

## INTERNE MEMO

Aan : [redacted] Document nr. : **n.t.b.**  
C.C. : [redacted] Datum : 26-12-2022  
Van : [redacted] 5.1.2.e Pagina : 4 (incl. deze pagina)

**Project** : **Herstel Pr. Margrietkanaaltunnel (aquaduct A7), Uitwellingerga**

**Betreft** : **Verkenning situatie**

Spoed  Ter informatie  Uw commentaar aub  Volgens afspraak

### *Inleiding*

Op 13 december jl. is er een eerste indicatie waargenomen dat de constructieve veiligheid van de onderdoorgang kritisch was. Op 14 december is vervolgens gedeeltelijk opdrijven van moot 25 vastgesteld, die snel is gestabiliseerd middels ballasten d.m.v. 1750 met zand gevulde bigbags. Op 17 december is dit aangevuld tot totaal 2500 bigbags.

Het probleem lijkt overeenkomstig het incident bij de Vlaketunnel in 2010. Ook hier is opdrijven van een moot opgetreden en bestond de fundering uit vibropalen met als trekelement een nagespannen Dywidagstaaf. De staalkwaliteit van de staven betrof daar St 1080/1230. Zeer hoogwaardig staal en daarmee gevoelig voor corrosie in het algemeen en spanningscorrosie in het bijzonder.

Eenzelfde type fundering is toegepast bij de aanleg van het aquaduct bij Uitwellingerga.

### *Constructie*

De Pr. Magriettunnel dateert van de midden jaren '70. Moot 25 maakt deel uit van het open gedeelte aan de NW-zijde met als diepste punt bovenzijde vloer op 9,67 m +/- NAP. Het is niet de diepst gelegen moot. Moot 24 sluit aan op de waterkelder, die aansluit op het gesloten gedeelte.

De fundering van de tunnel bestaat van het grootste deel van de moten uit (vibro-)palen Ø450 mm met als trekelement een centraal geplaatste Dywidagstaaf Ø 32 of 36 mm. Voor de diepere moten zoals moot 25 waren dit staven Ø 36 mm. De staalkwaliteit ontbreekt op de tekeningen, maar het betreft in ieder geval staal met een hoge treksterkte zonder vloei-traject.

Om een stijve verbinding te creëren zijn de palen na het maken van de vloer nagespannen. Dit was mogelijk gemaakt door de staven onder in de paal over 0,5 m met een klokverankering in te storten. Over de lengte hierboven is gezorgd dat er geen aanhechting tussen staaf en beton kon plaatsvinden. Goede detaillering ontbreekt op de verstrekte tekeningen. Bij de Vlaketunnel is de 'vrije staaf lengte' zeker gesteld door een omwikkeling met Densoband. Het vet in de Densoband zorgt dat de staaf niet hecht aan het beton en zou zonder scheuren of kiervorming voldoende moeten meerekken tijdens het spannen van de staven.

Zoals hierboven gemeld zijn Dywidagstaven van hoogwaardig staal en daarmee corrosiegevoelig. Conform de huidige normen mag dit alleen worden toegepast middels een dubbele corrosiebescherming. Corrosie werend vet zoals in Densoband wordt niet beschouwd als een corrosiebescherming voor een langdurige bescherming.

Het wegniveau aan de uiteinden van de tunnel bevindt zich op ca. 0,50 m + NAP en het diepste punt van de open bak aan de NW-zijde op 10,94 – NAP. Aan de ZO-zijde is dit 12,20 m – NAP.

Voor een groot gedeelte van de tunnel geldt dat tot ca. -2,5 m een veenlaag aanwezig is met hieronder tot -8,5 m een zandlaag, tot -13,0 een grindhoudend kleipakket en dan weer een zandpakket tot zeker 30 m – NAP. Stijphoogtes in de zandpakketten kon ik (nog) niet vinden.

### *Programma van Eisen*

Hoewel er door RWS eerst nog onderzoek wordt gedaan zijn er om de constructie te repareren waarschijnlijk nieuwe palen nodig. In eerste instantie voor moot 25, maar waarschijnlijk voor een groot deel van de tunnel.

#### Bemaling

Belangrijk is of er een eis komt t.a.v. spanningsbemaling. Voor herstel van moot 25 is wellicht een noodvergunning mogelijk, maar voor de andere moten zal een bemalingsvergunning waarschijnlijk gelden. Een herstelwijze waar geen bemaling nodig is heeft dus de voorkeur en wordt waarschijnlijk een eis, maar voor moot 22 en 23 (waterkelder) moet misschien een uitzondering worden gemaakt.

#### Ballast

Herstel van moot 25 moet plaatsvinden met de ballast hierop. Er kan waarschijnlijk wel ruimte worden vrijgemaakt (de huidige palen is een rij langs de wanden en 4 rijen nabij de middenas) door de positie van de bigbags aan te passen. Beschikbare ruimte kan dus beperkt zijn of moet worden opgelost door de logistieke volgorde van aanbrengen en verbinden.

#### Verkeer

Als de fundering van overige moten moet worden vervangen, zal dit waarschijnlijk moeten worden uitgevoerd met tijdelijke afsluiting van rijstroken. Bijvoorbeeld door een rijbaan geschikt te maken voor verkeer in beide richtingen over enkelstrook en uitvoering werkzaamheden op de andere rijbaan.

### *Plan van Aanpak*

VSF heeft samen met KWS in 2010 een aanbieding gemaakt voor herstel van de Vlaketunnel. Hiervoor is toen een concept werkmethode en een voorlopig ontwerp gemaakt. Hierbij zijn meerdere mogelijke oplossingen beoordeeld en vergeleken. De oplossingen zijn beoordeeld op basis van paaltype, betrouwbaarheid, inbrengmethode, uitvoeringsmethode, risico's en kosten.

#### Type paal

Het meest logische is te kiezen voor een ankerpaal van het type Gewi. Dit zijn palen met een relatief kleine diameter, maar toch een groot trekvermogen. Het staal zelf is onderzocht en beoordeeld als niet corrosiegevoelig, maar kan relatief eenvoudig worden uitgevoerd met een dubbele corrosiebescherming, bestaande uit een kunststof geribbelde buis, waarbij de ruimte tussen staaf en buis wordt gevuld met cementgrout. Zonder corrosiebescherming kan de levensduur worden berekend middels corrosietabellen (prNEN 6766), met dubbele corrosie bescherming wordt een 100 jarige ontwerplevensduur zeker gesteld. Zelfborende ankerpalen kunnen worden toegepast, maar alleen niet met dubbele corrosiebescherming. Tevens kunnen deze type palen een relatief grote boorpunt vergen, wat minder geschikt is voor het doorboren van een bestaande vloerconstructie. Ook de mogelijk zeer hoge conuswaarde in de top van de 2<sup>e</sup> zandlaag, kan bij dit type paal voor problemen zorgen.



### Boormethode

De keuze voor Gewi-palen ligt dus het meest voor de hand.

Voor het aanbrengen van GEWI-palen zijn verschillende technieken voorhanden. Trillen (al dan niet hoogfrequent), buitenom spoelen, verbuisd boren, etc. De meest risico-arme methode en tevens de hoogste wrijvingscoëfficiënt met de grond: het dubbel verbuisd boren.

Toepassing van getrilde technieken kan invloed uitoefenen op de bestaande grond en kan de huidige kleefcapaciteit van de grond op de bestaande palen negatief beïnvloeden. Enkel verbuisd boren is ook een mogelijkheid, maar o.i. hier minder geschikt. Dit i.v.m. het iets mindere trekvermogen per m' en de retourspoeling die minder makkelijk op gecontroleerde wijze kan worden opgevangen.

De methode van dubbel verbuisd boren heeft geen tot nauwelijks invloed op de omliggende grond. Het is de meest bewezen techniek waarbij de ondergrond het minst geroerd wordt. De boorspoeling die uit de grond komt kan bij de boormotoren afgepompt. Deze methode is door VSF doorontwikkeld zodat het volledig kan worden opgevangen, maximaal worden ontzand en het spoelwater hergebruikt.

### Aanbrengmethode

Voor het aanbrengen van de ankers zijn er meerdere mogelijkheden, zowel vanaf de tunnelvloer als vanaf bovenzijde wand.

#### **1. Methode “vanaf de tunnelvloer” met toepassing van spanningsbemaling.**

Het maken van ankers zonder tegendruk vanaf de tunnelvloer, is de meest betrouwbare en beproefde oplossing. De ballast kan dan worden verwijderd en de flexibiliteit van het systeem is maximaal. Alleen de wegefasering en het bemalingsniveau bepalend zijn voor de volgorde van werken. Bij bemaling stroomt er geen lekwater door het boorgat, waardoor de afwerking van de betonvloer optimaal en volledig gecontroleerd kan worden uitgevoerd. De overlast en risico's voor het wegverkeer zijn minimaal. De uitvoeringskosten en -tijd zullen zo ook lager zijn dan van andere methoden.

Het is echter de vraag of bemaling vergunning technisch mogelijk is. Mocht dit een beperking vormen dan kan worden gedacht aan de volgende methoden waar VSF ook ervaring mee heeft.

#### **2. Methode “van bovenaf” zonder bemaling**

Bij de methode “van bovenaf” wordt een traverse toegepast die met behulp van railbalken over de bestaande wanden rijdt. Daar waar geen ballast aanwezig is of kan worden verplaatst, wordt de vloer geprepareerd. Kernboring tot de onderste wapeningslaag en het voorbereiden van de verankeringskop. Hierop worden stijgbuizen geplaatst, waar doorheen geboord kan worden en de ankerpaal worden gemaakt. De grondwaterstand hoeft zo niet verlaagd te worden. Na het gereedkomen van het anker en het uitharden van de cement kan de stijgbuis verwijderd worden. Het is mogelijk de Gewi-staven zodanig te assembleren dat de palen getest kunnen worden of worden afgespannen tegen de vloer. Bijvoorbeeld door middel van wurgmanschetten of na-injectie is een waterdichte aansluiting zeker te stellen.

Gezien de grote hoeveelheid palen die waarschijnlijk vervangen moeten worden, een goed logistiek plan noodzakelijk t.a.v. verplaatsen van ballast, prepareren van de vloer, aantal stijgbuizen, etc. Indien er tijdens uitvoering aanpassingen gewenst zijn, worden deze beperkt.

Randvoorwaarde is dat de wanden in staat zijn de bovenbelasting van de traverse met anker machines en hulpkranen te dragen. Opleggen van de traverse op een railbaan achter de wand levert naar verwachting een te hoge belasting van de wand op.

#### **3. Methode “vanaf de tunnelvloer” zonder bemaling**

Het is mogelijk om zonder bemaling door de vloer palen te maken. Ook hier kan eerst de voorbereiding van de ankerkop c.q. de inkassing hiervoor worden vrij geboord, bij voorkeur net boven de 1<sup>e</sup> wapeningslaag. Ook kan een kernboring tot de onderste wapeningskorf worden gemaakt, evt. door een kleine sluisconstructie die via een flens op de vloer wordt gemonteerd. Dezelfde sluisconstructie kan worden gebruikt om hier doorheen de boring voor de ankerpalen uit te voeren. Na verharding van het grout rondom de geassembleerde staaf, kan de sluisconstructie worden verwijderd en de ankerpaal worden getest of afgespannen dan wel direct worden afgewerkt.

Voor het boorsysteem zijn op grote funderingsmachines met een aangepast boorsysteem, zodat de boorbuis in één lengte kan worden ingeboord of middels speciale boorbuizen waarmee het systeem kan worden afgedicht om zo- of af te kunnen koppelen. Dit zijn beproefde systemen. Het laatst genoemde systeem wordt bijvoorbeeld toegepast om bij boortunnels vrieslansen te plaatsen om zo dwarsverbindingen tussen 2 buizen te kunnen bouwen.

### *Vragen*

- Is er al een voorlopig Programma van Eisen bekend;
- Is er al een ontwerpteam bezig waarop wij kunnen of moeten aansluiten of wordt dit een D&C opdracht evt. in 2 fasen?
- Kunnen de inventarisaties RWS n.a.v. incident Vlaketunnel 2010, in het algemeen en die voor deze tunnelconstructie in het bijzonder ter beschikking worden gesteld;
- Kan van de uitgevoerde oplossing herstel fundering Vlaketunnel de relevante documenten worden vrijgegeven zoals werkmethode ontwerpberekeningen, evaluatierapport;
- Zijn de stijghoogten grondwater in de 2 zandlagen bekend (gemiddelde, hoogste / laagste 10 jaars waarden);
- Zijn de wapeningstekeningen van de vloerconstructie nog beschikbaar?