



order P7716

## Walmuren Willem Vroesentuin te Gouda

**RAPPORT**

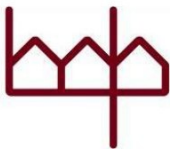
**BEOORDELING CONSTRUCTIE NA ONDERZOEK (2)**



### **OPDRACHTGEVER**

Gemeente Gouda  
Afdeling Projecten Openbare Ruimte  
Burgemeester Jamesplein 1  
2803 PG Gouda

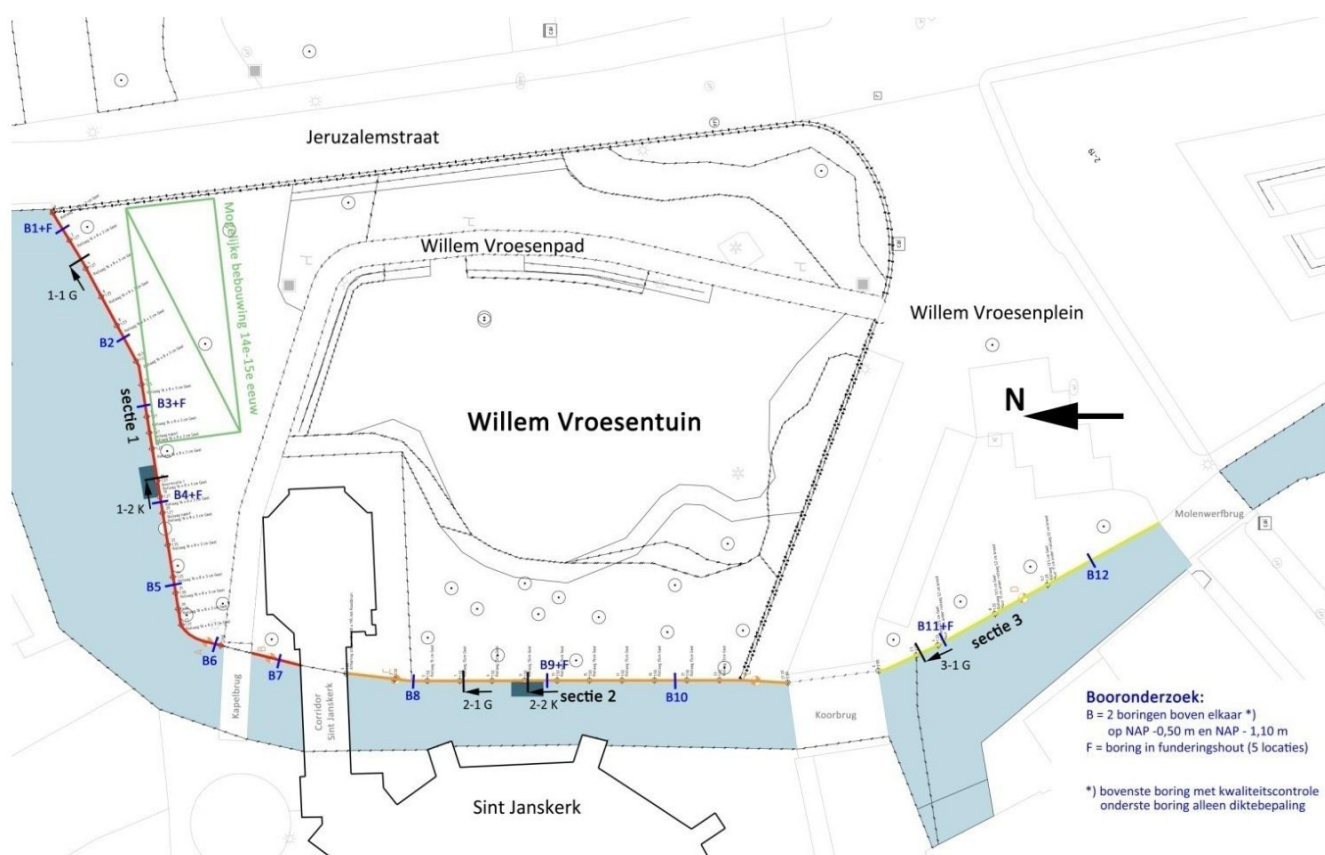
Bunnik, 11 september 2019



### 1. Inleiding

In vervolg op onze rapportage van 4 juni 2019 is er in opdracht van de Gemeente Gouda een aanvullend onderzoek verricht aan de Walmuren van de Willem Vroesentuin te Gouda.

Bij het onderzoek door Nebest is [REDACTED] van ons bureau aanwezig geweest. Op 23 juli 2019 is er op ons kantoor een bespreking geweest over het onderzoek naar de kwaliteit en dimensionering van de constructie van de walmuren met Nebest en de gemeente Gouda. De volgende dag is het onderzoek uitgevoerd naar advies van ons bureau, waarvan Nebest op 6 augustus 2019 heeft gerapporteerd. Voor eerder uitgevoerde onderzoeken en rapportages verwijzen wij naar onze rapportage van 4 juni 2019.

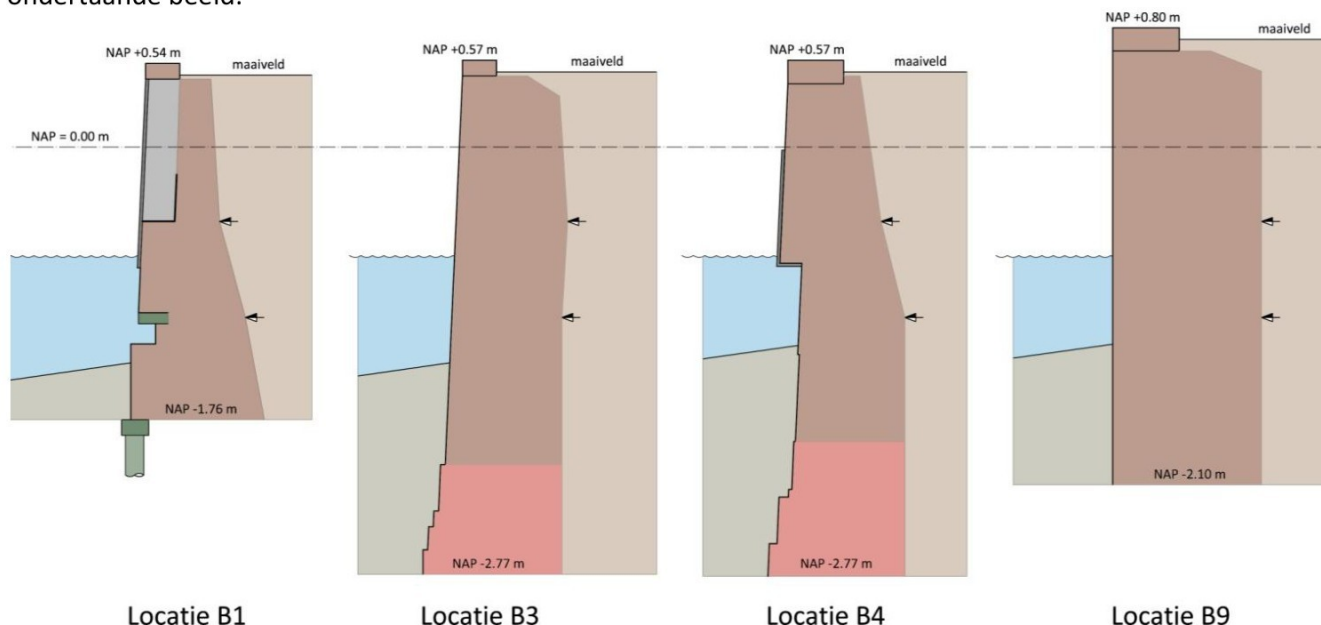


Afb. 1.1 – Plattegrond onderzoekslocaties

Uit eerdere onderzoeken is onvoldoende inzicht verkregen over de kwaliteit en dimensionering van de huidige walmuren. Het onderzoek in juli 2019 is uitgevoerd om daarin meer duidelijkheid te krijgen, zodat ook bepaald kan worden of de huidige constructie voldoet als grondkerende wand.

## 2. N.a.v. onderzoek Nebest juli 2019

Voor de resultaten van het onderzoek van Nebest verwijzen wij naar de (concept-)rapportage nummer 37667, d.d. 6 augustus 2019. Als de verschillende onderzoeken grafisch worden samengevat, ontstaat het onderstaande beeld:



Afb. 2.1 t/m 2.4 – Profielen volgens inmeting Nebest

- Locatie B1** Het profiel is ingemeten bij het hekwerk dat aansluit op de Jeruzalemstraat. Aan de bovenzijde is bij de boring op NAP +0.50 een rand van een ongeveer 20 cm dik beton aangeboord. Dit is vermoedelijk de onderzijde van een betonnen wanddeel dat is aangebracht bij een recent herstel. De dikte van de walmuur is duidelijk minder dan bij de overige profielen. De walmuur heeft op deze locatie geen duidelijke gebreken. Het achterliggende metselwerk heeft een goede samenhang. Onder de voorzijde zijn vanaf NAP -1,76 m een houten sloof en houten palen aangetroffen. De kwaliteit van de sloof en palen is zeer slecht.
- Locatie B3** Het zichtdeel boven de waterlijn vertoont duidelijke gebreken. Achter de voorste schil zijn holle ruimten geconstateerd. Het dieper gelegen metselwerk heeft een betere structuur en is matig zacht. De dikte van de gehele steenconstructie (inclusief voorste schil) is ruim 70 cm. Op deze locatie heeft mogelijk voorheen een gebouw gestaan (14<sup>e</sup>-15<sup>e</sup> eeuw), wat kan verklaren dat de funderingsaanleg bij dit profiel veel lager is dan elders. Het onderste deel bij de versnijdig bestaat uit zachtere steen.
- Locatie B4** Ook dit profiel heeft een diepere funderingsaanleg. De exacte diepte hiervan kon niet worden vastgesteld en liep dieper door dan onderzocht kon worden. Mogelijk dat ook dit profiel (als bij profiel B3) een middeleeuwse constructie is.
- Locatie B9** Dit profiel bevindt zich bij het koor van de Sint Janskerk, waar de watergang smal is. Door Nebest is op deze locatie geen hout in de fundering aangetroffen.

Verder blijkt uit het onderzoek van Nebest dat het dieper gelegen metselwerk vrijwel overal (matig) zacht is, maar wel samenhang heeft.



### 3. Opmerkingen n.a.v. onderzoek Nebest juli 2019

Het achterliggende metselwerk is vermoedelijk overal middeleeuws. Middeleeuwse constructies (14<sup>e</sup>-15<sup>e</sup> eeuw) hebben geen paalfunderingen. Er kan hooguit een houten roosterwerk of een roosterwerk met korte palen zijn toegepast. De aangetroffen resten van houtenconstructies voor de walmuur duiden op een voormalige betuining.

Uit de boringen blijkt dat er met een later herstel een metselwerk schil voor de oude muur is geplaatst. Deze aanvulling kan zijn geplaatst op een houten paalfundering, waarbij een deksloof is aangebracht. Het profiel op locatie B4 is daarvan een typisch voorbeeld, waarbij de houten fundering (ondersteuning) van de schil is weggevallen.

De drie secties hebben een verschillende opbouw. Ruwweg kan het volgende worden vastgesteld:

#### Sectie 1

Middeleeuws achterwerk met een sterk aangetaste schil aan de zichtzijde. Het deel bij de Jeruzalemstraat is hersteld met een betonnen wanddeel boven de waterlijn. De walmuur is daar ook dunner (zie afb. 2.1). Op 40 cm onder de waterlijn is een houten sloof aangetroffen op locatie B1, maar geen palen onder de sloof. Onder de grachtbodem is een tweede sloof met een houten paal aangetroffen, die in zeer slechte staat verkeert. Dit betreft een eerder herstel van de walmuur met een voorzetwand, gefundeerd op ongeveer 1 meter onder de waterlijn.

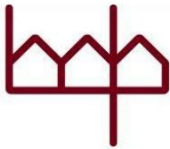
De locaties B3 en B4 tonen een veel dieper aangelegde fundering met grotere en zachte stenen. Dit is typerend voor middeleeuws werk. Bij eerder onderzoek zijn hier ook basaltstenen aangetroffen in de walmuur, wat duidt op hergebruik van materiaal. De wortelgroei heeft hier grote schade aangericht. In het metselwerk zijn op enkele plaatsen gaten waargenomen. Door inwatering is de mortel verzwakt of uitgespoeld, zodat er aan de oppervlakte en het aanzicht van de wand geen samenhang meer is in het metselwerk. De walmuur heeft een gemiddelde dikte van 70 cm (door Nebest gemeten tot 0,4 meter onder de waterlijn).

*Vlak bij locatie B4 heeft Kleywegen proefkuip 1 uitgevoerd. Kleywegen heeft op NAP -2,60 m een vuren houten sloof van 10 cm aangetroffen (afb. 3.3.1 rapport Kleywegen), terwijl Nebest tot een diepte van NAP -2,77 m nog steeds metselwerk aantreft. Nebest heeft op locatie B1 wel een houten sloof en palen aangetroffen, maar op een niveau van NAP -1,76 m. De resultaten van Kleywegen en Nebest zijn niet consistent.*

#### Sectie 2

De constructie van de walmuur is dikker dan bij sectie 1, door Nebest vastgesteld op 96 cm. De zichtzijde is duidelijk aangetast door inwatering (en vorst). Plaatselijk is ook schade door wortelgroei. De kwaliteit van het metselwerk is zacht tot matig zacht, maar heeft wel structuur. De dimensionering van de walmuur is redelijk gelijkmatig over de gehele sectie. Ook hier is een schil voor het oudere metselwerk geplaatst.

*Vlak naast de onderzoekslocatie van Nebest heeft Kleywegen in hun proefkuip 2 op NAP -1,75 m een grenen sloof van 250 mm dik aangetroffen, waarvan de kwaliteit nog goed was. Nebest heeft de fundering onderzocht tot NAP -2,30 m, maar geen hout aangetroffen.*

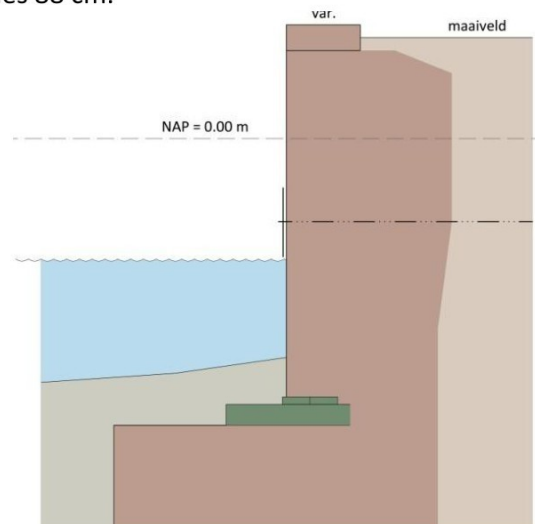


### Sectie 3

Bij dit deel is de situatie enigszins afwijkend. Vlak achter de walmuur staan bomen van grote afmeting en dus ook een behoorlijk wortelgestel. Boven de waterlijn is op NAP -0,5 meter een dikte van 96 cm gemeten. Onder de waterlijn op NAP -1,1 meter is de dikte op twee boorlocaties 88 cm.

Boven de waterlijn is op NAP -0,48 m een verankering aangebracht met een hart-op-hartafstand van 3,3 meter. Op NAP -1,5 m is een houten vloerconstructie aanwezig met een dikte van 4,5 cm, waaronder uitstekende kespen hart-op-hart 90 cm. De kespen steken tot 35 cm voor het opgaande metselwerk uit. Onder de kespen is metselwerk aanwezig met onder andere natuursteenblokken. Deze constructie ligt ongeveer 1 meter voor het opgaande metselwerk boven water.

Op 1,10 meter onder de waterlijn (NAP -1,80 m) is de onderzijde van het metselwerk nog niet bereikt.



Afb. 2.5 - Profiel B11 volgens inmeting Nebest

Op locatie B11 is tevens een kern gebod, waaruit blijkt dat de samenhang van het metselwerk van het achterwerk minder is dan bij de secties 1 en 2. Er is duidelijk meer wortelgroei in de steenconstructie, waardoor de constructie is verzwakt.

## 4. Conclusies

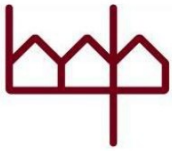
Bij de secties 1 en 2 is het middeleeuwse metselwerk nog aanwezig en is van redelijke kwaliteit. Ondanks dat de stenen zacht tot matig zacht zijn, is er samenhang in het metselwerk. De schade van de walmuur komt door wortelgroei en inwatering (in combinatie met vorst).

De fundering van de walmuur is in oorsprong middeleeuws. De houten resten onder de waterlijn zijn van latere herstellingen en aangebracht voor de meer recente voorzetwand. Ook zijn er sporen van een oude betuining aangetroffen.

De latere voorzetwand is tegen het oude metselwerk aangebracht, waarbij op enkele plaatsen een nieuwe (houten paal-)fundering is aangetroffen. De voorzetwand en nieuwe fundering vertonen op de meeste plaatsen gebreken, waardoor de schade zal toenemen en stenen gaan uitvallen.

Ongelijke zettingen van de walmuur vallen mee, zodat een aanvullende fundering onder de keermuurconstructie niet noodzakelijk is.

De situatie van sectie 3 is anders, door de aanwezige grondankers. Deze ankers zijn waarschijnlijk aangebracht omdat eerder problemen zijn opgetreden met de keermuur constructie. De constructie van de walmuur zal in basis echter niet veel afwijken van de secties 1 en 2, omdat die in dezelfde periode zijn aangebracht.



## 5. Hersteladvies

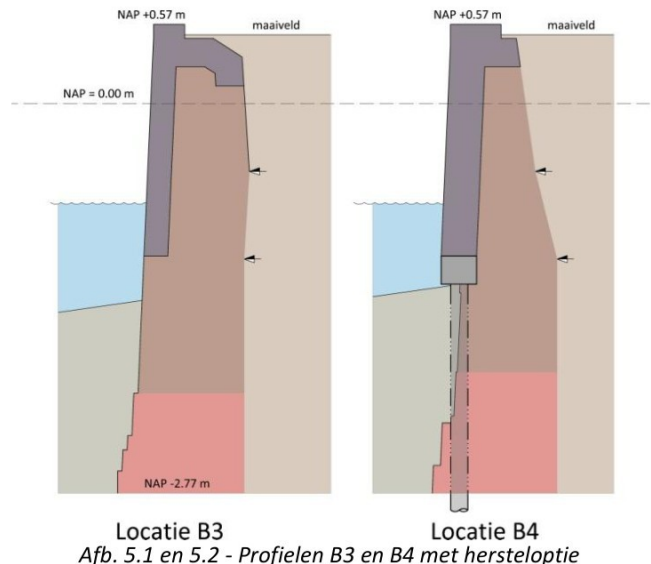
### Sectie 1 en 2

Wij adviseren al het losse metselwerk en de afdekkende rollaag aan de bovenzijde te verwijderen, totdat het achterliggende metselwerk (met samenhangende structuur) vrij komt. In de praktijk zal het grootste deel, zo niet de gehele, zichtzijde van de walmuur worden verwijderd. Hierna kan een nieuwe voorzetwand en afsluitende rollaag worden aangebracht (afb. 5.1), zoveel mogelijk ingetand en hechtend in het bestaande werk.

De kwaliteit van de nieuwe zichtwand en rollaag kunnen een hogere kwaliteit hebben dan het oude achterwerk. Voor de mortel mag een bastaardmortel worden toegepast, waarmee inwateren van de constructie wordt verminderd.

Indien er geen fundering(-rand) voor de nieuw te plaatsen voorzetwand aanwezig is, kan de fundering worden aangepast met een lichte paalfundering, die trillingsarm wordt aangebracht, bijvoorbeeld geschroefde GEWI-palen, waarmee een funderingsconstructie wordt gevormd. Het metselwerk op deze fundering wordt ingetand en ingeboet op het te handhaven metselwerk. De basisfundering blijft derhalve de "ondiepe fundering" van de huidige walmuur (zie afb. 5.2)

Bij het toepassen van GEWI-palen moet men wel rekening houden met boorspoeling in het water. Om uitspoeling (vervuiling van het water) te beperken kan de werklocatie plaatselijk worden afgeschermd.



Voor het herstel adviseren wij de wortelgroei in de walmuur te voorkomen. Hiervoor zullen alle wortels (zoveel mogelijk) uit de huidige constructie moeten worden verwijderd en dient men te voorkomen dat er wortels opnieuw in de constructie kunnen groeien. Dit kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van een kunststof doek of folie aan de landzijde van de walmuur. Daarvoor zal echter wel in de grond gegraven moeten worden.

### Sectie 3

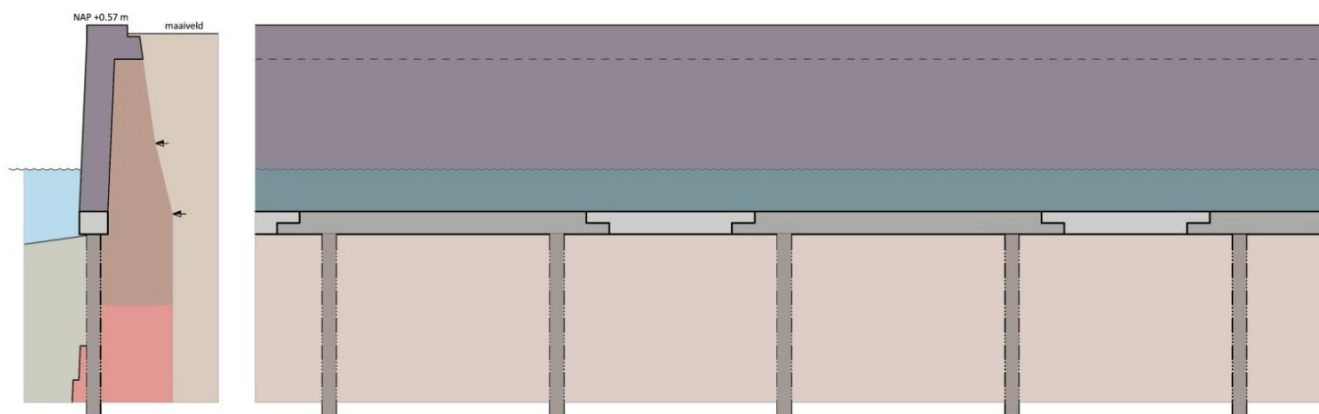
Deze sectie zal in principe hetzelfde kunnen worden hersteld als de secties 1 en 2, al zal men rekening moeten houden met de aanwezige grondankers. Als de grondankers op spanning staan, zal men hier omzichtig te werk moeten gaan en bijvoorbeeld de walmuur kunnen stutten (bijvoorbeeld met een stempeling naar de tegenoverliggende walmuur). Men zal zicht op deze locatie ook moeten afvragen hoe de nieuwe terreininrichting wordt (parkeren/verkeersklasse) en of er begroeiing wordt gehandhaafd (huidige bomen of aanpassing). Ook hier dient men wortelgroei in de constructie zoveel mogelijk te beperken. Met het verwijderen van de zichtzijde (buitenste schil) kan het achterwerk beter worden beoordeeld. Gezien de dikte van de constructie zal ook hier een praktisch herstel voldoende kunnen zijn.



### 6. Funderingsherstel met lichte paalfundering

Bij onvoldoende “rand” om een nieuwe voorzetwand op te bouwen kan een constructie worden aangebracht met lichte funderingspalen. Deze palen zullen een klein deel van de verticale belasting opnemen, aangezien de nieuwe voorzetwand volledig wordt ingetand in het achterwerk. De paalfundering wordt derhalve licht uitgevoerd, zodat bij eventuele zetting van de walmuur de palen verder worden weggedrukt. De paalfundering mag daarom niet te star zijn.

Als paaltipe kan worden gekozen voor een GEWI-paal met een groutdiameter van 120 mm en kunnen vanaf een ponton worden aangebracht. Andere lichte paaltypes kunnen ook worden uitgevoerd, bijvoorbeeld de raketpaal. Vooralsnog kan worden uitgegaan van een hart-op-hartmaat van de palen van 2,0 meter.



Afb. 6.1 – Doorsnede en aanzicht van de nieuwe constructie met palen

Afgaande op de tot nu toe uitgevoerde onderzoeken kan de volgende inschatting worden gedaan:

	totale sectielengte	lengte met paalfundering	aantal palen
<b>Sectie 1</b>	28 m	20 m	12 stuks
<b>Sectie 2</b>	27,2 m	15 m	8 stuks
<b>Sectie 3</b>	19,6 m	0	

Voor het aanbrengen van een basis voor het metselwerk wordt over de palen een betonnen balk (sloof) aangebracht. Deze balken kunnen worden geprefabriceerd, zodat er op locatie geen betonnen balk gestort hoeft te worden (vervuiling van het water). De maatvoering voor het aanbrengen van de palen zal dan echter wel nauwkeurig moeten zijn. Door de betonnen sloof uit te voeren met koppelstukken kan men de fundering in meer hanteerbare delen aanbrengen. Een praktische afmeting van de sloof is  $b \times h = 200 \times 200 \text{ mm}^2$ . Ons bureau heeft eerder de engineering verzorgd voor projecten met dergelijke constructies. Een plan voor dit project kan samen met de uitvoerend aannemer worden uitgewerkt.

