Beheerst verwijderen buispalen in dijkzone HDSR



RWS Contract Nummer	31087901
Titel	Beheerst verwijderen buispalen in dijkzone HDSR
Document-ID	DGW-007599
Revisie	1.0
Datum	1-10-2026
Status	Definitief
Object (KW nr-KW naam)	NVT
WBS	WP-5-5.4 TM Ontwerp UO
Fase	UO Uitvoeringsontwerp

	Functienaam	**Naam**	**Handtekening**	**Datum**
Opgesteld	**Geotechnisch adviseur**	[redacted]		01-10-2026
Gecontroleerd	**Ontwerpmanager Hagesteinsebrug**			01-10-2026
Vrijgegeven	**Integraal ontwerpmanager DGW**			01-10-2026

Versie	Datum	Omschrijving
0.1	07-09-2026	Concept ter beoordeling HDSR
1.0	01-10-2026	Reviewopmerking HDSR verwerkt

Inhoud

1 Inleiding 4
1.1 Doel 4
1.2 Bijbehorende documenten 4
2 Beschouwing installatie en verwijderen buispalen bouwkeet noord 4
1. Inleiding ....**Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**
2. Relevante documenten ....**Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**
3. Uitgangspunten 5
4. Beschouwing installatie en trekken buispalen 6
5. Conclusie 7

1 Inleiding

1.1 Doel

Deze memo heeft tot doel de eenduidige veilige werkwijze te beschrijven welke DGW aanhoudt voor het verwijderen van open buispalen in de dijkzone van waterschap HDSR. De werkwijze toont aan dat het risico op piping door het verwijderen van de elementen in de ondergrond niet toeneemt en dat er sprake is van een zorgvuldige uitvoeringswijze waarbij het areaal van HDSR niet nadelig wordt beïnvloed.

1.2 Bijbehorende documenten

Doc-ID	Titel	Omschrijving
DGW-002380	K-04 Rapportage Geotechniek Aanbruggen Pijler P7 HGB DO	versie 1.0, d.d. 20-02-2026
DGW-003054	K-04 Waterveiligheid tijdelijk noord binnen TB HGB DO	versie 3.0, d.d. 04-02-2026
DGW-004240	K-04 Waterveiligheid tijdelijk noord buiten TB HGB DO	versie 3.0, d.d. 21-04-2026
DGW-005616	K-04 Berekening Fundering Bouwkeet Noord HGB UO	versie 1.0, d.d. 22-05-2026
DGW-005617	K-04 Fundering Bouwkeet Noord HGB UO hulpwerk - tekening	versie 1.0, d.d. 04-06-2026

2 Beschouwing installatie en verwijderen buispalen bouwkeet noord

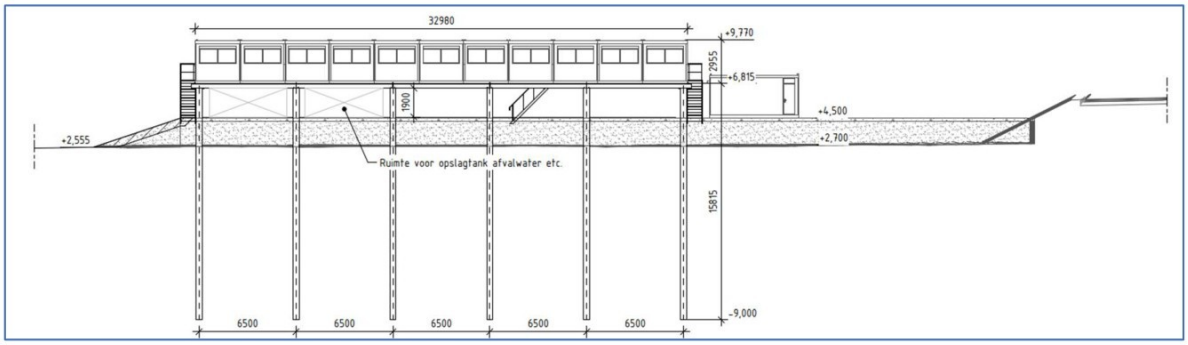
Bouwcombinatie De Groene Waarden is voornemens een bouwkeet te plaatsen aan de noordzijde van de Hagesteinsebrug. De keet wordt op palen gefundeerd en is gepositioneerd in de beschermingszone (buitenzijde), nét buiten de kernzone van de primaire waterkering van HDSR. In deze memo is een beschouwing gemaakt van de mogelijke effecten op de waterkering bij het installeren en verwijderen van de palen.



Figuur 1 - Primaire waterkering HDSR

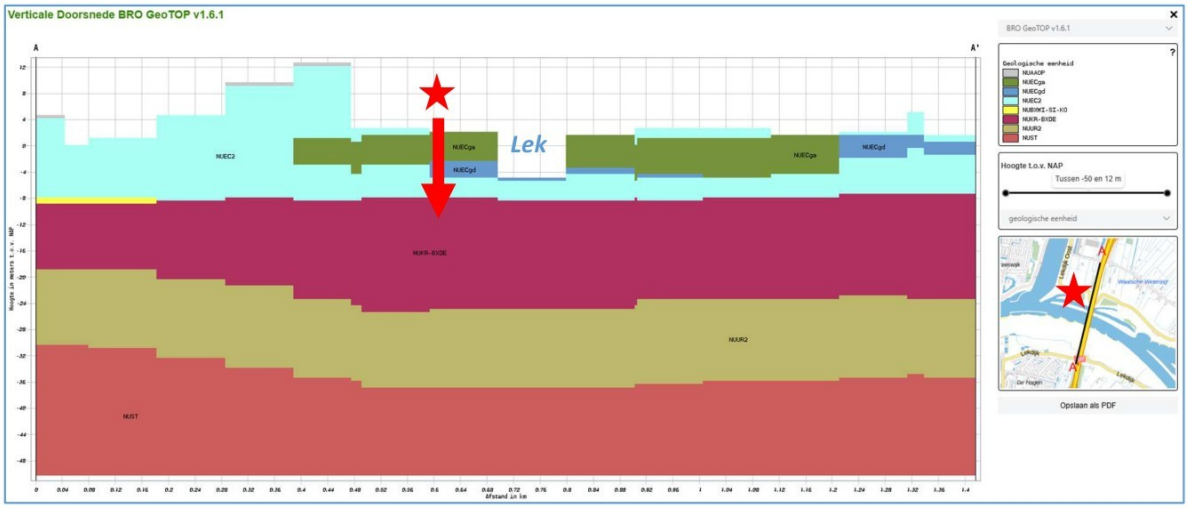
2.1 Uitgangspunten

De keet aan de noordzijde bestaat uit 2 delen, één gedeelte met schaftketen welke verwijderd worden bij hoogwater, en één gedeelte voor uitvoerders/werkvoorbereiders, op palen gefundeerd (bestand tegen hoogwater).
De paalfundering bestaat uit 12 stuks open stalen buispalen (Ø406 mm) met een paalpuntniveau van NAP-9,0 m. De palen worden trillend aangebracht. Het maaiveld ter plaatse van de bouwkeet was oorspronkelijk NAP+2,7 m maar wordt/is voor de bouwkeet opgehoogd naar NAP+4,5 m.



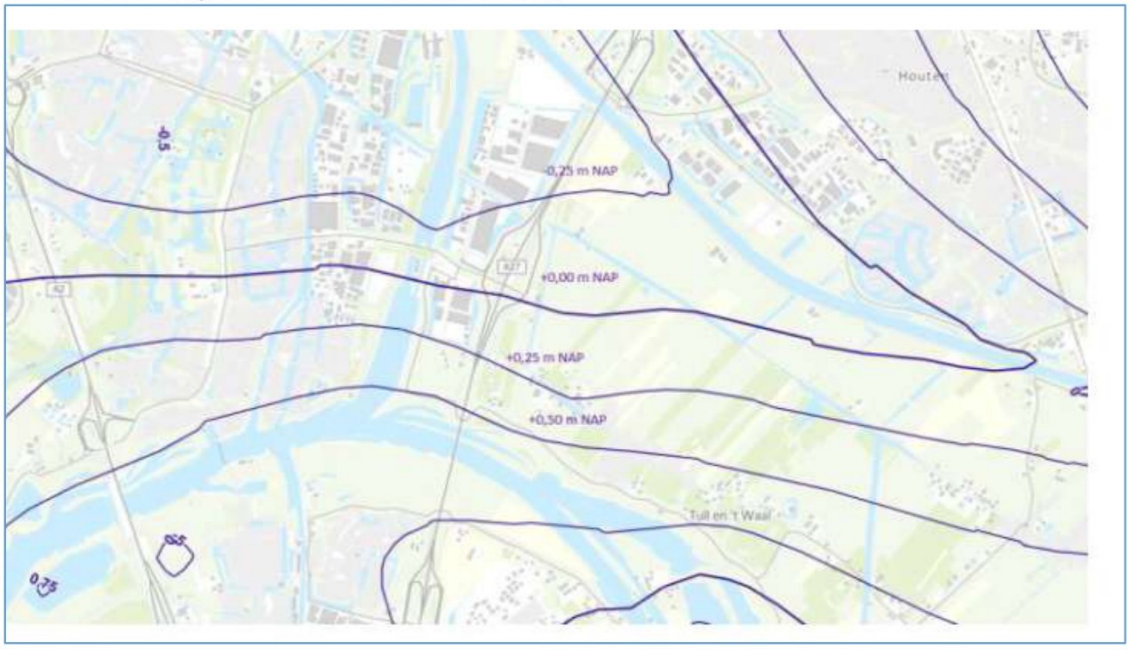
Figuur 2 - Doorsnede locatie (onderheide deel) bouwkeet

In de omgeving zijn er een drietal sonderingen beschikbaar, te weten CPT_003_AB, CPT_005_AB en CPT_010_AB. Deze sonderingen geven een uniform beeld van de bodemopbouw, waarbij er een cohesief lagenpakket ((organische) klei) is tot ca. NAP -7,50 m, waarna de draagkrachtige zandlaag begint vanaf NAP -7,50 m.
Uit de regionale ondergrondmodellen uit DINO-/BRO-loket blijkt dat de cohesieve lagen horen bij de Formatie van Echteld (lichtblauw en groen op onderstaande doorsnede). De draagkrachtige zandlaag behoort tot de Formatie van Kreftenheye / Boxtel (magenta op onderstaande doorsnede).
In de doorsnede lijkt het alsof de rivier de Lek in het cohesieve pakket insnijdt, maar niet tot in de zandlaag rijkt. In de praktijk is er wel degelijk een correlatie tussen de waterstand in de rivier en de stijghoogte in het 1e watervoerend pakket (dus wel contact vanuit rivier met de zandlaag).



Figuur 3 - Doorsnede ondergrondmodel

De gemiddelde stijghoogte in het 1e watervoerende pakket is circa NAP+0,5 m, zie onderstaand figuur. De freatische grondwaterstand is hier nagenoeg gelijk aan (NAP+0,5 à +1,0 m). Voor het project wordt gerekend met een maximaal hoogwater van NAP+4,0 m (calamiteit).



Figuur 4 - Isohypsen 1e WVP

2.2 Beschouwing installatie en trekken buispalen

De buispalen worden trillend geïnstalleerd. Hierbij kan plugvorming optreden van de grond in de paal, waardoor het draagvermogen van de paal toeneemt. Na afloop zullen de palen worden getrokken.

De belangrijkste (generieke) risico's van dit paaltype zijn:

1. Trillingshinder/-schade in omgeving
2. Maaiveldzakking t.g.v. verdichting
3. Het niet op diepte komen van de paal door obstakels / harde zandlagen
4. Onvoldoende draagkracht doordat plugvorming niet optreedt of zandlaag dieper zit dan gedacht
5. Buispaal komt niet los bij trekken
6. Buispaal neemt grondplug mee naar boven bij trekken
7. Lekweg door trekken van buispaal.

Per punt is hieronder beschouwd of het risico in dit specifieke relevant is en wat eventuele beheersmaatregelen zijn.

1. Trillinghinder/-schade: de locatie van de bouwkeet ligt op ruime afstand (>50 m) van enige bebouwing danwel de aardebaan A27 / Hagesteinsebrug. Op deze afstand wordt geen trillinghinder danwel -schade voorspeld.
2. Maaiveldzakking: het intrillen van de buispalen kan zeer lokaal tot verdichting van het werkterrein van de bouwkeet leiden. Indien dit optreedt, kan het grondwerk eenvoudig worden geëgaliseerd / hersteld. Er zijn geen objecten in de nabijheid die hierdoor schade kunnen ondervinden.

3. Niet op diepte komen: op deze locatie in de uiterwaarde worden geen obstakels verwacht. Daarnaast worden de palen slechts 1,5 m in de draagkrachtige zandlaag geïnstalleerd. De conusweerstand bovenin het zandpakket is 10-25 MPa, derhalve worden geen problemen verwacht met het op diepte komen van de paal. Mocht de paal niet op diepte komen kan de draagkracht worden beproefd maar dit is niet aannemelijk. Het paaloverschot kan op hoogte worden afgebrand.
4. Onvoldoende draagkracht: het draagvermogen is berekend met een ruime unity check (0,69); er is dus voldoende reserve wanneer de paal niet volledig op diepte komt.
5. Buispaal komt niet los bij trekken: de paal kan door het intrillen vast geklemd zitten in de zandlaag en kan er een soort vacuüm ontstaan onder de grondplug. Bij statisch trekken komt er mogelijk te weinig energie bij de paalpunt. Door eerst de paal kort los te “heien” én hoogfrequent te trillen ontstaat er een kortdurende wateroverspanning waarbij de punt los komt in de zandlaag.
6. Buispaal neem grondplug mee naar boven. Zie ook beheersmaatregelen bij punt 5. De grondplug zal naar beneden worden gedrukt tijdens het trekken door de buispaal vol te zetten met water of betonietslurry. Hierdoor ontstaat er een extra tegendruk.
7. Lekweg door trekken buispaal: door het trekken van de buispaal ontstaat er mogelijk een holle ruimte in de ondergrond. Grondwater kan hierbij de weg van de minste weerstand (naar maaiveld) zoeken als er een stijghoogte is tot boven maaiveld. De gemiddelde stijghoogte is aanzienlijk lager dan het maaiveld (zie paragraaf 3). Daarnaast kan bovengenoemde methode (hydrostatische tegendruk met water/slurry) de holle ruimte gelijk vullen bij het trekken van de buis. Bovendien wordt door het hoogfrequent trillen de grond tijdelijk verweekt en stroomt de holte direct dicht, waardoor de kans op een watervoerend kanaal wordt geneutraliseerd.
   Indien er onverhoopt toch enige lekweg ontstaat ter plaatse van de bouwkeet, zal dit de primaire waterkering niet negatief beïnvloeden omdat het eventuele lek aan de buitendijkse zijde van de waterkering zich bevindt en er geen afsluitende lagen worden doorstoken. Hierdoor kan geen piping ontstaan waarbij grondwater onder de dijk door kan stromen. De kans dat de holle ruimte een nieuw intredepunt voor een lekweg introduceert wordt als onrealistisch gezien.
   Eventueel kan ook gebruik worden gemaakt van cement-bentoniet welke na verwijderen de ontstane openingen in de ondergrond afdicht met een harde vulling.

2.3 Conclusie

Het installeren en verwijderen van de open stalen buispalen ten behoeve van de bouwkeet kent enkele risico’s. De risico’s treden primair op bij het trekken van de palen. Op basis van het maaiveldniveau en de grondwaterstand wordt de kans op kwel als zeer klein ingeschat. Het los krijgen van de buispaal, het voorkomen van het meenemen van de grondplug en het voorkomen van een lekweg kan worden beheerst door het hoogfrequent los trillen van de paal, al dan niet met het gebruik van een hydrostatische vloeistof (water / betonietslurry) in de paal.
DGW adviseert om de beheersmaatregel van de hydrostatische vloeistof voorwaardelijk te maken in het werkplan voor het trekken en zal zodanig op te nemen in de toestemming voor het plaatsen van de fundering. Met de betonietslurry worden alle risico’s gemitigeerd.