



**Gemeente
Amsterdam**

Definitief

Versie 2.0

22 december 2023

Amsterdamse Risicobeoordeling Kademuren

Van toepassing op kademuren op houten palen in beheer bij
gemeente Amsterdam

Auteurs

L. Neijzing en R. Wesstein

Opdrachtgever

Programma Bruggen en Kademuren (PBK)

Verkeer & Openbare Ruimte (V&OR)

Contactpersoon Opdrachtgever

R. Damstra

Ingenieursbureau

Kenmerk

[20231025 – LNE - ARK]

Opsteller	Paraaf	Datum
Lester Neijzing		15-03-2024
Goedgekeurd	Paraaf	Datum
Rick Voortman		15-03-2024
Vrijgegeven	Paraaf	Datum
Ronald Damstra		5-4-2024

Voorwoord

In de gemeente Amsterdam is een groot aantal kademuren aanwezig langs de (binnenstedelijke) grachten en andere waterlopen. Het gaat hierbij om constructies van vaak meer dan 100 jaar oud die onderdeel zijn van het cultureel erfgoed van de stad. De gemeente wil de kans op bezwijken van deze kademuurconstructies op adequate, eenduidige en snelle wijze in kaart brengen, vooruitlopend op eventuele herberekeningen conform het Bouwbesluit.

De eerste categorieën kademuren die in aanmerking komen voor deze beoordelingswijze zijn gewichts- en L-muren op houten palen. De gemeente heeft voor deze categorie een integrale objectieve kwalitatieve werkwijze opgesteld: de Amsterdamse Risicobeoordeling Kademuren (ARK). Deze werkwijze is verder ontwikkeld met de drie ingenieursbureaus uit de Samenwerkingsovereenkomst (SOK) ingenieursdiensten en gereviewed door de TU Delft. Bij deze werkwijze wordt de input vanuit monitoringssignalen meegenomen en is een rapportage welke passend is voor het maken van een Bestluit Toekomstbestendige Maatregelen (BTM) opgenomen. Op deze manier is de ARK-werkwijze geïntegreerd in de werkwijze van de keten binnen PBK.

Deze ARK-werkwijze is tot stand gekomen in samenwerking met de volgende mensen:

Gemeente Amsterdam

Ing. Lester Neijzing

Ing. Timothy Augustuszoon

Ir. Rick Voortman

Ir. Remco Kleinlugtenbelt

Mr. Rick Janssen

Dr. Geeralt van den Ham

Technische Universiteit Delft

Dr. ir. Alfred Roubos

Dr. ir. Dirk Jan Peters

Arcadis - Fugro

Ir. Ad Verweij

Ir. Rick de Boer

Ir. Robbin Westein

Antea Group

Ing. Eric Waltje

Ing. Miguel Calor

Ir. Giel Klanker

Witteveen+Bos

Drs. ir. Richard de Nijs

Ir. Michel Bakker

Ir. Shlaga Thapa

Ir. Thomas Aelen

Voorliggend rapport betreft versie 2.0 en vervangt de eerder opgestelde versie 1.0. De redactie van de rapportage is verzorgd door Robbin Wesstein en de tool als hulpmiddel voor de bepaling van de technische staat is gebouwd door Lester Neijzing. Gemeente Amsterdam wil de TU Delft en alle partners in de SOK-ingenieursdiensten bedanken voor hun inzet alsmede alle medewerkers van de gemeente die met veel inzet en enthousiasme hebben samengewerkt aan de totstandkoming van deze ARK-werkwijze.

Ronald Damstra

Taakveldtrekker CB&A

De ARK-werkwijze zoals omschreven in dit rapport versie 2.0 is zal worden vastgesteld door de directie van het PBK van Amsterdam. Gedurende het gebruik zullen er nieuwe inzichten worden opgedaan die zullen worden opgenomen in volgende versies.



Figuur 1-1 - Groepsfoto met de mensen die hebben meegewerkt aan de ARK-werkwijze 1.0

Inhoudsopgave

Amsterdamse Risicobeoordeling Kademuren	1
Voorwoord	3
Wijzigingsregister	8
Afkortingen en definities	8
1 Inleiding	10
1.1 Algemeen	10
1.2 Doelstelling ARK	10
1.3 Beoordelingsproces ARK	10
1.4 Doel van dit document	11
2 Beschrijving kademuren	12
2.1 Ontwikkeling kademuren in Amsterdam	12
2.2 Hoofdvormen kademuren Amsterdam	12
2.3 Geometrie type 1 en type 2 kademuren	13
2.4 Decompositie type 1 kademuur	14
3 Inspecties en onderzoek	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Archieftekeningen, -berekeningen en bestekken	15
3.3 (Visuele) onderwaterinspectie en houtmonster onderzoek	15
3.4 Inspectierapporten beheerder	16
3.5 Toestandsinspecties	16
3.6 Survey van de grachtbodem	17
3.7 Metingen uit monitoring	17
4 ARK-beoordeling	19
4.1 Algemeen	19
4.2 Opdelen rak naar rakedelen	19
4.3 Belastingen op kademuur	20

4.3.1 Verkeersbelasting maaiveld	20
4.3.2 Boombelasting	22
4.3.3 Belastingen vanaf het water	23
4.4 Toestand constructie	24
4.4.1 Leeftijd	25
4.4.2 Deformatiemetingen	25
4.4.3 Waterbodem	29
4.4.4 Onderbouw en fundering	31
4.4.5 Onderloopsheidscherm	34
4.4.6 Maaiveld	40
4.5 Conclusie ARK	43
4.5.1 Overzicht kritische belastingen en onderdelen	43
4.5.2 Automatisch gewogen faalkansscores	44
4.5.3 Review	45
5 Technisch Advies	46
5.1 Algemeen	46
5.2 Inleiding maatregelen	46
5.3 Stroomschema Technisch Advies	47
5.4 Urgente veiligheidsmaatregelen (6 – 12 maanden)	50
5.4.1 Beperking	50
5.4.2 Renovatie	51
5.4.3 Versterking	52
5.5 Programmeerbare maatregelen (> 1 jaar)	52
5.5.1 Functieherwaardering	52
5.5.2 Renovatie	53
5.5.3 Sloop-nieuwbouw	53
5.6 Overige advisering	53
5.6.1 Regulier beheer	53
5.6.2 Monitoring tachymetrie/fotogrammetrie	53
5.6.3 Reparatie	54
5.6.4 TAK beoordeling	55

5.6.5	Areaal benadering	55
6	Rapportage ARK	56
7	Referentielijst	57
8	Bijlagen	58
Bijlage A	Invulinstructie ARK-tool	59
Bijlage B	Onderbouwing kans- en gevolgscores	81
Bijlage C	Template ARK rapportage	85
Bijlage D	Kademuur typologieën	86
Bijlage E	Objectdefinities	87
Bijlage F	Bezwijkmechanismen type 1 kademuur	91
Bijlage G	Onderbouwing bepaling aantasting houten palen	101
Bijlage H	Werkomschrijving fotogrammetrie	102
Bijlage I	Werkomschrijving IML-RPD signalen	103

Wijzigingsregister

Versie	Datum	Wijziging
1.0	14 juli 2022	1 ^e definitieve versie
1.1	1 december 2022	2 ^e definitieve versie met aanpassingen cf. verzoek DT 14 juli 2022
2.0	25 oktober 2023	3 ^e definitieve versie met verbeteringen o.b.v. ervaringen van SOK-ID partners bij gebruik versie 1.0 en laatste ontwikkelingen uitgewerkt binnen werkpakket ontwikkeling ARK 2.0

Afkortingen en definities

Tabel 1-1 - Afkortingen

Afkorting	Betekenis
AIP	Amsterdams Inspectie Portaal
AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland
ARK	Amsterdamse Risicobeoordeling Kademuren
ATH	Advies Toekomstbestendig Herstel
BTM	Besluit Toekomstbestendige Maatregel
CUR	Vereniging Civieltechnisch Centrum Uitvoering, Research en Regelgeving
DMS	Document Management Systeem
GHPO	Groot Houten Palen Onderzoek
IML-RPD	IML - Resi Power Drill
NAP	Normaal Amsterdams Peil
PBK	Programma Bruggen en Kademuren
TA	Technisch Advies

TAB	Toetskader Amsterdamse Bruggen
TAK	Toetskader Amsterdamse Kademuren
CB&A	Constructieve Beoordeling & Advies
V&OR	Verkeer en Openbare Ruimte

Tabel 1-2 - Definities

Definitie	Betekenis
Rak	Een rak is een afgebakend stuk kademuur, vaak een (recht) stuk kademuur tussen twee bruggen. De Amsterdamse kademuren zijn opgedeeld in rakken.
Rakcode	De Amsterdamse kademuren zijn opgedeeld in rakken. Elk rak heeft een rakcode. Bestaande uit een 3 lettercode van de gracht en een identificatienummer. Er zijn rakken met sub-letters om onderscheid te maken tussen verschillende rakkdelen (voor e.g. constructietypen en/of bouwjaar).
Fundering	Onderdeel van de onderbouw van een kademuur dat zorgt voor de overdracht van alle belastingen aan de draagkrachtige vaste (zand)grondlaag, oftewel een systeem van palen en eventueel kesp.
Onderbouw	Onderdeel van een kademuur dat zich onder de wand bevindt, zoals vloer, kesp en schuifhout.
Bovenbouw	De verticale delen van de constructie boven de vloer die als grondkering functioneren, zoals metselwerk (of basalt) en betonnen L-muur.
Bezwijken	Het instorten van een constructie(deel), eveneens is er sprake van falen (o.b.v. BiKa [2.]).
Bezwijkmechanisme	De manier waarop een materiaal of (een onderdeel van) een constructie onder invloed van een bepaalde belasting of door bepaald gebruik stuk gaat.
Acuut bezwijkmechanisme	Wijze waarop bezwijken van een constructie plaatsvindt, of kan plaatsvinden, zonder dat waarschuwing vooraf optreedt.
Faalmechanisme	De opeenvolging van gebeurtenissen die leidt tot falen.
Falen (rekenkundig)	Het rekenkundig niet (op voldoende veilig niveau) kunnen voldoen aan de functies waarvoor de constructie bedoeld is.

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De gemeente investeert in de Amsterdamse bruggen en kademuren door grootschalig 200 kilometer kademuur en 850 verkeersbruggen aan te pakken. Hiervoor is het Programma Bruggen en Kademuren (PBK) geformeerd. In de afgelopen en komende jaren gaat veel aandacht uit naar het in kaart brengen van de toestand van de constructies waar het Amsterdamse Risicobeoordeling Kademuren (ARK) een onderdeel van is.

1.2 Doelstelling ARK

Met de ARK wordt op een kwalitatieve wijze de constructieve staat van een kademuur bepaald en worden er kritische belastingen en constructieonderdelen geïdentificeerd. Op basis hiervan kunnen er eventueel urgente of programmeerbare (veiligheids)maatregelen genomen worden om de constructieve veiligheid te waarborgen. Verder kunnen de resultaten van een ARK gebruikt worden om een risicobeoordeling van een kademuur uit te voeren. Dit geeft stuurgegevens waarop geprioriteerd kan worden voor de kwantitatieve toetsing van de constructieve staat en de programmering van de vernieuwing en groot onderhoud van een kademuur. De ARK systematiek is specifiek voor Amsterdamse kademuren en een doorontwikkeling van de methodes die in het Handboek Binnenstedelijke Kademuren en errata / addenda zijn gegeven [2.][3.][4.].

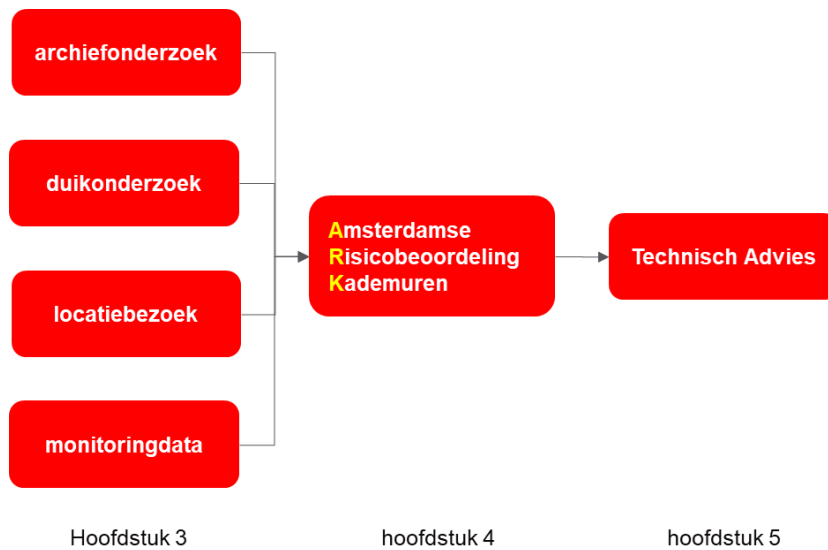
Op basis van de ARK resultaten wordt er een technisch advies (TA) opgesteld te worden. In het TA worden per rakdeel de eventueel benodigde (technische) veiligheidsmaatregelen geadviseerd om de constructieve veiligheid te waarborgen en op welke wijze de kademuur een beoogde restlevensduur van >30 jaar kan bereiken. Het TA dient als input voor het Besluit Toekomstbestendige Maatregel (BTM) voor het team Advies Toekomstbestendig Herstel (ATH), waarin de geadviseerde technische maatregelen worden afgewogen met omgevings-, duurzaamheids-, uitvoerings- en kostenaspecten.

1.3 Beoordelingsproces ARK

In het beoordelingsproces van een kademuur vindt een archiefonderzoek plaats waarbij digitale bronnen worden geraadpleegd. Deze bestanden worden beoordeeld om de opbouw en geometrie van de kades te bepalen. Aanvullend worden onderwaterinspecties (duikonderzoek) uitgevoerd waar schadebeelden aan de constructie genoteerd worden en houtmonsters worden genomen van de houten paalfundering. Deze monsters worden in een laboratorium onderzocht op bacteriële aantasting waarmee de aangetaste ('zachte') schil bepaald wordt van de houten funderingspaal. Het archiefonderzoek, de onderwaterinspectie met houtmonsteranalyse (of IML-RPD signaal) en een visuele schouw van de kade en omgeving vormen de basisinformatie voor het uitvoeren van de ARK.

1.4 Doel van dit document

De doelstelling van voorliggend document is het bieden van randvoorwaarden om op een systematische wijze een ARK uit te voeren, op basis hiervan de constructieve staat van een kademuur kwalitatief te bepalen en vervolgens een Technisch Advies (TA) op te stellen op basis waarvan een beslissing kan worden genomen ten aanzien van eventuele veiligheidsmaatregelen, renovatie, vervanging of anderszins. Deze workflow is geschematiseerd in Figuur 1-1, waarin ook is aangegeven in welk hoofdstuk een en ander is beschreven.



Figuur 1-1 – workflow ARK - TA

2 Beschrijving kademuren

2.1 Ontwikkeling kademuren in Amsterdam

In de afgelopen 700 jaar is Amsterdam sterk gegroeid. Hierbij zijn in verschillende fasen steeds weer nieuwe grachten en kadeconstructies aangelegd en bestaande kadeconstructies vervangen. In de 16^e en 17^e eeuw zijn veel kadeconstructies aangelegd. Zo zijn de kadeconstructies in het centrum, de grachtengordel en de Jordaan ontstaan. Deze kadeconstructies waren vaak gewichtsconstructies op een ondiepe fundering. Bij de stadsuitbreidingen in de 18^e en 19^e eeuw (het huidige stadsdeel Oost, West en Zuid) zijn ook nieuwe grachten en kadeconstructies aangelegd en zijn oudere kadeconstructies in het centrum vervangen. Deze kadeconstructies zijn vooral uitgevoerd als kademuur met metselwerk wand en houten vloer op houten funderingspalen gefundeerd tot op de eerste zandlaag.

Vanaf de jaren '20 van de 20^e eeuw worden er ook kademuren uitgevoerd met houten palen, betonnen vloer en metselwerk wand. In de latere stadsuitbreidingen van de 20^e eeuw (stadsdeel Nieuw West, Zuidoost en Noord) zijn de kademuren uitgevoerd met betonnen vloeren en betonnen wanden gefundeerd op houten, betonnen of stalen palen. Voor een uitgebreide beschrijving van de ontwikkeling van kademuren in Amsterdam wordt verwezen naar [12.].

2.2 Hoofdvormen kademuren Amsterdam

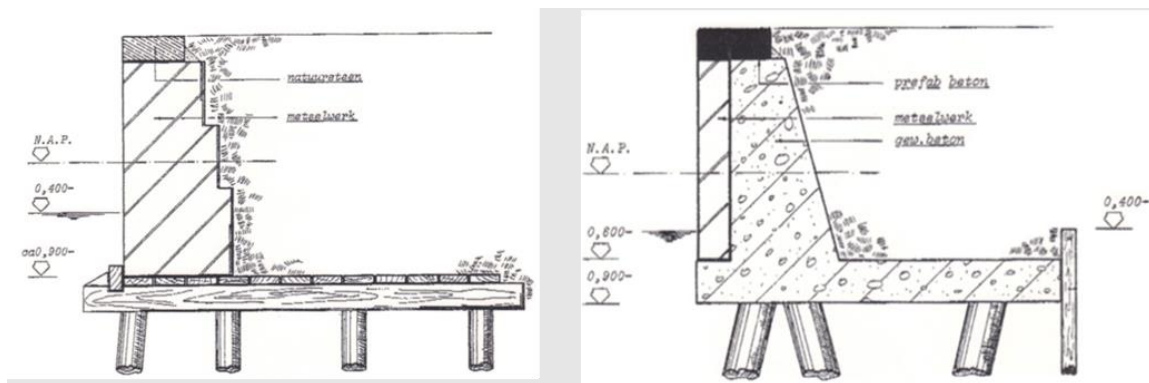
In Tabel 2-1 zijn de huidige hoofdvormen kademuren in Amsterdam gegeven. Kademuren op houten palen (type 1 en type 2) zijn de meest voorkomende type kademuren in de stad. Voorliggend rapport heeft betrekking tot de hoofdvormen type 1 en type 2. Voor de overige typen kademuren zullen separate documenten opgesteld worden. Binnen de hoofdvormen zijn de kademuren te verdelen in subvormen, deze zijn bijgevoegd in Bijlage D kademuur typologieën.

Tabel 2-1 – Hoofdvormen kademuren in Amsterdam

Hoofdvorm type	Voorkomen (%)
1. Op houten onderbouw en palen gefundeerde gewichtsmuur met metselwerk wand	75
2. Op (houten, stalen, beton) palen gefundeerde betonnen L-wand	
3. Damwand (staal, kunststof, hout, beton en overig)	20
4. Glooiingsconstructie	5
5. Op staal gefundeerde gewichtsmuur	<1

2.3 Geometrie type 1 en type 2 kademuuren

In Figuur 2-1 is een principeddoorsnede van de hoofdvormen type 1 en 2 weergegeven. Links is type 1 weergegeven, dit is het meest voorkomende type kademuur in de stad. Deze constructie bestaat uit houten palen met een houten vloer en een metselwerk wand die afgewerkt is met een deksteen. De houten vloer ligt meestal op ca. NAP -1,0 m. Rechts is een type 2 kademuur weergegeven, bestaande uit een op palen gefundeerde betonnen L-muur, afgewerkt met metselwerk en een deksteen. De onderzijde van de L-vloer ligt meestal iets hoger dan bij type 1, namelijk op een niveau van ca. NAP -0,9 m. Voor de objectdefinities van onderbouw en fundering en een decompositie van een (Amsterdamse) kademuur wordt verwezen naar Bijlage E. In Bijlage F van dit rapport zijn de bezwijkmechanismes van een type 1 kademuur (metselwerk wand op een houten fundering en onderbouw) beschreven met de signalen en gevolgen.



Figuur 2-1 - Meest voorkomende kademuurconstructies type 1 (links) en type 2 (rechts)

Wanneer een kademuur afwijkt van deze twee doorsneden, kan een onverwacht bezwijkmechanisme ontstaan dat de constructieve staat verlaagt. Afwijkingen kunnen zijn:

- Geen vloer achter de wand;
- Geen kessen;
- Dieper of hoger vloerniveau;
- Koppeling aan een andere constructie.

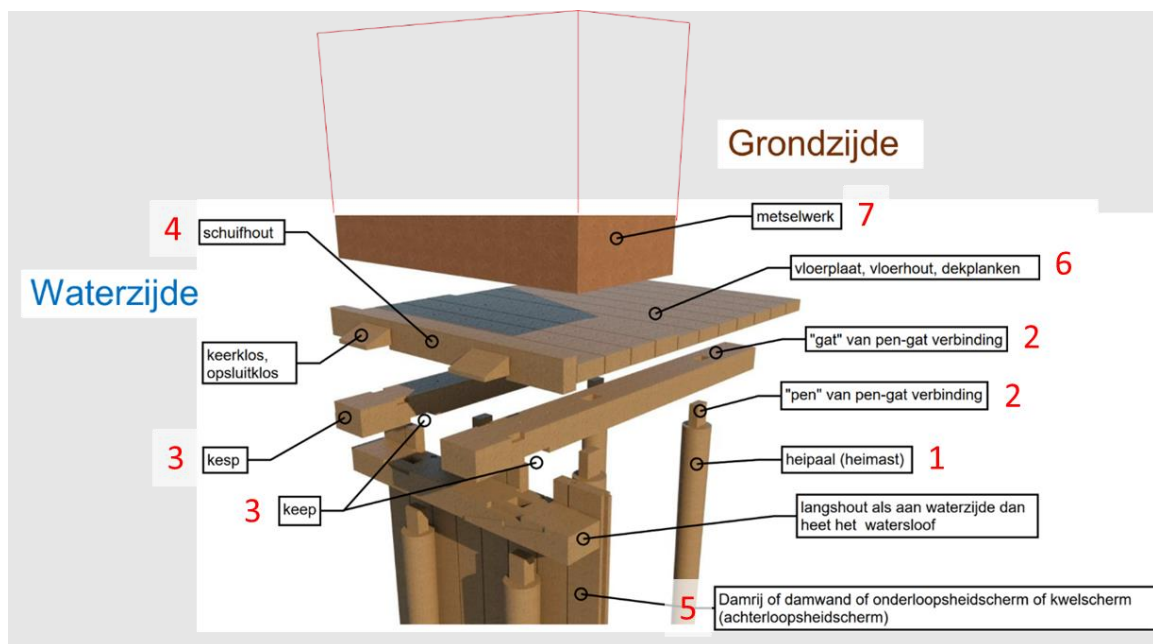
Een aantal kademuuren binnen het areaal heeft een bijzondere functie waardoor de constructie afwijkend kan zijn van bovenstaande type 1 en 2. Voorbeelden van zulke bijzondere functies zijn bijv. een laad- of loswal, onderdeel van een kunstwerk, overstort of pontfuik. Afwijkingen en bijzondere functies worden opgenomen in de ARK om mogelijke onverwachte bezwijkmechanismen te identificeren.

2.4 Decompositie type 1 kademuur

Er is voor de type 1 kademuren een decompositie gemaakt, zie Figuur 2-2. Deze decompositie is gebaseerd op de schematische reconstructie van de kademuur Grimburgwal, op basis van een archeologische reconstructie en bouwhistorische documentatie. De elementen zijn representatief voor type 1 kademuren, de ruimtelijke configuratie niet per se. Als variant op Figuur 2-2 is het bijv. mogelijk dat het onderloopsheidschem zich achter de achterste landzijdige palenrij bevindt, of helemaal niet aanwezig is.

De belangrijkste onderdelen van de kade zijn:

1. Funderingspalen
2. Verbinding paal / kesp
3. Kesp
4. Schuifhout
5. Onderloopsheidscherm
6. Vloer
7. Wand



Figuur 2-2 - Decompositie type 1 kademuur – metselwerk wand op houten vloer, kesp en palen

3 Inspecties en onderzoek

3.1 Inleiding

Per rak gaat de specialist na welke archiefinformatie beschikbaar is en welke onderzoeken en inspecties zijn uitgevoerd. Om hierover te beschikken wordt gebruik gemaakt van het Amsterdam Inspectie Portaal (AIP) en het archief in het Document Management System (DMS). De volgende informatie kan hier gevonden worden:

1. Archiefgegevens zoals tekeningen, berekeningen en/ of bestekken;
2. Onderwaterinspectie / duikrapportage incl. Houtmonsteranalyse/IML-RPD signaal (onder en boven water)
3. Inspectierapporten beheerder (alleen boven water);
4. Toestand inspectierapporten volgens NEN 2767-4 [g.] (alleen boven water);
5. Een survey van de grachtbodem (peiling) in de vorm van een multibeam, plus eventuele ontgrondingsrapportages;
6. Deformatiemetingen uit monitoring;
7. Reeds eerder opgesteld technisch advies (TA) en Technische Advies Light (TAL).

Wanneer de specialist onvoldoende informatie heeft om een beoordeling te maken van de genoemde onderdelen is het mogelijk dat een ARK niet volledig kan worden uitgevoerd. In dit geval kan er extra uit te voeren inspectie en/of onderzoek geadviseerd worden in het technisch advies. Daarnaast dient de specialist voorafgaand aan de uitvoering van de ARK een locatiebezoek aan het rak uit te voeren.

3.2 Archieftekeningen, -berekeningen en bestekken

Vanuit het Amsterdamse stadsarchief is de beschikbare informatie over de historische kademuren verzameld in het DMS op rakcode. De specialist beoordeelt de beschikbare historische gegevens en eventuele eerder uitgevoerde berekeningen en werkzaamheden.

3.3 (Visuele) onderwaterinspectie en houtmonster onderzoek

In januari 2021 is de gemeente Amsterdam gestart met het Groot Houten Palen Onderzoek (GHPO). Hierbij worden onderwaterinspecties van bruggen en kademuren uitgevoerd door duikbedrijven om de toestand en eventuele gebreken vast te stellen van alle bereikbare onderdelen die zich onder, rond en boven de waterspiegel bevinden. De geometrie, opbouw en staat van de volgende onderdelen vanuit de decompositie worden onder water geïnspecteerd:

- Houten funderingspalen;
 - Toestand;
 - Schades;
 - Schoorstand, met name onbedoelde negatieve schoorstand van de paalkop richting de waterzijde;
 - Houtbemonstering voor laboratoriumonderzoek of IML-RPD onderzoek, in principe elke 10 m een paal van de 1^e rij en elke 20 m een paal van de 2^e rij (NB: de 2^e rij wordt sinds september 2022 niet meer bemonsterd indien hier slib voor moet worden gebaggerd), met een minimum aantal van 6 per rakdeel. Voor de werkomschrijving toepassing IML-RPD signalen wordt verwezen naar Bijlage I.
- Toestand van de paal-kesp verbinding;
- Houten kespen;
 - Samendrukken van de kesp boven de paal;
 - Hartscheuren en schades;
- Aanwezigheid en toestand houten schuifhout;
- Toestand houten vloerdelen;
- Aanwezigheid en toestand grondkerend scherm;
- Toestand metselwerk onder water.

Naast de inspectie onder water wordt ook de toestand van het metselwerk boven de waterlijn, de ligging van dekstenen en de toestand van het maaiveld gerapporteerd in de inspectierapporten.

De rapportages van de onderwaterinspectie zijn gericht op het vermelden van geconstateerde gebreken. In de meeste rapporten staat géén bevestiging van de geconstateerde goede staat van onderdelen. Hiervoor geldt de afspraak: *indien een onderdeel niet benoemd is in het duikrapport, zijn er geen gebreken geconstateerd en is het onderdeel in goede staat.*

3.4 Inspectierapporten beheerder

Door de beheerders van het stadsdeel worden inspectierapporten opgesteld met daarin eventuele (constructieve) gebreken aan de boven water gelegen delen van de kademuur.

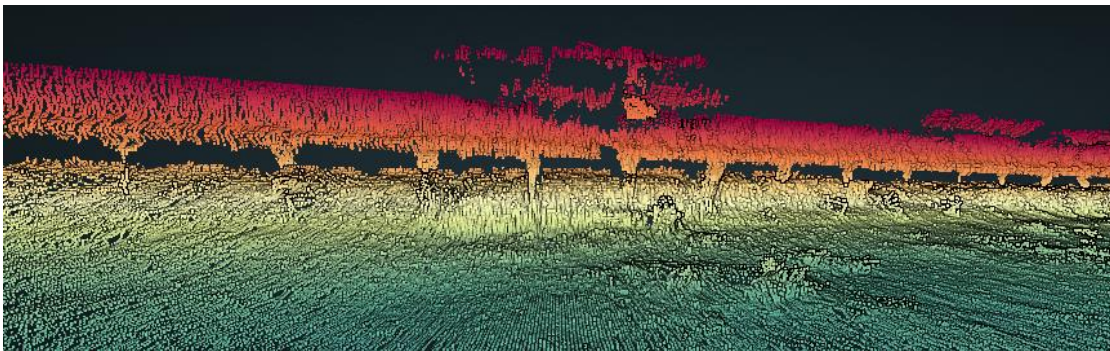
3.5 Toestandsinspecties

In opdracht van de gemeente Amsterdam worden voor de kademuren constructieve toestandsinspecties uitgevoerd volgens de NEN 2767-4 [9.]. Deze rapporten geven een eerste indruk van de constructieve staat van de kademuur boven water.

3.6 Survey van de grachtbodembodem

De waterbodembodem voor de kademuren wordt gescand met behulp van multibeammetingen. Deze metingen zijn te vinden in het AIP onder de betreffende rak code. In Figuur 3-1 is een voorbeeld van een multibeammeting te zien; op de multibeam is naast de waterbodembodem (geel-groen-blauw) vaak ook de paalfundering (oranje) en de metselwerk wand (oranje-rood) te zien. Met tools in de multibeampresentatie kunnen NAP-hoogtes van de waterbodembodemligging en constructieonderdelen worden bepaald en de helling van het onderwatertalud worden afgeleid uit een profiel haaks op de kademuur.

Belangrijk is op te merken dat de multibeam niet altijd door een eventueel aanwezige sliblaag 'kijkt'; de meting representeert meestal de ligging van de waterbodembodem inclusief slib. Een laag slib geeft nauwelijks steun aan de kademuur, de toetsers dient zich hiervan bewust te zijn.



Figuur 3-1 – Voorbeeld multibeam scan kademuur KBW0102

3.7 Metingen uit monitoring

Monitoring omvatten deformatiemetingen, zoals het meten van de verplaatsing in x, y en z-richting van de constructie, maar ook het meten van maaiveldzakkingen, scheurwijdte en de diepte van de waterbodembodem. De volgende technieken worden ingezet voor monitoring:

- Tachymetrie en waterpassing;
- Fotogrammetrie;
- Analoge scheurwijdtemeters;
- Multibeam (survey grachtbodembodem);
- InSAR (satellietmetingen);

Deze meetmethoden zijn nader toegelicht in de meetstrategie [10.].

Momenteel wordt deformatie van verdachte kademuren binnen het huidige areaal gemonitord m.b.v. tachymetrie en waterpassing conform de meetstrategie. De in te meten punten op de kademuur zijn toegepaste messing- en wandbouten in de dekstenen en het metselwerk. De metingen worden gerelateerd aan ingemeten omliggende referentiepunten langs de kademuur om

de deformatie van de kademuur te bepalen. De tachymetrie monitoringsgegevens staan in het AIP onder de betreffende rakcode.

Fotogrammetrie wordt uitgevoerd door het vergelijken van op verschillende momenten genomen foto's met een zeer hoge resolutie. Voor de werkschrijving toepassing fotogrammetrie metingen wordt verwezen naar Bijlage H.

Scheurwijdtemeters worden in sommige gevallen aangebracht bij grote scheuren in het metselwerk. Eventuele resultaten van scheurwijdtemeters zijn ook te vinden in het AIP.

Multibeam metingen zijn nader toegelicht in paragraaf 3.6.

De kademuren in de binnenstad van Amsterdam worden gemonitord met satellietmetingen, waarbij afhankelijk van de oriëntatie en zichtbaarheid horizontale en/of verticale beweging van de kademuur en het daarachter gelegen straatwerk kunnen worden gedetecteerd. De toepassing van satellietmetingen in ARK 2.0 is nader toegelicht in paragraaf 4.4.2.3 en [14.]. Satellietmetingen hebben een beperkte dekking van de Amsterdamse kademuren, door bijvoorbeeld kademuur oriëntatie en afscherpende objecten zoals bomen. Daarbij is gebleken dat de satellietmetingen kwalitatief gezien kunnen aangeven dat de kademuur deformeert, maar dat de absolute horizontale deformatie niet goed kan worden bepaald. Om een signaal vanuit de satellietmetingen te bevestigen is daarom altijd een reeks metingen via tachymetrie (of een overige nauwkeurige meetmethode zoals fotogrammetrie) nodig. Sensor heeft een applicatie ontwikkeld waarmee op basis van satellietdata informatie kan worden afgeleid over de verplaatsing van kademuren, sluisen en bruggen. De applicatie Amsterscan is te bereiken via de volgende link; [Amsterscan](#). Het benodigde wachtwoord om toegang te krijgen tot de Amsterscan is gegeven in de ARK-tool Excel sheet.

4 ARK-beoordeling

4.1 Algemeen

Middels de ARK wordt er per rakdeel op een kwalitatieve wijze de constructieve staat van een kademuur bepaald, dit geeft een inschatting van de kans op falen van de kademuur. De wijze waarop een rak opgedeeld wordt in rakedelen is verder toegelicht in paragraaf 4.2. Om de constructieve staat van de kademuur te bepalen wordt de ARK-tool gebruikt. De ARK tool is momenteel een Excel sheet versie 2.20. Voor de invulinstructie van de ARK-tool wordt verwezen naar Bijlage A. De ARK-tool bestaat uit de volgende onderdelen:

- Belastingen op de kademuur, zie paragraaf 4.3
- Toestand constructie, zie paragraaf 4.4

Op basis hiervan wordt in de ARK-tool een overzicht gecreëerd van de kritische belastingen en constructieonderdelen van de kademuur. De kritische belastingen en constructieonderdelen zijn belangrijke input voor het opstellen van het Technisch Advies, zie hoofdstuk 5. Verder worden er in de ARK-tool automatisch faalkansscores per constructieonderdeel bepaald en een gewogen faalkans totaalscore gegenereerd. De gewogen faalkans totaalscore wordt bepaald o.b.v. expert judgement gekozen weegfactoren per onderdeel. De automatisch gegenereerde faalkansscores zijn verder toegelicht in paragraaf 4.5. De resultaten van een ARK kunnen worden gebruikt om een risicobeoordeling van de kademuur uit te voeren.

4.2 Opdelen rak naar rakedelen

Binnen een rak kunnen uitgangspunten van de kademuurconstructies dusdanig verschillen dat het rak opgedeeld wordt in rakedelen. Voor ieder rakdeel wordt een aparte beoordeling uitgevoerd. Alle rakedelen houden dezelfde rakcode, maar worden in het overzicht opgedeeld in subnummers (bijvoorbeeld: AMK0101-A en AMK0101-B). Een rak dient opgedeeld te worden als er binnen het rak verschillen zijn in leeftijd of typologie. De Amsterdamse kademuur typologieën zijn verder toegelicht in paragraaf 2.2.

In de rapportage van de onderwaterinspectie is het rak opgedeeld naar rakedelen volgens bovenstaande uitgangspunten. Geadviseerd wordt om deze opdeling te controleren, eventueel aan te passen maar zoveel mogelijk over te nemen. Wanneer een rak aansluit op een brug zal de kade daar vaak hoger zijn. In de ARK is het langste stuk kademuur met dezelfde hoogte bepalend, een rak wordt dus niet opgedeeld o.b.v. de hoogte van de bovenbouw.

4.3 Belastingen op kademuur

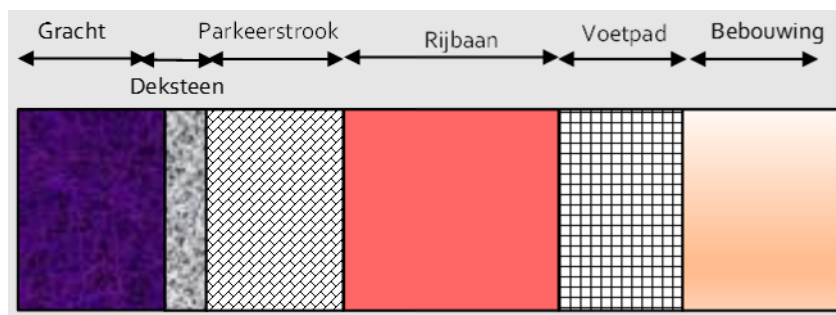
Er kunnen verschillende externe belastingen werken op de kademuuren. Deze belastingen zijn onderverdeeld in:

- Verkeersbelasting maaiveld
- Boombelasting
- Belastingen vanaf het water

In het Toetskader Amsterdamse Kademuuren (TAK) [1.] zijn deze externe belastingen uitgebreid toegelicht. Om een inschatting te maken van de kans op falen van een kademuur worden in de ARK kansscores bepaald bij de belastingen, dit is toegelicht in onderstaande paragrafen. Voor de kwalitatieve onderbouwing van deze scores wordt verwezen naar Bijlage B.

4.3.1 Verkeersbelasting maaiveld

De maaiveldbelasting achter de kademuur hangt af van de inrichting van het maaiveld. Een typische inrichting van het maaiveld langs de Amsterdamse grachten is in Figuur 4-1 weergegeven. Op en direct achter de kade ligt doorgaans een parkeerstrook, daarnaast een rijbaan (eenrichtingsverkeer) en tenslotte een voetpad tot aan de gevellijn.



Figuur 4-1 – Typische indeling maaiveld achter de kade (niet op schaal)

Allereerst dient in de ARK de maximaal toelaatbare verkeersbelasting gekozen te worden conform Tabel 4-1. In Tabel 4-1 zijn tevens de bijbehorende kansscores weergegeven. Standaard kunnen er voertuigen met een gewicht tot 45 ton op de rijbaan komen. Echter, het is mogelijk dat er een lastbeperking geldt op de rijbaan. De maximaal toelaatbare verkeersbelasting dient gekozen te worden op basis van de geldende lastbeperking. Geldende lastbeperkingen kunnen worden bepaald m.b.v. <https://experience.arcgis.com/experience/Veiligheidsmaatregelen/>. Wanneer er geen rijbaan achter de kade is en het maaiveld wel toegankelijk voor mensenmassa, dient 'mensenmassa' gekozen te worden. Een maximale verkeersbelasting van 0 ton dient alleen gekozen te worden wanneer er geen rijbaanbelasting achter de kade is en de kade is afgesloten voor mensenmassa tijdens evenementen.

Tabel 4-1 – Maximaal toelaatbare verkeersbelasting

Maximaal toelaatbare verkeersbelasting	Kansfactor	Kansscore
0 ton	Laag	1
7,5 ton	Gemiddeld	2
30 ton	Hoog	3
45 ton	Zeer hoog	4
Mensenmassa	Gemiddeld	2

De kansscore voor de verkeersbelasting wordt gecorrigeerd door de afstand tussen de rand van de rijbaan tot de voorkant van de kade muur in Tabel 4-2 en de aanwezigheid van parkeervakken achter de kade muur (binnen 5 meter afstand tot voorkant kade muur) in Tabel 4-3. Wanneer alle parkeervakken van een rakdeel zijn afgesloten (als beperkende veiligheidsmaatregel) dient er gekozen te worden voor 'ja + maatregel'. In dit geval wordt de kansscore niet verder voor de verkeersbelasting niet verder opgehoogd. In het tabblad 'Toelichting ARK' dient deze keuze duidelijk toegelicht te worden door de specialist.

Tabel 4-2 – Correctie kansscore voor de afstand tussen de rand van rijbaan tot voorkant kade muur

Afstand voorkant kade muur tot de rijbaan	Kansscore
> 5 m	-1
< 5 m	0

Tabel 4-3 – Correctie kansscore voor de aanwezigheid van parkeervakken

Parkeervakken aanwezig (binnen 5 m tot voorkant kade muur)	Kansscore
Ja	+1
Nee	0
Ja + maatregel	0

4.3.2 Boombelasting

Om in de ARK een inschatting te maken van de boombelasting dient allereerst de aanwezigheid en de maatgevende (grootste) diameter van deze bomen van het rakdeel te worden aangegeven, zie Tabel 4-4. In Tabel 4-4 zijn tevens de bijbehorende kanscores weergegeven.

Verder wordt in het TAK [1.] beschreven dat de variabele (wind)belasting op bomen aanzienlijk reduceert wanneer:

1. De afstand van de boom tot de achterliggende bebouwing is minder dan 10 m.
2. De hoogte van de achterliggende bebouwing min of meer gelijk of hoger is dan het hoogste kruinniveau van de boom (te controleren met het AHN).

De kansscore voor de boombelasting wordt gecorrigeerd op basis van deze parameters, namelijk de hoogte van de achterliggende bebouwing in Tabel 4-5 en de afstand tot de achterliggende bebouwing in Tabel 4-6.

Tabel 4-4 – Aanwezigheid en afmeting bomen

Maatgevende diameter bomen	Kansfactor	Kansscore
Geen	Laag	1
< 15 cm	Laag	1
15 – 30 cm	Gemiddeld	2
30 – 45 cm	Hoog	3
> 45 cm	Zeer hoog	4

Tabel 4-5 – Correctie kansscore op basis van hoogte achterliggende bebouwing

Bomen lager dan directe bebouwing	Kansscore
Ja	-1
Nee	0

Tabel 4-6 – Correctie kansscore op basis van afstand achterliggende bebouwing

Afstand bomen tot gevel	Kansscore
≤ 10 m	-1
> 10 m	0

4.3.3 Belastingen vanaf het water

Er kunnen verschillende belastingen vanaf het water werken op de kademuur, dit is beschreven in het TAK [1.]. Kademuuren kunnen vanaf het water worden belast door afgemeerde schepen en eventuele aanvaringen. Om in de ARK een kansscore voor belastingen vanaf het water te bepalen, dient er allereerst de maatgevende afmeermogelijkheid aangegeven te worden volgens Tabel 4-7. In Tabel 4-7 zijn tevens de bijbehorende kanscores weergegeven. Wanneer er schepen op een andere wijze dan aan ringen, haalkommen of bolders afgemeerd liggen aan de kademuur dient te worden gekozen voor 'onbedoeld'.

Tabel 4-7 – Afmeer mogelijkheden

Afmeer mogelijkheden	Kansfactor	Kansscore
Geen	Laag	1
Ringen	Laag	1
Haalkom	Gemiddeld	2
Onbedoeld	Zeer hoog	4
Bolder	Zeer hoog	4

Daarbij wordt er in de ARK een kansscore bepaald voor de mogelijkheid op aanvaren op basis van de breedte van de gracht, zie Tabel 4-8. Hoe breder de gracht, hoe kleiner de potentiële aanvaarhoek (t.o.v. loodrecht op de kademuur), hoe groter de potentiële impact op de kademuur. Wanneer een overstaande gracht loodrecht \perp aansluit op het relevante rak is de kans op aanvaring zeer hoog, hier hoort een hoge kansscore bij.

De kansscore voor aanvaren wordt gecorrigeerd op basis van de aanwezigheid van een aanvaarbelasting remmend object, zie Tabel 4-9. Het is hierbij mogelijk dat een permanent object in het water (zoals een woonboot of een remmingwerk) werkt als belasting remmend object. De kansscore voor belastingen vanaf het water wordt bepaald op basis van de maatgevende kansscore voor afmeermogelijkheden en de gecorrigeerde kansscore voor aanvaren.

Tabel 4-8 – Aanvaar mogelijkheid (o.b.v. breedte gracht)

Breedte gracht	Kansfactor	Kansscore
0 m – 15 m	Laag	1
15 m – 30 m	Gemiddeld	2
30 m – 50 m	Hoog	3
> 50 m	Zeer hoog	4
Gracht ⊥ (loodrecht op) gracht	Zeer hoog	4

Tabel 4-9 – Correctie kansscore op basis van aanwezigheid van aanvaarbeasting remmend object

Aanvaarbeasting remmend object aanwezig	Kansscore
Ja	-1
Nee	0

4.4 Toestand constructie

De toestand van de constructie wordt verdeeld in de volgende onderdelen:

- Leeftijd
- Deformatiemetingen
 - Tachymetrie
 - Satelliet
 - Fotogrammetrie
- Waterbodem
- Onderbouw en fundering
- Onderloopsheidscherm
- Bovenbouw
- Maaiveld

Om een inschatting te maken van de kans op falen van een kademuur worden in de ARK kansscores bepaald bij deze onderdelen, dit is toegelicht in onderstaande paragrafen. Voor de kwalitatieve onderbouwing van deze scores wordt verwezen naar Bijlage B.

4.4.1 Leeftijd

De leeftijd van de kademuur wordt bepaald door het bouwjaar van het rak. Het bouwjaar van het rak kan worden ingeschat op basis van archiefstukken. Voor de ARK zijn kwalitatief vier kansscores bepaald voor het onderdeel leeftijd, zie Tabel 4-10.

Tabel 4-10 - Kansscore leeftijd

Leeftijd kademuur	Kansfactor	Kansscore
< 40 jaar	Laag	1
40 – 80 jaar	Gemiddeld	2
80 – 120 jaar	Hoog	3
> 120 jaar	Zeer hoog	4

4.4.2 Deformatiemetingen

De deformatie van een kademuur kan inzicht in de stabiliteit van een kademuur geven. Op dit moment kan deformatie worden bepaald op basis van tachymetrie, satellietmetingen of fotogrammetrie.

4.4.2.1 Tachymetrie

De tachymetrie monitoringsgegevens bestaan uit x-, y- en z-metingen van punten op de kademuur (y loodrecht op de kade, x parallel aan de kade en z verticaal). In de ARK wordt een kansscore bepaald voor zowel de totale deformatie als de deformatiesnelheid. Zowel de gemiddelde deformatiesnelheid over de totale meetreeks als de maximale deformatiesnelheid over een beperkte periode dient te worden bepaald. Deze scores gelden zowel voor horizontale deformatie in y-richting en verticale deformatie in z-richting. De scores zijn gebaseerd op de signaal- en interventiewaarden in de meetstrategie [10.]. De deformatie in de x-richting (parallel aan de kade) wordt niet beoordeeld in de ARK. De kansscores voor totale deformatie worden bepaald volgens Tabel 4-11, de kansscores voor deformatiesnelheid volgens Tabel 4-12.

Tabel 4-11 - Kansscore totale deformatie

Totale deformatie	Kansfactor	Kansscore
≤ 5 mm	Laag	1
5 - 15 mm	Gemiddeld	2
15 - 25 mm	Hoog	3
> 25 mm	Zeer hoog	4

Tabel 4-12 - Kansscore deformatiesnelheid

Deformatiesnelheid	Kansfactor	Kansscore
≤ 0,5 mm/maand	Laag	1
0,5 – 1,0 mm/maand	Gemiddeld	2
1,0 – 2,0 mm/maand	Hoog	3
> 2,0 mm/maand	Zeer hoog	4

4.4.2.2 Fotogrammetrie

De fotogrammetrie monitoringsgegevens bestaan uit x-, y- en z-metingen van punten op de kademuur (y loodrecht op de kade, x parallel aan de kade en z verticaal). In de ARK wordt een kansscore bepaald voor zowel de totale deformatie als de deformatiesnelheid conform paragraaf 4.4.2.1.

Afstemming over de bruikbaarheid en betrouwbaarheid van de meetreeksen met team Monitoring en Data Analyse (M&DA) is op dit moment nog noodzakelijk bij de toepassing in de ARK. Voor de werkschrijving toepassing fotogrammetrie metingen wordt verwezen naar Bijlage H, hieronder is een samenvatting gegeven.

Fotogrammetrie wordt ingewonnen d.m.v. het absoluut inmeten van beeldpunten door een (gekalibreerde) digitale fotocamera en een kwaliteitsobjectief. Er wordt eerst een landmeetkundige meting uitgevoerd en vervolgens een fotogrammetrische meting, beide gekoppeld aan hetzelfde referentieobject.

Er zijn verschillende betrouwbaarheidseisen waar de fotogrammetrie aan moet voldoen:

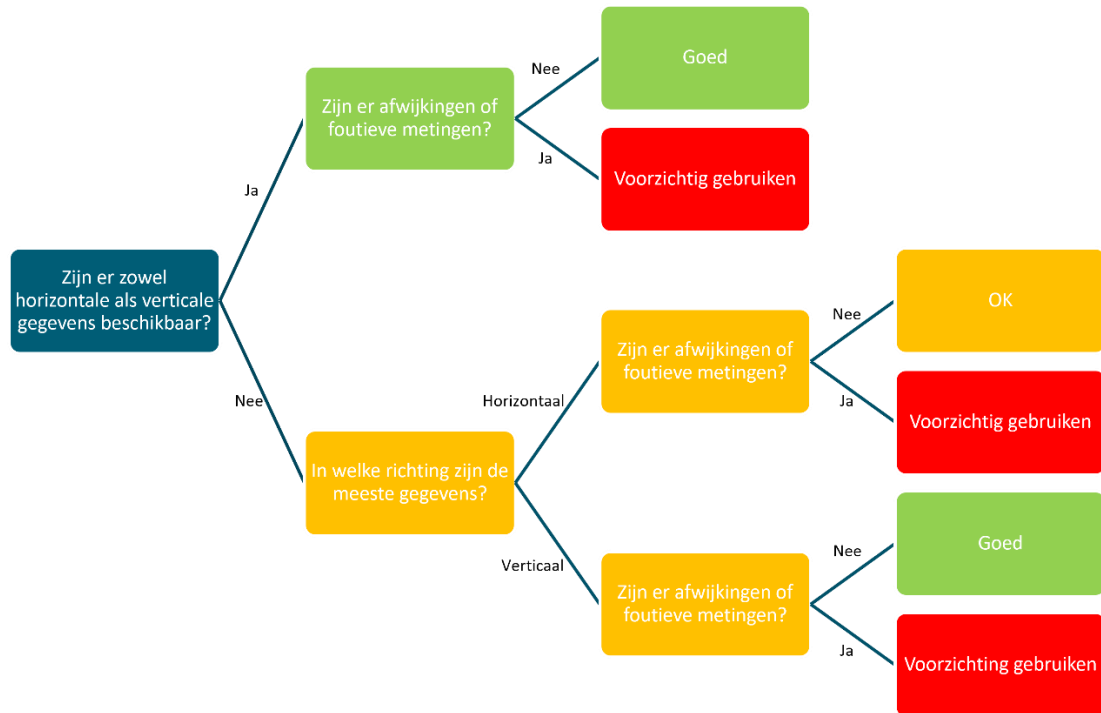
- De standaardafwijking van de meetresultaten moet kleiner of gelijk zijn aan 2,5 mm.
- De coördinaten van de deformatiemeetpunten en referentiepunten moeten betrouwbaar worden bepaald. Dat wil zeggen dat de meting zodanig moet worden opgezet en uitgevoerd dat bij verwerking systematische en toevallige meetfouten kunnen worden ontdekt. Hierbij zijn verschillende eisen vastgesteld in de productspecificatie.

Uit de praktijk is gebleken dat vanaf ca. 10 mm vervorming een uitspraak gedaan kan worden over deformatie, onder deze waarde kan er sprake zijn van meetruis. Door aanwezigheid van objecten, zoals (woon)boten, is het mogelijk dat bepaalde lengtes van een kademuur niet of amper zichtbaar zijn. Dit kan leiden tot drift in de resultaten en daarmee een lagere nauwkeurigheid. Momenteel zit de techniek in een ontwikkelfase waarin de grens wordt verkend op welke type kademuren deze techniek geschikt is en op welke beter een andere techniek (zoals tachymetrie) kan worden toegepast.

4.4.2.3 Satelliet

De satellietmetingen zijn beschikbaar via de [AmsterScan](#). Het benodigde wachtwoord om toegang te krijgen tot de AmsterScan is gegeven in de ARK-tool Excel sheet. Satellietmetingen hebben een beperkte dekking van de Amsterdamse kademuren, door bijvoorbeeld kademuur oriëntatie en afschermende objecten zoals bomen. Daarbij is gebleken dat de satellietmetingen kwalitatief gezien kunnen aangeven dat de kademuur deformeert, maar dat de absolute horizontale deformatie niet goed kan worden bepaald. Om een signaal vanuit de satellietmetingen te bevestigen is daarom altijd een reeks metingen via tachymetrie (of een overige nauwkeurige meetmethode zoals fotogrammetrie) nodig.

In de rapportage Uitvoering van satellietmetingen in ARK 2.0 [14.] is de implementatie van satellietmetingen in ARK 2.0 beschreven. Hierin is beschreven dat de betrouwbaarheid van satellietmetingen o.a. afhangt van de aanwezigheid van gunstige en ongunstige omstandigheden, zoals de kademuur oriëntatie en beschikbaarheid van de metingen. In [14.] is een stroomdiagram opgesteld om de betrouwbaarheid van de satellietdata voor het betreffende rak te bepalen, zie Figuur 4-2. In de ARK wordt allereerst de betrouwbaarheid van de satellietmetingen ingeschat op basis van dit stroomdiagram in Figuur 4-2 en de beschikbaarheid (dekking) van de satellietmetingen.



Figuur 4-2 – Stroomschema bepaling betrouwbaarheid van satellietmetingen [14.]

In de AmsterScan worden kleuren toegekend aan de satellietmetingen gebaseerd op de deformatiesnelheid. De kleuren van de maatgevende satellietmetingen per rakdeel worden vervolgens in de ARK-tool verwerkt conform Tabel 4-13, voor horizontale en verticale vervorming van de kademuur en verticale vervorming van het achterland. Doordat de absolute (horizontale) deformatie van kademuren niet goed kan worden bepaald m.b.v. satellietmetingen zijn deze kanscores puur informatief en dienen (alleen indien betrouwbaar) als signaal. Verder wordt de kansscore horizontale vervorming kademuur gecorrigeerd op basis van de richting van de vervorming in Tabel 4-14 en wordt de beschikbaarheid (dekking) van de satellietmetingen bepaald.

Tabel 4-13 - Kansscore satellietmeting

Deformatiesnelheid	Kansfactor	Kansscore
Groen	Laag	1
Geel	Gemiddeld	2
Oranje	Hoog	3
Rood	Zeer hoog	4

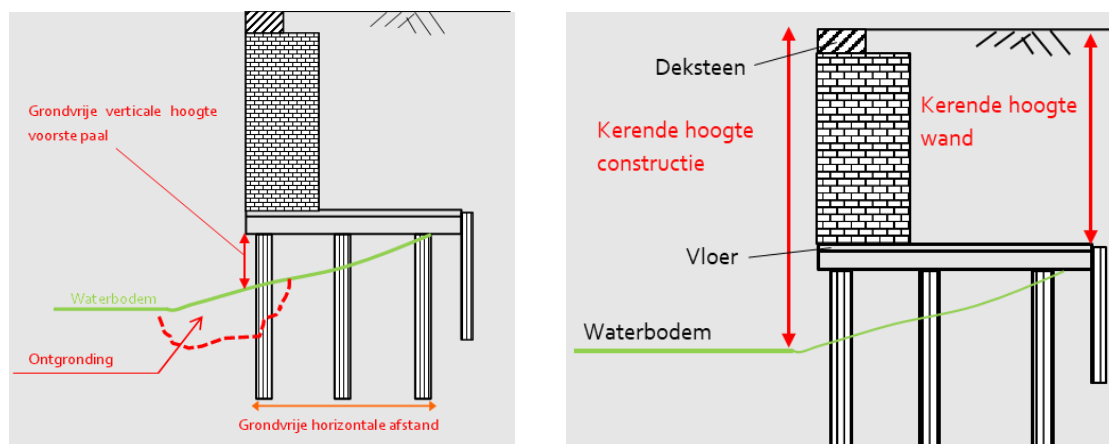
Tabel 4-14 – Correctie kansscore horizontale vervorming o.b.v. richting deformatie

Richting deformatie	Kansscore
Water	0
Land	-1

4.4.3 Waterbodem

De waterbodem onder en vlak voor een kademuur kan inzicht geven in de passieve weerstand vlak voor de kademuur. Binnen Amsterdam bestaat geen vast en uniform ontwerpniveau voor de waterbodem. De waterbodemdiepte en het leggerprofiel worden bepaald door Waternet en beheerd door V&OR.

In de ARK wordt onderscheid gemaakt tussen de grondvrije verticale hoogte van de voorste paal zonder of met een ontgronding. Er is sprake van ontgronding van de waterbodem als er over een afstand van minimaal 5 palenrijen (ca. 4 m in de lengterichting van de kademuur) een significant diepere waterbodem > 0,5 m aanwezig is dan de globale waterbodem in de lengterichting. In Figuur 4-3 is een prinscheschets van een waterbodem met ontgronding weergegeven. Voor de bepaling van de kansscore waterbodem in de ARK, wordt er allereerst bepaald of er sprake is van een waterbodem zonder of met een ontgronding. Bij een waterbodem zonder ontgronding zijn twee kansscores bepaald, zie Tabel 4-15. Bij een waterbodem met ontgronding zijn vier verschillende kansscores bepaald, zie Tabel 4-16.



Figuur 4-3 - Principeschets waterbodem met definities

Tabel 4-15 - Kansscore waterbodembodem – zonder ontgroning

Grondvrije verticale hoogte voorste paal	Kansfactor	Kansscore
≤ 1 m	Laag	1
> 1 m	Gemiddeld	2

Tabel 4-16 - Kansscore waterbodembodem – met ontgroning

Grondvrije verticale hoogte voorste paal	Kansfactor	Kansscore
0 – 0,5 m	Laag	1
0,5 – 1 m	Gemiddeld	2
1 – 3 m	Hoog	3
> 3 m	Zeer hoog	4

De kansscore voor de waterbodembodem wordt gecorrigeerd door de kerende hoogte van de wand in Tabel 4-17. De kerende hoogte van de wand is gedefinieerd als het verschil tussen bovenkant deksteen en bovenkant vloer, zie Figuur 4-3.

Tabel 4-17 – Correctie kansscore kerende hoogte wand

Afstand voorkant kademuur tot de rijbaan	Kansscore
≤ 1,5 m	0
1,5 m – 3,0 m	+1
> 3,0 m	+2

4.4.4 Onderbouw en fundering

De toestand van de onderbouw en fundering van de kademuur geeft inzicht in de kans op falen van de kademuur. Voor de objectdefinities van onderbouw en fundering en een decompositie van een (Amsterdamse) kademuur wordt verwezen naar Bijlage E. De toestand van de onderbouw en fundering wordt bepaald voor de verschillende onderdelen:

- Palen:
 - Aantasting (bacterieel) houten palen
 - Ongewenste negatieve schoorstand palen
- Kespens:
 - Beschadigde kespens
 - Beschadigde paal-kesp verbinding
- Vloer

De verschillende onderdelen worden in de volgende paragrafen apart behandeld. Per onderdeel wordt een kansscore bepaald, deze vormen samen de kansscore voor onderbouw en fundering in paragraaf 4.5.2. De toestand van de onderdelen kan worden bepaald op basis van resultaten van de onderwaterinspectie. De kansscore van een onderdeel is onbekend wanneer het aantal onderzochte proeven (zoals aantal palen, kespens of paal-kesp verbindingen) te klein is, namelijk bij aantal proeven < 6 stuks of < 10% van totaal aantal. Bij een onbekende toestand is de kansfactor in de ARK-tool automatisch 'hoog' met een kansscore 3.

4.4.4.1 Aantasting (bacterieel) houten palen

De aantasting van de palen kan worden bepaald op basis van houtmonsteranalyses of IML-RPD signaal afkomstig uit de onderwaterinspectie van de kademuur. Dit wordt in de ARK uitgevoerd in het tabblad 'Beoordeling onderbouw en fundering' in de ARK Excel sheet, de werkwijze is beschreven in Bijlage A. Voor het bepalen van de toestand van de houten palen is het belangrijk de resterende paaldiameter te bepalen, de grenswaarden per paal zijn weergegeven in Tabel 4-18. De onderbouwing voor de bepaling van de toestand van de houten palen is beschreven in Bijlage G. De kansscore wordt vervolgens bepaald op basis van het percentage aangetaste palen over het rakdeel, zie Tabel 4-19.

Opgemerkt wordt dat de huidige constructie op de restanten van een oudere kademuur kunnen zijn aangebracht en er nog oude palen tussen de nieuwere aanwezig kunnen zijn. De toetsers dient zich ervan bewust te zijn dat de houtmonsters wellicht op de oude, niet meer functionerende palen zijn genomen. Deze moeten dan niet worden meegenomen in de beoordeling van de aantasting van de houten palen. Dit kan het resultaat beïnvloeden. De toetsers kan dit bijvoorbeeld vaststellen op basis van een significant kleinere hart-op-hartafstand tussen de palen of opmerkingen in de rapportage onderwaterinspectie.

Tabel 4-18 – Bepaling toestand houten palen

Resterende paaldiameter	Toestand paal
≤ 170 mm	Slecht (aangetast)
170 – 200 mm	Gemiddeld
> 200 mm	Goed

Tabel 4-19 – Kansscore aantasting houten palen

Percentage aantal aangetaste palen	Kansfactor	Kansscore
≤ 10 %	Laag	1
10 – 30 %	Gemiddeld	2
30 – 50 %	Hoog	3
> 50 %	Zeer Hoog	4

4.4.4.2 Ongewenste negatieve schoorstand palen

Als gevolg van horizontale belasting is het mogelijk dat de kademuur is verplaatst richting de waterzijde. De palen kunnen hierdoor aan de bovenzijde een helling of kromming (negatieve schoorstand) richting het water hebben gekregen. Tijdens de onderwaterinspectie wordt gekeken en vastgelegd of de (waterzijdige) funderingspalen een ongewenste negatieve schoorstand hebben, waarmee het percentage negatieve schoorstand wordt bepaald. Ongewenste negatieve schoorstand is ook mogelijk wanneer een oorspronkelijk positief schoor staande paal richting het water is geroteerd. Voor de ARK zijn kwalitatief vier kanscores bepaald voor het onderdeel ongewenste negatieve schoorstand palen, zie Tabel 4-20.

Tabel 4-20 – Kansscore ongewenste negatieve palen

Percentage aantal palen negatieve schoorstand (%)	Kansfactor	Kansscore
≤ 10 %	Laag	1
10 – 30 %	Gemiddeld	2
30 – 50 %	Hoog	3
> 50 %	Zeer Hoog	4

4.4.4.3 Beschadigde kesp

Een kesp kan in een slechte conditie zijn door beschadigingen zoals bijvoorbeeld (hart)scheuren, waardoor de kesp zijn functie niet meer kan vervullen. Wanneer de kesp zijn functie niet meer kan vervullen is de kans op falen van de kademuur groter. Tijdens de onderwaterinspectie worden de kesp geïnspecteerd en eventuele degradatie en schade vastgelegd. Dit is voor de voorste palenrij waar te nemen door de duikers. Opgemerkt wordt, dat alleen beschadigingen moeten worden meegenomen die van invloed zijn op de sterkte van de onderdelen. Op basis hiervan kan voor de geïnspecteerde kesp een percentage beschadigde kesp worden bepaald. Voor de ARK zijn kwalitatief vier kansscores bepaald voor het onderdeel beschadigde kesp, zie Tabel 4-21.

Tabel 4-21 – Kansscore beschadigde kesp

Percentage aantal beschadigde kesp	Kansfactor	Kansscore
≤ 10 %	Laag	1
10 – 30 %	Gemiddeld	2
30 – 50 %	Hoog	3
> 50 %	Zeer Hoog	4

4.4.4.4 Beschadigde paal-kesp verbinding

Een paal-kesp verbinding kan beschadigd zijn, bijvoorbeeld doordat de kesp is afgebroken bij de verbinding of doordat de paal naast de kesp staat. Tijdens de onderwaterinspectie wordt de verbinding van de paal en kesp geïnspecteerd en vastgelegd. Dit is voor de voorste palenrij waar te nemen door de duikers. Een paal-kesp verbinding wordt als beschadigd aangemerkt wanneer deze zijn functie niet meer kan vervullen. Bij twijfel dient de toetsers het gebrek als relevant te beschouwen (dus meetellen als 'beschadigd'). Op basis hiervan kan voor de geïnspecteerde paal-kesp verbindingen een percentage beschadigde verbindingen worden bepaald. Voor de ARK zijn kwalitatief vier kansscores bepaald voor het onderdeel beschadigde paal-kesp verbinding, zie Tabel 4-22.

Tabel 4-22 - Kansscore beschadigde paal-kesp verbinding

Percentage beschadigde paal-kesp verbinding	Kansfactor	Kansscore
≤ 10 %	Laag	1
10 – 30 %	Gemiddeld	2
30 – 50 %	Hoog	3
> 50 %	Zeer Hoog	4

4.4.4.5 Toestand vloer

In de ARK dient de toestand van de vloer van de bovenbouw te worden bepaald. Allereerst dient het materiaal van de vloer aangegeven te worden; hout, beton of onbekend. Tijdens de onderwaterinspectie wordt de vloer geïnspecteerd en de toestand vastgelegd. Aangegeven dient te worden of de vloer beschadigd of kierend is. De vloer wordt als beschadigd aangemerkt wanneer deze zijn functie niet meer kan vervullen. Bij twijfel dient de toetsers het gebrek als relevant te beschouwen (dus meetellen als 'beschadigd'). De kansscore voor de toestand van de vloer wordt bepaald volgens Tabel 4-23.

De kansscore voor de toestand van de vloer wordt gecorrigeerd door beschadigingen / kieren op meerdere locaties in Tabel 4-24.

Tabel 4-23– Kansscore toestand vloer

Vloer beschadigd / kierend	Kansfactor	Kansscore
Nee	Laag	1
Ja	Hoog	3

Tabel 4-24 – Correctie kansscore voor beschadigingen / kieren op meerdere locaties

Beschadigingen / kieren op meerdere locaties?	Kansscore
Nee	0
Ja	+1

4.4.5 Onderloopsheidscherm

Bij de meeste rakken kan een eventueel onderloopsheidscherm niet worden geïnspecteerd, ofwel vanwege de ligging achter de kademuur, of door het überhaupt niet aanwezig zijn van het scherm. Bij een beperkt aantal kades wordt tijdens de onderwaterinspectie een scherm aangetroffen achter de eerste palenrij.

In de ARK wordt de grondichtheid van een onderloopsheidscherm beoordeeld. Allereerst dient er beschouwd te worden of er een onderloopsheidscherm aanwezig is. Als het niet duidelijk is of er een onderloopsheidscherm aanwezig is dan wordt hier onbekend ingevuld, wat een vraagteken met automatische kansscore 3 geeft. Wanneer het onderloopsheidscherm aanwezig is, is het mogelijk dat deze is geïnspecteerd tijdens de onderwaterinspectie. In dit geval dient in de ARK de toestand van het onderloopsheidscherm te worden bepaald. Aangegeven dient te worden of het scherm beschadigd of kierend is. Het onderloopsheidscherm wordt als beschadigd aangemerkt wanneer

deze zijn functie niet meer kan vervullen. Bij twijfel dient de toetsers het gebrek als relevant te beschouwen (dus meetellen als 'beschadigd'). De kansscore voor de toestand van het onderloopsscherm wordt bepaald volgens Tabel 4-25.

De kansscore voor de toestand van de vloer wordt gecorrigeerd door beschadigingen / kieren op meerdere locaties in Tabel 4-26.

Tabel 4-25– Kansscore toestand onderloopsscherm

Onderloopsscherm beschadigd / kierend	Kansfactor	Kansscore
Nee	Laag	1
Ja	Hoog	3

Tabel 4-26 – Correctie kansscore voor beschadigingen / kieren op meerdere locaties

Beschadigingen / kieren op meerdere locaties?	Kansscore
Nee	0
Ja	+1

4.4.5.1 Bovenbouw

De toestand van de bovenbouw van de kademuur geeft inzicht in de kans op falen van de kademuur. Voor de objectdefinitie van bovenbouw en een decompositie van een (Amsterdamse) kademuur wordt verwezen naar Bijlage E. De toestand van de bovenbouw wordt bepaald voor de verschillende onderdelen:

- Scheuren in metselwerk
- Lokaal verdwenen metselwerk
- Zichtbaar vervormingsverschil richting de gracht (buik)
- Scheefstand t.o.v. verticaal
- Niet-functionerend schuifhout

De verschillende onderdelen worden in de volgende paragrafen apart behandeld. Per onderdeel wordt een kansscore bepaald en deze vormen samen de kansscore voor bovenbouw. De toestand van de onderdelen kan worden bepaald op basis van resultaten van de onderwaterinspectie.

4.4.5.2 Scheuren in metselwerk

Als gevolg van overbelasting, te grote deformaties en/of vervorming van de onderbouw kunnen er te grote spanningen in het metselwerk ontstaan wat kan resulteren in scheuren. De aanwezigheid van scheuren kan betekenen dat het metselwerk lokaal bezwaken is en er lokaal minder samenhang is in de metselwerk wand. Hierdoor is de kans op falen van dit relevante stuk kademuur toegenomen. In Figuur 4-4 is een voorbeeld van scheuren weergegeven.



Figuur 4-4 - Voorbeeld van scheuren in een kade

In de ARK worden kanscores bepaald op basis van het aantal scheuren in het metselwerk en de maatgevende scheurwijdte.

Aantal scheuren in het metselwerk

Er worden kanscores bepaald op basis van het totaal aantal scheuren in het metselwerk van het rakdeel en op basis van het maatgevende aantal scheuren in een gedeelte van 10 m lang. Voor de ARK zijn vier kanscores bepaald voor het totaal aantal scheuren in het metselwerk in Tabel 4-27 en voor het maatgevende aantal scheuren in 10 m in Tabel 4-28. De maatgevende score voor het aantal scheuren is leidend in de ARK.

Horizontale scheuren tussen de deksloof en het metselwerk dienen niet meegeteld te worden, omdat het beschadigen van de deksloof bijvoorbeeld door werking boomwortels niet gerelateerd is aan een kritisch bezwijkmechanisme van de kademuur.

Tabel 4-27 - Kansscore voor totaal aantal scheuren rakdeel

Hoeveelheid scheuren rakdeel per m kade	Kansfactor	Kansscore
< 0,2	Laag	1
0,2 - 0,5	Gemiddeld	2
0,5 – 1,0	Hoog	3
> 1,0	Zeer Hoog	4

Tabel 4-28 - Kansscore voor aantal scheuren per 10 m

Hoeveelheid scheuren per 10 m	Kansfactor	Kansscore
< 2	Laag	1
2 - 5	Gemiddeld	2
5 - 10	Hoog	3
> 10	Zeer Hoog	4

Maximale scheurwijdte

Vervolgens dient de maximale scheurwijdte van de scheuren in het metselwerk van het rakdeel te worden bepaald. Opgemerkt wordt dat horizontale scheuren tussen de deksloof en het metselwerk niet meegeteld dienen te worden, omdat het beschadigen van de deksloof niet gerelateerd is aan een kritisch bezwijkmechanisme van de kademuur. Voor de ARK zijn kwalitatief vier kansscores bepaald voor het onderdeel maximale scheurwijdte in het metselwerk, zie Tabel 4-29.

Tabel 4-29 - Kansscore maximale scheurwijdte

Maximale scheurwijdte in moot	Kansfactor	Kansscore
< 5 mm	Laag	1
5 - 10 mm	Gemiddeld	2
10 – 20 mm	Hoog	3
> 20 mm	Zeer Hoog	4

4.4.5.3 Lokaal verdwenen metselwerk

Metselwerk kan lokaal zijn verdwenen door bijvoorbeeld uitgesleten voegen of uitgebroken stenen door een aanvaring. Daarbij is het mogelijk dat tijdens de onderwaterinspectie is vastgesteld dat het gat in het metselwerk door missende metselstenen grondvoerend is of niet. Verdwenen metselwerk en een grondvoerend gat betekent een verhoogde kans op falen van de kademuur. Voor de ARK zijn kwalitatief drie kansscores bepaald voor het onderdeel lokaal verdwenen metselwerk, zie Tabel 4-30.

Tabel 4-30 - Kansscore lokaal verdwenen metselwerk

Lokaal verdwenen metselwerk	Gat grondvoerend	Kansfactor	Kansscore
Nee	Nee	Laag	1
Ja	Nee	Gemiddeld	2
Ja	Ja	Zeer Hoog	4

4.4.5.4 Zichtbaar vervormingsverschil kademuur richting de gracht

Het is mogelijk dat de bovenbouw van de kademuur zichtbaar is vervormd richting de gracht t.o.v. de naastgelegen delen in de langsrichting van de kademuur. Ingeschat wordt dat een zichtbare vervorming minimaal ca. 25 mm tot 50 mm betreft. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat de kade uitbuikt t.o.v. de rechte lijn of dat een segment verspringt t.o.v. het naastgelegen segment richting het water. Een voorbeeld van het uitbuiken van een kademuur is weergegeven in Figuur 4-5. Opgemerkt wordt dat toetser zich ervan bewust dient te zijn dat sommige kades met een knik kunnen zijn aangelegd.

De kansscore voor vervormingsverschil kademuur richting de gracht hangt daarbij af van de aanwezigheid van scheuren nabij deze vervorming. De onderbouwing van scheurvorming in metselwerk is terug te lezen in [13.]. Hierin is vermeld dat een combinatie van vervorming van de kademuur en scheuren in het metselwerk kan betekenen dat de vervorming in een gevorderd stadium is. De kansscore voor vervormingsverschil richting de gracht wordt bepaald volgens Tabel 4-31.



Figuur 4-5 – Voorbeeld uitbuiken van kademuur

Tabel 4-31 – Kansscore zichtbaar vervormingsverschil kade richting gracht

Visueel vervormingsverschil kade richting gracht	Scheur aanwezig t.p.v. vervorming	Kansfactor	Kansscore
Nee	Nee	Laag	1
Ja	Nee	Hoog	3
Ja	Ja	Zeer Hoog	4

4.4.5.5 Scheefstand kademuur t.o.v. verticaal

Het is mogelijk dat de kademuur een bepaalde scheefstand t.o.v. de verticaal vertoont in dwarsrichting van de kademuur. Scheefstand van een kademuur kan wijzen op significante vervorming en dus een verhoogde kans op falen.

De kansscore voor scheefstand t.o.v. de verticaal hangt daarbij af van de aanwezigheid van scheuren nabij deze vervorming. De onderbouwing van scheurvorming in metselwerk is terug te lezen in [13.]. Hierin is vermeld dat een combinatie van vervorming van de kademuur en scheuren in het metselwerk kan betekenen dat de vervorming in een gevorderd stadium is. De kansscore voor vervormingsverschil richting de gracht wordt bepaald volgens Tabel 4-32.

Tabel 4-32 - Kansscore scheefstand kademuur

Scheefstand kademuur	Scheur aanwezig t.p.v. vervorming	Kansfactor	Kansscore
Nee	Nee	Laag	1
Ja	Nee	Hoog	3
Ja	Ja	Zeer Hoog	4

4.4.5.6 Niet-functionerend schuifhout

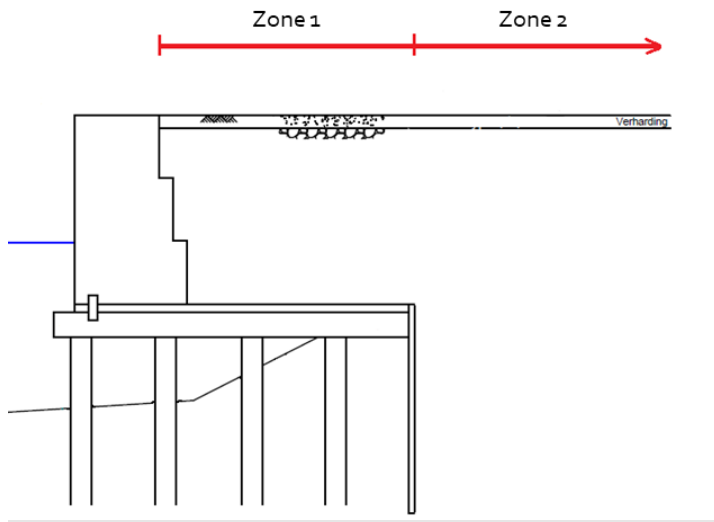
Het is mogelijk dat het schuifhout langs het metselwerk niet meer aanwezig is of niet meer in staat is zijn functie te vervullen. Tijdens de onderwaterinspectie wordt het schuifhout geïnspecteerd en vastgelegd. Op basis hiervan wordt het percentage niet-functioneel schuifhout berekend. Voor de ARK zijn kwalitatief vier kanscores bepaald voor het onderdeel niet-functionerend schuifhout, zie Tabel 4-33.

Tabel 4-33 - Kansscore niet functionerend schuifhout

Percentage niet-functionerend schuifhout	Kansfactor	Kansscore
< 10 %	Laag	1
10 – 30 %	Gemiddeld	2
30 – 50 %	Hoog	3
> 50 %	Zeer Hoog	4

4.4.6 Maaiveld

De toestand van het maaiveld achter de kademuur geeft inzicht in de kans op falen van de kademuur. Signalen die in het maaiveld gevonden worden, kunnen indicatoren zijn van bezwijkmechanismen en een bijdrage leveren aan de bepaling van de kansscore. Het maaiveld achter de kademuur wordt opgedeeld in twee zones, zie Figuur 4-6. Zone 1 is het gebied direct achter de kademuur tot het einde van de vloer. Zone 2 is het gebied vanaf de achterzijde vloer tot aan de gevel van de achterliggende bebouwing.



Figuur 4-6 – Zone indeling achter kademuur

De toestand van het maaiveld wordt bepaald door de aan- of afwezigheid van de volgende aspecten:

- Openstaande voegen van de bestrating in zone 1
- Zettingen van het maaiveld in zone 1
- Zettingen van het maaiveld in zone 2
- Zichtbaar hersteld straatwerk in zone 1 en 2

De verschillende onderdelen worden in de volgende paragrafen apart behandeld. Per onderdeel wordt een kansscore bepaald en deze vormen samen de kansscore voor het maaiveld.

4.4.6.1 Openstaande voegen van de bestrating in zone 1

Wanneer een kade is verplaatst richting het water dan zal de grond achter de kadeconstructie ontspannen en kunnen de voegen tussen de straatstenen groter worden en open gaan staan. Een voorbeeld van openstaande voegen van de bestrating is weergegeven in Figuur 4-7. De aanwezigheid van openstaande voegen in zone 1 kan worden bepaald op basis van de inspectie of een locatiebezoek. Opgemerkt wordt dat openstaande voegen ook een gevolg kunnen zijn van spoorvorming, slecht verdicht zand onder wegdek, ontgronding, etc., hiermee dient rekening gehouden te worden door de specialist. Wanneer er openstaande voegen van de bestrating in zone 1 aanwezig zijn wordt een hoge kansscore toegekend, zie Tabel 4-34.



Figuur 4-7 - Openstaande voegen van de bestrating in zone 1

Tabel 4-34 – Kansscore openstaande voegen van de bestrating in zone 1

Openstaande voegen van de bestrating in zone 1	Kansfactor	Kansscore
Nee	Laag	1
Ja	Hoog	3

4.4.6.2 Zettingen van het maaiveld in zone 1

In zone 1 kunnen zettingen optreden als gevolg door deformatie en ontgronding. Dit kan gaan om kleine zettingen van het maaiveld, maar ook om grotere maaiveldzettingen door ontgronding door een falende vloer, een zogenaamd zinkgat. Omdat zinkgaten vaak plotseling ontstaan is dit een acuut probleem. De kade zal meteen moeten worden afgezet en er zullen veiligheidsmaatregelen getroffen moeten worden. Alle kleinere zettingen van het maaiveld kunnen duiden op de aanwezigheid van een bezwijkmechanisme dat nog niet acuut is. De aanwezigheid van zetting kan worden bepaald op basis van de inspectie of een locatiebezoek. Opgemerkt wordt dat de zetting ook een gevolg kan zijn van spoorvorming, hiermee dient rekening gehouden te worden door de specialist. Wanneer er zetting in zone 1 aanwezig is wordt een hoge kansscore toegekend, zie Tabel 4-35.

Tabel 4-35 – Kansscore zetting van het maaiveld in zone 1

Zetting van het maaiveld in zone 1	Kansfactor	Kansscore
Nee	Laag	1
Ja	Hoog	3

4.4.6.3 Zettingen van het maaiveld in zone 2

In zone 2 kunnen zettingen optreden als gevolg van bijvoorbeeld een niet-functionerend onderloopsheidscherm. Opgemerkt wordt dat de zetting ook een gevolg kan zijn van spoorvorming, hiermee dient rekening gehouden te worden door de specialist. Wanneer er zetting in zone 2 aanwezig is wordt een hoge kansscore toegekend, zie Tabel 4-36.

Tabel 4-36 – Kansscore zetting van het maaiveld in zone 2

Zetting van het maaiveld in zone 2	Kansfactor	Kansscore
Nee	Laag	1
Ja	Hoog	3

4.4.6.4 Zichtbaar hersteld straatwerk in zone 1 en 2

Wanneer het dagelijks beheer van de gemeente meldingen krijgt over zettingen en verschuivingen van het straatwerk in de nabijheid van een kademuur, worden deze meldingen vaak afgehandeld door het straatwerk te herstellen. Vaak is een dergelijke locatie goed te herkennen door afwijkende kleuren of een "strakker" gelegde steen dan de rest van de bestrating. De aanwezigheid van hersteld straatwerk kan worden bepaald op basis van de inspectie of een locatiebezoek. Bij twijfel over het straatwerk kan ook contact op worden genomen met het dagelijks beheer of er meldingen zijn geweest bij het betreffende rak. Wanneer er hersteld straatwerk aanwezig is wordt een hoge kansscore toegekend, zie Tabel 4-37.

Tabel 4-37 – Kansscore zichtbaar hersteld straatwerk

Kansscore zichtbaar hersteld straatwerk zone 1 en 2	Kansfactor	Kansscore
Nee	Laag	1
Ja	Hoog	3

4.5 Conclusie ARK

4.5.1 Overzicht kritische belastingen en onderdelen

Op basis van de kanscores bepaald conform paragraaf 4.3 en 4.4 wordt in de ARK-tool automatisch een overzicht gegenereerd van de kritische belastingen en kritische constructieonderdelen van de kademuur. Een voorbeeld van dit overzicht is weergegeven in Figuur 4-8. Dit overzicht kan worden gebruikt bij het opstellen van het Technisch Advies zoals beschreven in hoofdstuk 5.

Resultaten belastingen	Resultaten toestand constructie																						
	Overzicht bevindingen kademuur (Kritische onderdelen)																						
Kritische belastingen	Verkeersbelastingen			Deformatie		Onderbouw							Bovenbouw					maaiveld					
	Verkeersbelastingen	Boombelasting	Belasting vanaf water	Verticale Deformatie Tachymetrie	Horizontale deformatie Tachymetrie	Waterbodem	Houten palen	Kespen	paak/keesp/vloer verbinding	Ongewenste scheefstand palen	Vloer	Onderloopsheidscherm	Aantal scheuren	Max. Scheurwijdte	Lokaal uitgebroken metselwerk	Buik in de wand	Scheefstand wand	Schuifhout	Openstaande voegen richting deksteen	Zetting maaiveld vloer	Zetting maaiveld rijbaan	Hersteld straatwerk	
Weegfactoren	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	3.0	3.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0
Rak(deel)											?												
OAW0601-A	3	2	2	2.0	3.0	1.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	4	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0

Figuur 4-8 – Voorbeeld overzicht kritische belastingen en constructieonderdelen

4.5.2 Automatisch gewogen faalkansscores

Op basis van de kanscores bepaald in de ARK conform paragraaf 4.3 en 4.4 worden automatisch kanscores per onderdeel bepaald met behulp van de weegfactoren per onderdeel. De weegfactoren zijn bepaald op basis van expert judgement en zijn weergegeven bij de oranje pijl in Figuur 4-8 en in Tabel 4-38. De weegfactoren moeten nog worden gevalideerd.

Tabel 4-38 – Weegfactoren

Wegingsfactoren		Signalen	Weegfactor
1	Vertikale deformatie		1.0
2	Horizontale deformatie		3.0
3	Beoordeling ontgroning waterbodem		2.0
4	beoordeling houten palen		3.0
5	Beoordeling Kespen		2.0
6	Beoordeling paal-keesp/vloer verbinding		2.0
7	Beoordeling ongewenste scheefstand palen		2.0
8	Beoordeling vloer		1.0
9	Beoordeling onderloopsheidscherm		2.0
10	Beoordeling Aantal scheuren		2.0
11	Beoordeling Max. Scheurwijdte		2.0
12	Beoordeling lokaal uitgebroken metselwerk		1.0
13	Beoordeling bovenbouw uitbuiking wand		3.0
14	Beoordeling bovenbouw scheefstand wand		3.0
15	Beoordeling schuifhout		1.0
16	Beoordeling straatbeeld openstaande voegen		1.0
17	Beoordeling straatbeeld zetting maaiveld vloer		2.0
18	Beoordeling straatbeeld zetting maaiveld rijbaan		1.0
19	Beoordeling straatbeeld hersteld straatwerk		1.0
20	Beoordeling verkeersbelasting		1.0
21	Beoordeling boombelasting		1.0
22	Beoordeling belasting vanaf het water		1.0

De kanscores worden bepaald voor de volgende onderdelen:

- Leeftijd
- Deformatie
- Waterbodem
- Technische staat onderbouw
- Technische staat bovenbouw
- Technische staat maaiveld
- Gewogen faalkansscore

De score bepalingen van alle onderdelen zijn in bovenstaande paragrafen behandeld. Op basis van het gemiddelde van de gewogen faalkansscores per onderdeel wordt automatisch een gewogen faalkans totaalscore gegenereerd. De gewogen faalkans totaalscore geeft een indicatie van de constructieve staat en de faalkans van een kademuur. Voor de ARK zijn kwalitatief vier klassen bepaald voor de gewogen faalkans totaalscore, zie Tabel 4-39. Mede op basis van de gewogen faalkans totaalscore kan ingeschat worden of de verwachte restlevensduur van de kademuur > 30 jaar of niet, zie paragraaf 5.3.

Tabel 4-39 – Gewogen faalkans totaalscore

Gewogen faalkans totaalscore		Faalkans
< 1,5	1	Klein
1,5 – 2,5	2	Gemiddeld
2,5 – 3,5	3	Groot
> 3,5	4	Zeer groot

4.5.3 Review

Er vindt een review plaats van de ARK door een reviewer volgens het "vier-ogen-principe". Deze reviewer is minimaal gelijkwaardig aan de specialist voor wat betreft kennis en ervaring. Het vervolgens op te stellen TA wordt bepaald door de specialist en reviewer samen.

5 Technisch Advies

5.1 Algemeen

Op basis van de ARK resultaten dient er een technisch advies (TA) opgesteld te worden. In het TA worden per rakdeel de eventueel benodigde (technische) veiligheidsmaatregelen geadviseerd om de constructieve veiligheid te waarborgen en op welke wijze de kademuur een beoogde restlevensduur van > 30 jaar kan bereiken. Het TA dient als input voor het Besluit Toekomstbestendige Maatregel (BTM) voor het team Advies Toekomstbestendig Herstel (ATH), waarin de geadviseerde technische maatregelen worden afgewogen met omgevings-, duurzaamheids-, uitvoerings- en kostenaspecten.

In het TA wordt er onderscheid gemaakt tussen *urgente* en *programmeerbare* veiligheidsmaatregelen; het verschil wordt in paragraaf 5.2 toegelicht. In paragraaf 5.3 wordt een stroomschema gegeven als leidraad voor de te adviseren maatregelen naar aanleiding van de uitkomsten van de ARK-beoordeling. In de paragrafen 5.4 en verder wordt nader ingegaan op de verschillende maatregelen en adviezen die kunnen worden gegeven.

5.2 Inleiding maatregelen

Urgente veiligheidsmaatregelen zijn bedoeld om op korte termijn (binnen 6 - 12 maanden) de constructieve veiligheid te waarborgen. Programmeerbare maatregelen kunnen op langere termijn (> 1 jaar) worden uitgevoerd om de kademuur een beoogde restlevensduur van > 30 jaar te laten bereiken. De mate van urgentie kan worden bepaald door signalen uit monitoring en geconstateerde schadebeelden.

Urgente en programmeerbare maatregelen kunnen gecombineerd worden geadviseerd. Deze maatregelen zijn voornamelijk bedoeld om de kans op falen van een kademuur te reduceren. Echter, de beperkende maatregelen 'afsluiten parkeervakken', 'afsluiten voor mensenmassa' en 'verplaatsen woonboten' reduceren tegelijkertijd ook het potentiële gevolg bij falen.

Er zijn verschillende mogelijke urgente veiligheidsmaatregelen, namelijk:

- Beperking
 - Instellen gewichtsbepanking op de parkeervakken
 - Instellen gewichtsbepanking op de rijbaan
 - Afsluiten voor mensenmassa
 - Verplaatsen (of extern afmeren) woonboten (of overige schepen/steigers)
 - Verwijderen bomen
- Renovatie, zoals:
 - Funderingsherstel
- Versterking (m.b.v. een damwandconstructie en zandaanvulling)

Er zijn verschillende mogelijke programmeerbare maatregelen, namelijk:

- Functie-herwaardering
- Renovatie
- Sloop-nieuwbouw

Een renovatie kan zowel worden geadviseerd als urgente veiligheidsmaatregel als programmeerbare maatregel.

Wanneer er geen maatregelen benodigd zijn, is het mogelijk om te adviseren het rakdeel op te nemen in regulier beheer. Aanvullend kunnen de volgende overige adviezen worden gegeven:

- Monitoring
- Reparatie
- Nader onderzoek
 - TAK beoordeling
 - Areaal benadering

5.3 Stroomschema Technisch Advies

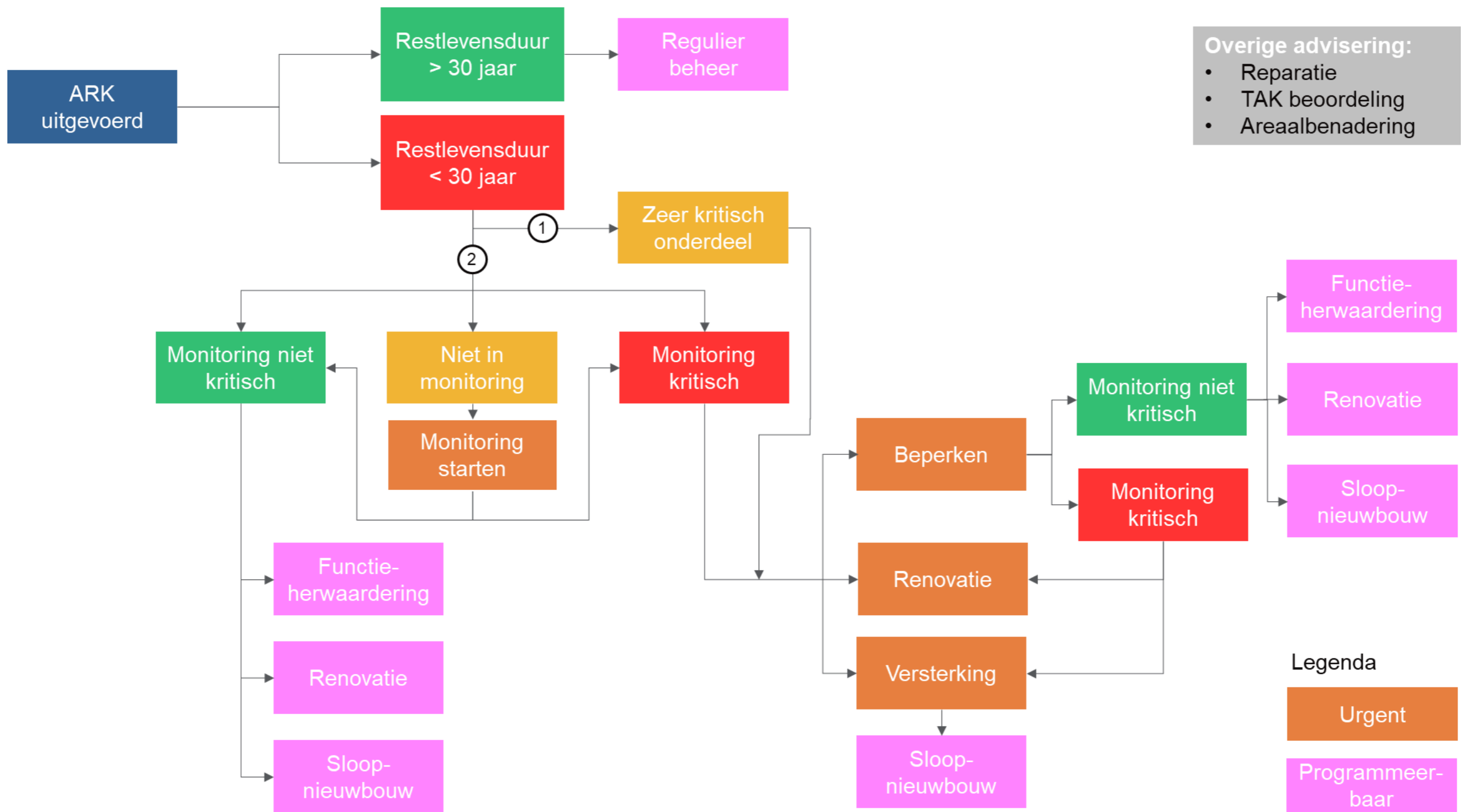
Om in een TA de benodigde maatregelen voor een kademuur te bepalen kan het stroomschema in Figuur 5-1 gevolgd worden. Het stroomschema is een leidraad voor de opeenvolging van de te adviseren maatregelen, hier kan onderbouwd van worden afgeweken. In het stroomschema wordt er vanuit het resultaat van de ARK (startpunt) langs de verschillende urgente en programmeerbare maatregelen geleid.

Allereerst wordt o.b.v. de ARK resultaten door de specialist ingeschat of de restlevensduur van de kademuur meer of minder dan 30 jaar is (zie paragraaf 5.6.1). Wanneer die op minder dan 30 jaar is bepaald, wordt eerst gekeken of er zeer kritische onderdelen / aspecten aan de kademuur zijn die aanleiding geven tot een urgente maatregel ①. Vervolgens wordt bepaald welk signaal er vanuit de in gang zijnde monitoring komt ten aanzien van het huidige deformatiebeeld van de kademuur ②. Hier wordt onderscheid gemaakt tussen:

1. Monitoring (resultaten) kritisch: kademuur wordt met tachymetrie (of fotogrammetrie) gemeten en overschrijdt grenswaarde monitoring, de absolute deformatie sinds begin meetperiode > 15 mm en/of maximale deformatiesnelheid gedurende meetperiode > 1 mm/maand (over minimaal 6 maanden) en/of recente trendbreuk (versnelling) waarneembaar.
2. Monitoring (resultaten) niet kritisch: kademuur wordt met tachymetrie (of fotogrammetrie) gemeten en overschrijdt grenswaarde monitoring niet, de absolute deformatie sinds begin meetperiode < 15 mm en/of maximale deformatiesnelheid gedurende meetperiode < 1 mm/maand (over minimaal 6 maanden) en/of geen recente trendbreuk (versnelling) waarneembaar.
3. Niet in monitoring: de kademuur wordt niet met tachymetrie (of fotogrammetrie) gemeten. NB: In principe worden alle kademuren met satellietmetingen gevolgd en er kan daaruit een signaal komen dat de kademuur deformeert. Gebleken is, dat de satellietmetingen kwalitatief gezien kunnen aangeven dat de kademuur

deformeert, maar dat de absolute horizontale deformatie niet goed kan worden bepaald. Om een signaal vanuit de satellietmetingen te bevestigen is daarom altijd een reeks metingen via tachymetrie (of een overige nauwkeurige meetmethode zoals fotogrammetrie) nodig.

Vervolgens kan afhankelijk van de staat van de constructie en het deformatiebeeld worden gekozen uit urgente of programmeerbare maatregelen als beperking, functieherwaardering, renovatie, versterken en sloop – nieuwbouw. Buiten het stroomschema zijn verder reparatie, TAK beoordeling en areaalbenadering als eventuele adviezen genoemd, dit betekent dat deze adviezen altijd gegeven kunnen worden. De maatregelen worden in detail omschreven in paragraaf 5.4 en 5.5.



Figuur 5-1 - Stroomschema bepaling maatregelen Technisch Advies

5.4 Urgente veiligheidsmaatregelen (6 – 12 maanden)

Bij het adviseren van een urgente veiligheidsmaatregel dient er waar mogelijk eerst een beperking te worden geadviseerd, voordat een urgente renovatie of versterking wordt toegepast.

5.4.1 Beperking

Er kunnen verschillende aanleidingen zijn voor beperkingen:

- Zeer kritisch onderdeel, beginnende visuele signalen van bezwijkmechanisme en reparatie is niet mogelijk;
- Deformatiemetingen overschrijden de interventiewaarde, de deformatiesnelheid is significant en er zijn kritische onderdelen.

De beperking met het grootste effect op de betreffende aanleiding dient te worden geadviseerd. Een beperkende maatregel wordt altijd gevolgd door een programmeerbare maatregel, omdat de constructie in de huidige vorm een restlevensduur heeft van < 30 jaar.

5.4.1.1 Beperking – Instellen gewichtsbeperving op de parkeervakken

Er zijn verschillende mogelijke gewichtsbepervingen op de parkeervakken, namelijk:

- Gewichtsbeperving op de parkeervakken van 3,5 ton (parkeerbelasting 2,5 kN/m²).
- Afsluiten van de parkeervakken voor verkeer (exclusief eventuele fysieke beperking en fiets- en voetgangers).
- Volledig afsluiten voor mensenmassa (volledig afsluiten maaiveld achter de kade tijdens evenementen m.b.v. hekconstructies).

In het TAK [1.] is beschreven dat er op parkeervakken in het centrum van Amsterdam standaard een gewichtsbeperving op de parkeervakken geldt van 3,5 ton (parkeerbelasting 2,5 kN/m²). De maatregel afsluiten parkeervakken betekent een parkeerverbod, waarbij er eventueel fysieke beperkingen op de parkeervakken worden geplaatst. Belasting door fiets- en voetgangers op de parkeervakken is hierbij nog wel mogelijk. Om deze reden is het mogelijk de maatregel afsluiten parkeervakken te combineren met de maatregel afsluiten voor mensenmassa.

5.4.1.2 Beperking – Instellen gewichtsbeperving op de rijbaan

Er zijn verschillende mogelijke gewichtsbepervingen op de rijbaan, namelijk:

- Gewichtsbeperving op de rijbaan van 30,0 ton (verkeersbelasting 10,0 kN/m²).
- Gewichtsbeperving op de rijbaan van 7,5 ton (verkeersbelasting 5,0 kN/m²).
- Afsluiten van de rijbaan voor verkeer (exclusief eventuele fysieke beperking en fiets- en voetgangers).
- Volledig afsluiten voor mensenmassa (volledig afsluiten maaiveld achter de kade tijdens evenementen m.b.v. hekconstructies).

In TAK [1.] is beschreven dat er in het centrum van Amsterdam standaard een gewichtsbepanking op de rijbaan geldt van 30 ton (verkeersbelasting 10 kN/m² over 2,5 m). De maatregel afsluiten rijbaan betekent een verkeerverbod, waarbij er eventueel fysieke beperkingen op de rijbaan worden geplaatst. Belasting door fiets- en voetgangers op de rijbaan is hierbij nog wel mogelijk. Om te voorkomen dat er (tijdens evenementen) alsnog een significante verdeelde belasting achter de kademuur werkt is het mogelijk de maatregel volledig afsluiten van de rijbaan te combineren met de maatregel afsluiten voor mensenmassa, zie volgende paragraaf.

5.4.1.3 Beperking – Afsluiten voor mensenmassa

In TAK [1.] is beschreven dat er uitgegaan wordt van een representatieve verdeelde belasting door mensenmassa van 5 kN/m² werkend over de gehele breedte van het maaiveld achter de kademuur. De maatregel afsluiten voor mensenmassa betekent dat tijdens evenementen het maaiveld achter de kademuur afgesloten wordt en zorgt tijdens evenementen voor het volledig wegnemen van deze belasting.

5.4.1.4 Beperking – Verplaatsen (of extern afmeren) woonboten (of overige schepen/steigers)

Het is mogelijk dat er een bolder- of haalkombelasting op de kademuur werkt, welke kan worden veroorzaakt door recreatievaart, woon- of rondvaartboten, beroepsvaart, overige schepen of steigers. De grootte van de bolder- of haalkombelasting kan sterk verschillen, dit staat beschreven in het TAK [1.]. De maatregel verplaatsen (of extern afmeren) van woonboten (of overige schepen/steigers) kan zorgen voor het (volledig) wegnemen van de bolder- of haalkombelasting.

5.4.1.5 Beperking – Verwijderen bomen

Op dit moment is het nog onzeker op welke wijze en met welke grootte een boombelasting kan werken op de kademuur, dit is beschreven in het TAK [1.]. De maatregel verwijderen bomen kan zorgen voor het (volledig) wegnemen van de eventuele boombelasting, maar kan ook invloed hebben op de samenhang van de grond achter de kade. Nader onderzoek moet uitwijzen wat het effect is van verwijderen bomen op de kadeconstructie.

5.4.2 Renovatie

Renovatie betekent een aanpassing aan de constructie van de kademuur waardoor de beoogde restlevensduur van de kademuur verbeterd wordt naar > 30 jaar. Dit betekent meestal dat een (groot) deel van de kademuur nog functioneert, maar een of meerdere constructieonderdelen vernieuwd kunnen worden.

Een reeds uitgevoerd renovatie is het toepassen van groutinjectiepalen door de metselwerk wand, welke de horizontale belastingen op de kademuur kunnen opvangen. Verder zijn er nog lopende proeftuinen voor overige potentiële levensduurverlengende maatregelen. Wanneer renovatie wordt geadviseerd in het technisch advies zullen de mogelijkheden hiervoor verder onderzocht worden door team P&I (Preventie & Interventie).

Een kademuur dient urgent gerenoveerd (of versterkt) te worden wanneer de constructieve veiligheid van een kademuur op korte termijn in het geding is en overige veiligheidsmaatregelen (beperking of reparatie) niet voldoende effectief zijn. Er kunnen verschillende aanleidingen zijn voor een renovatie:

- Extreem kritisch onderdeel kademuur, visueel optredend bezwijkmechanisme en beperking of reparatie is niet effectief genoeg (alleen sterk aangetaste palen voldoen niet aan deze aanleiding).
- Deformatiemetingen overschrijden interventiewaarde, de deformatiesnelheid is significant (of zelfs versnellend) en beperking of reparatie is niet effectief genoeg.

5.4.3 Versterking

Versterken van een kademuur kan op verschillende manieren, bijvoorbeeld met behulp van een damwandconstructie in het water voor de kademuur, eventueel in combinatie met een zandaanvulling. Op deze wijze neemt de damwandconstructie de (kerende) functie over en wordt de kademuur gestabiliseerd. Als alternatief van de damwandconstructie is het eventueel mogelijk om een zandaanvulling voor de kademuur, een grondverbetering achter de kade of een houten paalrij voor of achter de kademuur toe te passen. Het ontwerp van de versterking zal worden uitgewerkt door P&I.

Een kademuur dient versterkt (of urgent gerenoveerd) te worden wanneer de constructieve veiligheid van een kademuur op korte termijn in het geding is en overige veiligheidsmaatregelen (beperking of reparatie) niet voldoende effectief zijn. Er kunnen verschillende aanleidingen zijn voor een versterking:

- Extreem kritisch onderdeel kademuur, visueel optredend bezwijkmechanisme en beperking of reparatie is niet effectief genoeg.
- Deformatiemetingen overschrijden interventiewaarde, de deformatiesnelheid is significant (of zelfs versnellend) en beperking of reparatie is niet effectief genoeg.

Een versterking wordt altijd gevolgd door sloop-nieuwbouw, omdat de constructie (deels) bezwijkt tijdens stabilisatie.

5.5 Programmeerbare maatregelen (> 1 jaar)

5.5.1 Functieherwaardering

Functieherwaardering betekent een aanpassing van een (of meerdere) functies van de kademuur waardoor de beoogde restlevensduur van de kademuur verbeterd wordt naar > 30 jaar. Dit kunnen bijvoorbeeld de belastingbeperkende veiligheidsmaatregelen zijn. Echter, in dit geval zijn deze niet urgent maar programmeerbaar.

Functieherwaardering kan worden geadviseerd wanneer de belastingbeperkende maatregel aantoonbaar effectief is op het betreffende kritische onderdeel of bezwijkmechanisme en eventuele deformatiemetingen grenswaarden niet overschrijden. Een TAK-berekening kan de effectiviteit van een functieherwaardering aantonen.

5.5.2 Renovatie

Een renovatie is beschreven in paragraaf 5.4.2.

Een renovatie kan programmeerbaar worden geadviseerd wanneer de beoogde restlevensduur van de kademuur < 30 jaar, maar de constructieve veiligheid op korte termijn niet in het geding is en eventuele deformatiemetingen grenswaarden niet overschrijden.

5.5.3 Sloop-nieuwbouw

Sloop-nieuwbouw betekent dat de kademuur wordt aangemeld bij de vervangingsopgave om vernieuwd te worden.

Sloop-nieuwbouw kan worden geadviseerd wanneer de beoogde restlevensduur (eventueel inclusief urgente of programmeerbare maatregelen) van de kademuur < 30 jaar en overige programmeerbare maatregelen (functie-herwaardering of renovatie) niet voldoende effectief of mogelijk zijn.

5.6 Overige advisering

5.6.1 Regulier beheer

Wanneer uit de ARK resultaten direct blijkt dat de constructie naar alle verwachting een restlevensduur heeft van > 30 jaar, kan worden geadviseerd om deze over te dragen aan regulier beheer. Dit is het geval wanneer de gewogen faalkansscore laag of gemiddeld is, er een zeer beperkt aantal kritische onderdelen van de kademuur zijn en eventuele (tachymetrie) deformatiemetingen nauwelijks vervorming aangeven.

5.6.2 Monitoring tachymetrie/fotogrammetrie

Monitoring van de verplaatsing (zowel horizontaal als verticaal) van een kademuur met behulp van tachymetrie geeft een goed en nauwkeurig beeld van het gedrag van de constructie, waardoor doeltreffend en snel kan worden ingegrepen om onveilige situaties te voorkomen. De resultaten van tachymetrie monitoring kunnen helpen of zelfs leidend zijn om de afweging van maatregelen en de bijpassende urgentie nader te duiden. Afhankelijk van de absolute waarde van de deformatie, de

deformatiesnelheid van (onderdelen) van de kademuur en/of een verandering van deformatiesnelheid (doorgaans een versnelling) kunnen de passende maatregelen worden gekozen.

Het is mogelijk om monitoring tachymetrie voor te stellen wanneer dat nog niet op de kademuur gedaan wordt, of, wanneer er al wel tachymetrie is uitgevoerd op de kade deze te handhaven of de meetfrequentie te wijzigen. Deze monitoring dient plaats te vinden conform de meetstrategie deformatiemetingen kademuren [10.]. In de meetstrategie zijn verschillende classificaties monitoring gedefinieerd, welke de maximale hart-op-hartafstand van de meetpunten en de minimale meetfrequentie bepaald. Wanneer een kademuur op basis van de ARK resultaten in aantoonbaar slechte staat verkeert, maar nog niet wordt gemonitord met tachymetrie, wordt aanbevolen om de eerste 6 maanden te monitoren met een verhoogde frequentie (bijvoorbeeld 1x / maand of 1x / 2 maanden). In het TA dient de benodigde classificatie monitoring geadviseerd te worden op basis van expert judgement, het is hierbij mogelijk om de gewogen faalkansscore als richtlijn te gebruiken, zie Tabel 5-1. Mits goed onderbouwd kan een meer intensieve monitoringfrequentie tot maximaal 12x per jaar worden geadviseerd.

Uit de praktijk is gebleken dat vanaf ca. 10 mm vervorming een uitspraak gedaan kan worden over deformatie, onder deze waarde kan er sprake zijn van meetruis. Momenteel zit de techniek in een ontwikkelfase waarin de grens wordt verkend op welke type kademuren deze techniek nog geschikt is en op welke beter een andere techniek (zoals tachymetrie) kan worden toegepast. Afstemming over de bruikbaarheid en betrouwbaarheid van de meetreeksen met team Monitoring en Data Analyse (M&DA) is daarom op dit moment nog noodzakelijk. Voor de werkschrijving toepassing fotogrammetrie metingen wordt verwezen naar Bijlage H.

Tabel 5-1 – Advies tachymetrie/fotogrammetrie o.b.v. gewogen faalkans totaalscore

Gewogen faalkans totaalscore		Faalkans	Risicocategorie monitoring
< 1,5	1	Klein	C
1,5 – 2,5	2	Gemiddeld	B
2,5 – 3,5	3	Groot	B+
> 3,5	4	Zeer groot	A

5.6.3 Reparatie

Het is mogelijk om een reparatie van een constructieonderdeel te adviseren. Reparaties kunnen urgent of programmeerbaar zijn. Urgente reparaties van bepaalde constructieonderdelen kunnen benodigd zijn om de constructieve veiligheid op korte termijn (binnen 6 – 12 maanden) te garanderen, programmeerbare reparaties kunnen op langere termijn (> 1 jaar) worden uitgevoerd

om de kademuur een beoogde restlevensduur van > 30 jaar te laten bereiken. Reparaties kunnen bijvoorbeeld zijn:

- Grond dicht maken constructie (zoals vloer of dilatatie);
- Herstellen scheuren in metselwerk (om bijvoorbeeld grond dichtheid te garanderen);
- Etc.

Indien voor de lange termijn de kade naar regulier beheer wordt overgedragen kunnen kleine gebreken en schades gemeld worden als aandachtspunt voor het onderhoudsprogramma.

5.6.4 TAK beoordeling

Een TAK beoordeling betreft een kwantitatieve berekening van de constructieve veiligheid en de restlevensduur van een kademuur. Met behulp van een TAK beoordeling kan de beoogde restlevensduur van > 30 jaar aangetoond worden en kunnen en kunnen eventueel verdere maatregelen voorkomen worden.

Een TAK beoordeling kan geadviseerd worden wanneer er meer inzicht benodigd is in de constructieve veiligheid, de restlevensduur en eventueel de effectiviteit van maatregelen. Op basis van reeds uitgevoerde TAK beoordelingen lijkt het erop dat een TAK beoordeling het meest nuttig is bij kademuren zonder zichtbare bezwijkmechanismes en welke dicht tegen regulier beheer zitten. De TAK beoordeling kan ook ingezet worden in het traject van permanente functie herwaardering. Daarbij kan een TAK beoordeling het startpunt zijn voor ontwerpberekeningen van een renovatie.

5.6.5 Areaal benadering

Een areaal benadering betreft het onderzoeken van omliggende rakken wanneer bepaalde informatie over de kademuur mist (zoals archiefgegevens en/of inspectieresultaten). Op deze wijze kan op basis van omliggende rakken een beter beeld gekregen worden van de technische staat van de kademuur.

Areaal benadering kan worden geadviseerd wanneer er door missende informatie het niet mogelijk is om gedegen ARK resultaten te produceren mogelijk.

6 Rapportage ARK

De resultaten van de ARK dienen te worden samengevoegd in een rapportage conform het template in Bijlage C. De rapportage zal bestaan uit de volgende onderdelen:

- Inleiding;
- Aanleiding;
- Basisinformatie;
- Resultaten;
- Technisch advies.

In de aanleiding wordt de oorzaak van het uitvoeren van de ARK beschreven. De basisinformatie bestaat uit een overzicht van de kenmerken van de kademuur, bepaald o.b.v. beschikbare gegevens uit (archief)onderzoek. Vervolgens worden de resultaten van de monitoringsdata, kwalitatieve beschouwing en de kritische onderdelen gegeven. Daarbij wordt er aan het begin van de rapportage een technisch advies gegeven..

7 Referentielijst

- [1.] Toetskader Amsterdamse Kademuren, Gemeente Amsterdam, 20 april 2023, versie 3.2
- [2.] Handboek binnenstedelijke kademuren (CUR aanbeveling 186), SBRCURnet, 01-2014
- [3.] BiKa Erratum 4.2.4 Boombelastingen, SBRCURnet, 2017
- [4.] Hoofdstuk 4 Beoordelingskader (2020) Handboek binnenstedelijke kademuren, CUR CROW 11-2020
- [5.] Handboek kademuren (CUR 211), 2^e editie, CUR, 01-2013
- [6.] Errata Quay Walls – Second edition, CUR CROW, 06-2018
- [7.] NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: algemene regels, NEN, 11-2017
- [8.] NEN 8707 Beoordeling van constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeur - Geotechnische constructies, NEN, 09-2018
- [9.] NEN 2767-4 Conditie meting van infrastructuur, NEN, 04-2018
- [10.] Meetstrategie deformatiemetingen kademuren – monitoring bruggen en kademuren, 15 november 2023, versie 10.0 – definitief
- [11.] Onderzoek bezwijkmechanisme kademuur Grimburgwal, 25 januari 2021, Versie 1.0, definitief
- [12.] Amsterdam Waterstad – Archeologisch bureauonderzoek PBK, BO 22-140, 2022
- [13.] Esposito, R., and Messali, F., *Structural analyses and material characterisation for the safety assessment of masonry urban infrastructures: implementation of research findings*. Report No. CM1B20-13, version 1, Delft University of Technology, 5 september 2023.
- [14.] Uitvoering van satellietmetingen in ARK 2.0, 136174/23-012.002, Witteveen+Bos, 3 november 2023.

8 Bijlagen

Bijlage A Invulinstructie ARK-tool

Voorliggend hoofddocument 'Amsterdamse Risicobeoordeling Kademuren' beschrijft op welke wijze de risicobeoordeling uitgevoerd dient te worden. Deze bijlage dient als invulinstructie van de ARK-tool, welke momenteel is ontsloten als de "Excel sheet versie 2.20". In deze invulinstructie wordt allereerst een omschrijving gegeven van de voorbereidende en algemene werkzaamheden voor een ARK. Vervolgens volgt stapsgewijs een invulinstructie van de ARK Excel invulsheet.

Voorbereiding

Voordat een ARK uitgevoerd kan worden dienen de relevante informatie van het betreffende rak verzameld te worden in het AIP. Een rak kan worden gevonden via het 'Dashboard' of via 'Objecten', zie groene omranding in Figuur 8-1. Wanneer het relevante rak is geselecteerd volgt een overzicht zoals weergegeven in Figuur 8-1. De volgende stukken dienen te worden gedownload:

- Inspectieresultaten (te verkrijgen via 'lijst met inspecties', zie oranje omranding in Figuur 8-1);
- De overige stukken, zoals (archief)tekeningen, bestekken, constructie berekeningen, etc. (te downloaden via 'Open DMS', zie blauwe omranding in Figuur 8-1).

Verder dient de specialist een locatiebezoek te doen om verschillende onderdelen binnen de ARK zo goed mogelijk te bepalen.

Datum	Beschrijving inspectie	Inspectiemodel	Conditie / Verzorging	Risico
9-7-2021	Houtmonstername en visuele inspectie fundering	Paalonderzoek		
8-7-2021	Labresultaten HMA	Paalonderzoek		
21-4-2021	Toestandinspectie 2021	Toestand	Roestig / Littekend	
20-4-2020	Multibeam 2019	3D model		

Figuur 8-1 - Overzicht gegevens RAK in AIP

Excel – algemeen

Voordat het tabblad 'ARK' ingevuld kan worden, dienen de volgende stappen uitgevoerd te worden:

- Bepalen aantal rakkdelen binnen het rak, zie hoofdstuk 4.2;
- Opgeven aantal rakkdelen in het tabblad 'ARK', via knop 'Rakcode + Rakkdelen' (zie oranje omranding in Figuur 8-2). Op deze wijze wordt er per rakdeel een nieuwe rij aangemaakt.

Een lege ARK Excel invulsheet bestaat uit verschillende tabbladen:

- ARK.
- Toelichting ARK.
- Beoordeling onderbouw en fundering.

- Legenda.

De tabbladen 'ARK' en 'Beoordeling onderbouw en fundering' dienen te worden ingevuld door de specialist om de staat en de faalkansscore van het rak te bepalen, zie volgende paragraaf. In het tabblad 'Toelichting ARK' kunnen de specialist en de reviewer toelichting geven op de ingevulde cellen. Het tabblad 'Legenda' is een hulpblad, welke wordt gebruikt om de scores in het tabblad ARK te genereren. Dit tabblad dient niet ingevuld te worden door de specialist.

Bij het opgeven van het aantal rakdelen wordt er automatisch per rakdeel een nieuw tabblad 'Beoordeling onderbouw en fundering' aangemaakt door dit tabblad te kopiëren. Deze tabbladen dienen wel ingevuld te worden ten behoeve van de beoordeling van de onderbouw en fundering, zie onderstaande paragraaf 'Excel - tabblad Beoordeling onderbouw en fundering'.

Kunstwerknummer Rak(deel)code		Objecttype	Aantal verschillende type doorneden in het rak	Materiaal Rakdelen	Materiaal Fundering	Materiaal Onderbouw	Materiaal Bovenbouw	Abwijkend objecttype t.o.v. standaard drsn of Bijzondere functie	Grachtnaam	Straatnaam volgens Openbare ruimte	Coördinaten x,y volgens RD stelsel [m] (alleen begin en eindpunt RAK) (is voor alle rakdelen gelijk)				Type constructie	Bouwjaar bekend?	Bouwjaar	Leeftijd	Leeftijd	Score	Lengte GIS [m]	Abstand tot gevel [m]
		[selectie]	[stuks]	[selectie]	[selectie]	[selectie]	[selectie]	[selectie]			Begin kade	Einde kade			[selectie]	[selectie]	[j]	[j]				
											X	Y	X	Y								

Figuur 8-2 – Tabblad ARK – Algemene informatie

Excel – tabblad ARK

Het tabblad 'ARK' dient door de specialist ingevuld te worden om de staat en de faalkansscore te bepalen per rakdeel. Voor ieder rakdeel dienen de witte en gele cellen in de desbetreffende rij ingevuld te worden door de specialist. De gele cellen hebben invloed op de faalkansscore, de witte cellen niet. De groene cellen worden automatisch bepaald o.b.v. eerder ingevulde cellen. In de grijze cellen worden de scores en beoordelingen automatisch bepaald. De groene en de grijze cellen dienen dus niet ingevuld te worden door de specialist. Dit is samengevat in Tabel 8-1.

Tabel 8-1 – Legenda velden ARK

Legenda velden ARK	
	Invoercel die geen invloed heeft op uitkomst ARK sheet
	Invoercel die invloed heeft op uitkomst ARK sheet
	Uitvoercel die met voorwaardelijke opmaak een kleur krijgt
	Uitvoercel die een tussenuitkomst berekend.

In onderstaande paragrafen is voor de verschillende onderdelen binnen de ARK een stappenplan gegeven:

- Algemene informatie
- Belastingen op kademuur
- Toestand constructie
- Conclusie

Algemene informatie

In Tabel 8-2 is een stappenplan voor de algemene informatie gegeven.

Tabel 8-2 – Stappenplan algemene informatie

Stap	Onderdeel	Beschrijving
1.	Kunstwerk nummer	Rakcode van het betreffende rakdeel (bijv. RBS0101-A).
2.	Objecttype	Type object.
3.	Aantal verschillende type doorsneden in het rak	Aantal rakkdelen binnen rak, wordt automatisch ingevuld bij het opgeven aantal rakkdelen via knop 'Rakcode + Rakkdelen' (zie oranje omranding in Figuur 8-2).
4.	Materiaal fundering	Fundering is het onderdeel van de onderbouw van een kademuur dat zorgt voor de overdracht van alle belastingen aan de draagkrachtige vaste (zand)grondlaag, zoals palen. Voor de objectdefinities van onderbouw en fundering en een decompositie van een (Amsterdamse) kademuur wordt verwezen naar Bijlage E.
5.	Materiaal onderbouw	Onderbouw is het onderdeel van een kademuur dat zich onder de wand bevindt, zoals vloer, kesp en schuifhout. Voor de objectdefinities van onderbouw en fundering en een decompositie van een (Amsterdamse) kademuur wordt verwezen naar Bijlage E.
6.	Materiaal bovenbouw	De verticale delen van de constructie die als grondkering functioneren, zoals metselwerk en L-muur. Voor de objectdefinities van onderbouw en fundering en een decompositie van een (Amsterdamse) kademuur wordt verwezen naar Bijlage E.
7.	Afwijking objecttype t.o.v. standaard drsn of bijzondere functie	Het afwijken van de constructie ten opzichte van een hoofdvorm type 1 of type 2 constructie en/of bijzondere functie van de kademuur, zie paragraaf 2.3.
8.	Grachtnaam	Te vinden op https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/
9.	Straatnaam	Te vinden op https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/
10.	Coördinaten x,y volgens RD stelsel [m]	Het begin- en eindpunt van het rak dient te worden bepaald en hiervan dienen de (x,y)-coördinaten volgens het RD stelsel ingevuld te worden. Het begin- en eindpunt van het rak is dus voor alle rakkdelen hetzelfde. Een rak begint of eindigt ter plaatse van de overgang naar de

Stap	Onderdeel	Beschrijving
		(vleugelwand van de) brug of overige constructie, zoals een volgend rak of talud. Deze punten kunnen worden bepaald op basis van inspectieresultaten en archiefstukken. In de rapportage van de onderwaterinspectie zijn vaak de begin- en eindpunten van het rak bepaald volgens bovenstaande uitgangspunten. Geadviseerd wordt om deze begin- en eindpunten te controleren, eventueel aan te passen of over te nemen. In Google Maps is het mogelijk om de coördinaten van een punt te verkrijgen van volgens het WGS84 stelsel. Vervolgens dienen deze WGS84 coördinaten omgerekend worden naar RD coördinaten met behulp van de volgende website; https://www.javawa.nl/coords.html
11.	Type constructie	Binnen de hoofdvormen type 1 en type 2 volgens paragraaf 2.3 zijn de kademuren te verdelen in subvormen, deze zijn bijgevoegd in Bijlage D - kademuur typologiën. Per rakdeel dient het type constructie volgens de subvormen in Bijlage D ingevuld te worden.
12.	Bouwjaar bekend?	Wanneer het bouwjaar bekend is dient ja ingevuld te worden en dient het bouwjaar te worden ingevuld in de naastgelegen kolom. Wanneer het bouwjaar niet bekend is kan er gekozen worden voor nee, nee-1, nee-2, nee-3 of nee-4. Middels nee-1, nee-2, nee-3 en nee-4 wordt er handmatig een kansscore gegeven op basis van een inschatting van de leeftijd van de kademuur en de verdeling van kanscores in Tabel 4-10 (nee-1 = 1, nee-2 =2, nee-3 =3 en nee-4=4). Wanneer het niet mogelijk is om de leeftijd in te schatten dient er nee ingevuld te worden en wordt er automatisch een standaard score 3 voor de leeftijd meegenomen.
13.	Bouwjaar	Te bepalen m.b.v. (archieft)tekeningen, bestekken en/of constructieberekeningen. Alleen in te vullen wanneer het bouwjaar bekend is (zie vorige stap). Benadrukt wordt dat er hier gevraagd wordt om het bouwjaar en niet om een jaartal waarin een renovatie is uitgevoerd. De leeftijd van de palen is hierbij maatgevend, omdat de palen doorgaans het kritische onderdeel is van de kademuur.
14.	Lengte GIS	Lengte rakdeel, te bepalen m.b.v. rapportage van de (visuele) onderwaterinspectie en/of https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/
15.	Afstand tot gevel	Afstand tussen voorkant kademuur en gevel achterliggende bebouwing, te bepalen m.b.v. https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/
16.	Basisinformatie	Aangeven beschikbaarheid basisinformatie via het AIP, zoals (archieft)tekeningen, bestekken en/of constructieberekeningen, inspectieresultaten en aanwezigheid veiligheidsconstructie.

Stap	Onderdeel	Beschrijving
		Resultaten satellietmonitoring van Sensor zijn te bereiken middels de applicatie Amsterscan . Het benodigde wachtwoord om toegang te krijgen tot de Amsterscan is gegeven in de ARK-tool Excel sheet.

Belastingen op kademuur

In Tabel 8-3 is een stappenplan voor de belastingen op de kademuur gegeven.

Tabel 8-3 – Stappenplan belastingen op kademuur

Stap	Onderdeel	Beschrijving
17.	Max. verkeersbelasting	<p>Maximaal toelaatbare verkeersbelasting. Standaard kunnen er voertuigen met een gewicht tot 45 ton op de rijbaan komen. Echter, het is mogelijk dat er een lastbeperking geldt op de rijbaan. De maximaal toelaatbare verkeersbelasting dient gekozen te worden op basis van (eventueel) geldende lastbeperking. De maximale verkeersbelasting is ingedeeld in vijf kansscores, zie paragraaf 4.3.1. Geldende lastbeperkingen kunnen worden bepaald m.b.v.</p> <p>https://experience.arcgis.com/experience/5f24774720454550ae8e2b93e909f564/page/Veiligheidsmaatregelen/</p> <p>Wanneer er geen rijbaan achter de kade is en het maaiveld wel toegankelijk voor mensenmassa, dient 'mensenmassa' gekozen te worden. Een maximale verkeersbelasting van 0 ton dient alleen gekozen te worden wanneer er geen rijbaanbelasting achter de kade is en de kade is afgesloten voor mensenmassa tijdens evenementen.</p>
18.	Afstand verkeersbelasting tot kademuur	<p>Afstand tussen voorkant kademuur en rand verkeersbelasting (rijbaan), te bepalen m.b.v. https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/. Benadrukt wordt dat hier de afstand tussen de kademuur en rijbaan (verkeersweg, hoofdnet auto of OV-route) beschouwd dient te worden en dus niet de afstand tot een park, voetgangersgebied of fietspad.</p>
19.	Parkeervakken aanwezig	<p>Ingevuld dient te worden of er parkeervakken achter de kademuur binnen 5 meter afstand tot voorkant kademuur aanwezig zijn. De aanwezigheid van parkeervakken kan worden bepaald o.b.v. een locatiebezoek of</p> <p>https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/?center=52.3730993%2C4.8933144&lagen=parkrn-pv&legenda=true</p>

Stap	Onderdeel	Beschrijving
		<p>Wanneer alle parkeervakken van een rakdeel zijn afgesloten (als beperkende veiligheidsmaatregel) dient er gekozen te worden voor 'ja + maatregel'. In het tabblad 'Toelichting ARK' dient deze keuze duidelijk toegelicht te worden door de specialist. Geldende lastbeperkingen kunnen worden bepaald m.b.v.</p> <p>https://experience.arcgis.com/experience/5f24774720454550ae8e2b93e909f564/page/Veiligheidsmaatregelen/</p>
20.	Aanwezigheid bomen	<p>De aanwezigheid van bomen kan worden bepaald m.b.v. https://maps.amsterdam.nl/bomen/, een check op Google Streetview, Cyclomedia, of een locatiebezoek. Per rakdeel dient de maatgevende (grootste) diameter van de aanwezige bomen op het rakdeel worden ingevuld op basis van de ranges gegeven in Tabel 4-4.</p>
21.	Bomen lager dan directe bebouwing	<p>Staan de bomen in de luwte van de bebouwing? Ingevuld dient te worden of de maatgevende (dikste) boom lager is dan directe bebouwing achter de bomen binnen een afstand van 10 m. De hoogte van de bomen en de bebouwing kan worden bepaald op basis van https://www.ahn.nl/ahn-viewer (Algemene Hoogte kaart Nederland).</p>
22.	Afstand bomen tot gevel	<p>Afstand van de maatgevende boom tot gevel achterliggend bebouwing, te bepalen m.b.v. https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/</p>
23.	Mogelijk om af te meren	<p>De mogelijkheid om af te meren dient te worden gekozen op basis van Tabel 4-7. De aanwezigheid en het type afmeervoorzieningen kan worden bepaald m.b.v. https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/, https://www.google.nl/maps, Cyclomedia of een locatiebezoek. Wanneer er schepen op een andere wijze dan aan ringen, haalkommen of bolders afgemeerd liggen aan de kademuur dient te worden gekozen voor 'onbedoeld'.</p>
24.	Situatie voor aanvaring	<p>De maximale breedte van de gracht dient te worden ingevuld, de breedte van de gracht kan worden bepaald m.b.v. https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/.</p>
25.	Aanvaar-bescherming of permanent afgemeerde (woon)boten aanwezig	<p>Aanwezigheid aanvaarbelasting remmend object of permanent afgemeerde (woon)boot kan worden bepaald m.b.v. https://data.amsterdam.nl/data/geozoek/, https://www.google.nl/maps, Cyclomedia of een locatiebezoek.</p>

Toestand constructie

De toestand van een kademuur bestaat uit verschillende onderdelen, namelijk:

- Deformatie;
 - Satelliet metingen;
 - Tachymetrie metingen;
- Waterbodem;
- Onderbouw;
- Onderloopsheidscherm;
- Bovenbouw;
- Maaiveld.

Voordat de toestand van de kademuur beoordeeld wordt is het belangrijk dat de specialist de (visuele) onderwatersinspectie grondig leest en analyseert. Dit document is de belangrijkste bron voor het invullen van het verschillende onderdelen binnen de toestand van de kademuur, op basis hiervan krijgt de specialist een goed beeld van de staat van de constructie.

In Tabel 8-4 is een stappenplan voor deformatie o.b.v. satellietmetingen gegeven. Resultaten satellietmonitoring van Sensar zijn te bereiken middels de applicatie [Amsterscan](#). Het benodigde wachtwoord om toegang te krijgen tot de Amsterscan is gegeven in de ARK-tool Excel sheet.

Tabel 8-4 – Stappenplan deformatie o.b.v. satelliet metingen

Stap	Onderdeel	Beschrijving
26.	Welke gegevens zijn er beschikbaar?	Er dient gekozen te worden in welke richting satellietmetingen van de kademuur beschikbaar zijn, horizontaal, verticaal of beide.
27.	Zijn er afwijkingen of foutieve metingen?	Afwijkingen of foutieve metingen kunnen bijvoorbeeld zijn; horizontale verplaatsing richting het land, verticale verplaatsing omhoog of onrealistisch deformaties. Wanneer foutieve metingen slechts in één of twee segmenten van het rakdeel lijken voor te komen, gebruik dan geen segmenten met foutieve metingen. Als er echter in het hele rakdeel foutieve metingen lijken voor te komen, dan is het veiliger om voor dit rak niet afhankelijk te zijn van satellietdata of te vermoeden dat er iets vreemds aan de hand is in dit rak.
28.	Dekking per rakdeel >50%	Aangegeven dient te worden of er voor meer dan 50% van het rakdeel horizontale satellietmetingen beschikbaar zijn.

Stap	Onderdeel	Beschrijving
29.	Deformatiesnelheid kademuur horizontaal	De maatgevende kleur (conform legenda Amsterscan) in de Amsterscan van de horizontale deformatiesnelheid van de kademuur (richting het water) van het rakdeel dient gekozen te worden.
30.	Richting	Aangegeven dient te worden of de maatgevende horizontale deformatie richting het water of richting het land is.
31.	Deformatiesnelheid kademuur verticaal	De maatgevende kleur (conform legenda Amsterscan) in de Amsterscan van de verticale deformatiesnelheid van de kademuur van het rakdeel dient gekozen te worden.
32.	Deformatiesnelheid achterland verticaal	De maatgevende kleur (conform legenda Amsterscan) in de Amsterscan van de verticale deformatiesnelheid van het achterland van het rakdeel dient gekozen te worden.

In Tabel 8-5 is een stappenplan voor deformatie o.b.v. tachymetrie metingen gegeven. De tachymetrie deformatiemetingen kunnen worden gedownload via Inspectieresultaten op het AIP (zie oranje omranding in Figuur 8-1).

Tabel 8-5 – Stappenplan deformatie o.b.v. tachymetrie metingen

Stap	Onderdeel	Beschrijving
33.	Type meting	Tachymetrie of fotogrammetrie. Voor de werkomschrijving toepassing fotogrammetrie metingen wordt verwezen naar Bijlage H. Uit de praktijk is gebleken dat bij fotogrammetrie vanaf ca. 10 mm vervorming een uitspraak gedaan kan worden over deformatie, onder deze waarde kan er sprake zijn van meetruis. Momenteel zit de techniek in een ontwikkelfase waarin de grens wordt verkend op welke type kademuren deze techniek nog geschikt is en op welke beter een andere techniek (zoals tachymetrie) kan worden toegepast. Afstemming over de bruikbaarheid en betrouwbaarheid van de meetreeksen met team Monitoring en Data Analyse (M&DA) is daarom op dit moment nog noodzakelijk.
34.	Tot. Deformatie horizontaal (to -> tn)	Totale horizontale deformatie richting de waterzijde over een periode vanaf de nulmeting (to) tot aan de meest recente meting (tn). Horizontale deformatie in de y-richting (loodrecht op de kade). Let hierbij op de lokale richting van de y-as, een negatieve

Stap	Onderdeel	Beschrijving
		<p>deformatiemeting richting de waterzijde is. De maatgevende deformatie dient als positief getal ingevoerd te worden.</p> <p>Wanneer er geen deformatiemetingen beschikbaar zijn dient het onderdeel deformatie niet te worden ingevuld in de ARK. Op deze wijze krijgt het onderdeel deformatie geen kansscore.</p>
35.	Tot. Deformatie verticaal (to -> tn)	<p>Totale verticale deformatie omlaag over een periode vanaf de nulmeting (to) tot aan de meest recente meting (tn). Let hierbij op de lokale richting van de z-as, het kan zijn dat een negatieve deformatiemeting omlaag is. De maatgevende deformatie dient als positief getal ingevoerd te worden.</p> <p>Wanneer er geen deformatiemetingen beschikbaar zijn dient het onderdeel deformatie niet te worden ingevuld in de ARK. Op deze wijze krijgt het onderdeel deformatie geen kansscore.</p>
36.	Tijdsinterval totale deformatie	De totale periode tussen de nulmeting (to) en de relevante deformatiemeting (tn) ingevoerd in de vorige stappen 34 en 35 (meest recente meting). Op basis hiervan wordt de maximale gemiddelde deformatiesnelheid (verplaatsingsnelheid) bepaald.
37.	Max. Deformatie horizontaal (to -> tn)	<p>Indien er een trendbreuk in de horizontale deformatie dient deze cel te worden ingevuld. Een trendbreuk betreft een versnelling van de deformatiesnelheid. Wanneer er geen trendbreuk is dient het onderdeel deformatie niet te worden ingevuld in de ARK. Op deze wijze krijgt het onderdeel deformatie geen kansscore.</p> <p>Ingevuld dient te worden de maximale horizontale deformatie richting de waterzijde over een periode vanaf het begin van de trendbreuk (tx1) tot aan het einde van de trendbreuk (tx2). Horizontale deformatie in de y-richting (loodrecht op de kade). Let hierbij op de lokale richting van de y-as, een negatieve deformatiemeting richting de waterzijde is. De maatgevende deformatie dient als positief getal ingevoerd te worden.</p>
38.	Tijdsinterval trendbreuk	De periode tussen het begin van de trendbreuk (tx1) tot aan het einde van de trendbreuk (tx2) ingevoerd in de vorige stap 37. Op basis hiervan wordt de maximale deformatiesnelheid (verplaatsingsnelheid) in de trendbreuk bepaald. Het tijdsinterval van de trendbreuk dient minimaal 6 maanden te zijn.

In Tabel 8-6 is een stappenplan voor waterbodem gegeven.

Tabel 8-6 – Stappenplan toestand - waterbodem

Stap	Onderdeel	Beschrijving
39.	Grondvrije hoogte voorste paal verticaal	Maatgevende (hoogste) verticale afstand tussen de paalkop en de lokale waterbodem over het relevante rakdeel. De grondvrije hoogte van de voorste paal kan worden bepaald met behulp van de multibeam inmeting op het AIP (zie oranje omranding in Figuur 8-1) of deze is ingemeten tijdens de onderwaterinspectie. Wanneer beide inmetingen niet beschikbaar zijn, kan het leggerprofiel (de minimale diepte en afmetingen van de watergang) worden bepaald op basis van archiefstukken of een website van Waternet (Amstel, Gooi en Vechtstreek).
40.	Lokale ontgroning aanwezig	Er is sprake van ontgroning van de waterbodem als er over een afstand van minimaal 5 palenrijen (ca. 4 m in de lengterichting van de kademuur) een significant diepere waterbodem > 0,5 m aanwezig is dan de globale waterbodem in de lengterichting. De aanwezigheid van een ontgroning kan worden bepaald met behulp van de multibeam inmeting op het AIP (zie oranje omranding in Figuur 8-1).
41.	Bovenkant deksteen (langste doorsnede)	Het niveau bovenkant deksteen kan worden bepaald op basis van (archieft)tekeningen en https://www.ahn.nl/ahn-viewer (Algemene Hoogte kaart Nederland). Het niveau bovenkant deksteen dient altijd gecontroleerd te worden m.b.v. AHN.nl om een zo goed mogelijk beeld van de huidige situatie te verkrijgen. Wanneer een rak aansluit op een brug zal de kade daar altijd hoger zijn. Het langste stuk kademuur met dezelfde hoogte is bepalend voor het rakdeel, zie paragraaf 4.2. Wanneer een stuk kademuur geen (lang) stuk met dezelfde hoogte heeft, dient het gemiddelde niveau boven deksteen van het rakdeel aangehouden te worden.
42.	Niveau bovenkant vloer	Het niveau bovenkant vloer kan worden bepaald op basis van (archieft)tekeningen of de (visuele) onderwaterinspectie. Indien het vloerniveau niet is bepaald uit voorgaande kan worden uitgegaan van een vloerniveau rond NAP -1,0 m.

Bij het opgeven van het aantal rakdelen wordt er per rakdeel een nieuw tabblad Beoordeling onderbouw en fundering aangemaakt met de benaming van het rakdeel, bijvoorbeeld RBS0101-A, RBS0101-B, etc. Deze tabbladen dienen gebruikt te worden voor de beoordeling van de onderbouw en fundering per rakdeel. Voor de beoordeling onderbouw en fundering dienen allereerst deze tabbladen ingevuld te worden. In een volgende paragraaf is een stappenplan voor het invullen van deze tabbladen gegeven. Vervolgens kan het onderdeel beoordeling onderbouw en fundering in het

tabblad ARK ingevuld worden. In Tabel 8-7 is een stappenplan voor onderbouw en fundering gegeven.

Tabel 8-7 – Stappenplan toestand – onderbouw en fundering

Stap	Onderdeel	Beschrijving
43.	Percentage slechte houten palen door aantasting	<p>Percentage slechte houten palen door (bacteriële) aantasting, bepaald middels het tabblad 'Beoordeling onderbouw en fundering', zie volgende paragraaf. In de ARK dient het huidige percentage slechte palen te worden ingevuld, niet het percentage slechte palen ten tijde van de toetsperiode later dan het heden.</p> <p>Wanneer dit onderdeel niet van toepassing is, dient NVT te worden geselecteerd. Dit onderdeel wordt op deze wijze niet meegenomen in de ARK. Wanneer de aantasting onbekend is, dient onbekend geselecteerd te worden, in dit geval is de ARK niet volledig.</p>
44.	Ongewenste negatieve schoorstand t.o.v. verticaal	<p>Percentage ongewenste negatieve schoorstand palen, bepaald middels het tabblad 'Beoordeling onderbouw en fundering', zie volgende paragraaf.</p> <p>Wanneer dit onderdeel niet van toepassing is, dient NVT te worden geselecteerd. Dit onderdeel wordt op deze wijze niet meegenomen in de ARK. Wanneer de schoorstand van de palen onbekend is, dient onbekend geselecteerd te worden, in dit geval is de ARK niet volledig.</p>
45.	Beschadigde kesp	<p>Percentage beschadigde kesp, bepaald middels het tabblad 'Beoordeling onderbouw en fundering', zie volgende paragraaf.</p> <p>Wanneer dit onderdeel niet van toepassing is, dient NVT te worden geselecteerd. Dit onderdeel wordt op deze wijze niet meegenomen in de ARK. Wanneer er geen informatie over relevante beschadigingen bekend is, dient 'onbekend' geselecteerd te worden, in dit geval is de ARK niet volledig.</p>
46.	Beschadigde paal-keesp / paal-vloer verbinding	<p>Percentage beschadigde paal-keesp / paal-vloer verbinding, bepaald middels het tabblad 'Beoordeling onderbouw en fundering', zie volgende paragraaf.</p> <p>Wanneer dit onderdeel niet van toepassing is, dient NVT te worden geselecteerd. Dit onderdeel wordt op deze wijze niet meegenomen in de ARK. Wanneer de staat van de verbindingen niet bekend is, dient 'onbekend' geselecteerd te worden, in dit geval is de ARK niet volledig.</p>

Stap	Onderdeel	Beschrijving
47.	Materiaal vloer	Is de vloer uitgevoerd in hout of beton? Wanneer er geen informatie over het materiaal van de vloer bekend is, dient 'onbekend' geselecteerd te worden.
48.	Vloer beschadigd / kierend?	Aangegeven dient te worden of de vloer beschadigd of kierend is. De vloer wordt als beschadigd aangemerkt wanneer deze zijn functie niet meer kan vervullen. Bij twijfel dient de toetsers het gebrek als relevant te beschouwen (dus meetellen als 'beschadigd'). Het is mogelijk dat een (bacterieel) aangetaste vloer nog aan zijn functie voldoet. Te bepalen o.b.v. de (visuele) onderwaterinspectie. In de inleidende alinea boven Tabel 8-12 is uitgelegd op welke wijze omgegaan dient te worden met de informatie in de rapportage onderwaterinspectie.
49.	Meerdere locaties?	Gevraagd wordt of de vloer op meerdere locaties op het rakdeel beschadigd of kierend is. Te bepalen o.b.v. de (visuele) onderwaterinspectie.

In Tabel 8-8 is een stappenplan voor onderloopsheidscherm gegeven.

Tabel 8-8 – Stappenplan toestand – beoordeling onderloopsheidscherm

Stap	Onderdeel	Beschrijving
50.	Onderloopsheidscherm	Is er een onderloopsheidscherm aanwezig? Wanneer er geen informatie over de aanwezigheid van een onderloopsheidscherm bekend is, dient 'onbekend' geselecteerd te worden.
51.	Onderloopsheidscherm beschadigd / kierend?	Aangegeven dient te worden of het onderloopsheidscherm beschadigd of kierend is. Het scherm wordt als beschadigd aangemerkt wanneer deze zijn functie niet meer kan vervullen. Bij twijfel dient de toetsers het gebrek als relevant te beschouwen (dus meetellen als 'beschadigd'). Het is mogelijk dat een (bacterieel) aangetast scherm nog aan zijn functie voldoet. Te bepalen o.b.v. de (visuele) onderwaterinspectie. In de inleidende alinea boven Tabel 8-12 is uitgelegd op welke wijze omgegaan dient te worden met de informatie in de rapportage onderwaterinspectie.

Stap	Onderdeel	Beschrijving
52.	Meerdere locaties?	Gevraagd wordt of het onderloopsheidscherm op meerdere locaties op het rakdeel beschadigd of kierend is. Te bepalen o.b.v. de (visuele) onderwaterinspectie.

In Tabel 8-9 is een stappenplan voor de bovenbouw gegeven.

Tabel 8-9 – Stappenplan toestand – beoordeling bovenbouw

Stap	Onderdeel	Beschrijving
53.	Aantal scheuren rakdeel	Totaal aantal scheuren in de bovenbouw van het rakdeel. Het aantal scheuren kan worden bepaald op basis van de visuele inspectie en/of een locatiebezoek. Scheuren tussen de deksloof en het metselwerk dienen niet meegeteld te worden, omdat het beschadigen van de deksloof niet gerelateerd is aan een kritisch bezwijkmechanisme van de kademuur.
54.	Max. aantal scheuren per 10 m	Het maximum aantal scheuren in een gedeelte van de bovenbouw van het rakdeel van 10 m lang. Het aantal scheuren kan worden bepaald op basis van de visuele inspectie en/of een locatiebezoek. Scheuren tussen de deksloof en het metselwerk dienen niet meegeteld te worden, omdat het beschadigen van de deksloof niet gerelateerd is aan een kritisch bezwijkmechanisme van de kademuur.
55.	Maatgevende scheurwijdte	Maximale wijdte (breedte) van een scheur in de bovenbouw van het rakdeel. Te bepalen op basis van de visuele inspectie en/of een locatiebezoek. Opgemerkt wordt dat scheuren tussen de deksloof en het metselwerk niet meegeteld dienen te worden, omdat het beschadigen van de deksloof niet gerelateerd is aan een kritisch bezwijkmechanisme van de kademuur.
56.	Lokaal verdwenen metselwerk	Aangegeven dient te worden of er een plek in de bovenbouw van de kademuur aanwezig is waar minstens 5 metselstenen missen in het metselwerk. Metselwerk kan lokaal zijn verdwenen door bijvoorbeeld uitgesleten voegen of uitgebroken stenen door een aanvaring. Lokaal verdwenen metselwerk kan worden bepaald op basis van de visuele inspectie en/of een locatiebezoek.

Stap	Onderdeel	Beschrijving
57.	Gat grondvoerend	Aangegeven dient te worden of de plek met lokaal verdwenen metselwerk grondvoerend is of niet. Dit kan worden bepaald op basis van de visuele inspectie.
58.	Zichtbare vervormingsverschillen aanwezig in wand	Zichtbare vervorming kademuur richting de gracht (ca. 25 mm) t.o.v. de naastgelegen delen in de langsrichting van de kademuur, bijvoorbeeld een buik of dat een segment verspringt t.o.v. het naastgelegen segment richting het water. Benadrukt wordt dat het mogelijk is dat er (vanaf de aanleg) een knik zit in een kademuur, zonder dat er zichtbare vervormingsverschillen aanwezig zijn. De aanwezigheid van een vervormingsverschil kan worden bepaald op basis van de onderwaterinspectie en/of een locatiebezoek. Bij een locatiebezoek dient de eventuele vervorming met het blote oog zichtbaar te zijn.
59.	Scheur t.p.v. buik aanwezig	Aangegeven dient te worden of er een scheur in de bovenbouw aanwezig is ter plaatse van de locatie met zichtbare vervormingsverschillen (buik).
60.	Scheefstand (wand)	Scheefstand van de wand t.o.v. de verticaal in dwarsrichting van de kademuur. Te bepalen op basis van de visuele inspectie.
61.	Scheur t.p.v. scheefstand aanwezig	Aangegeven dient te worden of er een scheur in de bovenbouw aanwezig is ter plaatse van de locatie van de scheefstand van de wand.
62.	Niet functionerend schuifhout	<p>Percentage niet functionerend schuifhout. Te bepalen o.b.v. de rapportage van de onderwaterinspectie. Het schuifhout is 'niet functionerend' indien het beschadigd is, óf als het in de loop der tijd losgeraakt en verdwenen is. Er moet rekening mee gehouden worden dat er wellicht nooit schuifhout aanwezig is geweest (vanuit het ontwerp / de aanleg). Dit wil dus niet per se zeggen dat het schuifhout is losgeraakt en verdwenen.</p> <p>Ook dient rekening gehouden te worden met andere aspecten van het ontwerp. Als er wél schuifhout aanwezig is, maar dit niet is ingelaten in de kessen, zullen er waarschijnlijk opsluitklossen gebruikt zijn. Indien deze klossen zijn verdwenen (wat regelmatig voorkomt) kan het schuifhout zijn functie ook niet meer vervullen, ook al is het schuifhout zelf nog wel aanwezig.</p> <p>Alle informatie in de rapportage dient gebruikt te worden voor de analyse. De tabel met constatering (de 'gebrekentabel') is leidend, maar hier kan van af geweken worden indien op andere locaties in de</p>

Stap	Onderdeel	Beschrijving
		<p>rapportage afwijkende informatie staat. Indien wordt afgeweken van de 'gebrekentabel' dient dit onderbouwd te worden.</p> <p>Wanneer dit onderdeel niet van toepassing is dient 'NVT' te worden geselecteerd. Dit onderdeel wordt op deze wijze niet meegenomen in de ARK. Wanneer de staat van de het schuifhout niet bekend is, dient 'onbekend' geselecteerd te worden, in dit geval is de ARK niet volledig.</p>

Ten behoeve van de bepaling van de beoordeling maaiveld is het maaiveld achter de kademuur opgedeeld in twee zones, zie Figuur 4-6. Zone 1 is het gebied direct achter de kademuur tot het einde van de vloer. Zone 2 is het gebied vanaf de achterzijde vloer tot aan de gevel van de achterliggende bebouwing. In Tabel 8-10 is een stappenplan voor maaiveld gegeven.

Tabel 8-10 – Stappenplan toestand – beoordeling maaiveld

Stap	Onderdeel	Beschrijving
63.	Openstaande voegen van bestrating	<p>De aanwezigheid van openstaande voegen in zone 1 kan worden bepaald op basis van de visuele inspectie of een locatiebezoek.</p> <p>Opgemerkt wordt dat openstaande voegen ook een gevolg kunnen zijn van spoorvorming, slecht verdicht zand onder wegdek, ontgronding, etc., hiermee dient rekening gehouden te worden door de specialist.</p>
64.	Zakking aanwezig in de zone 1 'boven vloer'	<p>In zone 1 kunnen zettingen optreden als gevolg door deformatie en ontgronding. Dit kan gaan om kleine zettingen van het maaiveld, maar ook om grotere zettingen zoals zinkholes. De aanwezigheid van zetting kan worden bepaald op basis van de inspectie of een locatiebezoek.</p> <p>Opgemerkt wordt dat de zetting ook een gevolg kan zijn van spoorvorming, hiermee dient rekening gehouden te worden door de specialist.</p>
65.	Zakking aanwezig in zone 2 'rijbaan'	<p>In zone 2 kunnen zettingen optreden als gevolg door deformatie en ontgronding. Dit kan gaan om kleine zettingen van het maaiveld, maar ook om grotere zettingen zoals zinkholes. De aanwezigheid van zetting kan worden bepaald op basis van de inspectie of een locatiebezoek.</p> <p>Opgemerkt wordt dat de zetting ook een gevolg kan zijn van spoorvorming, hiermee dient rekening gehouden te worden door de specialist.</p>

Stap	Onderdeel	Beschrijving
66.	Verzakingsmelding en of (zichtbaar) hersteld straatwerk	Wanneer het dagelijks beheer van de gemeente meldingen krijgt over zettingen en verschuivingen van het straatwerk in de nabijheid van een kademuur, worden deze meldingen vaak afgehandeld door het straatwerk te herstellen. Vaak is een dergelijke locatie goed te herkennen door afwijkende kleuren of een "strakker" gelegde steen dan de rest van de bestrating. De aanwezigheid van zetting kan worden bepaald op basis van de inspectie of een locatiebezoek. Bij twijfel over het straatwerk kan ook contact op worden genomen met het dagelijks beheer of er meldingen zijn geweest bij het betreffende rak.

Eindbeoordeling

In Tabel 8-11 is een stappenplan voor de eindbeoordeling gegeven.

Tabel 8-11 – Stappenplan eindbeoordeling

Stap	Onderdeel	Beschrijving
67.	Aadvies specialist – afwegingskader technisch advies	Het afwegingskader dient door de specialist te worden ingevuld op basis van het stroomschema Technisch Advies Figuur 5-1, welke is toegelicht in hoofdstuk 5.
68.	Beoordelingsdatum	Datum van invullen ARK.
69.	Naam beoordelaar ARK	Naam specialist
70.	Reviewdatum	Datum van reviewen ARK.
71.	Naam reviewer ARK	Naam reviewer. Er vindt een review plaats van de ARK en het TA door een reviewer volgens het "vier-ogen-principe". Deze reviewer is minimaal gelijkwaardig aan de specialist voor wat betreft kennis en ervaring. De handmatige beoordeling van de boven- en onderbouw wordt bepaald door de specialist en reviewer samen.
72.	[J/N]	Review uitgevoerd, ja of nee

Excel – tabblad Beoordeling onderbouw en fundering

Bij het opgeven van het aantal rakdelen wordt er per rakdeel een nieuw tabblad Beoordeling onderbouw en fundering aangemaakt met de benaming van het rakdeel, bijvoorbeeld RBS0101-A,

RBS0101-B, etc. Deze tabbladen dienen gebruikt te worden voor de beoordeling van de onderbouw en fundering per rakdeel. In het tabblad dienen alleen de lichtgele cellen ingevuld te worden door de specialist. In Tabel 8-12 is een stappenplan voor het invullen van het tabblad Beoordeling onderbouw en fundering gegeven. De gele cellen dienen door de specialist te worden ingevuld. De groene cellen worden automatisch bepaald o.b.v. eerder ingevulde cellen, deze dienen dus niet ingevuld te worden door de specialist.

De belangrijkste bron voor het invullen van tabblad Beoordeling onderbouw en fundering is de rapportage van de (visuele) onderwaterinspectie. Doordat verschillende duikbedrijven verschillende formats gebruiken, is de inhoud en lay-out van deze rapporten niet altijd hetzelfde. In de meeste rapporten staat vaak op meerdere plekken informatie over waargenomen gebreken / aantasting. Deze informatie lijkt soms tegenstrijdig.

Voorbeeld: *in de schadetabel staan diverse constatering benoemd, in de samenvatting staat dat er geen gebreken zijn geconstateerd.*

Om tot een uniforme beoordeling te komen, gelden de volgende afspraken:

- De specialist dient alle informatie uit de rapportage van de onderwaterinspectie te gebruiken voor de beoordeling.
- De uitgebreide tabel waarin de constatering per locatie zijn vermeld (de gebrekentabel), vormt de basis van de beoordeling.
- Bij (schijnbare) tegenspraak tussen deze tabel en andere delen van de rapportage, is de gebrekentabel leidend. (Schijnbare) tegenspraak in informatie dient in de toelichting te worden beschreven door de specialist.
- Indien wordt afgeweken van de gebrekentabel, dient dit onderbouwd te worden in de toelichting.

De rapportages van de onderwaterinspectie zijn gericht op het vermelden van geconstateerde gebreken. In de meeste rapporten staat géén bevestiging van de geconstateerde goede staat van onderdelen. Hiervoor geldt de afspraak: *indien een onderdeel niet benoemd is in het duikrapport, zijn er geen gebreken geconstateerd en is het onderdeel in goede staat.*

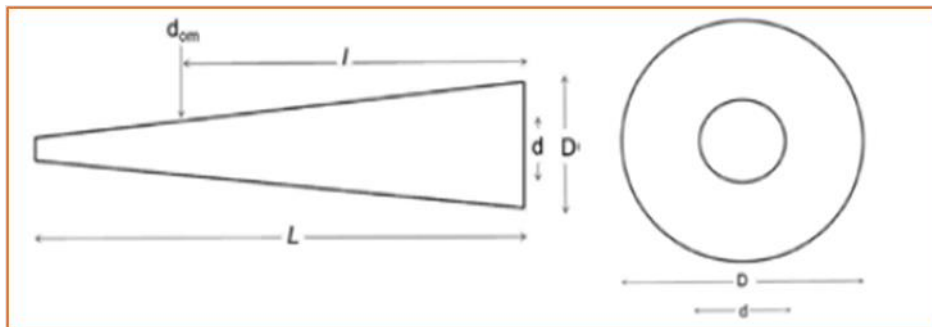
Tabel 8-12 – Stappenplan tabblad Beoordeling onderbouw en fundering

Stap	Onderdeel	Beschrijving
Algemeen		
73.	Constructeur	Naam van de specialist / beoordelaar
74.	Rakcode kade	Rakcode van het betreffende rakdeel (bijv. RBS0101-A)
Invoer palen (huidige situatie)		
75.	Toetsperiode	Periode waarmee het percentage slechte palen wordt bepaald ten tijde van de toetsperiode later dan het heden. Dit percentage is ter informatie gepresenteerd om inzicht te krijgen in de toestand van de houten palen in de toekomst. In de ARK dient het huidige percentage slechte palen te

Stap	Onderdeel	Beschrijving
		worden ingevuld, niet het percentage slechte palen ten tijde van de toetsperiode later dan het heden.
76.	Invoer aantal palen	<p>Het eerste onderdeel binnen het tabblad Beoordeling onderbouw en fundering bestaat uit het bepalen van de aantasting van de palen o.b.v. de geïnspecteerde houtmonsters. Een overzicht van de geïnspecteerde houtmonsters kunnen worden gedownload via Inspectieresultaten op het AIP (zie oranje omranding in Figuur 8-1). Een voorbeeld van een geïnspecteerd houtmonster is weergegeven in Figuur 8-5.</p> <p>Allereerst dient via de knop 'Invoer aantal palen' (zie Figuur 8-4) het aantal geïnspecteerde houtmonsters in het desbetreffende rak ingevoerd te worden. Op deze wijze wordt er voor ieder houtmonster een rij ingevoegd aan het onderdeel 'invoer palen'. Iedere rij dient te worden ingevuld o.b.v. onderstaande stappen.</p>
77.	Funderingselement volgens AIP	De codering van het houtmonster volgens het de inspectie, zie oranje omranding in Figuur 8-5
78.	Element-soort	Type kademuur, te bepalen o.b.v. uitgevoerde onderwaterinspectie. Er kan gekozen worden voor 'type 1', 'type 2' en 'type 2 – BOK'. Voor de type 2 kademuur is er onderscheid gemaakt tussen type 2 zonder en met een bok constructie. Er is sprake van een bok constructie wanneer de paalconfiguratie in ieder geval bestaat uit een positief schoor staande drukpaal aan de waterzijdige kant van een negatief schoor staande trekpaal. 'type 2 – BOK' is het geval voor type 2.2 t/m type 2.7, 2.9 en 2.10 in Bijlage D.
79.	Type meting	Methode houtinspectie, te bepalen o.b.v. uitgevoerde onderwaterinspectie. Voor de werksomschrijving toepassing IML-RPD signalen wordt verwezen naar Bijlage I.
80.	Houtsoort	Te bepalen o.b.v. geïnspecteerd houtmonster, zie gele omranding in Figuur 8-5
81.	Bouwjaar per rakdeel	Te bepalen m.b.v. (archief)tekeningen, bestekken en/of constructieberekeningen
82.	Diameter paalkop t.p.v. meting	Oorspronkelijke (onaangetaste) paaldiameter aan de kop o.b.v. geïnspecteerd houtmonster, zie donker blauwe omranding in Figuur 8-5
83.	Aantasting paalkop	Aangetaste dikte van de paal (enkelzijdig), te bepalen o.b.v. de druksterkte van het geïnspecteerde houtmonster, zie lichtblauwe omranding in Figuur 8-5. De aangetaste dikte is dat deel van de

Stap	Onderdeel	Beschrijving
		<p>paaldoorsnede dat (zeer) ernstig is aangetast door microbiële erosie, en waarvoor een druksterkte geldt die kleiner is dan 8 N/mm^2, zie Figuur 8-3. De dragende diameter d wordt bepaald door de oorspronkelijke diameter van de paal D te verminderen met de dikte van de aangetaste schil. De aangetaste schil wordt niet meegenomen in de beschouwing van de constructieve draagkracht van de funderingspaal.</p> <p>Voor de werkomschrijving toepassing IML-RPD signalen wordt verwezen naar Bijlage I.</p> <p>Opgemerkt wordt dat de huidige constructie op de restanten van een oudere kademuur kunnen zijn aangebracht en er nog oude palen tussen de nieuwere aanwezig kunnen zijn. De toetser dient zich ervan bewust te zijn dat de houtmonsters wellicht op de oude, niet meer functionerende palen van reeds gesloopte oudere kadeconstructies zijn genomen, die nog onder de huidige constructie aanwezig kunnen zijn. Deze moeten dan niet worden meegenomen in de beoordeling van de aantasting van de houten palen. De toetser kan dit bijvoorbeeld vaststellen op basis van een significant kleinere hart-op-hartafstand tussen de palen of opmerkingen in de rapportage onderwaterinspectie.</p>
Beschouwing palen negatief schoor		
84.	Aantal paalrijen	Aantal paalrijen in de langsrichting van de kademuur, te bepalen o.b.v. inmeting onderwaterinspectie en/of (archieft)tekeningen
85.	Aantal palen per paalrij	Aantal palen per paalrij in de dwarsrichting van de kademuur, te bepalen o.b.v. inmeting onderwaterinspectie en/of (archieft)tekeningen. Indien onbekend kan worden uitgegaan van minimaal 3 palen.
86.	Negatief schoor voorste rij	Aantal palen negatief schoor in de waterzijdige (voorste) rij. Te bepalen o.b.v. de onderwaterinspectie. Alle informatie in de rapportage dient gebruikt te worden voor de analyse. De tabel met constatering (de 'gebrekentabel') is leidend, maar hier kan van afgeweken worden indien op andere locaties in de rapportage afwijkende informatie staat. Indien wordt afgeweken van de 'gebrekentabel' dient dit onderbouwd te worden in de toelichting.
Beschouwing kespren		
87.	Aantal beschadigde kespren	Te bepalen o.b.v. de onderwaterinspectie (paragraaf 'schades en gebreken' en bijlage 'meettabel fundering'). Kespren kunnen op verschillende manieren beschadigd zijn: gespleten, gescheurd, vervormd, etc.

Stap	Onderdeel	Beschrijving
		Alle informatie in de rapportage dient gebruikt te worden voor de analyse. De tabel met constatering (de 'gebrekentabel') is leidend, maar hier kan van af geweken worden indien op andere locaties in de rapportage afwijkende informatie staat. Indien wordt afgeweken van de 'gebrekentabel' dient dit onderbouwd te worden in de toelichting. Indien er in de tabel gebreken staan vermeld waarvan de relevantie twijfelachtig is, geldt de regel: Bij twijfel, gebrek als relevant beschouwen (dus meetellen als 'beschadigd'). Ook dit dient in de toelichting vermeld te worden.
Beschouwing geïnspecteerde paal/kesp verbinding		
88.	Aantal slechte aansluitingen paal-kesp en/of aantal zichtbaar bacterieel aangetast paal/kesp verbindingen	Te bepalen o.b.v. de onderwaterinspectie (paragraaf 'schades en gebreken' en bijlage 'meettabel fundering'). Alle informatie in de rapportage dient gebruikt te worden voor de analyse. Indien er tegenstrijdige informatie wordt aangetroffen, dient dit in de toelichting vermeld te worden. Indien er in de tabel gebreken staan vermeld waarvan de relevantie twijfelachtig is, geldt de regel: Bij twijfel, gebrek als relevant beschouwen (dus meetellen als 'slechte aansluiting'). Ook dit dient in de toelichting vermeld te worden.



Figuur 8-3 - Principe dragende diameter paaldoorsnede over de lengte L van de paal

Invoer Aantal Palen

Figuur 8-4 - Knop – invoer aantal palen

Bepaling houtsoort en toestand funderingshout

Nebest B.V.

Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

085 489 01 30
085 489 01 21
info@nebest.nl
www.nebest.nl

Rapportnummer: 37489-190
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
adres: Weesperstraat 430
code/plaats: 1018 DN AMSTERDAM
Contactpersoon: René Terpstra
Project: RBS0101

Nummer houtmonster:

RBS0101 /CONSTRUCTIE A/P1.12/HM

Laborant: R. de Jong
Vrijgave: dr. W. Feldmeijer

Bouwjaar constructie:	Onbekend	Gemiddelde korteduur-druksterkte, huidig:	8,6 N/mm ²		
Houtsoort:	Vuren	Gemiddelde korteduur-druksterkte, na 30 jaar:	-		
Paaldiameter:	260 mm	Draagvermogen kop, huidig:	456 kN		
Lengte spinhout:	n.v.t.				
Lengte tot hart paal:	95 mm	Zachte schil huidig:	17 mm		
		Zachte schil na 30 jaar:	-		
Fractie	lengte [mm]	aantasting	vochtgehalte [% m/m]	dichtheid [kg/m ³]	druksterkte [N/mm ²]
1 (buiten)	17	Zeer ernstig	408	210,8	0 ')
2	38	Licht	184	355,1	11
3 (kern)	40	Niet aangetast	109	421,4	18

Figuur 8-5 - Voorbeeld geïnspecteerd houtmonster

Excel tabblad– Beoordeling onderbouw en fundering

Bureau Gemeente Amsterdam										
Kademuren t.b.v. Amsterdamse Risicobeoordeling kademuren (ARK)										
										Jaartal van de toets: 2022
Beoordeling Onderbouw&Fundering										
n =		[stuks]	Totaal aantal slecht =		[]	→	[]	[%]	(percentage slechte palen)	
Leeftijd	Paalkop niveau	Diameter paalkop t.p.v. meting	Oppervlakte gezond hout bij aanleg	Aantasting paalkop	Aantasting paalkop	Rest diameter paalkop (gezond hout)	Rest oppervlakte (gezond hout)	Afname oppervlakte gezond hout	Gemiddelde aantasting per meter	Info
[jaar]	[m NAP]	D _{paalkop} [mm]	A _{paalkop} [mm ²]	h _{paalkop} [mm]	h _{rest,paalkop} [mm]	d _{paalkop} [mm]	A _{paalkop} [mm ²]	[%]	[mm]	
				(enkelzijdig)	(enkelzijdig)	(dubbelzijdig)				
			0	0	0	0	0	0		
constateerd dat bij een afname van 30% van het oppervlak de kade niet meer voldoet.)										
slecht.)										
Schoorpalen										
Schoor staat, de gehele rij achter deze paal schoorstaat)										
[stuks]										(Langrichting van de kade)
[stuks]										(Dwarsrichting van de kade)
[stuks]										
[stuks]										(Aantal onderzochte palen in duikonderzoek)
[stuks]	→	[]	[%]							(percentage negatieve schoorpalen onder de kade, opnemen in het Ark)
[stuks]	→	[]	[%]							
[stuks]										(Percentage kessen met schade of scheuren onder de kade, opnemen in ARK)
Kessen, gescheurde, vervormde kessen)										
Kesp verbinding (tabellen duikinspectie)										
Criterieel aangetast paal/kesp verbindingen=										[stuks]
										→
										[]
										[%]
(Percentage slechte paal kesp verbinding onder de kade)										

Figuur 8-6 - Voorbeeld rekenblad percentages o.b.v. houtmonster analyse

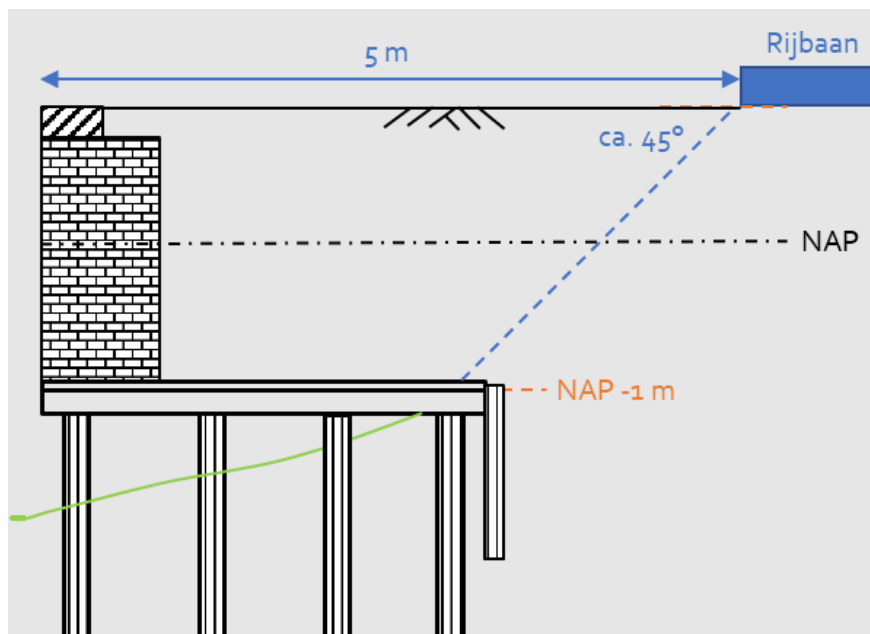
Bijlage B Onderbouwing kans- en gevolgscores

B.1 Verkeersbelasting maaiveld

De verkeersbelasting maaiveld is kwalitatief ingedeeld in vier kansscores, op basis van de meest voorkomende gewichtsbependingen. De kansscore voor mensenmassa is gelijk aan de score voor verkeersbelasting van 7,5 ton, omdat deze belastingen ongeveer overeenkomen (namelijk ca. 5 kN/m² conform TAK [1.]).

De verkeersbelasting zal in de zandige ondergrond achter de kademuur spreiden onder een hoek van ca. 45°. In Figuur 8-7 is een principe doorsnede van type 1 kademuur weergegeven met de spreiding van de belasting in de ondergrond op basis van een rijbaan op 5 m afstand. Wanneer de afstand van de rijbaan of parkeervakken tot de voorkant van de kademuur groter is dan 5 m zal de belasting nauwelijks op de vloer van de kademuur spreiden. Bij een afstand groter dan 5 m valt de rijbaan buiten het invloedsgebied van de kademuur en om deze reden wordt de kansscore in deze situatie verlaagd.

Verder wordt op basis hiervan de kansscore verkeersbelasting maaiveld verhoogd wanneer er parkeervakken aanwezig zijn binnen 5 m afstand tot voorkant kademuur.



Figuur 8-7 – Principe type 1 kademuur met belastingsspreiding in ondergrond

B.2 Boombelasting

De boombelasting is kwalitatief ingedeeld in vier kansscores, op basis van de maatgevende diameter van de aanwezige bomen. De grootte van de boombelasting is afhankelijk van de grootte van de boom, zoals de diameter. De aangehouden ranges van boomstam diameter zijn bepaald op basis van expert judgement.

In het TAK [1.] is beschreven dat de variabele (wind)belasting op bomen aanzienlijk reduceert wanneer:

1. De afstand van de boom tot de achterliggende bebouwing is minder dan 10 m.
2. De hoogte van de achterliggende bebouwing min of meer gelijk of hoger is dan het hoogste kruinniveau van de boom (te controleren met het AHN).

Om deze reden wordt de kansscore van de boombelasting verlaagd wanneer er wordt voldaan aan (een van) deze randvoorwaarden.

B.3 Belastingen vanaf het water

De belasting vanaf het water kan worden veroorzaakt door een afgemeerd object of aanvaring. De kansscore voor belastingen vanaf het water wordt bepaald op basis van de maatgevende score voor afmeren en aanvaring.

De afmeerbelasting is kwalitatief ingedeeld in vier kansscores, op basis van de capaciteit van de afmeervoorziening. Hoe groter de capaciteit van de afmeervoorziening, hoe groter de afmeerbelasting.

De aanvaarbelasting is kwalitatief ingedeeld in vier kansscores, op basis van de breedte van de gracht. Hoe breder de gracht, hoe kleiner de potentiële aanvaarhoek (t.o.v. loodrecht op de kademuur), hoe groter de potentiële impact op de kademuur. Wanneer de gracht een breedte heeft > 50 m of een overstaande gracht loodrecht \perp aansluit op het relevante rak is de kans op aanvaring zeer hoog, hier hoort een hoge kansscore bij. De kansscore voor aanvaren wordt eventueel verlaagd op basis van de aanwezigheid van een aanvaarbelasting remmend object.

B.4 Leeftijd

De kansscores met betrekking tot leeftijd van een kademuur zijn opgesplitst in stappen van 40 jaar. Kademuren vanaf 1990 zijn meestal ontworpen volgens de meest recente normen en richtlijnen, om deze reden krijgen kademuren met een leeftijd <40 jaar een lage kansscore.

Wanneer een kademuur is gebouwd voor 1940 (voor de 2^e wereldoorlog) bestaat de kademuur over het algemeen uit een traditionele constructieopbouw, metselwerk wand op een houten fundering en onderbouw (type 1 kademuur, zie Figuur 2-1). Deze houten constructieopbouw is gevoelig voor aantasting en is niet ontworpen op gemotoriseerd verkeer in de vorm van auto's en vrachtwagens, dus krijgen deze constructies met een leeftijd > 80 jaar een hoge kansscore. Kademuren met een leeftijd tussen de 40 en 80 jaar krijgen een gemiddelde kansscore. Vanwege de verwachte significante aantasting van kademuren ouder dan 120 jaar krijgen deze constructies een zeer hoge kansscore.

B.5 Deformatiemetingen

Vanuit het PBK is een meetstrategie voor kademuren opgesteld met signaal- en interventiewaarden [10.]. Voor de onderbouwing van de signaal- en interventiewaarden wordt verwezen naar de meetstrategie. Op basis van de signaal- en interventiewaarden zijn er in de ARK kwalitatief vier kansscores bepaald. Wanneer de deformatie hoger is dan de signaalwaarde volgt een kansscore van 3 en wanneer de deformatie hoger is dan de interventiewaarde volgt een kansscore van 4. Dit geldt zowel voor de signaal- en interventiewaarde van de totale deformatie als de deformatiesnelheid.

B.6 Waterbodem

De kansscores bij de verschillende grondvrije verticale hoogte voorste paal of ontgronding zijn bepaald op basis van een interne gevoeligheidsanalyse [11.] van de stabiliteit van een kademuur bij verschillende waterbodemniveaus. Bij een constante taludhelling volgt een lage kansscore bij een grondvrije hoogte van de voorste paal kleiner dan 1 m en een gemiddelde kansscore bij een grondvrije hoogte groter dan 1 m. Bij een ontgronding volgt een lage kansscore van 1 bij een grondvrije hoogte van de voorste paal van 0 m, een gemiddelde kansscore van 2 bij een grondvrije hoogte van 0 m - 1 m, een slechte kansscore van 3 bij een grondvrije hoogte van 1 m - 3 m en een zeer slechte kansscore van 4 bij een grondvrije hoogte van > 3 m. De kansscores bij een ontgronding zijn hoger dan bij een constante taludhelling, omdat het niveau van de waterbodem bij een ontgronding waarschijnlijk lager is dan oorspronkelijk rekening mee is gehouden in het ontwerp.

De kansscore voor waterbodem kan nog worden verhoogd op basis van de kerende hoogte van de wand (hoogte metselwerk). De kansscore wordt verhoogd wanneer de kerende hoogte van de wand > 1,5 m en sterk verhoogd wanneer de kerende hoogte van de wand > 3 m. Deze kansscore verhoging is bepaald op basis van expert judgement.

B.7 Aantasting (bacterieel) houten palen

De toestand van de houten palen is afhankelijk van de resterende paaldiameter, de onderbouwing voor de bepaling van de toestand van de houten palen is beschreven in Bijlage G. De verschillende kansscores bij het percentage slechte palen zijn bepaald op basis van expert judgement.

B.8 Ongewenste negatieve schoorstand palen

De verschillende kansscores zijn bepaald op basis van expert judgement.

B.9 Beschadigde kesp

De verschillende kansscores zijn bepaald op basis van expert judgement.

B.10 Beschadigde paal-kesp verbinding

De verschillende kansscores zijn bepaald op basis van expert judgement.

B.11 Toestand houten vloer

De hoge kansscores bij een beschadigde vloer zijn kwalitatief bepaald.

B.12 Onderloopsheidscherm

De hoge kanscores bij een beschadigd onderloopsheidscherm zijn kwalitatief bepaald.

B.13 Scheuren in het metselwerk

De verschillende kanscores zijn bepaald op basis van expert judgement.

B.14 Lokaal verdwenen metselwerk

De hoge kansscore bij lokaal verdwenen metselwerk is kwalitatief bepaald.

B.15 Zichtbaar vervormingsverschil kademuur richting de gracht

De hoge kansscore bij het uitbuiken van een kademuur is kwalitatief bepaald.

B.16 Scheefstand kademuur t.o.v. verticaal

De hoge kansscore bij scheefstand van een kademuur is kwalitatief bepaald.

B.17 Niet-functionerend schuifhout

De verschillende kanscores zijn bepaald op basis van expert judgement.

B.18 Openstaande voegen van de bestrating in zone 1

De hoge kansscore bij openstaande voegen van de bestrating in zone 1 is kwalitatief bepaald.

B.19 Zettingen van het maaiveld in zone 1

De hoge kansscore bij zettingen van het maaiveld in zone 1 is kwalitatief bepaald.

B.20 Zettingen van het maaiveld in zone 2

De hoge kansscore bij zettingen van het maaiveld in zone 2 is kwalitatief bepaald.

B.21 Zichtbaar hersteld straatwerk in zone 1 en 2

De hoge kansscore bij zichtbaar hersteld straatwerk in zone 1 en 2 is kwalitatief bepaald.

Bijlage C Template ARK rapportage



Amsterdams Risicobeoordeling Kademuren

Rapportage technisch advies kademuur Rakcode

Aan

Laura Salters
Ingenieursbureau
Programma Bruggen en Kademuren
ATH

Opsteller

Naam (Kies een item.)

Gecontroleerd door

Naam (Kies een item.)

Status

Kies een item.

Kenmerk

Rakcode-TA-ARK-Datum-D

Vrijgave PL toetsing
[Naam en Paraaf]
Datum:

Vrijgave CB&A
Ronald Damstra
Datum:

Technisch advies en onderbouwing

1. Gewichtsbeperking conform klasse B

Onderbouwing:

[Invullen door specialist]

Dit advies geldt voor rakdeel [Letter]

2. Afsluiten parkeervakken

Onderbouwing:

[Invullen door specialist]

Dit advies geldt voor rakdeel [Letter]

3. Enz

Onderbouwing:

[Invullen door specialist]

Dit advies geldt voor rakdeel [Letter]

4. Enz

Onderbouwing:

[Invullen door specialist]

Dit advies geldt voor rakdeel [Letter]

Technisch Advies		Stap 1: Techniek
Input/stuk:		Technisch Advies (TA)
Urgenter (6-12 maand)	1. Aanvullende VM'en: Beperken	-
	2. Aanvullende VM'en: Reparaties	-
	3. Aanvullende VM'en: Versterken	-
	4. Aanvullende VM'en: Renovatie	-
Program meerbaar (+1jaar)	Renovatie	-
	Sloop-nieuwbouw	
Advies	Permanente Functie-herwaardering	-
Geen afweging	Areaalbenadering (nader onderzoek)	-
	Constructie gaat 30+ jaar mee	-

Inhoud

Technisch advies en onderbouwing	2
1 Inleiding	5
1.1 Leeswijzer	6
2 Aanleiding	7
3 Basisinformatie	8
3.1 Rakinformatie	8
3.2 Kenmerken	9
4 Resultaten	10
4.1 Monitoringsdata	10
4.2 Kwalitatieve beschouwing per rakdeel	13
4.3 Kritische onderdelen per rakdeel	15
4.4 Bestaande veiligheidsmaatregelen	15

Bijlage(n)

Bijlage 1 - Ingevulde ARK-sheet

Bijlage 2 - Foto's en/of tekeningen

Bijlage 3 - Gebruikte bronnen

1 Inleiding

Doelstelling

Met de ARK worden systematisch en uniform constructieve risico's geïdentificeerd om te komen tot een aantoonbaar en onderbouwd oordeel van de bestaande kademuren. Dit is vastgelegd in de **ARK-werkwijze omschrijving (2.0) definitief d.d. 08-11-2023**.

Voorafgaand aan de ARK vindt een archiefonderzoek plaats waarbij digitale en fysieke bronnen worden geraadpleegd. Deze bestanden worden door CB&A beoordeeld om de opbouw van de kades te bepalen en te beoordelen of ze gefundeerd zijn op houten palen zodat een duikinspecties ingepland wordt. Gedurende de duikinspecties worden schadebeelden aan de constructie genoteerd en worden houtmonsters genomen van de houten paalfundering. Deze monsters worden in een laboratorium onderzocht op bacteriële aantasting waarmee de aangetaste ('zachte') schil bepaald wordt van de houten funderingspaal. Het volledige archiefonderzoek, de duikinspectie met houtmonsteranalyse en een schouw van de kade en omgeving vormen de basis voor de ARK.

Voor de ARK worden vele onderdelen beschouwd, van de staat van de houten paalfundering tot aan de aanwezigheid van bomen en de leeftijd. Per onderdeel wordt een risicofactor op falen gegeven waarna met behulp van wegingsfactoren een rekenkundig gewogen risicoscore wordt bepaald. De specialisten en de reviewer bepalen de uiteindelijke algehele risicobeoordeling. De mogelijkheden hierin variëren van een kade met een laag risico die wordt teruggegeven aan de beheerder tot een kade met een hoog risico waarvoor directe (beheers)maatregelen noodzakelijk zijn.

De ARK geeft stuurgegevens waarop geprioriteerd kan worden voor de toetsing van de constructieve staat en de programmering van de sloop / nieuwbouw of groot onderhoud van een kademuur.

Doel van dit document

Dit rapport is opgesteld voor het leveren van een technisch advies over de constructieve veiligheid van een rak of rakedelen die beoordeeld zijn met behulp van de ARK. Deze rapportage behoort bij de **ARK Excel heet (ARK formulier-v2.20)** die gemaakt is van het rak.

Het document is opgesteld in twee delen. Het eerste deel is de samenvatting die als TA-BTM (Technisch Advies Besluit Toekomstbestendige Maatregelen) kan worden aangeleverd aan ATH (Advies Toekomstig Herstel). Het tweede deel dient als toelichting op de bevindingen van de ARK-sheet en onderbouwing van het advies in deel 1.

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de aanleiding voor een ARK- beoordeling van dit rak nader toegelicht. In hoofdstuk 3 zijn de vaste gegevens (bouwjaar, lengte, constructieopbouw) en kenmerken per rakdeel opgenomen. De uitkomsten van de ingevulde ARK-sheet zijn in hoofdstuk 4 vertaald naar een kwalitatieve beschouwing per rakdeel. De ingevulde ARK-sheet met een bijhorende toelichting is opgenomen in bijlage 1. In bijlage 2 en 3 zijn respectievelijk het relevante beeldmateriaal en een overzicht van gebruikte bronnen opgenomen.

2 Aanleiding

Op Klik of tik datum. is het vanuit het signalenoverleg de melding binnengekomen van een [signaal] aan de [rakcode]. Dit signaal is beoordeeld als [status] om de volgende redenen: Kies een item of vul in.

En / of

Rak [rakcode] staat in de programmering om vernieuwd te worden in [jaartal], dit technisch advies dient als input voor een integrale afweging op de urgentie en noodzaak van de vernieuwingsopgave.

En / of

Rak [rakcode] staat in de programmering voor groot onderhoud in [jaartal] dit technisch advies dient als input voor een integrale afweging op maatregelen en lange termijn adviezen naast het groot onderhoudsprogramma.

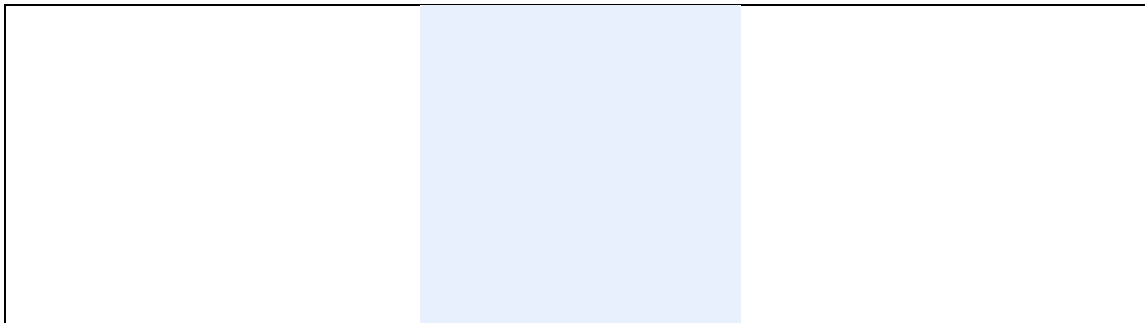
En / of

Op Klik of tik datum. is vanuit [team] de vraag gekomen [vraag] om het rak [rakcode] te beoordelen.

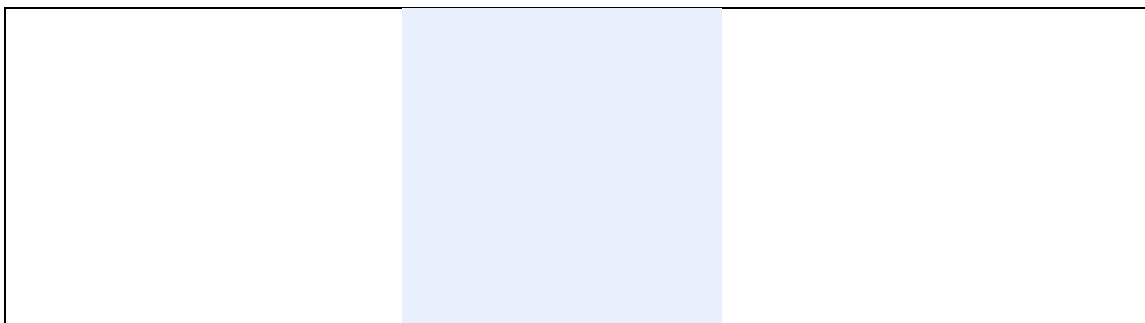
3 Basisinformatie

3.1 Rakinformatie

De kademuur van rak [Rakcode] is ca. [getal] meter lang en gelegen aan de [Grachtnaam]. De kade ligt ter hoogte van de huisnummers [getal] t/m [getal]. Aan de [Windrichting]zijde sluit de kade aan op brug [getal] en aan de [Windrichting] zijde op brug [getal]. Het rak is opgedeeld in [getal] delen, waarbij [getal] constructie typen zijn waargenomen.



Figuur 3-1 - Locatie rak en verdeling rak (bron: duikrapport)



Figuur 3-2 – Overzicht rakdelen (bron: duikrapport)

3.2 Kenmerken

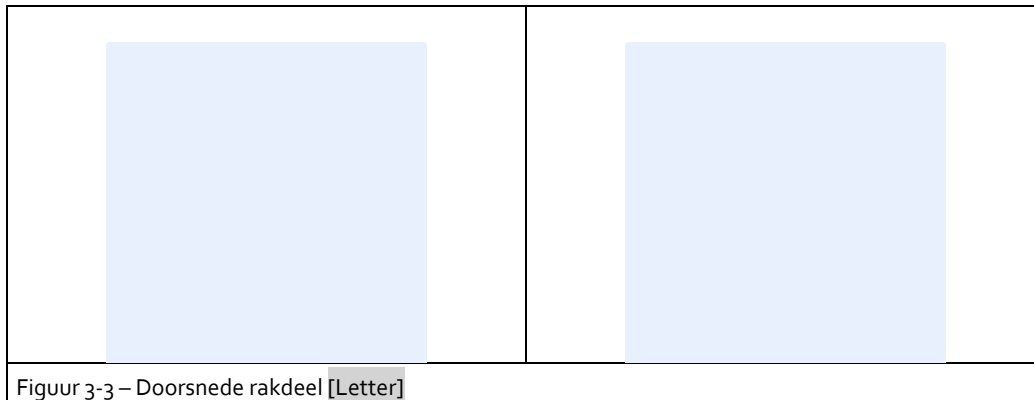
Rakdeel [Letter]

Bouwjaar	: [Jaartal]
Leeftijd	: [getal] jaar
Totale lengte rakdeel (GIS)	: [getal] meter
Fundering	: Kies een item.
Onderbouw	: Kies een item.
Bovenbouw	: Kies een item.

Beschrijving rakdeel [Letter]

Rakdeel [Letter] heeft een lengte van [getal] meter en stamt ook uit [Jaartal]. Dit betekent dat constructie [Letter] nu [getal] jaar oud is.

[Omschrijving van de constructie. Wat is de constructieopbouw, hoogte, kenmerken, bijzonderheden]



Indien beschikbaar: twee doorsnedes naast elkaar opnemen. Eén uit het duikrapport en één uit het archief (ontwerptekening). Dit per rakdeel invullen.

4 Resultaten

4.1 Monitoringsdata

Om per rakdeel inzicht te krijgen in het deformatiegedrag, zijn de monitoringsresultaten uit de satelliet-, fotogrammetrie- en tachymetriemetingen per rakdeel geanalyseerd en zijn (mogelijke) correlaties gelegd met aanwezige gebreken aan de onder- en bovenbouw. In deze paragraaf zijn de uitkomsten van de analyse en (mogelijke) correlaties nader toegelicht.

4.1.1 Satellietmetingen

**Toelichting:**

[Toelichting monitoringsresultaten per rakdeel]

4.1.2 Fotogrammetrie

Rakdeel	[Letter]	[Letter]
In monitoring	Kies een item.	Kies een item.
Signaalwaarde bereikt	Kies een item.	Kies een item.
Interventiewaarde bereikt	Kies een item.	Kies een item.
Trend	Kies een item.	Kies een item.

Tabel 1: Globaal overzicht monitoringsresultaten fotogrammetrie per rakdeel.



Toelichting:

Rakdeel [Letter] staat sinds [Datum] in monitoring. Tijdens deze meetreeks vertoonde de kade Kies een item. gedrag. Uit deze metingen is te zien dat de kade maximaal [Getal] mm is gedeformeerd ten opzichte van de nulmeting.

Uit de monitoringsresultaten blijkt dat bij dit rakdeel de signaalwaarden Kies een item. zijn. In totaal hebben [Getal] meetpunten de signaalwaarden Kies een item. ten opzichte van de nulmeting.

Uit de monitoringsresultaten blijkt dat bij dit rakdeel de interventiewaarden Kies een item. zijn. In totaal hebben [Getal] meetpunten de interventiewaarden Kies een item. ten opzichte van de nulmeting.

De verplaatsingssnelheid in horizontale richting bedraagt [Getal] mm/maand. De verplaatsingssnelheid in verticale richting bedraagt [Getal] mm/maand. Op dit moment zijn de verplaatsingen Kies een item. van zorgwekkende aard en vertoont de kade Kies een item. stabiel gedrag.

4.1.3 Tachymetrie

Rakdeel	[Letter]	[Letter]
In monitoring	Kies een item.	Kies een item.
Signaalwaarde bereikt	Kies een item.	Kies een item.
Interventiewaarde bereikt	Kies een item.	Kies een item.
Trend	Kies een item.	Kies een item.

Tabel 2: Globaal overzicht monitoringsresultaten tachymetrie per rakdeel.



Toelichting:

Rakdeel [Letter] staat sinds [Datum] in monitoring. Tijdens deze meetreeks vertoonde de kade Kies een item. gedrag. Uit deze metingen is te zien dat de kade maximaal [Getal] mm is gedeformeerd ten opzichte van de nulmeting.

Uit de monitoringsresultaten blijkt dat bij dit rakdeel de signaalwaarden Kies een item. zijn. In totaal hebben [Getal] meetpunten de signaalwaarden Kies een item. ten opzichte van de nulmeting.

Uit de monitoringsresultaten blijkt dat bij dit rakdeel de interventiewaarden Kies een item. zijn. In totaal hebben [Getal] meetpunten de interventiewaarden Kies een item. ten opzichte van de nulmeting.

De verplaatsingssnelheid in horizontale richting bedraagt [Getal] mm/maand. De verplaatsingssnelheid in verticale richting bedraagt [Getal] mm/maand. Op dit moment zijn de verplaatsingen Kies een item. van zorgwekkende aard en vertoont de kade Kies een item. stabiel gedrag.

4.2 Kwalitatieve beschouwing per rakdeel

De ingewonnen gegevens uit het archiefonderzoek zijn ingevuld in de ARK-sheet om per rakdeel inzicht te krijgen in optredende belastingen optreden en de technische staat van de onderdelen van de onder- en bovenbouw. De uitkomsten van de ARK-sheet zijn voornamelijk kwantitatief. In deze paragraaf zijn de kwantitatieve uitkomsten vertaald naar een kwalitatieve beschouwing per rakdeel.

Rakdeel [Letter]

Belastingen op de kademuur

Maaiveldbelasting

Er is Kies een item. rijbaan aanwezig. De rijbaan bevindt zich op [getal] meter vanaf de voorzijde van de constructie. De maximaal toelaatbare verkeersbelasting achter de kade is [getal] ton. Er zijn Kies een item. parkeervakken aanwezig.

Boombelasting

Er zijn Kies een item. bomen aanwezig langs de kade. De gemiddelde diameter van de boomstam is circa. [getal] mm. De bomen bevinden zich op een afstand [getal] meter tot de gevel. De bomen zijn Kies een item. dan de direct achter gelegen bebouwing.

Belastingen vanaf het water

Er is Kies een item. mogelijkheid om af te meren aan de kade. Er zijn Kies een item. (woon)boten afgemeerd aan de kade. [toelichten waaraan de boten zijn afgemeerd]. De kade kan worden aangevaren en er is wel/geen aanvaarbescherming aanwezig. (Toelichten waarom de kade kan worden aangevaren)

Waterbodem

De grondvrije ruimte bij rakdeel A is bepaald met behulp van de multibeam metingen in combinatie met de resultaten van de ontgrondingsrapportages en duikinspectie.

Bij rakdeel [Letter] bedraagt de grondvrije hoogte 0,5 meter. Uit de multibeam-beelden /ontgrondingsrapportage / duikinspectie blijkt dat er bij dit rakdeel Kies een item. lokale ontgrondingen zichtbaar zijn. [toelichten als er ontgrondingen zijn]

De waterbodem is dus Kies een item.. Hiermee is het risico Kies een item..

Onderbouw en fundering

Er zijn in totaal [getal] palen onderzocht. Hiervan zijn bij [getal] palen houtmonsters genomen. [getal] houtmonsters zijn meer dan 30% aangetast. Hiermee is [getal]% van de palen aangetast.

Er zijn op een lengte van [getal] meter [getal] palen onderzocht. Van de [getal] onderzochte palen op de 1e rij staan [getal] ongewenst negatief schoor. Dit resulteert in [getal]% ongewenst negatief schoor staande palen.

Van de [getal] onderzochte kespen zijn [getal] kespen Kies een item.. Dit resulteert in [getal]% beschadigde kespen.

Van de [getal] onderzochte Kies een item. verbindingen zijn Kies een item. verbindingen Kies een item. Dit resulteert in [getal]% beschadigde Kies een item. verbindingen.

Tijdens het duikonderzoek was de vloer Kies een item. bereikbaar voor inspectie. De staat van de vloer is Kies een item.. [toelichten wanneer de vloer beschadigingen vertoond].

Onderloopsheidscherm

Door de Kies een item. van het onderloopsheidscherm is de grond dichtheid Kies een item. risico. Het verdwijnen van grond kan zorgen voor uitspoeling. De grond dichtheid wordt [niet]gezien als een gevoelige evenwichtssituatie die snel verstoord kan worden.

Bovenbouw

In de metselwerk wand [zit een scheur/zitten [aantal] scheuren] met een max scheurwijdte van [Aantal] mm. Het betreffen [getal] [verticale / horizontale / diagonale] scheuren.

Er is Kies een item. scheefstand waargenomen bij dit rakdeel.

Er is Kies een item. buik waargenomen bij dit rakdeel.

Bij dit rakdeel is Kies een item. schuifhout aanwezig. [Toelichten wanneer het schuifhout beschadigingen vertoond].

Maaiveld

Ter plaatse van zone 1 is Kies een item. zakking geconstateerd en er zijn [geen] openstaande voegen aanwezig.

Ter plaatse van zone 2 is Kies een item. zakking geconstateerd en er zijn [geen] openstaande voegen aanwezig.

Er zijn Kies een item. meldingen vanuit het stadsdeel.

Er is Kies een item. zichtbaar herstel van het straatwerk achter de kade.

4.3 Kritische onderdelen per rakdeel

Uit de ARK beoordeling kunnen onderdelen als zijnde kritisch worden aangemerkt. De kritische onderdelen zijn in de onderstaande tabel per rakdeel weergegeven.

Tabel 3 - Kritische onderdelen (Screenshot uit ARK sheet)

Legenda

1	2	3	4
Niet kritisch	→		Kritisch

Onbekend	3*
----------	----

**Onderzoekresultaten gaven geen inzicht in de staat van het desbetreffende onderdeel. Daarmee wordt 'onbekend' automatisch beoordeeld met een score 3.*

4.4 Bestaande veiligheidsmaatregelen

Rakdeel [Letter]:

[Per rakdeel toelichten welke veiligheidsmaatregelen zijn ingesteld]

Bijlage(n)

Bijlage 1 - Ingevulde ARK-sheet

Bijlage 2 - Foto's en/of tekeningen

In deze bijlage kunnen foto's en tekeningen worden opgenomen die een bijdrage leveren aan de onderbouwing van het advies voor dit rak.

Bijlage 3 - Gebruikte bronnen

Alle bronnen gebruikt bij de ARK-beoordeling

Bron	Versienummer/datum
Waterbodempeiling	
Visuele inspectie onder water	
Houtmonsteranalyse	
Visuele inspectie boven water (schouw)	
Deformatiemeting	
Toestandsinspectie boven water	
<i>Gebruikte archiefstukken</i>	

Bijlage D Kademuur typologieën



Gemeente
Amsterdam

Areaalbenadering – Typologieën

ATH – CB&A – M&DA

30-10-2023



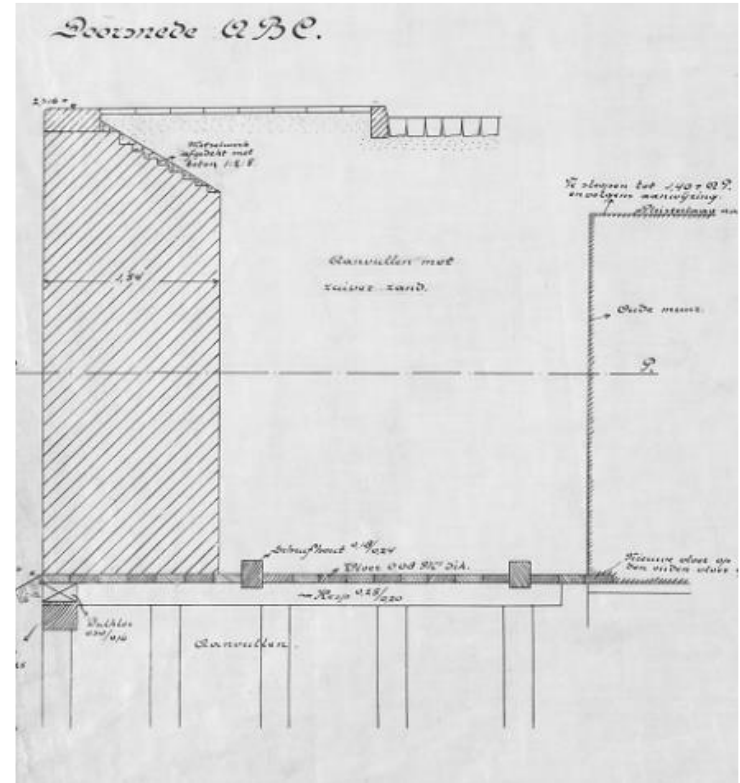
Gemeente
Amsterdam

1. Traditionele gewichtsmuur

Typologieën van kadeconstructies

1.1 Traditionele walmuur

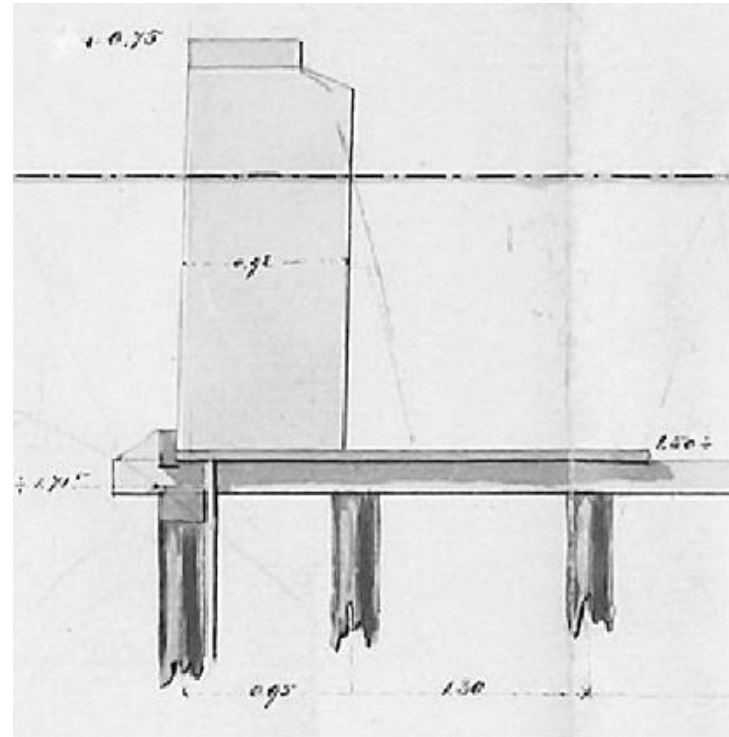
- Bouwperiode: voor en rond 1900
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: te lood
- Onderbouw: hout
- Onderloopsheidscherm: nee
- Bovenbouw: metselwerk
- Locaties: Grachtengordel





1.2 Traditionele walmuur

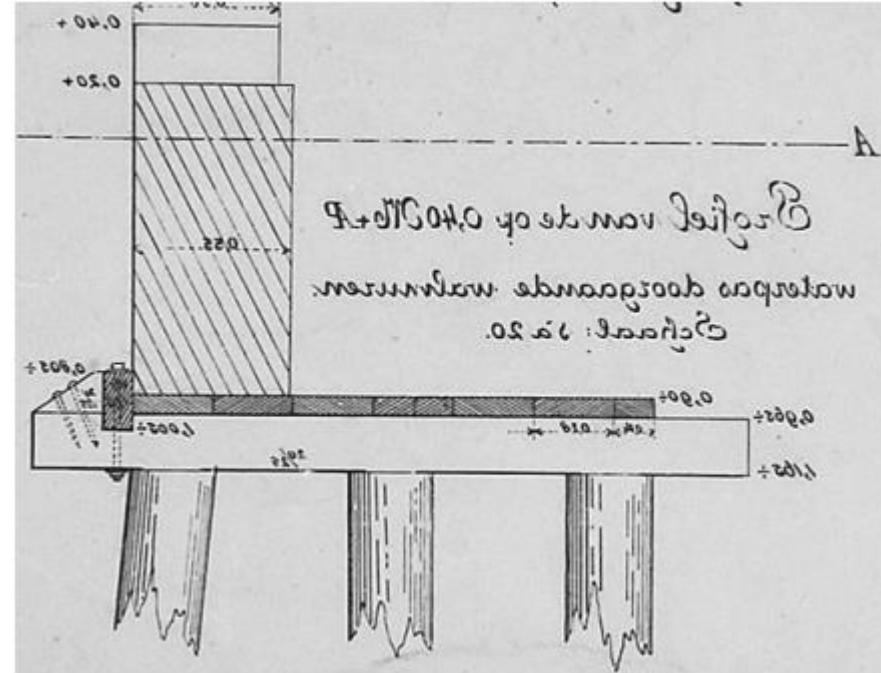
- Bouwperiode: voor en rond 1900
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: te lood
- Onderbouw: hout
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: metselwerk
- Locaties: Grachtengordel, bv NHGo201





1.3 Traditionele walmuur

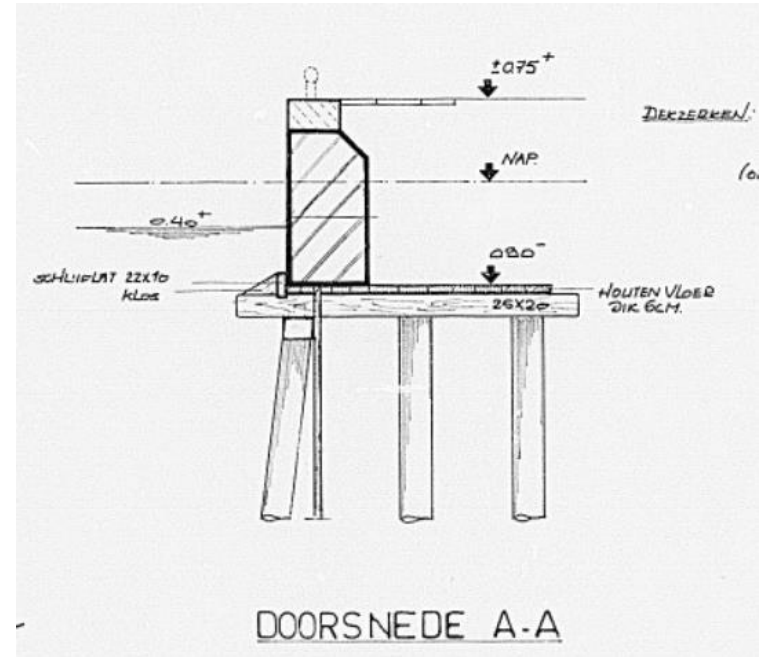
- Bouwperiode: voor en rond 1900
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: schoorpaal + te lood
- Onderbouw: hout
- Onderloopsheidscherm: nee
- Bovenbouw: metselwerk
- Locaties: Grachtengordel





1.4 Traditionele walmuur

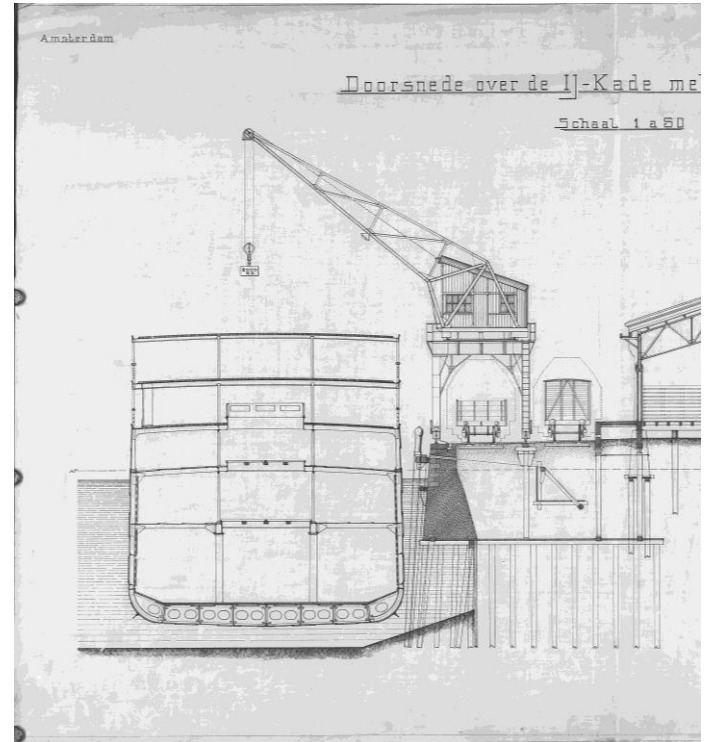
- Bouwperiode: voor en rond 1900
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: schoorpaal + te lood
- Onderbouw: hout
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: metselwerk
- Locaties: Grachtengordel





1.5 Traditionele walmuur

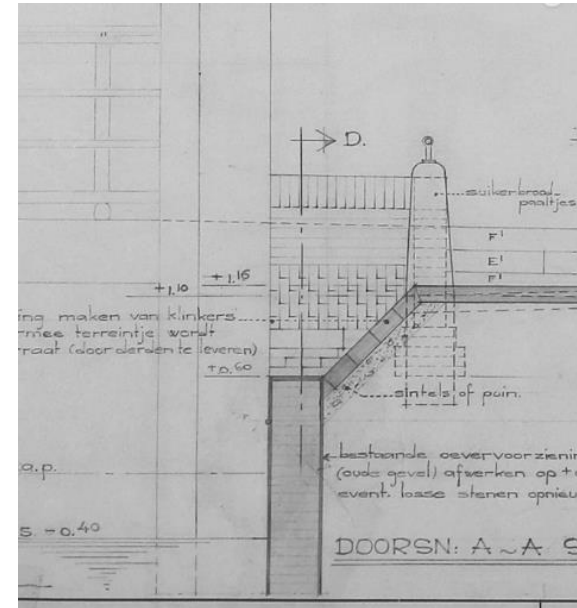
- Bouwperiode: voor en rond 1900
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: schoorpalen + te lood
- Onderbouw: hout
- Onderloopsheidscherm: nee
- Bovenbouw: metselwerk + basaltafwerking
- Grote kerende hoogte
- Locaties: Oostelijk havengebied





1.6 Traditionele walmuur

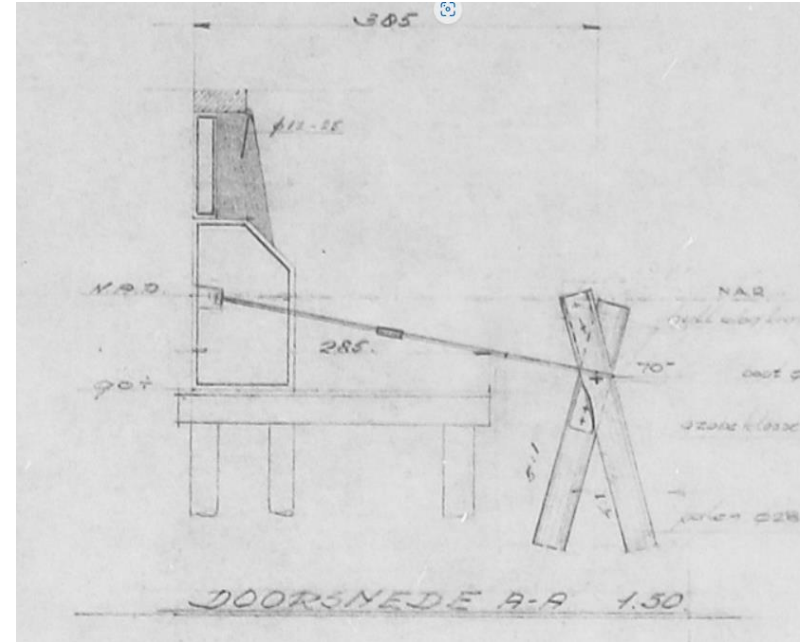
- Bouwperiode: voor en rond 1900
- Fundering: metselwerk of beton
- Paalconfiguratie: -
- Onderbouw: hout/beton
- Onderloopsheidscherm: nee
- Bovenbouw: metselwerk
- Locaties: GDK0101/ LYG1302 (rechts)





1.7 Traditionele walmuur

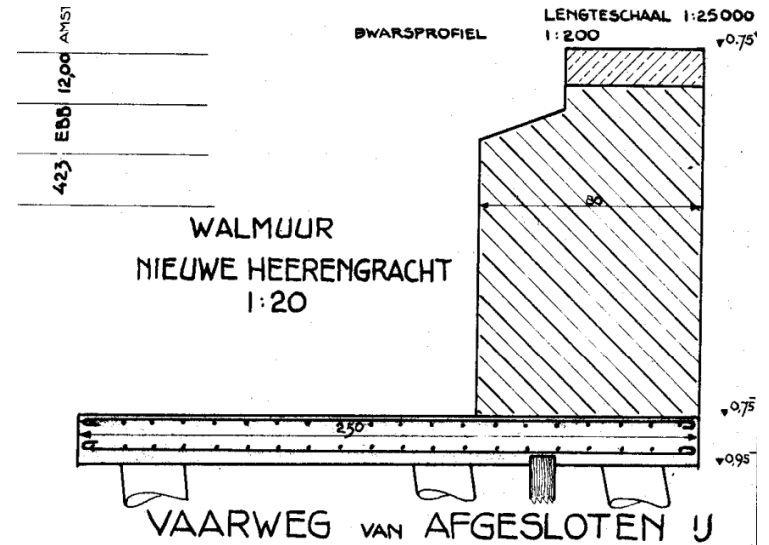
- Bouwperiode: voor en rond 1900 met renovatie 1960
- Fundering: Hout
- Paalconfiguratie: -
- Onderbouw: hout
- Onderloopsheidscherm:
- Ankers: Later toegevoegde anker
- Bovenbouw: metselwerk met een latere optopping van beton
- Locaties: NKG, NPG





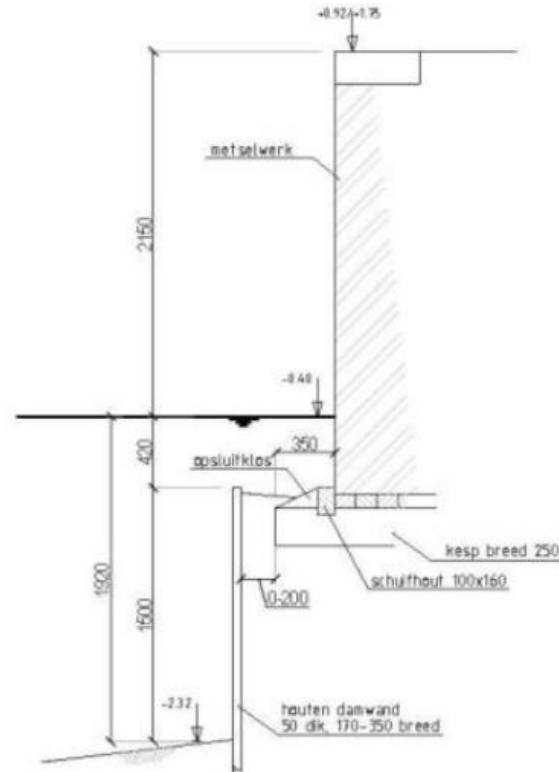
1.8 Traditionele walmuur

- Bouwperiode:
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: drukpalen
- Onderbouw: beton
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: metselwerk
- Locaties: bv. Nieuwe Herengracht



1.9 Traditionele walmuur

- Bouwperiode: voor en rond 1900
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: te lood
- Veiligheidsconstructie: houten scherm
- Onderbouw: hout
- Onderloopsheidscherm: nee
- Bovenbouw: metselwerk
- Locaties: Grachtengordel





Gemeente
Amsterdam

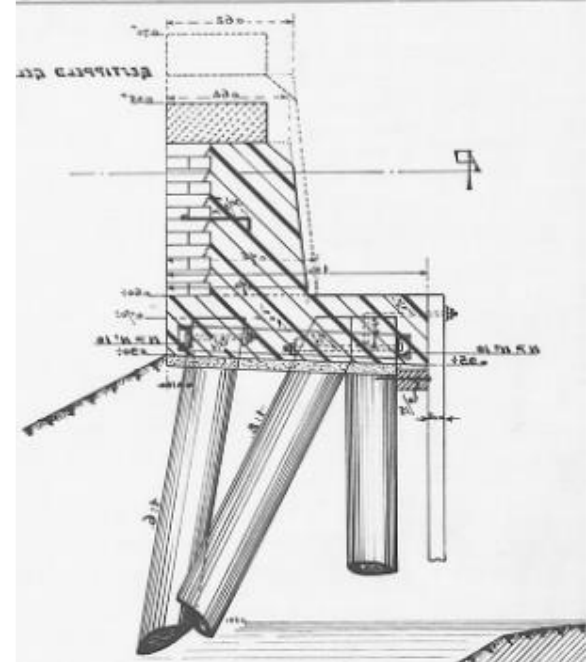
2. Betonnen L-muur

Typologieën van kadeconstructies



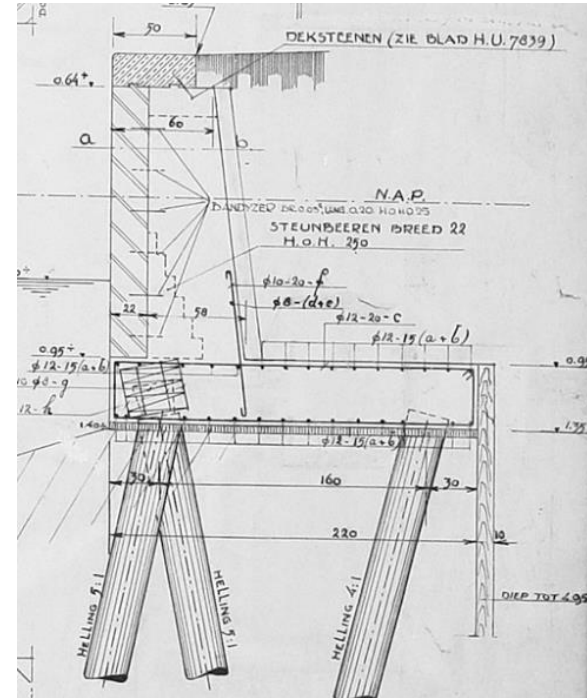
2.1 L-muur

- Bouwperiode: rond 1920
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: drukpalen + te lood paal
- Onderbouw: (ongewapend)beton
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: (ongewapend)beton + voormetseling
- Locaties: Kostverlorenvaart



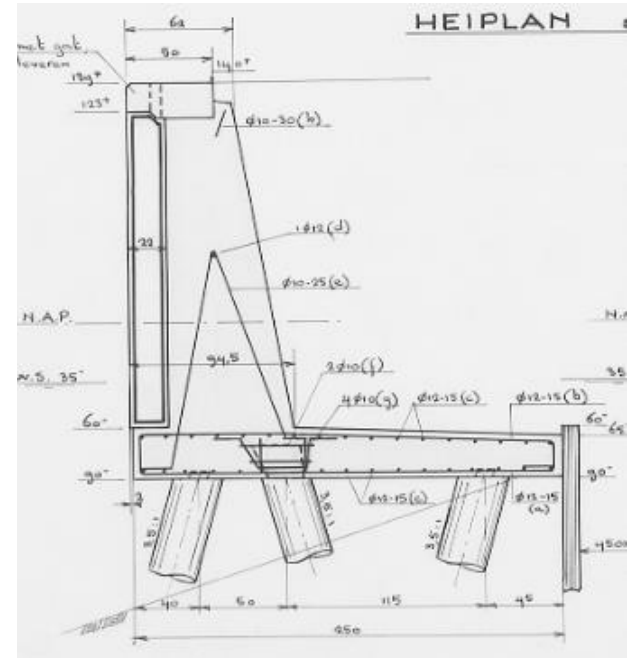
2.2 L-muur

- Bouwperiode: rond 1930 – 1940
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: bok constructie
- Onderbouw: gewapend beton
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: beton + voormetseling
- Locaties: HEGo802



2.3 L-muur

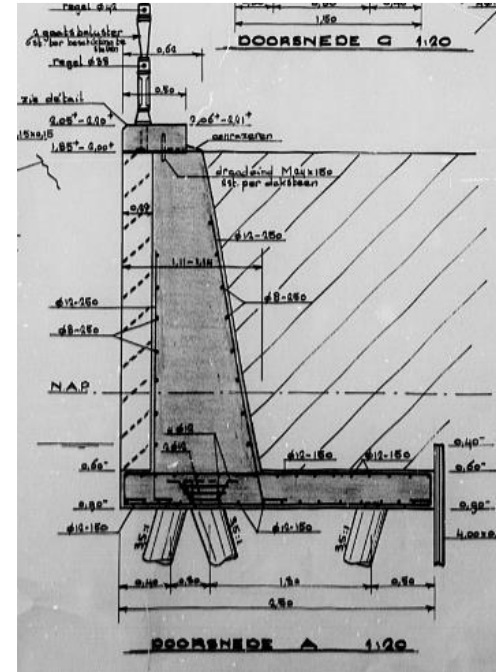
- Bouwperiode: rond 1950 – 1960 - 1970
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: bok constructie
- Onderbouw: gewapend beton
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: gewapend beton + voormetseling
- Locaties: KZGo8o2





2.4 L-muur

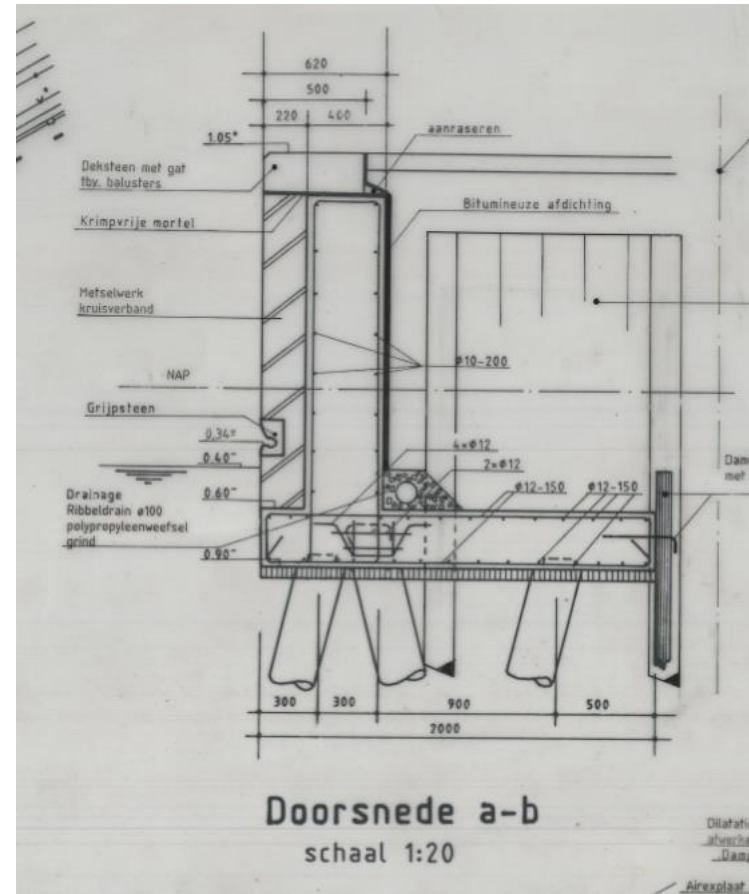
- Bouwperiode: rond 1980
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: bok constructie
- Onderbouw: gewapend beton
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: gewapend beton + voormetseling
- Locaties: Rechtsboomsloot





2.5 L-muur

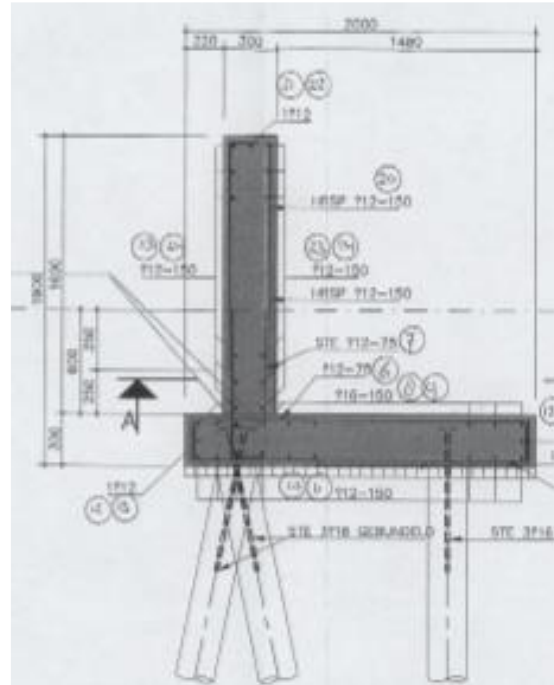
- Bouwperiode: rond 1990 +
- Fundering: houten palen
- Paalconfiguratie: bok constructie
- Onderbouw: gewapend beton
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: gewapend beton + voormetseling
- Locaties: HEGo8o1





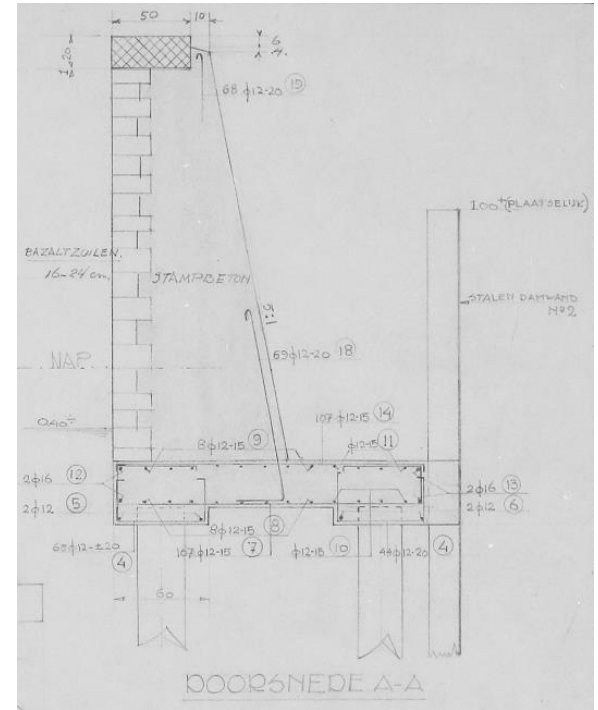
2.7 L-muur

- Bouwperiode: rond 2000 +
- Fundering: stalenbuispalen
- Paalconfiguratie: bok constructie
- Onderbouw: gewapend beton
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: gewapend beton + voormetseling
- Locaties:



2.8 L-muur

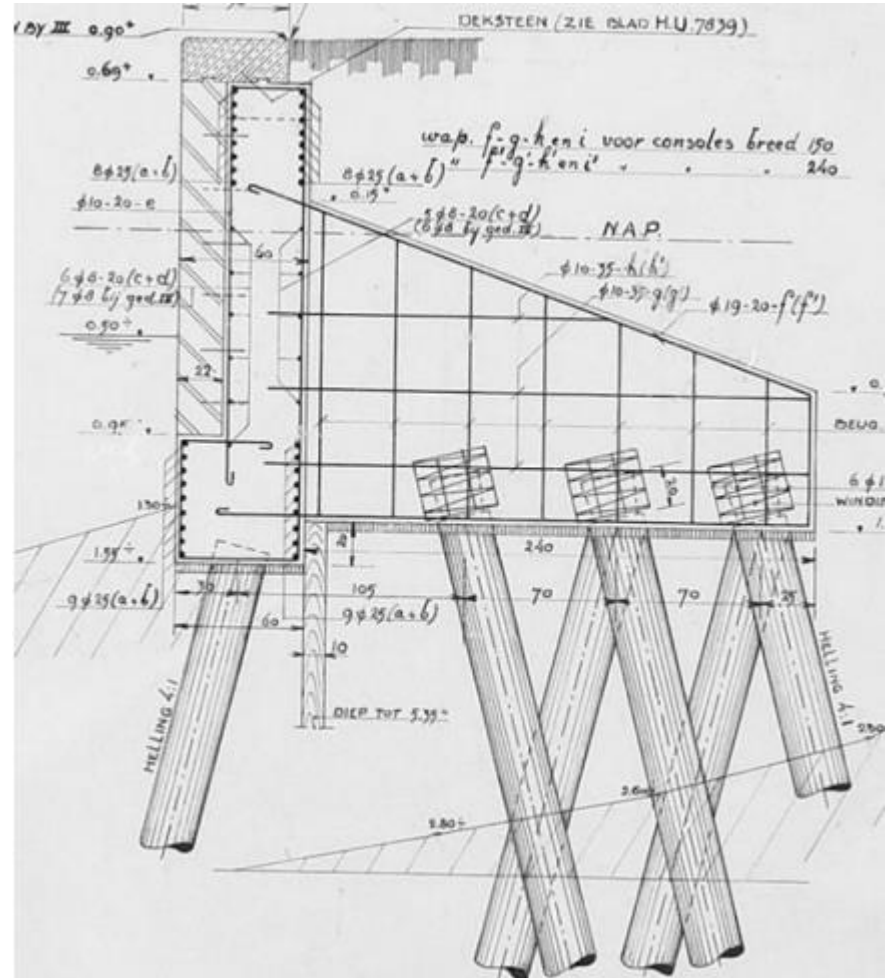
- Bouwperiode: rond 1950 – 1960
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: te loodpalen
- Onderbouw: gewapend beton
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: gewapend beton + voormetseling
- Locaties: NHGo203





2.9 L-muur

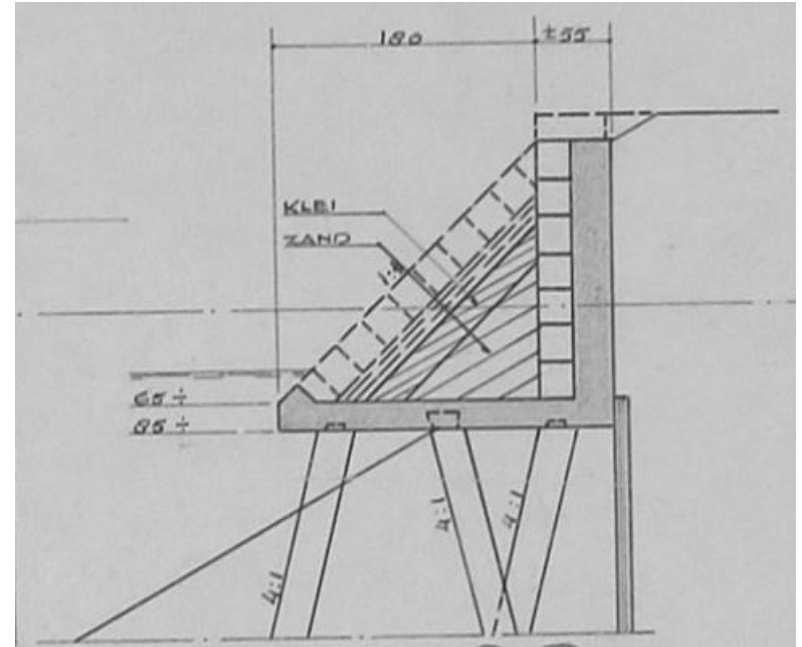
- Bouwperiode: rond 1940
- Fundering: hout
- Paalconfiguratie: bok constructie
- Onderbouw: gewapend beton
- Onderloopsheidscherm: ja
- Bovenbouw: gewapend beton + voormetseling
- Locaties: KZGo8o2





2.10 L-muur

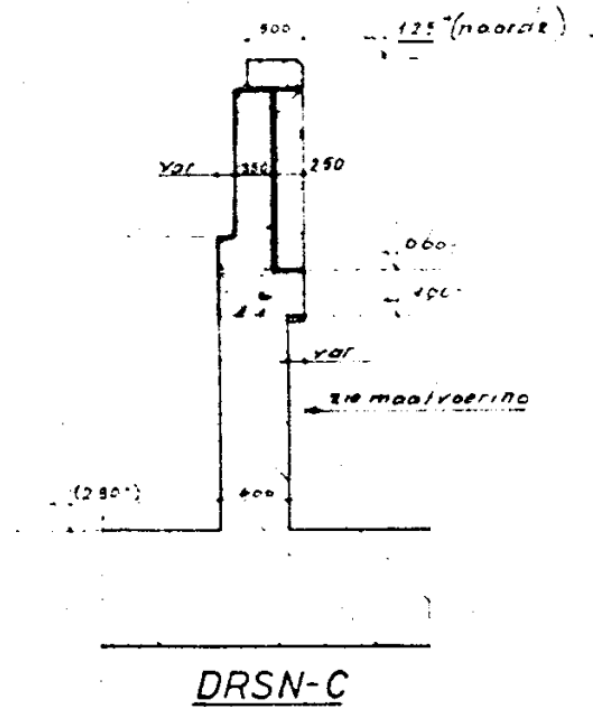
- Bouwperiode: 1950
- Fundering: paalfundering
- Paalconfiguratie: bok
- Onderbouw: beton
- Onderloopsheidscherm: hout
- Bovenbouw: beton + (basalt)stenen
- Locaties: Sin1101





2.12 L-muur

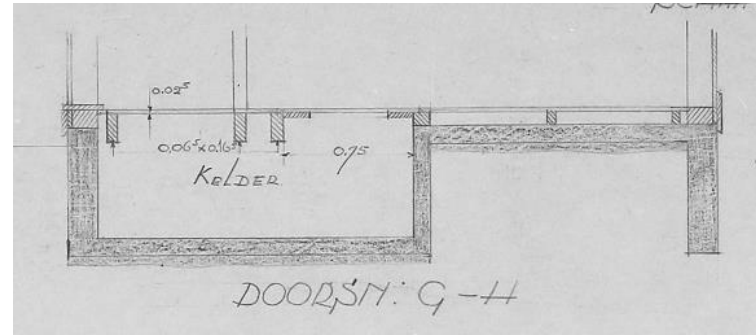
- Bouwperiode: rond 1970
- Fundering: tunnelbuis
- Paalconfiguratie: -
- Onderbouw: Betonwand
- Onderloopsheidscherm: n.v.t.
- Bovenbouw: beton + metselwerk
- Locaties: Oost-West
metrolijn Weesperstraat / RBS0103
/ RBS0104





2.13 L-muur

- Bouwperiode:
- Fundering: kelder
- Paalconfiguratie: -
- Onderbouw: Betonwand
- Onderloopsheidscherm:
- Bovenbouw: beton + metselwerk
- Locaties: AMS0305





Gemeente
Amsterdam

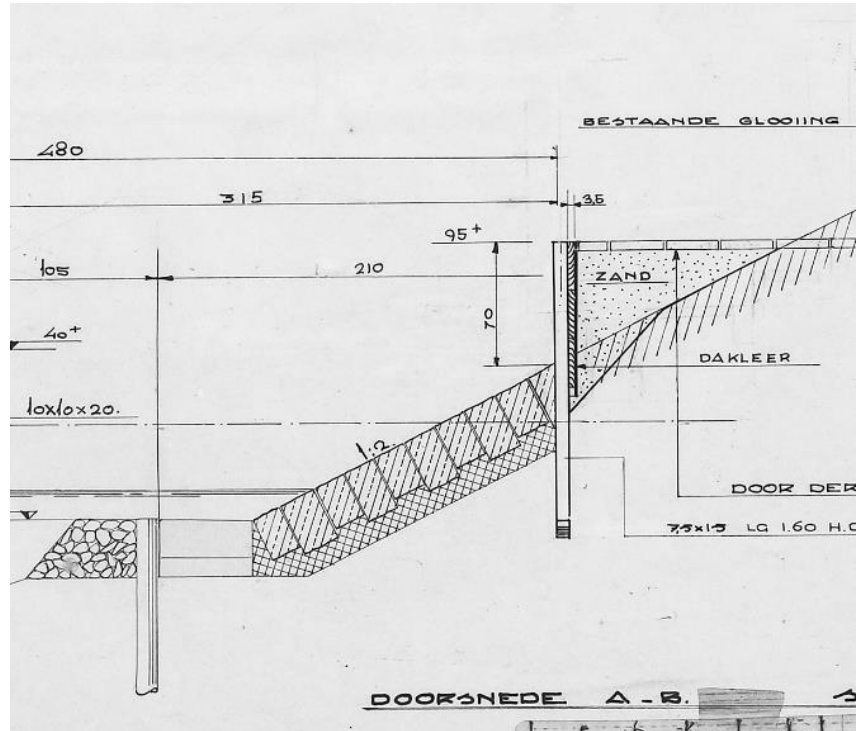
3. Glooiingen

Typologieën van kadeconstructies



3.1 Glooiing

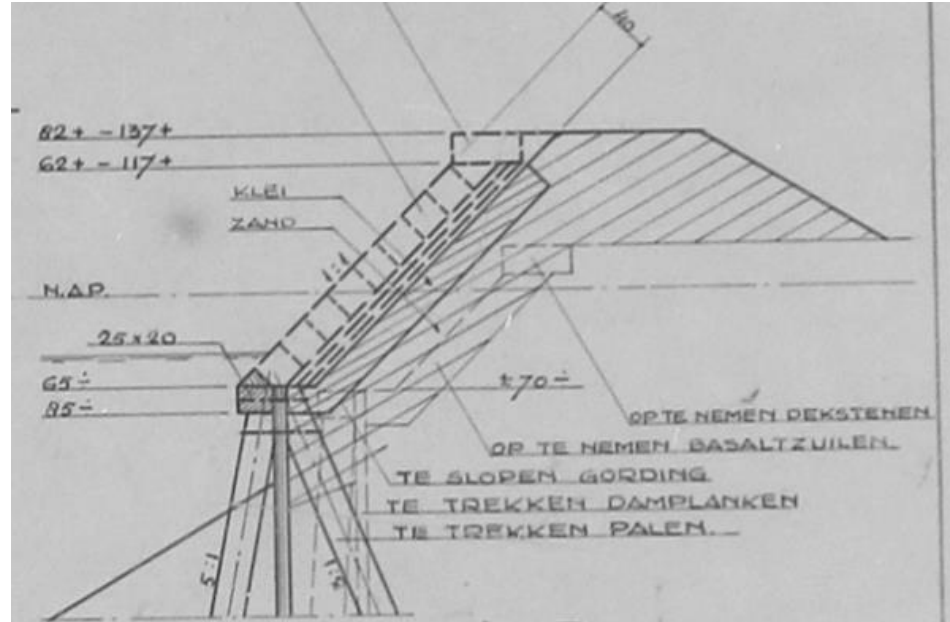
- Bouwperiode:
- Fundering: perkoenpaaltjes
- Paalconfiguratie: n.v.t.
- Onderbouw: n.v.t.
- Onderloopsheidscherm: soms
- Bovenbouw: (basalt)stenen
- Locaties: Singel, Wittenburgervaart





3.2 Glooiing

- Bouwperiode: 1950
- Fundering: paalfundering
- Paalconfiguratie: bok
- Onderbouw: n.v.t.
- Onderloopsheidscherm: hout
- Bovenbouw: (basalt)stenen
- Locaties: Sin1101





Gemeente
Amsterdam

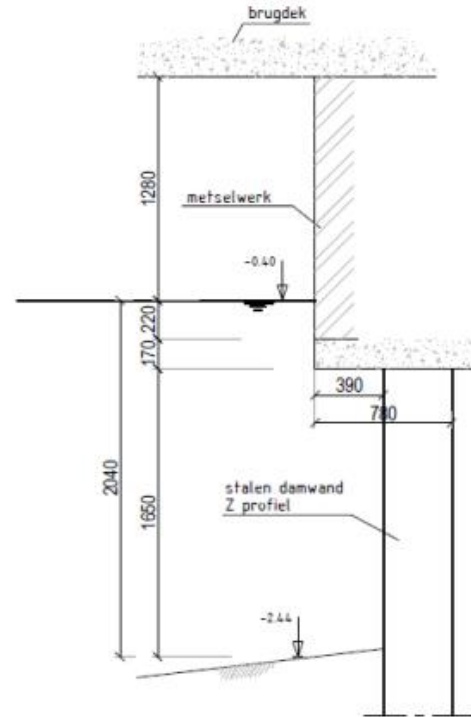
4. Damwanden

Typologieën van kadeconstructies



4.1 Damwand

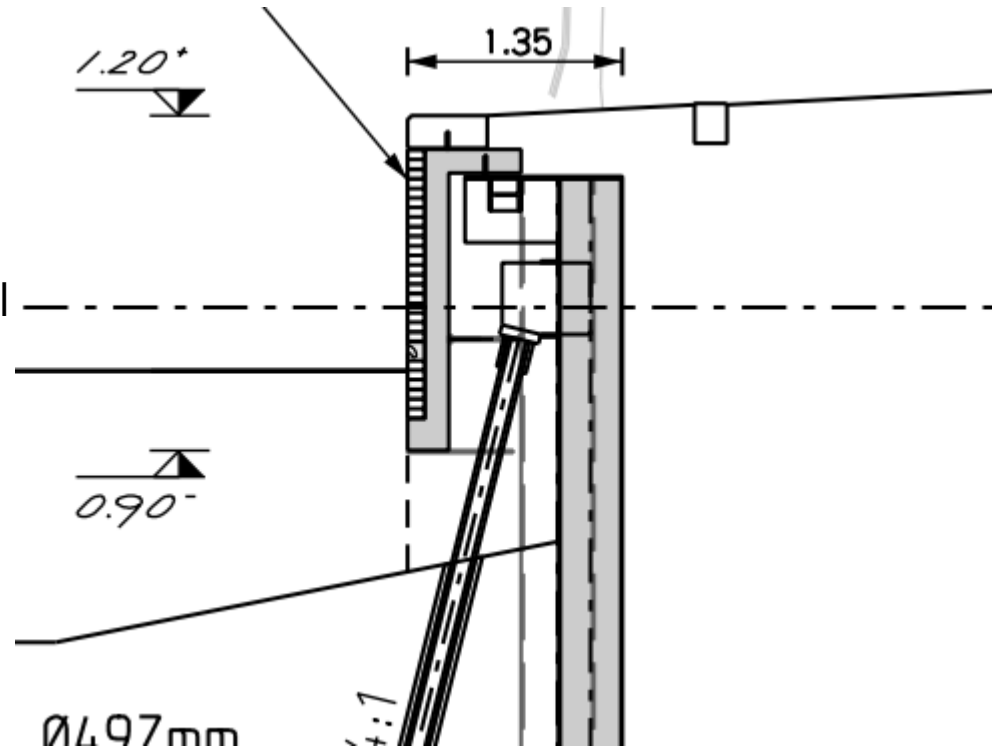
- Bouwperiode:
- Fundering: Damwand
- Paalconfiguratie: te lood
- Onderbouw: n.v.t.
- Onderloopsheidscherm: n.v.t.
- Bovenbouw: metselwerk
- Locaties: LYG1302





4.2 Damwand

- Bouwperiode: 1990 tot heden
- Fundering: damwand
- Paalconfiguratie: te lood + schoorpaal
- Onderbouw: n.v.t.
- Onderloopsheidscherm: n.v.t.
- Bovenbouw: voorhangscherm
- Locaties: Kromboomsloot



Bijlage E Objectdefinities

Elementengroep: Een groep elementen die gezamenlijk een bepaalde elementengroep van een kade vormen. Hierin zijn drie elementengroepen te onderscheiden: bovenbouw, onderbouw en fundering.

Element: Een element is een fysiek onderdeel van een bouwwerk; een element kan ook een samenstelling zijn van meerdere bouwdelen.

Bouwdeel: Een zelfstandig en aanwijsbaar deel van een element, onderscheiden naar samenstelling of constructiewijze, bestaande uit één of meer componenten waaraan technische eigenschappen en een onderhoudshistorie kunnen worden gerelateerd.

In onderstaande tabel zijn de definities van de elementengroepen en elementen van een gewichtsconstructie beschreven.

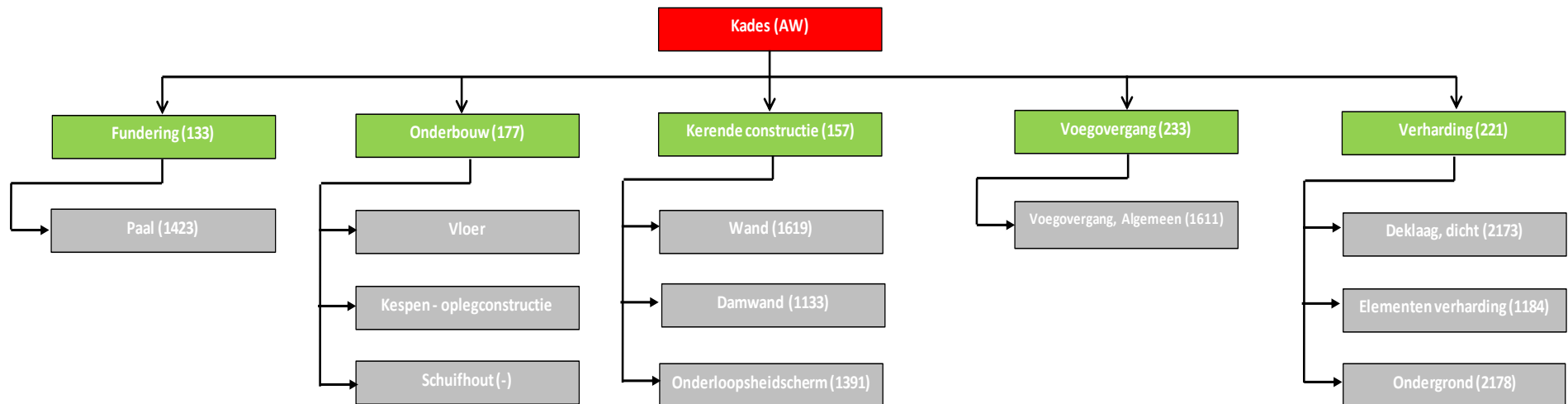
Element	Definitie	Bouwdeel	Definitie
Verharding	Verharding van het achterliggende gebied in de openbare ruimte	Parkeervakken, rijbaan, voet- / fietspaden	Klinkerbestrating of asfalt
Voegovergang / dilatatievoeg		Voegovergang, algemeen	Constructieve voegovergang tussen 2 kademuur elementen t.b.v. het opvangen van krimp en uitzetting
Kerende constructie	De verticale delen van de constructie die als grondkering functioneren.	Wand	Het gedeelte kademuur dat loopt vanaf het maaiveld tot de bovenzijde van de vloer.
		Damwand	Verticale kering die in zijn geheel de functioneert als grondkering

Element	Definitie	Bouwdeel	Definitie
		Onder/achter loopsheidscherm	De verticale kering die meestal vanaf vloerniveau de bodem in gaat om gronduitspoeling richting de gracht te voorkomen.
Onderbouw	De gehele constructie die zich onder de wand (inclusief de fundering) bevindt.	Vloer	Houten vloerplanken die op de kespen liggen, of een betonnen vloer, om de grond en het metselwerk te dragen.
		Kespen - oplegconstructie	Een houten draagbalk in dwarsrichting op de kademuur die de belastingen vanuit de vloer verdeeld over de palen.
		Langshout / Schuifhout	Een houten balk die in langsrichting op de kespen en voor of in het metselwerk ligt en voorkomt dat het metselwerk van de vloer af kan schuiven.

Element	Definitie	Bouwdeel	Definitie
Fundering	Het onderdeel van de onderbouw van een kademuur, dat zorgt voor de overdracht van alle belastingen aan de draagkrachtige vaste (zand)grondlaag.	Paal	Een paal is een langwerpig voorwerp van hout, beton of staal of een combinatie van deze materialen.

Decompositie kadeconstructie

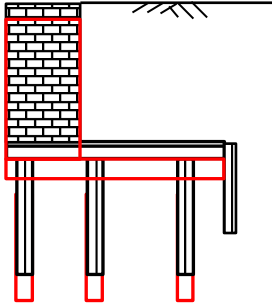
In onderstaand figuur is de decompositie in elementen en bouwdelen weergegeven conform de NEN 2767-4.



Bijlage F **Bezwijkmechanismen type 1**

kademuur

Het bezwijken van een kadeconstructie kan zijn gebeurd door een of meerdere bezwijkmechanismen. In de volgende paragrafen wordt beschreven op welke onderdelen de kademuur kan bezwijken en worden de diverse bezwijkmechanismen beschreven met wat daarbij de signalen, oorzaken en beheersmaatregelen kunnen zijn en met welke controles je het risico kan verkleinen.

1. Overschrijden van het verticaal geotechnisch draagvermogen	
<p>Omschrijving</p> <p>Hierbij bezwijkt de fundering op geotechnisch draagkracht van de ondergrond. (Geen acuut bezwijkgevaar)</p>	
<p>Signalen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scheuren in het metselwerk. ▪ (lokale) deformatie van de constructie. ▪ Rotatie van de constructie. ▪ Maaiveldzetting (ongelijkmatig) 	
<p>Oorzaken</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Overbelasting van de constructie. ▪ (lokaal) slechte ondergrond. ▪ Beschadiging/aantasting van de palen. 	
<p>Risico's</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deformatie/schade van de constructie en mogelijk achterliggende constructies. 	

2. Horizontale verplaatsing van de constructie.

Omschrijving

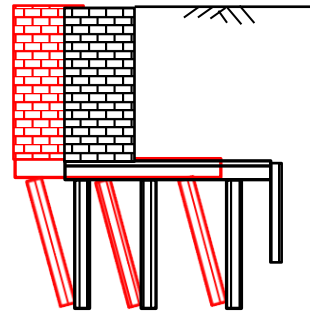
De kadeconstructie verplaatst in zijn geheel richting het water.

Signalen

- Scheuren in het metselwerk.
- Maaiveldzetting (ongelijkmatig)
- Horizontale verplaatsing constructie. (in langsrichting ontstaat een gebogen constructie)

Oorzaken

- Overbelasting van de constructie.
- Verdwenen waterbodem/ontgronding
- Aangetaste funderingspalen



Risico's

- Bezijken van de funderingspaal (extra spanningen en belastingen in de palen)
- Deformatie/(acuut) bezijken van kademuur met gevolgen voor achterliggende constructies (verlies van functie).

3. Constructief bezwijken van de palen (sterkte)

Omschrijving

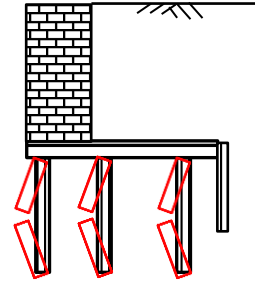
De palen bezwijken op sterkte (druk, trek, buiging, knik en afschuiving).

Signalen

- Scheuren in het metselwerk.
- (lokale) zetting van de constructie.
- Rotatie van de constructie.

Oorzaken

- Overbelasting van de constructie.
- Aantasting van de palen.
- Beschadiging van de palen.
- Verdwenen waterbodem/ontgronding



Risico's

- Deformatie/schade van de constructie en mogelijk achterliggende constructies (leidingen en bebouwing)
- (Acuut) bezwijken van kademuur met gevolgen voor achterliggende constructies (verlies van functie).

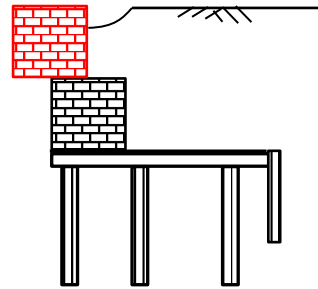
4. Constructief bezwijken van de constructieve wand

Omschrijving

Het materiaal van de wand bezwijkt op sterkte of vervorming.

Signalen

- Scheuren in het metselwerk.
- Los zittende stenen (open voegen).
- Zetting in het maaiveld.
- Horizontale verplaatsing constructie. (in langsrichting ontstaat een gebogen constructie)



Oorzaken

- Overbelasting van de constructie.
- Beschadiging metselwerk.
- Slecht metselwerk.

Risico's

- Deformatie/schade van de constructie en mogelijk achterliggende constructies
- (Lokaal) bezwijken van kademuur met gevolgen voor achterliggende constructies (verlies van functie).

5. Kantelen van de metselwerkwand	
Omschrijving De metselwerk wand roteert/kantelt over de vloer richting de waterzijde.	
Signalen <ul style="list-style-type: none">▪ Scheuren in het metselwerk.▪ (lokale) zetting in het maaiveld.▪ Rotatie van de constructie.	
Oorzaken <ul style="list-style-type: none">▪ Overbelasting van de constructie.(maaiveld, troskrachten).	
Risico's <ul style="list-style-type: none">▪ Deformatie/bezwijken van kademuur met gevolgen voor achterliggende constructies (verlies van functie).	

6. Horizontale verplaatsing (afschuiving) van de wand.

Omschrijving

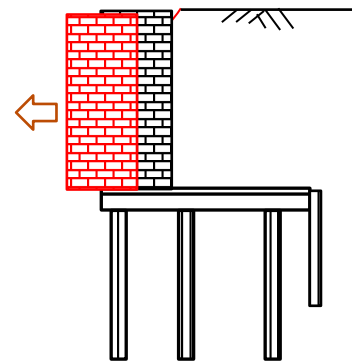
De wand van de kade schuift van de vloer. Wanneer er schuifhout aanwezig is aan de voorzijde van de kademuur worden de risico's van dit bezwijkmechanisme verkleind. Door aantasting kan het schuifhout zijn functie weer verliezen.

Signalen

- Scheuren in het metselwerk.
- Zetting in het achterliggende maaiveld.
- Horizontale verplaatsing constructie. (in langsrichting ontstaat een gebogen constructie)

Oorzaken

- Overbelasting van de constructie. (Verkeer, maaiveld, troskrachten)
- (Zwaar)aangetast/beschadigd schuifhout



Risico's

- Schade aan metselwerk.
- Deformatie/bezweijken van kademuur (kademuur scheurt en schuift van de vloer af) met gevolgen voor achterliggende constructies (leidingen en bebouwing) en verlies van functie.

7. Constructief bezwijken van de kespren

Omschrijving

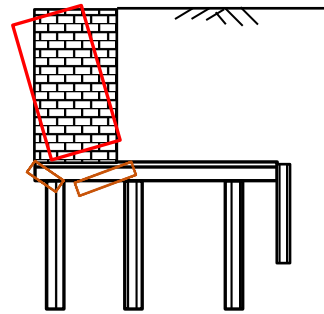
De kespren bezwijken.

Signalen

- Scheuren in het metselwerk.
- (Lokale) zetting in het maaiveld.
- Rotatie van de wand.
- Zetting van de wand.

Oorzaken

- Overbelasting van de constructie.
- Aantasting van het kesprenhout
- Beschadiging van het kesprenhout



Risico's

Deformatie/schade van de constructie en mogelijk achterliggende constructies.

8. Constructief bezwijken van de vloer

Omschrijving

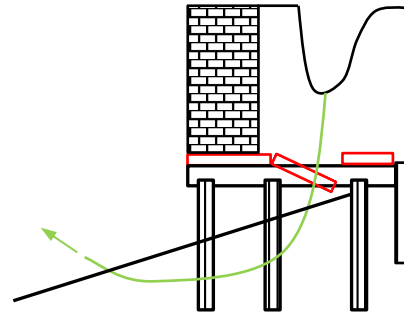
De planken van het vloerhout bezwijken.

Signalen

- Zetting in het maaiveld.
- Openstaande voegen in het straatwerk.
- Verstoring van de waterbodem. (meer grond voor de kade)

Oorzaken

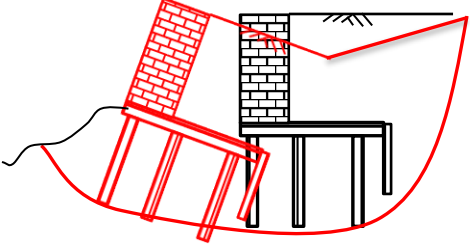
- Overbelasting van de constructie.
- Aangetast hout.
- Kapotte kespunten



Risico's

Deformatie/schade van het maaiveld en mogelijk achterliggende constructies.

9. Het niet aanwezig zijn of het bezwijken van het onderloopsheidscherm (interne erosie, onderloopsheid, piping)	
Omschrijving Door het ontbreken van een onderloopsheidscherm of door een tekort of aangetast onderloopsheidscherm ontstaan er grondstromen die zettingen in het maaiveld geven.	
Signalen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zettingen in het maaiveld (kuilen). 	
Oorzaken <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kapot onderloopsheidscherm. ▪ Ontgronding in de waterbodem. ▪ Grote waterstand verschillen. (grondwater stromen) 	
Risico's <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deformatie van het maaiveld met mogelijke gevolgen voor leidingen en bebouwing. ▪ Bij grote gronduitspoeling kunnen er grote gaten ontstaan in het achterliggende maaiveld, zogenaamde zinkgaten. 	

10. Overschrijden van de algemene stabiliteit	
Omschrijving Door het ontstaan van een glijvlak schuift de kade muur inclusief de grond in zijn geheel af richting het water.	
Signalen <ul style="list-style-type: none">▪ Scheuren in het metselwerk.▪ (lokale) zetting van de constructie.▪ Rotatie van de constructie.▪ Zettingsscheuren in de constructie.▪ Zettingen van de ondergrond.	
Oorzaken <ul style="list-style-type: none">▪ Overbelasting van de constructie.▪ Verdwenen waterbodem.▪ Uitspelen van grond.▪ Grote waterstand verschillen▪ Aangetaste fundering.	
Risico's <ul style="list-style-type: none">▪ Deformatie/schade van de constructie en mogelijk achterliggende constructies▪ Bezwijken van kade muur met gevolgen voor achterliggende constructies (verlies van functie).	

Bijlage G Onderbouwing bepaling aantasting houten palen



Notitie

Aan ARK 2.0 TEAM
Van L. Neijzing, CB&S (PBK), , lneijzing@amsterdam.nl
Kopie aan R. Voortman
Datum 20 oktober 2023
Ons kenmerk -
Bijlage(n) 1 Resultaten 6 TAK berekeningen

Onderwerp Onderbouwing paaltoets ARK

Inleiding

In de ARK wordt in bij het tabblad Onderbouw & Fundering bepaald of een paal in slechte, gemiddelde of goede staat is. De staat wordt bepaald door de oorspronkelijke diameter te verminderen met de aantasting en dan het resterende gezonde hout te toetsen op druk en buiging (bepaald uit de TAK berekeningen) conform de rekenregels van de Eurocode en beschrijving in het TAK 3.2. In deze notitie wordt toegelicht hoe de grenswaarden voor slecht gemiddeld en goed bepaald zijn.

Tak berekeningen

Voor de validatie van TAK 3.2 zijn een aantal rakken met verschillende uitgangspunten/parameters doorgerekend en getoetst. In deze berekeningen zijn voor een aantal vastgestelde belastingcombinaties (TAK 3.2) met Plaxis de snedekrachten bepaald in de palen. Voor meerdere rakken worden de snedekrachten van de 1^e palenrij vergeleken en wordt er een maximum, minimum en gemiddelde bepaald. Met deze maximum, minimum en gemiddelde waarde wordt vervolgens gekeken wanneer een paaldiameter nog voldoet op druk en druk + buiging. Hiermee kan worden gevonden bij welke paaldiameter een paal nog voldoet ($U.C > 1$) en wanneer een paal niet meer voldoet ($U.C < 1$).

De takberekeningen van de volgende rakken zijn onderzocht:

- Type 1 constructie (LOG0101, LOG0201, HEG0201, KZG0101, RBS0101)
- Type 2 constructie (SIN0501-D)

Uitgangspunten

- Gekeken wordt voor 1 jaar (huidige situatie)
- Gebruikte belastingscombinaties in TAK 3.2 berekeningen:
 - o UGT 1 en UGT 3 (Afkeurniveau)

Tabel 5-2 Toe te passen combinatiefactoren bij de te beschouwen belastingcombinaties

Belastingen permanent	BC ₁	BC ₂	BC ₃	BC ₄ ¹
Parkeerbelasting	1,0	1,0	0	0
Boombelasting (eigen gewicht) ²	0	0	0	1,0
Belastingen variabel	BC ₁	BC ₂	BC ₃	BC ₄ ¹
Verkeersbelasting	1,0	0,8	0	0,8
Haalkom/bolderbelasting	0,3	1,0	0,3	0,3
Evenementbelasting (mensenmassa)	0	0	1,0	0
Boombelasting ² (wind)	0,3	0,3	0	1,0

¹ Indien boombelasting van toepassing is conform paragraaf 5.3

² Boombelasting (eigen gewicht en wind) dient niet gecombineerd te worden met parkeerbelasting

- Gekeken naar een minimum, maximum en een gemiddelde van de waarden.
- Beschouwing alleen gemaakt op 1^e palenrij omdat de aantasting van houten palen voornamelijk wordt bepaald op de 1^e palenrij.

Bepalen van de kritische diameters type 1 (Druk + buiging)

Deze gevonden waarden worden ingevoerd in de spreadsheet toets houten paalfundering (TAK 3.2) om per diameter te Unity checks te bepalen in een situatie met druk + buiging.

Voor de vijf type 1 rakken wordt hieronder het verzamelde resultaat weergegeven:

Type 1		1 ^e palenrij		
		M	Q	N
	Periode	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
Gemiddeld	1 – jaar	5,0	2,5	-38,8
Max	1 - jaar	14,1	9,8	-14,5
Min	1 - jaar	0,1	-0,4	-52,8

Tabel 1 - Verzamelde resultaten van de 5 rakken type 1.

In de onderstaande tabel zijn met de waarden van type 1 - 4 situaties van druk en buiging gecombineerd.

1. Druk maximaal en Moment gemiddeld
2. Druk gemiddeld en Moment maximaal
3. Maximale druk en Maximaal moment
4. Maximale druk en Gemiddeld moment (zonder 1 extreme)*

*In de resultanten van type 1 is 1 maximaal moment afwijkend veel groter (zie bijlage 1) ten opzichte van alle andere momenten. Uit het maximaal moment is nu deze maximale waarde verwijderd.

Type 1				
Diameter [mm]	N_{max} / M_{gem} 55 [kN] / 5 [kNm]	N_{gem} / M_{max} 40 [kN] / 14 [kNm]	N_{max} / M_{max} 55 [kN] / 14 [kNm]	N_{max} / M_{max-1} 55 [kN] / 10 [kNm]
100	4,25	11,20	11,34	8,19
110	3,17	8,40	8,50	6,13
120	2,43	6,46	6,53	4,71
130	1,90	5,08	5,13	3,70
140	1,52	4,06	4,10	2,95
150	1,23	3,30	3,33	2,40
160	1,01	2,72	2,74	1,97
170	0,84	2,27	2,28	1,64
180	0,71	1,91	1,92	1,38
190	0,60	1,62	1,63	1,17
200	0,51	1,39	1,40	1,00
210	0,44	1,20	1,21	0,87
220	0,38	1,04	1,05	0,75
230	0,33	0,91	0,92	0,66
240	0,29	0,80	0,81	0,58
250	0,26	0,71	0,71	0,51
260	0,23	0,63	0,63	0,46
270	0,21	0,56	0,57	0,41
280	0,18	0,51	0,51	0,36

Tabel 2 - Unity check per paal diameter en druk + buiging combinatie

Conclusie Type 1

Uit bovenstaande tabel is te zien dat bij een gemiddeld moment de ondergrens 170 mm is. De bovengrens is 230 mm als gevolg van 1 extreem moment berekend in TAK LOGo2o1. Wanneer dit maximale moment wordt verwijderd uit de extremen dan is de bovengrens 200 mm.

Voor de ARK 2.0 wordt voor de kademuur op loodpalen de grensdiameter van 170 mm aangehouden voor een slechte paal en een grensdiameter van 200 mm voor een goede paal. Alles daartussen wordt a als gemiddeld gezien. Wanneer uit nieuwe berekeningen blijkt dat de gemiddelde momenten groter zijn dan hier zijn aangehouden dan moeten de grensdiameters naar boven worden bijgesteld.

Bepalen van de kritische diameters type 2 (Alleen druk)

Deze gevonden waarden worden ingevoerd in de spreadsheet toets houten paalfundering (TAK 3.2) om per diameter te Unity checks te bepalen in een situatie met alleen druk.

Voor type 2 worden alleen de verzamelde resultaten van RAKSIN0501-D gebruikt.

Type 2		1 ^e palenrij		
		M	Q	N
	Periode	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
Gemiddeld	1 - jaar	2,7	0,5	-113,7
Max	1 - jaar	2,7	0,9	-112,8
Min	1 - jaar	2,7	0,1	-114,6

Tabel 3 - Verzamelde resultaten van 1 rak type 2.

Bepalen UC voor zowel type 1 als type 2 met de gemiddelde en maximale drukkracht

type 1			Type 2		
Diameter [mm]	N _{gem} 40[kN]	N _{max} 55 [kN]	Diameter [mm]	N _{gem} 120[kN]	N _{max} 130 [kN]
100	0,4	0,56	100	1,21	1,31
110	0,33	0,46	110	1,00	1,09
120	0,28	0,39	120	0,84	0,91
130	0,24	0,33	130	0,72	0,78
140	0,21	0,28	140	0,62	0,67
150	0,18	0,25	150	0,54	0,58
160	0,16	0,22	160	0,47	0,51
170	0,14	0,19	170	0,42	0,45
180	0,12	0,17	180	0,37	0,41
190	0,11	0,15	190	0,34	0,36
200	0,01	0,14	200	0,30	0,33
210	0,09	0,13	210	0,27	0,3
220	0,08	0,11	220	0,25	0,27
230	0,08	0,11	230	0,23	0,25
240	0,07	0,1	240	0,21	0,23
250	0,06	0,09	250	0,19	0,21
260	0,06	0,08	260	0,18	0,19
270	0,06	0,08	270	0,17	0,18
280	0,05	0,07	280	0,15	0,17

Tabel 4 - Unity checks per paal diameter en drukkracht

Conclusie type 2

Wanneer een kademuur (nagenoeg) alleen op druk belast wordt dan mag de diameter behoorlijk afnemen. Dit is het geval voor type 2 constructies waarbij de palen in een zogenaamde bok staan en waarbij de palen zuiver op trek en druk worden belast. Uit de bovenstaande tabel (rechterzijde) is te zien dat bij een diameter van 120 mm bij een kracht van 130 kN een UC < 1,0 heeft.

Bijlage 1 – Alle bevindingen beschouwde rakken

LOG-0102 (mv = +1,2 m NAP)			1 ^e palenrij		
			M	Q	N
Belastingcombinatie	Periode	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	
1	UGT 1 – kop	1 - jaar	2,27	2,73	-14,5
2	UGT 1 – Veld	1 - jaar	3,51	1,58	-24,63
3	UGT 3 – Kop	1 - jaar	2,84	3,01	-15,89
4	UGT 3 – Veld	1 - jaar	4,12	2,07	-27,38
	Gemiddelde	1 - jaar	3,2	2,3	-20,6
	Max	1 - jaar	4,1	3,0	-14,5
	Min	1 - jaar	2,3	1,6	-27,4

Opmerking: bij de minimale waarde wordt de maximale druk gevonden (druk wordt als negatief gepresenteerd in de Plaxis uitvoer).

LOG-0201 (mv = +0,33 m NAP)			1 ^e palenrij		
			M	Q	N
Belastingcombinatie	Periode	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	
1	UGT 1 – kop	1 - jaar	14,13	9,82	-50,10
2	UGT 1 – Veld	1 - jaar	8,18	-0,38	-50,70
3	UGT 3 – Kop	1 - jaar	12,88	9,04	-49,67
4	UGT 3 – Veld	1 - jaar	7,58	-0,24	-50,27
	Gemiddelde	1 - jaar	10,7	4,6	-50,2
	Max	1 - jaar	14,1	9,8	-49,7
	Min	1 - jaar	7,6	-0,4	-50,7

Opmerking: bij de minimale waarde wordt de maximale druk gevonden (druk wordt als negatief gepresenteerd in de Plaxis uitvoer).

HEG-0102 (mv = +0,98 m NAP)			1 ^e palenrij		
			M	Q	N
Belastingcombinatie	Periode	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	
1	UGT 1 – Kop	1 - jaar	2,8	3,7	-29,8
2	UGT 1 – Veld	1 - jaar	2,6	3,4	-31,7
3	UGT 3 – Kop	1 - jaar	1,1	0,3	-29,9
4	UGT 3 – Veld	1 - jaar	1,1	0,1	-31,9
	Gemiddelde	1 - jaar	1,9	1,9	-30,8
	Max	1 - jaar	2,8	3,7	-29,8
	Min	1 - jaar	1,1	0,1	-31,9

Opmerking: bij de minimale waarde wordt de maximale druk gevonden (druk wordt als negatief gepresenteerd in de Plaxis uitvoer).

KZG-0101 (mv = +0,98 m NAP)			1 ^e palenrij		
			M	Q	N

Belastingcombinatie		periode	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	UGT 1 – Mkop	1 - jaar	8,72	6,93	-39,82
2	UGT 1 – Mveld	1 - jaar	5,2	0,2	-40,2
3	UGT 3 – Mkop	1 - jaar	7,12	6,77	-40,93
4	UGT 3 – Mveld	1 - jaar	3,5	0,1	-41,3
	Gemiddelde	1 - jaar	6,1	3,5	-40,6
	Max	1 - jaar	8,7	6,9	-39,8
	Min	1 - jaar	3,5	0,1	-41,3

Opmerking: bij de minimale waarde wordt de maximale druk gevonden (druk wordt als negatief gepresenteerd in de Plaxis uitvoer).

RBS-0101 (mv = +1,25 m NAP)		1 ^e palenrij			
		M	Q	N	
Belastingcombinatie		Periode	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	UGT 1 – Mmax	1 - jaar	6,56	0,55	-50,81
2	UGT 1 – Nmax	1 - jaar	0,12	0,19	-51,98
3	UGT 3 – Mmax	1 - jaar	6,16	0,37	-51,65
4	UGT 3 - Nmax	1 - jaar	0,12	0,19	-52,82
	Gemiddelde	1 - jaar	3,2	0,3	-51,8
	Max	1 - jaar	6,6	0,6	-50,8
	Min	1 - jaar	0,1	0,2	-52,8

Opmerking: bij de minimale waarde wordt de maximale druk gevonden (druk wordt als negatief gepresenteerd in de Plaxis uitvoer).

SIN-0501 (mv = +0,70 m NAP)		1 ^e palenrij			
		M	Q	N	
Belastingcombinatie		Periode	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	UGT 1 – Mkop	1 - jaar	2,68	0,13	-112,83
2	UGT 1 – Mveld	1 - jaar	2,65	0,85	-113,39
3	UGT 3 – Mkop	1 - jaar	2,74	0,1	-113,99
4	UGT 3 – Mveld	1 - jaar	2,71	0,9	-114,56
	Gemiddelde	1 - jaar	2,7	0,5	-113,7
	Max	1 - jaar	2,7	0,9	-112,8
	Min	1 - jaar	2,7	0,1	-114,6

Opmerking: bij de minimale waarde wordt de maximale druk gevonden (druk wordt als negatief gepresenteerd in de Plaxis uitvoer).

Bijlage H Werkschrijving fotogrammetrie

NOTITIE

Onderwerp	Uitvoering van satellietmetingen in ARK 2.0
Project	ARK 2.0 werkwijze
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam
Projectcode	136174
Status	Definitief
Datum	03 november 2023
Referentie	136174/23-012.002
Auteur(s)	S. Thapa MSc

Gecontroleerd door	Ir. drs. R.E.P. de Nijs CEng
Goedgekeurd door	Ir. M. Bakker
Paraaf	

Bijlage(n)	Vragen aan Sensar
------------	-------------------

Aan	Gemeente Amsterdam
Kopie	

1 ALGEMEEN

1.1 Inleiding

Sensar heeft een applicatie ontwikkeld, AmsterScan, op basis van satellietdata waarmee informatie kan worden afgeleid over de verplaatsing van kademuren, sluisen en bruggen. Een voordeel van satellietdata is dat er minder mankracht nodig is om de data te verkrijgen en dat het daarom eenvoudiger is om grote hoeveelheden data en tevens ca. 5 jaar meethistorie te verkrijgen. Om deze redenen bestaat interesse in het onderzoeken van de mogelijkheden om satellietdata op te nemen in het ARK 2.0-blad voor beoordeling van kademuren. Het doel van dit rapport is het beschrijven van de bruikbaarheid van AmsterScan en verdere aanbeveling over hoe satellietdata kan worden opgenomen in de ARK 2.0.

1.2 Werkwijze

Het ARK 2.0-blad is getest op een proefrak op basis waarvan de toegevoegde waarde van de integratie van satellietgegevens is geëvalueerd. De toevoeging van satellietgegevens aan de ARK 2.0 werd geëvalueerd op basis van de volgende 4 criteria:

- gebruiksgemak van satellietgegevens;
- beschikbaarheid van satellietgegevens;
- betrouwbaarheid van satellietgegevens;
- hoe satellietgegevens andere gegevensbronnen aanvullen.

1.3 Referenties

- 1 Sensor eindrapportage: De AmsterScan, Efficiënte monitoring van kademuren en bruggen;
- 2 ARK 2,0 sheet;
- 3 Vragen aan Sensor (beantwoordt door Arjan van Sensor).

2 TESTRAK

Looiersgracht (rak LOG0201) is gekozen als testtrak voor dit onderzoek, ingegeven doordat dit rak in de ARK2.0 procedure is doorlopen. De locatie en beschikbare satellietdata voor dit rak wordt getoond in Afbeelding 2.1.

In de afbeelding zijn de segmenten van het rak in verschillende kleuren aangeduid. Elk segment beslaat een stuk van de kademuur dat ongeveer 15 m lang is en de kleuren geven de gemiddelde verplaatsingssnelheid van het segment aan. Voor elk segment zijn drie mogelijke gegevenstypen beschikbaar:

- horizontale verplaatsing van de kademuur: weergegeven door een pijl naar of van het water af (niet beschikbaar voor LOG0201);
- verticale verplaatsing van kademuur: weergegeven door een dunne lijn;
- achterland zettingen: weergegeven door een dikke lijn.

Door op een datapunt te klikken kan de gebruiker de metingen van dat segment van de afgelopen 5 jaar zien, samen met de trendlijn en de gemiddelde vervormingssnelheid.

Voor LOG0201 is er 100 % dekking van de achterlandzetting, 36 % dekking van de verticale verplaatsing van de kademuur en 0 % dekking van de horizontale verplaatsing van de kademuur. De schaarse beschikbaarheid van satellietdata was een van de uitdagingen bij het opnemen van satellietdata in het ARK 2,0 blad.

Afbeelding 2.1 Rak LOG0201 Looiersgracht



Op basis van de beschikbare data in AmsterScan is het gedeelte in het ARK 2,0 blad voor satellietdata ingevuld. De resultaten voor LOG0201 zijn te zien in Afbeelding 2.2.

Afbeelding 2.2 Satellietdata gebruikt in ARK 2,0 blad

Signalen uit deformatie stabiliteit vanuit Satelliet								
Tot. Deformatie horizontaal (t0 → tn)		Tot. Deformatie verticaal (t0 → tn)		tijdsinterval	max verplaatsings snelheid horizontaal		max verplaatsings snelheid verticaal	
[mm]	Score 1a	[mm]	Score 2a		[maanden]	[mm/mnd]	Score 1b	[mm/mnd]
		19,0	2	60	0,0	1	0,3	1

Er zijn geen horizontale deformatiemetingen beschikbaar. De grootste waargenomen vervormingswaarde wordt gebruikt als regerende

Opmerkingen reviewer

3 EVALUATIE VAN AMSTERSCAN

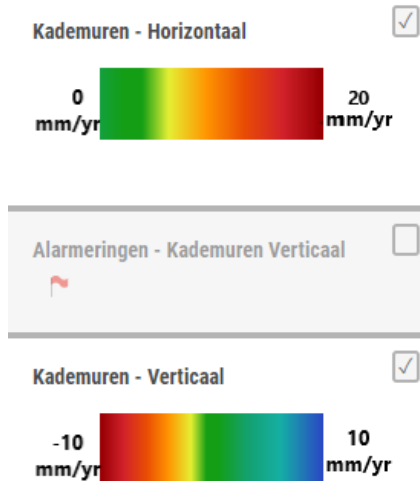
Hieronder volgen enkele observaties bij het gebruik van AmsterScan voor de beoordeling van kademuren, op basis waarvan enkele belangrijke vragen aan Sensor werden gesteld om inzicht in de werking van de applicatie te verkrijgen. De relevante delen uit de antwoorden van Sensor zijn opgenomen in de navolgend beschreven evaluatie (ref 3).

3.1 Gebruiksgemak

Het gebruik van AmsterScan is eenvoudig en intuïtief. Met de kaartfunctie is het mogelijk om een bepaald rak te vinden en de gekleurde gegevenspunten geven een indicatie van de mate van vervorming.

Op dit moment zijn de kleuren voor verticale en achterlanddata op een continue regenboogscala gebaseerd waarbij de rode kleur staat voor een hoge deformatiesnelheid (≥ 10 mm/jaar), de gele kleur staat voor een gemiddelde deformatiesnelheid, de groene kleur staat voor een deformatiesnelheid van bijna 0 mm/jaar en de blauwe kleur staat voor deformaties in de tegengestelde richting. Voor horizontale vervormingen loopt de schaal van groen naar rood, waarbij de groene kleur bijna 0 mm/jaar bedraagt, de oranje kleur gemiddelde vervormingen zijn en de rode kleur bijna 20 mm/jaar bedraagt (in Afbeelding 3.1).

Afbeelding 3.1 Regenboogscala gebruikt in AmsterScan om horizontale en verticale vervormingen te visualiseren



Overwogen kan worden om het kleursysteem dat in AmsterScan wordt gebruikt direct over te nemen als invoer voor de ARK 2,0 sheet. Om dit te kunnen doen, moeten de kleuren /schaalverdeling die in AmsterScan wordt gebruikt overeenkomen met de kleuren die in de sheet worden gebruikt.

3.2 Beschikbaarheid

Een belangrijk aspect om de conditie van een kademuur te evalueren betreft de horizontale en verticale vervormingssnelheid..

In het geval van de satellietmetingen is alleen sprake van een waarde voor zowel horizontale als verticale beweging als er vanuit twee kijkrichtingen een punt is gemeten door de satelliet én als de beweging oost-west georiënteerd is. Dit komt in de binnenstad niet vaak voor. In de gevallen waarin er maar één kijkrichting van de satelliet beschikbaar is, wordt in de verwerking van de meetresultaten in de programmatuur aangenomen dat de beweging horizontaal is en ook dusdanig gevisualiseerd. Alleen in geval van een oost-west georiënteerde kademuur wordt aangenomen dat de beweging dan verticaal is. Dit vanwege de eigenschap van de satelliet dat deze geen horizontale beweging kan detecteren in de noord-zuid richting.

Een scherp onderscheid naar horizontale dan wel verticale verplaatsing zoals dit bij tachymetrie mogelijk is, is meestal niet mogelijk bij InSAR. Om deze reden heeft het raksegment vaak alleen horizontale of alleen verticale gegevens, zoals te zien is in het test rak. Als dit het geval is, is het moeilijk om satellietdata te gebruiken om waarde toe te voegen aan het ARK-oordeel, vooral als horizontale gegevens ontbreken.

De satelliet die Sensor gebruikt, is in geval van de horizontale verplaatsingen gevoeliger voor oost-westbewegingen, gegeven de oriëntatie van de vlucht. Ook is de kade zichtbaarheid voor de satelliet in deze richting beter. Daarom zijn er meer metingen beschikbaar voor noord-zuid georiënteerde rakken.

3.3 Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid van de gegevens die worden getoond op AmsterScan vertonen twee belangrijke aandachtspunten: betreft het een foutieve positieve/negatieve waarde en komen de vervormingen in de buurt van of zijn ze representatief voor de werkelijke vervormingen?

Om de eerste vraag over fout-positieven of -negatieven te beantwoorden: op dit moment rapporteert AmsterScan ongeveer 25 % kans op fout-positieven of -negatieven, echter de fout-positieven en -negatieven komen vaak dicht bij elkaar voor. Dit betekent dat fouten in Sensar-gegevens meestal het gevolg zijn van een systematische fout die kan worden herkend door te zoeken naar andere trends in het gebied. Om echter volledig rekening te kunnen houden met onjuiste metingen, moeten satellietdata op dit moment nog worden geverifieerd door andere gegevensbronnen.

De vraag over de absolute deformatiewaarden hangt af van de hoeveelheid beschikbare meetgegevens voor het segment. Sensar heeft minstens twee metingen nodig om zowel horizontale als verticale vervormingen op te lossen. Soms, als er maar één meting beschikbaar is voor een segment van een rak, gaat Sensar ervan uit dat ofwel de verticale ofwel de horizontale 0 vervormingen heeft om de andere op te lossen. Deze aanname is vaak niet waar en daarom wordt de betrouwbaarheid van de absolute vervorming lager als er maar één meting beschikbaar is. Over het algemeen zijn de vervormingswaarden die door AmsterScan worden geleverd groter dan de werkelijke vervormingen die door middel van tachymetrie zijn gemeten. Ook de spreiding in resultaten is relatief groot.

Als horizontale metingen landinwaarts bewegen, dan is het goed om de betrouwbaarheid van de meting dan wel de verwerking van de meting in twijfel te trekken, omdat dit in het echt zelden voorkomt. De aanname in de data verwerking dat er geen verticale verplaatsing plaatsvindt houdt mogelijk geen stand in een dergelijke situatie.

3.4 Met andere gegevensbronnen

Op dit moment is het vereist om het beeld ontleend aan satellietdata te verifiëren met andere gegevensbronnen. In het geval dat een rak een gunstige oriëntatie heeft en het systeem over veel satellietdata beschikt, kunnen de satellietdata een eerste indicatie geven van de toestand van het rak en kan de data wijzen op segmenten die meer aandacht behoeven.

4 VOORSTEL IMPLEMENTATIE SATELLIET METINGEN IN ARK 2,0

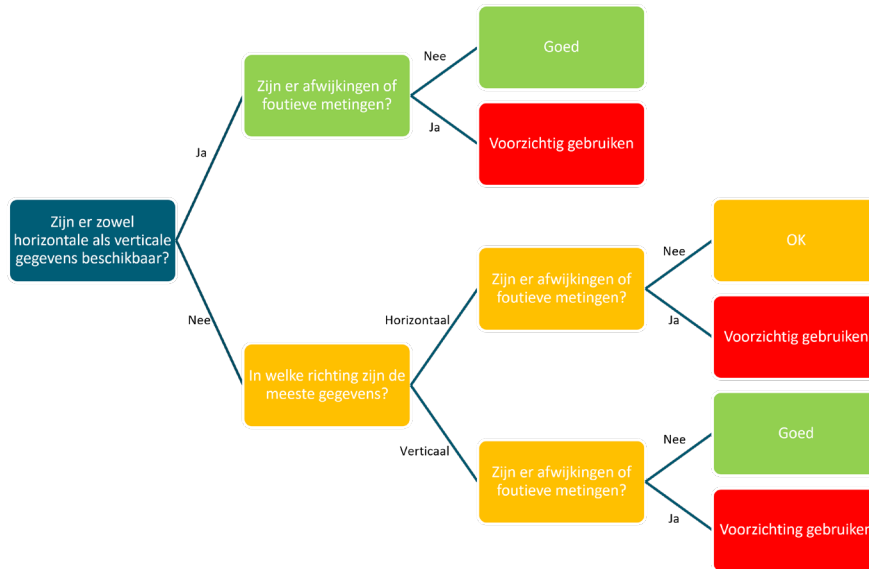
4.1 Theoretische punten

Op basis van de toelichting van AmsterScan is bekend dat de betrouwbaarheid van satellietmetingen afhangt van de aanwezigheid van gunstige en ongunstige omstandigheden. Bijvoorbeeld, vervormingen in noord-zuid georiënteerde kademuren worden beter geregistreerd dan west-oost georiënteerde kademuren die de tendens hebben om bijna geen horizontale metingen en weinig verticale metingen te hebben. Bovendien, als een segment van een kademuur slechts metingen heeft in één richting, dan zijn de absolute vervormingswaarden vaak minder betrouwbaar omdat er een aanname moet worden gedaan over de vervormingen in de andere richting. Tevens vindt in de verwerking middeling plaats over segmenten van 15 m.

Teneinde de satellietdata in de ARK2.0 te gebruiken, moet eerst de betrouwbaarheid van de satellietdata voor het betreffende rak worden bepaald. Dit kan via de volgende voorgestelde stappen:

- 1 controleer of het rak gunstig georiënteerd is. Zo ja, controleer dan of er zowel horizontale als verticale deformatiemetingen beschikbaar zijn. Zo ja, dan is dit de hoogste kwaliteit satellietdata die we op dit moment van AmsterScan kunnen krijgen;
- 2 controleer vervolgens op afwijkingen of foutieve metingen: bijvoorbeeld als kademuren landinwaarts bewegen. Als anomalieën/foute metingen slechts in één of twee segmenten van het rak lijken voor te komen, gebruik dan geen raksegmenten met foutieve metingen. Als er echter in het hele rak anomalieën/vals metingen lijken voor te komen, dan is het misschien veiliger om voor dit rak niet afhankelijk te zijn van satellietdata of te vermoeden dat er iets vreemds aan de hand is in dit rak;
- 3 als het rak niet gunstig georiënteerd is, maar nog steeds zowel horizontale als verticale metingen vertoont, dan is de beschikbare satellietdata waarschijnlijk van goede kwaliteit, maar de kans dat een dergelijk rak voorkomt is klein. Anderzijds geldt dat wanneer een rak niet gunstig georiënteerd is en alleen verticale of alleen horizontale gegevens beschikbaar zijn, de grootte van de vervormingen waarschijnlijk worden overschat;
- 4 als achterlandgegevens beschikbaar zijn, kunnen deze ook worden gebruikt om de vervormingswaarden in een dergelijk rak te verifiëren. Maar houd er rekening mee dat achterland data alleen gebruikt moet worden als een risicoverhogende factor en niet als een geruuststellende factor. (ref. 3). Een hoge achterlandverplaatsing is een risico verhogend aspect.

Afbeelding 4.1 Visualisatietool om de betrouwbaarheid van satellietmetingen te bepalen



4.2 Praktische punten

Hieronder worden kort de praktische punten uitgelegd:

- als satellietdata betrouwbaar wordt geacht (groen), noteer dan de maximale horizontale en verticale (of alleen verticale) vervormingswaarden in het ARK-sheet;
- als satellietdata als matig betrouwbaar wordt beschouwd (oranje) en er wordt alleen horizontale vervorming gezien, gebruik dan achterlanddata en zorg ervoor dat de problematische segmenten worden geverifieerd met behulp van andere gegevensbronnen. De satellietdata wordt nog steeds gebruikt, maar een opmerking over de betrouwbaarheid moet worden toegevoegd in het onderstaande vak;
- als satellietdata een lage betrouwbaarheid heeft (rood), moet de gebruiker beoordelen of dit een eenmalige foutieve meting is of dat er een probleem is in de satellietmetingen op dit rak. Als het een eenmalige fout is, dan worden de satellietmetingen nog steeds gebruikt en wordt er een notitie toegevoegd in het onderstaande vak. Als het erop lijkt dat er een probleem is met het hele rak, dan moeten satellietdata niet worden gebruikt voor dit rak.

Achterlandgegevens kunnen worden gebruikt om te valideren wat wordt gezien in de horizontale en verticale gegevens. Als er hoge zettingen worden gezien in het achterland op dezelfde locaties waar hoge vervormingen worden gezien op de kademuur, dan kan hier een opmerking over worden toegevoegd.

Als de data te schaars is, dan spreekt het voor zich dat alleen een onvolledige conclusie kan worden getrokken met behulp van satelliet data. Het eindresultaat van de grafiek kan worden opgenomen in het opmerkingenveld. Hier kan de gebruiker ook opmerkingen plaatsen over de vraag of achterlandgegevens de horizontale/verticale gegevens ondersteunen.

Houd er rekening mee dat de takken van het stroomdiagram niet hetzelfde gegevensvolume in elke tak vertegenwoordigen.

5 LAATSTE OPMERKINGEN

Satellietdata kan worden gebruikt voor noord-zuid-georiënteerde rakken. Het wordt daarbij gezien als een aanvullend signaal, zoals in de ARK-procedure een heel scala aan signalen worden beschouwd.

Voorlopig lijkt het tijdtechnisch niet nuttig voor oost-west georiënteerde rakken, tenzij:

- 1 de mogelijkheden van satellietdata in de nabije toekomst sterk verbeteren, evenals de kwaliteit van de verwerking van de metingen;
- 2 we geen andere gegevensbron hebben en we satellietdata willen gebruiken om een eerste inschatting van het rak te maken;
- 3 om een overzicht te hebben van de kademuurbewegingen in de afgelopen jaren.

De meetdichtheid van satellietdata binnen een rak en dekking in het algemeen is op dit moment relatief laag in vergelijking met de meetwijze van tachymetrie. Ook het aspect dat tachymetrie meerdere punten in één snede kan leveren, waarmee scheefstand en redundantie kan worden verkregen is op dit moment geen mogelijkheid binnen satelliet metingen.

Het feit dat satelliet metingen, indien betrouwbaar en beschikbaar, direct een trend kunnen leveren wordt als een belangrijk positief aspect gezien.

Bijlage I Werkomschrijving IML-RPD signalen

De werkomschrijving van de IML-RPD volgt januari 2024 wanneer gestart gaat worden met het gebruik van IML-RPD resultaten in de ARK.