[redacted]

AMSTERDAM INSTITUTE FOR ADVANCED METROPOLITAN SOLUTIONS

Voorstel onderzoek faalmechanisme(n) kademuur Grimburgwal Amsterdam[1]

Rapid Assessment

Inleiding

Op 1 september 2020 bezweek een deel van de kademuur langs de Grimburgwal in Amsterdam. Het gaat om een kade direct langs het pand van de UVA (BG1), die ook eigenaar van de kade is. Een foto van de ingestorte kade is te zien in Figuur 1. Tijdens het bezwijken zijn er ook camerabeelden gemaakt door een beveiligingscamera waarop te zien is dat de kade over ongeveer 20 m naar voren helt en in de gracht verdwijnt.

Amsterdam heeft vele kilometers kademuur waarvan de status onbekend is maar waarvan zeker is dat de levensduur op papier is verstreken. Er lopen ook diverse onderzoeken naar beoordelings-methoden, monitoring en vervangingsmethoden voor de kaden. Deze onderzoeken maken allen gebruik van kennis van faalmechanismen van de oude kademuren, veelal opgebouwd uit metselwerk gesteund door een houten paalfundering, al dan niet met houten ontlastvloer.

De eerste prioriteit voor het voorkomen van schade op dit moment is het stabiliseren van het restant van de kade en het controleren van het achterliggende pand. Er is echter ook veel waarde te vinden in het bestuderen van de oorzaak en opgetreden faalmechanisme(n) van de Grimburgwal. Tot op heden zijn vaker kademuren ingestort over bepaalde stukken, vaak is de oorzaak daarvan niet direct achterhaald maar is (als oorzaak of gevolg) erosie geconstateerd bvb vanuit een waterleiding. Niet eerder is een kade gefilmd tijdens het bezwijken en niet eerder is ook zo duidelijk een overall vervormen en falen zichtbaar, waarbij nog niet bekend is natuurlijk hoe een en ander precies is ontstaan.

Doelstelling en onderzoeksvragen

Dit voorstel bevat een onderzoek om te achterhalen welke lessen zijn te leren van het bezwijken van de Grimburgwal voor de overige kades in Amsterdam. Hiervoor wordt onderzocht welke faalmechanismen significant hebben bijgedragen aan de wijze waarop de kademuur Grimburgwal is bezweken. Er kunnen meerder oorzaken van belang zijn die de kade hebben verzwakt of een conditie hebben gecreëerd waar deze niet tegen bestand was. Het doel hiervan is niet om juridisch onderzoek te doen, maar om technisch meer te weten te komen over de condities waaronder falen bewezen is opgetreden en de sterkte van de kademuren werd overschreden. Dit levert dan belangrijke informatie die in andere kademuren kan worden ingezet. De ingestorte kade biedt hiervoor in de komende dagen/weken een unieke mogelijkheid. Door middel van een gerichte forensic engineering aanpak wordt voorgesteld een onderzoek uit te voeren, dat aanvullend is aan de onderzoeken die door de Gemeente Amsterdam en UvA al worden uitgevoerd voor veiligstellen en situatie met betrekking tot de verzekering. Vanwege de urgentie wordt allereerst een Rapid Assessment voorgesteld, waarna in een latere fase in meer detail de relevante faalmechanismen kunnen worden uitgewerkt.

---

[1] d.d. 10 september 18.00, opgesteld door: [redacted]. De huidige versie van dit voorstel is tot stand gekomen in overleg met diverse personen en partijen, waaronder J [redacted]

De volgende onderzoeksvragen kunnen met dit onderzoek worden beantwoord:

- Welke faalmechanisme(n) hebben significant bijgedragen aan het bezwijken van de Grimburgwal?
- Wat zijn de onderliggende oorzaken van deze mechanismen?
- Op welke manier zijn de resultaten van dit onderzoek in te zetten voor beoordeling van de veiligheid en het nemen van maatregelen voor de overige kademuren in Amsterdam?

Voorgestelde aanpak

Een getrapte werkwijze wordt voorgesteld, met de volgende stappen:

1. Veilig stellen materialen na bezwijken en informatie over de bezwijksituatie
2. Informatie situatie voorafgaand aan bezwijken (zowel nabij de kade, in het water, in de omgeving)
3. Overzicht maken van de faalmechanismen en effecten die voor de Grimburgwal mogelijk relevant zijn.
4. Combineren van potentiële faalmechanismen met verkregen informatie en vaststellen waarschijnlijkheid per mechanisme
5. Voorstel voor doorvertaling naar andere kaden.

Hieronder volgt een eerste nadere beschrijving van de stappen.

Ad 1) Veilig stellen materialen na bezwijken en informatie over de bezwijksituatie

Op dit moment wordt al gewerkt aan het stabiliseren van de kade en het achtergelegen pand. De tijd om materialen en onderdelen van de bezweken kade veilig te stellen is daarmee vrij kort. Per direct zou moeten worden gestart met het veilig stellen van materialen (metselwerk, houten palen, ontlastvloer, grondmonsters) en deze kunnen worden opgeslagen voor onderzoek. Ook dient waar mogelijk inmeten van afmetingen en deformaties te worden gestart. De plaats waar bezweken materialen worden aangetroffen is ook belangrijk. Dit deel van het onderzoek wordt al uitgevoerd in opdracht van de Gemeente middels duikonderzoek en onderwateronderzoek (sectorscan van [redacted] bvb).

Het uitvoeren van een multibeam scan behoort tot het voorstel om aanvullende informatie in meer detail te verkrijgen. Gedacht moet worden aan een resolutie vergelijkbaar met die in Figuur 1 bij het inmeten van een golfbreker is vastgesteld. Idealiter wordt de multibeam scan gebruikt om de afmetingen en posities van restanten van de kade constructie, en tevens om de oorspronkelijke en huidige onderwatergeometrie vast te stellen.

Door de gemeente wordt de beschikbare informatie rondom het bezwijken al verzameld. Dit betreft beeldmateriaal, ooggetuigenverslagen en andere informatie.

Het RA onderzoek maakt gebruik van de verzamelde gegevens en beoordeelt deze onafhankelijk in de volgende stappen van het onderzoek. Waar mogelijk worden specifieke aanvullende gegevens verzameld of gevraagd aan de Gemeente.



Figuur 1 Mogelijke resolutie toepassing multibeam (informatie van deepBV)

Ad 2) Informatie situatie vooraf

In deze stap worden de technische gegevens van de kademuur, de ondergrond, de gracht en het pand erachter in kaart gebracht. Hiervoor is naar verwachting al veel informatie van de gemeente Amsterdam beschikbaar of in onderzoek.

Het RA onderzoek maakt gebruik van de verzamelde gegevens van het gemeentelijke team en beoordeelt deze onafhankelijk in de volgende stappen van het onderzoek. Waar mogelijk worden specifieke aanvullende gegevens verzameld of gevraagd aan de Gemeente. Het RA team denk in ieder geval dat de volgende informatie nuttig kan zijn:

- archief informatie, open data, tekeningen en gegevens van de situatie ter plaatse met betrekking tot geometrie, materialen, sonderingen.
- informatie over de fundering van pand BG1, uitgevoerde werkzaamheden
- externe invloeden: riolering (HWA), belastingen, waterstanden, bodemniveau, weersomstandigheden over tijd, scheepvaart (scheepstype, schroefstraal, frequentie) etc.
- staat van deformatie van de kademuur in de tijd (zettingen, horizontale verplaatsingen, mogelijk ook retrospectief te bepalen met satellietwaarnemingen)
- staat van initiële schade van de kademuur voorafgaand aan het bezwijken (beschikbare foto's van longitudinale scheuren, transversale scheuren, crushing/splijten van het metselwerk, veroudering, of andere schade).

In overleg dient te worden vastgesteld in welke mate het RA team voldoende informatie ter beschikking heeft van het gemeentelijke onderzoek, danwel dat deze informatie nog dient te worden verzameld.

Ad 3) Faalmechanismen en mogelijk triggers bepalen

Alle technische bezwijkmechanismen worden kort en schematisch in kaart gebracht. Dit wordt gedaan in een sessie met experts van verschillende disciplines (metselwerk, hout, geotechniek, waterbouw). In ieder geval zullen hierbij aan bod komen (niet uitputtend):

- Te weinig sterkte van de kade:
    - bezwijken van de houten palen op horizontale belasting
    - ondermijning van het scherm / de ontlastvloer door lekkende HWA
    - globaal bezwijken door verlies horizontaal evenwicht
    - veranderingen aangebracht aan de kade in de loop van de tijd
    - verlies aan integriteit metselwerk door aanvaringen
    - afschuiven van het metselwerk van de ontlastvloer
    - buigbezwijken, afschuifbezwijken of een combinatie van beiden
    - invloed van degradatie van materialen.

- Te grote of afwijkende belasting op de kade:
    - Te grote waterdiepte en (daarmee corresponderend) te weinig tegendruk tegen de palen en/of het onderloopsheidscherm
    - Te grote belastingen aanwezig op het moment van bezwijken
    - Afwijkende hydraulische omstandigheden, weer, droogte, regen, stroming, erosie
    - Effecten van de verbouwing van het pand BG1
    - Effecten van werkzaamheden aan riolering, bestrating, gracht, of overig

Naast de mogelijke faalmechanismen wordt ook een inventarisatie gemaakt van mogelijke triggers. Een trigger is datgene wat het falen in gang zet (de kade stond er immers eerder nog wel en op een zeker moment niet meer). Deze trigger is niet per definitie gelijk aan de oorzaak van het falen, maar wel essentieel om deze oorzaak te begrijpen.

Ad 4) Combineren van faalmechanismen

Na het doorlopen van de stappen 1-3 vind de daadwerkelijke analyse plaats door het RA team. Met verkregen informatie wordt de waarschijnlijkheid van elk mechanisme vastgesteld door alle beschikbare informatie te combineren met kennis van het gedrag van kademuren en de sterktes van de materialen. In deze stap worden berekeningen gemaakt die de waarschijnlijkheid van optreden van de verschillende mechanismen moet helpen inschatten. Deze berekeningen zullen allereerst zo simpel mogelijk zijn en gebaseerd op expert judgement. De berekeningen zullen worden uitgevoerd door de leden van het RA team, waar mogelijk ook in samenwerking met leden van het gemeentelijke team.

Op basis van de lijst met meest waarschijnlijke mechanismen, kan de relevantie voor andere kaden worden ingeschat en gebruikt worden voor het beoordelen van de zinvolheid van eventuele maatregelen door de Gemeente.

Als resultaat van deze stap wordt een publicatie opgeleverd met de meest waarschijnlijke mechanismen die hebben bijgedragen aan het bezwijken van de Grimburgwal.

Ad 5) Voorstel voor doorvertaling naar andere kaden

In deze stap worden voorstellen gedaan voor het doorvertalen van de resultaten van de rapid assessment naar de overige kademuren in Amsterdam.

Voor deze doorvertaling zijn naar verwachting verdergaande analyses nodig op de meest waarschijnlijke faalmechanismen. Hiermee kunnen twee dingen worden bereikt:

- Overblijvende onzekerheden uit voorgaande stappen kunnen op basis van geavanceerdere berekeningen beter worden ingeschat. We volgen hiervoor de aanpak voor forensische analyse van geotechnische faalgevallen van [redacted] (2020).
- Ook voor afwijkende situaties (van kadeconstructie, ondergrond en/of belastingen) kan de waarschijnlijkheid van dergelijke mechanismen danwel de effectiviteit van maatregelen worden beoordeeld.

Voor beide punten wordt (in samenhang) een voorstel opgeleverd.

Voorgestelde werkwijze

De RA zal dienen plaats te vinden in nauwe afstemming en samenwerking met de direct betrokken partijen, Gemeente Amsterdam en indien mogelijk UvA. Vanwege het multidisciplinaire karakter van het onderzoek wordt verder voorgesteld een team samen te stellen met daarin iig de volgende experts/expertises:

- Geotechniek – [redacted]
- Waterbouw/constructie – [redacted]
- Houten palen /vloer – [redacted]
- Metselwerk – [redacted]
- Satellietmetingen – [redacted]

Ondersteuning zal worden ingeschakeld van diverse mensen, waaronder de twee research fellows momenteel opereren bij AMS, [redacted] en [redacted] Alle genoemde personen zijn al betrokken bij het lopende onderzoeken naar kademuren in Amsterdam. Van de Gemeente Amsterdam zullen twee (?) mensen aansluiten voor optimale informatie-uitwisseling.

De RA is vanwege het “rapid” karakter tevens beperkt in omvang van tijd en budget. Voor elk van de stappen zal worden aangegeven welke aanvullingen zinvol zou kunnen zijn in een volgende verdiepende fase.

Alle resultaten worden uiteindelijk beschikbaar gemaakt als open data (bijvoorbeeld via AMS Institute en/of bvb via https://openresearch.amsterdam. Voorzien is verder een publicatie over het onderzoek te maken. Over de timing van de publicatie van de resultaten wordt nauw overleg gevoerd met Gemeente en UvA.

Kostenraming en overzicht RA

Fase	**Activiteit RA / resultaat**	**Budget voor inzet RA team**
Veilig stellen materialen na bezwijken en informatie over de bezwijksituatie	Bezoek ter plaatse Verzamelen specifieke aanvullende gegevens	4 kE
Informatie situatie vooraf (zowel nabij de kade, in het water, in de omgeving)	Interpreteren satelietmetingen (via skygeo) interpretatie verzamelde gegevens verzamelen ontbrekende gegevens	11 kE
Overzicht maken van alle faalmechanismen die mogelijk zijn.	Overzicht mechanismen en triggers	7,5kE

Combineren van faalmechanismen met verkregen materialen en vaststellen waarschijnlijkheid per mechanisme	Eerste inschatting van de relatieve bijdrage van de mogelijke mechanismen	12kE
Doorvertaling en rapportages	Plan maken voor verdiepende analyses/ simulaties Eindrapport en min 1 publicatie, open data	7,5kE
totaal		42 kE

Financiering

Het onderzoek wordt uitgevoerd in combinatie tussen: [redacted]. De Gemeente Amsterdam levert ondersteuning in de vorm van informatie en waar mogelijk enkele basisberekeningen. De financiering vindt plaats door [redacted] en eigen bijdragen van [redacted]. Het volgende totaalplaatje ontstaat:

Bijdrage [redacted]

Bijdrage gemeente Amsterdam in [redacted] + ondersteuning en informatie

Bijdrage [redacted]

Bijdrage Deltares – in kind bijdrage uren [redacted]

Bijdrage [redacted] – levering data, expertise en consultancy – in kind bijdrage [redacted]

Tijdplanning

Resultaat rapport en concept publicatie gereed voor eind 2020.