

Datum: 1-2-2024

Referentie:

Documentnaam:

Zaaknummer: 31136411

Monitoringsplan rijksmonument De Heuvel

Inleiding

De Omringdijk Marken voldoet momenteel niet aan de waterveiligheidsnorm en wordt de komende jaren door Combinatie Hof op Marken (CHoM) versterkt.

In de Verkenningsfase zijn de kansrijke alternatieven voor de dijkversterking uitgewerkt, zoals die uit het MIRTonderzoek (van2014) naar voren zijn gekomen. Het besluit over het Voorkeursalternatief van de dijkversterking (juli 2016) vormt de basis voor de Planuitwerkingsfase. Het voorkeursalternatief voor de Zuid- en de Westkade behelst:

- een dijkversterking in buitenwaartse richting;
- een dijkversterking voor een planperiode van 50 jaar;
- een dijkversterking passend bij de ruimtelijke kwaliteit van Marken.

Tijdens de Planuitwerkingsfase is een milieueffectenrapportage (MER) opgesteld. Als onderdeel hiervan is ook een MER deelrapport Archeologie opgesteld. In dit deelrapport is het uitgevoerde onderzoek (bureau- en veldonderzoek) op het gebied van archeologie geschreven.

Na gunning is ook een Archeologieplan door CHoM opgesteld om het proces omtrent het omgaan met Archeologische waarden eenduidig te beschrijven. Dit plan is afgestemd met de betreffende bevoegde gezagen

De Heuvel

In het traject van de Zuidkade bevindt zich ter hoogte van DP29 tot DP30 rijksmonument De Heuvel (zie Figuur 1). De Heuvel is een binnendijks monument. Het monument is van hoge archeologische waarde en mag niet negatief worden beïnvloed door de dijkversterking. Ter plaatse van de Heuvel voorziet de dijkversterking in een buitendijkse as verschuiving van circa 1 m en een verflauwing van het buitentalud. Ten gevolge van deze versterkingsmaatregel kunnen mogelijk in het invloedsgebied van de ophoging verticale en/of horizontale grondverplaatsingen optreden. Wanneer het monument zich binnen dit invloedsgebied van de dijkversterking bevindt, zou er sprake kunnen zijn van een negatieve beïnvloeding. In dat geval zal er een Omgevingsvergunning moeten worden aangevraagd voor de werkzaamheden.

Aangezien de te verwachten vervormingen zeer gering zijn, en zich uitsluitend aan de rand van De Heuvel zullen voordoen, zal er naar verwachting geen sprake zijn van een negatieve beïnvloeding van het monument. In voorliggende notitie wordt de onderbouwing hiervoor aangeleverd aan de hand van monitoringsresultaten die verkregen zijn uit de proefvakken die momenteel aan de Zuid- en Westkade in uitvoering zijn. Daarnaast is een voorstel voor een monitoring van het monument opgenomen om aantoonbaar te maken dat de daadwerkelijke verplaatsingen binnen acceptabele grenswaarden liggen.

Het doel van deze notitie is dan ook tweeledig en omvat:

1. Het aantonen dat de te verwachten verplaatsingen ten gevolge van de dijkversterking ter plaatse van De Heuvel binnen acceptabele grenswaarden ligt;
2. Het opstellen van een monitoringsplan waarmee wordt aangetoond dat de verplaatsingen tijdens de realisatie van de werkzaamheden binnen de grenswaarden blijft.



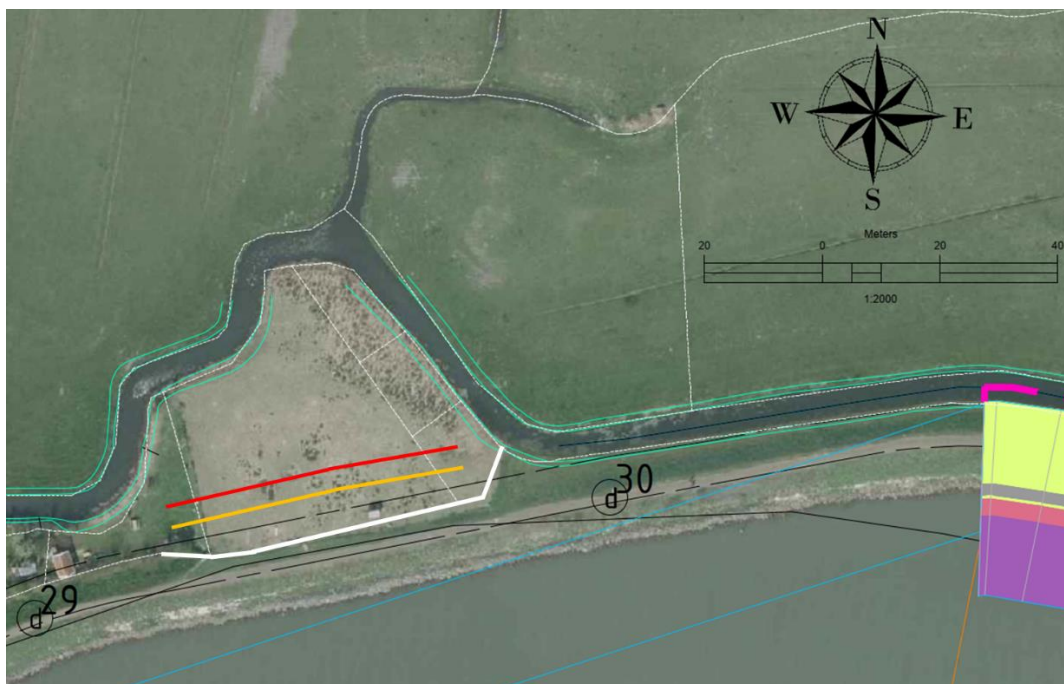
Figuur 1. Overzichtskaart met De Heuvel omcirkeld

Grens tussen de waterkering en De Heuvel

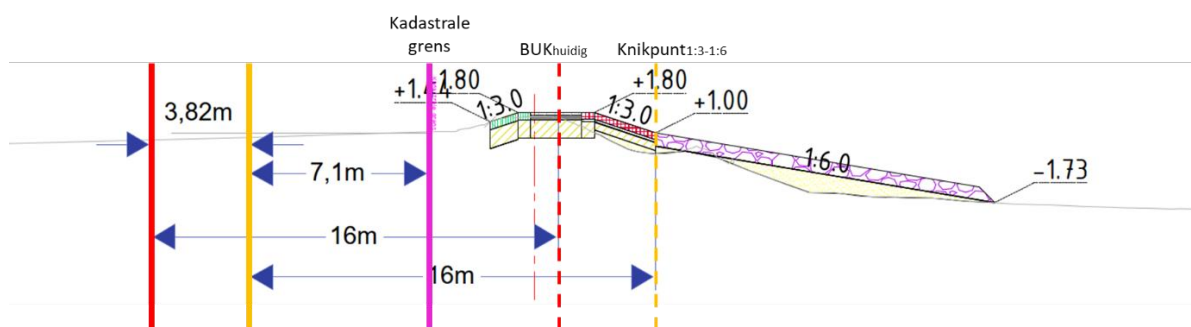
Allereerst is het belangrijk om de grens tussen de waterkering en De Heuvel te verduidelijken. De Heuvel wordt aangegeven met de kadastrale grens, zoals weergegeven in het wit in Figuur 2. Verder zijn er nog twee gekleurde lijnen bij De Heuvel getekend: zogenoemde invloedslijnen. Er is aangenomen dat de horizontale afstand tot waar een ophoging merkbaar kan zijn met betrekking tot vervormingen gelijk is aan twee keer de deklaagdikte. Op basis van het geschematiseerde bodemprofiel is de deklaagdikte ter plaatse van De Heuvel gelijk aan 8 m (rekenprofielen DP29+018 en DP29+042), resulterend in een horizontale invloedszone van 16 m.

- De oranje lijn is hierbij de 16 m lijn ten opzichte van het knikpunt in het buitentalud van de 1:3-helling naar een 1:6-helling (zoals aangegeven in het dwarsprofiel in Figuur 3). Er wordt verwacht dat, indien er vervormingen optreden aan de Heuvel als gevolg van de werkzaamheden, deze vooral tussen de kadastrale grens en de oranje lijn zullen optreden. Dit wordt verwacht aangezien de grootste ophoging op een afstand van 16 m van dit gebied plaatsvindt. De afstand tussen de oranje lijn en de kadastrale grens is gemiddeld 7,1 m.
- De rode lijn komt overeen met de 16 m lijn ten opzichte van de bestaande buitenkruin (zoals aangegeven in het dwarsprofiel in Figuur 3). Aangezien er nauwelijks ophoging plaats vindt vanaf de buitenkruinlijn in binnenwaartse richting (het gaat hier vooral om herstraten en herprofilering) kan er verwacht worden dat er geen vervormingen aan de Heuvel plaats zullen vinden ten noorden van deze rode lijn. De afstand tussen de rode en oranje lijn is gemiddeld 3,8 m. Tussen de rode en oranje lijn zijn verstoringen onwaarschijnlijk door de relatief kleine ophoging tussen de twee gekleurde stippellijnen.

Kijkend naar het dwarsprofiel in Figuur 3 vindt rechts van de oranje stippellijn de grootste ophoging plaats, en hier wordt dan ook de grootste zetting verwacht. Verticale vervormingen gaan gepaard met horizontale vervormingen, en dus wordt in de invloedszone van deze grootste ophoging ook de grootste horizontale vervormingen verwacht. Dit is in het gebied rechts van de oranje lijn (gebied oranje lijn – (roze) kadastrale grens). Tot aan de oranje lijn zullen daarom met zekerheid vervormingen optreden. In de volgende paragrafen is onderbouwd dat deze vervormingen zeer gering zullen zijn en niet tot (visuele) schade aan De Heuvel zullen leiden.



Figuur 2. Kadastrale grenzen rondom De Heuvel en mogelijke invloedzone vervormingen als gevolg van de werkzaamheden



Figuur 3. Dwarsprofiel ter hoogte van De Heuvel met de aangegeven kadastrale grens (roze) en de oranje en rode invloedslijnen

Te verwachten vervormingen en bepaling grenswaarden De Heuvel

Aangezien er +/-11 m ten noorden van de kadastrale grens (rode lijn in Figuur 2) geen vervormingen meer verwacht worden als gevolg van de werkzaamheden, zal deze paragraaf focussen op het gebied tussen de kadastrale grens en de aangegeven rode lijn (+/- 11 m = 7,1 m + 3,8 m).

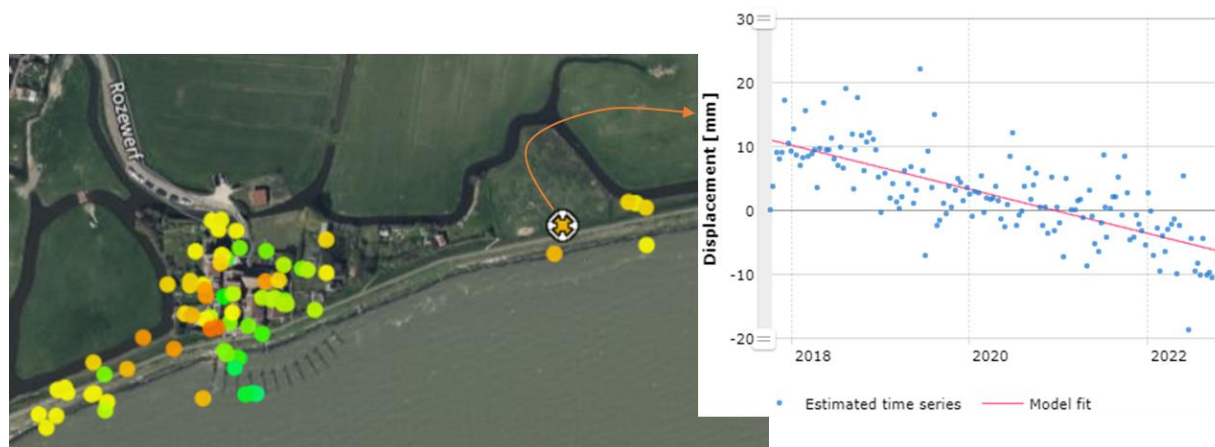
Ook wanneer geen dijkversterking wordt uitgevoerd, treden bodembewegingen op ter plaatse van De Heuvel. De verticale bodembewegingen vallen onder autonome bodemdaling. Een inschatting van deze autonome bodemdaling kan verkregen worden uit openbare bronnen. Deze gegevens zullen gebruikt worden om de grenswaarden voor de monitoring van De Heuvel af te leiden.

Om een inschatting te maken van de te verwachten horizontale en verticale bodembewegingen ten gevolge van de dijkversterking worden de monitoringsgegevens van de proefvakken gebruikt. De werkzaamheden aan de proefvakken zijn in februari 2023 gestart, met een proefvak aan de westkade van Marken, en een aan de zuidkade. Deze proefvakken zijn bedoeld om inzicht te krijgen in het gedrag van de ondergrond voorafgaand aan de start van de werkzaamheden aan de gehele zuid- en westkade van Marken. Monitoringsresultaten van deze proefvakken zijn dus geschikt voor voorliggende analyse.

Verticale vervormingen

Via bodemdalingskaart.portal.skygeo.com is er gekeken naar de bodemdaling die is opgetreden tussen oktober 2017 en oktober 2022. Ter plaatse van het binnentalud ter hoogte van de Heuvel is er een autonome bodemdaling van 3,4 mm per jaar af te lezen (Figuur 4). Het is daarom aannemelijk dat er gedurende de

werkzaamheden autonome verticale vervormingen plaats zullen vinden. Dit zijn autonome vervormingen die optreden zonder externe beïnvloeding, zoals bijvoorbeeld de dijkversterking.



Figuur 4. Bodemdalingsresultaten afkomstig van bodemdalingskaart.portal.skygeo.com

Daarnaast volgen er uit de monitoring van de proefvakken ook resultaten met betrekking tot de horizontale en verticale vervormingen. Uit de resultaten van de proefvakken volgt namelijk dat de opgetreden vervormingen zeer gering zijn. Hierbij worden voor de verticale vervormingen de kruinmetingen aangehouden, en de horizontale vervormingen worden gemeten in de binnenteen. Aangezien De Heuvel op een grotere afstand ligt dan de monitoringsapparatuur van de proefvakken, kan er aangenomen worden dat optredende vervormingen aan De Heuvel nog kleiner zijn dan de gemeten vervormingen op bovengenoemde locaties.

Tot het aanbrengen van de zevende zandlaag (in de periode van februari 2023 t/m december 2023 zijn 7 van de totaal 9 zandlagen aangebracht) is er een kruinzakking van maximaal 10 mm gemeten (Tabel 1). Door de grotere relatieve afstand van De Heuvel tot aan de werkzaamheden kan een kleinere verticale vervorming hier verwacht worden. Deze kleinere verticale vervorming, in combinatie met de autonome bodemdaling van 3,4 mm per jaar, maakt het aannemelijk dat de werkzaamheden geen verticale schade (zetting) aan zullen richten.

Tabel 1. Gemeten zettingen proefvakken

	-1 mm	6 mm
	-2 mm	10 mm
	-2 mm	7 mm
	-1 mm	5 mm

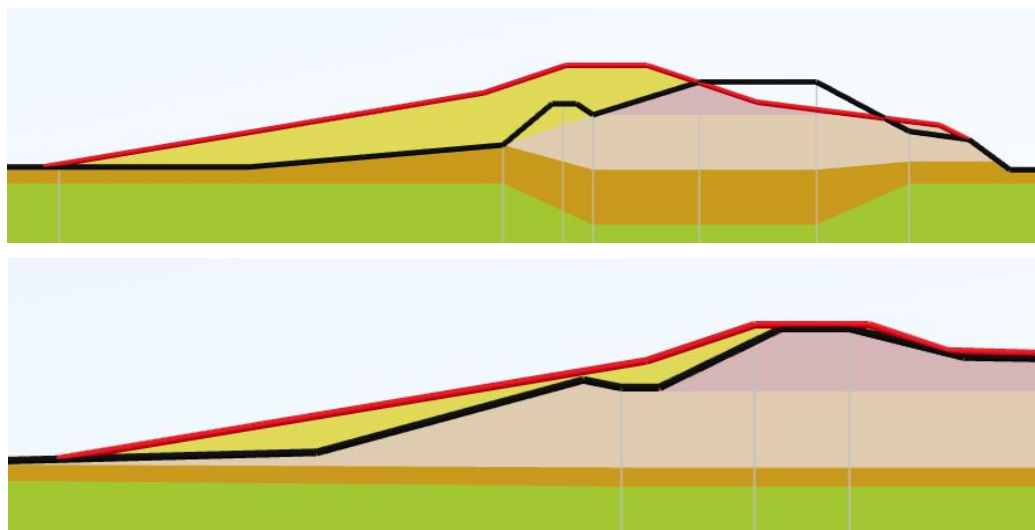
Horizontale vervormingen

De vervormingen van de perkoenpalen die bij de proefvakken geplaatst zijn liggen daarnaast ook nog ver onder de maximale eiswaarden en voldoen hierbij ruimschoots aan de eis. Deze eis geldt echter niet voor De Heuvel maar enkel voor de waterkering, en kan dus enkel als indicatie gebruikt worden. De gemeten vervormingen van de perkoenpalen voor de westkade is gelijk aan 35 mm, en voor de zuidkade is dit 23 mm. Qua bodemopbouw is het dwarsprofiel ter hoogte van De Heuvel vergelijkbaar met de bodemopbouw van de zuidkade, en daarom kan eenzelfde orde-grootte van horizontale vervorming hier in de binnenteen verwacht worden. Hierbij is het belangrijk om te beseffen dat het hier om de binnenteen gaat. De kadastrale grens met De Heuvel kan hier tot 1,3 m van af liggen. Bovendien ontbreekt ter plaatse van De Heuvel de binnenteensloot, waardoor de te verwachten verplaatsingen nog kleiner zullen zijn. Aangezien de vervormingen afnemen naarmate de afstand tot de werkzaamheden groter wordt, kan er verwacht worden dat de horizontale vervormingen op De Heuvel maximaal 23 mm betreft.

Als er gekeken wordt naar de hellingsmeetbuizen uit de proefvakken kan er geconcludeerd worden dat de maximale horizontale vervorming in de orde grootte van 10 mm is.

Algemene vergelijking ophoging proefvakken – De Heuvel

De dijkversterking bij de proefvakken ziet er anders uit dan ter hoogte van De Heuvel, bij de proefvakken wordt namelijk meer zand opgehoogd vergeleken met De Heuvel. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 5, met de zandophoging in een geelachtige kleur (bovenste figuur is DWP-proefvak zuidkade; onderste figuur is DWP-De Heuvel). Een grotere ophoging leidt tot grotere vervormingen, wat ertoe leidt dat de vervormingen in de proefvakken groter zullen zijn dan de te verwachten vervormingen bij De Heuvel. Als de resultaten van de proefvakken daarom in ogenschouw worden genomen en worden vergeleken met de werkzaamheden bij de Heuvel, kan er gesteld worden dat er geen grote vervormingen bij de Heuvel optreden.

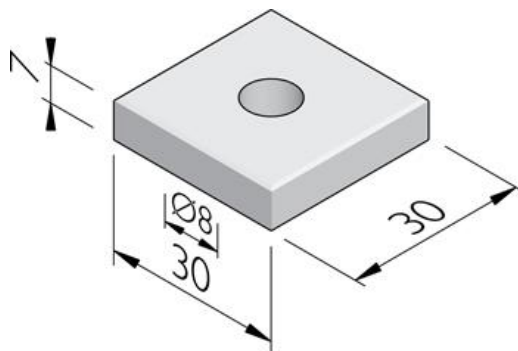


Figuur 5. Dwarsprofielen van proefvak zuidkade (boven) en De Heuvel (onder)

Monitoring de Heuvel

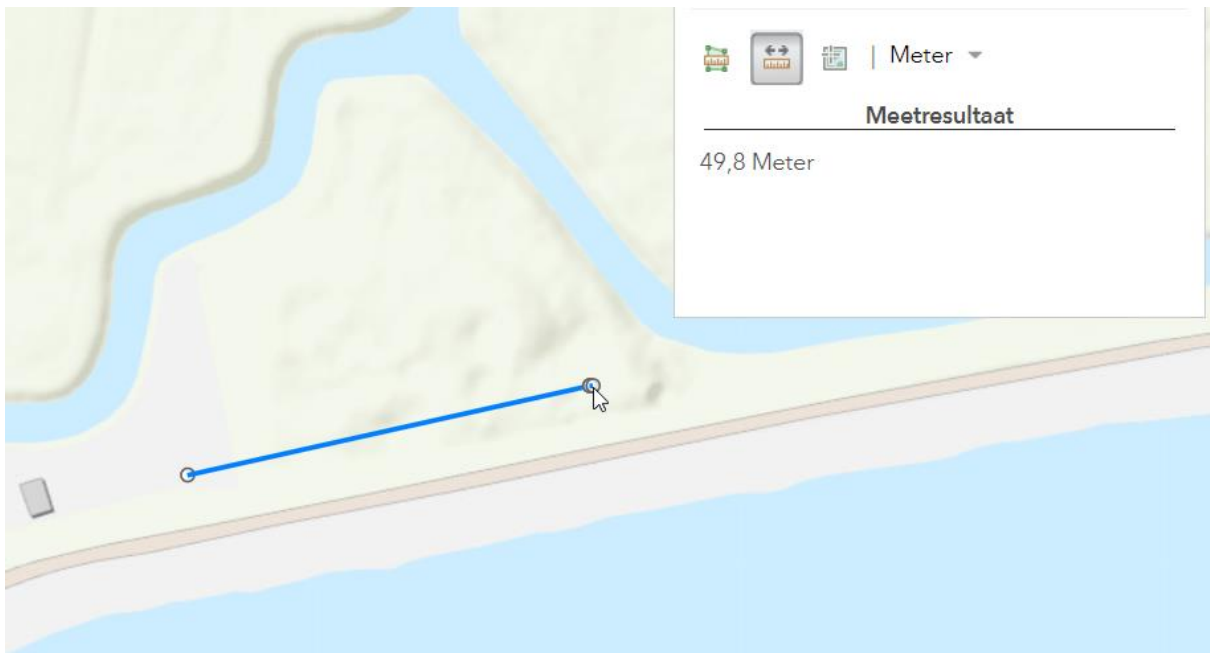
Om de monumentale Heuvel te monitoren op vervormingen kan er gekozen worden om extra perkoenpalen te installeren in de Heuvel. Nadeel hiervan is dat de perkoenpalen in het monument geslagen moeten worden waardoor de ondergrond wordt verstoord. Het is voorsnog onduidelijk of deze oplossing gewenst is, en daarom is er ook gekeken naar andere oplossingen om de ondergrond onaangetaast te laten. In overleg met het bevoegd gezag kan dit verder worden afgestemd.

Er kan daarom ook gekozen worden voor het plaatsen van tegels op het monument. Deze tegels kunnen op het monument gelegd worden en worden hierdoor dus niet in het monument geplaatst waardoor het monument intact blijft. Een goed voorbeeld is een sparingtegel (Figuur 6; afmetingen zijn indicatief en illustratief). De sparing kan regelmatig ingemeten worden, en door deze inmetingen met elkaar te vergelijken zijn de verschillen in horizontale verplaatsing duidelijk. Door iedere keer in de sparing te meten, wordt elke meting consistent op hetzelfde punt, relatief ten opzichte van de tegel, uitgevoerd waardoor meeton nauwkeurigheden zoveel mogelijk worden vermeden.



Figuur 6. Voorbeeld van een sparingstegel (maten in cm).

De Heuvel heeft een breedte van grofweg ongeveer 50 m (Figuur 7), waardoor er op meerdere locaties in langsrichting van de Heuvel een (sparings)tegel geplaatst kan worden. In dwarsrichting hoeven de tegels niet verder dan 11 m vanaf de kadastrale grens geplaatst te worden door de invloedzone zoals eerder in deze notitie beschreven.



Figuur 7. Afmeting/afstand langsrichting de Heuvel

Overschrijdingswaarden kunnen afgeleid worden door te kijken naar de autonome vervormingen. Er treden altijd autonome vervormingen op: zoals eerder beschreven treedt er autonome bodemdaling op, en verticale vervormingen gaan gepaard met horizontale vervormingen. Bovendien heeft De Heuvel een omvang van grofweg 50 m bij 50 m, en door deze afmetingen zijn kleine vervormingen visueel niet zichtbaar. Gezien de omvang van De Heuvel en de optredende autonome vervormingen wordt een grenswaarde van 10 cm (in de eerste drie jaar van de uitvoeringsduur) voorgesteld in zowel horizontale als verticale richting. Deze grenswaarde wordt voorgesteld aangezien vervormingen kleiner dan 10 cm visueel moeilijk zichtbaar zijn aan De Heuvel. Een overschrijding van deze grenswaarde zou vervolgens kunnen leiden tot het veranderen van uitvoeringsmethode (zie hierna) ter plaatse van de Heuvel. In overleg met het bevoegd gezag kunnen de grens- en signaleringswaardes verder worden vastgesteld.

Beheersen tijdens uitvoering

Afzetting gebiedsgrenzen

Tijdens de realisatie worden de werkgrenzen nabij het archeologisch monument afgezet door middel van hekwerk, voorzien van waarschuwingsborden. Door het toepassen van deze maatregel wordt er voorkomen dat er machinebewegingen op of nabij het monument plaatsvinden.

Monitoring

Zoals hierboven omschreven wordt het monument geotechnisch gemonitord. Wanneer er tijdens de werkzaamheden de vooraf vastgestelde waardes worden overschreden wordt het werk stilgelegd en worden passende maatregelen getroffen zoals het hanteren van een andere uitvoeringsmethode.

Werkinstructie door Archeoloog

Voorafgaand aan de werkzaamheden worden de medewerkers van Combinatie Hof op Marken geïnstrueerd over het werken nabij de Heuvel. Deze werkinstructie wordt gedaan door Archeologisch Adviesbureau Raap BV.



Combinatie Hof op Marken V.O.F.

Dijkversterking.Marken.HvM@deme-group.com

Toetsenbordweg 11

1033 MZ Amsterdam