Word	Rapportage	2010
Microsoft Excel	Rekensheet	2013
Scia Enigineer	EEM-berekeningen	2013

2.5 Materiaaleigenschappen

In tabel 5 en 6 worden de uitgangspunten benoemd die worden gebruikt bij de toetsing. Bij onbekendheid wordt er hiervoor een aanname gedaan.

Tabel 5. Materiaal eigenschappen

Materiaal	Kwaliteit, Type	Soortelijk gewicht [kN/m^3]
Metselwerk d=0,55 m [Gewichtsmuur]	-	$\gamma_{dr}20$; $\gamma_{nat}23$
Houten vloer d=180 mm	Onbekend => C24	2,9
Houten kespen 200 mm x 180 mm [bxh]	Onbekend => C24	2,9
Houten palen Ø 190 [mm]	Onbekend => C24	2,9

2.6 Geotechnische uitgangspunten

Tabel 6. Geotechnische uitgangspunten

Onderdeel	Materiaal/Dimensies	Bron
Paaltype	Hout/Vuren	Inspectierapport Baars-Cipro
Paalkop	Ø 190 [mm]	Inspectierapport Baars-Cipro
Paalpunt	Ø 90 [mm]	Conform [VI]
Tapsheid	8,0 [mm/m]	Conform [VI]
Paalpunt niveau	-13,25 m NAP	Conform [VI]
Constructieve kerende hoogte	3,30 m	Conform [VI]
Maaiveld hoogte	+0,4 m NAP	Conform AHN.nl
Waterpeil	-0,4 m NAP	Conform [VI]

Per funderingspaal zijn er voor de horizontale beddingen conform [VI] de volgende parameters aangehouden.

Tabel 7 - De horizontale beddingsconstante voor een gemiddeld Amsterdams grondprofiel

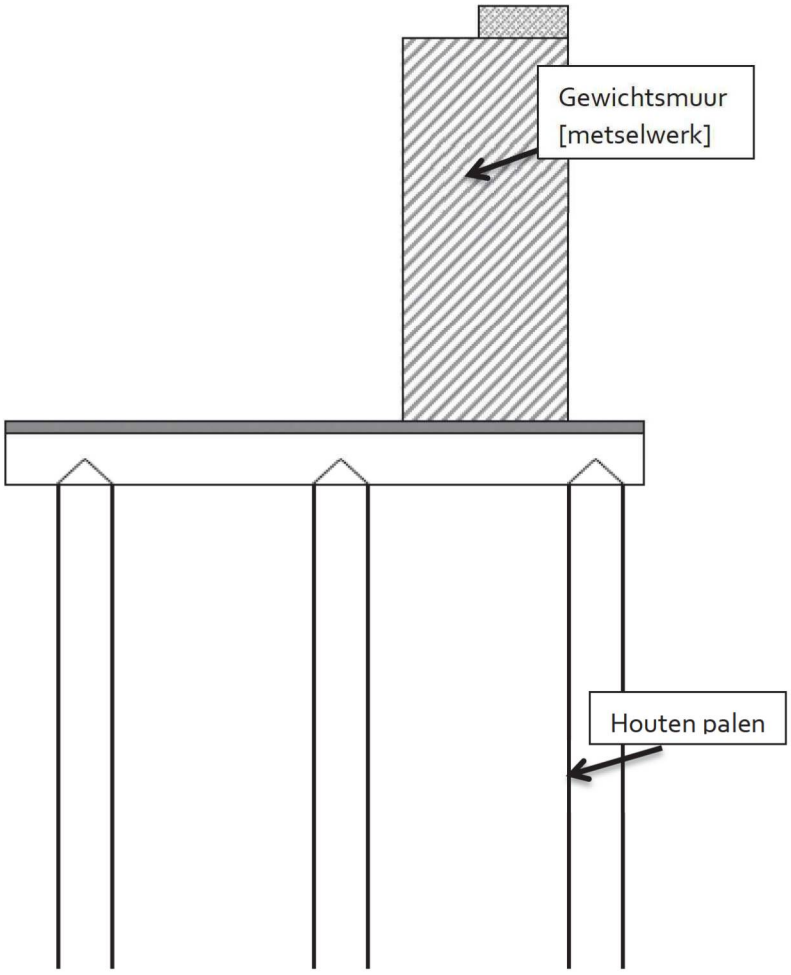
Grondlaag	Boven-/onderzijde laag [m NAP]	Dikte laag [m]	$k_{h;rep}$ [kN/m^3]	$k_{h;d}$ [kN/m^3]
Klei en veen	0,0 / - 4,0	4,0	2000	1480
Wadafzettingen	- 4,0 / - 9,0	5,0	4000	2960
Zandhoudende klei	- 9,0 / - 11,0	2,0	6000	4440

Grondlaag	Boven-/onderzijde laag [m NAP]	Dikte laag [m]	$k_{h;rep}$ [kN/m^3]	$k_{h;d}$ [kN/m^3]
Klei en veen	- 11,0 / - 12,5	1,6	1600	1190
1^e Zandlaag	- 12,5 / verder	-	36000	26670

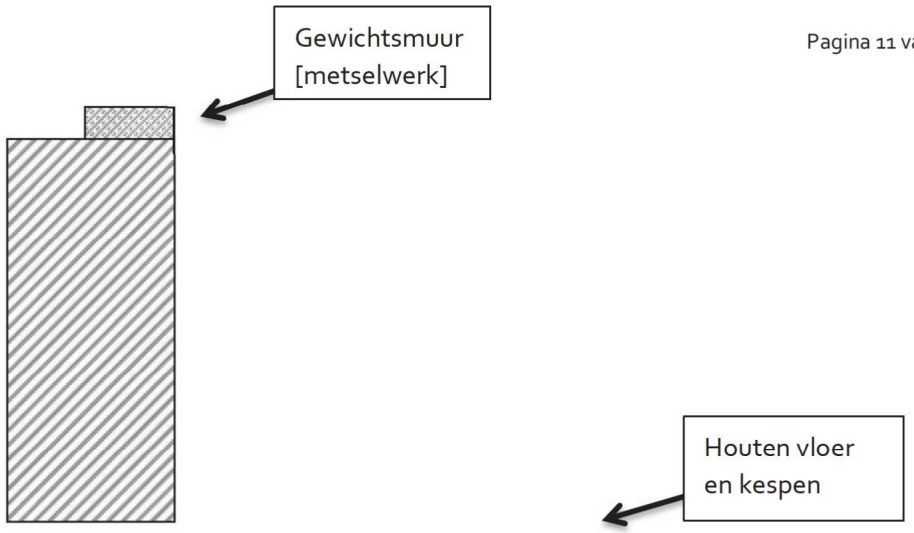
Per funderingspaal is er voor de verticale bedding conform [VI] een veerstijfheid van 20MN/m^2 aangehouden.

3 Aanpak

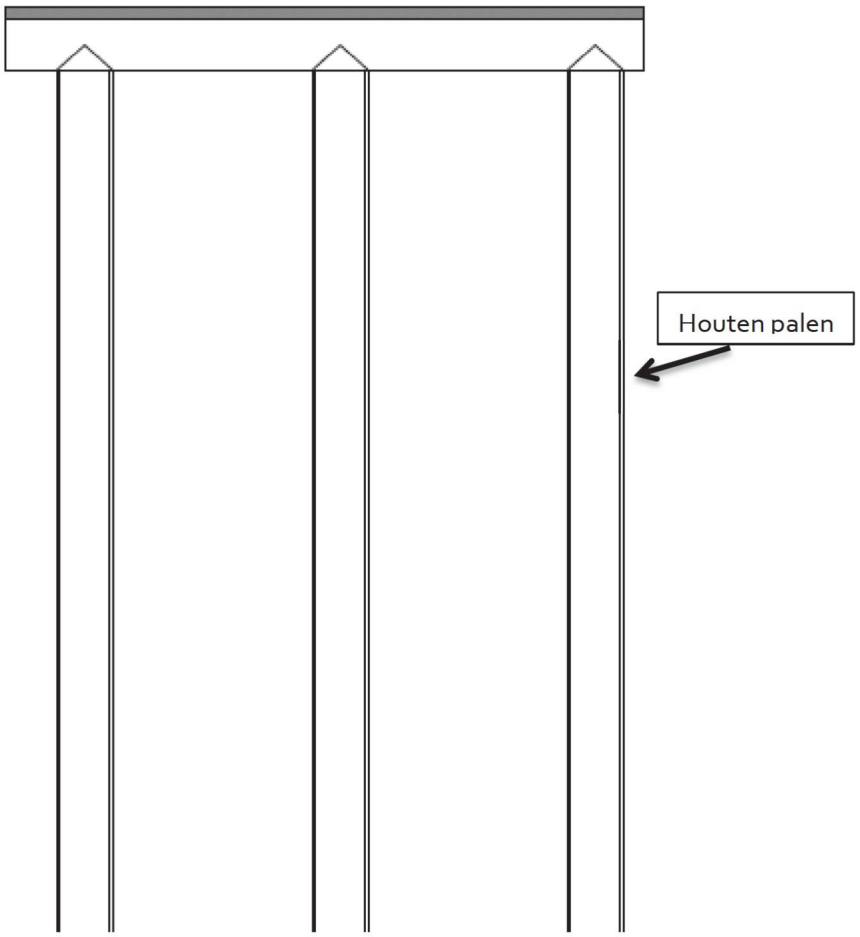
De constructie bestaat uit een gewichtsmuur (metselwerk) op een houten vloer en houten palen (zie figuur 3). Gezien de gewichtsmuur niet constructief is verbonden met de houten vloer worden de constructies als apart beschouwd (zie figuur 4 en 5). Constructie gedeelte 1 wordt berekend met behulp van een rekensheet [Microsoft Excel] en constructie gedeelte 2 wordt door berekend met behulp van Scia Engineer.



Figuur 3. Kademuur



Figuur4. Constructie gedeelte 1



Figuur 5. Constructie gedeelte 2

4 Belastingen en belastingfactoren

4.1 Belastingen

De kade is toegankelijk voor publiek en verkeer. De belastingen en belastingcombinaties worden bepaald met behulp van de NEN-8700 en NEN8701.

4.2 Belastingfactoren

De toegepaste belastingfactoren zijn ontleend aan de NEN-EN 8700, vergelijking 6.10a en 6.10b uit tabel A.2.2 (D).

Belastings-combinatie	**Partiële factoren voor belastingen bij verbouw**				
	Blijvende belastingen		**Verkeer**	**Wind**	**Andere veranderlijke belasting**
	Ongunstig	Gunstig			
(Vgl. 6.10a)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{T,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Gevolgklasse CC1A/B	1,10	0.90	1,15	1,20	1,10
Gevolgklasse CC2	1,25	0,90	1,25	1,40	1,30
Gevolgklasse CC3	1,30	090	1,35 (1,30)	1,60	1,50
(Vgl. 6.10b)	$\xi\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Gevolgklasse CC1A/B	1.10	0.90	1,15	1,20	1,10
Gevolgklasse CC2	1,15(1,10)	0,90	1,25	1,40	1,30
Gevolgklasse CC3	1,20(1,15)	0,90	1,35 (1,30)	1,60	1,50

Figuur 6. Belastingfactoren

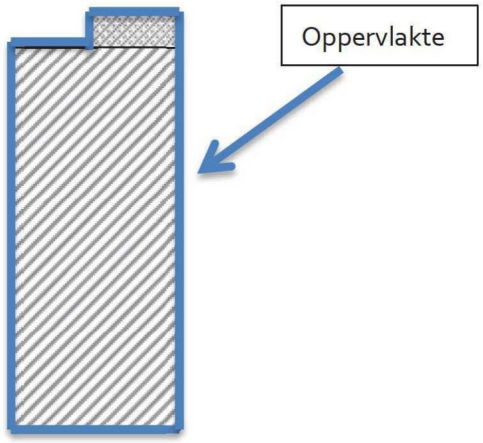
De toegepaste belastingfactoren voor de verschillende belastingcombinaties worden verder toegelicht in hoofdstuk 4.

5 Belastingsgevallen en combinaties

5.1 Permanente belastingen constructie gedeelte 1

BG 1 –Eigengewicht

Voor het eigengewicht van de constructie wordt het oppervlak vermenigvuldigd met het soortelijk gewicht. Maaiveld hoogte bevindt zich op + 0,4m NAP en de bovenkant vloer op -1,0 m NAP. De wanddikte is aangenomen op basis van gerelateerde kademuren [zie bijlage 1]. Het eigengewicht bedraagt 18,59 kN/m.



Figuur 7. Oppervlak gewichtsmuur

BG 2 – Rustende belasting

De rustende belasting bestaat uit de horizontale gronddruk.
Gezien de metselwerkwand een relatief stijve constructie is wordt er gerekend met de neutrale gronddrukfactor. De neutrale gronddrukfactor [λn] is 0,5 conform [VI]

De horizontale gronddruk bedraagt:
Van NAP +0,4 m tot NAP -0,40 m loopt de gronddruk op van 0 kN/m² tot :

$$\gamma_{zand} * (0{,}4 + 0{,}4) * \lambda n = 18 * 0{,}8 * 0{,}5 = 7{,}2\ kN/m^2$$

Van NAP -0,4 m tot NAP -1,0 m loopt de gronddruk op van 0 kN/m² tot:

$$6{,}62 \frac{kN}{m^2} + \gamma_{zand} * (-0{,}4 + 1{,}0) * \lambda n = 6{,}62 + 10 * 0{,}6 * 0{,}5 = 10{,}2\ kN/m^2$$

5.2 Veranderlijke belasting constructie gedeelte 1

BG 3 – Veranderlijke belasting

Voor de veranderlijke belasting wordt conform [VI] een belasting van 5 kN/m² aangehouden. De belasting wordt omgezet naar een horizontale belasting op de wand. De horizontale belasting bedraagt $5\ {}^{kN}/_{m^2} * 0{,}5 = 2{,}5\ {}^{kN}/_{m^2}$

5.3 Permanente belasting constructie gedeelte 2

BG1 1- Permanente belasting
Het eigengewicht van constructie gedeelte 2 wordt bepaald door scia engineer.

BG 2 – Rustende belasting
De rustende belasting bestaat uit het gewicht van constructie gedeelte 1.
Deze belasting wordt als vlaklast op de vloer aangebracht. De rustende wordt bepaald door de hoogte van de wand te vermenigvuldigen met het soortelijk gewicht.

$$1{,}0\ m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} + 0{,}6\ m * 23\ {}^{kN}/_{m^3} = 33{,}8\ {}^{kN}/_{m^2}$$

BG3 – Opwaartse waterdruk
De vloer bevindt zich geheel onderwater. Als uitgangspunt wordt het waterstand aangehouden op NAP – 0,40 m. Er wordt aangenomen dat de vloer zich bevindt op NAP -1,0 m. De verticale opwaartse waterdruk op de vloer bedraagt dan 6 kN/m².

BG4 – Verticale grondbelasting
De verticale grondbelasting wordt bepaald op basis van de maaiveld hoogte + 0,4 m NAP tot -1,0 m NAP = 1,40 m ten opzichte van bovenkant vloer:

$$Q_{grond} = 1{,}40m * 18\frac{kN}{m^3} = 25{,}2\ {}^{kN}/_{m^2}$$

BG5 – Horizontale grondbelasting
De horizontale grondbelasting bestaat uit de horizontale gronddruk. Gezien de betonwand een relatief stijve constructie is wordt er gerekend met de neutrale gronddrukfactor. De neutrale gronddrukfactor [λn] is 0,5 conform [VI]

De horizontale gronddruk bedraagt:

Van NAP +0,4 m tot NAP -0,40 m loopt de gronddruk op van 0 kN/m² tot :

$$\gamma_{zand} * (0{,}4 + 0{,}4) * \lambda\mathrm{n} = 18 * 0{,}8 * 0{,}5 = 7{,}2\ kN/m^2$$

Van NAP -0,4 m tot NAP -1,0 m loopt de gronddruk op van 0 kN/m² tot :

$$6{,}62\frac{kN}{m^2} + \gamma_{zand} * (-0{,}4 + 1{,}0) * \lambda\mathrm{n} = 6{,}62 + 10 * 0{,}6 * 0{,}5 = 10{,}2\ kN/m^2$$

Dit wordt in het SCIA model als lijnlast op de vloer aangebracht. De lijnlast bedraagt

$$10{,}2\frac{kN}{m^2} * \frac{(0{,}4\ m + 1{,}0\ m)}{2} = 7{,}14\ kN/m$$

Gezien deze kracht niet op de daadwerkelijke hoogte van de vloer aangrijpt wordt er ook nog een moment toegevoegd. Dit moment wordt vervolgens gedeeld door de overspanning van de eerste twee palen en als trek en drukkracht aangebracht. $7{,}14\frac{kN}{m} * \left(\frac{1}{3} * 1{,}4\ m\right) = 3{,}33\frac{kNm}{m}$

$$\frac{3{,}33\ {kNm}/{m}}{1{,}0\ m} = 3{,}33\ {kN}/{m}$$

5.4 Veranderlijke belasting constructie gedeelte 2

BG 6 – Mensenmenigte verticaal
Voor de veranderlijke belasting wordt conform [VI] 5 kN/m² aangehouden zoals aangegeven in 3.1. Dit wordt als gelijkmatige verdeelde belasting achter de kade aangebracht.

BG 7 – Mensenmenigte horizontaal
De veranderlijke belasting van bg6 wordt daarnaast ook als horizontale kracht op de vloer aangebracht. Dit wordt bepaald door de verticale belasting te vermenigvuldigen met K_o. De horizontale belasting bedraagt dan 5 kN/m²*0,5= 2,5 kN/m². Conform bg5 wordt dit ook trek en drukkracht op de palen aangebracht.

$$2{,}5\frac{kN}{m} * 1{,}4\ m = 3{,}5\frac{kNm}{m}$$

$$\frac{3{,}5\ {kNm}/{m}}{1{,}0\ m} = 3{,}5\ {kN}/{m}$$

BG 8 – Verkeersbelasting verticaal
Gezien de bereikbaarheid wordt conform [VI] voor de verkeersbelasting rekening gehouden met een belasting van 20 kN/m² achter de kade. Deze belasting is equivalent aan verkeersklasse 60. In het geval de kade niet voldoet bij deze belasting worden de belastingen voor verkeersklasse 45 en 30 in rekening gebracht die respectievelijk 15 kN/m² en 10 kN/m² bedragen. Daarnaast wordt er gekeken op welke afstand van de kade de belasting van 20 kN/m² wel voldoet.

BG 9 – Verkeersbelasting horizontaal
De veranderlijke belasting van bg8 wordt daarnaast ook als horizontale kracht op de vloer aangebracht. Dit wordt bepaald door de verticale belasting te vermenigvuldigen met K_o. De horizontale belasting bedraagt dan 20 kN/m²*0,5= 10 kN/m². Dit wordt als lijnlast op de rand van de vloer aangebracht door het te vermenigvuldigen met de vloer dikte. De lijnlast bedraagt dan 10 kN/m²*0,18 m=1,8 kN/m Conform bg5 wordt dit ook trek en drukkracht op de palen aangebracht.

$$10\frac{kN}{m} * 1{,}4\ m = 14\frac{kNm}{m}$$

$$\frac{14\ {kNm}/{m}}{1{,}0\ m} = 14\ {kN}/{m}$$

Voor verkeersklasse 45 en 30 worden de belastingen respectievelijk 1,35 kN/m ; 0,9 kN/m voor de lijnlast en 10,5 kN/m ; 7 kN/m voor de trek en drukkrachten.

5.5 Belastingcombinaties

5.5.1 Algemeen

De belastingcombinaties worden bepaald conform [I]. Zie onderstaand figuur voor overzicht.

Belasting	Belastingscombinaties												
	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W [b]		T [b]		S	A1 [a,b]	
TS	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
UDL	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
Enkele as	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0	1	0	0	0,8	0,64	0,8	0,64	0,8	0	0,64	0,8
Voetpaden	0,4	0	0,4	1	1	0	0,32	0,32	0,32	0,32	0	0,32	0,32
Mensenmenigte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bijzondere voertuigen	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Wind [c] F_{wk}	0,3	0	0,3	0	0	0,3	1	1	0,3	0,3	0	0	0
F^*_w	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Temperatuur	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0	0	0
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0,	0	1	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Aardbevingsbelasting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figuur 8.Tabel momentane factoren voor belastingcombinaties

In het Scia model zijn de ψ waarden vermenigvuldigd met de belastingfactoren.

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{"+"} \gamma_P P \text{"+"} \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \qquad (6.10a)$$

$$\sum_{j\geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{"+"} \gamma_P P \text{"+"} \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \qquad (6.10b)$$

Figuur 9 Formules 6.10a en 6.10b conform [I]

Op basis van de toegepaste belastingen worden er verschillende belastingcombinaties opgesteld. In formule 6.10 a wordt het eigengewicht als de dominante belasting beschouwd en de veranderlijke belastingen worden gereduceerd met een momentane factor zie tabel 8 en 9. In formule 6.10 b wordt de veranderlijke belasting als dominante beschouwd waarbij de permanente belasting wordt gereduceerd ten opzichte van 6.10a.

5.5.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Tabel 8. Belastingcombinatie BGT ψ waarden vermenigvuldigd met de belastingfactoren

Belastingcombinaties	BC1.	BC2.
Eigen gewicht	1,0	1,0
Overige permanente en rustende belasting	1,0	1,0
Mensenmenigte(gelijkmatig verdeelde belasting)	-	1,0
Verkeersbelasting	1,0	-
Opwaartse waterdruk	1.0	1,0

5.5.3 Uiterste grenstoestand

Tabel 9. Belastingcombinatie 6.10 a UGT ψ waarden vermenigvuldigd met de belastingfactoren

Belastingcombinaties	BC1.6.10a	BC2. 6.10a
Eigen gewicht	1,25	1,25
Overige permanente en rustende belasting	1,25	1,25
Mensenmenigte(gelijkmatig verdeelde belasting)	-	1,25*0,8
Verkeersbelasting	1,25*0,8	-
Opwaartse waterdruk [gunstig]	0,9	0,9

Tabel 10. Belastingcombinatie 6.10 b UGT ψ waarden vermenigvuldigd met de belastingfactoren

Belastingcombinaties	BC1.6.10b	BC2. 6.10b
Eigen gewicht	1,15	1,15
Overige permanente en rustende belasting	1,15	1,15
Mensenmenigte(gelijkmatig verdeelde belasting)	-	1,25*0,8
Verkeersbelasting	1,25*0,8	-
Opwaartse waterdruk [gunstig]	0,9	0,9

6 Resultaten

6.1 Toetsing constructie gedeelte 1

Constructie gedeelte 1 [wand] is getoetst met behulp van een rekensheet op afschuiving en kantelstabiliteit [zie bijlage 2]. Constructie gedeelte 1 voldoet niet bij een maaiveld belasting van 5 kN/m^2 achter de kade.

6.2 Toetsing constructie gedeelte 2

Constructie gedeelte 2 is getoetst met behulp van SCIA Engineer. Hieronder zijn de optredende krachten verwerkt in een tabel met de capaciteit. De capaciteit van constructie gedeelte 2 is bepaald conform [VI].

Tabel 11. Toetsing ontlastvloer

Houten vloer (d=200 mm)	Waarde	Capaciteit	Unity Check
Maximaal moment (MxD+)	4,82 [kNm]	- [kNm]	-
Maximaal moment (MxD-)	5,44 [kNm]	-[kNm]	-
Maximale moment (MyD+)	3,24 [kNm]	- [kNm]	-
Maximale moment (MyD-)	3,04 [kNm]	-[kNm]	-
Maximale dwarskracht (Vx)	6,07 [kN]	- [kN]	-
Maximale dwarskracht (Vy)	7,20 [kN]	-[kN]	-

Er is nog geen rekenmethodiek aanwezig of ontwikkeld de houten vloerdelen te controleren. Omdat de planken moeilijk te bereiken zijn en daardoor niet worden onderzocht is het lastig om de afname door aantasting of geometrie te bepalen. Een controle met aangetaste of onaangetaste doorsnede is daarom niet uit te voeren.

Tabel 12. Toetsing kespen

Houten kespen (200x180 mm bxh)	Waarde	Capaciteit	Unity Check
Maximale(druk) spanning	0,4 N/mm^2	1,4 N/mm^2	0,29

Funderingspalen
Conform het funderingsrapport van Baars-Cipro wordt er rekening gehouden met een aantasting van 20-67 mm per paal. Voor berekening paal capaciteit, zie bijlage 3. Voor geotechnisch advies m.b.t het draagvermogen zie bijlage 6. De funderingspalen zijn daarnaast ook getoetst op knik waarbij zowel de aangetaste als onaangetaste doorsnede is getoetst [zie bijlage 5]

Tabel 13. Toetsing draagvermogen

Onderdeel	Optredend	Capaciteit	Unity Check
Maatgevende paalpunt kracht (Rz)	37,85 [kN]	18 [kN]	2,13

Gemiddelde paalpunt kracht (Rz)	34,00 [kN]	18 [kN]	1,89
Paaldraagvermogen	37,85 [kN]	80 [kN]	0,47

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusie

Op basis van de algemene toetsing van de kademuur LYG1001, welke is uitgevoerd op verbouw niveau met een restlevensduur van 30 jaar, kan worden gesteld dat de kademuur niet voldoet. De verschillende onderdelen zijn, indien mogelijk, getoetst op stabiliteit en sterkte, waarbij er rekening is gehouden met degeneratie van de constructie zoals aantasting. Op basis van de mate van overschrijding kan worden gesteld dat de kademuur ook niet zal voldoen op afkeurniveau met een restlevensduur van 15 jaar, het geen wat het minimale veiligheidsniveau is. De kade staat nog weliswaar overeind, mede door de afschuifbalk die niet in rekening is gebracht door onbekendheid van de aantasting, en het herverdelen van de (paal)krachten. Desondanks wordt er op basis van de bovengenoemde de restlevensduur van de kade, bij gebruik zoals in de huidige situatie, geschat op minder dan 5 jaar. In paragrafen 7.2 en 7.3 is deze conclusie verder toegelicht per onderscheiden constructiedeel.

7.2 Bovenbouw [Metselwerkwand en houten vloer]

Metselwerkwand
De metselwerkwand is gecontroleerd op kantelstabiliteit en afschuiving, rekening gehouden met enkel belasting veroorzaakt door mensenmenigte. Dit omdat de rijbaan zich op een afstand van 4 meter achter de kade bevindt en het verkeer dus ver genoeg van de wand rijdt. Desondanks voldoet de wand niet op zowel afschuiving als kantelstabiliteit. Voor de berekening van de metselwerkwand, zie bijlage 2. De afschuifbalk is bij de toetsing buiten beschouwing gelaten om dat de mate van aantasting niet is opgenomen in het inspectierapport.

Houten vloer
In tabel 11 zijn de optredende krachten veroorzaakt door de belastingen weergegeven. De houten vloer is niet getoetst op sterkte. Er is nog geen rekenmethodiek aanwezig of ontwikkeld om dit te controleren. Omdat de planken moeilijk te bereiken zijn en daardoor niet worden onderzocht is het lastig om de afname door aantasting te bepalen. Een controle met aangetaste of onaangetaste doorsnede is daarom niet uit te voeren.

7.3 Fundering [houten palen]

Constructief
De houten palen zijn getoetst op sterkte. Bij de toetsing is er op basis van de funderingsinspectie rekening gehouden met een aantasting van respectievelijk 67 mm, 20 mm en 67 mm. Deze aantasting volgt uit de 3 bemonsterde palen van het inspectierapport. Op basis van de toetsing op sterkte kan worden gesteld dat de palen met een aantasting van 67 mm niet voldoen. De palen met een aantasting van 20 mm voldoen wel op sterkte. In het geval de 3 bemonsterde palen

integraal worden geëxtrapoleerd over het gehele rak kan de conclusie worden getrokken dat 2/3 van de palen niet voldoen op sterkte.

Geotechnisch
Van de desbetreffende kade zijn er geen archieftekeningen, berekeningen of bestek beschikbaar. Voor de toetsing van het draagvermogen wordt conform [IV] een paalpunt niveau -13,00 m NAP aangehouden. De resultaten zijn weergegeven in tabel 13. Voor de berekening van het draagvermogen, zie bijlage 6.

7.4 Advies

Gezien er rekentechnisch niet kan worden aangetoond dat de kade voldoet aan het wettelijk gestelde minimale veiligheidsniveau, wordt geadviseerd de volgende beheersmaatregelen toe te passen:

- Ontlasten van de constructie. Dit houdt in het toepassen van een lastbeperking van 3,5 ton [maximale voertuig gewicht] op een afstand van 0 meter tot en met 10 meter achter de kade. Dit is equivalent met een maximale aslast van 2,5 ton en een terreinbelasting van 5 kN/m^2.
- De kade per direct maandelijks te monitoren op deformatie (xyz).
- De kade te laten opnemen in het vernieuwingsprogramma.

Bijlage 1 - Archieftekeningen

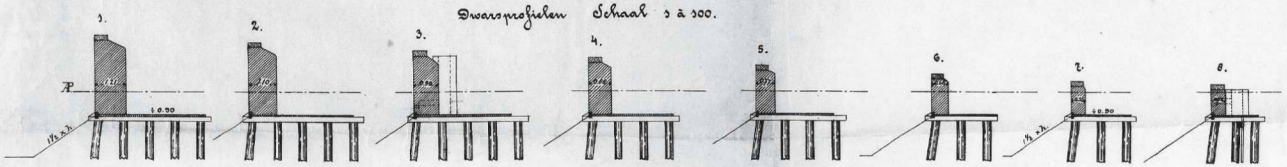
Gemeente Amsterdam.
Anno 1903.

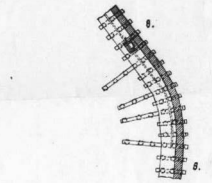
Behoort bij Bericht No 22.
2 Platen
No 2.

Ontwerp voor het doortrekken van de Bilderdijkgracht.

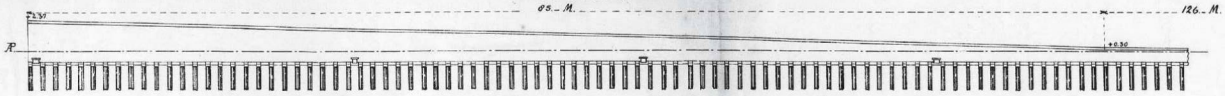
Kademuren Schaal 1 à 200.

Dwarsprofielen Schaal 1 à 200.

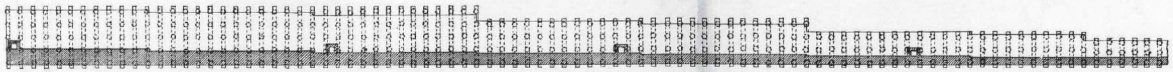


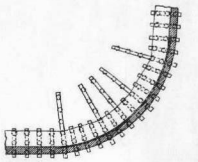


Vooraanzicht. a.–b.

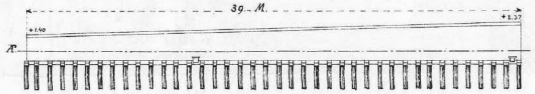


Platte grond. a.–b.

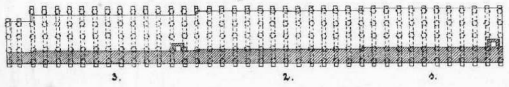




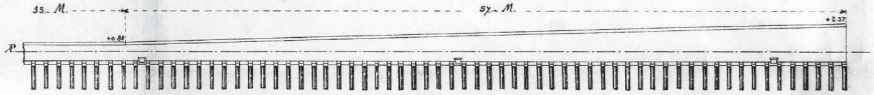
Vooraanzicht. c.–d.



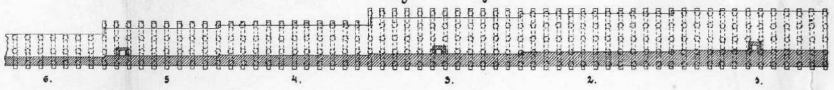
Platte grond. c.–d.



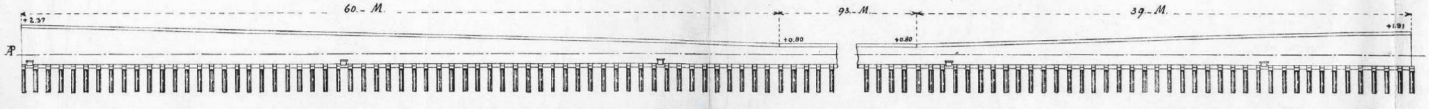
Vooraanzicht. e.–f.



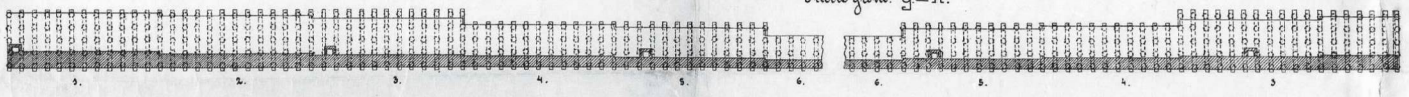
Platte grond. e.–f.



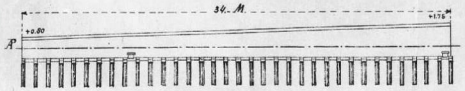
Vooraanzicht. g.–h.



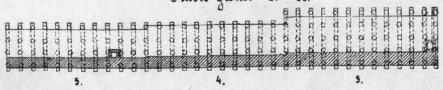
Platte grond. g–h.



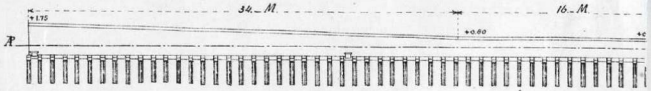
Vooraanzicht. i.–k.



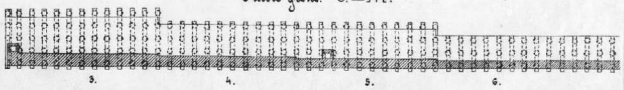
Platte grond. i.–k.



Vooraanzicht. l.–m.



Platte grond. l.–m.



AMSTERDAM

Bijlage 2 – Rekensheet gewichtsmuur

Uitgangspunten en Geometrie

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]
Datum:	23 april 2019
Project:	LYG1001

Gemeente Amsterdam

Invoer

Kadeconstructie

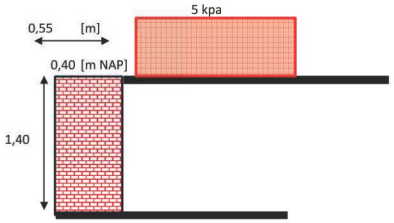
Breedte wand (gem) =	0,55	[m]
Bovenkant kademuur =	0,40	[m NAP]
Bovenkant vloer =	-1,00	[m NAP]
Hoogte wand =	1,40	[m]
Type bouwwerk =	Stijf	[-]

Maaiveldbelasting

Afstand tot kade (X) =	0,10	[m]

Grondparameters

grondwaterstand (g.w.s) =	-0,40	[m NAP]
maaiveldniveau =	0,40	[m NAP]
Gronddrukfactor =	0,5	[-]
Spreidingshoek φ, grond =	30	[graden]
γgrond;droog	18	[kN/m3]
γgrond;nat	20	[kN/m3]



Uitgangspunten kadeconstructie

Ontwerp uitgangspunten

Ontwerpniveau =	Verbouw		[-]
Ontwerp-/restlevensduur =	30	[jaar]	
Referentieperiode =	30	[Jaar]	(met een minimum van 15 jaar)
Gevolgklasse =	CC2	[-]	(tabel B1 NEN-EN 1990+A1+A1/C2;2011/NB:2011)
Risicoklasse =	RC2	[-]	(Mag in een verband worden gezien met gevolgklase. {tabel B3 NEN-EN 1990+A2+A1/C2:2011/NB:2011})
Ontwerpjaar voor 2012 =	Ja	[-]	(Voor bouwwerken die vallen onder het bouwbesluit 2003 of daarvoor gelden andere partitiele factoren.) (bouwbelsuit 2003 is vervallen op 1-1-2012)

Belastingfactoren en combinaties

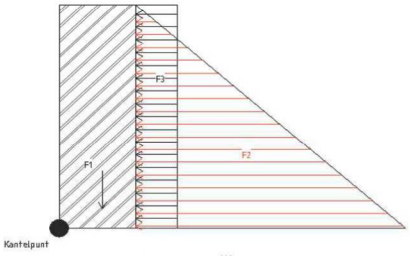
Partiële belastingsfactoren voor uiterste grenstoestanden STR en GEO

		Blijbende belastingen			Variabele belastingen			
		Ongunstig	Ongunstig	gunstig	Verkeer	Verkeer	Wind	Overige
		> 2012	≤ 2012	alle	> 2012	≤ 2012	alle	alle
6.10a	CC2	-	1,25	1,00	-	1,20	1,40	1,30
6.10b	CC2	-	1,10	1,00	-	1,20	1,40	1,30

Controle Kantelstabiliteit

Voor de bepaling van het moment wordt het momenten nulpunt gekozen aan de voorzijde wand met de Aansluiting van de vloer.
Voor bepaen maximale Flast uit verkeersbelasting wordt verwezen naar het werkblad zwaartransport

		Frep [kN]	γm (6.10a)	Fed;6.10a [kN]	γm (6.10b)	Fed;6.10b [kN]	e [m]	Med;6.10a [kNm]	Med;6.10b [kNm]
F1;vert	EG/Rb (wand)	17,7	1,25	22,1	1,10	19,5	0,275	6,1	5,4
F2a;hor	Grondbelasting	9,0	1,25	11,3	1,10	9,90	-0,9	-9,8	-8,6
F3;hor	Maaiveldbelasting	3,4	1,30	4,4	1,20	5,2	-0,8	-3,3	-4,0



Controle Kantelstabiliteit om kantelpunt

6.10a	**Σpos =**	**6,1**	**Σneg =**	**-13,1**	U.C. =	2,15	[-]	Voldoet niet
6.10b	**Σpos =**	**5,4**	**Σneg =**	**-12,6**	U.C. =	2,35	[-]	Voldoet niet

Controle Afschuiving

Fed;vert =	22,1	[kN]
Wrijvingsgetal =	0,6	[kN]
Fvert;red =	**13,3**	**[kN]**

Wrijvingsgetal = 0,6 [-] (Betonnen vloer)

Controle afschuiving kademuur

6,10a	**Fhorizontaal;tot =**	**15,6**	**[kN]**	U.C. =	1,17	[-]	Voldoet niet
6,10b	**Fhorizontaal;tot =**	**15,1**	**[kN]**	U.C. =	1,14	[-]	Voldoet niet

Bijlage 3 – Engineeringreport scia

1. Inhoudsopgave

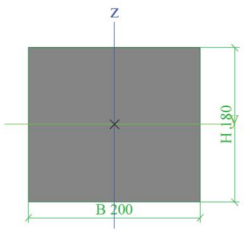
1. Inhoudsopgave 1
2. Project 3
3. Doorsneden 3
4. Materialen 4
5. Staven 5
6. 2D-elementen 5
7. Knoopondersteuningen 5
8. Knopen 5
9. Belastingsgevallen 6
9.1. Belastingsgevallen - BG1 6
9.1.1. BG1 / Totale waarde 6
9.2. Belastingsgevallen - BG2 7
9.2.1. BG1 / Totale waarde 7
9.3. Belastingsgevallen - BG3 8
9.3.1. BG1 / Totale waarde 8
9.3.2. Vlaklast 8
9.4. Belastingsgevallen - BG4 9
9.4.1. BG1 / Totale waarde 9
9.5. Belastingsgevallen - BG5 10
9.5.1. BG1 / Totale waarde 10
9.5.2. Lijnlast op 2D elementrand 10
9.5.3. Puntlast op staaf 10
9.6. Belastingsgevallen - BG6 12
9.6.1. BG1 / Totale waarde 12
9.7. Belastingsgevallen - BG7 13
9.7.1. BG1 / Totale waarde 13
9.7.2. Lijnlast op 2D elementrand 13
9.7.3. Puntlast op staaf 13
9.8. Belastingsgevallen - BG8 15
9.8.1. BG1 / Totale waarde 15
9.9. Belastingsgevallen - BG9 16
9.9.1. BG1 / Totale waarde 16
9.9.2. Lijnlast op 2D elementrand 16
9.9.3. Puntlast op staaf 16
9.10. Belastingsgevallen - BG10 18
9.10.1. BG1 / Totale waarde 18
9.11. Belastingsgevallen - BG11 19
9.11.1. BG1 / Totale waarde 19
9.11.2. Lijnlast op 2D elementrand 19
9.11.3. Puntlast op staaf 19
9.12. Belastingsgevallen - BG12 21
9.12.1. BG1 / Totale waarde 21
9.13. Belastingsgevallen - BG13 22
9.13.1. BG1 / Totale waarde 22
9.13.2. Lijnlast op 2D elementrand 22
9.13.3. Puntlast op staaf 22
10. Combinaties 24
11. Belastinggroepen 25
12. Resultaatklasses 25
13. Model 27
13.1. Rekenmodel 27
13.2. Rekenmodel 27
14. Resultaten 28
14.1. Vloer 28
14.1.1. 2D element - Interne krachten 28
14.1.2. Interne 2D-krachten; m_xD+ 28
14.1.3. Interne 2D-krachten; m_xD- 29
14.1.4. Interne 2D-krachten; m_yD+ 29
14.1.5. Interne 2D-krachten; m_yD- 30
14.1.6. Interne 2D-krachten; v_x 30
14.1.7. Interne 2D-krachten; v_y 31
14.2. Kespen 31
14.2.1. Interne krachten in staaf 31

14.2.2. Interne 1D-krachten; N 32
14.2.3. Interne 1D-krachten; V_z 32
14.2.4. Interne 1D-krachten; M_y 33
14.2.5. 1D-spanningen; σ_x 33
14.3. Palen 34
14.3.1. Reacties 34
14.3.2. Reacties; R_z 36

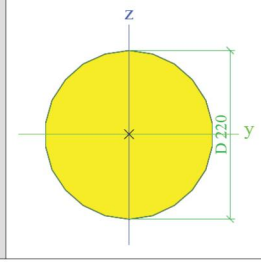
2. Project

Licentienaam	Onbekend
Project	Kademuur Lijnbaansgracht
Onderdeel	Herberekening
Omschrijving	LYG1001
Auteur	[redacted]
Datum	11. 04. 2019
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	36
Aantal staven :	16
Aantal platen :	1
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	2
Aantal belastingsgevallen :	13
Aantal gebruikte materialen :	3
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. Doorsneden

CS1		
Type	RECT	
Uitgebreid	200; 180	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C20 (EN 338)	
Bouwwijze	hout	
Kleur		
A [m^2]	3,6000e-02	
A_y [m^2], A_z [m^2]	3,0000e-02	3,0000e-02
A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]	7,6000e-01	7,6000e-01
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	100	90
α [deg]	0,00	
I_y [m^4], I_z [m^4]	9,7200e-05	1,2000e-04
i_y [mm], i_z [mm]	52	58
$W_{el.y}$ [m^3], $W_{el.z}$ [m^3]	1,0800e-03	1,2000e-03
$W_{pl.y}$ [m^3], $W_{pl.z}$ [m^3]	1,2216e-03	1,3574e-03
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	2,32e+04	2,32e+04
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	2,58e+04	2,58e+04
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m^4], I_w [m^6]	1,8107e-04	9,4131e-09
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Afbeelding		

CS2		
Type	CIRC	
Uitgebreid	220	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C24 (EN 338)	
Bouwwijze	hout	
Kleur		
A [m^2]	3,8013e-02	
A_y [m^2], A_z [m^2]	3,4243e-02	3,4243e-02
A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]	6,9112e-01	6,9112e-01
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	110	110
α [deg]	0,00	
I_y [m^4], I_z [m^4]	1,1499e-04	1,1499e-04
i_y [mm], i_z [mm]	55	55
$W_{el.y}$ [m^3], $W_{el.z}$ [m^3]	1,0454e-03	1,0454e-03
$W_{pl.y}$ [m^3], $W_{pl.z}$ [m^3]	1,7747e-03	1,7747e-03

$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	3,05e+04	3,05e+04
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	3,05e+04	3,05e+04
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m^4], I_w [m^6]	2,3043e-04	6,9165e-17
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Afbeelding		

Verklaring van symbolen	
A	Gebied
A_y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A_z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A_L	Omtrek per eenheidslengte
A_D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
$c_{Y.UCS}$	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
$c_{Z.UCS}$	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
$I_{Y.LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
$I_{Z.LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
$I_{YZ.LCS}$	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I_y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I_z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i_y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i_z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen	
$W_{el.y}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{el.z}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$W_{pl.y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl.z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl.y.+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
$M_{pl.y.-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
$M_{pl.z.+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
$M_{pl.z.-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d_y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
d_z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
I_t	Torsie constante - Berekend door 2D EEM analyse
I_w	Welvings constante - Berekend door 2D EEM analyse
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

4. Materialen

Hout EC5

Naam	Houtsoort	μ	E_{mod} [MPa]	$f_{m.k}$ [MPa]	$f_{t.0.k}$ [MPa]	$f_{t.90.k}$ [MPa]	$f_{c.0.k}$ [MPa]	$f_{c.90.k}$ [MPa]	$f_{v.k}$ [MPa]	Kleur
	ρ [kg/m³]	α [m/mK]	G_{mod} [MPa]							
C20 (EN 338)	Vast	0	9,5000e+03	20,0	11,5	0,4	19,0	2,3	3,6	
	400,0	0,00	5,9000e+02							
C24 (EN 338)	Vast	0	1,1000e+04	24,0	14,5	0,4	21,0	2,5	4,0	
	420,0	0,00	6,9000e+02							

5. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S5	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K13	K14	Balk (80)
S6	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K15	K16	Balk (80)
S7	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K17	K18	Balk (80)
S8	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K19	K20	Balk (80)
S9	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K21	K22	Balk (80)
S10	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K23	K24	Balk (80)
S11	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K25	K26	Balk (80)
S12	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K27	K28	Balk (80)
S13	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K29	K30	Balk (80)
S14	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K31	K32	Balk (80)
S15	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K33	K34	Balk (80)
S16	CS2 - CIRC (220)	C24 (EN 338)	13,000	K35	K36	Balk (80)
S17	CS1 - RECT (200; 180)	C20 (EN 338)	2,250	K41	K42	Balk (80)
S19	CS1 - RECT (200; 180)	C20 (EN 338)	2,250	K1	K43	Balk (80)
S20	CS1 - RECT (200; 180)	C20 (EN 338)	2,250	K44	K45	Balk (80)
S21	CS1 - RECT (200; 180)	C20 (EN 338)	2,250	K46	K47	Balk (80)

6. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E1	Constructie	vloer (90)	Standaard	C24 (EN 338)	constant	200

7. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	K14	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn2	K16	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn3	K18	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn4	K20	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn5	K22	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn6	K24	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn7	K26	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn8	K28	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn9	K30	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn10	K32	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn11	K34	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn12	K36	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend

8. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K13	1,125	-1,377	0,000
K14	1,125	-1,377	-13,000
K15	0,125	-1,377	0,000
K16	0,125	-1,377	-13,000
K17	-0,875	-1,377	0,000
K18	-0,875	-1,377	-13,000
K19	-0,875	-0,378	0,000
K20	-0,875	-0,378	-13,000
K21	-0,875	0,623	0,000
K22	-0,875	0,623	-13,000
K23	0,125	0,623	0,000
K24	0,125	0,623	-13,000
K25	-0,875	1,623	0,000
K26	-0,875	1,623	-13,000
K27	0,125	1,623	0,000
K28	0,125	1,623	-13,000
K29	1,125	1,623	0,000
K30	1,125	1,623	-13,000

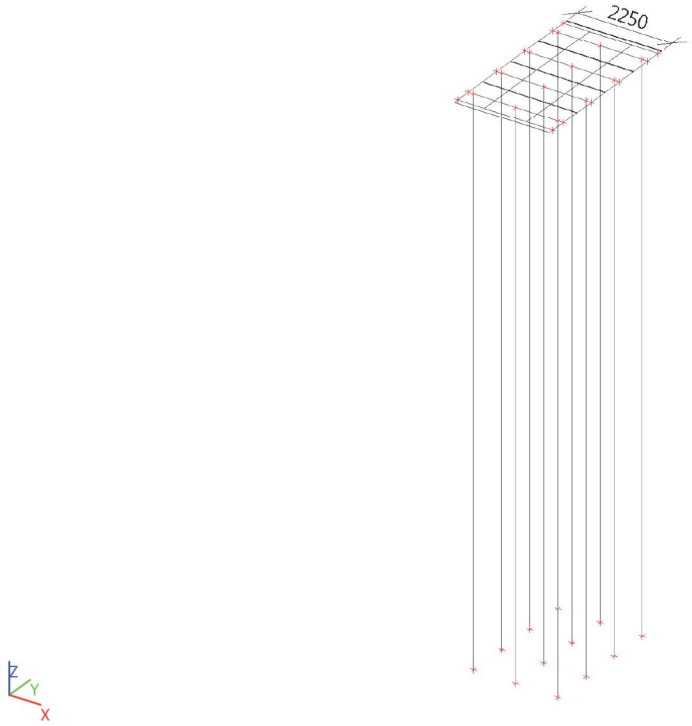
Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K31	0,125	-0,378	0,000
K32	0,125	-0,378	-13,000
K33	1,125	-0,378	0,000
K34	1,125	-0,378	-13,000
K35	1,125	0,623	0,000
K36	1,125	0,623	-13,000
K37	-1,000	2,000	0,000
K40	1,250	2,000	0,000
K41	-1,000	1,625	0,000
K42	1,250	1,625	0,000
K1	-1,000	0,625	0,000
K43	1,250	0,625	0,000
K44	-1,000	-0,375	0,000
K45	1,250	-0,375	0,000
K46	-1,000	-1,375	0,000
K47	1,250	-1,375	0,000
K50	1,250	-1,752	0,000
K51	-1,000	-1,752	0,000

9. Belastingsgevallen

9.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting
	Spec	Belastingtype		
BG1		Permanent	LG1	-Z
		Eigen gewicht		

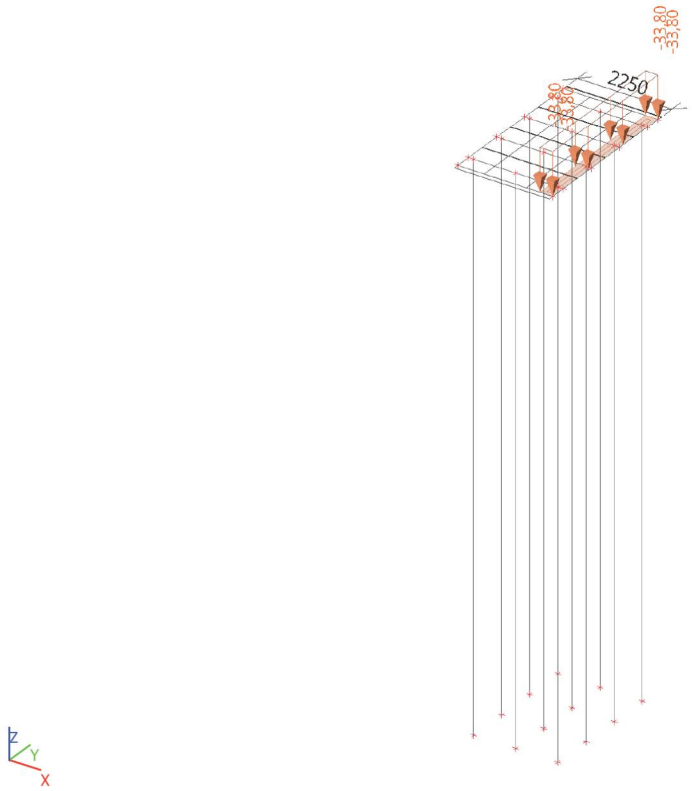
9.1.1. BG1 / Totale waarde



9.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG2	Rustend [Metselwerk +deksteen]	Permanent	LG1
		Standaard	

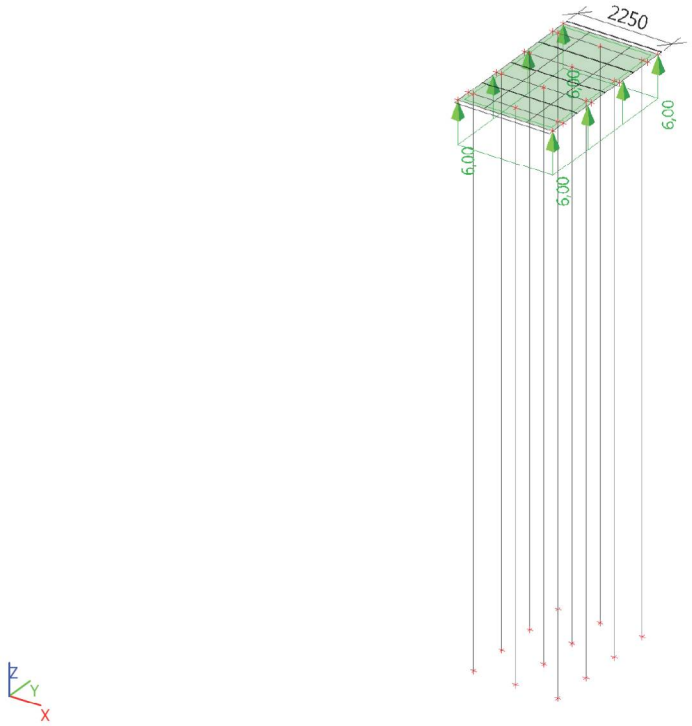
9.2.1. BG1 / Totale waarde



9.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG3	Opwaartse waterdruk	Permanent	LG1
		Standaard	

9.3.1. BG1 / Totale waarde



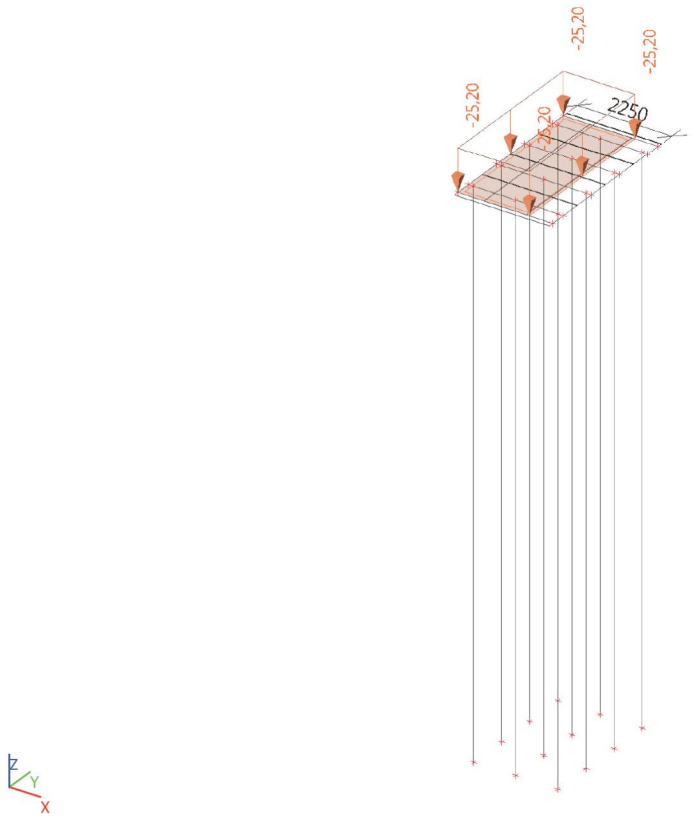
9.3.2. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	6,00	E1	BG3 - Opwaartse waterdruk	LCS	Lengte

9.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG4	Verticale grondbelasting	Permanent	LG1
		Standaard	

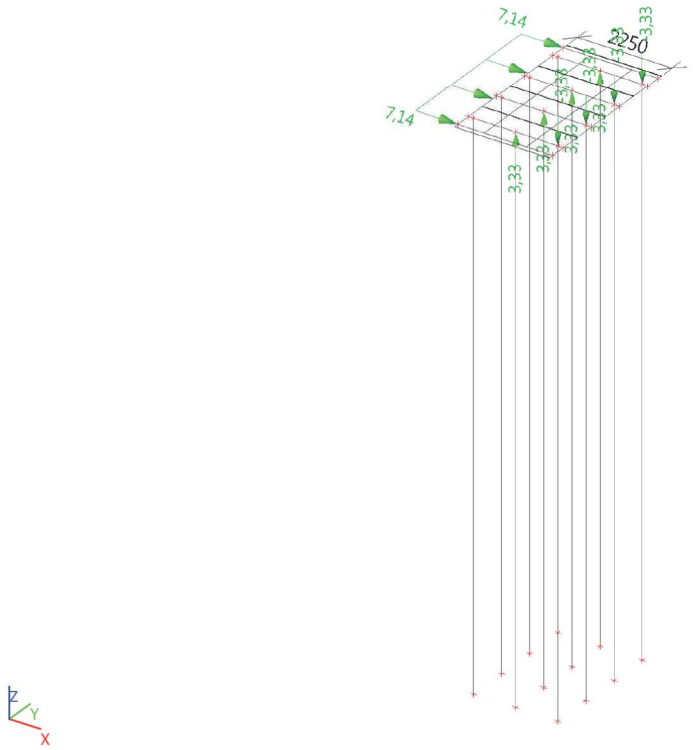
9.4.1. BG1 / Totale waarde



9.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG5	Horizontale grondbelasting	Permanent	LG1
		Standaard	

9.5.1. BG1 / Totale waarde



9.5.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS1	E1	Kracht	X	7,14	0,000	Lengte	3
	BG5 - Horizontale grondbelasting	LCS	Gelijkmatig		1,000	Rela	Vanaf begin

9.5.3. Puntlast op staaf

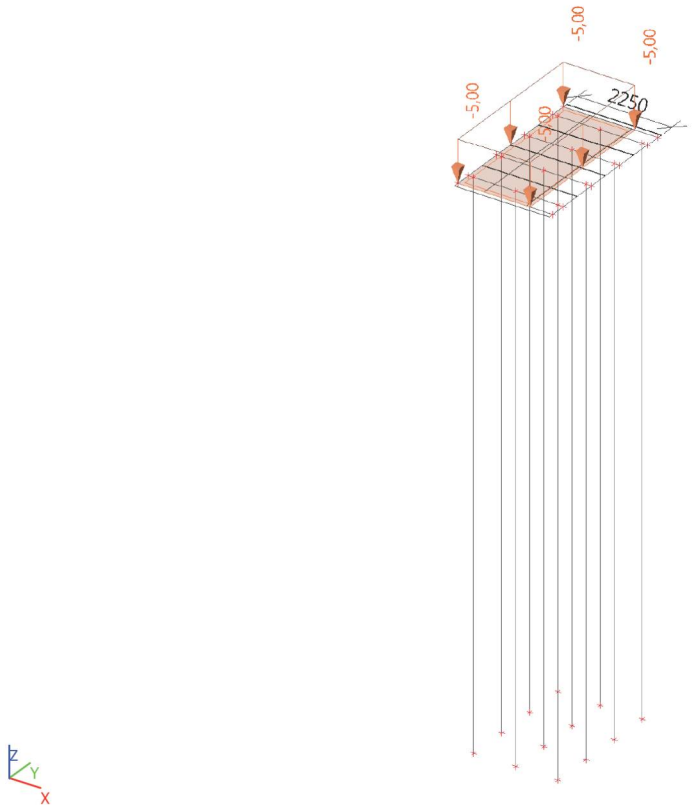
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F1	S13	GCS	-3,33	0,000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F2	S16	GCS	-3,33	0,000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F3	S15	GCS	-3,33	0,000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F4	S5	GCS	-3,33	0,000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F5	S12	GCS	3,33	0,000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F6	S10	GCS	3,33	0,000	Rela	1

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F7	S14	GCS	3,33	0,000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F8	S6	GCS	3,33	0,000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	

9.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG6	Mensenmenigte 5kpa	Variabel	LG2 Verticaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

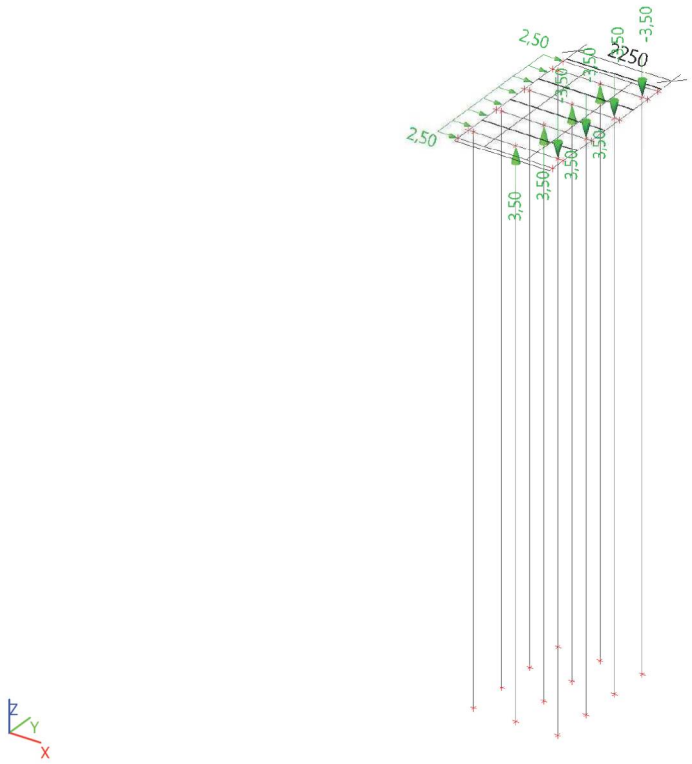
9.6.1. BG1 / Totale waarde



9.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG7	Mensenmenigte horizontaal	Variabel	LG3 Horizontaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

9.7.1. BG1 / Totale waarde



9.7.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS3	E1	Kracht	X	2,50	0,000	Lengte	3
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	LCS	Gelijkmatig		1,000	Rela	Vanaf begin

9.7.3. Puntlast op staaf

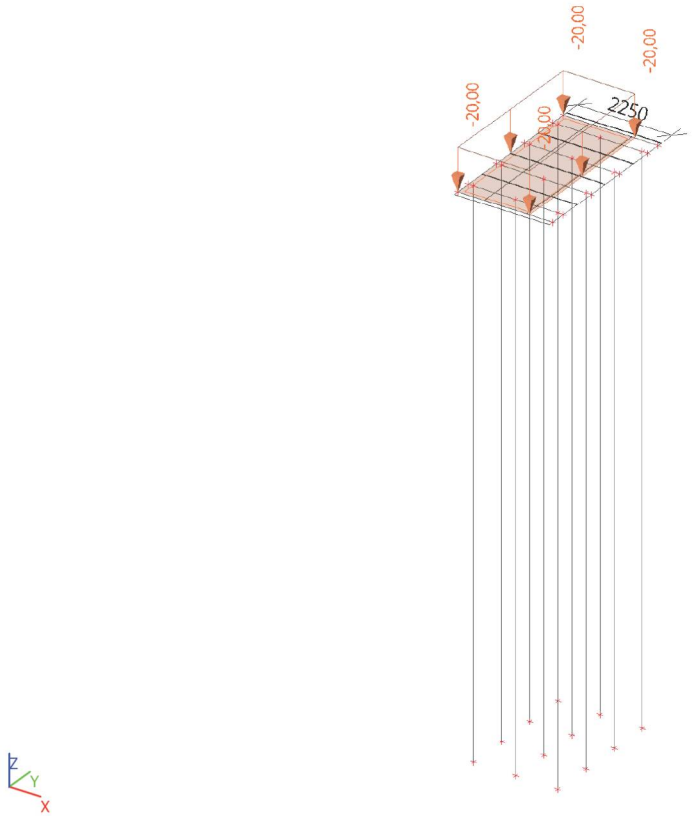
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F9	S12	GCS	3,50	0,000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F10	S10	GCS	3,50	0,000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F11	S14	GCS	3,50	0,000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F12	S6	GCS	3,50	0,000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F13	S13	GCS	-3,50	0,000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F14	S16	GCS	-3,50	0,000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F15	S15	GCS	-3,50	0,000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F16	S5	GCS	-3,50	0,000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

9.8. Belastingsgevallen - BG8

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG8	Verkeersklasse 60 20 kpa	Variabel	LG2 Verticaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

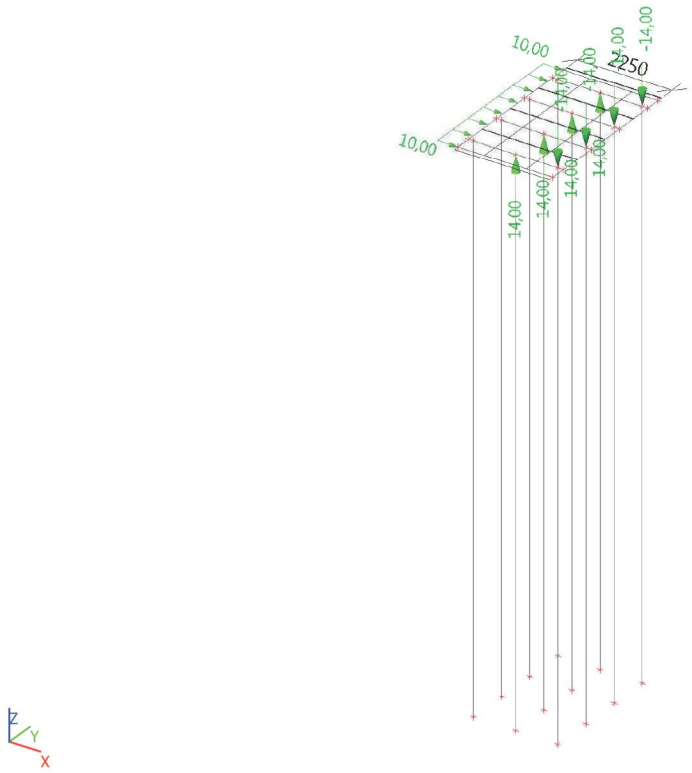
9.8.1. BG1 / Totale waarde



9.9. Belastingsgevallen - BG9

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG9	Verkeersklasse 60 horizontaal	Variabel	LG3 Horizontaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

9.9.1. BG1 / Totale waarde



9.9.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS2	E1	Kracht	X	10,00	0,000	Lengte	3
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	LCS	Gelijkmatig		1,000	Rela	Vanaf begin

9.9.3. Puntlast op staaf

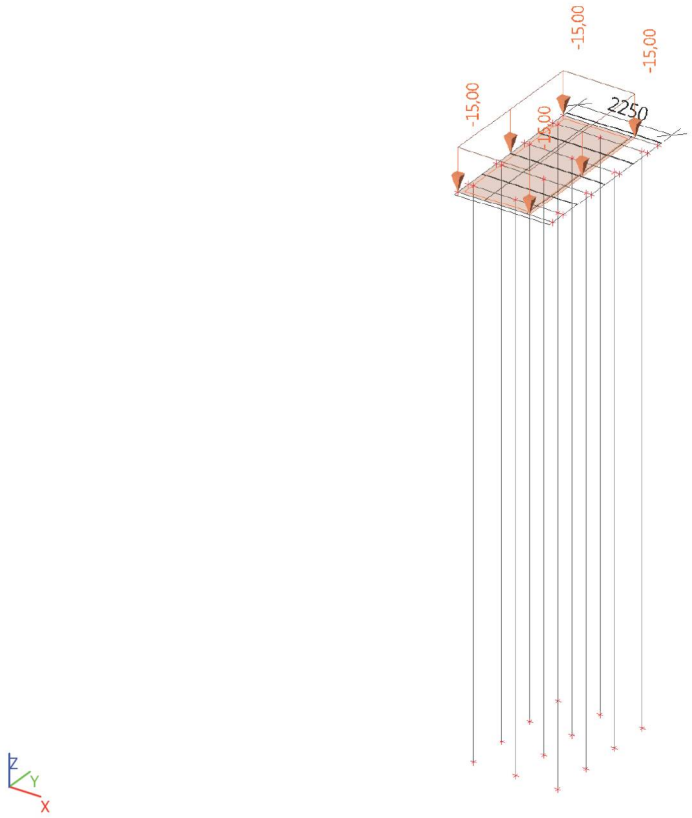
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F17	S13	GCS	-14,00	0,000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F18	S16	GCS	-14,00	0,000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F19	S15	GCS	-14,00	0,000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F20	S5	GCS	-14,00	0,000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F21	S6	GCS	14,00	0,000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F22	S14	GCS	14,00	0,000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F23	S10	GCS	14,00	0,000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F24	S12	GCS	14,00	0,000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

9.10. Belastingsgevallen - BG10

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG10	Verkeersklasse 45 15 kpa	Variabel	LG2 Verticaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

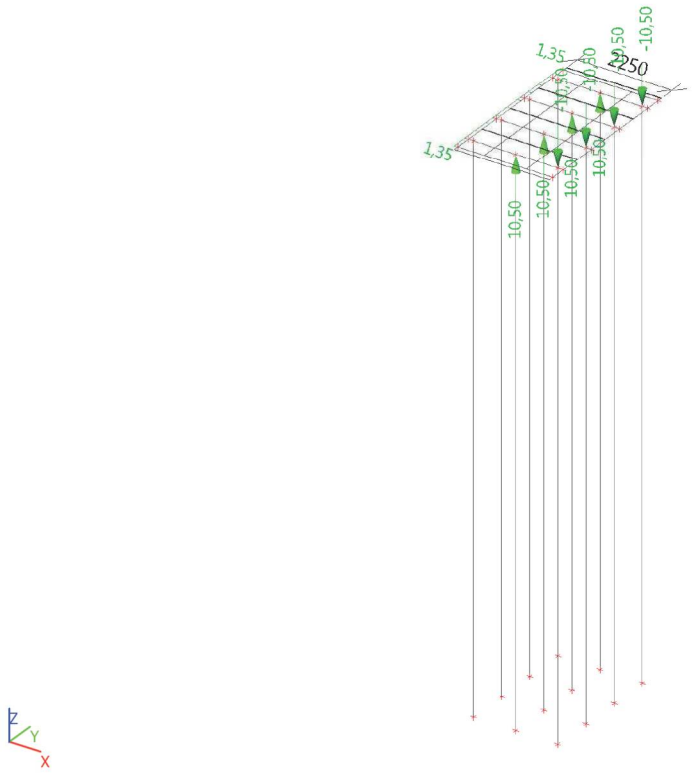
9.10.1. BG1 / Totale waarde



9.11. Belastingsgevallen - BG11

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG11	Verkeersklasse 45 horizontaal	Variabel	LG3 Horizontaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

9.11.1. BG1 / Totale waarde



9.11.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS4	E1	Kracht	X	1,35	0,000	Lengte	3
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	LCS	Gelijkmatig		1,000	Rela	Vanaf begin

9.11.3. Puntlast op staaf

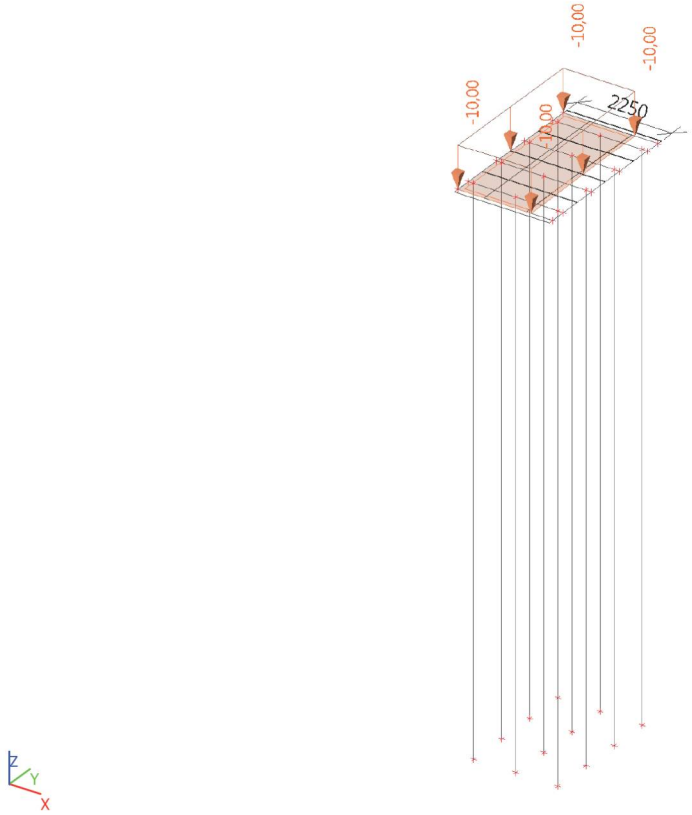
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F25	S6	GCS	10,50	0,000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F26	S14	GCS	10,50	0,000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F27	S10	GCS	10,50	0,000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F28	S12	GCS	10,50	0,000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F29	S13	GCS	-10,50	0,000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F30	S16	GCS	-10,50	0,000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F31	S15	GCS	-10,50	0,000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F32	S5	GCS	-10,50	0,000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

9.12. Belastingsgevallen - BG12

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG12	Verkeersklasse 30	Variabel	LG2 Verticaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

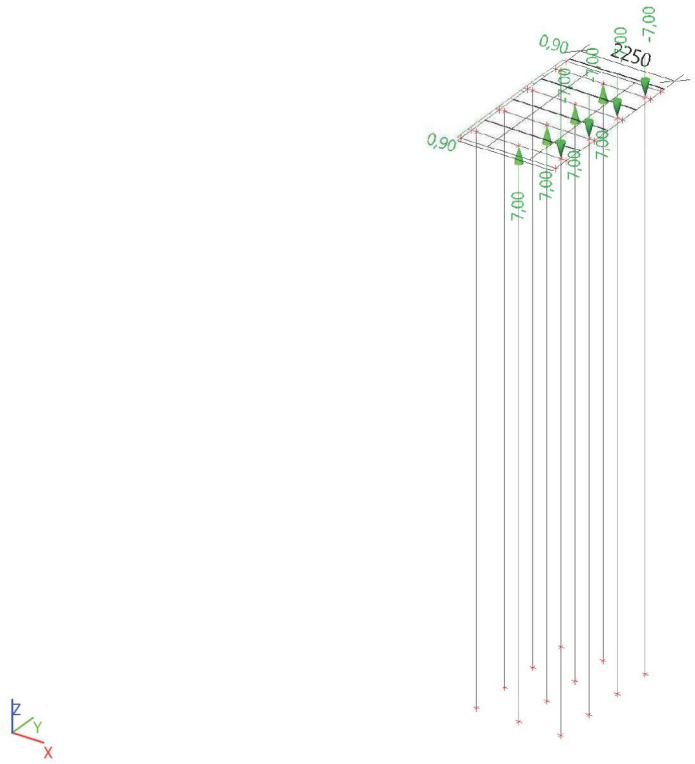
9.12.1. BG1 / Totale waarde



9.13. Belastingsgevallen - BG13

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG13	Verkeersklasse 30 horizontaal	Variabel	LG3 Horizontaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

9.13.1. BG1 / Totale waarde



9.13.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS5	E1	Kracht	X	0,90	0,000	Lengte	3
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	LCS	Gelijkmatig		1,000	Rela	Vanaf begin

9.13.3. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F33	S12	GCS	7,00	0,000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F34	S10	GCS	7,00	0,000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F35	S14	GCS	7,00	0,000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F36	S6	GCS	7,00	0,000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F37	S5	GCS	-7,00	0,000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F38	S15	GCS	-7,00	0,000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F39	S16	GCS	-7,00	0,000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F40	S13	GCS	-7,00	0,000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

10. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
BGT		Omhullende - bruikbaarheid	BG1	1,00
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,00
			BG3 - Opwaartse waterdruk	1,00
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,00
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,00
			BG6 - Mensenmenigte 5kpa	1,00
			BG7 - Mensenmenigte horizontaal	1,00
			BG8 - Verkeersklasse 60 20 kpa	1,00
			BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	1,00
UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60		Omhullende - uiterst	BG1	1,15
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,15
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,15
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,15
			BG8 - Verkeersklasse 60 20 kpa	1,00
			BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	1,00
UGT 6.10b BC2 Mensenmenigte		Omhullende - uiterst	BG1	1,15
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,15
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,15
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,15
			BG6 - Mensenmenigte 5kpa	1,00
			BG7 - Mensenmenigte horizontaal	1,00
UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60		Omhullende - uiterst	BG1	1,25
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,25
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,25
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,25
			BG8 - Verkeersklasse 60 20 kpa	1,00
			BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	1,00
UGT 6.10a BC2 Mensenmenigte		Omhullende - uiterst	BG1	1,25
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,25
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,25
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,25
			BG6 - Mensenmenigte 5kpa	1,00
			BG7 - Mensenmenigte	1,00

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			horizontaal	
UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 45		Omhullende - uiterst	BG1	1,25
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,25
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,25
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,25
			BG10 - Verkeersklasse 45 15 kpa	1,00
			BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	1,00
UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 30		Omhullende - uiterst	BG1	1,25
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,25
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,25
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,25
			BG12 - Verkeersklasse 30	1,00
			BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	1,00
UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 45		Omhullende - uiterst	BG1	1,15
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,15
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,15
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,15
			BG10 - Verkeersklasse 45 15 kpa	1,00
			BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	1,00
UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 30		Omhullende - uiterst	BG1	1,15
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,15
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,15
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,15
			BG12 - Verkeersklasse 30	1,00
			BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	1,00

11. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2 Verticaal	Variabel	Exclusief	Cat G : Voertuigen >30kN
LG3 Horizontaal	Variabel	Exclusief	Cat G : Voertuigen >30kN

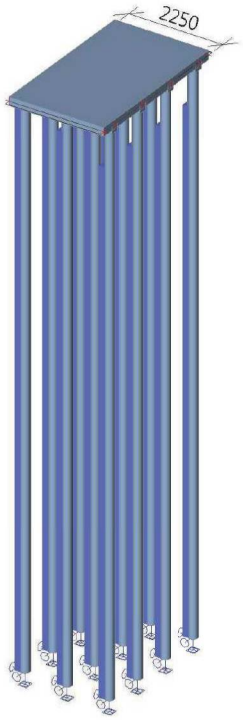
12. Resultaatklasses

Naam	Lijst
Alle UGT	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60 - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10b BC2 Mensenmenigte - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60 - Omhullende - uiterst

Naam	Lijst
	UGT 6.10a BC2 Mensenmenigte - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 45 - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 30 - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 45 - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 30 - Omhullende - uiterst
	BGT - Omhullende - bruikbaarheid

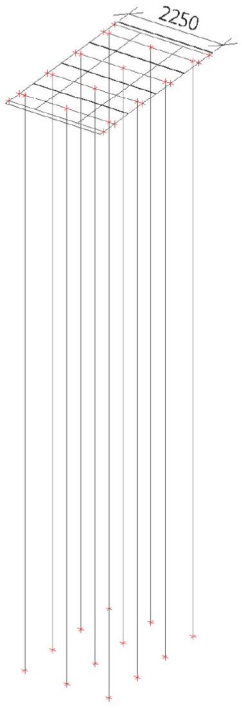
13. Model

13.1. Rekenmodel





13.2. Rekenmodel





14. Resultaten

14.1. Vloer

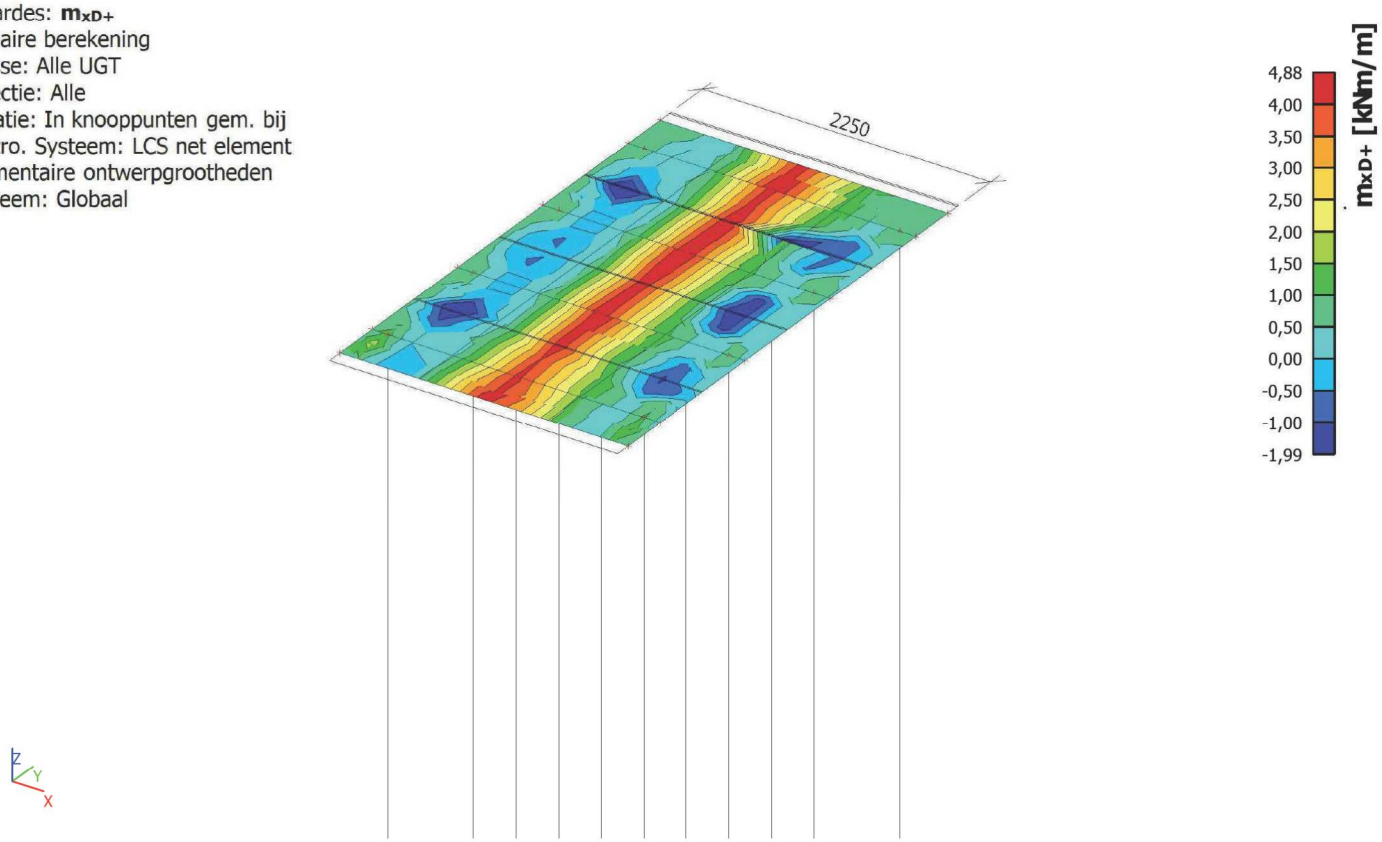
14.1.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : Alle UGT
Basis grootheden. In knopen, gem. op elem..

Staaf	elem	BG	mx [kNm/m]	my [kNm/m]	mxy [kNm/m]	vx [kN/m]	vy [kN/m]	nx [kN/m]	ny [kN/m]	nxy [kN/m]
E1	201	Alle UGT	**-10,28**	-3,32	-1,42	-71,07	-16,11	-7,77	-0,06	-0,70
E1	96	Alle UGT	**5,93**	-0,49	0,01	-9,46	0,78	0,91	-0,15	0,30
E1	205	Alle UGT	-4,23	**-9,12**	0,33	10,81	-62,27	-6,38	0,16	-0,59
E1	58	Alle UGT	0,09	**4,03**	0,00	1,11	-0,10	-7,25	-1,36	0,01
E1	183	Alle UGT	-0,71	-3,58	**-3,78**	12,69	7,72	-36,73	**-38,99**	-38,83
E1	4	Alle UGT	1,66	-0,81	**3,79**	34,73	-1,52	14,60	7,51	41,17
E1	157	Alle UGT	-9,08	-4,25	0,22	**-78,79**	-53,99	-7,51	-0,34	-0,41
E1	38	Alle UGT	-0,10	-2,12	0,59	**116,29**	86,42	78,44	4,34	53,16
E1	20	Alle UGT	-8,77	-5,29	-1,53	-57,71	**-126,48**	-63,65	-11,79	**-58,06**
E1	15	Alle UGT	0,63	-2,27	1,62	-16,41	**125,76**	-20,07	1,40	**58,75**
E1	181	Alle UGT	-8,55	-5,34	-1,08	-58,17	-103,93	**-77,36**	-6,42	-49,46
E1	43	Alle UGT	-0,02	-2,20	0,58	116,16	-21,70	**78,80**	3,86	-11,99
E1	181	Alle UGT	0,22	0,21	3,51	-13,35	51,11	-12,85	**68,03**	40,67

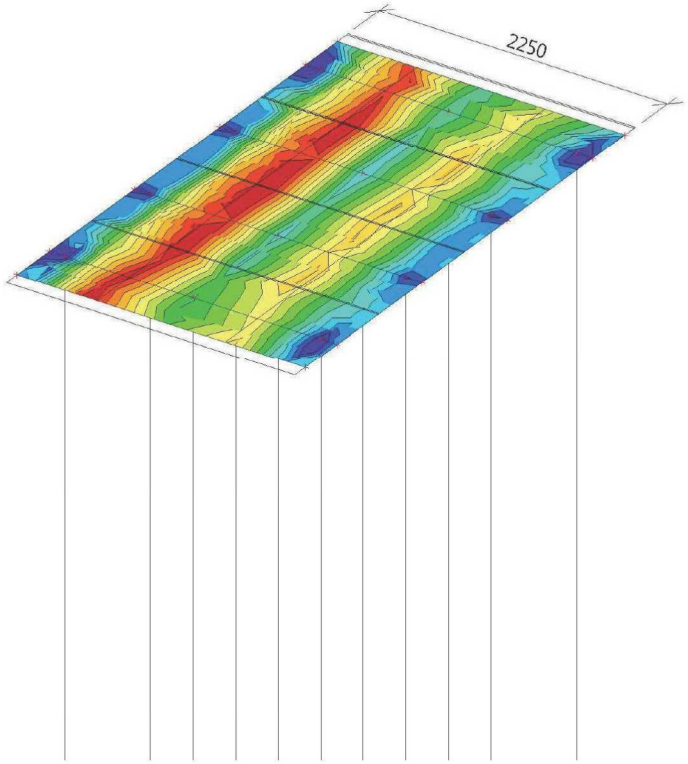
14.1.2. Interne 2D-krachten; m_xD+

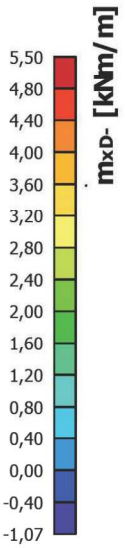
Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden
Extreem: Globaal



14.1.3. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waardes: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden
Extreem: Globaal

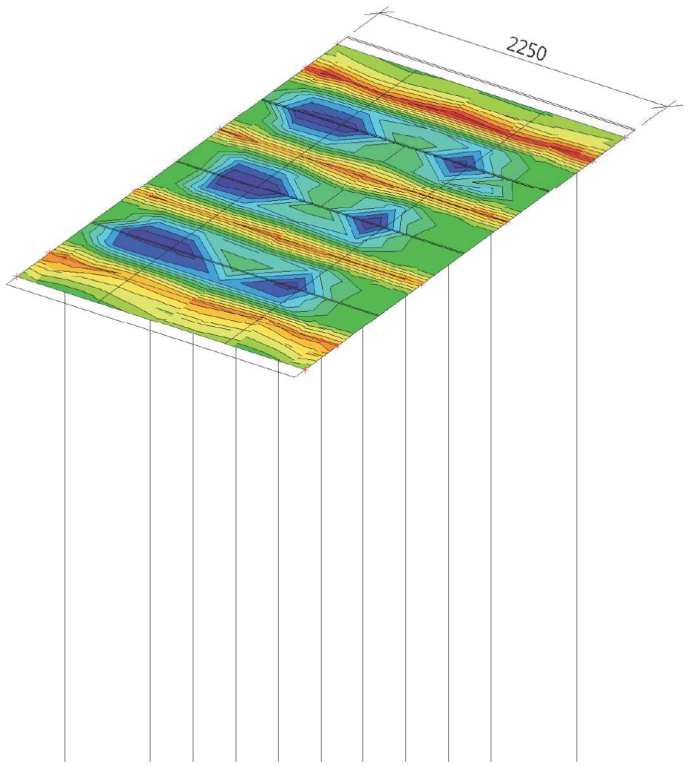


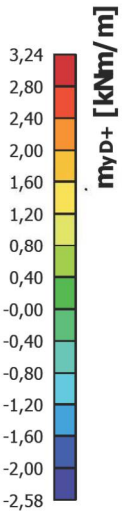




14.1.4. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden
Extreem: Globaal

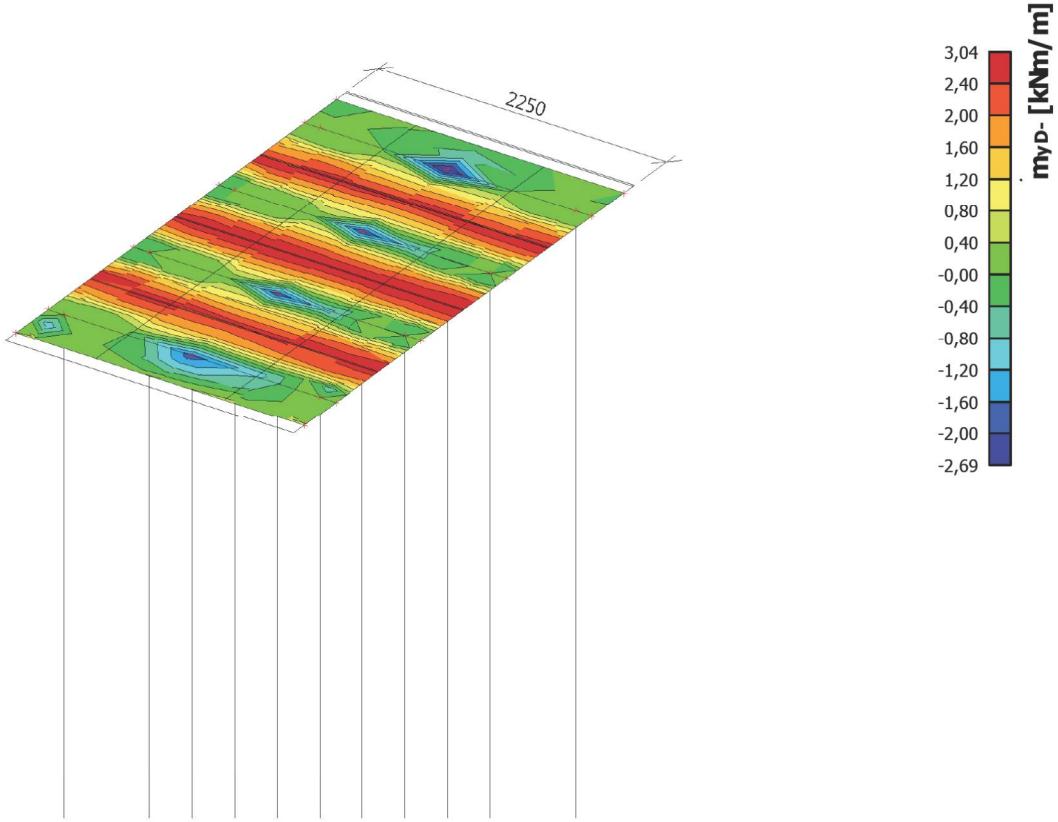






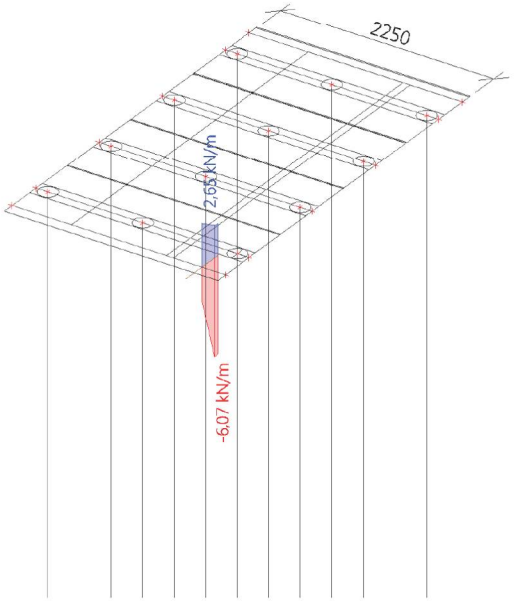
14.1.5. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waardes: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden
Extreem: Globaal



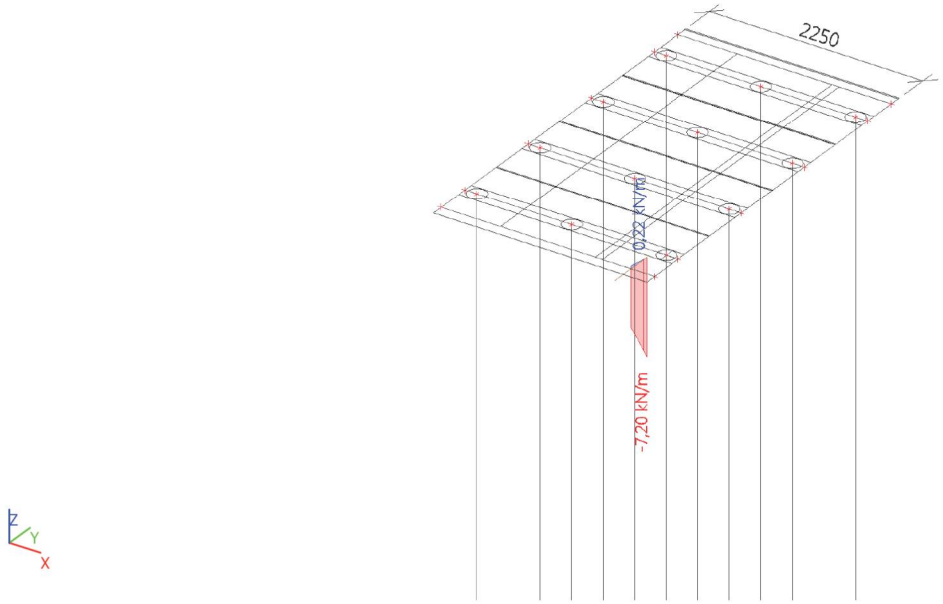
14.1.6. Interne 2D-krachten; v_x

Waardes: v_x
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Globaal



14.1.7. Interne 2D-krachten; v_y

Waardes: v_y
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Globaal



14.2. Kespen

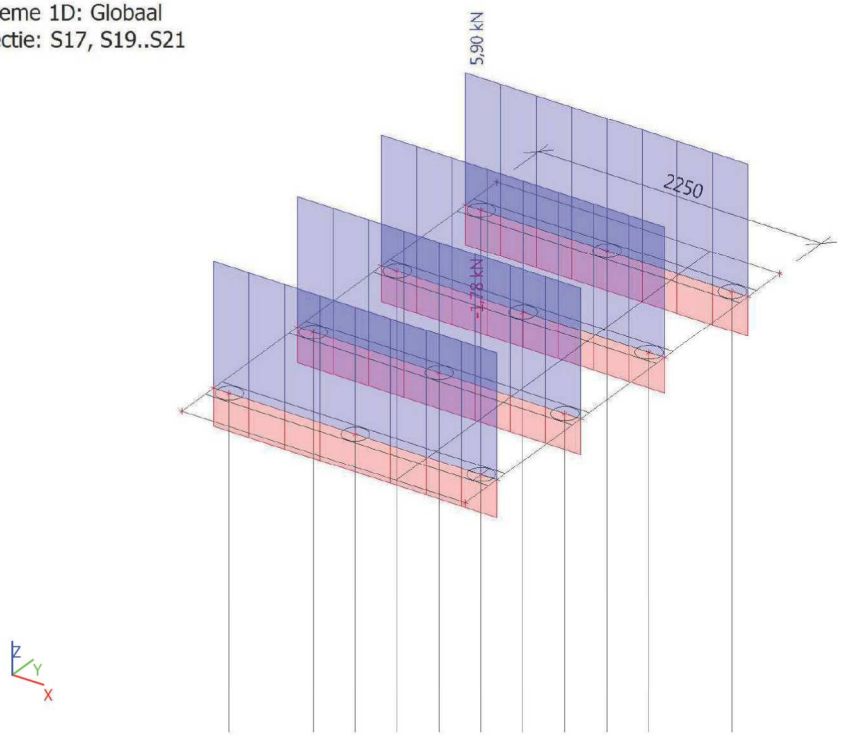
14.2.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG1

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S10	CS2 - CIRC	12,250	BG1	**-2,80**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S19	CS1 - RECT	0,000	BG1	**0,25**	0,00	0,16	0,00	-0,05	0,00
S12	CS2 - CIRC	0,000	BG1	-0,76	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
S12	CS2 - CIRC	0,500	BG1	-0,90	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
S20	CS1 - RECT	2,250	BG1	0,25	0,00	**-0,16**	0,00	-0,05	0,00
S21	CS1 - RECT	0,000	BG1	0,25	0,00	**0,16**	0,00	-0,05	0,00
S20	CS1 - RECT	0,000	BG1	0,25	0,00	0,16	**0,00**	-0,05	0,00
S17	CS1 - RECT	0,000	BG1	0,24	0,00	0,16	**0,00**	-0,05	**0,00**
S17	CS1 - RECT	2,250	BG1	0,24	0,00	-0,16	0,00	**-0,05**	0,00
S21	CS1 - RECT	1,125	BG1	0,25	0,00	0,00	0,00	**0,04**	0,00
S19	CS1 - RECT	2,250	BG1	0,25	0,00	-0,16	0,00	-0,05	**0,00**

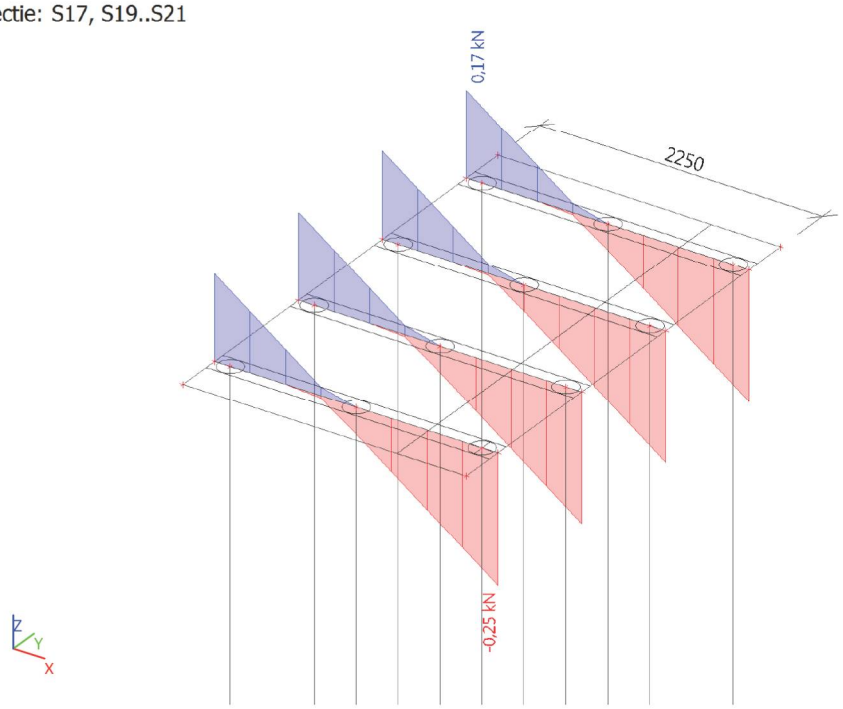
14.2.2. Interne 1D-krachten; N

Waardes: **N**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: S17, S19..S21



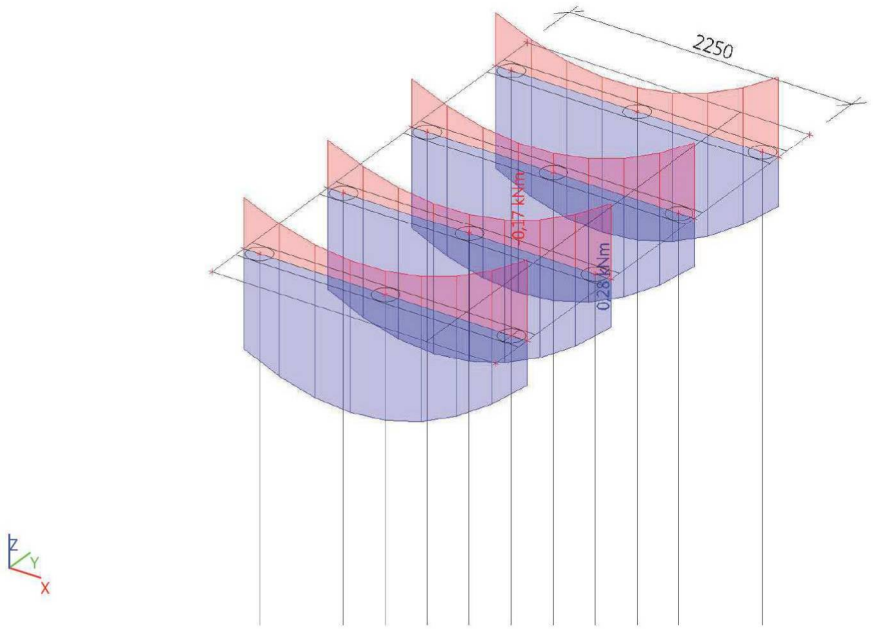
14.2.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: **V_z**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: S17, S19..S21



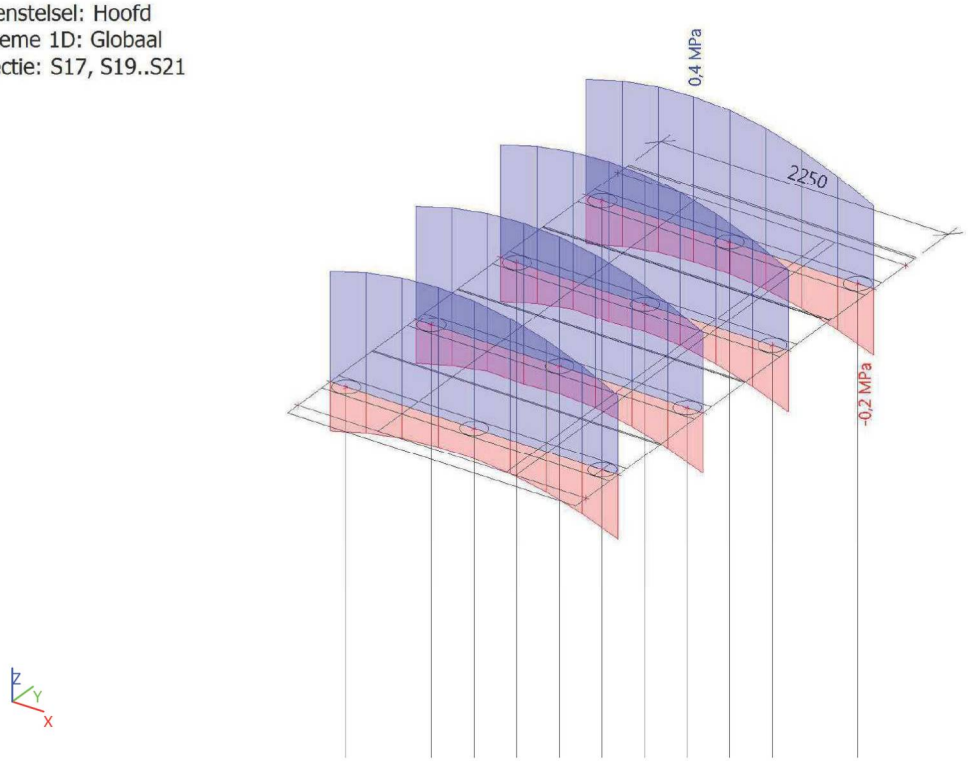
14.2.4. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: **M_y**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: S17, S19..S21



14.2.5. 1D-spanningen; σ_x

Waardes: **σ_x**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: S17, S19..S21



14.3. Palen

14.3.1. Reacties

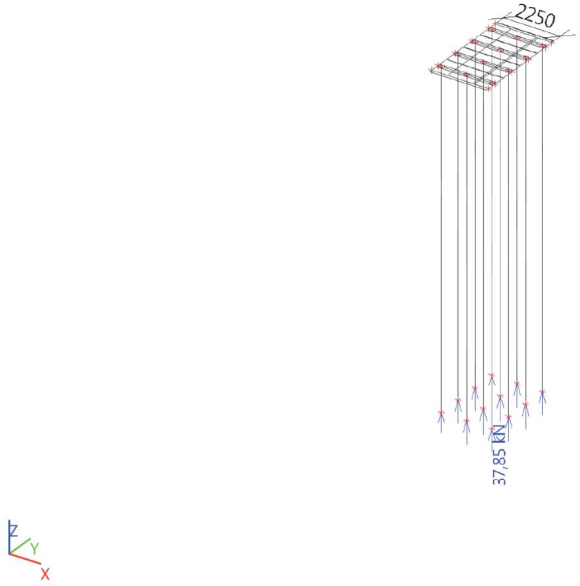
Lineaire berekening, Extreem : Knoop
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG1

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/K14	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,64**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn2/K16	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,79**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn3/K18	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,64**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn4/K20	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,70**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn5/K22	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,70**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn6/K24	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,86**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn7/K26	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,64**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn8/K28	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,79**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn9/K30	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,64**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn10/K32	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,86**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn11/K34	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,70**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn12/K36	BG1		**0,00**	**0,00**	**2,70**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb1/S5	BG1	1,667	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb1/S5	BG1	1,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb2/S6	BG1	1,333	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb2/S6	BG1	0,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb3/S7	BG1	0,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb3/S7	BG1	1,500	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb3/S7	BG1	0,750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb4/S8	BG1	0,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb4/S8	BG1	1,500	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb4/S8	BG1	0,750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb5/S9	BG1	0,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb5/S9	BG1	1,500	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb5/S9	BG1	0,750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb6/S10	BG1	1,333	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb6/S10	BG1	0,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb7/S11	BG1	0,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb7/S11	BG1	1,500	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb7/S11	BG1	0,750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb8/S12	BG1	1,333	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb8/S12	BG1	0,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb9/S13	BG1	1,667	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb9/S13	BG1	1,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb10/S14	BG1	1,333	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb10/S14	BG1	0,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb11/S15	BG1	1,667	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb11/S15	BG1	1,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb12/S16	BG1	1,667	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb12/S16	BG1	1,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb13/S5	BG1	4,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb13/S5	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb13/S5	BG1	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb14/S6	BG1	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb14/S6	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb14/S6	BG1	4,667	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb15/S7	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb15/S7	BG1	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb15/S7	BG1	4,667	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb16/S8	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb16/S8	BG1	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb16/S8	BG1	4,667	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb17/S9	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb17/S9	BG1	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb17/S9	BG1	4,667	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb18/S10	BG1	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb18/S10	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb18/S10	BG1	4,667	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb19/S11	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Slb19/S11	BG1	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb19/S11	BG1	4,667	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb20/S12	BG1	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb20/S12	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb20/S12	BG1	4,667	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb21/S13	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb21/S13	BG1	4,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb21/S13	BG1	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb22/S14	BG1	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb22/S14	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb22/S14	BG1	4,667	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb23/S15	BG1	4,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb23/S15	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb23/S15	BG1	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb24/S16	BG1	4,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb24/S16	BG1	3,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb24/S16	BG1	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb25/S5	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb26/S6	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb27/S7	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb28/S8	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb29/S9	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb30/S10	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb31/S11	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb32/S12	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb33/S13	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb34/S14	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb35/S15	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb36/S16	BG1	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb37/S5	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb38/S6	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb39/S7	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb40/S8	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb41/S9	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb42/S10	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb43/S11	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb44/S12	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb45/S13	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb46/S14	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb47/S15	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb48/S16	BG1	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb49/S5	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb49/S5	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,64**	0,00	0,00	0,00
Slb50/S6	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb50/S6	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,79**	0,00	0,00	0,00
Slb51/S7	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb51/S7	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,64**	0,00	0,00	0,00
Slb52/S8	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb52/S8	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,70**	0,00	0,00	0,00
Slb53/S9	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb53/S9	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,70**	0,00	0,00	0,00
Slb54/S10	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb54/S10	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,86**	0,00	0,00	0,00
Slb55/S11	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb55/S11	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,64**	0,00	0,00	0,00
Slb56/S12	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb56/S12	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,79**	0,00	0,00	0,00
Slb57/S13	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb57/S13	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,64**	0,00	0,00	0,00
Slb58/S14	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb58/S14	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,86**	0,00	0,00	0,00
Slb59/S15	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb59/S15	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,70**	0,00	0,00	0,00
Slb60/S16	BG1	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb60/S16	BG1	13,000	0,00	0,00	**2,70**	0,00	0,00	0,00

14.3.2. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



Bijlage 4 – Rekensheet funderingspalen

Funderingspalen bestaande constructies

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]
Datum:	24 april 2019
Project:	Kademuur Lijnbaansgracht LYG1001

Gemeente Amsterdam

Invoer Algemeen

Fundering

Onderkant fundering =	-1	[NAP]	
Omslagpunt =	-5	[NAP]	
Paalpuntniveau =	-13	[NAP]	{2 tochten onder de aanzet van de 1e zandlaag}
Lengte paal omslagpunt =	4	[m]	
Lengte paal paalpuntniveau =	12	[m]	
Tapsheid palen =	8	[mm/m^1]	(4 mm/kant
Afname Ø omslagpunt =	32	[mm]	
Afname Ø paalpunt =	96	[mm]	
Minimale waarde paalpunt =	130	[mm]	

Rekenwaarde druksterkte hout (evenwijdig aan de vezelrichting)

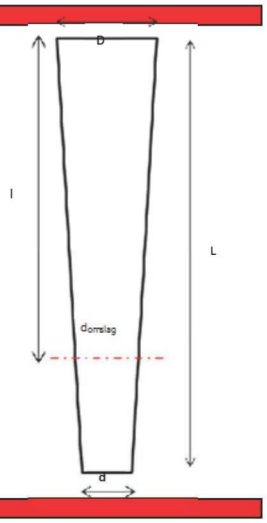
Rekenwaarde bepaald in lab. =	nee	[-]	
Rekenwaarde druksterkte =	10,8	[N/mm^2]	$f_{c;0;d}$ = (Conform F3O richtlijn)
Rekenwaarde druksterkte =	10,8	[N/mm^2]	$f_{c;0;d}$ = (Handmatig invullen)

Paalbelastingen uit constructie

Landhoofd =	0	[kN]
Pijler =	0	[kN]
Kade =	38	[kN]

Gebruiksniveau = Huidige situatie

Resterende levensduur = 30 [Jaar]



Toetsing houten paalfundering — Huidige situatie

Hout monster	Constructie onderdeel	Locatie	Houtsoort	Doorsnede paalkop (mm)	Aantasting paalkop (mm)	Resterende sterkte paalkop (kN)	Doorsnede omslagpunt (mm)	Aantasting omslagpunt (mm)	Resterende doorsnede omslagpunt (mm)	Resterende sterkte omslagpunt (kN)	Resterende doorsnede paalpunt (mm)	Sondering	Geotechnisch paaldraag-vermogen (kN)	UC Draag-vermogen paal	UC Sterkte paal
HM 1	Kademuur	voorzijde	Vuren	190	20	**191**	158	17	125	**132**	94	DKM27	80	0,48	0,29
HM 2	Kademuur	voorzijde	Vuren	190	67	**27**	158	56	46	**18**	94	DKM27	80	0,48	2,09

Bijlage 5 – Rekensheet knik controle palen

Rekensheet knik houten palen (conform Eurocode 5 art. 6.2.3)

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]
Datum:	11 april 2019
Project:	Herberekening kademuur Lijnbaansgracht LYG1001
Versie:	1.0

Gemeente Amsterdam

Invoer Algemeen

Paal diameter =	220	[mm]	Ned =	44,32	[kN]
Belastingsduurklasse =	Kort	[-]	My;ed =	0,39	[kNm]
Materiaal =	Rond hout	[-]	Mz;ed =	0	[kNm]

Bij een belastingscombinatie bestaande uit belastingen die horen bij verschillende belastingsduurklassen behoort voor kmod de waarde te zijn gekozen die overeenstemt met de kortste belastingsduur. Bijvoorbeeld bij een combinatie van eigen gewicht en een korteduurbelasting behoort voor k mod de waarde te zijn gebruikt die met de korteduurbelasting overeenstemt.

Controle (U.C)

6.19	0,27	≤	1,0	[-]	Voldoet
6.20	0,27	≤	1,0	[-]	Voldoet
6.23	N.V.T.	≤	1,0	[-]	[-]
6.24	N.V.T.	≤	1,0	[-]	[-]

Materiaaleigenschappen houten funderingspaal

In de NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011 dient de druksterkte evenwijdig aan de vezelrichting van houten heipalen te voldoen aan vergelijking 1 en vergelijking 2, waarbij σc:0:d moet zijn bepaald op basis van formule (6.10a) respectievelijk (6.10b) volgens NEN-EN1990+A1+A1/c2. In beide vergelijkingen is uitgegaan van een paalgroep (ksys=1,1)

Indien de rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c:0:d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule 6.10a

$$\sigma_{c:0:d} \leq f_{c:0:d} = \sigma_{c:0:d} \leq 9{,}8\ N/mm^2$$ (vergelijking 1)

Indien de rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c:0:d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule 6.10b

$$\sigma_{c:0:d} \leq f_{c:0:d} = \sigma_{c:0:d} \leq 11{,}5\ N/mm^2$$ (vergelijking 2)

In het geval van vergelijking 6.10a overheerst het eigen gewicht van het te dragen bouwwerk en om deze reden wordt uitgegaan van een kmod factor behorende bij een lange belastingsduur. Vergelijking 6.10b is een combinatie van het eigen gewicht in combinatie met een veranderlijke belasting (korte duur). Om deze reden wordt een kmod factor gebruikt behorende bij een korteduurbelasting

	Belastingsduur	Modificatiefactor $k_{mod:klasse\ 3}$	$f_{c:0k:dr}$	γ_m	$f_{c:0:d}$	groepswerking K_{sys}	$f_{c:0:d}$
	[-]	[-]	[N/mm²]	[-]	[N/mm²]	[-]	[N/mm²]
6.10a	lang	0,55	19,8	1,3	8,38	1,1	**9,2**
6.10b	kort	0,7	19,8	1,3	10,7	1,1	**11,7**

De bepaalde waarden komen nagenoeg overeen met de waarden uit de norm. Voor de knikcontrole wordt de sterkte uit de norm aangehouden.

$f_{c;0;d}$ =	11,5	[N/mm²]	(druksterkte // Rondhout)	NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011
$f_{m;y;z;d}$ =	11,5	[N/mm²]	(buigsterkte // Rondhout)	
$E_{o;mean}$ =	12500	[N/mm²]	(El. Modulus)	
$E_{0,05}$ =	8333	[N/mm²]	(5 percentiel EL. Modulus)	
K_m =	1,0	[-]	(voor ronde doorsneden)	

Profiel gegevens funderingspaal

Kniklengte y;z richting		$L_{y;z;buc}$ =	13433	[mm]						
oppervlak paal		A_{paal} =	1/4 *	π	*	220	^2	=	38013	[mm²]
Weerstandsmoment		$W_{y;z}$ =	1/32 *	π	*	110	^3	=	130671	[mm³]
Traagheidsmoment		$I_{y;z}$ =	1/4 *	π	*	110	^4	=	114990145	[mm⁴]
traagheidsstraal	ix;y=	√(Iy;z/A)=	√	114990145	/	38013		=	55,0	[mm]

Krachten en momenten en spanningen

$\sigma_{c;0;d}$ =	N_{ed} / A_{paal}	=	1,17	[N/mm²]	(Druk)

$\sigma_{my;0;d}$ =	$M_{y;ed}$ / W_y	=	2,98	[N/mm^2]	(Buiging y-as)
$\sigma_{mz;0;d}$ =	$M_{z;ed}$ / W_z	=	0,00	[N/mm^2]	(Buiging z-as)

Toets

Toets benodigde formules Als $\lambda_{rel;y;z} \leq 0,3$ dan moeten formule 6.19 en 6.20 worden toegepast

6.21/6.22

$$\lambda_{rel;y;z} = \frac{\lambda_{y;z}}{\pi}\sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{E_{0,05}}} = \frac{15,6}{3,1415927}\sqrt{\frac{19,8}{8333}} \qquad \lambda_{rel;y;z} = 0,24 \ [-]$$

$$\lambda_{y;z} = \sqrt{\frac{I_{y;z;buc}}{i}} = \sqrt{\frac{13433,2}{55,0}} \qquad \lambda_{y;z} = 15,6 \ [-]$$

Voorwaarde: $\lambda_{rel;y;z} \leq 0,3$ | 0,24 ≤ 0,3 | JA

De volgende formules moeten worden gebuikt | 6.19 | 6.20

6.19

$$\left[\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}}\right]^2 + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,00 \ [-]$$

$$\left[\frac{1,17}{11,5}\right]^2 + \frac{2,98}{11,5} + 1,0 * \frac{0,00}{11,5} = 0,27 \ [-]$$

6.20

$$\left[\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}}\right]^2 + K_m * \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,00 \ [-]$$

$$\left[\frac{1,17}{11,5}\right]^2 + 1,0 * \frac{2,98}{11,5} + \frac{0,00}{11,5} = 0,27 \ [-]$$

6.23

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_{c;y;z} * f_{c;0;d}} + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,0 \ [-]$$

$$\frac{1,17}{1,012 * 11,5} + \frac{2,98}{11,5} + 1,0 * \frac{0,00}{11,5} = \text{N.V.T.} \ [-]$$

6.24

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_{cy;z} * f_{c;0;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,0 \ [-]$$

$$\frac{1,17}{1,012 * 11,5} + 1,0 * \frac{2,98}{11,5} + \frac{0,00}{11,5} = \text{N.V.T.} \ [-]$$

6.25/6.26

$$K_{c;y;z} = \frac{1}{K_y K_z + \sqrt{(K_y K_z)^2 - (\lambda_{rel;y;z})^2}}$$

$$K_{c;y;z} = \frac{1}{0,52 + \sqrt{0,27 - 0,06}} = 1,012 \ [-]$$

6.27/6.28

$$K_y = k_z = 0,5 \left(1 + \beta_c \left(\lambda_{rel;y;z} - 0,3\right) + (\lambda_{rel;y;z})^2\right)$$

$$K_y = k_z = 0,5 \left(1 + 0,2 \left(0,24 - 0,3\right) + 0,06\right)$$

$K_y k_z =$ 0,52 [-]

6.29 $\beta_c =$ 0,2 [-] (Voor gezaagd hout)

Rekensheet knik houten palen (conform Eurocode 5 art. 6.2.3)

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]
Datum:	11 april 2019
Project:	Herberekening kademuur Lijnbaansgracht LYG1001
Versie:	1.0

Gemeente Amsterdam

Invoer Algemeen

Paal diameter =	184	[mm]	Ned =	44,32	[kN]
Belastingsduurklasse =	Kort	[-]	My;ed =	0,39	[kNm]
Materiaal =	Rond hout	[-]	Mz;ed =	0	[kNm]

Bij een belastingscombinatie bestaande uit belastingen die horen bij verschillende belastingsduurklassen behoort voor kmod de waarde te zijn gekozen die overeenstemt met de kortste belastingsduur. Bijvoorbeeld bij een combinatie van eigen gewicht en een korteduurbelasting behoort voor k mod de waarde te zijn gebruikt die met de korteduurbelasting overeenstemt.

Controle (U.C)

6.19	0,46	≤	1,0	[-]	Voldoet
6.20	0,46	≤	1,0	[-]	Voldoet
6.23	N.V.T.	≤	1,0	[-]	[-]
6.24	N.V.T.	≤	1,0	[-]	[-]

Materiaaleigenschappen houten funderingspaal

In de NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011 dient de druksterkte evenwijdig aan de vezelrichting van houten heipalen te voldoen aan vergelijking 1 en vergelijking 2, waarbij σc:0:d moet zijn bepaald op basis van formule (6.10a) respectievelijk (6.10b) volgens NEN-EN1990+A1+A1/c2. In beide vergelijkingen is uitgegaan van een paalgroep (ksys=1,1)

Indien de rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c:0:d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule 6.10a

$$\sigma_{c:0:d} \leq f_{c:0:d} = \sigma_{c:0:d} \leq 9{,}8\ N/mm^2$$ (vergelijking 1)

Indien de rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c:0:d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule 6.10b

$$\sigma_{c:0:d} \leq f_{c:0:d} = \sigma_{c:0:d} \leq 11{,}5\ N/mm^2$$ (vergelijking 2)

In het geval van vergelijking 6.10a overheerst het eigen gewicht van het te dragen bouwwerk en om deze reden wordt uitgegaan van een kmod factor behorende bij een lange belastingsduur. Vergelijking 6.10b is een combinatie van het eigen gewicht in combinatie met een veranderlijke belasting (korte duur). Om deze reden wordt een kmod factor gebruikt behorende bij een korteduurbelasting

	Belastingsduur	Modificatiefactor $k_{mod:klasse\ 3}$	$f_{c:0k:dr}$	γ_m	$f_{c:0:d}$	groepswerking K_{sys}	$f_{c:0:d}$
	[-]	[-]	[N/mm²]	[-]	[N/mm²]	[-]	[N/mm²]
6.10a	lang	0,55	19,8	1,3	8,38	1,1	**9,2**
6.10b	kort	0,7	19,8	1,3	10,7	1,1	**11,7**

De bepaalde waarden komen nagenoeg overeen met de waarden uit de norm. Voor de knikcontrole wordt de sterkte uit de norm aangehouden.

$f_{c;0;d}$ =	11,5	[N/mm²]	(druksterkte // Rondhout)	NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011
$f_{m;y;z;d}$ =	11,5	[N/mm²]	(buigsterkte // Rondhout)	
$E_{o;mean}$ =	12500	[N/mm²]	(El. Modulus)	
$E_{0,05}$ =	8333	[N/mm²]	(5 percentiel EL. Modulus)	
K_m =	1,0	[-]	(voor ronde doorsneden)	

Profiel gegevens funderingspaal

Kniklengte y;z richting		$L_{y;z;buc}$ =	13202	[mm]						
oppervlak paal		A_{paal} =	1/4 *	π	*	184	^2	=	26590	[mm²]
Weerstandsmoment		$W_{y;z}$ =	1/32 *	π	*	92	^3	=	76448	[mm³]
Traagheidsmoment		$I_{y;z}$ =	1/4 *	π	*	92	^4	=	56265372	[mm⁴]
traagheidsstraal	ix;y=	√(Iy;z/A)=	√	56265372	/	26590		=	46,0	[mm]

Krachten en momenten en spanningen

$\sigma_{c;0;d}$ =	N_{ed} / A_{paal}	=	1,67	[N/mm²]	(Druk)

$\sigma_{my;0;d}$ =	$M_{y;ed}$ / W_y	=	5,10	[N/mm^2]	(Buiging y-as)
$\sigma_{mz;0;d}$ =	$M_{z;ed}$ / W_z	=	0,00	[N/mm^2]	(Buiging z-as)

Toets

Toets benodigde formules Als $\lambda_{rel;y;z} \leq 0,3$ dan moeten formule 6.19 en 6.20 worden toegepast

6.21/6.22

$$\lambda_{rel;y;z} = \frac{\lambda_{y;z}}{\pi}\sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{E_{0,05}}} = \frac{16,9}{3,1415927}\sqrt{\frac{19,8}{8333}} \qquad \lambda_{rel;y;z} = 0,26 \quad [-]$$

$$\lambda_{y;z} = \sqrt{\frac{I_{y;z;buc}}{i}} = \sqrt{\frac{13201,8}{46,0}} \qquad \lambda_{y;z} = 16,9 \quad [-]$$

Voorwaarde: $\lambda_{rel;y;z} \leq 0,3$ | 0,26 ≤ 0,3 | JA

De volgende formules moeten worden gebuikt | 6.19 | 6.20

6.19

$$\left[\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}}\right]^2 + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,00 \quad [-]$$

$$\left[\frac{1,67}{11,5}\right]^2 + \frac{5,10}{11,5} + 1,0 * \frac{0,00}{11,5} = 0,46 \quad [-]$$

6.20

$$\left[\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}}\right]^2 + K_m * \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,00 \quad [-]$$

$$\left[\frac{1,67}{11,5}\right]^2 + 1,0 * \frac{5,10}{11,5} + \frac{0,00}{11,5} = 0,46 \quad [-]$$

6.23

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_{c;y;z} * f_{c;0;d}} + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,0 \quad [-]$$

$$\frac{1,67}{1,008 * 11,5} + \frac{5,10}{11,5} + 1,0 * \frac{0,00}{11,5} = \text{N.V.T.} \quad [-]$$

6.24

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_{cy;z} * f_{c;0;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,0 \quad [-]$$

$$\frac{1,67}{1,008 * 11,5} + 1,0 * \frac{5,10}{11,5} + \frac{0,00}{11,5} = \text{N.V.T.} \quad [-]$$

6.25/6.26

$$K_{c;y;z} = \frac{1}{K_y K_z + \sqrt{(K_y K_z)^2 - (\lambda_{rel;y;z})^2}}$$

$$K_{c;y;z} = \frac{1}{0,53 + \sqrt{0,28 - 0,07}} = 1,008 \quad [-]$$

6.27/6.28

$K_y = k_z = 0,5 \left(1 + \beta_c \left(\lambda_{rel;y;z} - 0,3\right) + (\lambda_{rel;y;z})^2\right)$

$K_y = k_z = 0,5 \left(1 + 0,2 \left(0,26 - 0,3\right) + 0,07\right)$

$K_y, k_z =$ 0,53 [-]

6.29 $\beta_c = 0,2$ [-] (Voor gezaagd hout)

Rekensheet knik houten palen (conform Eurocode 5 art. 6.2.3)

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]
Datum:	11 april 2019
Project:	Herberekening kademuur Lijnbaansgracht LYG1001
Versie:	1.0

Gemeente Amsterdam

Invoer Algemeen

Paal diameter =	84	[mm]	Ned =	44,32	[kN]
Belastingsduurklasse =	Kort	[-]	My;ed =	0,39	[kNm]
Materiaal =	Rond hout	[-]	Mz;ed =	0	[kNm]

Bij een belastingscombinatie bestaande uit belastingen die horen bij verschillende belastingsduurklassen behoort voor kmod de waarde te zijn gekozen die overeenstemt met de kortste belastingsduur. Bijvoorbeeld bij een combinatie van eigen gewicht en een korteduurbelasting behoort voor k mod de waarde te zijn gebruikt die met de korteduurbelasting overeenstemt.

Controle (U.C)

6.19	N.V.T.	≤	1,0	[-]	[-]
6.20	N.V.T.	≤	1,0	[-]	[-]
6.23	5,37	≤	1,0	[-]	Voldoet Niet
6.24	5,37	≤	1,0	[-]	Voldoet Niet

Materiaaleigenschappen houten funderingspaal

In de NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011 dient de druksterkte evenwijdig aan de vezelrichting van houten heipalen te voldoen aan vergelijking 1 en vergelijking 2, waarbij σc:0:d moet zijn bepaald op basis van formule (6.10a) respectievelijk (6.10b) volgens NEN-EN1990+A1+A1/c2. In beide vergelijkingen is uitgegaan van een paalgroep (ksys=1,1)

Indien de rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c:0:d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule 6.10a

$$\sigma_{c:0:d} \leq f_{c:0:d} = \sigma_{c:0:d} \leq 9{,}8\ N/mm^2$$ (vergelijking 1)

Indien de rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c:0:d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule 6.10b

$$\sigma_{c:0:d} \leq f_{c:0:d} = \sigma_{c:0:d} \leq 11{,}5\ N/mm^2$$ (vergelijking 2)

In het geval van vergelijking 6.10a overheerst het eigen gewicht van het te dragen bouwwerk en om deze reden wordt uitgegaan van een kmod factor behorende bij een lange belastingsduur. Vergelijking 6.10b is een combinatie van het eigen gewicht in combinatie met een veranderlijke belasting (korte duur). Om deze reden wordt een kmod factor gebruikt behorende bij een korteduurbelasting

	Belastingsduur	Modificatiefactor $k_{mod:klasse\ 3}$	$f_{c:0k:dr}$	γ_m	$f_{c:0:d}$	groepswerking K_{sys}	$f_{c:0:d}$
	[-]	[-]	[N/mm²]	[-]	[N/mm²]	[-]	[N/mm²]
6.10a	lang	0,55	19,8	1,3	8,38	1,1	**9,2**
6.10b	kort	0,7	19,8	1,3	10,7	1,1	**11,7**

De bepaalde waarden komen nagenoeg overeen met de waarden uit de norm. Voor de knikcontrole wordt de sterkte uit de norm aangehouden.

$f_{c;0;d}$ =	11,5	[N/mm²]	(druksterkte // Rondhout)	NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011
$f_{m;y;z;d}$ =	11,5	[N/mm²]	(buigsterkte // Rondhout)	
$E_{o;mean}$ =	12500	[N/mm²]	(El. Modulus)	
$E_{0,05}$ =	8333	[N/mm²]	(5 percentiel EL. Modulus)	
K_m =	1,0	[-]	(voor ronde doorsneden)	

Profiel gegevens funderingspaal

Kniklengte y;z richting		$L_{y;z;buc}$ =	12443	[mm]						
oppervlak paal		A_{paal} =	1/4 *	π	*	84	^2	=	5542	[mm²]
Weerstandsmoment		$W_{y;z}$ =	1/32 *	π	*	42	^3	=	7274	[mm³]
Traagheidsmoment		$I_{y;z}$ =	1/4 *	π	*	42	^4	=	2443920	[mm⁴]
traagheidsstraal	ix;y=	√(Iy;z/A)=	√	2443920	/	5542		=	21,0	[mm]

Krachten en momenten en spanningen

$\sigma_{c;0;d}$ =	N_{ed} / A_{paal}	=	8,00	[N/mm²]	(Druk)

$\sigma_{my;0;d}$ =	$M_{y;ed}$ / W_y	=	53,62	[N/mm^2]	(Buiging y-as)
$\sigma_{mz;0;d}$ =	$M_{z;ed}$ / W_z	=	0,00	[N/mm^2]	(Buiging z-as)

Toets

Toets benodigde formules Als $\lambda_{rel;y;z} \leq 0,3$ dan moeten formule 6.19 en 6.20 worden toegepast

6.21/6.22

$$\lambda_{rel;y;z} = \frac{\lambda_{y;z}}{\pi}\sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{E_{0,05}}} = \frac{24,3}{3,1415927}\sqrt{\frac{19,8}{8333}} \qquad \lambda_{rel;y;z} = 0,38 \ [-]$$

$$\lambda_{y;z} = \sqrt{\frac{I_{y;z;buc}}{i}} = \sqrt{\frac{12443,5}{21,0}} \qquad \lambda_{y;z} = 24,3 \ [-]$$

Voorwaarde: $\lambda_{rel;y;z} \leq 0,3$ | 0,38 ≤ 0,3 | Nee

De volgende formules moeten worden gebuikt | 6.23 | 6.24

6.19

$$\left[\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}}\right]^2 + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,00 \ [-]$$

$$\left[\frac{8,00}{11,5}\right]^2 + \frac{53,62}{11,5} + 1,0 * \frac{0,00}{11,5} = \text{N.V.T.} \ [-]$$

6.20

$$\left[\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}}\right]^2 + K_m * \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,00 \ [-]$$

$$\left[\frac{8,00}{11,5}\right]^2 + 1,0 * \frac{53,62}{11,5} + \frac{0,00}{11,5} = \text{N.V.T.} \ [-]$$

6.23

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_{c;y;z} * f_{c;0;d}} + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,0 \ [-]$$

$$\frac{8,00}{0,982 * 11,5} + \frac{53,62}{11,5} + 1,0 * \frac{0,00}{11,5} = 5,4 \ [-]$$

6.24

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_{cy;z} * f_{c;0;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,0 \ [-]$$

$$\frac{8,00}{0,982 * 11,5} + 1,0 * \frac{53,62}{11,5} + \frac{0,00}{11,5} = 5,4 \ [-]$$

6.25/6.26

$$K_{c;y;z} = \frac{1}{K_y K_z + \sqrt{(K_y K_z)^2 - (\lambda_{rel;y;z})^2}}$$

$$K_{c;y;z} = \frac{1}{0,58 + \sqrt{0,34 - 0,14}} = 0,982 \ [-]$$

6.27/6.28

$$K_y = k_z = 0,5 \ (1 + \beta_c \ (\lambda_{rel;y;z} - 0,3) + (\lambda_{rel;y;z})^2)$$

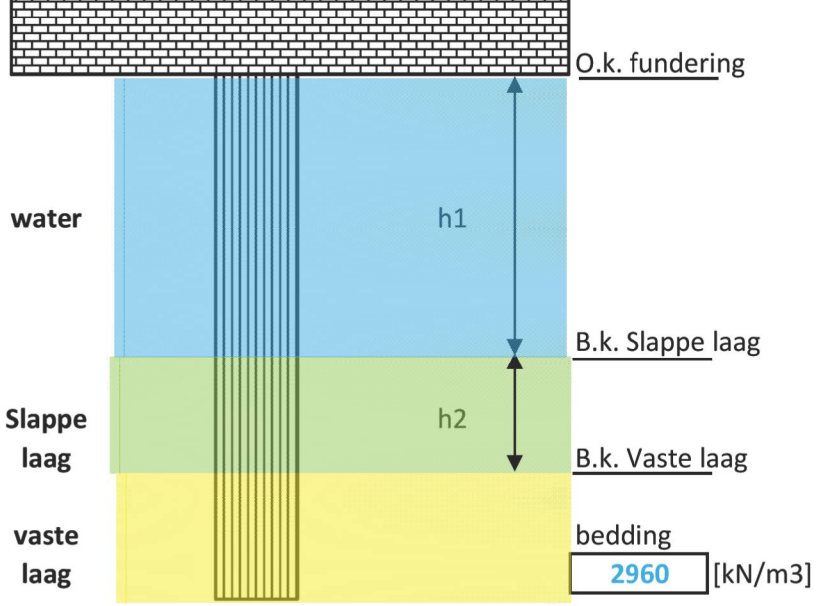
$$K_y = k_z = 0,5 \ (1 + 0,2 \ (0,38 - 0,3) + 0,14)$$

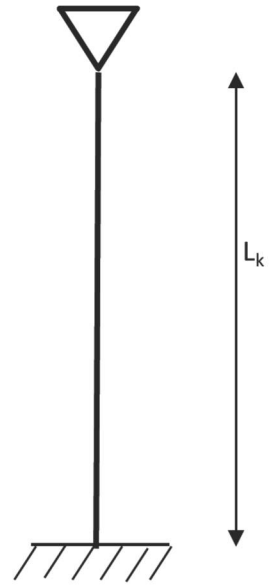
$K_y, k_z =$ 0,58 [-]

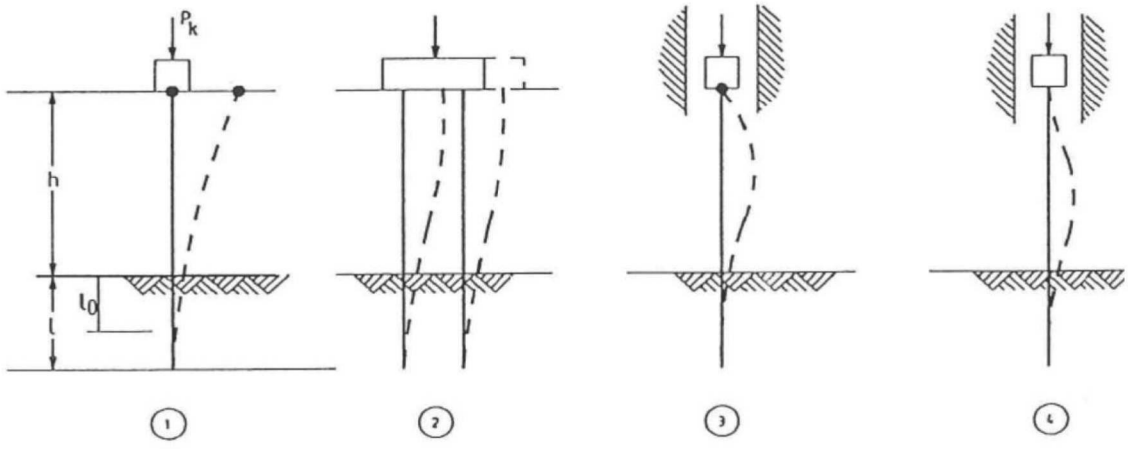
6.29 $\beta_c =$ 0,2 [-] (Voor gezaagd hout)

Knik Funderingspaal gedeeltelijk vrijstaand	
Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	T.Augustuszoon
Datum:	11 april 2019
Project:	Herberekening kademuur Lijnbaansgracht LYG1001

Diameter kop =	84	[mm]	o.k. fundering =	-1
Tapsheid =	8	[mm/m^1]	b.k. slappe laag =	-1
Diameter aanzet vaste laag=	-12	[mm]	b.k. vaste laag =	-13
			h1 =	0
			h2 =	12
			htot =	12







Dgem =	0,036	[m]	(Paaldiameter)	
E0;mean;paal =	12500	[N/mm^2]	(Elasticiteitsmodulus van de paal)	(zie rekenb
E0;mean;paal =	12500000	[kN/m^2]	(Elasticiteitsmodulus van de paal)	
Iy;z =	8,24E-08	[m^4]	(traagheidsmoment)	($1/4*\pi*r_{gem}^2$)

K =	106,56	[kN/m^2]	(Kh*D)
kh =	2960	[kN/m^3]	(Horizontale bedding)

htot=	12	[m]
Paallengte =	12,25	[m]
l =	0,25	[m]

$$l_o = \sqrt[4]{\frac{4EI}{k}} =$$

l0 = 0,44 [m]

Bepalen kniklengte

Model 1	L_k =	2 * (h+L_0)	=	24,9	[m]
Model 2	L_k =	h + L_0	=	12,4	[m]
Model 3	L_k =	0,5 * (h+L_0)*√2	=	8,8	[m]
Model 4	L_k =	0,5 * (h+L_0)	=	6,2	[m]

Kniklengte Model 2 = **12,4** **[m]**



[m NAP]

[m NAP]

[m NAP]

[m]

[m]

[m]

lad)

443,5 [mm]

Bijlage 6 – Geotechnisch advies

Gemeente Amsterdam

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

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

Notitie

Aan	[redacted]
Van	[redacted]
Kopie aan	
Datum	25 april 2019
Ons kenmerk	34296-NL-001
Bijlage(n)	1 Locatietekening en beschikbare sonderingen 2 Rapport D-Foundations

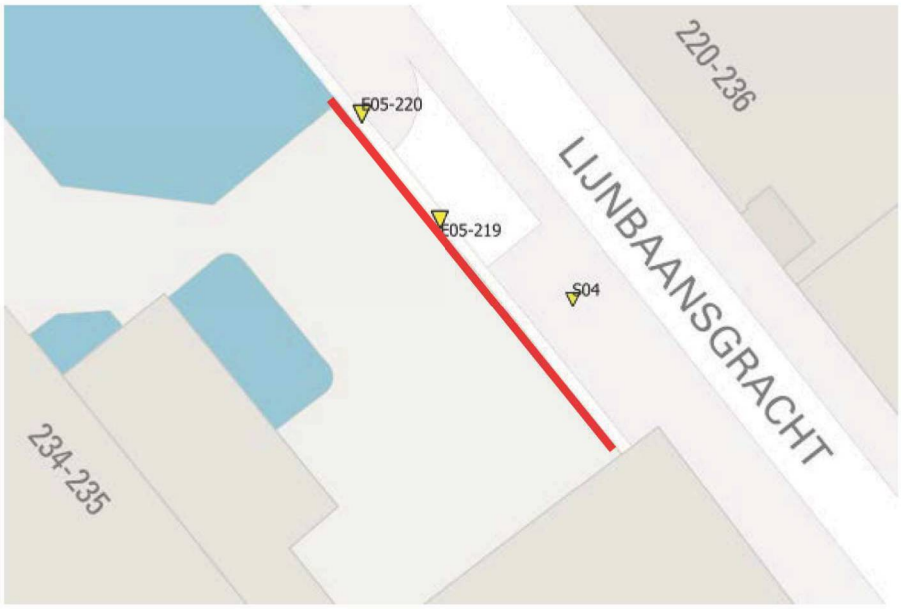
Onderwerp Herberekening paaldraagvermogen rak tegenover "Melkweg"

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	
[redacted]			-2019

1. Inleiding

Het ingenieursbureau Amsterdam (IB) heeft opdracht gekregen om de huidige staat van de kademuur tegenover de "Melkweg" te beoordelen aan de hand van een herberekening. De locatie van het rak en de grondonderzoeken zijn weergegeven in figuur 1.

In deze notitie wordt enkel het indicatieve paaldraagvermogen berekend en gepresenteerd aan de hand van sonderingen E05-219 en E05-220 uit het archief van de gemeente Amsterdam en sondering S04 dat recent is uitgevoerd door Multiconsult d.d. 07-09-2016.



Figuur 1: Locatie kademuur en sonderingen

1.2 Documenten

Voor het opstellen van deze notitie zijn de navolgende documenten gebruikt:

[1] NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies;
[2] Gemeente Amsterdam: 19p012 Amsterdam kademuurinspectie Melkweg LYG1001 c.1. d.d. 7-3-2019
[3] Multiconsult: Rapport "Geotechnisch bodemonderzoek "Fietsenstalling, Lijnbaansgracht te Amsterdam"; kenmerk: JS/BM160665/003843-001; d.d. 07-09-2016
[4] Grondonderzoek Archief Gemeente Amsterdam
[5] Gemeente Amsterdam: Toetsingskader Amsterdamse bruggen versie 1.0; d.d. 28-1-2019

1.3 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn aangehouden ten behoeve van de berekening van het geotechnisch paaldraagvermogen voor de kademuur:

- Het waterpeil van de Lijnbaansgracht wordt aangehouden op NAP -0,4 m [waternet].
- Conform [2] wordt er in de berekening rekening gehouden met een houten (tapse) paal met Ø 190 mm en een tapsheid van 0,0085 m/m^1 conform [5].
- Conform opgave constructeur wordt het draagvermogen bepaald in de 1^e zandlaag.
- Negatieve kleef: Indien op de locatie van de bestaande brug geen toekomstige maaiveldophogingen, bemalingen en/of (grond)waterstandsverlagingen plaatsvinden, hoeft de negatieve schachtwrijving niet in rekening te worden gebracht. In deze notitie wordt hiervan uitgegaan. Aangenomen wordt dat de volledige negatieve kleef al is ontwikkeld.
- De positieve schachtwrijving is meegenomen vanaf de aanzet van de Eerste zandlaag.
- Voor de berekeningen van het draagvermogen zijn de paalfactoren van vóór 2016 toegepast omdat het een bestaande constructie betreft (tabel 1).
- Het paaldraagvermogen wordt berekend met behulp van D-Foundations v16.1 (build 2.2) ontwikkeld door Deltares.
- Draagkrachtberekening conform [1];
- De constructeur heeft geen paalbelasting opgegeven en dient paaldraagvermogen te toetsen aan de optredende paalbelasting.

2. Grondonderzoek

Voor de berekening van het paaldraagvermogen is gebruik gemaakt van het archief van de Gemeente Amsterdam en van sondering S04 dat is uitgevoerd door Multiconsult, kenmerk: JS/BM160665/003843-001; d.d. 07-09-2016. De archief sonderingen zijn gedigitaliseerd waardoor er mogelijk kleine afwijkingen aanwezig zijn in diepte en conusweerstanden. De plaats van de grondonderzoeken in het terrein staan weergegeven in figuur 1 en de sondeergrafieken staan weergegeven in bijlage 1.

2.1 Globale bodemopbouw

Onder het maaiveld gelegen op circa NAP 0,4 m worden tot de aanzet van het Pleistocene zand de samendrukbare Holocene lagen aangetroffen. De aanzet van het Pleistocene zand, de Eerste zandlaag, is gelegen op een diepte van circa NAP -12,6 m. Onder deze laag bevindt zich de Alleröd tot de aanzet van de meer draagkrachtige Tweede Zandlaag welke is gelegen op een diepte van NAP -17,5 m.

3. Resultaten

3.1 Algemeen

De berekening van het draagvermogen ($R_{c;net;d}$) is uitgevoerd met het computerprogramma D-Foundations v 16.1 (build 2.2). De berekeningen zijn gebaseerd op de geotechnische norm NEN-EN 1997-1+C1, Eurocode 7. In de berekening in D-Foundations is negatieve kleef ($F_{nsf;d}$) conform maatwerk niet meegenomen. Onder voorwaarde dat niet wordt opgehoogd ter plaatse van het landhoofd is dit akkoord, anders dient negatieve kleef wel te worden beschouwd en meegenomen in de draagvermogen berekening.

In bijlage 2 is volledigheidshalve de uitvoer van de D-Foundations berekeningen opgenomen. Voor de berekening van het paaldraagvermogen zijn de paalfactoren toegepast zoals weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Waarden paalklassefactors voor een houten tapse paal van voor 2016 (NEN 9997-1+C1:2012 Tabel 7.c)

Paalfactor	Houten tapse paal
α_p	1,0
α_s	0,012
β	1,0
s	1,0
ξ_3 (n=1)	1,39
ξ_4 (n=1)	1,39

3.2 Draagkrachtvermogen funderingspalen

Op grond van de uitgevoerde berekening is in tabel 2 het paaldraagvermogen per paalpuntniveau voor een houten tapse paal met Ø 190 mm en een tapsheid van 0,0085 m/m^1 gepresenteerd voor alle sonderingen. $R_{c;net;d}$ is de rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal, rekening houdend met negatieve kleef ($R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$), waardoor in dit geval geldt $F_{nk;d}$ = 0 kN.

Een uitgebreide rapportage van de berekening is bijgevoegd in bijlage 2. De constructeur dient het paaldraagvermogen te toetsen aan de optredende paalbelasting.

Tabel 2: Berekende indicatieve paaldraagvermogen per p.p.n.

Sondering [-]	Diepte [m NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nsf;d}$ [kN]	$R_{c;net;d}$ [kN]
S04	-12.5	15	0	15
S04	-12.75	34	0	34
S04	-13	80	0	80
S04	-13.25	159	0	159
S04	-13.5	136	0	136
S04	-13.75	104	0	104
S04	-14	91	0	91
S04	-14.25	91	0	91
E05-220	-12.5	276	0	276
E05-220	-12.75	316	0	316
E05-220	-13	216	0	216
E05-220	-13.25	195	0	195
E05-220	-13.5	196	0	196
E05-220	-13.75	193	0	193
E05-220	-14	221	0	221
E05-220	-14.25	234	0	234
E05-219	-12.5	23	0	23
E05-219	-12.75	58	0	58
E05-219	-13	101	0	101
E05-219	-13.25	149	0	149
E05-219	-13.5	198	0	198
E05-219	-13.75	150	0	150
E05-219	-14	116	0	116
E05-219	-14.25	118	0	118

Gemeente Amsterdam

Bijlage 1 – Locatietekening en sondeergrafieken

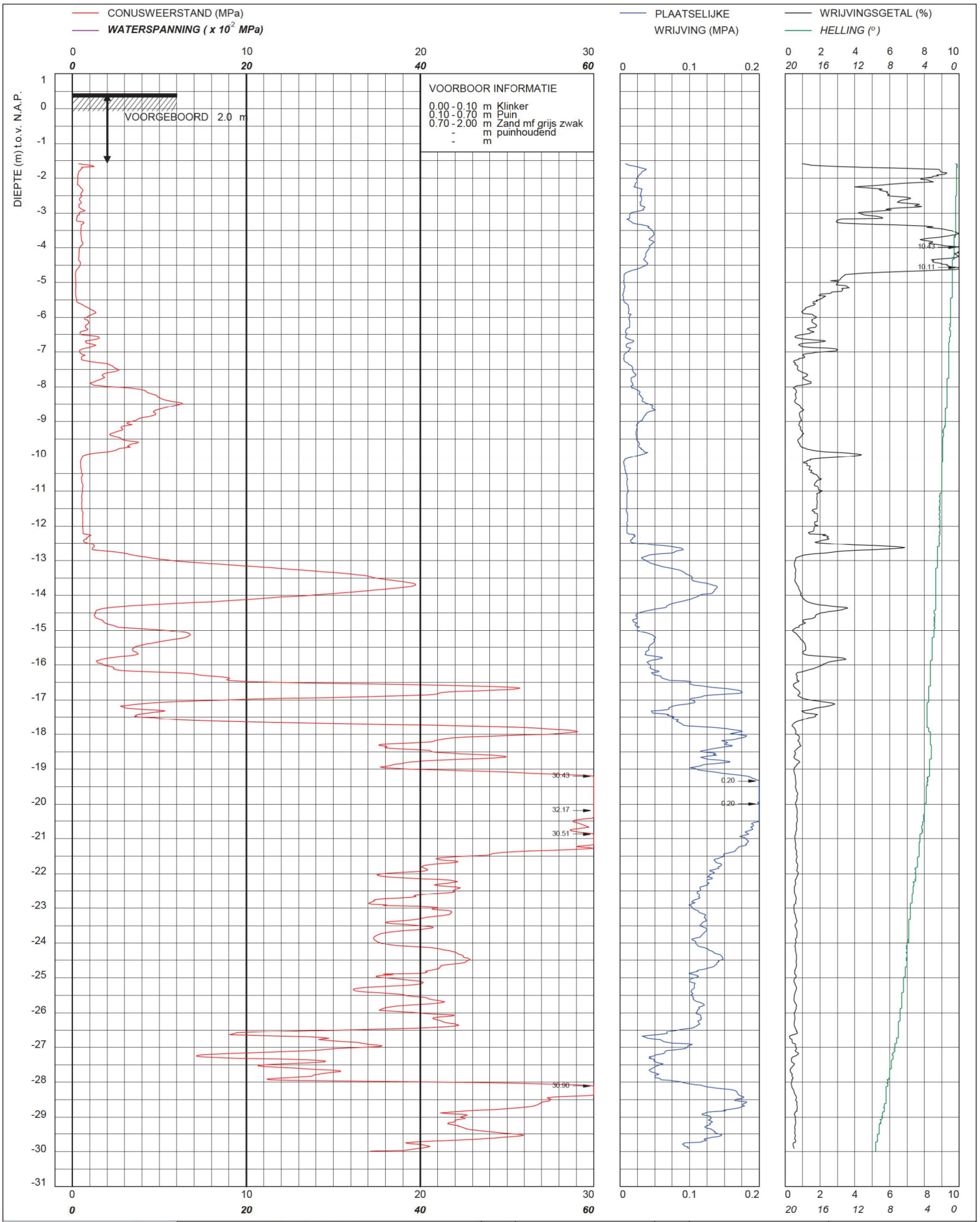


Overzichtstekening

Projectnummer	: 003843-001	Plaats	: Amsterdam
Opdrachtgever	: Gemeente Amsterdam	Locatie	: Lijnbaansgracht
Kenmerk opdrachtgever	: -		

Multiconsult

Contactweg 60, 1014 BW Amsterdam
Telefoon +31(0)20 410 85 43 / www.multiconsult.nl / info@multiconsult.nl



© copyright

Multiconsult

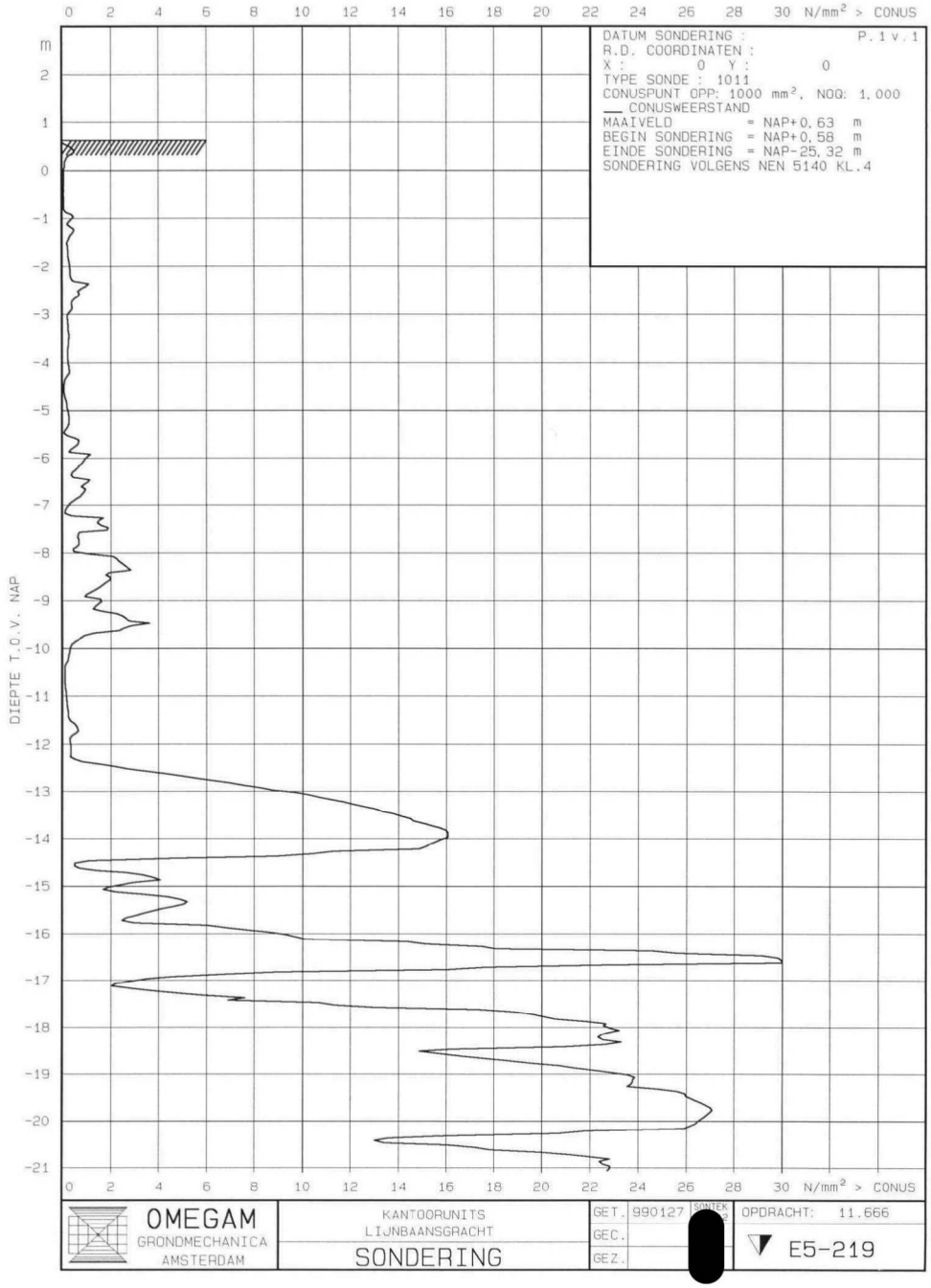
Multiconsult
Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@multiconsult.nl

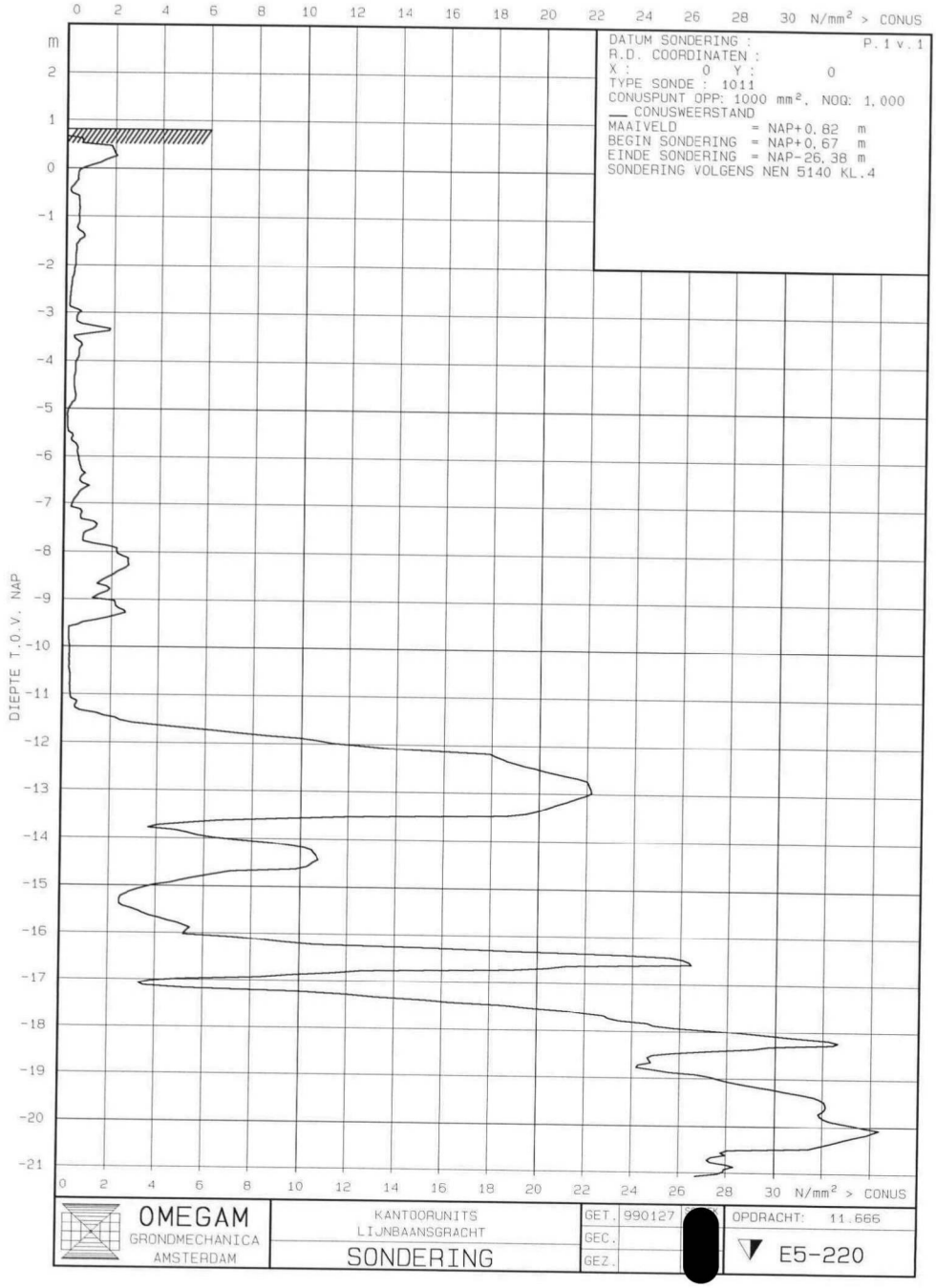
Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3
Conus: 140119, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2

Gemeente Amsterdam

Lijnbaansgracht te Amsterdam

MV	0.43	m N.A.P.	X	120562	Opdrachtnummer :
Km			Y	486452	003843-001
Uitvoeringsdatum			30-8-2016		Locatiecode :
Printdatum			31-8-2016		S04


0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 N/mm² > CONUS
DATUM SONDERING : P. 1 v. 1
R.D. COORDINATEN :
X : 0 Y : 0
TYPE SONDE : 1011
CONUSPUNT OPP: 1000 mm², NOQ: 1,000
CONUSWEERSTAND
MAAIVELD = NAP+0,63 m
BEGIN SONDERING = NAP+0,58 m
EINDE SONDERING = NAP-25,32 m
SONDERING VOLGENS NEN 5140 KL.4
m
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
DIEPTE T.O.V. NAP
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 N/mm² > CONUS
OMEGAM
GRONDMECHANICA
AMSTERDAM
KANTOORUNITS
LIJNBAANSGRACHT
SONDERING
GET. 990127
GEC.
GEZ.
OPDRACHT: 11.666
E5-219


0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 N/mm² > CONUS
m
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
DIEPTE T.O.V. NAP
DATUM SONDERING :
P. 1 v. 1
R.D. COORDINATEN :
X : 0 Y : 0
TYPE SONDE : 1011
CONUSPUNT OPP: 1000 mm². NOQ: 1,000
— CONUSWEERSTAND
MAAIVELD = NAP+0.82 m
BEGIN SONDERING = NAP+0.67 m
EINDE SONDERING = NAP-26.38 m
SONDERING VOLGENS NEN 5140 KL.4
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 N/mm² > CONUS
OMEGAM
GRONDMECHANICA
AMSTERDAM
KANTOORUNITS
LIJNBAANSGRACHT
SONDERING
GET. 990127
GEC.
GEZ.
OPDRACHT: 11.665
E5-220

Bijlage 2 – Uitdraai rapportage D-Foundations

Report for D-Foundations 17.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares



Company:	Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau
Date of report:	4/25/2019
Time of report:	2:29:15 PM
Date of calculation:	4/24/2019
Time of calculation:	2:21:08 PM
Filename:	G:\..\34296 - Lijnbaansgracht Amsterdam LYG1001_houtenpaal
Project identification:	Draagvermogen LYG1001
	D-Foundations 34296 - Lijnbaansgracht Amsterdam LYG1001_houtenpaal

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Bearing Piles 3
2.4 Superstructure 3
2.5 General CPT Data 3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.6 Soil Data 4
2.6.1 Soil Profile S04 4
2.6.2 Soil Profile E05-220 5
2.6.3 Soil Profile E05-219 5
2.7 Pile Types 6
2.7.1 Pile type : Taper 190 6
2.8 Foundation Plan 6
2.8.1 View of Foundation Plan 7
2.9 Excavation Data 7
2.10 Overruled Parameters 8
2.11 Model Options 8
2.12 Model Options 8
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Capacity 9
3.1 Errors and Warnings 9
3.2 Remarks 9
3.3 Calculation Parameters 9
3.3.1 Pile Factors 9
3.3.2 Pile type : Taper 190 9
3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Taper 190 10
3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN 10

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	Draagvermogen LYG1001
Title 2 :	
Title 3 :	D-Foundations 34296 - Lijnbaansgracht Amsterdam LYG1001_houtenpaal
Number of project :	
Location of project :	Lijnbaansgracht Amsterdam

2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure :	Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's :	3
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



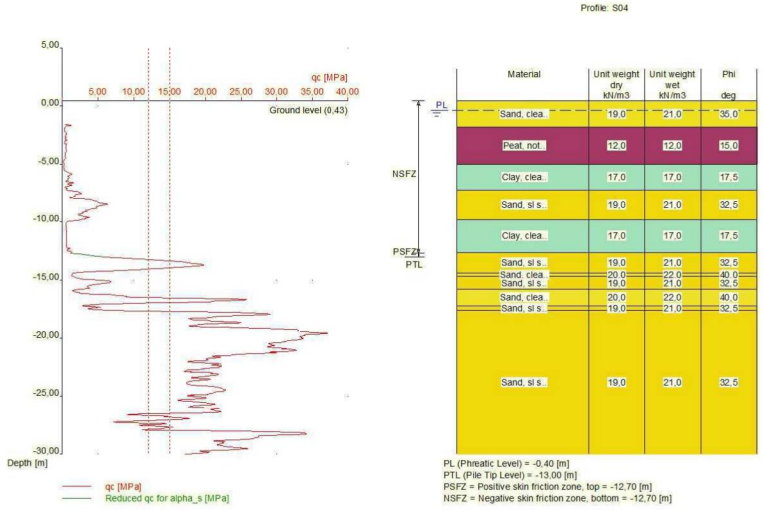
Number/Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
1: S04	-13,00	-12,70	-12,70	120562,00	486452,00
2: E05-220	-13,00	-11,30	-11,30	120,55	486,46
3: E05-219	-13,00	-12,30	-12,30	121,00	486,45

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 3

2.6.1 Soil Profile S04

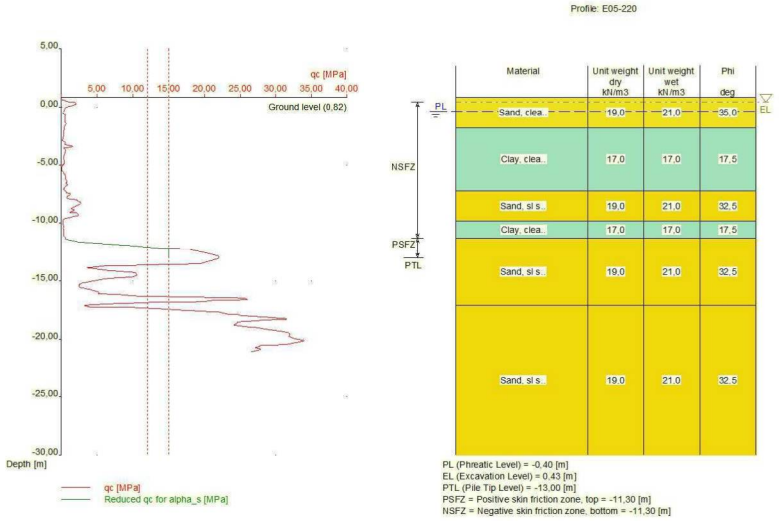
Belonging to CPT	S04
Surface level in [m. reference level] :	0,43
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,40
Pile tip level in [m. reference level] :	-13,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-12,70
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12,70
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,01
Number of layers in profile :	11



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,430	19,00	21,00	35,00	Sand	0,200
2	-1,800	12,00	12,00	15,00	Peat	--
3	-5,000	17,00	17,00	17,50	Clay	--
4	-7,200	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
5	-9,800	17,00	17,00	17,50	Clay	--
6	-12,600	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
7	-14,400	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
8	-14,700	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
9	-15,800	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
10	-17,200	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
11	-17,600	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.6.2 Soil Profile E05-220

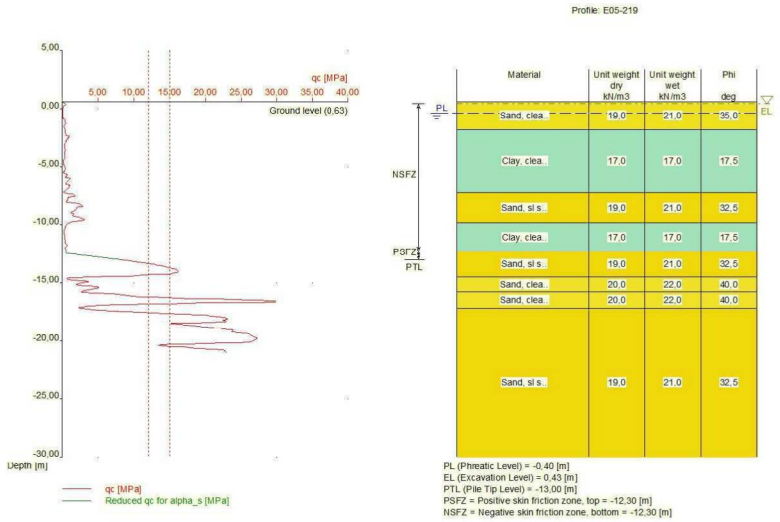
Belonging to CPT	E05-220
Surface level in [m. reference level] :	0,82
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,40
Pile tip level in [m. reference level] :	-13,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-11,30
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-11,30
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,01
Number of layers in profile :	6



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,820	19,00	21,00	35,00	Sand	0,200
2	-1,800	17,00	17,00	17,50	Clay	--
3	-7,200	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
4	-9,800	17,00	17,00	17,50	Clay	--
5	-11,300	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
6	-17,100	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.6.3 Soil Profile E05-219

Belonging to CPT	E05-219
Surface level in [m. reference level] :	0,63
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,40
Pile tip level in [m. reference level] :	-13,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-12,30
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12,30
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,01
Number of layers in profile :	8



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,630	19,00	21,00	35,00	Sand	0,200
2	-1,800	17,00	17,00	17,50	Clay	--
3	-7,200	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
4	-9,800	17,00	17,00	17,50	Clay	--
5	-12,300	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
6	-14,500	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
7	-15,800	20,00	22,00	40,00	Sand	0,200
8	-17,200	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : Taper 190

Pile type : Tapered timber pile
Note: Factor alpha_p has the pre 2016 value.

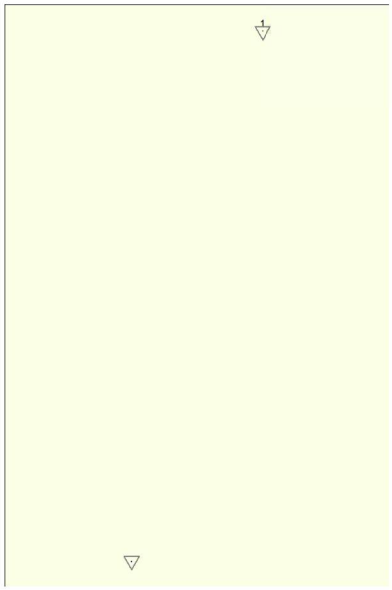
Materialtype for pile : Timber
Slip layer : None
Pile shape : Round tapered pile
beta (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.
s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.

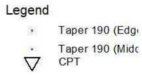
Pile dimensions :
Diameter at pile tip [m] : 0,190
Increase in diameter [m/m] : 0,009

2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1
Number of collaborating piles* : 1
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

2.8.1 View of Foundation Plan

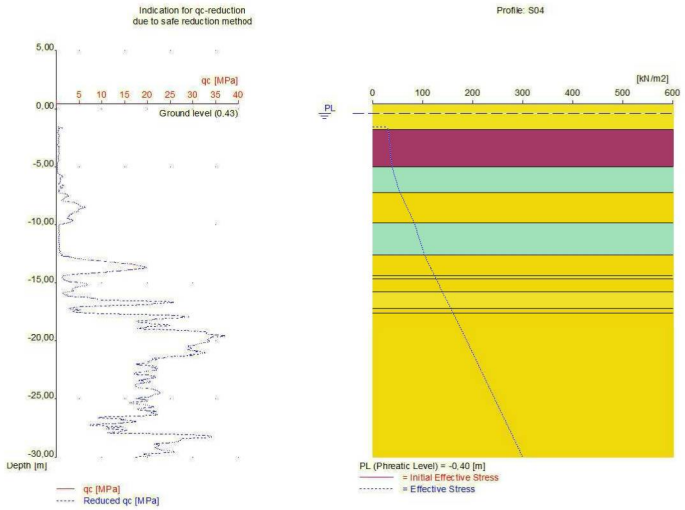




Pile nr/name	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Fc;d (STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	120548,00	486447,00	0,00	0,00	0,00	0,63

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 0,43
Reduction model : Safe (NEN)



2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] :	1,39
User defined Factor xi4 [-] :	1,39

2.11 Model Options

Use pilegroup for negative skin friction (standard)
Create intermediate results file
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
Suppress the influence of excavations.

2.12 Model Options

Selected pile types :
- -Taper 190

Selected profiles :
- -S04
- -E05-220
- -E05-219

Trajectory
- -begin [m] : -12,50
- -end [m] : -14,50
- -interval [m] : 0,25

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results of the Option Preliminary Design, Indication Bearing Ca

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor xi4 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Soil profile E05-220
Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to 0,63 m relative to reference level.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 lid (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Note : The calculations performed are based on a single pile for limit state STR/GEO (= ultimate limit state).
Due to the nature of preliminary design, a single pile is always assumed. A possible pileplan is disregarded when using the preliminary design option. Hence a non rigid superstructure is assumed and pile group effects are not considered.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State STR/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State STR/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
xi3 (user defined) :	1,39
xi4 (user defined) :	1,39

Note: The excavation(s) is not taken into account in the calculation!

3.3.2 Pile type : Taper 190

Pile type :	Tapered timber pile
Note: Factor alpha_p has the pre 2016 value.	
Materialtype for pile :	Timber
Slip layer :	None
Pile shape :	Round tapered pile
beta (Shape factor: figuur 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :	1,00
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :	1,00
Pile dimensions :	
Diameter at pile tip [m] :	0,190
Increase in diameter [m/m] :	0,009

CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
S04	0,0120	--	1,0000
E05-220	0,0120	--	1,0000
E05-219	0,0120	--	1,0000

3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Taper 190

CPT name	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;rep [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
S04	-12.50	25	0	25	15	0	0	15
S04	-12.75	56	1	57	34	0	0	34
S04	-13.00	125	8	133	80	0	0	80
S04	-13.25	241	24	265	159	0	0	159
S04	-13.50	176	51	227	136	0	0	136
S04	-13.75	93	80	173	104	0	0	104
S04	-14.00	58	93	151	91	0	0	91
S04	-14.25	40	112	152	91	0	0	91
S04	-14.50	36	119	155	93	0	0	93
E05-220	-12.50	388	73	461	276	0	0	276
E05-220	-12.75	425	102	527	316	0	0	316
E05-220	-13.00	229	131	360	216	0	0	216
E05-220	-13.25	163	162	325	195	0	0	195
E05-220	-13.50	135	192	327	196	0	0	196
E05-220	-13.75	107	215	322	193	0	0	193
E05-220	-14.00	141	227	368	221	0	0	221
E05-220	-14.25	145	245	390	234	0	0	234
E05-220	-14.50	101	269	370	222	0	0	222
E05-219	-12.50	37	1	38	23	0	0	23
E05-219	-12.75	91	6	97	58	0	0	58
E05-219	-13.00	151	18	169	101	0	0	101
E05-219	-13.25	214	35	249	149	0	0	149
E05-219	-13.50	272	58	330	198	0	0	198
E05-219	-13.75	165	86	251	150	0	0	150
E05-219	-14.00	78	115	193	116	0	0	116
E05-219	-14.25	52	145	197	118	0	0	118
E05-219	-14.50	22	149	171	103	0	0	103

* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN

CPT name	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Taper 190 Rc;net;d [kN]
S04	0,43	-12,50	15,00
S04	0,43	-12,75	34,00
S04	0,43	-13,00	80,00
S04	0,43	-13,25	159,00
S04	0,43	-13,50	136,00
S04	0,43	-13,75	104,00
S04	0,43	-14,00	91,00
S04	0,43	-14,25	91,00
S04	0,43	-14,50	93,00
E05-220	0,82	-12,50	276,00
E05-220	0,82	-12,75	316,00
E05-220	0,82	-13,00	216,00
E05-220	0,82	-13,25	195,00
E05-220	0,82	-13,50	196,00
E05-220	0,82	-13,75	193,00
E05-220	0,82	-14,00	221,00
E05-220	0,82	-14,25	234,00
E05-220	0,82	-14,50	222,00
E05-219	0,63	-12,50	23,00
E05-219	0,63	-12,75	58,00

CPT name	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Taper 190 Rc;net;d [kN]
E05-219	0,63	-13,00	101,00
E05-219	0,63	-13,25	149,00
E05-219	0,63	-13,50	198,00
E05-219	0,63	-13,75	150,00
E05-219	0,63	-14,00	116,00
E05-219	0,63	-14,25	118,00
E05-219	0,63	-14,50	103,00

* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

End of Report

Bijlage 7 – Funderingsinspectie Baars-Cipro

Lijnbaansgracht Amsterdam

LYG1001

Objectgegevens

Rapportstatus	Definitief 1.0
Objectnr.	LYG1001
Locatie	Tegenover de "Melkweg"
Type	Kademuur
Bouwjaar	Onbekend
Afmetingen	Kadelengte ca. 20 meter
Beheerder	Gemeente Amsterdam
Inspectieomstandigheden	Datum: 13 & 14 februari 2019 Weer: zonnig, 4°C Water: 5°C, zicht < 0,5 m Stroming 0 $^{m}/_{s}$



Samenvatting

Kadeconstructie:
- De kadeconstructie verkeert op basis van de visuele boven en onderwaterinspectie van de bereikbare onderdelen in **redelijke** staat.
- De verticale scheur in het metselwerk is mogelijk de oorzaak van de bezweken uitstroomopeningen en het ontbrekende metselwerk hieronder.

Fundering:
- Een houtindringing van gemiddeld 15 tot 28 mm in de houten funderingspalen geeft aan dat het onderdeel in **redelijke** tot **matige** staat verkeert.
- De indringingsgegevens komen niet volledig overeen met de verwachting vanuit de visuele inspectie. Echter wordt op basis van onderstaande conclusie, welke vanuit de analyse van het laboratorium komt, de staat van de funderingspalen vanuit de indringingsgegevens bevestigd.

Houtmonsteranalyse:
- Alle palen zijn grenen en de monsters zijn in een buitenste schil van respectievelijk 73, 33 en 67 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 de monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 89, 40 en 77 mm.

Inleiding

De gemeente Amsterdam, afdeling vastgoed, heeft Baars-CIPRO opdracht gegeven tot het uitvoeren van een kademuurinspectie van de kadeconstructie 'LYG1001' aan de Lijnbaansgracht voor de ingang van de Melkweg, conform offerte 19p012. De inspectie omvat het bepalen van de opbouw van de kadeconstructie inclusief de fundering, het uitvoeren van hout-indringingsmetingen en het nemen en analyseren van houtmonsters.

De voorliggende raportage beschrijft de bevindingen van deze kadeinspectie.

Constructie

Locatie:
- LYG1001 bevindt zich aan de Lijnbaansgracht tegenover de Melkweg, aan de "oost zijde" van de ophaalbrug. De inspectie concentreert zich vanaf de ophaalbrug tot ca. 20 m richting het oosten.

Vanuit de opdrachtgever zijn géén documenten ontvangen waaruit de opbouw van de kademuur op voorhand te achterhalen is.

Bevindingen

Het nulpunt is gekozen op de overgang van de ophaalbrug voor de Melkweg naar de kademuurconstructie, zie foto's 3 & 4.

Deksloof:
- De deksloof is opgebouwd uit hardstenen elementen.
- Er bevindt zich een hoogteverschil in de deksloof/kademuurconstructie, oplopend richting het oosten. Deze "slope" loopt vanaf 9,20 m tot 18,40 m t.o.v. het 0-punt waarbij een hoogteverschil is gemeten van ca. 46 cm.
- Geen bijzonderheden waargenomen.

Kadeconstructie:

- Het overgrote deel, ca. 17,30 m, van de onderzochte kadeconstructie is opgebouwd uit een gemetselde wand gefundeerd op een houten paalfundering.
- De overige 2,70 m bestaat uit een metselwerk weke de bodem in verdwijnt, zie bijlage I Inspectietekening.
- Het metselwerk boven de waterlijn is vanaf het 0-punt tot het begin van de "slope" op 9,20 m uniform verweerd door langsstromend hemelwater, zie bijlage II foto 1.
- Het metselwerk boven de waterlijn is ter hoogte van de "slope" verweerd door hemelwater wat, tussen de voegen van de deksloof, langs de kademuur naar beneden loopt, zie bijlage II foto 2.
- Op ca. 7,60 m t.o.v. het nulpunt zijn twee uitstroomopeningen (beide Ø 12 cm) in de kademuur waargenomen. Deze ronde buizen bevinden zicht net onder de waterlijn, zie bijlage II foto's 5 $^{t}/_{m}$ 7.
- Beide uitstroomopeningen zijn aan de bovenzijde gebroken, zie bijlage II foto 7.
- Onder de twee uitstroomopeningen ontbreekt een gedeelte van het metselwerk. De afmetingen van het ontbrekende deel: de diepst gemeten diepte bedraagt 29 cm, de breedste breedte 27 cm en de hoogste hoogte 24. Door het zeer beperkte zicht is hier géén fotomateriaal van aanwezig.
- Boven de rechter uitstroom opening is een verticale scheur, met een lengte van ca. 21,5 cm, in het metselwerk waargenomen, zie bijlage II foto's 5 & 6.
- Verder zijn er géén bijzonderheden waargenomen aan het geïnspecteerde gedeelte van de kademuur.

Fundering:

- De fundering bestaat uit houten palen met Ø 190 tot 230 mm.
- De h.o.h. afstand van de palen varieert van 980 tot 1250 mm.
- Op de palen liggen kespen van ca. 200 mm x 180 mm (b x h).
- Op de kespen ligt een houten vloer.
- Op de kespen ligt tevens een houten watersloof ca. 100 mm x 210 mm (b x h)
- De watersloof is over de volledige lengte, van het geïnspecteerde gedeelte kademuur, aanwezig én intact.
- De kespen steken allemaal onder de kademuur uit. De koppen van de kespen zijn allen verweerd (stomp geworden), maar volledig intact. Er zijn géén gespleten kespen waargenomen.
- De bast is nog aanwezig op de meeste geïnspecteerde funderingspalen.
- De houten funderingspalen staal allen volledig onder de kesp én vrijwel allemaal volledig onder de kademuur.
- De paalkoppen zijn intact en dragen de kespen volledig. Er zijn géén bijzonderheden waargenomen in de verbindingen tussen de palen en de kespen.
- De scheefstand van de voorste palenrij is niet bepaald door de beperkte bereikbaarheid, maar er zijn géén negatief staande schoorpalen waargenomen. Op basis van tasten is vast te stellen dat de palen eerder 'te lood' staan dan schoor.
- Met behulp van de Specht (houtrotmeter zie bijlage V eindnoten) is op alle bereikbare voorste palen de conditie van de buitenste schil van de funderingspalen onderzocht. Tevens zijn er vijf kespen beproefd. Hiermee is een beeld verkregen van de aantasting. De meetresultaten zijn weergegeven in bijlage IV, de voornaamste resultaten zijn opgenomen in tabel 1.
- Er zijn in zijn totaliteit 3 houtmonsters (geel gearceerd in tabel 1) genomen en geanalyseerd op soort en mate van aantasting, houtsoort en druksterkte, zie bijlage II: foto's 10 $^{t}/_{m}$ 12 en bijlage III houtmonsteranalyse.

Meetlocatie ronde paal	ø kop paal [mm]	gem. indringing [mm]	rest ø [mm]	gecorr. rest ø [mm]	afname ø [%]	oppervlakte afname [%]	Advies gebied
Paal 1	220	-	-	-	-	-	-
Paal 2	230	15	200	190	17	32	Gebied II
Paal 3	220	18	185	175	20	37	Gebied II
Paal 4	205	28	150	140	32	53	Gebied III
Paal 5	220	28	165	155	30	50	Gebied III
Paal 6	210	21	168	158	25	44	Gebied III
Paal 7	220	19	183	173	22	39	Gebied II
Paal 8	230	-	-	-	-	-	-
Paal 9	220	-	-	-	-	-	-
Paal 10	205	-	-	-	-	-	-
Paal 11	220	15	190	180	18	33	Gebied II
Paal 12	210	20	170	160	24	42	Gebied III
Paal 13	220	25	170	160	27	47	Gebied III
Paal 14	230	15	200	190	17	32	Gebied II
Paal 15	220	18	185	175	20	37	Gebied II
Paal 16	205	20	165	155	24	43	Gebied III
Kesp 1	-	8	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 2	-	8	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 3	-	10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 15	-	8	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 16	-	10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt

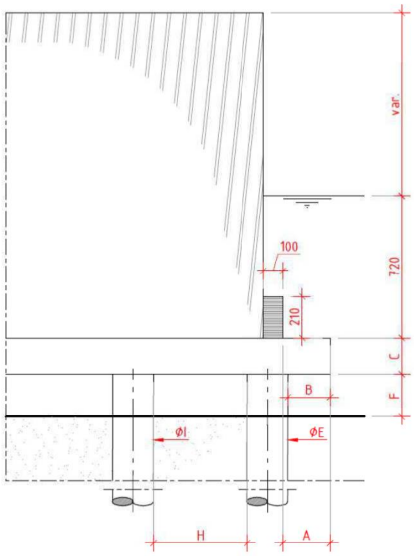
Tabel 1: Meetresultaten indringingsmetingen funderingspalen en kespen.

Grondkerend scherm:

- Het grondkerendscherm is niet binnen twee meter t.o.v. de voorzijde van de kade aanwezig.
- Het grondpakket bevindt zich binnen één meter t.o.v. de voorzijde van de kade tegen de houten vloer van de kade.

Bodem:

- De bodem bestaat uit slib waarop veel puin is aangetroffen in de vorm van bakstenen, glas en fietsen.



Figuur 1: principe opbouw LYG1001

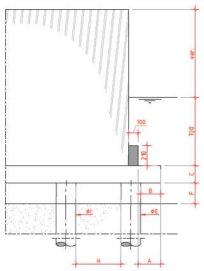
Voor complete tekeningen en maatvoeringen zie bijlage I, Inspectietekening.

Conclusies	Kadeconstructie: • De kadeconstructie verkeert op basis van de visuele boven en onderwaterinspectie van de bereikbare onderdelen in **redelijke** staat. • De verticale scheur in het metselwerk is mogelijk de oorzaak van de bezweken uitstroomopeningen en het ontbrekende metselwerk hieronder. Fundering: • Een houtindringing van gemiddeld 15 tot 28 mm in de houten funderingspalen geeft aan dat het onderdeel (volgens het beslissingsdiagram, bijlage V) in **redelijke** tot **matige** staat verkeert. • De indringingsgegevens komen niet volledig overeen met de verwachting vanuit de visuele inspectie. Echter wordt op basis van onderstaande conclusie, welke vanuit de analyse van het laboratorium komt, de staat van de funderingspalen vanuit de indringingsgegevens bevestigd. Houtmonsteranalyse: • Alle palen zijn grenen en de monsters zijn in een buitenste schil van respectievelijk 73, 33 en 67 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 de monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 89, 40 en 77 mm.
Aanbevelingen	Het is aan te raden de volgende maatregelen te nemen: • De restlevensduur en -sterkte van de constructie rekenkundig bepalen.

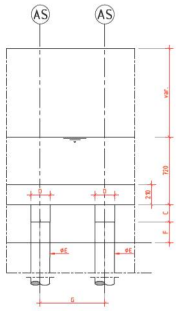
LYG1001	**Bijlage I Inspectietekening**

Zie toegevoegde tekening: 19p012.t1.c01.pdf

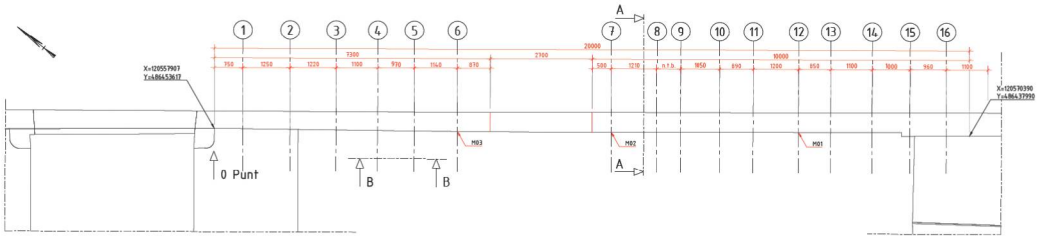




PRINCIPE DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1 : 20



PRINCIPE AANZICHT B-B
SCHAAL 1 : 20



BOVENAANZICHT
SCHAAL 1 : 50

MAATVOERING KADE

Assen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	25	25	22	23	26	25	19	25	24	25	25	25	25	23	24	23
B	28	11	25	21	22	14.5	32		7		25	19	12	33	25	25
C	18	21	18	18	19	18	18.5	19	17.5	19	18	18.5	19	18	18	17.5
D	22	21	22	20	23	21	22	25	22	23	22	23	23	23	23	23
E	22	23	22	21	22	21	20				21	21	19	19	20	19
F	0	17	10	15	12	14	25		12	89	21	38	25	20	25	2
G	125	122	110	97	114	91	121		105		120	85	110	100	96	110
H		44											60		46	41
I																

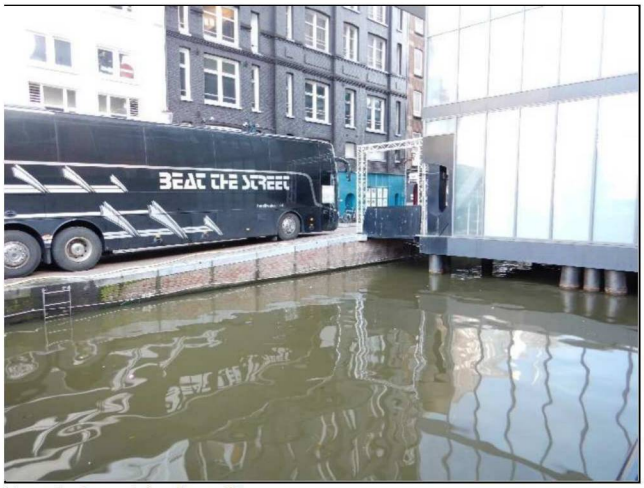
Maten in millimeters,
Materiaalmaten in mm,
Peilmaten in meters t.o.v. NAP
Diameters in mm,
tenzij anders vermeld

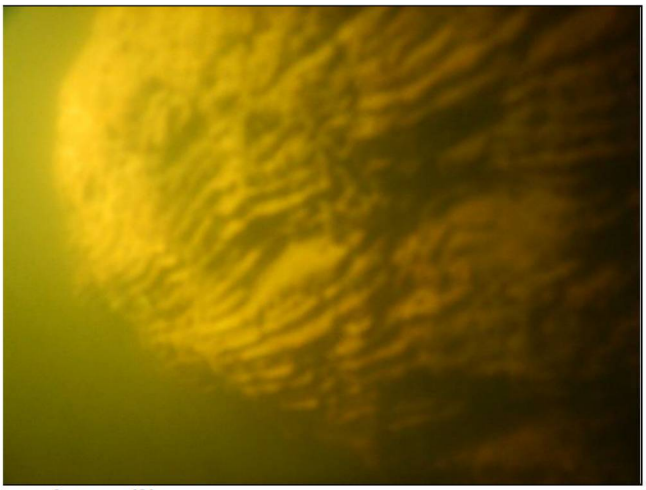
Wijziging	Datum	Beschrijving
A	16-01-2019	Eerste uitgave.
B	11-02-2019	Opmerkingen verwerkt.
C	22-02-2019	Opmerkingen verwerkt.
D		

Projectnummer	19p012
Tekeningnummer	19p012 T1 C01
Documentstatus	Concept
Versie	C
Versiedatum	22-02-2019
Formaat	A0
Schaal	Zie tekening
Tekenaar	[redacted]
Projectleider	[redacted]
Vrijgegeven	[redacted]

Kademuur Lijnbaansgracht
Gemeente Amsterdam
Blad 1 / 1
Inspectietekening
Lijnbaansgracht Oostzijde ter hoogte van Leidsegracht

Baars-CIPRO
Civil Engineering
Professional Diving
Hoofdweg 164
1175 LA Lijndaan

LYG1001	**Bijlage II Fotobijlage**
 Foto 1: Overzichtsfoto (1).	 Foto 2: Overzichtsfoto (2).
 Foto 3: 0-punt (1).	 Foto 4: 0-punt (2).
 Foto 5: Scheur in metselwerk (1).	 Foto 6: Scheur in metselwerk (2).

LYG1001	**Bijlage II Fotobijlage – vervolg -**
 Foto 7: Scheur in metselwerk (3) en scheur in doorvoer.	 Foto 8: Kesp (1).
 Foto 9: Kesp (2).	 Foto 10: Houtmonster 1.
 Foto 11: Houtmonster 2.	 Foto 12: Houtmonster 3.

LYG1001	**Bijlage III Houtmonsteranalyse**

- MR-jg-rapport-190004-001-gewijzigd - Baars - Houtanalyses fundering van de kademuur bij Melkweg aan de Lijnbaansgracht te Amsterdam

SHR

test - adviseert - deelt kennis in de bouw

Onderzoeksrapport: Houtanalyses fundering van de kademuur bij Melkweg aan de Lijnbaansgracht te Amsterdam

Rapportcode: 19.0004.001-gewijzigd **Datum:** 25 maart 2019

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

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

[redacted]

Opdrachtgever: Baars-CIPRO B.V.
Hoofdweg 16a
1175 LA Lienden

Bijlage: 6

Projectnummer: 19.0004.001

Auteurs:



[redacted]
Projectleider



[redacted]
2e auteur

SHR werkt volgens NEN-EN-ISO/IEC 17025.

Dit rapport vervangt rapport 19.0004.001 van 11 maart 2019.

SHR is gecertificeerd voor de uitvoering van SKH-BGS 007.
Rapportnummer SHR: 19.0004.001-gewijzigd, rapportdatum: 25 maart 2019.
Het SKH-kwaliteitsverklaringsnummer is SKH-023.

1 Inleiding

Datum opdracht:	21 februari 2019.
Vraagstelling:	Wat is de aard en oorzaak van de aantasting, wat is het verlies aan gezond / dragend hout, wat is de te verwachten aantastingsuitbreiding in de komende 25 jaar, onderzoek uitgevoerd volgens SKH-BGS 007 Bepaling van microbiologische houtaantasting (zie voor document: www.skh.org).
Herkomst monsters:	Uit het funderingshout van de kademuur bij de Melkweg aan de Lijnbaansgracht (1017PH) te Amsterdam. Aangeleverd: 3 monsters
Projectcode opdrachtgever:	19p012

2 Materiaal

Bouwjaar en leeftijd woning:	Onbekend.
Datum monstername:	13 en 14 februari 2019 (volgens opdrachtgever).
Datum monsterontvangst:	21 februari 2019.
Aantal, lengte, afmeting monster:	Zie tabel 4.1.
Wijze van aanleveren:	Boorkernen Ø 10 mm in buisjes met water.
Wijze opslag:	Bij temperatuur van ± 4°C.
Datum analyse:	27 februari 2019.

3 Methode

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

4 Resultaten

4.1 Monsterbeoordeling

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

Monster			Algemeen			Jaarringen			
Code		Lengte	Samen-hang	Kleur*	Wan /	Breedte gem. [mm]			Aantal
Gegeven	SHR	[mm]			buitenkant	juveniel	volwassen	totaal	aangetast
Paal M01	M.01	125	Goed	Buitenste 50 mm grijs, rest geen kleurafwijking	Nee	6,7	4,6	25	25
Paal M02	M.02	138	Goed	Buitenste 20 mm grijs, rest geen kleurafwijking	Nee	4,0	2,1	38	26
Paal M03	M.03	170	Goed	Buitenste 60 mm grijs, rest geen kleurafwijking	Nee	12,5	3,5	35	24

*typische kleurafwijkingen worden beschreven;

De monsters M.01, M.02 en M.03 voldeden niet aan de monsterkwaliteit zoals vereist in SKH-BGS 007 § 4.1.2 omdat de wankant ontbrak. Volgens opgave van de opdrachtgever is de bast van de paal verwijderd, waarna het monster is genomen. In dit rapport wordt dus uitgegaan van een monster dat compleet is aangeleverd en waarvan alleen de wankant ontbrak. Over het ontbrekende deel (de wan) wordt geen uitspraak gedaan.

4.2 Houtsoort, spintaandeel, aantasting

Houtsoortbeschrijving: zie Bijlage 2.

Monster M.01 (grenen, totale lengte van het monster 125 mm)
De buitenste 50 mm van het monster was totaal verwoest. Hierna was 23 mm ernstig aangetast door bacteriën van het erosietype (EB), gevolgd door 12 mm matige EB-aantasting. De rest van het monster was weinig aangetast door erosiebacteriën.
Het gehele monster was spint.

Monster M.02 (grenen, lengte tot aan het hart 95 mm)
Het monster was in de buitenste 25 mm totaal verwoest. Hierna was 8 mm ernstig aangetast door bacteriën van het erosietype (EB), gevolgd door 7 mm matige en 15 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting.
De buitenste 58 mm van het monster betrof spint, de rest kernhout.

Monster M.03 (grenen, lengte tot aan het hart 142 mm)
De buitenste 37 mm van het monster was totaal verwoest. Hierna was 30 mm van het monster ernstig aangetast door bacteriën van het erosietype (EB), gevolgd door 5 mm matige en 5 mm weinig aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting.
De buitenste 77 mm van het monster betrof spint, de rest kernhout.

4.3 Gradiënt in vocht, volumieke massa en druksterkte

Voor toelichting op tabel 4.2 zie Bijlage 3.

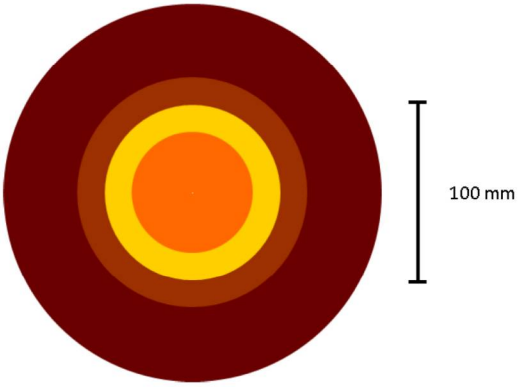
***Tabel 4.2**. Gradiënt van dichtheid (volumieke massa (VM) bij 0% vochtgehalte; ratio tussen droge massa en nat volume (SG)), vochtgehalte (bij aanlevering (VG); theoretisch maximale vochtgehalte (TMV)) en druksterkte (DS). Zie verder bijlage 3.*

Monster	Afmeting	Dichtheid [kg/m^3]		Vochtgehalte (%)		DS
	segment [mm]	SG	VM	VG	TMV	[N/mm^2]
M.01a*	16	**180**	**265**	**442**	**489**	**1,8**
M.01b*	17	**192**	**334**	**420**	**455**	**2,1**
M.01c	16	201	276	397	432	2,4
M.01d	18	266	310	302	311	4,7
M.01e	18	369	442	188	206	10,4
M.01f	20	358	436	200	215	9,6
M.01g	20	334	385	218	234	8,4

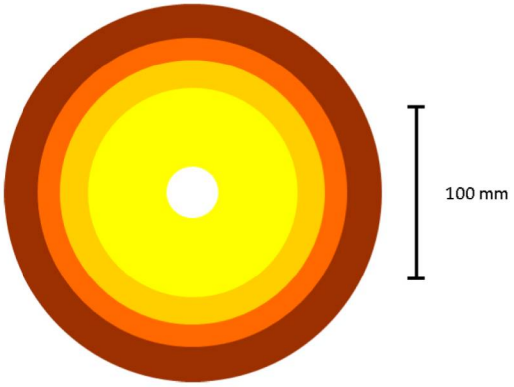
Monster	Afmeting segment [mm]	Dichtheid [kg/m³] SG	VM	Vochtgehalte (%) VG	TMV	DS [N/mm²]
M.02a*	8	**198**	**347**	**374**	**441**	**2,8**
M.02b*	12	**235**	**362**	**325**	**361**	**4,0**
M.02c*	13	**321**	**429**	**216**	**246**	**8,6**
M.02d	16	440	532	149	162	13,7
M.02e	14	454	528	135	155	15,1
M.02f	13	438	520	106	163	18,4
M.02g	19	421	494	116	173	17,2
M.03a*	11	**187**	**263**	**349**	**469**	**3,4**
M.03b*	10	**230**	**281**	**303**	**370**	**4,7**
M.03c	16	243	281	308	346	4,5
M.03d	15	289	321	255	281	6,5
M.03e	15	311	350	234	257	7,6
M.03f	16	352	405	147	219	13,9
M.03g	17	364	407	106	210	18,4
M.03h	17	330	363	125	238	16,1
M.03i	25	319	362	175	249	11,4

*Zie bijlage 3 voor opmerking over segmentgrootte.

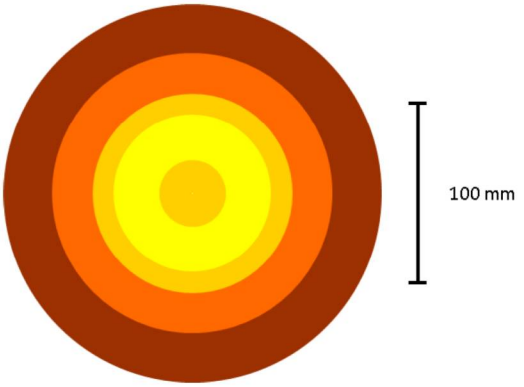
De druksterktes uit tabel 4.2 zijn hieronder visueel weergegeven. Een toelichting over het gebruik van druksterkte bij constructieberekeningen is weergegeven in Bijlage 4. **Let op,** door het ontbreken van de wankant/buitenkant kan de dikte van de buitenste schil niet juist worden weergegeven.



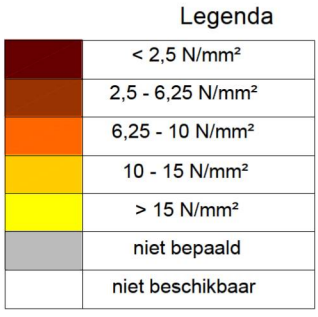
Monster M.01 (grenen), Ø 210 mm



Monster M.02 (grenen), Ø 220 mm



Monster M.03 (grenen), Ø 210 mm



Paaldiameters (opgave opdrachtgever)

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. Gezien de verhouding paaldiameter / boorkern, lijkt het er op dat bij alle palen geen of slechts een klein deel van de buitenkant van de paal miste in de boorkern.

5 Discussie en Interpretatie

Oorzaak:	In alle monsters: bacteriële aantasting ontstaan onder water.
Omvang:	Diepte ernstige aantasting monsters M.01, M.02 en M.03: respectievelijk 73, 33 en 67 mm.
Activiteit:	Bacteriële aantasting actief in de monsters.
Uitbreiding:	Sterk door bacteriën aangetaste schil tot maximaal respectievelijk 89, 40 en 77 mm.

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

6 Conclusie

Alle palen zijn grenen en de monsters zijn in een buitenste schil van respectievelijk 73, 33 en 67 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 de monsters kan uitbreiden tot respectievelijk 89, 40 en 77 mm.

7 Literatuur

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

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

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

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

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

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

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

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

Bijlage 1: Microscopisch onderzoek

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

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

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

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

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

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

Bijlage 2: Houtsoortbeschrijving en spintbepaling

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

In de monsters is de houtstructuur zoals die van grenen waargenomen:

Naaldhout met heterogene stralen met vensterstippels (kruisvlak), radiale en axiale harskanalen, tracheïden met eenrijige hofstippels.

Bij grenen is het spint op basis van aankleuring onderscheiden van het kernhout.

Bijlage 3: Gradiënt vocht, volumieke massa, druksterkte

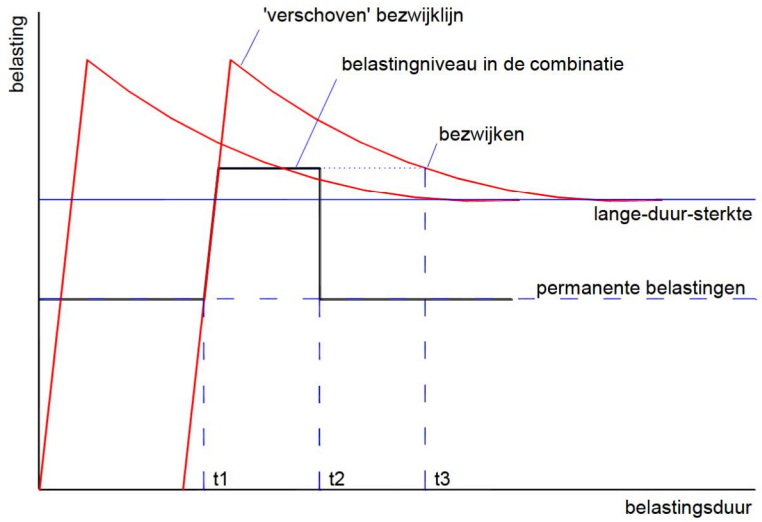
Tabel 4.2 bevat de waardes van de submonsters beginnend met de buitenzijde (bastzijde) en eindigend met de binnenzijde (kernkant), indien van toepassing is spint of kernhout aangegeven met een “s” of “k”. Wanneer aangegeven met een “*” zijn de submonsters te klein (< 1 cm^3) waardoor de waarden slechts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

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

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

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

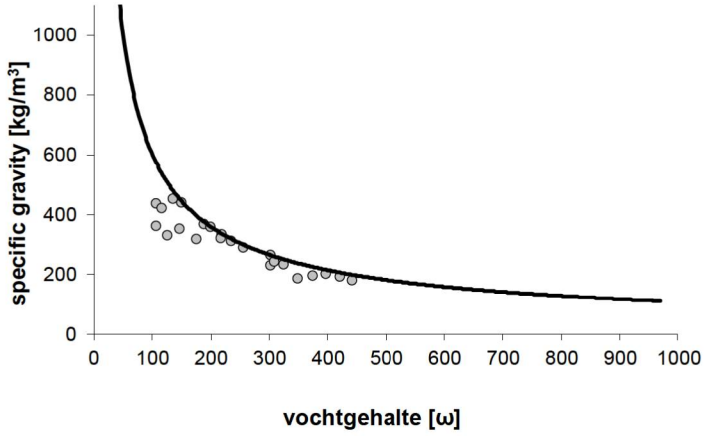
(waar f_d = rekenwaarde, f_k = karakteristieke waarde, γ_m = materiaalfactor (= 1,3) en k_{mod} = modificatiefactor (afhankelijk van belastingstijd en vochtgehalte = 0,5). De bepalende belastingcombinatie voor funderingspalen is meestal lang en de *lange-duur-sterkte* zoals weergegeven in figuur 4.1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



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

Bijlage 5: Referentiewaarden

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



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

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

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

Houtsoort	Volumieke massa (0% vochtgehalte)
Noord-Europees grenen	435 (390 - 482) kg/m^3
NL grenen spint	483 (421 - 554) kg/m^3
NL grenen kern	532 (510 - 560) kg/m^3

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. Omdat het plaatsingsjaar van het funderingshout niet bekend was, is uitgegaan van plaatsing van het hout rond 1900.
Voor het bepalen van de oorzaak en de uitbreiding van de aantasting worden de basisprincipes zoals genoemd in de SKH-BGS 007 gevolgd.

Hierop zijn voor dit rapport verder geen aanvullingen.

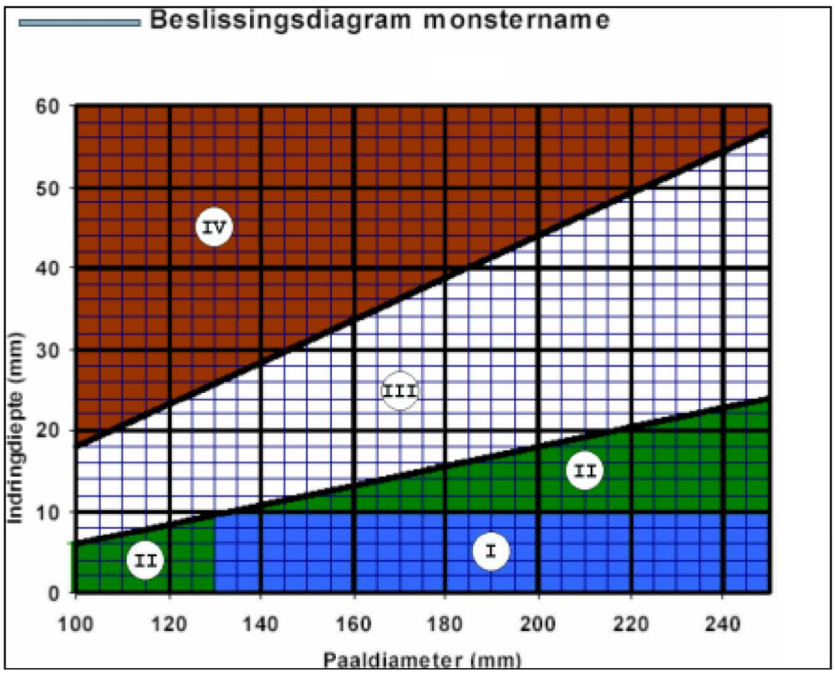
LYG1001 **Bijlage IV Houtindringingsmetingen**

Onderdeel	Afmetingen onderde Ø	Hoogte t.o.v. Kesp	metingen					rest ø	corr. 5 mm	afname ø	opp. oorsp.	opp. huidig	opp. afname	opp. afname	Pilodyn beslissings	
			1	2	3	4	gem.									
	[mm]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm2]	[mm2]	[mm2]	[%]		
Paal 1	220	0,05	-	-	-	-										
Paal 2	230	0,05	15	15	-	-	15	200	190	17	41548	28353	13195	32	Gebied II	
Paal 3	220	0,05	20	15	-	-	18	185	175	20	38013	24053	13960	37	Gebied II	
Paal 4	205	0,05	30	25	-	-	28	150	140	32	33006	15394	17613	53	Gebied III	
Paal 5	220	0,05	25	30	-	-	28	165	155	30	38013	18869	19144	50	Gebied III	
Paal 6	210	0,05	20	25	20	20	21	168	158	25	34636	19483	15153	44	Gebied III	19p012 M03
Paal 7	220	0,05	25	15	20	15	19	183	173	22	38013	23371	14643	39	Gebied II	19p012 M02
Paal 8	230	0,05	-	-	-	-										
Paal 9	220	0,05	-	-	-	-										
Paal 10	205	0,05	-	-	-	-										
Paal 11	220	0,05	15	15	-	-	15	190	180	18	38013	25447	12566	33	Gebied II	
Paal 12	210	0,05	25	20	15	20	20	170	160	24	34636	20106	14530	42	Gebied III	19p012 M01
Paal 13	220	0,05	25	25	-	-	25	170	160	27	38013	20106	17907	47	Gebied III	
Paal 14	230	0,05	15	15	-	-	15	200	190	17	41548	28353	13195	32	Gebied II	
Paal 15	220	0,05	15	20	-	-	18	185	175	20	38013	24053	13960	37	Gebied II	
Paal 16	205	0,05	20	20	-	-	20	165	155	24	33006	18869	14137	43	Gebied III	

LYG1001	**Bijlage V Eindnoten**

Pilodyn 6J /Specht houtrotmeter:

- In de houten onderdelen van de constructie wordt met een constante energie een naald geschoten. De gemeten indringing zegt iets over de staat van dat hout en de rekenkundige diameter of dikte. Gewerkt wordt volgens het funderingsprotocol van F3O Organisatie Onafhankelijk Onderzoek Funderingen (Handboek Funderingsherstel - Op palen en "op staal". ISBN 978-90-5367-545-8. Druk 2012. www.f3o.nl.)



Adviesgebied volgens het funderingsprotocol van F3O:

Gebied I

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

Gebied II

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

Gebied III

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

Gebied IV

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

Classificering adviesgebieden:

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

Bijlage 6: Filosofie beheersmaatregelen kademuren – IB

Gemeente Amsterdam

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

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

Memo

Aan	[redacted]
Van	[redacted]
Kopie aan	[redacted]
Datum	5 november 2018
Ons kenmerk	
Bijlage(n)	-

Onderwerp **Filosofie beheersmaatregelen van kademuren**

INLEIDING

In de Amsterdamse binnenstad weet men zich geconfronteerd met een relatief oud areaal van kadeconstructies. Bovendien is van een substantieel deel de vorm van de constructie niet bekend. Daarnaast bestaan de belastingen op de aanpalende kadeterreinen voornamelijk uit publiek verkeer zonder belasting beperkingen. Handhaven op toelaatbare belastingen voor de gehele Amsterdamse binnenstad is in principe mogelijk maar praktisch niet haalbaar. *Vervorming van de kadeconstructies blijft over als belangrijkste indicator van de staat waarin de kade zich bevindt.*

BEHEERSING KADECONSTRUCTIES

Het toetsen/beperken van de vervorming bij het ontwerp van een constructie kan meerdere doelen hebben, zoals het controleren van vervormingscapaciteit, of het voorkomen van belasting accumulatie, scheurvorming, brosse breuk, et cetera. *In de geldende normen en rekenregels is zelfs impliciet het algemene principe opgesloten, dat zegt dat een constructie middels vervorming dient te 'waarschuwen' voor overbelasting of zelfs bezwijking. Met andere woorden: "Vervorming is het primaire mechanisme waarmee de constructieve integriteit van constructies wordt 'bewaakt' ".*

Gegeven dat vervorming van kadeconstructies vanuit zowel beheersing als ontwerp een belangrijk toetsingscriterium blijkt, is het een logische stap kadeconstructies te monitoren door periodiek de vervormingen te meten.

MONITORINGSFREQUENTIE EN GRENSWAARDEN

De staat van een kadeconstructie, die door Spoor Ø wordt vastgesteld, is bepalend voor de monitoringsfrequentie, als volgt:

1) **Kadeconstructie verkeert in goede staat;**
   - **De deformaties worden jaarlijks gemeten.**
   - **Toelaatbare belasting = ontwerpbelasting.**

2) **Kadeconstructie vertoont degeneratie en behoeft nader onderzoek;**
   - **De deformaties worden elke 4 maanden gemeten; afhankelijk van het gedrag van de kadeconstructie wordt de meetfrequentie jaarlijks heroverwogen.**
   - **Toelaatbare belasting is 10 kN/m^2**

3) **Kadeconstructie verkeert in zodanig slechte staat, dat vervanging op korte termijn noodzakelijk is; de deformaties worden maandelijks gemeten waarbij het volgende protocol van grenswaarden en maatregelen wordt aangehouden:**

Per direct in te stellen:
- ***Aslast maximaal 25 kN (2,5 ton);***
- ***Gelijkmatig verdeelde belasting maximaal 5 kN/m^2;***

In te stellen als deformatie meer dan 5 millimeter per maand bedraagt:
- ***Parkeervakken afsluiten/randstroken ontlasten;***

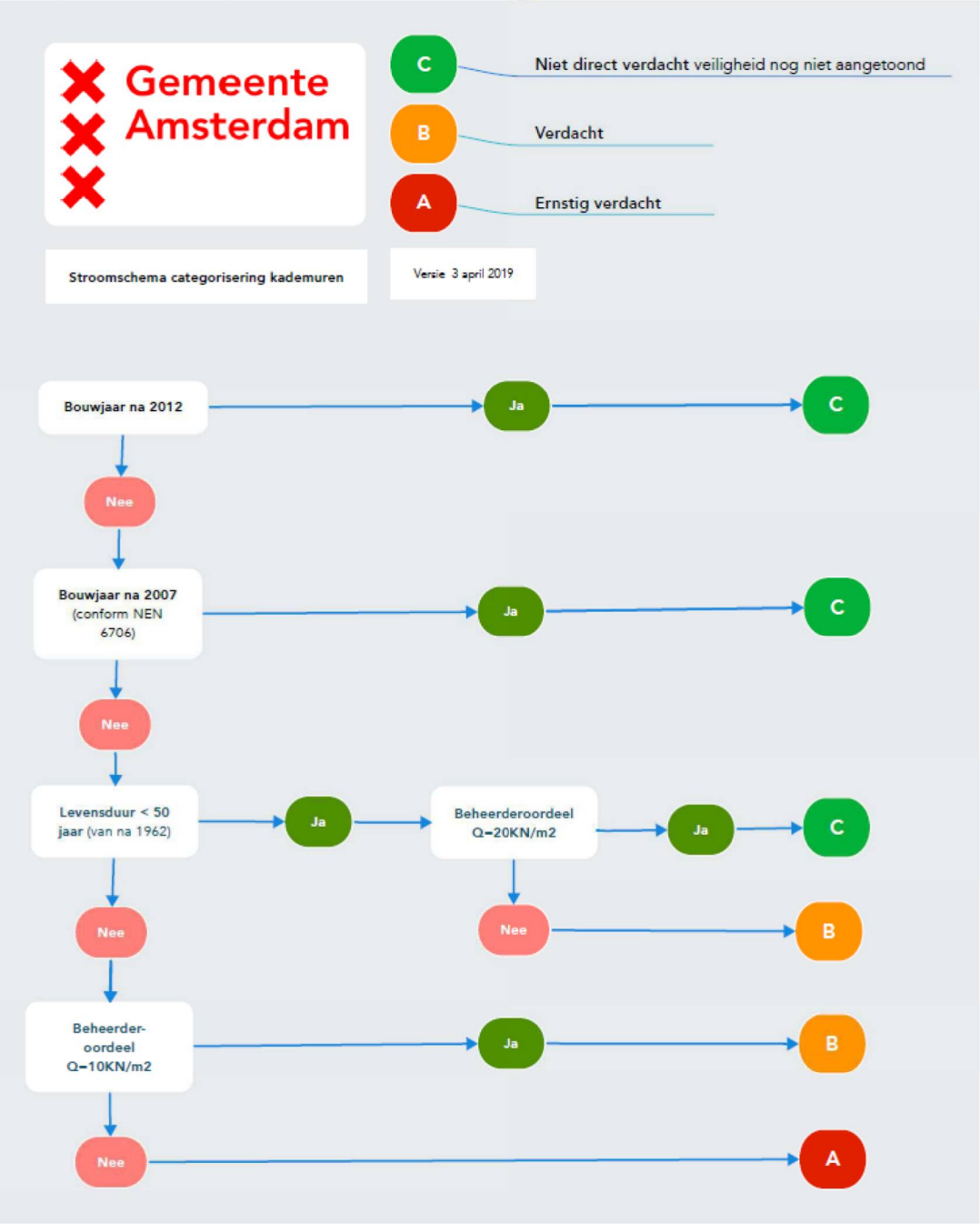
In te stellen indien totale horizontale of verticale deformatie (t.o.v. nulmeting) meer dan 20 millimeter bedraagt:
- ***Afsluiten voor verkeer en verwijderen bomen;***

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

Bijlage 7: Categorisering kademuren – IB

Categorisering kademuren met bijbehorende lastbeperking

Stroomschema categorisering (nog in bewerking)

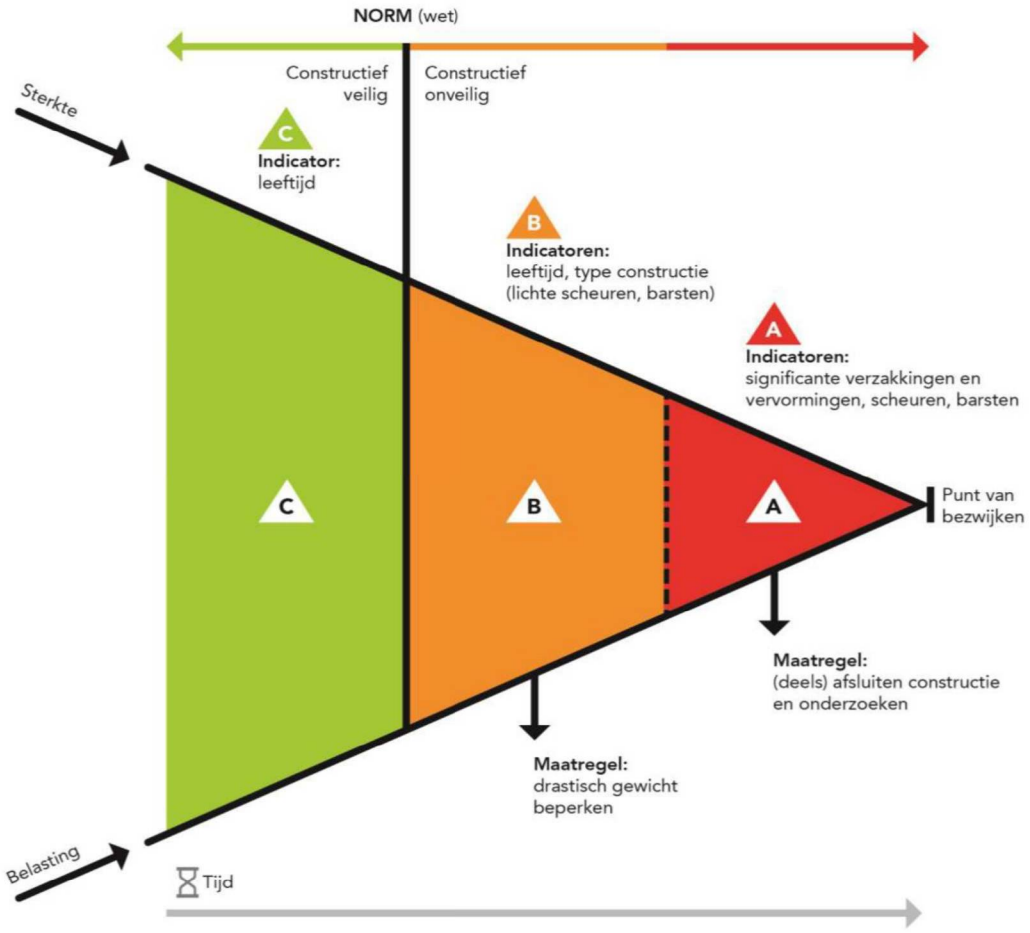


Toelichting (nog in bewerking):

1) In categorie C vallen de rakken jonger dan 50 jaar en zonder visuele constructieve schades en zonder negatief beheerdersoordeel.
2) In categorie B vallen de rakken ouder dan 50 jaar met een positief beheerdersoordeel (Q=10 kN/m2) , of jongere rakken met een negatief beheerdersoordeel.
3) Indien een categorie A kademuur reeds is voorzien van een noodconstructie komt deze hierdoor in categorie B.

4) In categorie A vallen de rakken met zichtbare constructieve schades hebben en met negatief beheerrdersoordeel. Deze rakken worden ter vervanging aangemerkt. Hier worden alleen nog voetgangers, fietsers en incidentele hulpdiensten toegestaan, op voorwaarde dat de betreffende kades intensief worden gemonitord.

Toelichtingsdriehoek met bijbehorende lastbeperking.



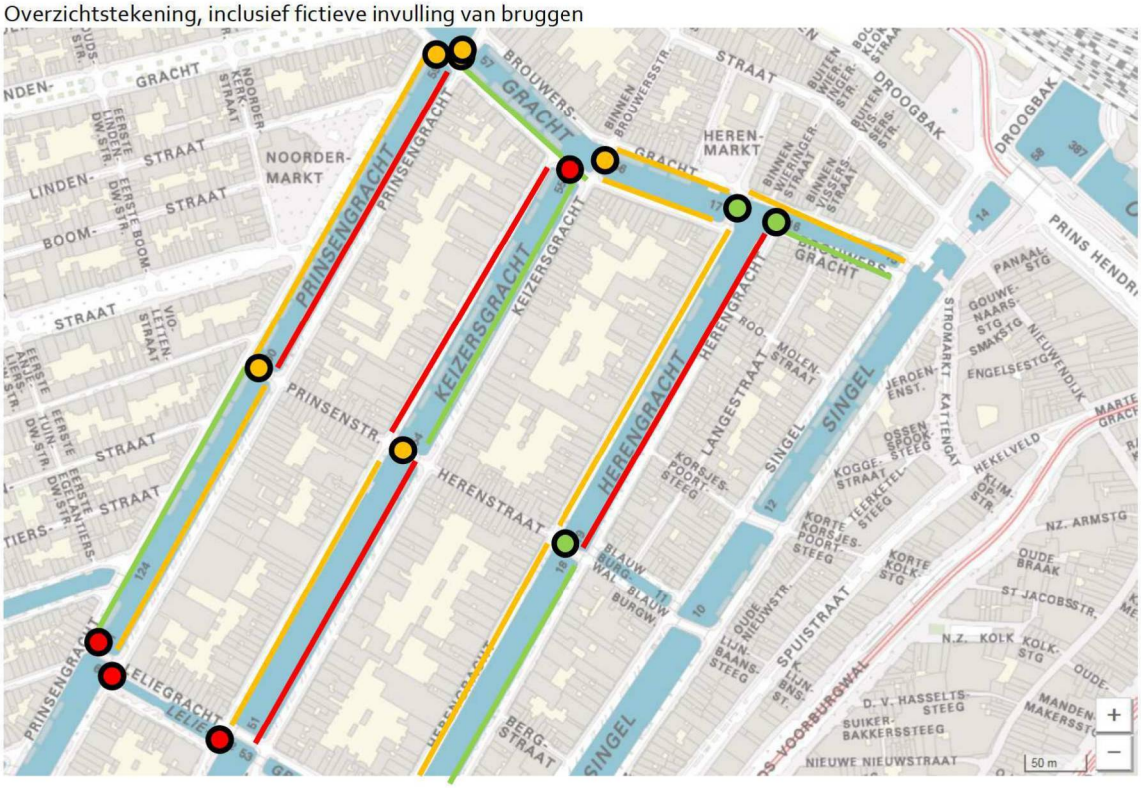
Categorie	C		B				A	
Afstand tot waterkant [1)]	0 tot 10 m		0 tot 3 m		3 tot 10 m		0 tot 10 m	
Max. oppervlakte belasting	2000 kg/m^2		500 kg/m^2		1000 kg/m^2		250 kg/m^2	
Max. gewicht en max. aslast voertuig	45 ton mg.	15 ton asl.	3,5 ton mg.	2,5 ton asl.	30 ton mg.	10 ton asl.	0 ton mg.	0 ton asl.

1) De terreinstrook langs de kade waarbinnen terreinbelastingen invloed uitoefenen op de kadeconstructie strekt van de kadelijn tot circa 2½ keer de kerende hoogte (=hoogteverschil tussen grachtbodemniveau en terreinniveau) achter de kadelijn. In de Amsterdamse binnenstedelijke praktijk heeft leidt dit tot een terreinstrook van circa 10 meter waarbinnen belasting invloed hebben op de kademuurconstructie .

Categorisering kademuren per rak (score fictief)

Rak	Bouwjaar	Score toestand inspectie	Beheerdersoordeel	Toelichting beheerdersoordeel	Eindscore
NHG0401	Onbekend	Scheuren	Einde levensduur	De kade is significant gedeformeerd en heeft coconstructieve scheuren	A
PRG0102	Onbekend	Geen scheuren	Q=10 kN/m2	Kade is vermoedelijk >50 jaar oud en vertoont geen significante constructieve scheuren	B
BRG0601-1	1995	Geen scheuren	Q= 20 kN/m2	Kade vertoont geen constructieve schades.	C
BRG0601-2	Onbekend	Scheuren	Einde levensduur	Kade staat schefe en heeft constructieve schades. Sitiatie oogt niet stabiel.	A
HEG0304	Onbekend	Geen scheuren	Q=10 kN/m2	Kade is vermoedelijk >50 jaar oud en vertoont geen significante constructieve scheuren	B
etc.					

Overzichtstekening, inclusief fictieve invulling van bruggen



Gemeente Amsterdam

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

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

Memo

Aan	[redacted]
Van	[redacted]
Kopie aan	[redacted]
Datum	5 november 2018
Ons kenmerk	
Bijlage(n)	-

Onderwerp **Filosofie beheersmaatregelen van kademuren**

INLEIDING

In de Amsterdamse binnenstad weet men zich geconfronteerd met een relatief oud areaal van kadeconstructies. Bovendien is van een substantieel deel de vorm van de constructie niet bekend. Daarnaast bestaan de belastingen op de aanpalende kadeterreinen voornamelijk uit publiek verkeer zonder belasting beperkingen. Handhaven op toelaatbare belastingen voor de gehele Amsterdamse binnenstad is in principe mogelijk maar praktisch niet haalbaar. *Vervorming van de kadeconstructies blijft over als belangrijkste indicator van de staat waarin de kade zich bevindt.*

BEHEERSING KADECONSTRUCTIES

Het toetsen/beperken van de vervorming bij het ontwerp van een constructie kan meerdere doelen hebben, zoals het controleren van vervormingscapaciteit, of het voorkomen van belasting accumulatie, scheurvorming, brosse breuk, et cetera. *In de geldende normen en rekenregels is zelfs impliciet het algemene principe opgesloten, dat zegt dat een constructie middels vervorming dient te 'waarschuwen' voor overbelasting of zelfs bezwijking. Met andere woorden: "Vervorming is het primaire mechanisme waarmee de constructieve integriteit van constructies wordt 'bewaakt' ".*

Gegeven dat vervorming van kadeconstructies vanuit zowel beheersing als ontwerp een belangrijk toetsingscriterium blijkt, is het een logische stap kadeconstructies te monitoren door periodiek de vervormingen te meten.

MONITORINGSFREQUENTIE EN GRENSWAARDEN

De staat van een kadeconstructie, die door Spoor Ø wordt vastgesteld, is bepalend voor de monitoringsfrequentie, als volgt:

1) **Kadeconstructie verkeert in goede staat;**
   - **De deformaties worden jaarlijks gemeten.**
   - **Toelaatbare belasting = ontwerpbelasting.**

2) **Kadeconstructie vertoont degeneratie en behoeft nader onderzoek;**
   - **De deformaties worden elke 4 maanden gemeten; afhankelijk van het gedrag van de kadeconstructie wordt de meetfrequentie jaarlijks heroverwogen.**
   - **Toelaatbare belasting is 10 kN/m^2**

3) **Kadeconstructie verkeert in zodanig slechte staat, dat vervanging op korte termijn noodzakelijk is; de deformaties worden maandelijks gemeten waarbij het volgende protocol van grenswaarden en maatregelen wordt aangehouden:**

Per direct in te stellen:
- ***Aslast maximaal 25 kN (2,5 ton);***
- ***Gelijkmatig verdeelde belasting maximaal 5 kN/m^2;***

In te stellen als deformatie meer dan 5 millimeter per maand bedraagt:
- ***Parkeervakken afsluiten/randstroken ontlasten;***

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

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

BINNENSTEDELIJKE KADEMUREN AMSTERDAM

Toelaatbare belastingen en monitoring

Kadeprofiel	Toelaatbare Q-belasting [kN/m2]	Toelaatbare aslast [kN]	Monitoring [Aantal deform.metingen]	Deformatie [mm]
Leeftijd ≤ 50 jaar; constructie bekend	20	150	1 per jaar	$f_{totaal} \leq f_d$
Leeftijd ≥ 50 jaar; constructie in goede staat constructie mogelijk onbekend	10	100	1 per jaar	$f_{totaal} \leq f_d + 20$
Leeftijd ≥ 50 jaar; constructie gedegenereerd constructie mogelijk onbekend	5	25	3 per jaar	$f_d + 20 \leq f_{totaal} \leq f_d + 25$
Leeftijd ≥ 50 jaar; constructie aangemerkt ter vervanging	2½	0	maandelijks/realtime ?	$f_{totaal} \geq f_d + 25$