

Eindrapportage

21 juli 2020 - Versie 1.0

Autorisatieblad

Alleen voor Intern gebruik

Boombehoud bij kademuurvernieuwing

Uitvoeringsmethode en ontwerp

| | Naam | Akkoord | Datum |
|--------------------|-------------|----------------|--------------|
| Opgesteld door | [REDACTED] | ✓ | 21-07-2020 |
| Gecontroleerd door | [REDACTED] | ✓ | 21-07-2020 |
| Vrijgegeven door | [REDACTED] | ✓ | 21-07-2020 |

Op dit autorisatieblad ontbreken de handtekeningen wegens de digitale verwerking van ons vrijgaveproces. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Versie historie

| Versie | Naam | Datum | Korte toelichting |
|---------------|-------------|--------------|--------------------------|
| 1.0 | [REDACTED] | 21-07-2020 | Definitief |

Samenvatting

Een groot gedeelte van de kademuren in Amsterdam verkeert in slechte staat en staan geprogrammeerd voor vernieuwing. Veel van deze kademuren hebben raakvlakken met bestaande (monumentale) bomen. Kademuurvernieuwing met behoud van bomen vormt een uitdaging waarin creatieve technische oplossingen nodig zijn om binnen de randvoorwaarden een kademuurvernieuwing uit te voeren.

In deze rapportage wordt kader opgezet met ontwerp oplossingen om de kademuur te vernieuwen met boombehoud. Een van deze ontwerp oplossingen wordt uitgewerkt tot een voorlopig ontwerp.

Om de ontwerp oplossingen te genereren wordt gebruik gemaakt van een analyse van de functie van de kademuur. Hierin is duidelijk welke afhankelijkheidsrelatie bestaat tussen de boom en de kademuur. Hierna kunnen we (generiek) beschrijven waaraan de kade en de boom kan bezwijken. Een belangrijke fase hierin is het bezwijken van de boom tijdens het vernieuwen van de kadeconstructie. Dit resulteert in een set van randvoorwaarde en uitgangspunten. Op basis hiervan zijn ontwerp mogelijkheden geïntroduceerd waarmee de boom behouden kan worden en de kademuur vernieuwd. Deze mogelijkheden zijn uitgewerkt een integrale ontwerp oplossing. In samenspraak met het ingenieursbureau Amsterdam is een van de oplossingen geselecteerd om uit te werken tot voorlopig ontwerp. Voor het voorlopig ontwerp zijn funderings- en damwandberekeningen gemaakt om de haalbaarheid te toetsen. Daarnaast zijn ook de kosten- en boomeffect aspecten geanalyseerd. Hieruit volgt een ontwerp waarbij bomen behouden blijven en worden aanbevelingen gemaakt voor de verdere uitwerking van het ontwerp.

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| Samenvatting | 1 |
| Inleiding | 4 |
| 1 Functie analyse | 6 |
| 1.1 Functies | 6 |
| 1.2 Conditionering | 8 |
| 2 Randvoorwaarde en uitgangspunten | 10 |
| 2.1 Uitgangspunten: | 10 |
| 2.1.1. Kademuur | 10 |
| 2.1.2. Boom | 10 |
| 2.2 Randvoorwaarde: | 11 |
| 3 Ontwerpoplossingen | 12 |
| 3.1 Aanpak | 12 |
| 3.2 Boom | 12 |
| 3.3 Kademuur | 15 |
| 4 Integrale ontwerpoplossing | 18 |
| 4.1 Ontwerprichtingen | 18 |
| 4.2 Geselecteerde ontwerprichting | 20 |
| 5 Voorlopig ontwerp | 21 |
| 5.1 Inleiding | 21 |
| 5.2 Ontwerp | 21 |
| 5.2.1. Ontlastvloer | 21 |
| 5.2.2. Palenwand | 22 |
| 5.2.3. Boomanker | 22 |
| 5.2.4. Uitvoeringsfasering | 23 |
| 5.3 Ontwerp vrije veld | 24 |
| 5.4 Ontwerptekening | 25 |
| 5.5 SSK raming | 26 |
| 6 Boom effecten analyse (BEA) | 27 |
| 6.1 Eindoordeel effecten | 27 |
| 6.2 Randvoorwaarden | 27 |
| 6.3 Alternatieven | 27 |
| 7 Conclusie en aanbevelingen | 29 |
| 7.1 Conclusie | 29 |
| 7.2 Aanbevelingen: | 29 |
| Bijlage A: Voorlopig Ontwerp Palenwand | 30 |
| Bijlage B: Voorlopig ontwerp Jetgroutpalen | 31 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| Bijlage C: Tekening VO | 32 |
| Bijlage D: Boomeffect analyse | 33 |
| Bijlage E: SSK raming | 34 |
| Colofon | 35 |

Inleiding

Achtergrond en doel

Een groot gedeelte van de kademuren in Amsterdam verkeert in slechte staat en staan geprogrammeerd voor vernieuwing. Veel van deze kademuren hebben raakvlakken met bestaande (monumentale) bomen. Kademuurvernieuwing met behoud van bomen vormt een uitdaging waarin creatieve technische oplossingen nodig zijn om binnen de randvoorwaarden de kademuurvernieuwing uit te voeren.

Het doel van deze opdracht is het creëren van een onderbouwing die de opdrachtgever in staat stelt een zorgvuldig en gemotiveerd besluit te nemen om een kapvergunning aan te vragen. De resultaten van deze studie kunnen worden gebruikt om al dan niet gemotiveerd een vergunning aan te vragen. De in deze rapportage beschouwde oplossing kan worden gebruikt als mogelijke ontwerp oplossing voor kademuurprojecten.

Aanpak

Onze aanpak bestaat uit 3 fases waarin we komen tot een voorlopig ontwerp voor een oplossing voor kadevernieuwingen met behoud van bomen. Zie onderstaand schema.



Figuur 1: Opzet van deze rapportage

Fase 1: Informatie ophalen en sorteren

In deze eerste fase inventariseren we de uitgangspunten, voorwaarden en eisen waar een kademuurvernieuwing aan moet voldoen zodat bomen behouden kunnen blijven. Samen met een functieanalyse van de objecten “kade” en “boom” verwerken we dit tot uitgangspunten die wij in deze rapportage verwoorden. Hierin verwerken we ook de afspraken uit het startgesprek. Deze fase sluiten we af met een verzameling van oplossingsrichtingen vanuit ons onderzoek.

Fase 2: Selecteren en uitwerken ideeën

De tweede fase start met een selectie van 3 ideeën die we uitwerken tot een schetsontwerp. Deze selectie vindt plaats door middel van een brainstorm met experts. Om tot een selectie te komen kijken we uiteraard naar de binnen de uitvraag meegegeven randvoorwaarden tabel. Onze European Tree Technician (ETT) maakt onderdeel uit van het projectteam en is betrokken bij de brainstorm en de toetsing. De uitkomsten werken we uit tot 3 schetsontwerpen (SO).

Fase 3: Beoordelen en ontwerpen oplossing

Uw beoordeling van de 3 schetsontwerpen leidt tot een keuze van een nader te ontwerpen variant. Hiervan stellen wij een voorlopig ontwerp (VO) op inclusief raming. Daarnaast voeren wij op dat VO een bomen effecten analyse (BEA) uit. De

resultaten van dit VO worden gepresenteerd. Als eindresultaat van deze stappen leveren we deze integrale adviesrapportage.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 maken we een analyse van de functie van de objecten “kade” en “boom”. In hoofdstuk 2 volgt een inventarisatie van de uitgangspunten, voorwaarden en eisen waar een kademuurvernieuwing aan moet voldoen zodat bomen behouden kunnen blijven. Samen met een hoofdstuk 1 vormt dit de basis voor de ontwerp oplossingen. In hoofdstuk 3 worden drie mogelijke ontwerp oplossingen gepresenteerd. In hoofdstuk 4 worden de verschillende oplossingen gecombineerd tot een integraal ontwerp. In hoofdstuk 5 wordt het gekozen schetsontwerp uitgewerkt tot een voorlopig ontwerp. Deze rapportage wordt afgesloten in hoofdstuk 6 met de conclusies en aanbevelingen.

1 Functie analyse

Het hoofddoel van dit onderzoek bestaat uit het beschouwen van mogelijkheden voor het vervangen van de kademuur in de directe omgeving van een boom. Het secundaire doel daarbij is het behouden van de volwassen boom (fysiologie en stabiliteit) aan de gracht. Om een uitvoeringsmethodiek voor beiden te bepalen willen we inzicht verkrijgen in de constructieve relatie tussen de twee objecten en de conditioneringsaspecten van de boom.

Daartoe hebben we een functie - en conditioneringsanalyse van de kademuur (met/en van de) boom opgesteld. Het eindresultaat zijn de faalmechanismen van de boom en kademuur. De nader uit te werken oplossingen dienen aan de randvoorwaarden en eisen die volgen uit de beide analyses maximaal te voldoen.

1.1 Functies

In de functieanalyse worden de verschillende functies van de binnenstedelijke kademuur vanuit constructief perspectief beschouwd. Vanuit de verschillende functies van een kademuur (kerende functie, dragende functie, afmeerfunctie, verkeersfunctie, opslagfunctie en omgevingsfunctie) staan we voornamelijk stil bij de kerende functie van de kademuur.

De kademuur (binnenstedelijk) vormt de fysieke overgang van land naar water. Als gevolg van ruimtegebrek is de overgang tussen land en water op een enkele punt in de doorsnede opgelost waardoor een hoogteverschil moet worden overbrugd. Gevolg hiervan is dat de kadeconstructie de functie heeft van een grondkering, waarbij tevens alle maaiveldbelastingen dienen te worden afgedragen.

1. Keren van grond (en water)
Dragen belasting op grondlichaam:
 - Verkeer
 - Maaiveldbelasting
 - *Boombelasting*
 - Overige (tijdelijke) belastingen
2. (Afmeer- en overslagvoorziening)

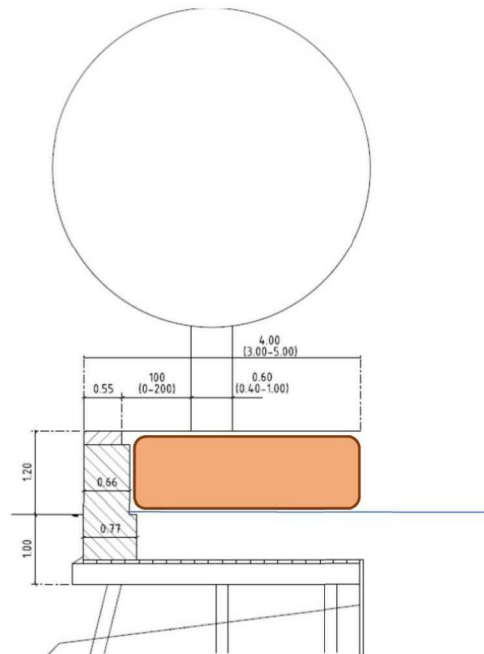
De *boombelasting* is de constructieve invloed van de boom op de kademuur. De afdracht van belastingen van de boom naar de ondergrond bestaat uit:

1. Overdracht windbelasting naar grond/kademuur via gewapende grond
 - a. Bomen op een (deels) verzadigde bodem kunnen eenvoudiger scheef zakken onder invloed van de heersende windrichting (zie bijvoorbeeld uiterwaarden/moerasbos) of de richting wordt bepaald door het rotten van een deel van het wortelgestel.
 - b. Binnensteden worden gekenmerkt door vlagerige wind (veel turbulentie; windbelasting in terreincategorie (III of) IV conform Eurocode NEN-EN 1991-1-4) waardoor torsiekrachten een reële belasting zijn voor bomen, vooral bij scheefstaand en op hoeken van gebouwen.

2. Verticale belasting (eigengewicht boom)

- a. Gezonde bomen nemen uiteraard in een normaal tempo in massa toe (eigengewicht). Een groot kroonvolume vereist in principe een groot doorwortelbaar volume (afhankelijk van bodemsamenstelling). In een evenredig verdeelde groeiplaats waarin het wortelgestel zich qua stabiliteit vooral richt op de heersende wind (reactiegroei op windbelasting), zullen loofbomen een belangrijk deel van de ondergrond naar het westen willen innemen (trekspanning). Langs een kade is dit veelal anders. Een stijve constructie die veel weerstand biedt, kan dan een contragewicht vormen.
- b. Scheefstand en de bijbehorende overhangende kroonmassa leveren een eigengewicht dat niet evenredig verdeeld of recht boven de houtkolom hangt. Dit kan op een natuurlijke wijze ontstaan zijn. De scheefstand van de stam is significant vanaf 15 graden.

Uit de bovenstaande functie analyse volgt de constructieve invloed van de boom op de kademuur. De boom draagt zowel horizontale krachten als verticale krachten (Figuur 2) af op de kadeconstructie. Bij het vervangen of verwijderen van de keermuur, kadevloer en/of paalfundering dient de krachtenafdracht verzorgd te zijn door andere elementen om boombehoud te garanderen.



Figuur 2: Dwarsprofiel kademuur krachtenafdracht

De conditionering van de twee objecten wordt beschouwd zowel tijdens de uitvoeringsfase als in de eindsituatie. De conditionering wordt uitgedrukt in faalmechanismen.

De faalmechanismen van binnenstedelijke kademuren zijn herleid uit het handboek binnenstedelijke kademuren. De faalmechanismen voor de grond- en (water)kerende functie zijn als volgt onder te verdelen voor de kademuur:

1. Geotechnisch
 - a. Falen paalfundering
 - b. Falen algehele stabiliteit
 - c. Falen op hoogte (zetting)
2. Constructief falen
 - a. Kademuur
 - b. Kadefloer
 - c. faalfundering
3. Onder- of achterloopsheid

De conditioneringsaspecten die invloed hebben op de levensvatbaarheid en potentiële groei van de boom zijn:

1. Algehele stabiliteit
 - a. Te weinig gronddekking vanwege korte plantafstand tot kademuur waardoor een boom relatief makkelijk te kantelen is (richting rijbaan);
 - b. Grondzetting door het wijken /verwijderen van kademuur of vloer, waardoor een boom kan kantelen.
2. Conditie verval wortelpakket
 - a. Groeiplaatsbeperkingen (te verdicht, te afgesloten met verharding, te verzadigde ondergrond);
 - b. Wortelschade (vooral bouwwerkzaamheden, zuurstofloze omgeving)
 - c. Voeding
 - i. Vruchtbaarheid (humusarme zandlaag en ontbreken kringloop van organische stof);
 - ii. Watervoorziening (uitdroging);
 - iii. Afhankelijkheid van fotosynthese bladmassa (energie);
 - iv. Bodemleven (opnamecapaciteit en weerstand; interactie met a. en i. t/m iii.).
3. Mechanische verzwakkingen
 - a. Bestaande aantastingen door parasitaire schimmels in stamvoet en/of wortels;
 - b. Schade (storm, bouwwerkzaamheden);
 - c. Significante (natuurlijke) scheefstand (stam > 15 graden);
 - d. Bij gegronde twijfel worden risicobomen benoemd en de stabiliteit bepaald aan de hand van boomtechnisch onderzoek (nulmeting).
4. Conditie verval kroon
 - a. Schade (storm, bouwwerkzaamheden);
 - b. Afhankelijkheid van opnamecapaciteit wortelgestel.

De meest relevante conditioneringsaspecten met raakvlakken in het ontwerp van de kademuurvernieuwing zijn: 1. Algehele stabiliteit en 2. Conditie verval wortelpakket.

Alle faalsporen worden getoetst d.m.v. een bomen effecten analyse (BEA) op basis van de bestaande situatie, waarbij de uitkomsten invulling geven aan de details van het definitief ontwerp en tenslotte beperkt de directievoering en de schadevorming tijdens de bouwwerkzaamheden (faalsporen 2, 3 en 4).

2 Randvoorwaarde en uitgangspunten

Uit de functie- en faalboomanalyse volgen de uitgangspunten en randvoorwaarden. De uitgangspunten vormen de basis voor de ontwerp oplossingen (schetsontwerpen).

2.1 Uitgangspunten:

2.1.1. Kademuur

De uitgangspunten voor de grondkerende en scheidende functie van de kademuur bestaan uit:

Ontwerp:

- Levensduur
De nieuwe/versterkte kade dient functioneel te voldoen gedurende een periode van 50 jaar (eis beheer).
- Doorstroomprofiel water, leggerprofiel en doorvaart
Eis dat het doorstromingsprofiel geborgd blijft en de bergingscapaciteit minimaal intact blijft. Ook vanuit de scheepvaart is een versmalling van de doorvaart onwenselijk.
- Geen beïnvloeding watersysteem in overleg met waterschap.
- Geen nadelige gevolgen voor bebouwing in de omgeving.
- Esthetiek (beeldkwaliteit)
Geen vermindering van de beeldkwaliteit en afbreuk aan het beschermd stadsgezicht. Eenzelfde opbouw van de constructie dient te allen tijde mogelijk te blijven.

2.1.2. Boom

De uitgangspunten voor de levensvatbaarheid en potentiële groei van de boom bestaan uit:

- Boomkroon niet of zéér beperkt snoeien. Het uitgangspunt is een volwassen boom (iep) langs de gracht. Volwassen bomen worden per definitie niet meer onderhouden d.m.v. begeleidingsnoei (zijn voldoende opgekroond) waardoor er al voldoende takvrije ruimte is voor het verkeer (> 4 m boven rijbaan/parkeervak).
- Er wordt binnen de kroonprojectie zoveel mogelijk gewerkt met klein materieel zodat rigoureuze (ondeskundige) snoei uitgesloten kan worden en zodoende de habitus (kroonvorm) niet aangetast wordt.
- Wortelkluit niet of zo min mogelijk verstoren/beschadigen (max 20% schade aan opnamewortels; schade aan stabiliteitswortels mag niet worden veroorzaakt).
- Stabiliteit waarborgen
Tijdens de werkzaamheden dient de stabiliteit van de bomen te blijven geborgd. Vanaf 1 graad kanteling van het wortelgestel kan wortelschade ontstaan. De uiteindelijke kanteling van het wortelgestel zal niet meer dan 0,5 graad mogen bedragen om voldoende marge te behouden. Bij benadering is 2,5 graden kanteling het bezwijkmoment van een boom (algemene kiepcurve). Als de stabiliteit gewaarborgd is, ontstaat er geen scheefstand.

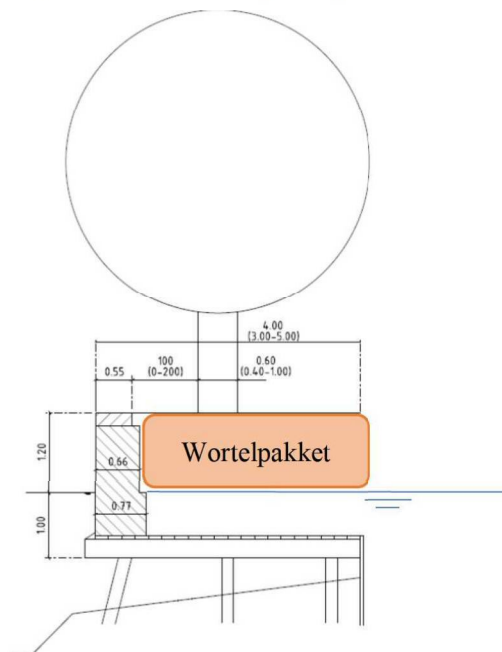
2.2 Randvoorwaarde:

Dit onderzoek is gebaseerd op een fictieve casus waarbij de volgende randvoorwaarden gelden:

- Geotechnisch grondparameters en bodemprofiel, aangeleverd door IB Amsterdam d.d. 13-03-2020. Zie Figuur 3.
- Dwarsprofiel kademuur, aangeleverd door IB Amsterdam d.d. 13-03-2020. Zie Figuur 4. De positie en volume van het wortelpakket is ingetekend.
- Vergelijkingscriteria met scoringswaarde voor Trade-off tussen de schetsontwerpen aangeleverd door IB Amsterdam.
- Uitgangspunt type boom en restlevensduur.
 - Iep (typische Amsterdamse boom)
 - Normale levensomloop 120 jaar
 - Restlevensduur minstens 10 jaar.

| Type | BK | γ_d / γ_n | C | ϕ | δ | K1 | K2 | K3 |
|-----------------|--------------|-----------------------|----------------------|----------|----------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Toplaag | MV | 15,0/18,4 | 0 | 28 | 18 | 4500 | 2250 | 1125 |
| Hollandveen | -2,0 | 2,5/10,5 | 5 | 22 | 0 | 2000 | 800 | 500 |
| Wadafzettingen | -5,0 | 13,3/17,9 | 2 | 27 | 18 | 4000 | 2000 | 800 |
| Hydrobiaklei | -12,0 | 9,0/15,2 | 8 | 27 | 18 | 4200 | 2100 | 1050 |
| Basisveen | -12,5 | 4,2/11,7 | 6 | 21 | 0 | 1000 | 500 | 250 |
| Eerste zandlaag | -13,0 | 16,8/19,8 | 0 | 33 | 22 | 28000 | 14000 | 7000 |
| Allerod | -15,0 | 14,4/18,5 | 3 | 28 | 18 | 13000 | 6500 | 3250 |
| Tweede zandlaag | -17,0 | 15,9/19,0 | 0 | 33 | 22 | 31000 | 15500 | 7750 |
| [-] | m t.o.v. NAP | [kN/m ³] | [kN/m ²] | [graden] | [graden] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [kN/m ²] |

Figuur 3: Bodem- en grondparameters



Figuur 4: Dwarsprofiel kademuur

3 Ontwerpoplossingen

De set van uitgangspunten en randvoorwaarden vormt de basis voor de ontwerpoplossingen (schetsontwerpen).

3.1 Aanpak

Onze aanpak is erop gebaseerd dat we een stabiele situatie creëren voor de boom gedurende de uitvoering en de eindsituatie. Voor de boom moeten we daarom zowel de horizontale stabiliteit waarborgen als de verticale stabiliteit. Daarmee ontstaat de situatie dat de boom zonder de steun van de kademuur stabiel blijft. De kademuur kan dan worden weggenomen zonder risico op instabiliteit van de boom. Bij het wegnemen van de kademuur moet voorkomen worden dat de dieper gelegen grondlagen (de grondlagen onder de wortelkluit, onder de grondwaterstand) instabiel worden, gaan uitstromen en op die wijze tot inundatie van het wortelpakket leiden. Er ontstaat aan de grachtzijde ruimte om de meest passende methodiek de kademuurvernieuwing uit te voeren.

Samenvatting van onze aanpak:

1. De belastingafdracht tussen boom en kademuur wordt ontkoppeld waardoor de boom geen negatieve gevolgen ondervindt van de uitvoering.
2. Daarbij creëren we voldoende ruimte voor het vervangen van de kademuur.
3. Uiteindelijk combineren we de oplossing van het behoud van de boom met de methodiek voor het vernieuwen van de kade.

Hiervoor moeten we de volgende ontwerpcomponenten realiseren:

- Constructieve ondersteuning wortelpakket (horizontaal en verticaal)
- Eventueel het stabiliseren van de wortelkluit zelf ter voorkoming van uitstromen van grond tussen de wortels
- Het stabiliseren van de grond onder de grondwaterstand onder de wortelkluit ter voorkoming van inundatie van de wortelkluit.
- Een methodiek van kademuurvervanging die in het betrekkelijk beperkte ruimtebeslag van de huidige kadeconstructie kan worden uitgevoerd.

Binnen deze schetsontwerpen moeten worden voldaan aan de voorwaarde dat de groeiplaats (het wortelpakket) wordt geoptimaliseerd qua volume en kwaliteit. Dit kunnen we realiseren doordat het inzetten van het schaarse middel Tijd. Tijdig starten met de voorbereiding en het in gang zetten van optimaliserende maatregelen heeft een gunstige ontwikkeling op het wortelpakket en het vergroten van de stressbestendigheid van de boom tot resultaat).

3.2 Boom

De constructie ondersteuningsmethoden van bomen achter kademuren in binnenstedelijk gebied zijn hieronder weergegeven. Deze methoden creëren mogelijkheden om ontwerpoplossingen met kademuurvernieuwing te realiseren. De groeiplaats optimalisatie verbetert hierbij de stressbestendigheid.

Ten behoeve van het optimaliseren van de kansen op het behoud van bomen bij kademuurvernieuwing moeten we actief de stressbestendigheid van de bomen gunstig

beïnvloeden. Daarvoor zijn een aantal praktische maatregelen mogelijk. Hierbij is te denken aan:

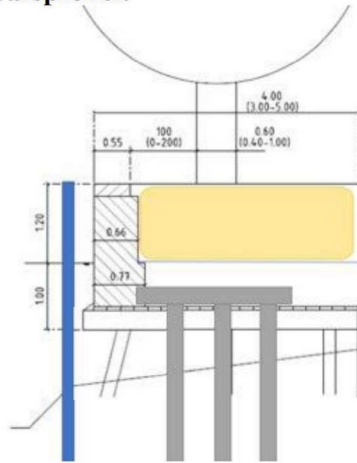
- De mogelijkheden voor ontwikkeling van het wortelpakket onder rijbaan verbeteren (benodigde voorbereidingstijd bedraagt 3-5 jaar of langer);
- Grondverbetering middels injectiemethode en daarmee het opvullen van lege ruimtes met een organische stof (benodigde voorbereidingstijd 2-3 jaar);
- Bij het uitvoeren van de werkzaamheden rekening houden met een aanpak waarbij seizoensgericht wordt gewerkt. Op deze manier wordt maximale stressbestendigheid wortelpakket en van de ondergrond (niet te droog/ te nat) gebruikt;
- Door het plaatsen van palen door het wortelpakket ten behoeve van de overdracht van trekkrachten (benodigde voorbereidingstijd bedraagt 2-3 jaar of langer);
- Het vergroten van de samenhang rond wortelpakket middels kunsthars of waterglas (beperkte houdbaarheid) om een stabiele wortelkruit te verkrijgen die niet gaat uitstromen bij verticaal afsteken naast de wortelkruit. Op deze wijze kunnen we de bestaande kademuur wegnemen terwijl de wortelkruit (boven grondwaterpeil) stabiel blijft staan.

Hieronder zijn 3 methoden beschouwd waarmee de boom opgevangen wordt door een constructieve ondersteuning zodat de krachten (die normaliter door de bestaande kade worden opgenomen) op een veilige manier worden afgedragen.

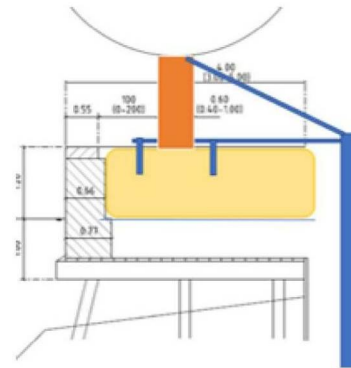
1. Ondersteuningsvloer wortelkruit (verticale ondersteuning), zie Figuur 5.1.
 - a. Aanbrengen hulpdamwand;
 - b. Opvullen ruimte onder kadevloer met zand;
 - c. Een tafelconstructie realiseren van jetgroutpalen en een jetgroutvloer, waarbij de verticale belasting overdragen wordt naar dieper gelegen draagkrachtige lagen.
2. Boomanker (horizontale ondersteuning), zie Figuur 5.1.
 - a. Aanbrengen verankeringspaal;
 - b. Aanbrengen boomverankering verbonden aan kroon en kruit (horizontaal met verankeringspennen en met een tui aan de stam van de boom).
3. Ondersteuningskooi rond wortelkruit door het aanbrengen van zowel een horizontale als een verticale ondersteuning, zie Figuur 6.
 - a. Aanbrengen hulpdamwand;
 - b. Opvullen ruimte onder kadevloer met zand;
 - c. Creëren jetgroutpalen en vloer;
 - d. Aanbrengen van een ondersteunende verbinding aan de voorzijde van de wortelkruit naar de jetgroutvloer middels verticale H-profielen ;
 - e. Aanbrengen van een ankerwand en plaatsen ankers t.h.v. maaiveldtussen H-profielen en ankerwand.

1. Ondersteuningsvloer.

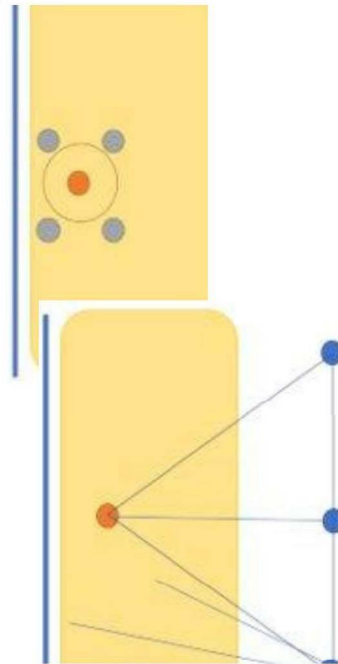
Dwarsprofiel:



2. Boomanker (Horizontale ondersteuning)



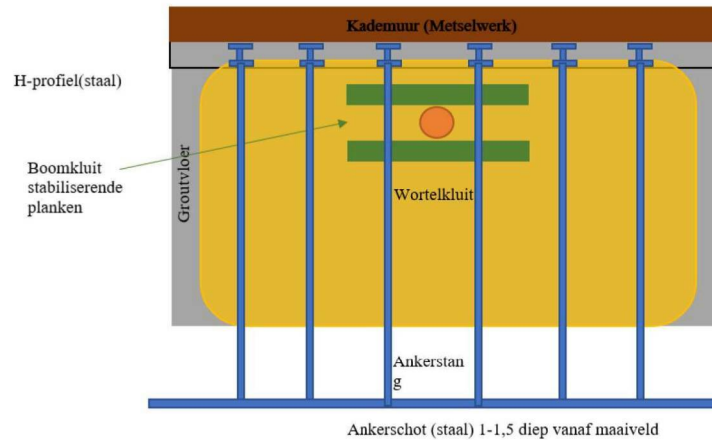
Bovenaanzicht:



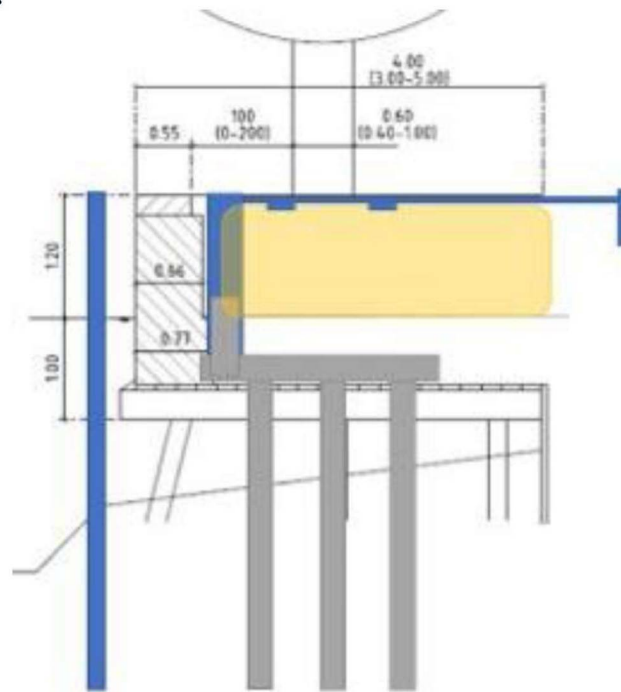
Figuur 5: Ontwerp ondersteuningsvloer en boomanker

3. Ondersteuningskooi rond wortelkluit (horizontale en verticale ondersteuning)

Bovenaanzicht:



Dwarsprofiel:

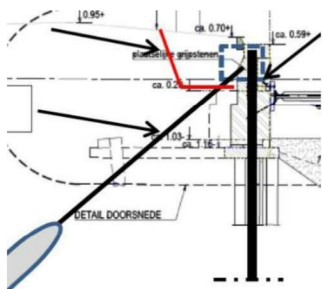


Figuur 6: Ontwerp ondersteuningskooi rond wortelkluit

3.3 Kademuur

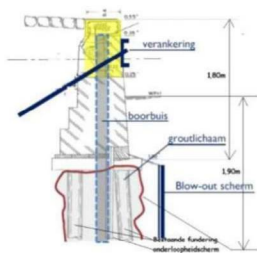
De bestaande vernieuwingsmethode van kademuren in binnenstedelijk gebied zijn hieronder weergegeven. Deze methoden vormen de input voor de ontwerp oplossingen met boombehoud. De uitvoeringsfase vormt een kritiek moment voor de stabiliteit en levensvatbaarheid van de boom. Onderstaande vernieuwingsmethoden met uitvoeringsbeschrijvingen zijn verzameld uit de volgende documenten:

- [1] Kademuur Noordwal, IBA d.d. 21-01-2020
- [2] Handboek binnenstedelijke kademuren, CROW d.d. 04-2014



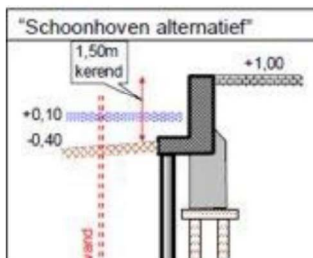
Methode 4: Nieuwe VDM palen door de bestaande kade

Omschrijving: Slopen van de bovenkant van de kade en het maken van gaten voor het aanbrengen van nieuwe VDM-palen met stalen buispalen als casing in de bestaande muur, een onderlinge afstand tussen de palen van circa 1 meter. Bestaande kade dient gesloopt te worden tot een niveau waarop deze voldoende breed is om te boren (breedte van circa 800mm vereist). Na het aanbrengen van VDM palen kan een nieuwe betonnen deksloof worden aangebracht. Hiervoor moet de bestaande kade aan de achterkant deels vrij gegraven worden.



Methode 5: Jetgroutwand of palenwand door de bestaande kade

Omschrijving: Herstellen van de fundering van de bestaande kade door het aanbrengen van een wand met jetgroutkolommen onder de bestaande kademuur. De bestaande kade dient verticaal doorboord te worden, waarna jetgrout onder hoge druk door deze gaten in de grond wordt aangebracht. De bestaande kade wordt aan de wand van grout gekoppeld middels stalen buizen. Deze methode vereist een dikke, homogene wand met metselwerk. Snoeien rondom de boomkroon blijft zeer beperkt gezien de boorbuis gesegmenteerd kan worden aangebracht. Wel dient een deel van de bovenbouw van de bestaande kade gesloopt te worden waarbij ontgraven dient te worden achter de bestaande kade.



Methode 6: Omgekeerde L-muur met voet richting het water.

Omschrijving:
Aanbrengen van fundatiepalen of damwand voor de bestaande kade
Slopen aanwezig metselwerk tot waterbodem.
L-muur met voet richting het water aanbrengen op de fundatiepalen of damwand
L-muur verankeren / aan de bestaande kade verankeren



Methode 7: de Berlinerwand

Omschrijving: Slopen van de bovenbouw van de bestaande kade
Aanbrengen H-profielen verticaal
Aanbrengen verankering
Plaatsen prefab elementen
Afwerken van de kade met een nieuwe deskloof

4 Integrale ontwerp oplossing

De combinatie van de verschillende oplossingen van het behoud van de boom met de methodiek voor het vernieuwen van de kade levert de verschillende ontwerpvarianten.

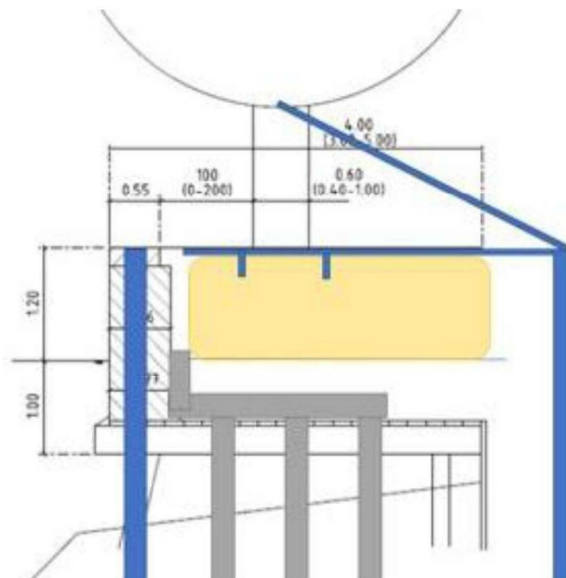
In de basis worden alle oplossingen voor boombehoud gebruikt, waarbij deze gecombineerd worden met de naar verwachting meest geschikte kademuurvernieuwingsmethode. Hierbij wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt van de reeds toegepaste kademuurvernieuwingen en de beschouwingen van andere vernieuwing voor binnenstedelijke kademuren in het document kademuur Noordwal. Dit levert de volgende 3 geselecteerde ontwerpvarianten op:

1. Verankerde damwand door bestaande kade + groutvloer en boomanker
2. Verankerde palenwand door bestaande kade + groutvloer en boomanker
3. Omgekeerde L-muur met voet richting het water + boomkooiconstructie

4.1 Ontwerpvarianten

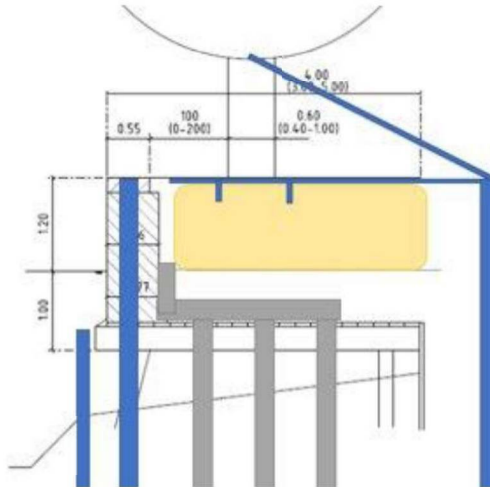
Hieronder worden de verschillende ontwerpvarianten gepresenteerd:

- 1) Verankerde damwand door bestaande kade + groutvloer en boomanker
Situatie:
 - a) Rondom bomen: verankering combineren met aangebrachte buispaal.
 - b) Tussen de bomen in: aanbrengen verankering.



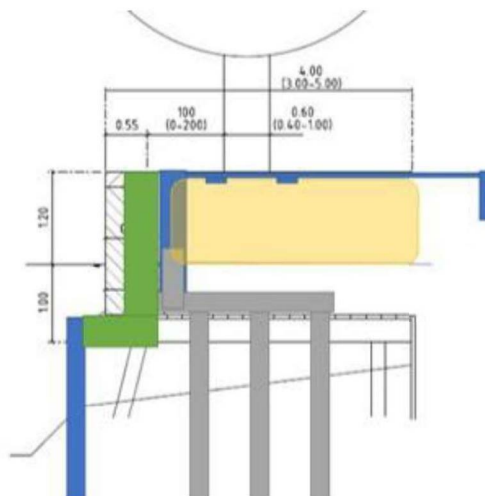
Figuur 7: Ontwerp verankerde damwand door bestaande kade + groutvloer en boomanker

- 2) Verankerde palen door bestaande kade + groutvloer en boomanker
 Situatie:
- Rondom bomen: verankering combineren met aangebrachte buispaal.
 Hulpdamwand afbranden en laten staan voor de kade als uitspoel scherm.
 - Tussen de bomen in: aanbrengen verankering.



Figuur 8: Ontwerp verankerde palen door bestaande kade + groutvloer en boomanker

- 3) Omgekeerde L-muur met voet richting het water + boomkooiconstructie
 Situatie:
- Rondom bomen: zie figuur hulpdamwand afbranden gebruik als uitspoel scherm en fundering L-muur.
 - Tussen de bomen in: aanbrengen fundatie palen en verankering.

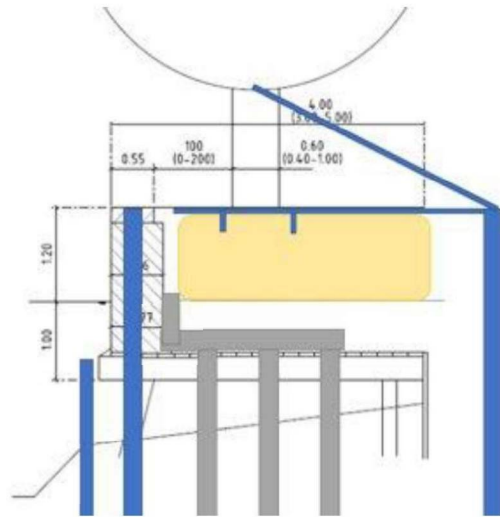


Figuur 9: Ontwerp omgekeerde L-muur met voet richting het water + boomkooiconstructie

4.2 Geselecteerde ontwerprichting

De verschillende uitvoeringsmethodes zijn gepresenteerd aan Gemeente Amsterdam, waarna deze beoordeeld zijn aan de hand van de vergelijkingscriteria met scoringswaarde. De keuze voor de verdere uitwerking tot een Voorlopig Ontwerp gaat uit naar:

Ontwerp 2. Verankerde palenwand door bestaande kade + groutvloer en boomanker.



5 Voorlopig ontwerp

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de gekozen methodiek uitgewerkt tot een voorlopig ontwerp (VO). Hierbij wordt haalbaarheid van het ontwerp uitgewerkt in zowel de uitvoeringsfase als de eindsituatie. Daarbij worden de dimensies bepaald voor de palenwand en de jetgrout ontlastvloer. Gelijktijdig met het ontwerp wordt de boom effecten analyse (BEA) opgesteld. De knelpunten uit deze analyse worden meegenomen in het ontwerp. Er wordt ook gekeken naar de situatie zonder boom. Op basis van het verkregen ontwerp wordt een ontwerptekening gemaakt en worden de kosten bepaald.

5.2 Ontwerp

Het geselecteerde ontwerp uit Hoofdstuk 4 wordt verfijnd om meer samenhang tussen de constructie elementen te realiseren.

5.2.1. Ontlastvloer

De ontlastvloer bestaat uit jetgrout funderingspalen en een vloer van groutkolommen. Voor de ontwerpaanpak en uitwerking wordt verwezen naar Bijlage B. De jetgroutpalen zijn uitgevoerd met systeem monojet en hebben een diameter van minimaal Ø800 mm en een PPN van NAP -14,0 m. De vloer wordt opgebouwd uit 14 korte jetgroutkolommen met een diameter van 1,2 m. Ten aanzien van de uitvoering van de jetgroutkolommen en ontlastvloer zijn er enkele aandachtspunten die meegenomen dienen te worden in de verdere uitwerking van het ontwerp:

- Rekening houden met toepassen van een voerbuis (diameter ca. 0,20 m) door de wortelkluit. De voerbuis is nodig voor een stabiel boorgat, bescherming van uitspoeling van de wortels en om retourspecie gecontroleerd af te voeren;
- Het boren tussen het houten palen is goed te doen, mede door de ervaringen bij het centraal station van Amsterdam. Er dient wel inzicht te zijn in de locaties en de mogelijke hellingen van de aanwezige houten palen. Op basis van dit inzicht wordt het boorplan van de jetgroutpalen geoptimaliseerd;
- Het doorboren van de houten kesp en vloeren (en dergelijke) dient voorafgaand aan het jetgrouten uitvoeren;
- Het benodigde materieel dient zorgvuldig gekozen te worden in verband met mogelijke overlast en aan – en afvoerroutes.

Uit een indicatieve funderingsberekening blijkt dat de netto drukcapaciteit voldoende is voor verticale ontwerpbelasting. In Tabel 1 zijn de ontwerpaspecten samengevat.

Tabel 1 Samenvatting resultaten

| | | Jetgroutpalen (Palen onder de vloer) | Jetgroutkolom (Vloer onder boom) |
|----------------------------|---------|---|-------------------------------------|
| Type | [-] | Monojet | Monojet |
| H.o.h. afstand | [m] | 3 | 1 |
| Diameter | [m] | 0,80 | 1,2 |
| Paalpuntniveau | [NAP m] | -14,0 | -1,3 |
| Bovenkant vloerconstructie | [NAP m] | -0,8 | |
| Bodem vloerconstructie | [NAP m] | -2,0 | |

5.2.2. Palenwand

De verankerde palenwand vormt het dragende en kerende deel van de kademuur. Er is een hulpdamwand noodzakelijk om de jetgroutvloer en palenwand te realiseren. Tussen de hulpdamwand komt een aanvulling van zand tot NAP. Na het aanbrengen van de buispalen wordt achter de palen een damwandscherm aangebracht die de functie van grondkering overneemt van de tijdelijk hulpdamwand. De hulpdamwand (AZ12-700) wordt op een grotere afstand geplaatst (2m) en wordt na de uitvoering verwijderd. Uit de berekening van de palen volgt dat een paal Ø380mm met een wanddikte van 15 mm (hart op hart 1 meter) voldoet. Het damwandscherm is hierbij niet constructief meegenomen. Voorgesteld wordt om een koudgewalst damwandprofiel aan te brengen (tot NAP -2,2 m). De kademuur wordt verankerd met een groutanker (hart op hart 2 meter) in de tweede zandlaag met een lengte van 20 meter. Op de palen wordt een IPE profiel aangebracht waarop een beton damwandschort rust. Verwezen wordt naar de bijlage VO Palenwand voor berekeningsaanpak en resultaten.

5.2.3. Boomanker

Een nadere beschouwing van het boomanker heeft geleid tot de conclusie dat een verticale tui richting de kroon van boom niet noodzakelijk is. De rotatie die ontstaat als gevolg van de windbelasting is dermate klein dat een tui niet nodig is. Een voorwaarde hierbij is dat het moment door de onlastvloer kan worden opgenomen. Op het boom anker werkt een horizontale kracht als gevolg van de windbelasting van 10 kN/m t.h.v. van het wortelpakket. Deze kracht wordt opgenomen door een buispaal aan de achterzijde van de boom. De kracht wordt overgebracht door ankerstaven met verankeringspennen achter de gestelwortels.

Wanneer eenzelfde buispaaltype gebruikt wordt als de palenwand (Ø380mm, wanddikte 15 mm), kan volstaan worden met een paalpuntniveau van NAP -14,0 m en een hart op hart afstand van 4 m. In totaal zijn er 2 buispalen per boom benodigd. Verwezen wordt naar de bijlage A voor berekeningsaanpak en resultaten.

Onderstaand zijn de resultaten voor de palenwand, het boomanker en de hulpdamwand samengevat. De algehele stabiliteit van de situatie met palenwand en boom anker is gezien de onbekende afstand tot bebouwing en definitieve locatie boomanker nog niet beschouwd.

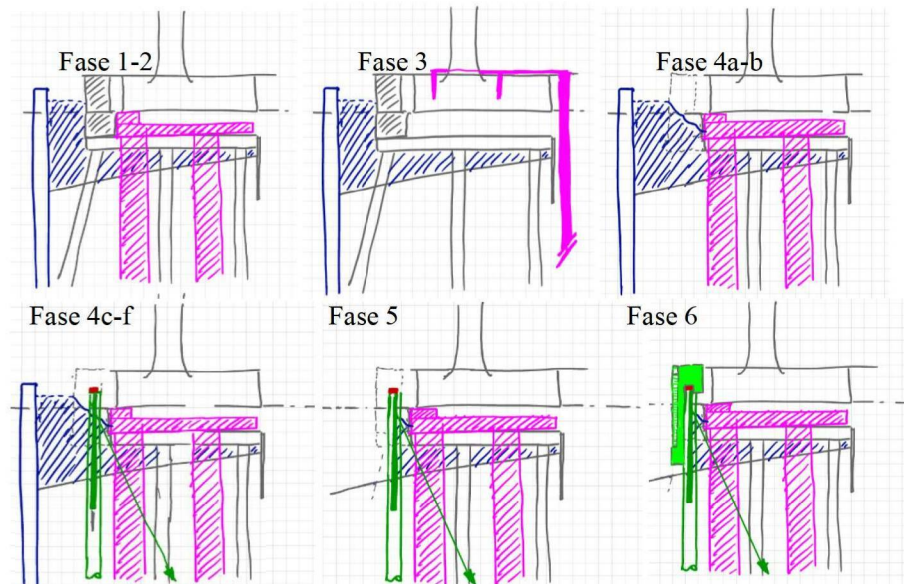
Tabel 2 Samenvatting resultaten

| | | Boomanker (Buispaal) | Kademuur (Buispaal) | Hulpdamwand |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------|
| Veiligheidsklasse | | RC2 | RC2 | RC1 |
| Profieltype | [-] | PSp 500-10 | | AZ 12-700 |
| H.o.h. afstand | [m] | 4 | 1 | - |
| Staalkwaliteit | [-] | S355 | | S240 |
| Doorsnede | [cm ²] | 173 | | 123 |
| Weerstandsmoment | [cm ³] | 3278 | | 1205 |
| Diameter | [mm] | 380 x 15 | | - |
| Opneembaar moment $M_{r,d}$ | [kNm/m ¹] | 168 | | 289 |
| Inbeddingsdiepte profiel | [NAP m] | -14,0 | -18,0 | -13,5 |
| Maaiveldniveau | [NAP m] | +1,2 | | 0 |
| Bodemniveau | [NAP m] | -2,0 | 0,3 | -2,0 |

5.2.4. Uitvoeringsfasering

De fasering is hieronder uiteengezet op basis van de bovenstaande ontwerpwijzigingen.

1. Plaatsen hulpdamwand:
 - a. De hulpdamwand wordt op ca. 2 meter voor de bestaande kademuur in het water geplaatst. Deze afstand is nodig om voldoende werkruimte te creëren.
 - b. Het aanbrengen van zand onder de bestaande houten vloer tot aan de hulpdamwand. Dit is noodzakelijk om groutpalen te kunnen realiseren. Ook stabiliseert deze aanvulling de oude kademuur en vermindert het risico op het ontstaan van sinkholes tijdens de degradatie van de vloer.
2. Groutvloer
 - a. Het maken van groutpalen tot boven de houten vloer h.o.h. 2 meter (4 stuks). Verdere degradatie van de houten vloer leidt niet tot instabiliteit van de boom.
 - b. Het maken van groutvloer boven de houten vloer met groutkolommen. De groutvloer brengt de belasting over naar de jetgroutpalen.
 - c. Aan de voorzijde van de groutvloer wordt een kleine 'opstort' gerealiseerd tot het niveau aan de onderzijde van de wortelkruit (vaak is dat gelijk aan het grondwaterpeil). Deze opstort wordt gerealiseerd door de voorste groutkolommen iets verder door te zetten waardoor er in dwarsdoorsnede een opstort resulteert. Deze opstort is bedoeld om te voorkomen dat grond onder het grondwaterpeil en onder de onderkant van de wortelkruit kan uitspoelen op het moment dat de boude kademuur wordt weggenomen.
 - d. Parallel aan het groutproces wordt de gerealiseerde dikte en locatie van het groutlichaam gemonitord.
3. Boomanker
 - a. Het aanbrengen van buispalen achter de boom (h.o.h. 4m; 2 stuks)
 - b. Het aanbrengen van de boomverankering (horizontaal en met verankeringspennen).
4. Buispalen in bestaande kademuur aanbrengen
 - a. Het slopen van de bestaande kademuur tot aan bestaande fundatie.
 - b. Doorboren van de bestaande fundatie
 - c. Buispalen aanbrengen.
 - d. Het aanbrengen van damwandplanken achter buispalen tot NAP -2,2 m en het aanbrengen van een IPE ligger op buispalen.
 - e. Aanbrengen van verankering (groutanker onder een hoek van ca. 60 graden t.o.v. het maaiveld).
 - f. Voorspannen van het anker.
5. Realisatie definitieve situatie
 - a. Verwijderen van de zandaanvulling aan de buitenzijde van de kademuur.
 - b. Verwijderen van de hulpdamwand.
 - c. Verwijderen van het boomanker (buispalen en horizontale verankering).
6. Aanbrengen afbouwconstructie
 - a. Aanbrengen schort (incl. natuurstenen deksteen, metselwerk afwerking en grijpsteen) op buispalen en IPE ligger.

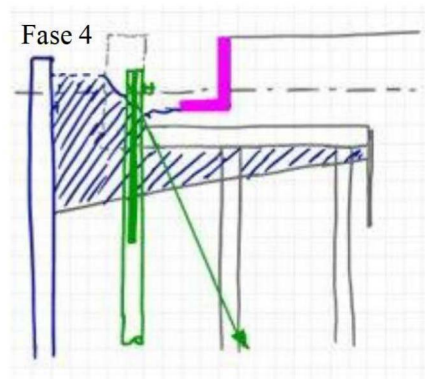


Figuur 10: fasering kademuur vernieuwing t.p.v. boomdoorsnede

Voor de verschillende stappen in de fasering is momenteel geen doorlooptijd bekend. Dit wordt meegenomen in de verdere uitwerking van de uitvoeringsmethode.

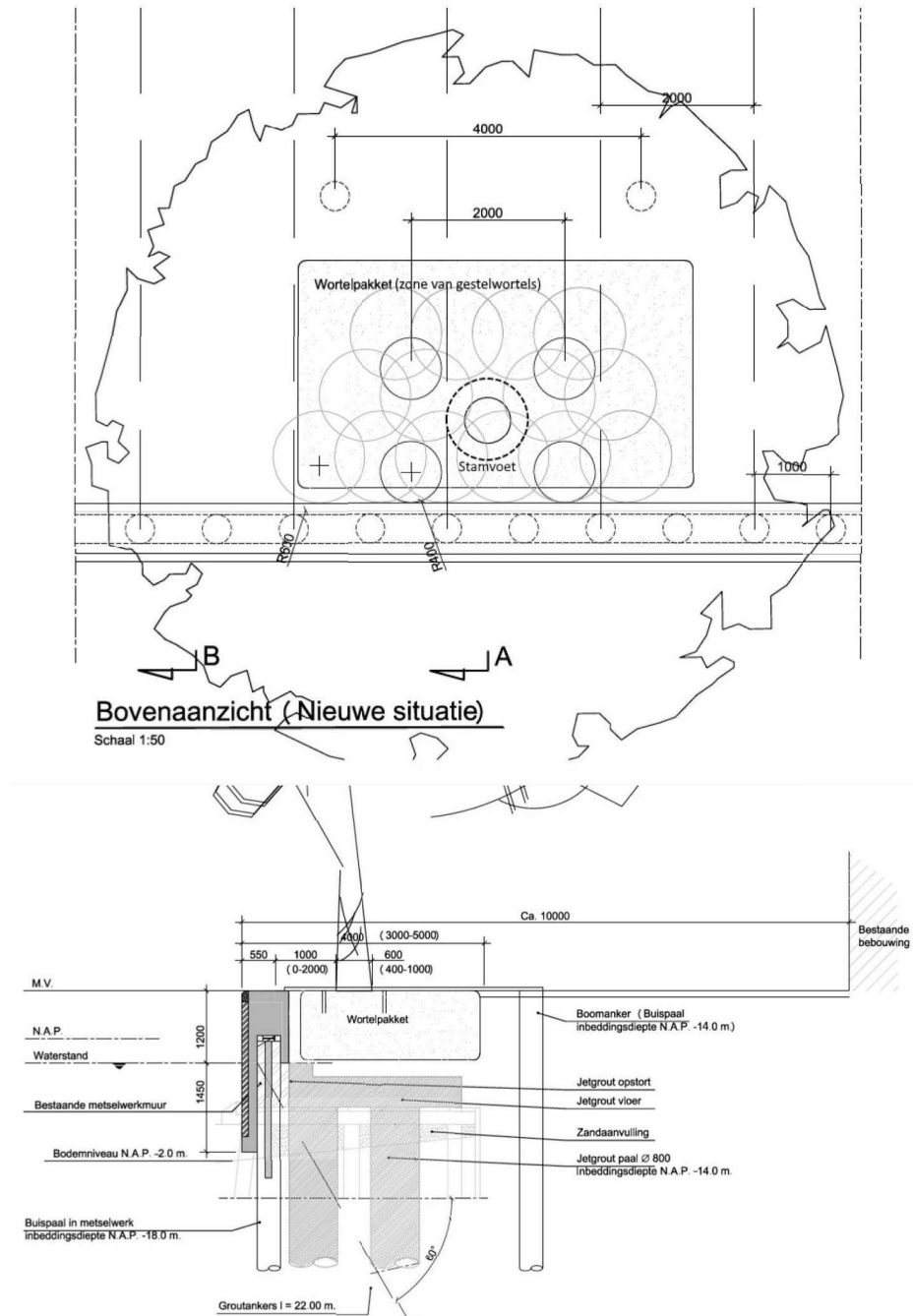
5.3 Ontwerp vrije veld

Het ontwerp van de uitvoeringsmethode in het vrije veld (zonder aanwezigheid van een boom) is gebaseerd op een boomdoorsnede. Er is hier geen ontlastvloer nodig om verticale krachten op te vangen. In de situatie zonder boom wordt een tijdelijke landkering (L-muur met een kerende hoogte van 1 meter) geplaatst in stap 1 van de fasering en vervolgens worden stap 3 en 4 overgeslagen. Hieronder is stap 4 van de fasering weergegeven:



Figuur 11: fasering stap 4 kademuur vernieuwing t.p.v. vrije veld doorsnede

Verzeten wordt naar de bijlage Tekening VO. Hieronder zijn het bovenaanzicht en het dwarsprofiel weergegeven.



Figuur 12: Ontwerptekeningen bovenaanzicht en het dwarsprofiel

De kosten van het besproken ontwerp wordt door middel van een SSK-raming bepaald. Hiervoor zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

Algemene kosten:

- [REDACTED]
 - [REDACTED]
 - [REDACTED]
 - [REDACTED]
 - [REDACTED]
- [REDACTED]

Ontwerp:

- Wandconstructie: stalen buispalen 380 mm x 15 mm + damwandscherm + gording + prefab schort + groutankers
- Fundering: Jetgroutkolommen, jetgroutvloer(incl. opstort)
- Uitvoeringsaspecten: tijdelijke hulpdamwand en buispalen (boomanker)

Voor de kostenraming zijn verschillende scenario's berekend voor de vernieuwing van een kademuur van 100 meter. Het eerste scenario bevat 8 bomen met een kroondiameter van 12,5 meter. Hier wordt een continue de vernieuwingsmethode met boomdoorsnede toegepast. In het tweede scenario zijn er geen bomen aanwezig en wordt een continue palenwand toegepast. Dit resulteert in de onderstaande gemiddelde kosten voor de verschillende doorsneden:

| | |
|------------|------------|
| [REDACTED] | [REDACTED] |
| [REDACTED] | [REDACTED] |

Deze gemiddelde kosten vormen de bandbreedte waarin het aantal bomen de kosten laten variëren.

Het ontwerp is gebaseerd op een levensduur van 50 jaar. We verwachten dat het verhogen van de levensduur naar 100 jaar afgedekt wordt met een corrosie toeslag van 2 mm dikte (conform CUR166) op de palenwand met een meerprijs van [REDACTED] (dit geldt zowel voor de boomsectie als vrijeveld sectie).

6 Boom effecten analyse (BEA)

Het doel van een Bomen Effect Analyse (BEA) is om een of meerdere bomen, met de waarde en functies die vertegenwoordigd worden, een evenwichtige plek te geven in de planvoorbereiding en besluitvorming bij activiteiten in de buitenruimte. In de BEA staan de verwachte effecten van de activiteiten op de boom objectief en onderbouwd beschreven. De BEA is bijgevoegd als bijlage D. Op basis van de ‘Richtlijn Bomen Effect Analyse’ zijn de volgende onderdelen relevant voor het toetsen van dit ontwerp op boombehoud langs kademuren:

1. Voorstudie
2. Veldonderzoek
3. Analyse (ruimte gebruik en impact uitvoering)
4. Conclusie en advies

Hieronder worden de conclusies en advies uit de analyse weergegeven:

6.1 Eindoordeel effecten

Voor de bomen die als kwalitatief voldoende worden beschouwd, worden de te verwachten effecten beoordeeld. De samenhang van de bodem, hetgeen afhankelijk is van de huidige intensiteit van de beworteling en de spreiding van de gestelwortels, bepalen de initiële haalbaarheid en de tijdsplanning van de bouwfases aan de hand van onderzochte knelpunten. Bijvoorbeeld als de samenhang van de bodem matig is, maar de conditie van de boom voldoende is voor behoud of de beschermwaardige status van de boom aanleiding is voor het behoud terwijl de conditie matig is, zal er een langere voorbereidingstijd (lees: groeiplaatsverbetering c.q. -verruiming) nodig zijn (met als doel “gewapende grond” en toegenomen vitaliteit van de boom). Zo zouden er in overleg met de constructeur gefaseerd toelaatbare wortelschade of al boorgaten met mantels gemaakt kunnen worden, terwijl de bouw nog niet gestart is.

6.2 Randvoorwaarden

De randvoorwaarden worden gesteld aan de hand van het eindoordeel van de te verwachten effecten. Hieruit volgt een op de boom gerichte fasering om de kans op het behoud ervan te optimaliseren. De randvoorwaarden worden opgenomen in een werkprotocol (boombeschermingsplan). Daarnaast zal tijdens de realisatie een boomdeskundige met mandaat (in het directieteam) toezicht houden op de bouw.

6.3 Alternatieven

De alternatieven zijn in het kader van dit ontwerp gericht op de details. Het gaat hier immers niet over de vraag of behoud in de standplaats mogelijk is, maar het betreft wel de afweging benodigde randvoorwaarden uit te voeren zoals het uitbreiden van ondergronds volume ten behoeve van beworteling om duurzaam behoud te kunnen realiseren. Twee voorbeelden:

- Een methode die bij volwassen bomen een oplossingsrichting biedt is de pneumatische injectiemethode (lucht, bemesting en perliet) om verdichting op te heffen, waardoor er geen grond uitgewisseld hoeft te worden maar er wel een hoger poriënvolume en bodemvruchtbaarheid gecreëerd worden.

- Ook is het mogelijk om de groeiplaats te vergroten onder de rijbaan middels een groeiplaatsconstructie. Hierbij worden de bestaande fundatie en zand onder de rijbaan uitgewisseld met bomengrond. De aanleiding hiervoor is bijvoorbeeld het behoud van beschermwaardige bomen met een matige conditie, waarbij de vergroting verbetering van de conditie als doel heeft. Dit zal in principe per rak (rijbaan + parkeerstrook) moeten worden gerealiseerd waarbij een hele bomenrij profiteert.

Hierdoor kan het project groter worden dan de vernieuwing van de kademuur alleen. Overleg en afstemming met andere disciplines is hier uiteraard van belang.

7 Conclusie en aanbevelingen

7.1 Conclusie

Het hoofddoel van dit onderzoek bestaat uit het beschouwen van mogelijkheden voor het vervangen van de kademuur in de directe omgeving van een boom, onder de conditie van het behouden van een volwassen boom (fysiologie en stabiliteit) aan de gracht.

In deze rapportage is een kader opgezet met ontwerpoplossingen om de kademuur te vernieuwen met behoud van bomen. Een van deze ontwerpoplossingen is uitgewerkt tot een voorlopig ontwerp. Dit ontwerp betreft een palenwand met ontlastvloer waarbij voorafgaand aan de werkzaamheden de boom van een eigen, stabiele fundatie wordt voorzien. Door het scheiden van de krachtsafdracht van boom en kademuur ontstaat een stabiele situatie tijdens de uitvoering van de kademuurvervanging. De palenwand verzorgt de kerende functie en de ontlastvloer zorgt voor de verticale ondersteuning van de boom. Daarnaast wordt de boom horizontaal ondervangen middels ankerpalen om de steunende functie van de kademuur te ondervangen. Ook wordt tijdig het wortelpakket geoptimaliseerd qua gezondheid en omvang. Hierdoor ontstaat een zo gunstig mogelijk omgeving voor de boom waarmee fysiologie en stabiliteit gewaarborgd blijven. Door het effectief toepassen van maatregelen om de conditie van de boom te verbeteren/versterken neemt de haalbaarheid van boombehoud nog meer toe.

Het ontwerp is beoordeeld met behulp van een boom effecten analyse (BEA) waaruit blijkt dat de kademuur voldoet aan de uitgangspunten. Hierbij wordt wel opgemerkt dat de samenhang van de bodem (beworteling en de spreiding van de gestelwortels) en de conditie van de boom bepaalt of en welke aanvullende maatregelen nodig zijn om de boom te behouden. Hiervoor zijn randvoorwaarden en maatregelen opgesteld. Deze dienen te worden opgenomen in een werkprotocol (boombeschermingsplan). Daarnaast zal tijdens de realisatie een boomdeskundige met mandaat vanuit het directieteam toezicht houden op de bouw.

De kosten van deze wijze van uitvoeren van kademuurvernieuwing zijn bepaald op [REDACTED] voor een boomsectie en [REDACTED] voor een vrijeveld sectie.

7.2 Aanbevelingen:

Het wordt aanbevolen om:

- Te onderzoeken of de versterkende maatregelen voor boomcondities voorafgaand aan de bouw mogelijk zijn en deze ook bij andere vernieuwingsmaatregelen toe te passen. (pilot #1);
- Nadere studie te doen naar de absolute dikte van de wandconstructie en deze middels een Definitief Ontwerp van de kademuur te presenteren;
- De uitvoerbaarheid van een tafelconstructie ondergronds te testen (pilot #2);
- De uitvoerbaarheid van een tafelconstructie onder een boom te testen (pilot #3);
- De uitvoeringswijze nader te onderzoeken in een realistische situatie (Pilot #4).

Bijlage A: Voorlopig Ontwerp Palenwand

Onderstaand de notitie VO Palenwand

Bijlagen bij deze nota:

Bijlage A1: Berekening Hulpdamwand

Bijlage A2: Berekening Boombehoud kade met boom – verankerd

Bijlage A3: Berekening kade zonder boom – verankerd

Bijlage A4: Berekening Boomanker

Bijlage B: Voorlopig ontwerp Jetgroutpalen

Zie onderstaand de notitie ontwerp Jetgroutpalen
Met 1 bijlage: B1 Berekeningsresultaten jetgroutpaal

Bijlage C: Tekening VO

Zie tekening VO

Bijlage D: Boomeffect analyse

Zie onderstaand het document Boom effect analyse (BEA).

Dit document werd opgesteld door project collega



Bijlage E: SSK raming

Zie onderstaand de resultaten van de SSK raming.

Bijlage E1: SSK-raming - Boombehoud Amsterdam vrije veld

Bijlage E2: SSK-raming - Boombehoud Amsterdam boomdoorsnede

Colofon

Opdrachtgever Gemeente Amsterdam



Uitgave Movares Nederland B.V.

Daalseplein 100
Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Telefoon +31 (0)30-265 3533

Ondertekenaar



Senior Adviseur

Projectnummer MN001276

Kenmerk D80-TOL-KA-2000015 Boombehoud bij kademuurvernieuwing.docx

© 2020, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

D80-TOL-KA-2000015 Boombehoud bij kademuurvernieuwing.docx / Proj.nr. MN001276 /
Vrijgegeven / Versie 1.0 / 21 juli 2020