

Onderbouwingsdocument Da Costakade

Meerwaarde van Kade 2.020 bij de vervanging van de Da Costakade

Versie D1.0: 25-10-2023

Innovatiepartnerschap Kademuren Amsterdam



INHOUD

1. Inleiding	3
2. Mogelijkheden voor boombehoud.....	5
3. Omgang met woonboten	8
4. Passeerbaarheid zinkers.....	13
5. Passeerbaarheid peperbussen en middenspanningsruimtes	14
6. Toepassing bij oergeul.....	16
7. Toepassing bij langsriool in de gracht	18
8. Aanwezigheid ruime bocht.....	19
9. Aanwezigheid krappe bocht	20
10. Aanwezigheid noodmaatregel	21
11. Valbereik constructieonderdelen (bouwveiligheid)	22
12. Duurzaamheid	24
13. Leefbaarheid.....	25
14. Bereikbaarheid	26
15. Ondergrondse infra	28
16. Waterdoorlatendheid.....	30

VERANTWOORDING

Titel **Onderbouwingsdocument Da Costakade**
Subtitel Meerwaarde van Kade 2.020 bij de vervanging van de Da Costakade
Revisie D1.0
Datum 25-10-2023

Auteurs 5.1, 2, e
5.1, 2, e ophen-ingenieurs.nl

5.1. 2. e
5.1, 2, e oosterhofholman.nl

Gecontroleerd door 5.1, 2, e

Revisiebeheer

Revisie	Datum	Status	Belangrijkste wijzigingen
C0.1	20-10-2023	Concept	Ter beoordeling intern
D1.0	25-10-2023	Definitief	Opmerkingen intern verwerkt

1. INLEIDING

De gemeente Amsterdam is voornemens om de kademuren aan de Da Costakade in Amsterdam te vervangen. Het project omvat naast de Da Costakade ook rakken aan het Jacob van Lennepkanaal en de Hugo de Grootgracht. In totaal dient circa 1593m kademuur vervangen te worden, waarvan 214m al vergund is aan Dura Vermeer. Het project kenmerkt zich door complexiteit. Naast de gebruikelijke uitdagingen die het vervangingsproces van binnenstedelijke kademuren doorgaans met zich meebrengt, zijn bij dit project diverse complicerende factoren aanwezig, waaronder: de aanwezigheid van een groot aantal woonboten, de aanwezigheid van uitlopers van de Oergeul en de vele bomen die zich op de kade bevinden. Doordat traditionele vervangingsmethoden duur zijn en veel omgevingshinder veroorzaken, worden door de gemeente alternatieve vervangingsmethoden in overweging genomen.

Door de gemeente Amsterdam wordt in samenwerking met de drie IPK-partners G-kracht, Kade2.020 en Koningsgracht een plan van aanpak opgesteld voor de Da Costakade. Hierin wordt onderbouwd welke meerwaarde de innovatieve oplossingen van de IPK-partners kunnen bieden ten opzichte van traditionele vervangingsmethoden. Daarnaast wordt beschouwd waarin de methoden onderscheidend vermogen hebben ten opzichte van elkaar. Als onderdeel van dit plan van aanpak zijn verschillende uitwerksessies gehouden waarin de inhoud van het op te stellen plan van aanpak is bepaald. Tijdens de uitwerksessies zijn in tabelvorm een aantal aspecten opgesteld, waarop de methoden meerwaarde kunnen bieden. De vijftien meerwaardeaspecten zijn hieronder opgesomd:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Mogelijkheden voor boombehoud | 9. Aanwezigheid noodmaatregel |
| 2. Omgang met woonboten | 10. Valbereik constructieonderdelen |
| 3. Passeerbaarheid zinkers | 11. Duurzaamheid |
| 4. Passeerbaarheid peperbussen | 12. Leefbaarheid |
| 5. Toepassing bij oergeul | 13. Bereikbaarheid |
| 6. Toepassing bij langsruiol in de gracht | 14. Ondergrondse infra |
| 7. Aanwezigheid ruime bocht | 15. Waterdoorlatendheid |
| 8. Aanwezigheid krappe bocht | |

Het voorliggende onderbouwingsdocument bevat een uitwerking van de meerwaarde die Kade 2.020 biedt op de bovengenoemde meerwaardeaspecten, specifiek gemaakt per rak waar dat van toepassing is. Daarbij volgt de hoofdstukindeling van dit document de vastgelegde meerwaardeaspecten uit de uitwerksessies. Tijdens de uitwerksessies is per aspect bepaald of de IPK-oplossing technisch haalbaar is, waarbij de basisoplossing en de huidige stand van de innovatie als uitgangspunt gehanteerd wordt. Bij de aspecten die met de methode Kade 2.020 niet technisch haalbaar zijn wordt enkel een korte toelichting gegeven.

1.1. Meerwaarde Kade 2.020 bij de Da Costakade

De vervangingsmethode van Kade 2.020 is bij uitstek geschikt voor toepassing binnen het voornoemde project. Kade 2.020 werkt volledig vanaf het water en maakt geen gebruik van grote machines op de bestaande kademuur. Hierdoor kunnen objecten die zich kort op de kademuur bevinden zonder aanvullende voorzieningen worden gepasseerd. Binnen dit project betekent dit concreet dat het met de vervangingsmethode van Kade 2.020 technisch haalbaar is om alle bomen te handhaven, waaronder de 6 (potentieel) monumentale bomen en de 17 overige behoudenswaardige bomen. Daarnaast maakt deze methode het mogelijk om de bij de Da Costakade aanwezige peperbussen en middenspanningsruimtes, zonder aanvullende voorzieningen, te passeren. Doordat er bij deze methode niet wordt gegraven aan walzijde blijven eveneens de vele kabels en leidingen op de kade intact, waardoor de peperbussen en middenspanningsruimtes tijdens de werkzaamheden in bedrijf

kunnen blijven. De vervangingsmethode van Kade 2.020 kenmerkt zich door het gebruik van secties van 5 meter, waarbij gewerkt wordt in werkvakken van beperkte lengte (circa 55 m, oftewel circa drie woonboten). Dit biedt veel flexibiliteit in de omgang met woonboten, waardoor geen gebruik hoeft worden gemaakt van wisselplekken en de overlast voor de woonbootbewoners tot een minimum beperkt kan worden. Tot slot maakt de methode van Kade 2.020 geen gebruik van grondankers, maar is het betonelement gefundeerd op boorpalen eventueel met groutinjectie. Dit maakt het mogelijk om relatief veel schachtweerstand te genereren, waardoor deze methode geschikt geacht wordt, zij het met enige aanpassingen, om toegepast te worden ter plaatse van de oergeul.

2. MOGELIJKHEDEN VOOR BOOMBEHOUD

De rakken binnen dit project kenmerken zich door de vele bomen die zich op de kades bevinden. Verspreid over de verschillende rakken zijn 6 (potentieel) monumentale bomen aanwezig op het project. Daarnaast worden in de bomen effect analyse (BEA¹) 17 bomen aangemerkt die behoudenswaardig zijn (exclusief watervak vier), maar waarbij dit enkel mogelijk is middels de innovatieve vervangingsmethoden uit het IPK. In het oorspronkelijk vervangingsontwerp van de Da Costakade kan een groot deel van de aanwezige bomen, waaronder (potentieel) monumentale bomen², niet gehandhaafd blijven.

2.1. Aanpak boombehoud Kade 2.020

Kade 2.020 maakt gebruik van het 'omgekeerde funderingsprincipe', bestaande uit een op boorpalen gefundeerde betonnen L-wand (EZ-flow element) met de voet naar het water gepositioneerd. Dit houdt in dat alle werkzaamheden vanaf het water worden uitgevoerd. Afgezien van een geringe ontlastsleuf van maximaal 50 cm diep ten opzichte van maaiveld (middels grondzuigen) worden geen (grond)werkzaamheden verricht in het gebied achter de kademuur. Dit is het gebied dat doorgaans volgepakt is met boomwortels en waar zich de vitale infrastructuur voor de bomen bevindt. Bovendien wordt rondom de boomstam geen ontlastsleuf gecreëerd.

Voordat wij een deel van de bestaande kademuur afzagen brengen wij tijdelijke versterkingsmaatregelen aan. Dit zorgt ervoor dat de bestaande keerconstructie tijdens de bouwfase niet bezwijkt door onder andere boombelastingen. Deze voorzieningen bestaande uit stempels, steunjukken, en voorspanners, zorgen er tevens voor dat de boom op de kade stabiel blijft tijdens de werkzaamheden. Boombehoud is daarmee opgenomen in de basisoplossing van Kade 2.020. Dit zorgt ervoor dat geen aanvullende voorzieningen getroffen hoeven te worden ter plaatse van bomen en dat de onderlinge afstand tussen bomen geen voorwaarde is voor boombehoud. Omdat wij niet werken met grote machines op de kade, kunnen wij vrijwel alle bomen behouden, ongeacht de afstand van de boom tot de kademuur.

Onderbouwing

In de contractuele contextuitgangspunten van IPK wordt gesteld dat de afstand van bomen tot de randkade 1,5 meter betreft. Ter plaatse van het Pilotproject van Kade 2.020 staan de bomen echter vele malen dicht, en in veel gevallen zelfs bovenop, de kademuur (zie Figuur 1). Het Pilotproject heeft aangetoond dat dit geen belemmering is voor onze werkwijze en voor boombehoud. De landpalen zijn ter plaatse van de bomen zonder problemen aangebracht. Bovendien heeft de boom effecten analyse aangetoond dat de bouwwerkzaamheden geen invloed hebben gehad op de bomen in dit project.



Figuur 1: Boom bovenop kademuur bij pilotproject Lijnbaansgracht.

¹ Van Eck, A. Prins, R. Seavants, J., & Koot, E. (2023). Bomen Effect Analyse Da Costakade Amsterdam.

² Dura Vermeer. (2022). De beschermwaardige bomen. SOKK0006-003023. [Tekening van te behouden bomen Da Costakade bij het oorspronkelijke vervangingsontwerp].

2.2. Meerwaarde

Boombehoud is één van de belangrijkste speerpunten van Kade 2.020. De vervangingsmethode van Kade 2.020 biedt de volgende meerwaarde op het gebied van boombehoud:

1. *Alle bomen* kunnen behouden blijven, ongeacht hun afstand tot de kademuur en de onderlinge afstand van de bomen. Dit betekent dat alle 25 (potentieel) monumentale bomen behouden kunnen blijven alsook de overige 19 behoudenswaardige bomen.
2. Bomen ter plaatse van de oergeul kunnen behouden blijven. In watervak 2 en 3 bevinden zich ter plaatse van de uitloper van de oergeul vier behoudenswaardige bomen (bomen 12, 13, 14 en 15) die met onze methode behouden zouden kunnen blijven (in tegenstelling tot bij het oorspronkelijke oergeulontwerp).
3. Het verplanten van bomen is niet nodig (kostenbesparing) voor het aanbrengen van onze constructie.
4. Er is geen kapvergunning nodig op het project (groot risico op vertraging project).
5. Boombehoud zit in de standaardoplossing van Kade 2.020, er zijn geen aanvullende voorzieningen ter plaatse van bomen nodig.

2.2.1. Meerwaarde per rak

Langs alle rakken van de Da Costakade bevinden zich bomen. In de BEA is als uitgangspunt genomen dat het behoud van bomen in principe niet mogelijk is omdat de bomen bij de toepassing van traditionele vervangingsmethoden binnen de werkruimte van de kademuur staan. Daarom zijn enkel een aantal parels en (potentieel) monumentale bomen als te handhaven aangemerkt. Een groot aantal bomen is aangemerkt voor kap omdat ze vanwege hun formaat niet verplantbaar zijn. Echter, met de methode van Kade 2.020 kunnen al deze bomen wél behouden worden.

Bomen zijn van grote waarde voor het beeld van de omgeving en volwassen bomen in de binnenstad zijn niet eenvoudig te vervangen. Door schaduw te bieden en zo de stad ter verkoelen vervullen volwassen bomen een sleutelrol op het gebied van klimaatadaptie, een thema wat door klimaatverandering steeds belangrijk wordt.

De mogelijkheid om alle bomen te behouden biedt meerwaarde ter plaatse van alle rakken. Ook de meerwaarde ten aanzien van kostenbesparingen (niet hoeven verplanten), en het vermijden van planningsrisico's (kapvergunning) gelden bij alle rakken.

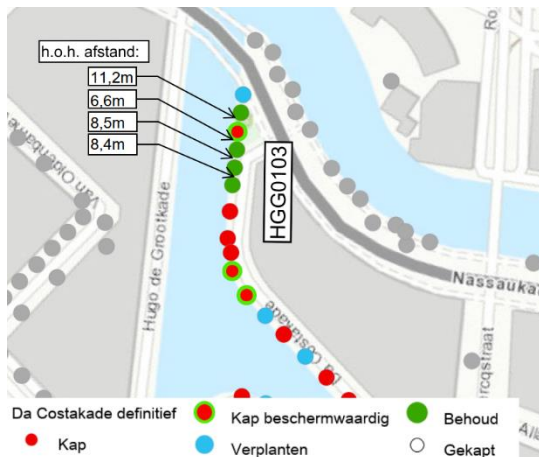
Onderstaand zijn enkele bijzonderheden van rakken genoemd waar meerwaarde bij uitstek van toepassing is:

1. Rakken met beschermwaardige bomen.
2. Rakken met beschermwaardige bomen met een korte afstand tot elkaar. Met de vervangingsmethode van Kade 2.020 kunnen al deze bomen behouden blijven.
3. Rakken waar beschermwaardige bomen op een korte afstand van de kade staan: voorkant stam – waterkant kade $\leq 1,3\text{m}$). Het gaat om de twee bomen die in Figuur 2c zijn aangegeven als beschermwaardig.
4. Rakken waar sprake is van de oergeul. In tegenstelling tot het oorspronkelijke oergeulontwerp kunnen de bomen hier behouden blijven.

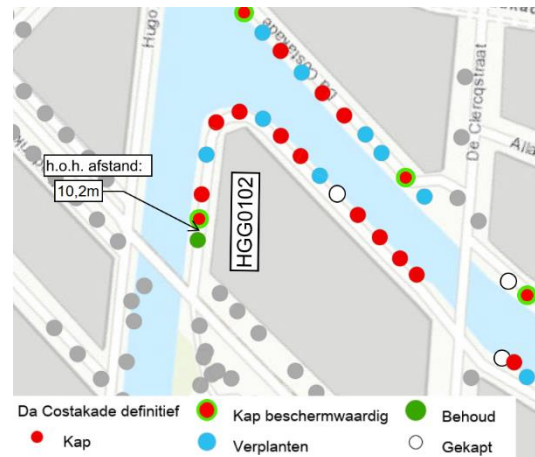
In Tabel 1 is weergegeven bij welke rakken bovengenoemde bijzonderheden van toepassing zijn.

Tabel 1: Bijzonderheden ten aanzien van beschermwaardige bomen

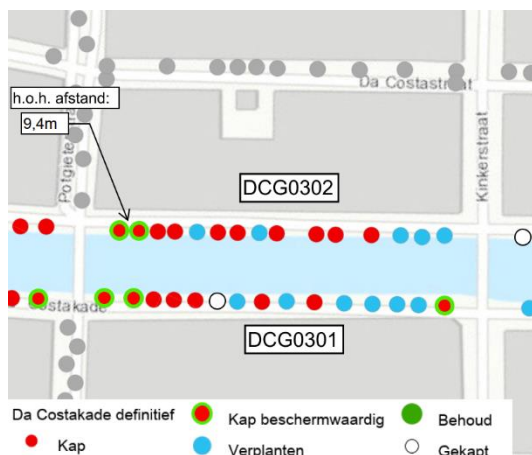
Nr.	Rak								
	HGG0102	HGG0103	DCG0102	DCG0201	DCG0202	DCG0301	DCG0302	DCG0501	JLK0102
1.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.	✓	✓					✓		
3.							✓		
4.		✓		✓	✓	✓	✓		



a. Onderlinge boomafstand t.p.v. HGG0103



b. Onderlinge boomafstand t.p.v. HGG0102



c. Onderlinge boomafstand t.p.v. DCG0302



d. Afstand boom tot kade t.p.v. DCG0302

Figuur 2: Gegevens bomen Da Costakade.

2.3. Randvoorwaarden

De volgende randvoorwaarden gelden als uitgangspunt voor boombehoud bij de methode van Kade 2.020:

- Bomen dienen voldoende stabiel en gezond te zijn om behouden te kunnen worden.
- De bestaande kademuur dient een dikte te bezitten van circa 55 cm om te voorkomen dat boomwortels beschadigd raken tijdens de werkzaamheden.
- De afstand tussen de nieuwe kadelijp en de achterzijde van de bestaande kademuur dient minimaal 55 cm te zijn om te voorkomen dat boomwortels beschadigd raken tijdens de werkzaamheden.

3. OMGANG MET WOONBOTEN

De rakkten binnen dit project kenmerken zich door de vele woonboten die zich in de grachten bevinden. Van een groot aantal woonboten is door de gemeente Amsterdam vastgesteld dat deze vanwege de staat of afmetingen niet uit het watervak geplaatst kunnen worden middels een zinkdok. Daarom is de aanpak van woonboten één van de belangrijkste aspecten in het plan van aanpak voor de Da Costakade.

3.1. Aanpak woonboten kade 2.020

Door het beperkte ruimtebeslag dat wij nodig hebben voor de EZ-flow methode, blijft er voldoende ruimte beschikbaar om woonboten te verplaatsen binnen het rak. Dit in tegenstelling tot de traditionele werkwijze, waarbij in veel gevallen alle woonboten uit het rak geplaatst moeten worden. Ook is er geen sprake van een groot valbereik met methode Kade 2.020 (zie H11) en veroorzaakt de methode weinig hinder waardoor woonboten rondom de bouwlocatie kunnen blijven liggen, bewoond.

Om de voorzieningen voor de boten snel en goed terug te kunnen plaatsen, meten we de bestaande situatie in en nemen we de benodigde voorzieningen al op in de prefab Z-wanden, zoals nutsaansluitingen en de toegangsvoorziening of de bevestiging voor een loopbrug. We streven ernaar om de woonboten zoveel mogelijk binnen het rak te houden. Soms is er binnen het rak nog ruimte bij bijvoorbeeld vleugwanden van bruggen om een tijdelijke afmeervoorziening te maken. Ook kunnen we, mits de gracht breed genoeg is, een noodvoorziening in de gracht maken middels een tijdelijke steiger of bijvoorbeeld door woonboten bij elkaar langszij te leggen. Wanneer dit niet mogelijk is, kunnen we inventariseren welke woonboot nog goed verplaatsbaar en vaarbaar is. Zo kunnen we de bewoners van de woonboot tijdelijk een ander plekje in de stad aanbieden. We hebben ervaring opgedaan met het werken nabij binnenstedelijke woonboten in bijvoorbeeld Groningen¹⁾, waarbij we veel woonboten hebben verplaatst. Belangrijk hierbij is om vanuit het omgevingsmanagement goede en heldere afspraken te maken. Ook hiermee hebben we ervaring opgedaan in Groningen. Vaak wordt er niet gehandhaafd rondom woonboten, zijn ligplaats-vergunningen niet op orde en zijn er per woonboot specifieke afspraken gemaakt die niet contractueel zijn vastgelegd. Deze “verworven rechten” komen pas naar boven wanneer er echt woonboten verplaatst gaan worden.

¹⁾ *onder andere aanleg woonschepenhaven en baggeren diepenring Groningen (verplaatsen 180 woonschepen).*

Onderbouwing

Door de beperkte werkruimte die benodigd is met de EZ-flow methode (de elementen van Kade 2.020 hebben een lengte van 5m), is het mogelijk het werk in korte secties uit te voeren, terwijl de woonboten in het rak blijven. Ook is er geen sprake van een groot valbereik met methode Kade 2.020 (zie H11) wat het mogelijk maakt dat de woonboten rondom de werklocatie kunnen blijven liggen en bewoond blijven, zoals beschreven bij de opties 1 en 2. Voor de Da Costakade zijn onderstaande opties ter illustratie uiteengezet.

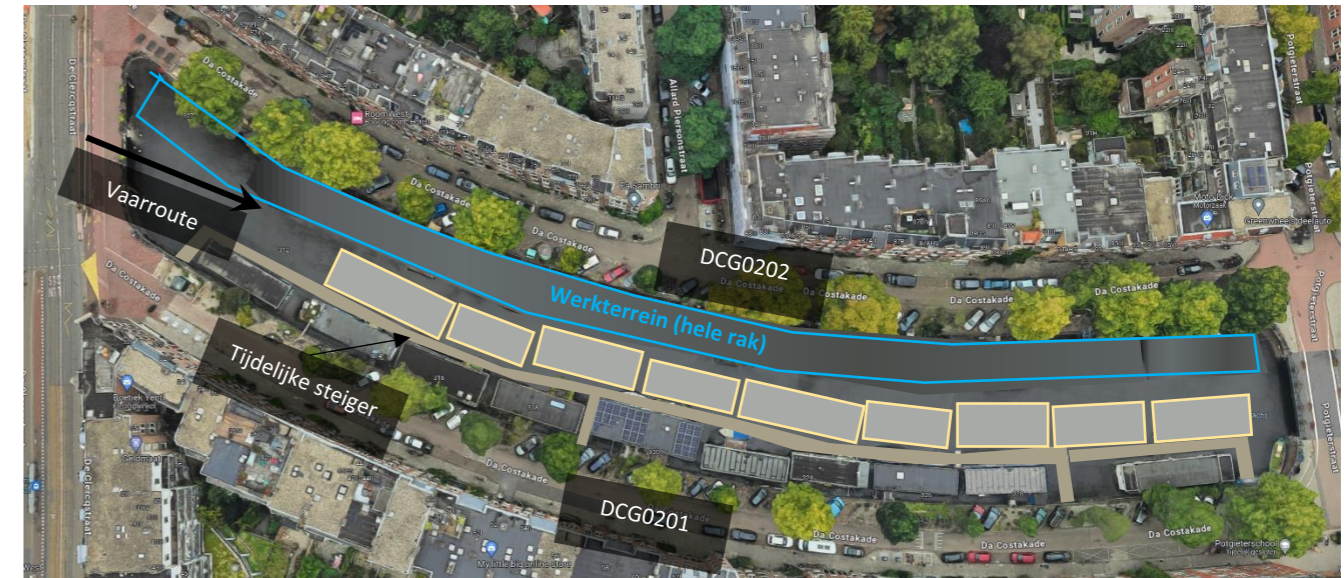
1. Met optie 1 (woonboten naar tegenoverliggend rak) kunnen alle woonboten in het watervak blijven.
2. Met optie 2 hoeft slechts 1 woonboot het watervak uit verplaatst te worden. Deze optie biedt echter de mogelijkheid om de vaart open te houden voor vaarverkeer. Tevens biedt deze optie voordelen op het gebied van: bereikbaarheid; privacy; brandveiligheid en nutsvoorzieningen.

3.1.1. Beschrijving optie 1 (woonboten naar tegenoverliggend rak)

Voor het toelichten van optie 1 is watervak 2 als voorbeeld gebruikt. Deze werkwijze kan ook gehanteerd worden bij de overige watervakken. Voor de vaarroute is ervanuit gegaan dat aanvoer onder brug 108 (De Clercqstraat) mogelijk is. Wanneer dit niet het geval blijkt te zijn kan dit principe ook uitgevoerd worden met de vaarroute vanaf de andere zijde van het watervak.



- Er wordt een tijdelijke stijger aangelegd, waarlangs ook de tijdelijke nutvoorzieningen voor woonboten worden aangebracht.
- Woonboten rak DCG0202 worden naar de overzijde van het rak verplaatst. Deze worden 180 graden gedraaid in verband met de locatie van de entree.

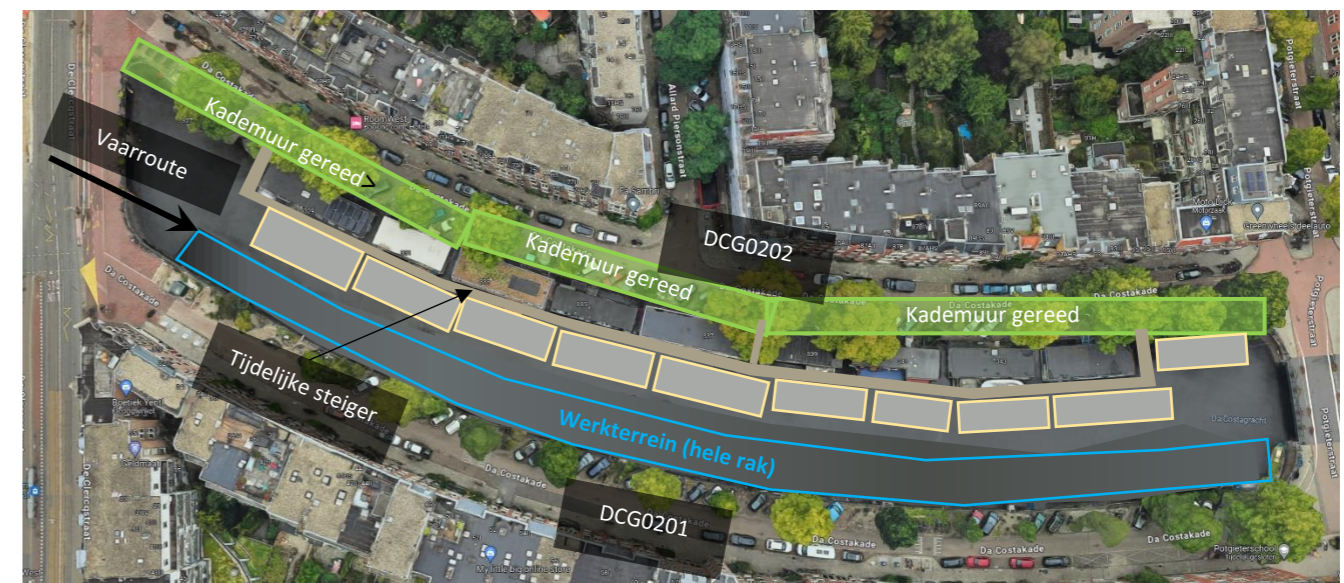


- Rak DCG0202 komt als geheel beschikbaar als werktterrein.
- Nadat rak DCG0202 gereed is en voorzien van nutsvoorzieningen worden de boten van rak DCG0202 teruggebracht naar hun definitieve ligplaats.



De tijdelijke stijger bij rak DCG0201 wordt verwijderd en verplaatst naar de overzijde van het watervak.

- De woonboten van rak DCG0201 worden nu naar de overzijde van het rak verplaatst. Ook deze worden 180 graden gedraaid in verband met de locatie entree.
- Hierdoor komt rak DCG0201 als geheel beschikbaar als werktterrein.



- Na afwerking van dit rak wordt de tijdelijke stijger verwijderd en worden alle woonboten naar hun definitieve ligplaats gebracht.

3.1.1. Beschrijving optie 2 (woonboten doorschuiven binnen het rak)

Voor het toelichten van optie 2 is eveneens watervak 2 als voorbeeld gebruikt. Deze werkwijze kan ook gehanteerd worden bij de overige watervakken. De werkwijze is als onderstaand:



- Eén van de woonboten wordt uit het watervak verwijderd. Deze kan tijdelijk in het naastgelegen watervak geplaatst worden.
- Een andere woonboot wordt verplaatst binnen het watervak. Hierdoor ontstaat werkruimte van ca. 65m, vergelijkbaar met werksecties waarin kade 2.020 eerder heeft gewerkt (ook wanneer de werkruimte korter is dan 65m blijft de methode uitvoerbaar).



- Nadat de eerste werksectie afgerond is en voorzien van nutsvoorzieningen, worden de naastgelegen 3 woonboten verplaatst. Hier ontstaat opnieuw een werkerrein.
- Na afwerking van de voorgaande werksectie wordt in stappen van 2-3 woonboten doorgeschoven binnen het rak.



- Nadat rak DCG0202 gereed is en afgewerkt, worden alle woonboten van dit rak op hun definitieve locatie geplaatst, met uitzondering van de woonboot die uit het watervak geplaatst is.
- 2 Woonboten van rak DCG0201 worden naar de overkant verplaatst. Hierdoor ontstaat werkruimte bij dit rak.



- Vervolgens wordt in stappen van 2-3 woonboten doorgeschoven binnen het rak. En worden delen van circa 55-65 m kade per keer vervangen.
- Na afronding van de Kademuur DCG0201 worden alle woonboten op hun definitieve ligplaats gelegd, inclusief de uit het watervak verplaatste woonboot.

De in deze paragraaf beschreven opties laten zien dat de methode kade 2.020 veel flexibiliteit biedt rondom de aanpak van woonboten door het beperkte ruimtebeslag van de werkvakken. De aanpak blijft maatwerk en dient nader uitgewerkt te worden, waarbij ook een combinatie van de beschreven opties denkbaar is.

3.2. Meerwaarde

De meerwaarde die beide opties bieden zijn:

- Minder overlast voor bewoners woonboten, doordat bewoners nabij hun woonlocatie blijven wonen.
- Naar verwachting hoeft geen beroep gedaan te worden op dure en weinig beschikbare wissellocaties.
- De grotere snelheid van het bouwproces ten opzichte van traditionele methoden zorgt ervoor dat de woonboten minder lang van hun plek zijn.

Meerwaarde optie 1

- Er hoeven geen woonboten uit het watervak te worden geplaatst.
- Geen wissellocaties buiten het watervak benodigd. Hierdoor blijven alle woonbootbewoners in de buurt van hun eigen leefgebied.
- Hogere werksnelheid en lagere uitvoeringskosten ten opzichte van optie 2 door groter werkvak. Alle funderingspalen kunnen vooraf worden aangebracht.

Meerwaarde optie 2

- Minder woonboten worden naar de overzijde verplaatst, hierdoor blijven woonbootbewoners dicht bij hun ligplaats.
- Woonboten liggen niet tegen elkaar (zoals bij optie 1), voordelen voor privacy bewoners (geen inkijk). Dit is positief voor het draagvlak onder de woonbootbewoners.
- Woonboten zijn beter bereikbaarheid voor hulpdiensten.
- Geen sprake van mogelijke issues met betrekking tot brandveiligheid, doordat woonboten niet dubbellaags in de gracht liggen.
- Aansluitingen nutsvoorzieningen eenvoudiger te realiseren.
- Mogelijkheid om de vaarweg open te houden.

In alle rakken van de Da Costakade liggen woonboten, derhalve is de meerwaarde van beide opties overal van toepassing. De voornoemde meerwaarde geldt in het bijzonder in de rakken met veel woonboten, te weten: DCG0101, DCG0102, DCG0201, DCG0202, DCG0301, DCG0302.

3.3. Randvoorwaarden

- 1) De beschreven opties betreffen enkel conceptuele plannen, en kunnen niet zonder verdere uitwerking worden geïmplementeerd. Onder andere de volgende zaken dienen nog nader te worden beschouwd: geschiktheid van de woonboten in relatie tot verplaatsbaarheid (afmetingen, bouwkundige staat), wensen bewoners, vergunningen, aanwezigheid nutsvoorzieningen, brandveiligheid, etc.
- 2) Het uitgangspunt is dat woonboten boven of op de legger liggen. De meeste woonboten liggen vaak iets van de kant en hebben daarom al geen conflict meer met de betonnen voet van het EZ-flow element. Ook geldt voor de diepgang dat dieper liggen dan het leggerprofiel niet is toegestaan. We hebben hier een marge op van 0.5 meter. Indien er incidenteel wél een conflict ontstaat dan kan of de woonboot iets verder van de kant

worden geplaatst, of we passen dan het EZ-flow element ter plaatse van de specifieke woonboot aan.

- 3) De vaarweg dient gestremd te worden voor de uitvoering van optie 1.

4. PASSEERBAARHEID ZINKERS

Wanneer zinkers worden aangetroffen in het projectgebied van de Da Costakade dient de methode te voorzien in een passende oplossing om de zinkers te passeren zonder dat de zinkers verlegd hoeven te worden.

4.1. Aanpak Kade 2.020

In het kader van een brede toepasbaarheid binnen Amsterdam is het noodzakelijk om een zinkeroplossing te bieden om kabels en leidingen te kunnen kruisen. Om dit mogelijk te maken wordt er binnen het EZ flow concept gebruik gemaakt van paselementen. Deze elementen zijn niet gefundeerd op palen en rusten op de twee naastgelegen elementen middels stalen opleggingen (zie Figuur 3) waar het element aan wordt bevestigd.

Hierdoor is het mogelijk om de elementen en het palenplan dusdanig af te stemmen dat er geen palen op de locatie van zinkers aangebracht behoeven te worden. Op het pilotproject Lijnbaansgracht zijn op een tweetal locaties paselementen geplaatst.



Figuur 3: Foto paselement (links) en oplegconstructie op standaard element (rechts).

5. PASSEERBAARHEID PEPERBUSSEN EN MIDDENSANNINGSRUIMTES

In het projectgebied van de Da Costakade bevinden zich Amsterdamse transformatorzuilen (ook wel peperbussen genoemd) en middenspanningsruimtes, welke kort op de kade zijn gesitueerd. Het verplaatsen hiervan is kostbaar, bewerkelijk en brengt planningsrisico's met zich mee. Daarom biedt het grote voordelen als deze voorzieningen gehandhaafd kunnen blijven.



Figuur 4: Peperbus bij rak DCG0202.

5.1. Aanpak Kade 2.020

Kade 2.020 werkt volledig vanaf het water. Aan walzijde wordt enkel door middel van grondzuigen een ondiepe ontlastsleuf aangebracht om de bestaande keervoorziening te ontlasten. Doordat er niet gegraven wordt aan deze zijde kunnen voorzieningen aan walzijde, zoals peperbussen en middenspanningsruimtes, gehandhaafd blijven tijdens de werkzaamheden. Doordat Kade 2.020 niet werkt met grote machines op de kademuur vormt de afstand van deze objecten tot de kademuur doorgaans geen restrictie voor het behoudt ervan.

Bij de vervangingsmethode van Kade 2.020 vervult de bestaande kademuur een functie in de bouwfase. Het achterste deel van de kademuur blijft tijdens de werkzaamheden gehandhaafd. Dit deel wordt tijdens de bouwfase middels diverse voorzieningen versterkt, zodat de sterkte en stabiliteit van de keervoorziening gewaarborgd blijft. Dit, tezamen met het feit dat aan walzijde geen graafwerkzaamheden plaatsvinden, zorgt ervoor dat cruciale ondergrondse infrastructuur gehandhaafd kan blijven. Zodoende kan met de vervangingsmethode van Kade 2.020 niet alleen peperbussen en middenspanningsruimtes worden gepasseerd, maar kunnen deze ook in bedrijf blijven omdat kabels en leidingen onaangetast blijven.

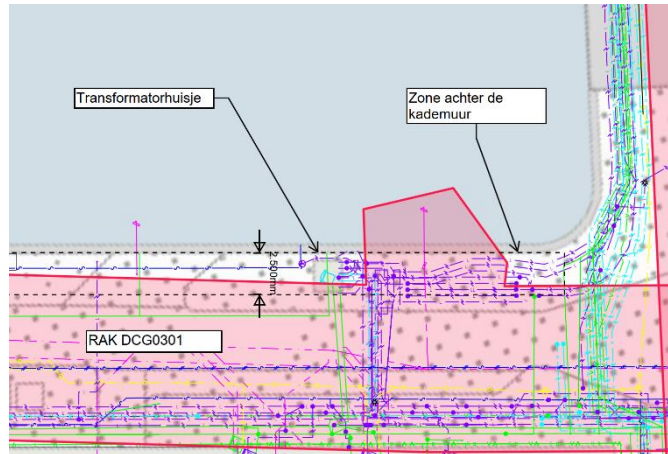
Onderbouwing

Het passeren van peperbussen en middenspanningsruimtes nabij de kademuur verloopt op dezelfde wijze als bij bomen. Voor de onderbouwing wordt derhalve verwezen naar §2.1.

5.2. Meerwaarde

1. Peperbussen en middenspanningsruimtes kunnen gehandhaafd blijven, ongeacht de afstand tot de kademuur.
2. Kabels en leidingen naar de peperbussen en middenspanningsruimtes kunnen gehandhaafd blijven. Rondom de middenspanningsruimtes bevinden zich een groot aantal laagspanningskabels, middenspanningskabels en datakabels, zoals weergegeven in Figuur 5 voor rak DCG0301.

3. De netbeheerder hoeft geen tijdelijke stroomvoorziening te realiseren voor de vele huishoudens aangesloten zijn op de peperbus en middenspanningsruimtes.
4. Er hoeft geen nieuwe peperbus en middenspanningsruimtes te worden gebouwd op een nieuwe locatie (besparing in tijd en geld).
5. Geen lange procedures nodig om peperbus en middenspanningsruimtes te verplaatsen.



Figuur 5: Kabels en Leidingen rondom transformatorhuisje rak DCG0301

5.2.1. Meerwaarde van toepassing op rakken

De peperbus en middenspanningsruimtes bevinden zich ter plaatse van de rakken DCG0201, DCG0202, DCG0301.

5.3. Randvoorwaarden

Tot op heden is enkel de technische haalbaarheid van het passeren van peperbussen en middenspanningsruimtes beschouwd. De werkwijze dient in een later stadium te worden afgestemd met de netbeheerder. Daarnaast wordt ervan uitgegaan dat de peperbussen en middenspanningsruimtes een eigen (paal)fundering bezitten.

6. TOEPASSING BIJ OERGEUL

In watervak 2 en 3 van de Da Costakade zijn uitlopers van de oergeul aanwezig. Sonderingen in deze regio geven aan dat de dikte van de tweede zandlaag op een aantal locaties beperkt is, in sommige gevallen slechts 1,5 m. Dit houdt in dat traditionele kadevervangingsmethode die gebruikmaken van ankers, zoals een verankerde combiwand, op deze locaties niet toegepast kunnen worden. In het oorspronkelijk vervangingsontwerp van de Da Costakade is men daarom voornemens een traditionele L-wand toe te passen, waarbij de draagkracht van de groutinjectiepalen deels verkregen wordt door schachtwrijving.

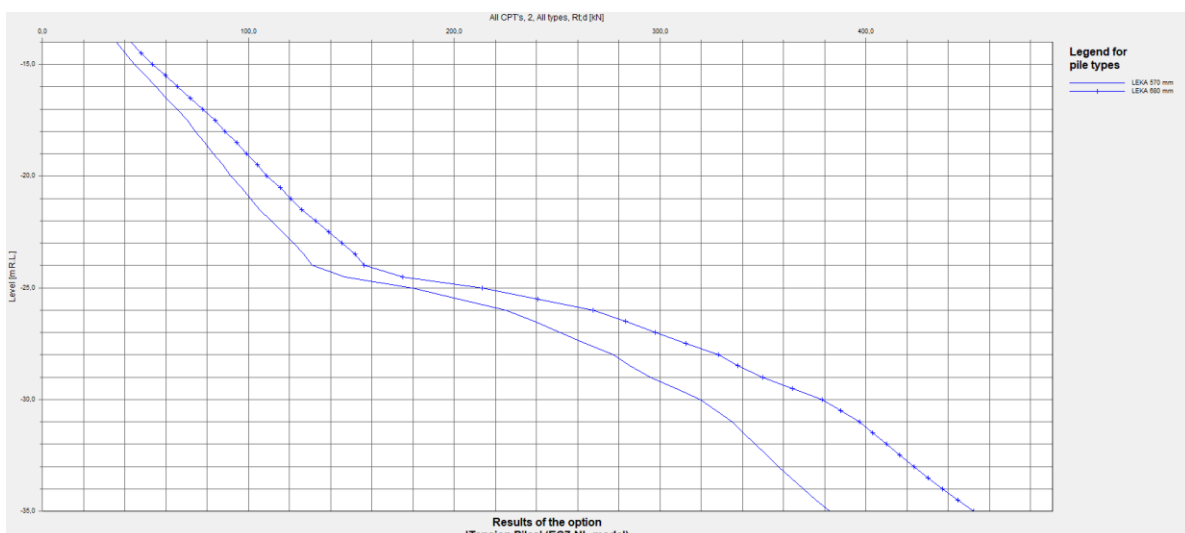
6.1. Aanpak Kade 2.020

De methode van Kade 2.020 maakt gebruik van een omgekeerde L-wand op boorpalen van het type LeKa. De constructie vertoont daarmee grote gelijkens met de oergeuloplossing zoals die is voorgesteld in het oorspronkelijke vervangingsontwerp. Verwacht wordt dat de methode Kade 2.020, met beperkte aanpassingen aan de fundatie, geschikt gemaakt kan worden voor toepassing bij de oergeul.

Onderbouwing

De methode van Kade 2.020 komt in de basis overeen met de oergeuloplossing uit het oorspronkelijke vervangingsontwerp van de Da Costakade. De diameter van de boorpalen in dit ontwerp is gelijk aan de diameter in het geoptimaliseerde ontwerp van Kade 2.020.

In de berekeningsnota van het oorspronkelijke vervangingsontwerp wordt de draagkracht van deze groutinjectiepalen bepaald aan de hand van de twee meest ongunstige sonderingen die zijn genomen in het gebied (S32 en W13). Wij verwachten dat deze draagkracht voldoende is voor de op druk belaste palen uit ons systeem. Doordat bij ons systeem de voet van de L-wand richting het water is gepositioneerd worden de funderingspalen die het dichtst bij het land staan belast op trek (dit in tegenstelling tot het oorspronkelijke vervangingsontwerp). Om de haalbaarheid van ons systeem ter plaatse van de oergeul te bepalen is daarom een beschouwing gemaakt van het te behalen trekdraagvermogen bij de voornoemde sonderingen. Hieruit volgt dat, afhankelijk van de geulvulling, een trekdraagvermogen van maximaal 450 kN kan worden gegenereerd bij een paalpuntsniveau van -35m NAP, wij verwachten dat dit voldoende is. Mocht dit niet het geval zijn dan verwachten wij dit met beperkte maatregelen te kunnen oplossen (zoals aanpassing van de diameter en/of lengte van de buispalen of aanpassing van de schoorstand van de drukpalen).



Figuur 6: Trekdraagvermogen groutinjectiepalen ter plaatse van sondering S32 en W13.

6.2. Meerwaarde

De methode van Kade 2.020 biedt op verscheidene punten meerwaarde bij toepassing ter plaatse van de oergeul:

1. In tegenstelling tot de traditionele oergeuloplossing wordt geen gebruik gemaakt van een bouwkuip (hierdoor onder andere minder hinder en geen bemaling).
2. De werkzaamheden worden volledig vanaf het water uitgevoerd.
3. Naar verwachting is het niet nodig om te funderen op de derde zandlaag, dit in tegenstelling tot methoden die gebruik maken van grondankers.
4. Naar verwachting een kortere uitvoeringstijd ten opzichte van traditionele vervangingsmethoden.
5. In tegenstelling tot de traditionele oergeuloplossing is het bij de vervangingsmethode van Kade 2.020 technisch haalbaar om bomen te behouden, doordat de werkzaamheden volledig aan de voorzijde van de kademuur plaatsvinden.

6.2.1. Meerwaarde toegepast op rakken

De oergeul is aanwezig in onderstaande rakken: HGG0103, DCG0201, DCG0202, DCG0301, DCG0302.

6.3. Randvoorwaarden

- Het geoptimaliseerde ontwerp van Kade 2.020 is gehanteerd bij deze beschouwing.
- De haalbaarheid is bepaald aan de hand van de berekeningsnota Dura Vermeer en op basis van indicatieve beschouwingen van de maatgevende sonderingen. De haalbaarheid dient in een later stadium definitief te worden bepaald middels locatie specifieke berekeningen.

7. TOEPASSING BIJ LANGSRIOOL IN DE GRACHT

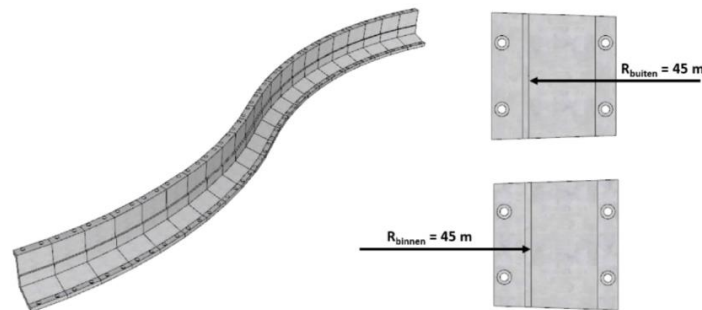
Bij de rakken DCG0501 en JLK0102 is sprake van een langsriool aan de voorzijde van de kademuur. Dit riool bevindt zich ter hoogte van de voet van het betonelement van Kade 2.020. Om die reden is het *niet technisch haalbaar* om deze rakken te vervangen met de basisoplossing van Kade 2.020.

8. AANWEZIGHEID RUIME BOCHT

Binnen dit project is bij de overgang van het rak HCG0103 naar DCG0102 sprake van een ruime bocht met een bochtstraal van circa 45 m. Ook bevatten de rakken DCG0201 en DCG0202 flauwe bochten met een bochtstraal van respectievelijk 260 m en 257 m conform tekening ontwerp kadeliijn³.

8.1. Aanpak Kade 2.020

Kade 2.020 kan ruime bochten ($R = 45$ m) realiseren door rechte elementen verdraaid aan te brengen. Voorafgaand aan een kademuurvervanging maken we een 3D-scan van de bestaande kademuur. Op basis hiervan voeren we de prefab-elementen zo uit, dat deze elke bochtstraal kunnen volgen. Voor een bocht met een straal van 45 meter komt het element eruit te zien als in Figuur 7. We maken hierbij onderscheid tussen een binnenbocht en een buitenbocht. Voor het slopen van het deel van de kademuur hanteren we zaaglengtes, en dus rechtstanden, van 1 meter. Omdat het EZ-flow element standaard is voorzien van een oplegrand van 15 cm voor metselwerk, kunnen we door het toepassen van een metselsteen van 10 cm breed, de bochten in het werk vloeiend volgen.



Figuur 7: Oplossing gedraaid aanbrenge elementen

8.2. Meerwaarde

Technische haalbaar met de basisoplossing, meerwaarde is generiek.

8.2.1. Meerwaarde toegepast op rakken

In de overgang van de Hugo de Grootgracht naar de Da Costagracht, tussen rakken HGG0103 en DCG0102 bevindt zich een ruime bocht. Ook in rakken DCG0201 en DCG0202 is een ruime bocht aanwezig.

³ Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam. (28 april 2022). Da-07 Da costakade, ontwerp lijn kademuur

9. AANWEZIGHEID KRAPPE BOCHT

Binnen dit project bevinden zich krappe bochten in de kademuurlijn ter plaatse van de overgang van rak HGG0102 naar DCG0101 en tussen de rakken DCG0501 en JLK0102. De vervangingsmethode dient te voorzien in een oplossing voor deze krappe bochten.

9.1. Aanpak Kade 2.020

Kade 2.020 maakt bij krappe bochten gebruik van gekromde elementen.

10. AANWEZIGHEID NOODMAATREGEL

Ter plaatse van rak DCG0301 bevindt zich een noodmaatregel. De vervangingsmethode die op deze locatie wordt toegepast dient geschikt te zijn om hiermee om te gaan.

Voor de basisoplossing van Kade 2.020 wordt deze locatie als *niet technisch haalbaar* geacht. Afwijkend op andere locaties in de stad staat de damwand relatief ver van de kademuur af. Hierdoor kan deze niet goed worden geïntegreerd in het definitieve vervangingsontwerp. De damwand vormt zodoende een obstakel voor de aanvoer en plaatsing van de EZ-flow elementen. Het vervangen van dit deel van rak DCG0301 is enkel mogelijk indien de damwand voorafgaand aan de werkzaamheden getrokken kan worden.

11. VALBEREIK CONSTRUCTIEONDERDELEN (BOUWVEILIGHEID)

Wanneer lange constructieonderdelen moeten worden gehesen ontstaat volgens de landelijke richtlijn Bouw- en Sloopveiligheid een bouwveiligheidszone. De bouwveiligheidszone heeft betrekking op de veiligheid buiten de bouwhekken voor personen en omliggende panden. Bij traditionele methoden voor de vervanging van kademuren moeten vanwege het valbereik straten (tijdelijk) worden afgezet en kunnen woonbootbewoners niet altijd in de nabije omgeving van de bouwplaats verblijven.

11.1. Aanpak Kade 2.020

Doordat Kade 2.020 gebruik maakt van een doorvoermotor met kantelstuk is er geen sprake van het hijsen van materiaal (geaccepteerde methode). Buispalen worden horizontaal ingevoerd en vervolgens, geklemd in de boorstelling, gekanteld (zie Figuur 8). Hierdoor is geen sprake van veiligheidsrisico's ten aanzien van valbereik. Enkel waar noodzakelijk past Kade 2.020 kleine constructieonderdelen toe, bijvoorbeeld wanneer sprake is van gesegmenteerd aanbrengen van buispalen ter plaatse van bomen. Ook bij het aanvoeren van de betonnen (prefab) EZ-flow elementen is geen sprake van een valbereik. De betonelementen worden niet gehesen, maar boven de palen gevaren en afgezonken, zie Figuur 9.



Figuur 8: Heistelling met doorvoermotor



Figuur 9: Aanvoer EZ-flow elementen over water.

11.2. Meerwaarde

1. Geen sprake van groot valbereik.
2. Wegverkeer kan te allen tijde (continu) doorgaan.
3. Mogelijkheid om vaarverkeer door te laten gaan op alle rakken.
4. Woonboten buiten het werkvak kunnen blijven liggen.
5. Bewoners van nabijgelegen woningen en woonboten kunnen in hun woning blijven tijdens de werkzaamheden.

De meerwaarde ten aanzien van valbereik is gerelateerd aan woonboten (H3) en bereikbaarheid (H14). De meerwaardeaspecten zijn van toepassing op alle rakken.

12. DUURZAAMHEID

Bij het vervangen van kademuuren wordt traditioneel veel gebruik gemaakt van staal, bijvoorbeeld bij toepassing van damwanden. Tijdens het productieproces van staal wordt veel CO₂ uitgestoten, waardoor het gebruik van staal een negatieve impact heeft op het milieu. Materiaalbesparing is daarom essentieel voor een duurzamere methode. Ook de mogelijkheid tot hergebruik van materialen en flexibiliteit ten aanzien van aanpassingen of herbestemming wegen mee.

12.1. Aanpak Kade 2.020

Met de EZ-flow methode wordt aanzienlijke winst geboekt op het gebied van duurzaamheid ten opzichte van traditionele methoden. Dat wordt onder andere bereikt door in te zetten op materiaalbesparing. De methode (L-muur op palen) maakt relatief weinig gebruik van staal (hoge MKI-waarde), ten opzichte van bijvoorbeeld een combiwand.

Om de duurzaamheid van de innovatie te kwantificeren is een MKI-berekening gemaakt van de EZ-flow methode en deze vergeleken met een traditionele kademuur vervanging volgens de methode van SOK Kademuuren. In 2022/2023 heeft Kade 2.020 een doorontwikkeling gemaakt van het EZ-Flow systeem, dit heeft ertoe geleid dat onze vervangingsmethode een MKI-besparing van circa 59% realiseert ten opzichte van de traditionele vervangingsmethode.

Het modulaire systeem in combinatie met gebruik van stalen buispalen biedt gedurende zijn levensduur flexibiliteit voor aanpassingen in gebruik en tevens is herbestemming van materialen mogelijk. Daarnaast draagt de mogelijkheid tot boombehoud bij aan een klimaat adaptieve binnenstad. Ook kunnen voorzieningen voor behoud van flora en fauna eenvoudig worden geïntegreerd in de kademuur.

12.2. Meerwaarde

- Aantoonbaar lagere MKI ten opzichte van traditionele methoden.
- Alle bomen kunnen behouden blijven.
- Eenvoudige integratie van voorzieningen ten behoeve van flora en fauna.

13. LEEFBAARHEID

Gebruikers van omliggende grachtenpanden kunnen veel hinder ondervinden van bouwwerkzaamheden, wanneer sprake is van traditionele kademuurvervanging. Zowel trillingen door bijvoorbeeld het aanbrengen van damwanden als geluidsoverlast kunnen als zeer hinderlijk worden ervaren door omwonenden. Daarnaast kunnen de werkzaamheden een grote impact hebben op de bewoners van woonboten, in overvloed aanwezig bij de Da Costakade. Het draagvlak onder deze bewoners kan in het bijzonder belangrijk zijn voor het projectmanagement rondom de woonboten. Daarom is leefbaarheid rondom de bouwplaats een belangrijk meerwaardeaspect.

13.1. Aanpak Kade 2.020

Bij traditionele uitvoeringstechnieken zou het vervangen van de kademuur gepaard gaan met veel omgevingsoverlast zoals aan- en afvoer van materieel, wegafzettingen, geluids- en trillingsoverlast, bemalen enzovoorts. De innovatie van Kade 2.020 resulteert in aantoonbaar minder omgevingshinder.

Onderbouwing

De methode Kade 2.020 veroorzaakt minimale omgevingshinder door gebruik te maken van trillingvrije technieken bij het aanbrengen van de fundering. De stalenbuispalen worden aangebracht middels trillingvrij schroeven. Ook van het aanbrengen of trekken van (tijdelijke) damwanden is geen sprake.

Ook geluidshinder wordt met de methode Kade2.020 tot een minimum beperkt. In het afleverdossier van het pilotproject Lijnbaansgracht is een geluidsmonitoring opgenomen, waarmee aangetoond is dat de werkzaamheden niet zorgen voor meetbare verhoging van het omgevingsgeluid. Ook is in de uitvoering geen bouwkuip benodigd, waardoor geen bemaling benodigd is.

Doordat aan- en afvoer van bouw materiaal via het water verloopt wordt veel overlast in de binnenstad voorkomen.

13.2. Meerwaarde

Kade 2.020 biedt veel meerwaarde op het gebied van leefbaarheid, onder andere:

- Weinig hinder en kans op schade voor omgeving door trillingvrije technieken.
- Aantoonbaar weinig geluidshinder.
- Korte doorlooptijd (de mate van hinder wordt mede bepaald door de duur van de hinder).
- Transport verloopt volledig over het water.
- Geen groot valbereik, dus bewoners van woningen en woonboten kunnen tijdens werkzaamheden in hun woning verblijven.

De meerwaardeaspecten zijn van toepassing op alle rakken.

14. BEREIKBAARHEID

De Da Costakade ligt in de binnenstad van Amsterdam, waarbij tevens een belangrijk verkeersader door het projectgebied loopt (de Clercqstraat). Omdat de (openbare) ruimte achter de kademuur aan de landzijde intensief gebruikt wordt (verkeer, parkeren, verblijven) is hier het voorkomen van afzettingen of omleidingen zeer waardevol. Ook voor het draagvlak onder omwonenden is het essentieel om de bereikbaarheid ten alle tijden te borgen.

Bij traditionele methoden voor kademuurvervangings is sprake van veel omgevingshinder. Denk hierbij aan: aanvoer van materiaal/materieel over de weg, wegafzettingen ten tijde van hijswerkzaamheden en een bouwterrein wat veel ruimte inneemt op de kade. Hierdoor komt de bereikbaarheid van panden en woonboten in het geding.

14.1. Aanpak Kade 2.020

De methode kade 2.020 is ontwikkeld zodat deze volledig vanaf het water wordt uitgevoerd om zo de omgeving zo min mogelijk te belasten. Werken vanaf het water betekent bij een kademuurvervangings ook dat er minder bouwmaterialen en materieel op de kade aanwezig zijn. Kenmerkend voor onze methode is dat wij werken in werkvakken van beperkte lengte. Hierdoor houden we het werkgebied aan wal compact.

Onderbouwing

Doordat wij vanaf het water werken blijven de rijbaan en het trottoir tijdens de werkzaamheden toegankelijk voor voetgangers, fietsers, auto's en hulpdiensten. Al het transport vindt plaats via het water. Tijdens de bouwwerkzaamheden wordt slechts een kleine strook achter de kademuur afgezet als bouwterrein. Figuur 10 laat zien dat de rijbaan ter plaatse van pilotlocatie Lijnbaansgracht volledig open blijft ten tijde van de werkzaamheden, ondanks de uitermate korte afstand van de rooilijn tot de kademuur op deze locatie. Omdat de Da Costakade aanzienlijk breder is dan de Lijnbaansgracht zal hier het ruimtebeslag verhoudingsgewijs minder zijn, en op het oog (nog) minder aanwezig. Bovendien toont Figuur 10 dat de parkeerplaatsen buiten het werkvak toegankelijk blijven tijdens de werkzaamheden.



Figuur 10: Uitvoering werkzaamheden t.p.v. de Lijnbaansgracht.

14.2. Meerwaarde

- De rijbaan blijft volledig open tijdens alle werkzaamheden dit betekent dat het verkeer continu door kan gaan. Hiermee worden wegafsluitingen en omleidingen voorkomen.
- Bereikbaarheid van de panden langs de kade blijft gegarandeerd.
- Vaarverkeer kan eventueel doorgaan bij woonbootoplossing 2.
- Mogelijkheid om parkeerplaatsen in het rak, buiten het werkvak, open te houden tijdens de werkzaamheden.
- De kade blijft open voor nood- en hulpdiensten.

Deze meerwaardeaspecten gelden voor alle rakken.

15. ONDERGRONDSE INFRA

Ter plaatse van de Da Costakade bevinden zich veel kabel en leidingen in de grond, ook in het grondpakket direct achter de kade muur. Dit komt mede door de aanwezigheid van middenspanningsruimtes op de kade en het grote aantal woonboten in de grachten. In het oorspronkelijke vervangingsontwerp van de Da Costakade dient een relatief groot gebied landinwaarts functievrij gemaakt te worden om de kadevervanging middels deze methode mogelijk te maken. Het verleggen van de ondergrondse infra is kostbaar en nadelig op het gebied van planning en risicobeheersing.

15.1. Aanpak Kade 2.020

Dankzij ons 'omgekeerde funderingsprincipe' hoeven we, naast een kleine ontlastsleuf (50 cm diep ten opzichte van maaiveld), geen (grond)werkzaamheden te verrichten in het gebied achter de bestaande kademuur. Dit is het gebied waarin de grootste risico's zouden ontstaan wanneer er op een meer traditionele werkwijze wordt gewerkt. Achter de kademuur is het mogelijk verschillende ongewenste zaken in de bodem aan te treffen, zoals kabels en leidingen, verontreinigde grond, oude onderdelen van kademuren, archeologische vondsten en andere obstakels.

Onderbouwing

Kade 2.020 werkt volledig vanaf het water. De kademuur blijft tijdens de werkzaamheden functioneel, waardoor het grondpakket aan de walzijde van de kademuur intact blijft. Hierdoor zijn er geen verleggingen van kabels en leidingen nodig. Hiermee worden de planningsrisico's en bijkomende kosten van het functievrij maken voorkomen, alsmede de kosten voor vervanging van de kabels en leidingen.



Figuur 11: Uitvoering werkzaamheden ter plaatse van de Lijnbaansgracht.

15.2. Meerwaarde

- De zone achter de kade hoeft niet vrijgemaakt te worden van ondergrondse infra.
- Kabels en leidingen achter de kade hoeven niet verlegd te worden.
- Middenspanningsruimtes kunnen in bedrijf blijven doordat kabels en leidingen niet verplaatst hoeven te worden.
- Minder voorbereidende werkzaamheden nodig, zoals archeologisch onderzoek en milieu hygiënisch bodemonderzoek.
- Minder risico's op het aantreffen ongewenste zaken in de bodem, zoals verontreinigde grond, oude onderdelen van kademuren, archeologische vondsten, etc.

- Flexibiliteit: het niet hoeven verleggen van kabels en leidingen biedt de mogelijkheid om sneller in te spelen op veranderingen.

De meerwaardeaspecten zijn van toepassing op alle rakken. Rondom middenspanningsruimtes geldt extra meerwaarde omdat hier veel kabels en leidingen lopen, zie H5.

16. WATERDOORLATENDHEID

Uit de geohydrologische beschouwing van het oorspronkelijke vervangingsontwerp van de Da Costakade volgt dat een kolomconstructie niet volstaat en een lintconstructie toegepast moet worden. Dit komt doordat de bodem op deze locatie een relatief lage doorlatendheid heeft.

16.1. Aanpak Kade 2.020

Bij de vervangingsmethode van Kade 2.020 wordt gebruik gemaakt van sparingen in het betonelement zodat water het element kan passeren in beide richtingen (van het grachtwater naar het grondlichaam en vice versa). De sparingen, met een diameter van 200 mm, zijn voorzien van een reinigbaar filter, gevuld met een materiaal met een hoge waterdoorlatendheid. Deze sparingen bevinden zich circa 70 cm onder de waterspiegel en kunnen eenvoudig met de hand verwijderd worden om schoon te worden gemaakt. Daarnaast wordt een waterdoorlatend materiaal, in de vorm van M3D funderingsdrainzand, aangebracht aan de achterzijde van het element. Dit zorgt ervoor dat het water kan divergeren en zo het contactoppervlak met de bestaande bodem wordt vergroot.



Figuur 12: Foto van de voorzieningen in het betonelement. De bovenste sparing verzorgt de waterdoorlatendheid.

Onderbouwing

Bij het ontwerp van de waterdoorlatendheidsvoorzieningen heeft Kade 2.020 een oplossing gekozen die bij alle locaties werkzaam is. Door de oplossing met gaten in de elementen en een zandkoffer erachter zorgen we ervoor dat de grachtwaterstand voor en achter de elementen hetzelfde is. Door deze oplossing hebben de elementen geen effect op de drainage- en infiltratiesnelheid van en naar de kade.

Uit een eerste beschouwing van de geohydroloog komt naar voren dat de bodemopbouw ter plaatse van de Da Costakade vergelijkbaar is met bodemopbouw bij de het Pilotproject Lijnbaansgracht. Bij de Da Costakade is sprake van enigermate meer klei (meer weerstand) en de basisveenlaag lijkt niet aanwezig (minder weerstand). Door de aanwezigheid van klei en de afwezigheid van veen zal de weerstand in het model naar verwachting minimaal veranderen. Verder ligt de rooilijn ter plaatse van de Da Costakade verder van de gracht, waardoor het effect van de constructie op de bebouwing minder is.

Indien een geohydrologische analyse aantoont dat de Da Costakade aanvullende voorzieningen behoeft ten opzichte van het Pilotproject, dan kan eenvoudig worden opgeschaald. Het betonelement biedt namelijk veel ruimte voor sparingen, waardoor met het vergroten van de diameter van sparingen dan wel het verkleinen van de onderlinge hart-op-hart afstand, op eenvoudige wijze kan worden voldaan aan de waterdoorlatendheidseisen.

16.2. Meerwaarde

De vervangingsmethode van Kade 2.020 biedt de volgende meerwaarde op het gebied van waterdoorlatendheid:

1. De waterdoorlatendheidsvoorzieningen zijn goed opschaalbaar door het vergroten van de diameter van de sparingen dan wel het verkleinen van de onderlinge hart-op-hart afstand.
2. De waterdoorlatendheidsvoorzieningen zijn goed bereikbaar voor onderhoud. Dit voorkomt het dichtslibben van de sparingen.
3. Het grondkerende deel van de vervangingsmethode van Kade 2.020 heeft een beperkte hoogte en beïnvloed daarmee de grondwaterstroming in de wadzandlaag niet.

De meerwaardeaspecten zijn van toepassing op alle rakken van de Da Costakade.

16.3. Randvoorwaarden

De conclusies in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op een analyse van het geohydrologisch rapport van het oorspronkelijke vervangingsontwerp van de Da Costakade, uitgevoerd door een geohydroloog. Hierbij is een vergelijking gemaakt tussen de situatie op de Da Costakade en de Lijnbaansgracht (locatie Pilotproject). Deze locaties zijn met elkaar vergeleken op het gebied van grondwaterstanden, bodemopbouw en maaiveld.

Er is in deze fase geen geohydrologische beschouwing uitgevoerd middels een 2D- of 3D-model.