

**SUBJECT**

Variantenstudie kadevervangings Winsum

**DATE**

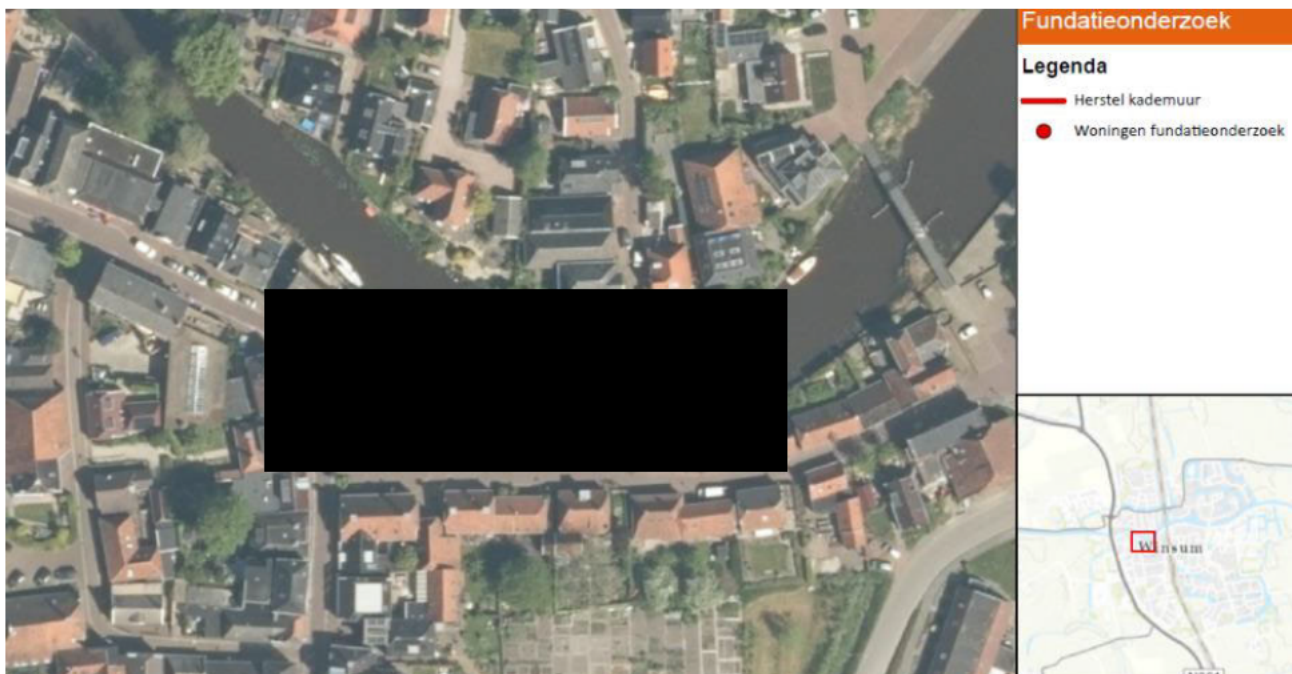
3 October 2023

## Inleiding

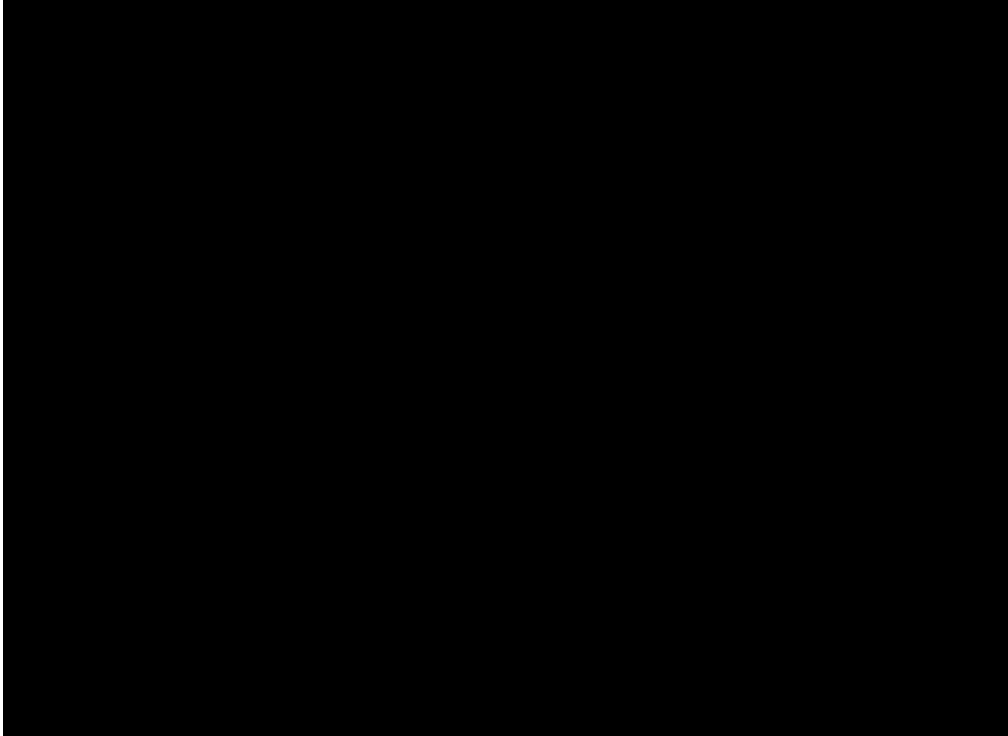
Door het dorp Winsum in Groningen loopt de vaarweg Winsumerdiep. Dicht hierachter staan veel oude woningen. De afscheiding tussen het water en de woningen is onder andere gerealiseerd door middel van een gemetselde kademuur gefundeerd op houten palen. Op plekken waar meer ruimte beschikbaar is zijn ook natuurlijke oevers aanwezig in het dorp.

In het verleden is het waterpeil in het Winsumerdiep verlaagd waardoor de fundatie van de bestaande kademuur boven water is komen te liggen. De houten palen waarop de gemetselde muur is gefundeerd worden blootgesteld aan zuurstof en vocht, waardoor de palen sterk aangetast zijn. Hierdoor verzakt de kade en raakt de stabiliteit in het geding.

Voorliggende notitie betreft een variantenstudie voor de vervanging of renovatie van de bestaande kade. Dit is gedaan voor de woning aan de [REDACTED] en de twee panden aan de [REDACTED] en [REDACTED]. Voor deze drie panden geldt dat de woningen dicht aan het water liggen, zie Figuur 1 en Figuur 2. De uitwerking van de varianten is gedaan op schetsontwerpniveau waarbij geen berekeningen zijn gemaakt, maar waar kwalitatief wordt getoetst op haalbaarheid. Nadere onderzoeken zijn vereist om een ontwerp verder uit te werken.



*Figuur 1 Locatie van panden en achterliggende kades aan waterzijde te Winsum*

A large rectangular area of the page is completely blacked out, redacting the visual content of Figure 2.

*Figuur 2 Aanzicht panden [redacted] en [redacted] te Winsum (bron: foto genomen tijdens inspectie)*

## Referenties

1. Geotechnisch onderzoek 'vervangen kade ter hoogte van [redacted] en [redacted] te Winsum, definitief versie 1, 26-07-2023
2. Archiefonderzoek fundaties woningen kadeherstel Winsum, 5 juli 2023
3. PTR rapportage pdf, 1825R01 v0.3
4. Profielen en doorsneden, Tekening Oosterhof Holman, 06-07-2023 status: ter info
5. Herstel kademuur Winsum - Analyse huidige situatie, 24 augustus 2023
6. Tekening – Kade Winsum, schets bestaande situatie, 21 september, status: in bewerking

## Uitgangspunten

Op basis van de beschikbare informatie zijn onderstaande uitgangspunten opgesteld. Voor de ontbrekende informatie worden aannames gedaan, welke in een later stadium geverifieerd dienen te worden.

## Grondopbouw

Rondom de woningen is met een kleine sondeerstelling grondonderzoek uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Bijlage 1. Op basis van de sondeerresultaten kan enkel iets worden gezegd over de grondopbouw tot circa NAP -5,0m, omdat de sondering niet dieper is uitgevoerd. Aanvullend is gekeken naar de algemeen beschikbare boring via Dinoloket. Hieruit kan een globale aanname voor de opbouw worden gedaan zoals weergegeven in Tabel 1. Hierbij is voor de toplagen sondering 2 als maatgevend aangehouden.

Voor de schetsontwerpfase is het relevant om onderscheid te maken in slappe en stijvere lagen. Op hoofdlijnen zijn er slappe lagen aanwezig tot NAP -4,0m, vervolgens een vaste zandlaag van circa 4m met daaronder potklei. Aanvullend grondonderzoek rondom de woningen, waarbij tenminste de volledige zandlaag wordt gesondeerd, is vereist voor een verdere uitwerking van de varianten.

Tabel 1 Grondopbouw o.b.v. beschikbaar grondonderzoek

| Laag nr.<br>[-] | Grondslag<br>[-] | Niveau b.k. laag<br>[m NAP] | Niveau o.k. laag<br>[m NAP] |
|-----------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1               | Zand los         | M.v.                        | +0,5                        |
| 2               | Klei organisch   | +0,5                        | -1,0                        |
| 3               | Veen             | -1,0                        | -2,5                        |
| 4               | Zand los         | -2,5                        | -3,0                        |
| 5               | Klei matig       | -3,0                        | -4,0                        |
| 6               | Zand vast*       | -4,0                        | -8,0                        |
| 7               | Potklei*         | -8,0                        | einddiepte                  |

\*lagen geschat o.b.v. grondgegevens omliggende gebieden, nog bevestigen met aanvullend grondonderzoek

## Bestaande belendingen

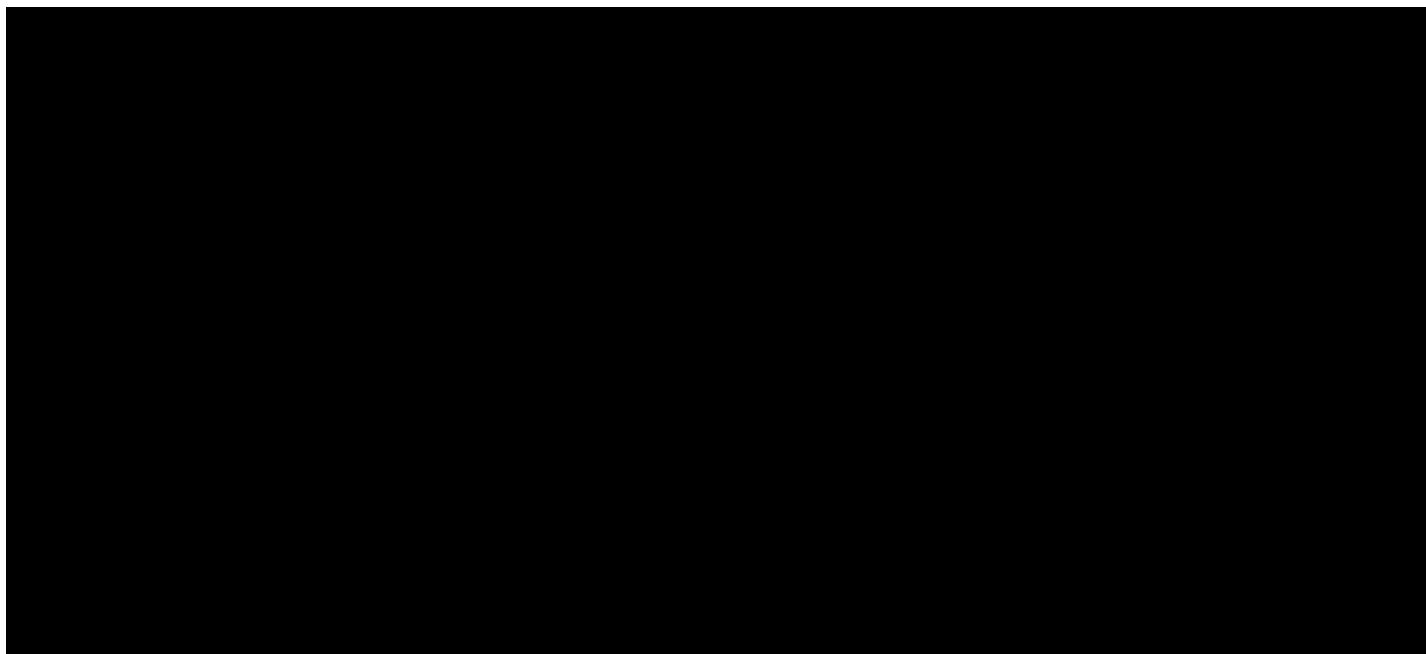
Zoals bovenstaand reeds genoemd staan de woningen dicht achter de kade. De beschikbare archiefdocumenten omtrent de woningen zijn vastgelegd in [2]. Hieruit volgt onderstaande informatie:

- Er zijn alleen fundatie gegevens van de [REDACTED] beschikbaar. Hierbij is een fundering op staal aangetroffen met poeren i.c.m. al dan niet een betonvloer na de verbouw van 1978, zie Figuur 3;
- Het maaiveld aan de voorzijde van de woning ligt circa 2m hoger dan aan de achterzijde. Dit hoogteverschil wordt ook bevestigd door de hoogtemeting bij het uitgevoerde grondonderzoek [1]. Zie Bijlage 2 voor een visuele weergave;
- Aangezien de fundatiegegevens van [REDACTED] en [REDACTED] ontbreken wordt vooralsnog uitgegaan van dezelfde fundatiewijze als nummer [REDACTED];

Aangezien er zeer beperkte informatie beschikbaar is over de betreffende woningen is een inspectie van de huidige fundaties vereist voordat de kadevervanging wordt uitgewerkt in een vervolgfase. Op basis van de huidige gegevens wordt aangenomen dat de achterzijde van de woning (laaggelegen deel) op staal en dus op de slappe klei- en veenlagen is gefundeerd. De voorzijde lijkt op dijkzand te staan. Dit moet geverifieerd worden d.m.v. fundatie inspecties.

De panden zijn gevoelig voor zettingen bij wijzigende grondspanningen of terreinbelastingen. Hiermee moet bij alle werkzaamheden aan de kade rekening worden gehouden. Tevens zorgt het hoogteverschil van maaiveld aan de voor-

en achterzijde voor een resulterende belasting richting de kade, waardoor een ontgraving aan de achterzijde zorgt voor een afname van de stabiliteit van de woning.



Figuur 3 Bouwtekeningen [redacted] links de tekening uit 1937, rechts uit 1978 (Bron: [2])

## Bestaande kades

Op basis van de doorsneden uit tekening [4] en de rapportage waarin de huidige staat is vastgelegd [5] is onderstaand een overzicht gegeven van de geometrische gegevens voor de vervanging van de kade. De profielen zijn bijgevoegd in Bijlage 2.

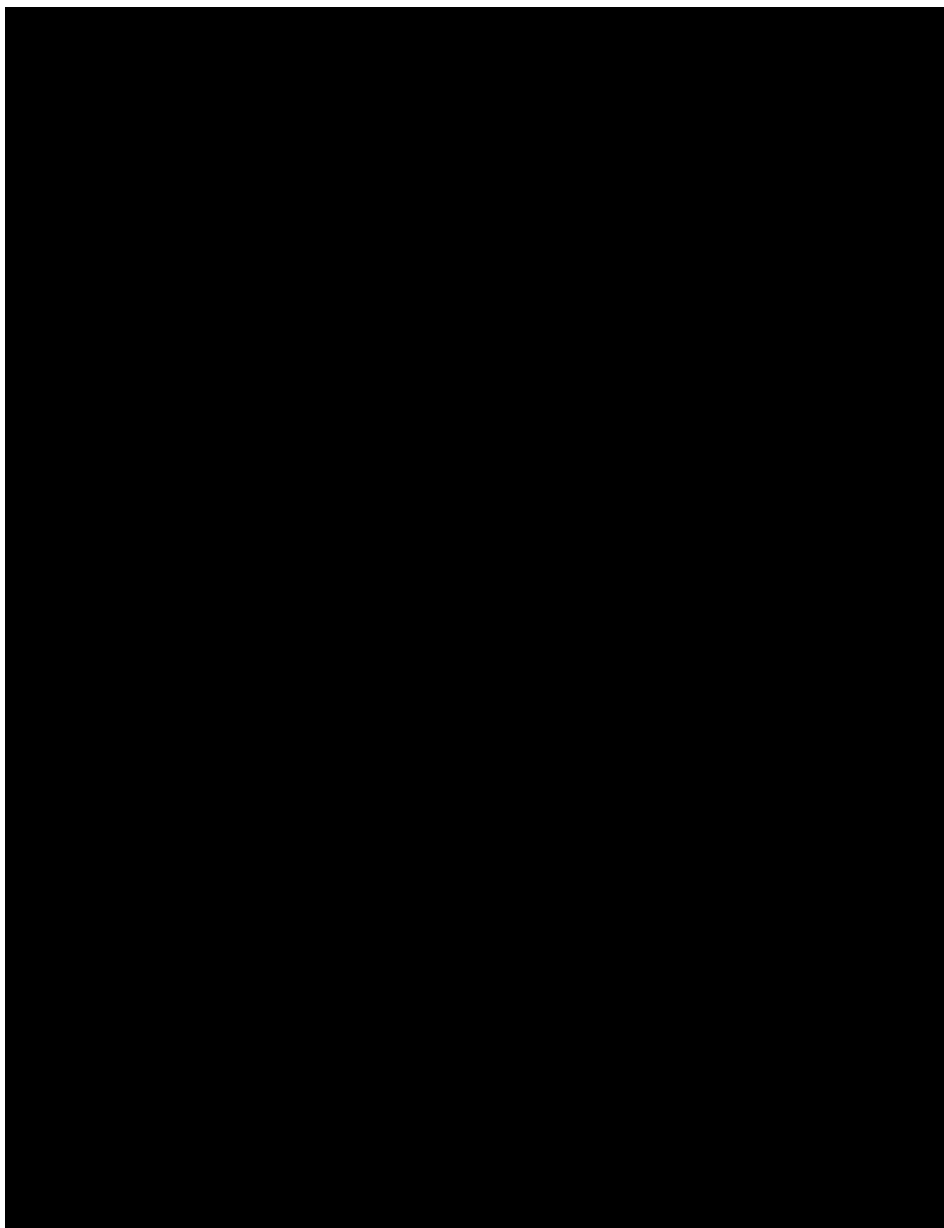
Tabel 2 Overzicht van hoogtes en dieptes rondom de betreffende kades

Onderdeel  
[-]

| Toegepast profiel conform [6]          | Profiel A  | Profiel B                                     | Profiel C  |
|----------------------------------------|------------|-----------------------------------------------|------------|
| Minimale afstand tussen kade en woning | 2,5 m      | 2,0 m bij aanbouw<br>8,0 m bij<br>hoofdgebouw | 2,0 m      |
| Hoogte maaiveld achter kade            | NAP +0,9 m | NAP +0,3 m                                    | NAP +0,3 m |
| Gem. diepte vaste bodem                | NAP -2,6 m | NAP -2,6 m                                    | NAP -2,5 m |
| Kerende hoogte kade                    | 3,5 m      | 2,9 m                                         | 2,8 m      |

Voor de schetsontwerpfase wordt uitgegaan van één representatieve doorsnede waarbij de oplossing generiek toepasbaar is.

Er is geen informatie bekend over de afmetingen van het metselwerk van de bestaande kade. Er is in 2019 een tijdelijke versterking van de kade uitgevoerd voor de [redacted] en [redacted], zie Figuur 4. Door middel van HEB260 profielen met een lengte van 9 m wordt de kade horizontaal gesteund. Op basis van de PTR rapportage [3] wordt de te vervangen kadelenkte bij de [redacted] aangehouden op 23 m. Voor de [redacted] en [redacted] dient 22 m vervangen te worden. De totaal te vervangen kadelenkte is daarmee ongeveer 45 m.



*Figuur 4 Tijdelijke versterking van bestaande kade [redacted] en [redacted] (uitgevoerd in 2019)*

## Waterstanden

Het waterpeil is gemeten tijdens het uitvoeren van het grondonderzoek op NAP -1,12 m NAP. Dit komt overeen met de beschikbare streefpeilen van het waterschap (Website Noorderzijlvest) welke net boven de NAP -1,1 ligt. Het uitgangspunt is daarom een waterpeil van NAP -1,1 m.

Aangezien de huidige kade maar zeer beperkt waterremmend is, is het aannemelijk dat de grondwaterstand achter de kade gelijk is aan het peil in de Winsumerdiep. Voor het ontwerp van de nieuwe kade dient wel rekening te worden gehouden met enig waterstandsverschil wanneer deze wel waterremmend is, bv. damwandprofielen.

## Overige uitgangspunten

Vanwege het ontbreken van een specifieke eisenlijst en de beperkt beschikbare informatie voor de nieuwbouw van de kade zijn onderstaand een aantal uitgangspunten opgesomd, welke zijn toegepast voor de variantenafweging. Deze dienen in een later stadium geverifieerd te worden.

- Er wordt aangehouden dat het mogelijk is om een nieuwe kade voor de bestaande kade te bouwen. Dit kan in strijd zijn met het huidige leggerprofiel, maar biedt mogelijkheden voor bouwmethodes met lagere uitvoeringsrisico's.
- De werkmethode voor het bouwen van de nieuwe kade moet trillingsvrij zijn om schade aan de bestaande belendingen te voorkomen, tenzij met latere berekeningen aangetoond wordt dat een alternatieve methode acceptabel is.
- Er wordt vooralsnog geen onderscheid gemaakt tussen de varianten op basis van de beperkte doorvaarhoogte over het water vanwege de bruggen en de diepgang van het Winsumerdiep voor de bereikbaarheid van materieel.
- Tussen de woningen en de kade ligt op circa 1 m onder maaiveld een rioolleiding welke in gebruik is, zie ook de doorsnede profielen in Bijlage 2. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij de bouw van de kade.

## Varianten afweging

Onderstaand staan een aantal varianten beschreven. Er zijn twee hoofdvarianten beschreven, waarbij 1b en 1c sub varianten zijn als uit berekeningen volgt dat 1a niet mogelijk is. De varianten zijn kwalitatief beschouwd zonder onderbouwing op basis van berekeningen. Deze dienen in een vervolgfase te worden uitgevoerd wanneer de vereiste onderzoeken beschikbaar zijn. Een schematische weergave per variant is weergegeven in Bijlage 3.

Door de aangetaste palen onder en boven water is zowel de horizontale als verticale capaciteit van de bestaande kade in het geding. De ontwerpllossing moet daarom verticaal draagvermogen leveren alsmede horizontale stabiliteit.

### Variant 1a: vrijstaande damwand voor bestaande kade

#### Algemeen:

Direct voor de bestaande kade wordt een damwand ingebracht. De damwand wordt afgewerkt met een (prefab) schort van metselwerk. Uitgangspunt is een AZ24-700 met een lengte van 14m (vuistregel: kerende hoogte = 1/3 van de lengte + 2m extra lengte vanwege benodigd draagvermogen schorten). Na inbrengen damwand moet de holle ruimte tussen bestaand en nieuw worden aangevuld. Eventueel het metselwerk deels verwijderen zover mogelijk i.r.t. beïnvloeding fundering woningen.

#### Voordelen:

- Beproefde methode met eenvoudige bouwfasering;
- Bestaande kade blijft (grotendeels) intact waardoor er minder risico op zettingen van de woning is tijdens de bouwfase. Geen ontgraving achter kade nodig.
- Door de kade lokaal waterdoorlatend te maken worden waterstandsverschillen genivelleerd wat positief werkt op de vervormingen in de gebruiksfase.

#### Nadelen en risico's:

- Horizontale vervormingen van de onverankerde damwand kunnen te groot worden voor de achterliggende woningen en riolering;
- Inbrengbaarheid van de planken is een risico. Voorkeur voor trillingsvrij inbrengen (drukken m.b.v. Silent Piler of ABI-stelling), echter geven de sonderingen een harde zandlaag vanaf NAP -4,0 m aan waardoor het onduidelijk is of dit kan. Hoogfrequent intrillen levert mogelijk schade aan de omliggende panden door zettingen van de ondergrond. Aanvullend grondonderzoek i.c.m. berekeningen moet hierover duidelijkheid geven;
- Door een damwand aan de voorzijde te zetten is bezwijken van de bestaande kade richting het water geborgd. Echter kan de bestaande kade nog steeds wel verticaal zakken door de aangetaste paalfundatie. Deze zakking kan resulteren in vervormingen ter plaatse van de woning op langere termijn. Maatregel hiervoor is het vullen van de holle ruimtes onder en voor de bestaande kade met zand, een (licht) betonmengsel of gelijkwaardig. Dit dient te gebeuren na het installeren van de damwand.

- Voor het aanbrengen van de damwand dient de noodconstructie te worden verwijderd. Dit geeft een risico op instabiliteit van de bestaande kade. Als mitigerende maatregel kan eerst worden ontlast.
- De vaarweg wordt smaller door het plaatsen van de nieuwe wand voor de bestaande kade.

### **Variant 1b: verankerde damwand voor bestaande kade**

#### Algemeen:

Oplossing zoals beschreven bij 1a maar in plaats van een onverankerde damwand worden groutankers toegepast. Hiermee worden eventuele horizontale vervormingen gelimiteerd en biedt daarmee een oplossing als variant 1a niet toepasbaar is vanwege de te grote horizontale vervormingen. De ankers dienen voldoende steil te worden weggezet om beïnvloeding van de achterliggende fundatie te voorkomen. Door middel van een stalen gording worden de ankerkrachten gespreid. Uitgangspunt zijn ankers h.o.h. 2,8m.

#### Voordelen:

- Robuust ontwerp met minimale horizontale vervormingen van de kade;
- Bestaande kade blijft (grotendeels) intact waardoor er minder risico op zettingen van de woning is tijdens de bouwfase. Geen ontgraving achter kade nodig.

#### Nadelen en risico's:

- Ankers moeten de bestaande kade niet negatief beïnvloeden;
- Voordat de ankers worden afgespannen moet de holle ruimte tussen de nieuwe en bestaande kade worden opgevuld, zie beschrijving variant 1a;
- Ankers komen onder de bestaande woningen.

### **Variant 1c: vrijstaande combiwand**

#### Algemeen:

Oplossing zoals beschreven bij 1a maar in plaats van een onverankerde damwand bestaat de wand uit geschroefde buispalen met korte tussenplanken. Deze variant biedt daarmee een alternatief indien de inbrengbaarheid van de damwandplanken bij variant 1a een probleem is. De buispalen kunnen schroevend op diepte worden gebracht en de tussenplanken hoeven niet diep te worden weggezet. Eerste aanname is een buispaal Ø540mm met tussenplanken 3xPU18. Hiermee is de stijfheid van de wand vergelijkbaar met de AZ24-700 uit variant 1a.

#### Voordelen:

- Minder risico op inbrengbaarheid van de wand;
- Zie variant 1a.

#### Nadelen en risico's:

- Zie variant 1a.

### **Variant 2: schroefinjectiepalen met kesp**

#### Algemeen:

Schroefinjectiepalen worden ongeveer h.o.h. 1 m door of direct achter het bestaande metselwerk heen geboord, afhankelijk van de configuratie van de bestaande kade. De palen moeten zowel verticaal als schoor staan. Eerste aanname voor de paaldiameter is Ø139 mm met een puntniveau tussen NAP -10 en -15 m. De schroefpalen worden aan de bovenzijde onderling verbonden door een betonnen kesp welke esthetisch wordt afgewerkt met metselwerk. Achter of voor de palen kan indien nodig een hardhouten damwandscherm verticaal naar beneden gedrukt worden als grondkerend scherm. Of deze planken nodig zijn kan pas bepaald worden nadat de configuratie van de bestaande kade bekend is.

#### Voordelen:

- Vaarwegbreedte wordt niet versmald;
- Relatief stijve constructie met weinig te verwachten deformaties;



- Palen worden schroevend op diepte gebracht dus geen risico voor het niet op diepte komen en geen trillingshinder voor omgeving;
- De constructie kan versterkt worden zonder eerst de noodconstructie te moeten verwijderen;
- Oplossing betreft eigenlijk een funderingsversterking met relatief beperkt nieuw materiaal dat noodzakelijk is. Het is daarmee een duurzamere oplossing dan de damwand;
- Klein materieel benodigd.

#### Nadelen en risico's:

- Complexere bouwfasering aangezien het bestaande metselwerk of de bestaande betonvloer wordt 'opgehangen' aan de nieuwe palen met kesp.
- Bestaande kade moet gedeeltelijk gesloopt worden (op basis van huidige kennis tot bovenkant vloer), risico op beïnvloeding achterliggende woningen.
- Palen worden ingebracht met kleine stelling. Het is nog onduidelijk of dit vanaf water uitgevoerd kan worden gezien het hoogteverschil tussen water en paalkop. Indien dit vanaf land moet gebeuren is er beperkte ruimte en toelaatbare bovenbelasting beschikbaar.

## Conclusie en aanbeveling

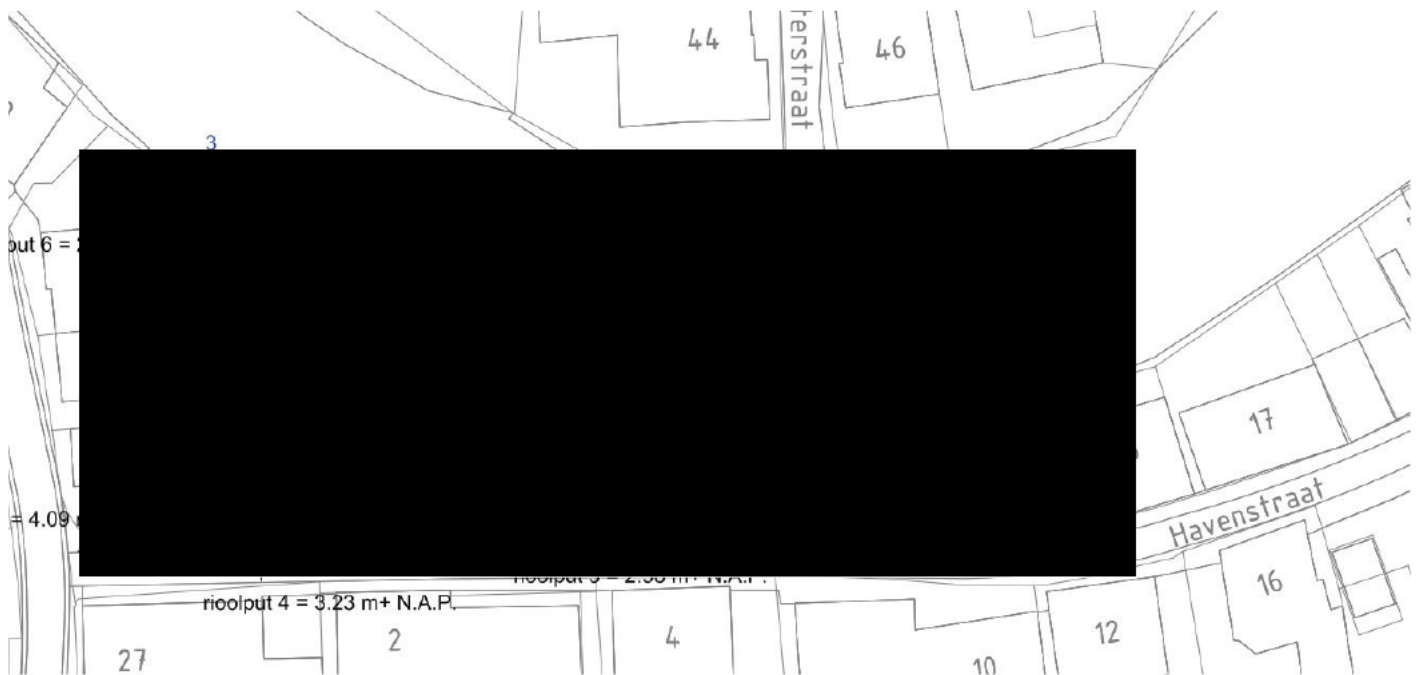
Op basis van de beschikbare informatie zijn een viertal varianten kwalitatief beschreven voor de kadevervanging aan het Winsumerdiep. Vanwege de beperkt beschikbare informatie kan nog geen voorkeursvariant worden aanbevolen. Onderstaande onderzoeken dienen te worden uitgevoerd voordat een kwantitatieve onderbouwing van de alternatieven kan worden gegeven:

- Aanvullend grondonderzoek rondom de woningen is vereist voor een verdere uitwerking van de varianten. De vereiste sondeerdiepte is hierbij minimaal circa 25m. Indien mogelijk sonderen vanaf het water om de diepere lagen bij de bestaande kade in kaart te brengen. Alternatief is sonderen vanaf de weg aan de voorzijde van de woningen.
- Aangezien er zeer beperkte informatie beschikbaar is over de betreffende woningen is een inspectie van de huidige fundaties geadviseerd voordat de kadevervanging wordt uitgewerkt in een vervolgfase. Hierbij moet duidelijk worden hoe de strokenfundatie er op hoofdlijn uitziet en wat de aanlegdiepte is.
- Geen informatie over de bestaande kade configuratie. Nadere informatie vereist over de hoogtes en diktes van het metselwerk/vloer voor het uitwerken van een ontwerp oplossing. Dit kan worden onderzocht door het graven van een proefsleuf achter de kade.

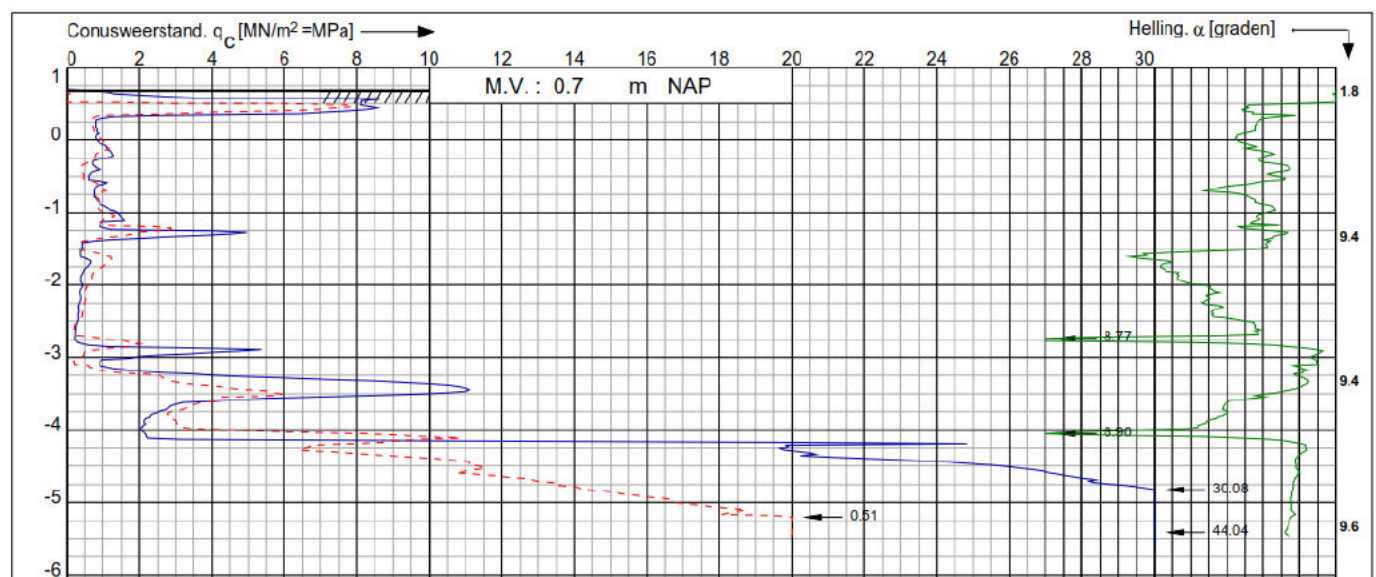


## Bijlage 1 – Grondonderzoek

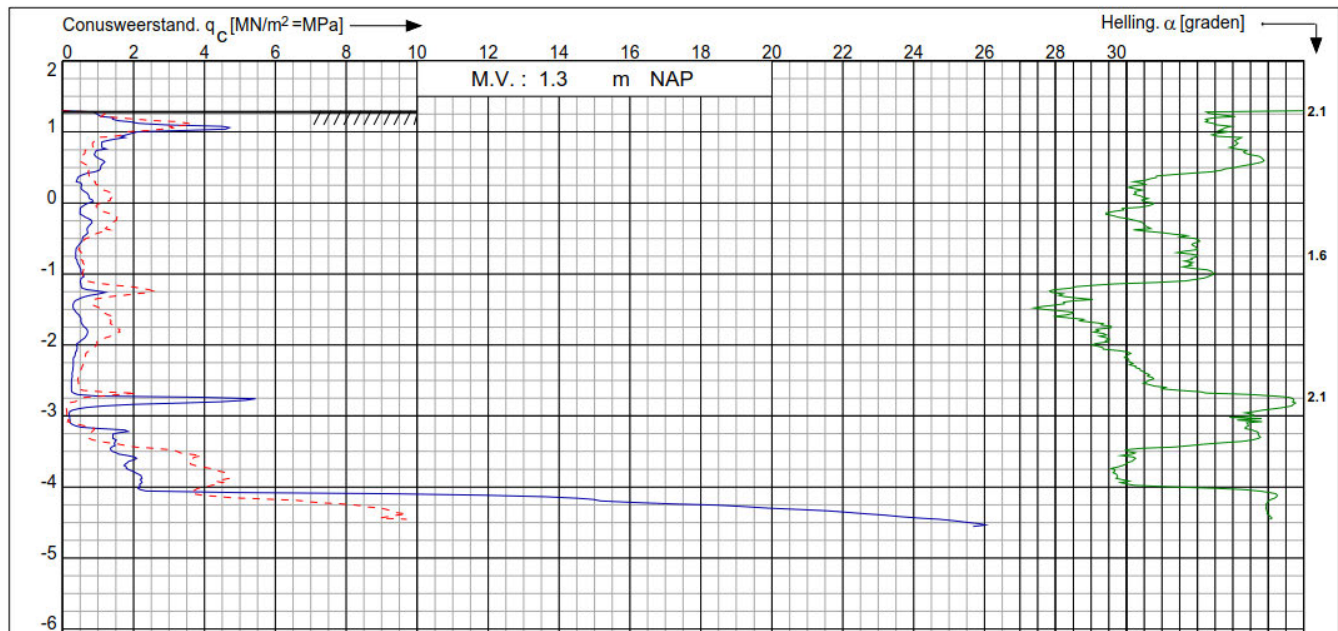
Onderstaand zijn de resultaten van het grondonderzoek conform [1] weergegeven.



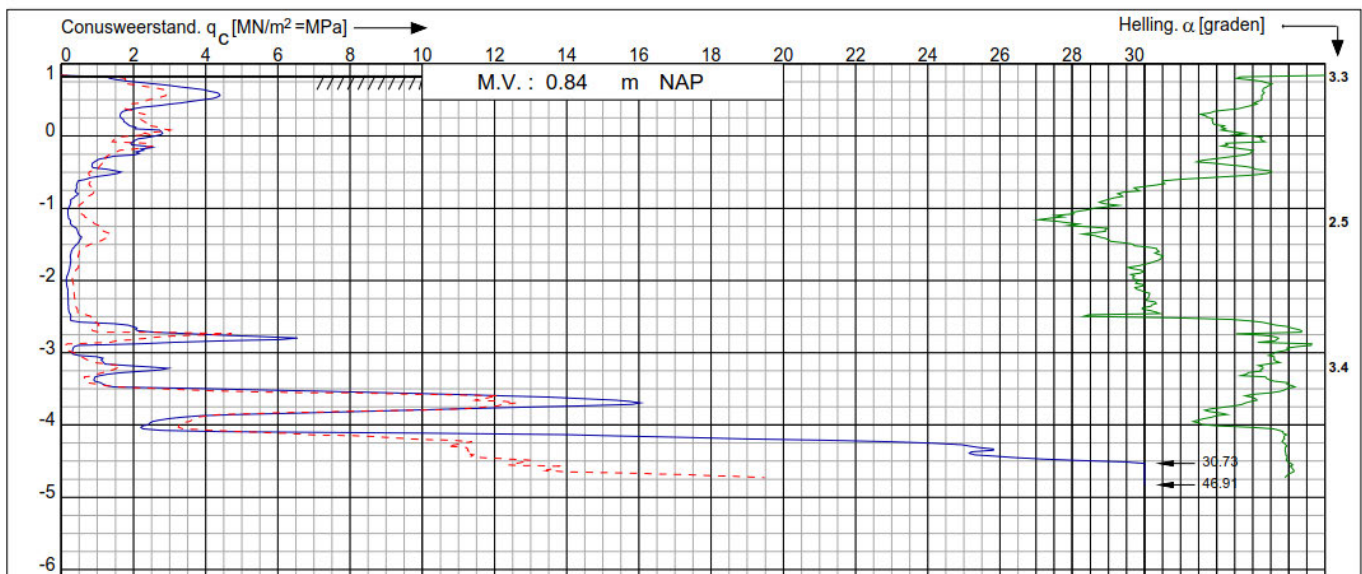
Figuur 5 Overzicht uitgevoerd grondonderzoek



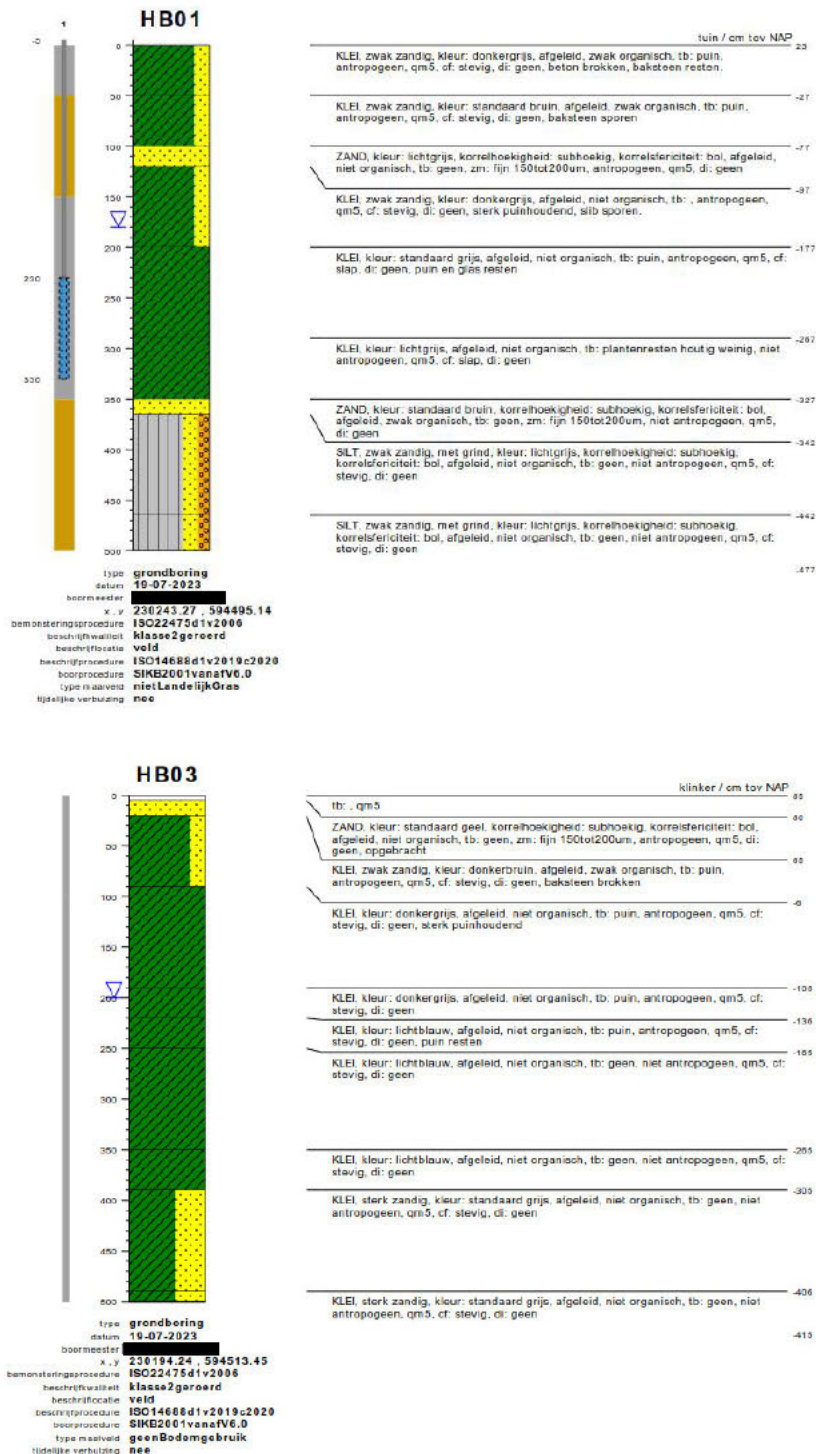
Figuur 6 Sondering 1



Figuur 7 Sondering 2



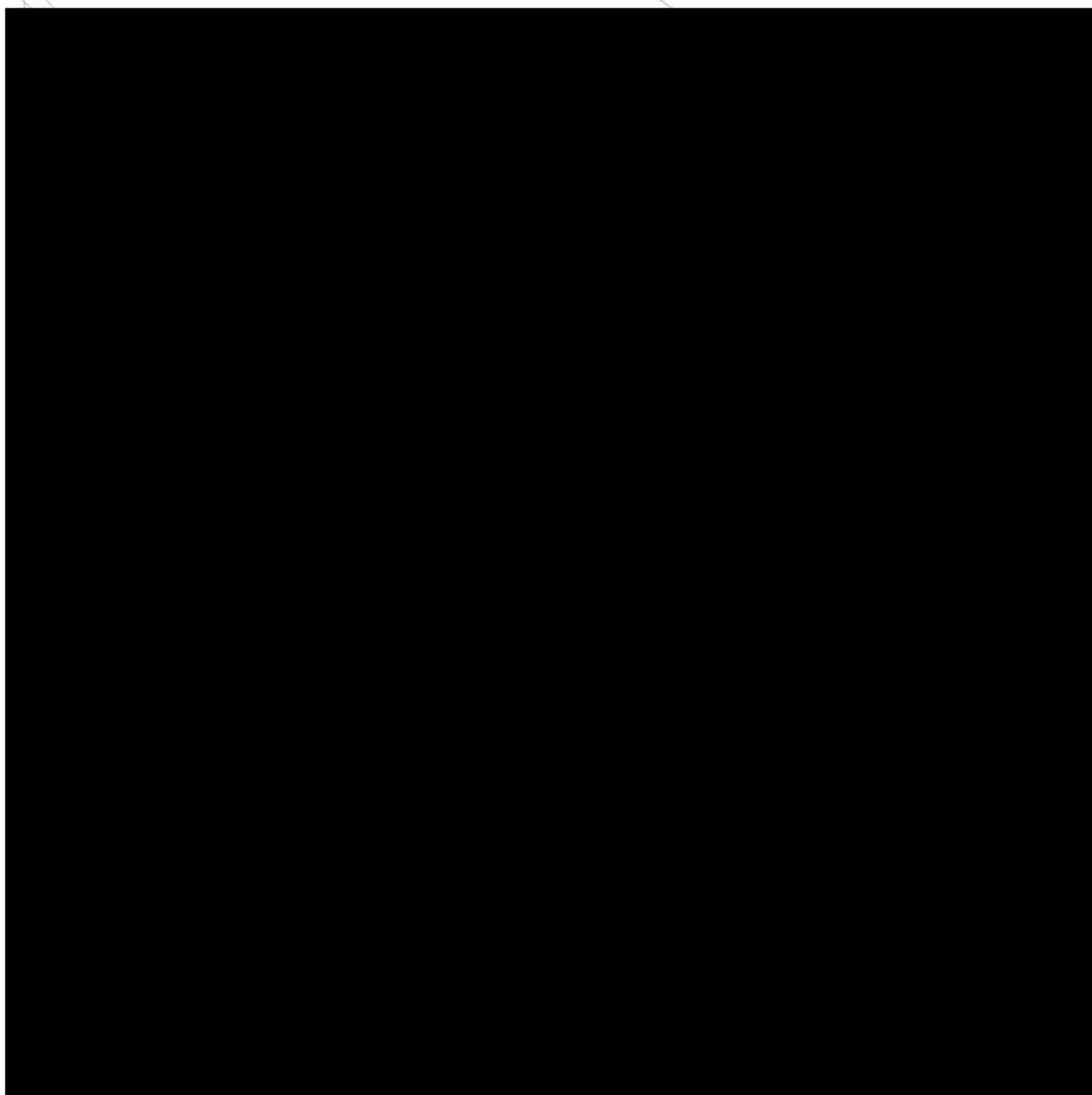
Figuur 8 Sondering 3

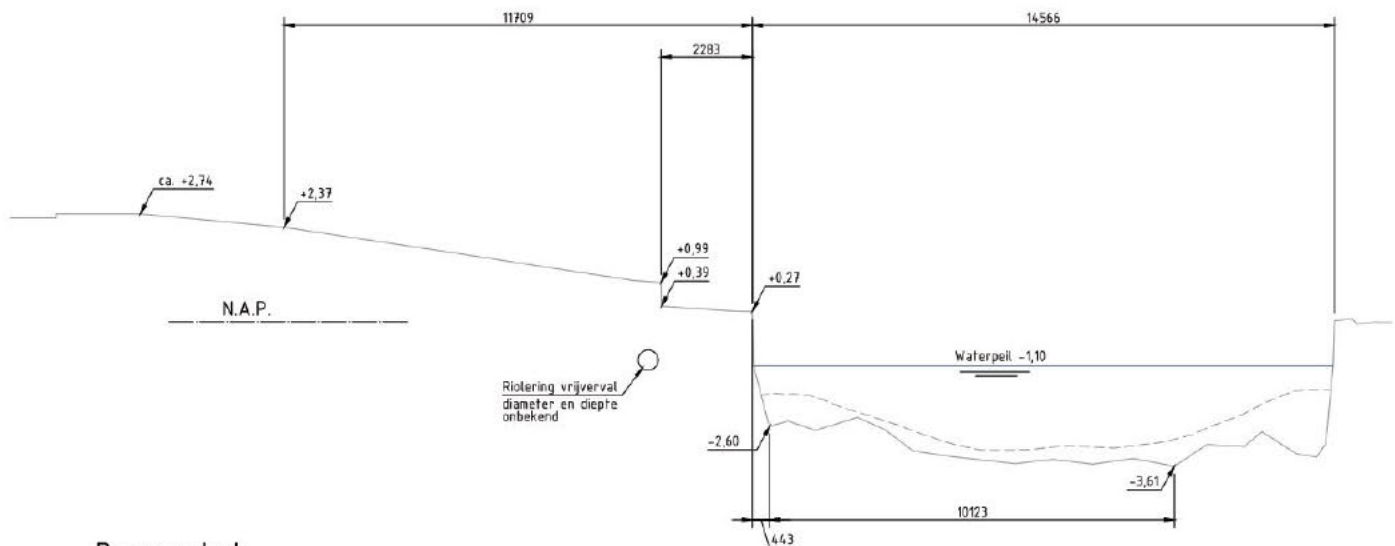


**Figuur 9 Boring HB01 en HB03**

## Bijlage 2– Doorsnede profielen

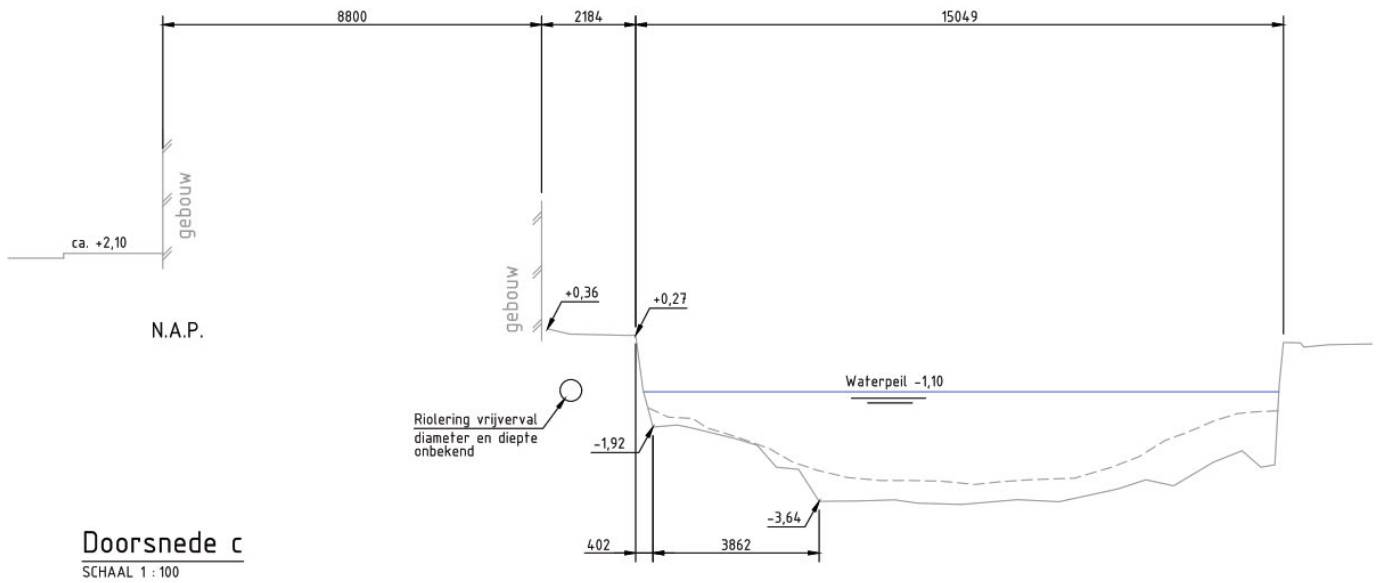
Onderstaand zijn de toegepaste profielen rondom de kade weergegeven zoals genoemd in Tabel 2. Doorsnede A hoort bij de woning [REDACTED]. Snede B en C bij [REDACTED] zoals onderstaand weergegeven.





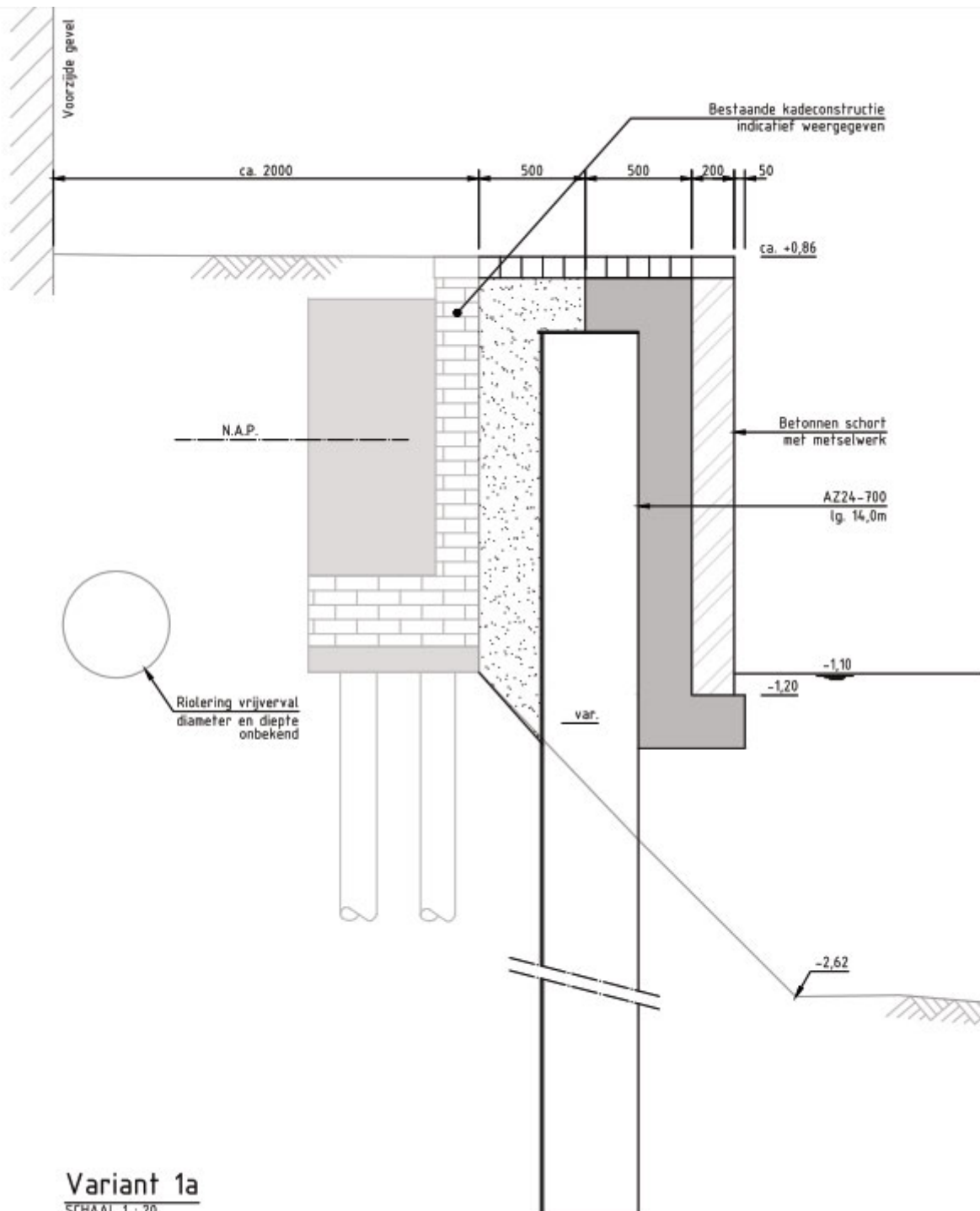
**Doorsnede b**

SCHAAL 1 : 100

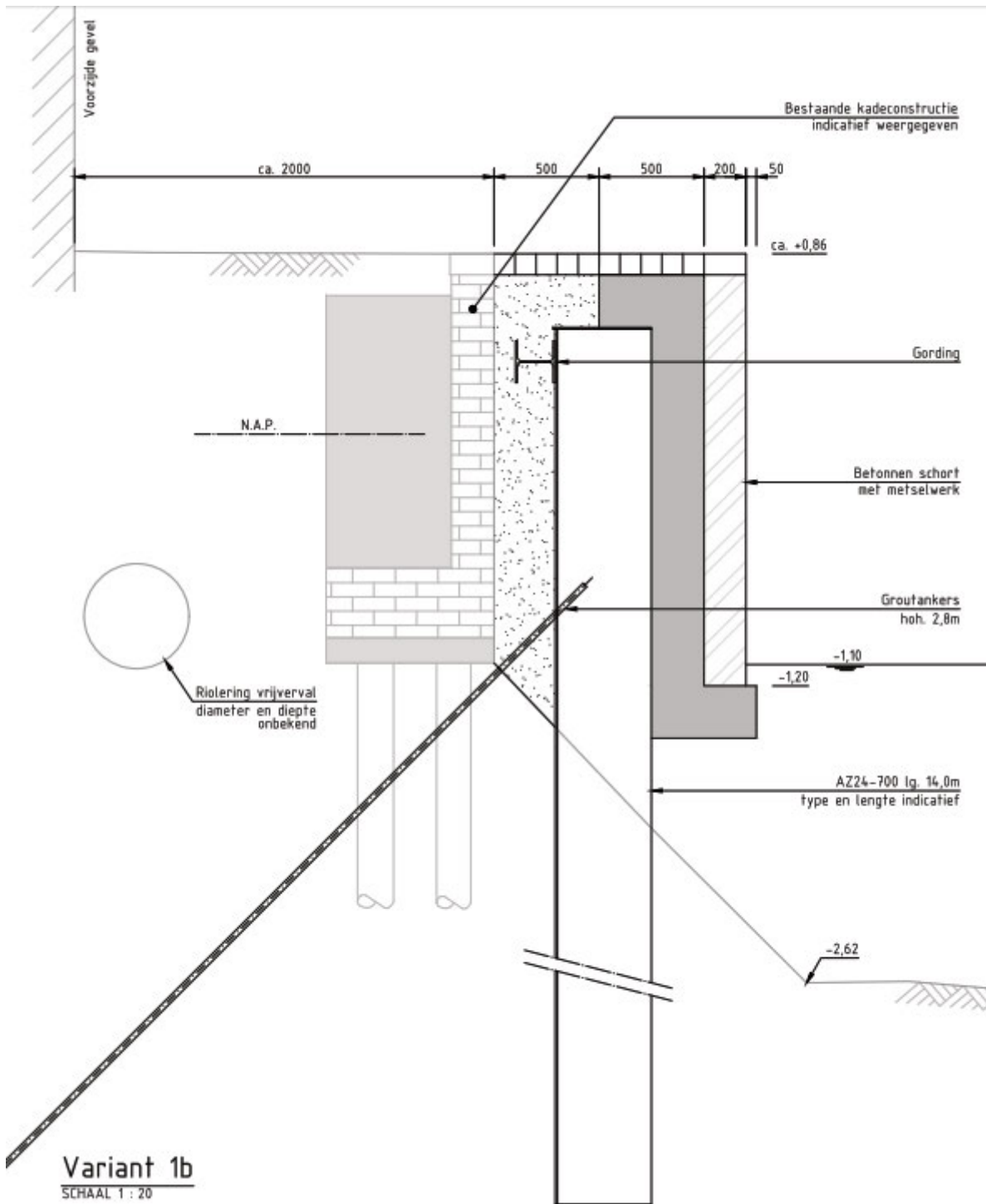


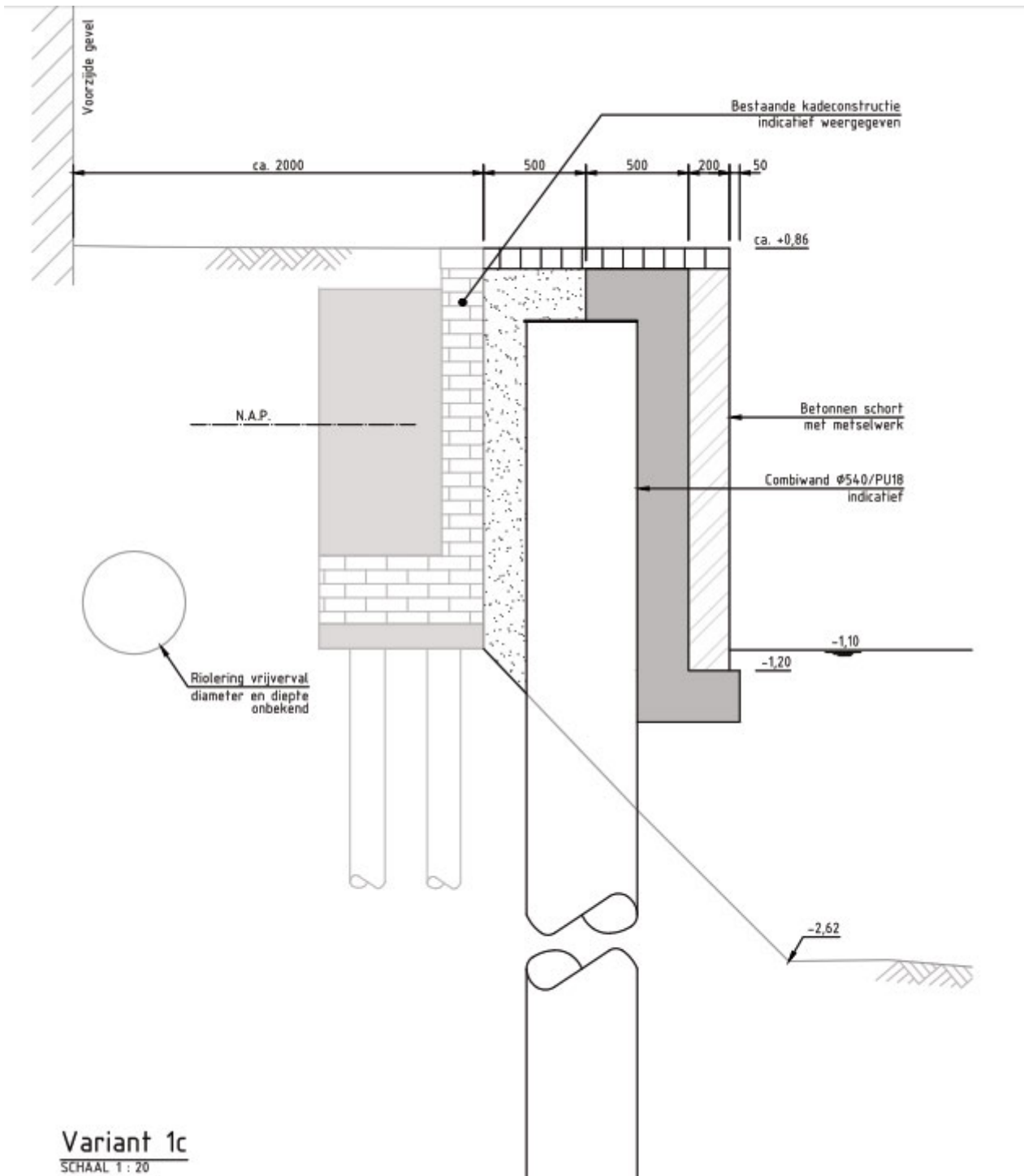
*Figuur 10 Doorsnede profielen conform [6]*

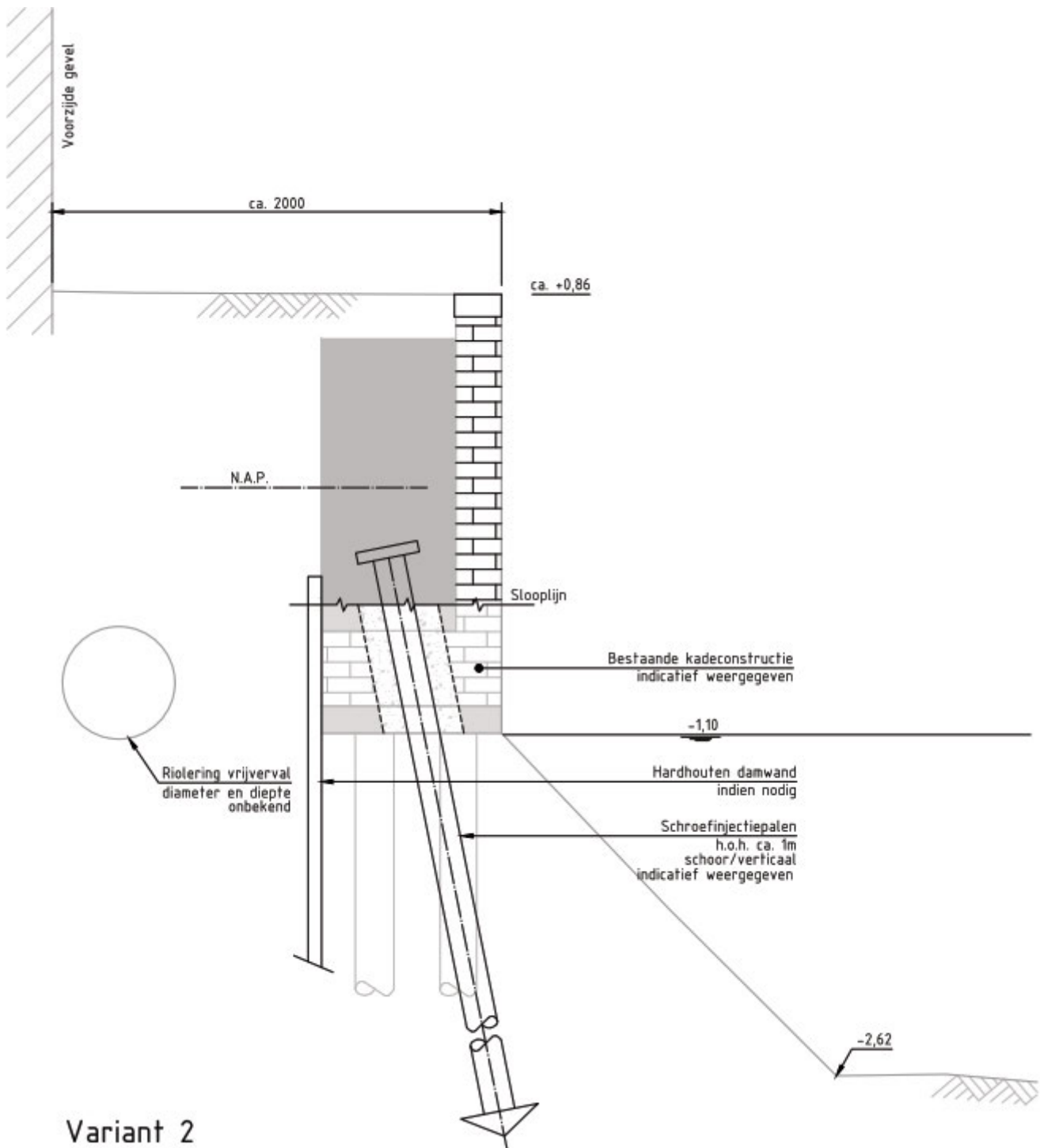
## Bijlage 3 – Varianten











**Variant 2**  
SCHAAL 1 : 20