

---

---

**NOTITIE**

---

---

**AAN** : Stuurlijn Project Ring Utrecht Zuid  
**VAN** : Han Vrijling, Maarten van de Voort, Orson Tieleman (Horvat & Partners)  
**ONDERWERP** : Advies over voortzetten project Ring Utrecht vanuit technisch perspectief  
**DATUM** : 25 september 2019  
**STATUS** : Definitief

---

## 1) Inleiding

Ring Utrecht is de draaischijf in het Nederlandse hoofdwegennet. Door de samenkomst van grote hoeveelheden doorgaand en regionaal verkeer staan er bijna dagelijks files op de Ring, die steeds hoger in de filetop-50 van Rijkswaterstaat (RWS) voorkomen. De Ring Utrecht is een complex systeem met drie grote knooppunten, met een groot aantal op- en afritten en weefvakken waar verschillende verkeersstromen elkaar kruisen. Ter hoogte van weefvakken ontstaat sneller file dan op wegen waar verkeersstromen elkaar niet kruisen. Het grootste knelpunt op de Ring Utrecht is het deel van de A27 tussen de knooppunten Lunetten en Rijnsweerd. Hier speelt het probleem dat in beide rijrichtingen zware verkeersstromen elkaar kruisen. Het project A27/A12 Ring Utrecht beoogt deze problemen duurzaam op te lossen en heeft twee doelen:

- de doorstroming op de Ring Utrecht op een verkeersveilige manier laten voldoen aan de streefwaarden uit de Nota Mobiliteit; en
- de kwaliteit van de totale leefomgeving gelijkwaardig houden en waar mogelijk verbeteren.

De Raad van State heeft op 17 juli 2019 geoordeeld dat het Tracébesluit Ring Utrecht niet in stand kan blijven en als gevolg daarvan is het project stilgelegd. Dit is het directe gevolg van de uitspraak van de Raad van State van 29 mei 2019 over het Programma Aanpak Stikstof (PAS). In deze uitspraak is aangegeven dat het programma niet meer gebruikt kan worden als basis om toestemming te geven voor activiteiten die stikstof uitstoten en effect hebben op instandhoudingsdoelstellingen van beschermde Natura 2000-gebieden. Het Tracébesluit Ring Utrecht was afgegeven op basis van dit programma.

Het besluit hoe nu verder te gaan met het project zal door de minister worden genomen. De keuze ligt daarbij voor om: i) enkel de procedure voor het tracébesluit of ii) ook het ontwerp-tracébesluit of iii) ook de verkenningsfase opnieuw te doorlopen. De twee laatstgenoemde mogelijkheden leiden tot een grotere vertraging van het project, maar bieden meer vrijheden voor het heroverwegen van alternatieve oplossingen op basis van de kennis van nu. De projectorganisatie Ring Utrecht stelt een advies op voor de minister met betrekking tot deze keuze. Aan dit advies liggen meerdere bouwstenen/invallshoeken ten grondslag. De projectorganisatie heeft Horvat & Partners gevraagd om een advies te geven over het voortzetten van het project A27/A12 Ring Utrecht vanuit de technische invalshoek.

Van oktober 2016 tot augustus 2019 heeft Horvat & Partners op verschillende momenten in de planuitwerking het technisch risicoprofiel van het project A27/A12 Ring Utrecht beoordeeld. Hierbij hebben wij risico's van de beschouwde uitvoeringsvarianten getoetst en advies gegeven over een effectieve beheersing hiervan. Aan de hand hiervan heeft de projectorganisatie maatregelen genomen en verder onderzoek gedaan met als doel een technisch maakbare uitvoeringsvariant met beheersbaar risicoprofiel te verkrijgen.

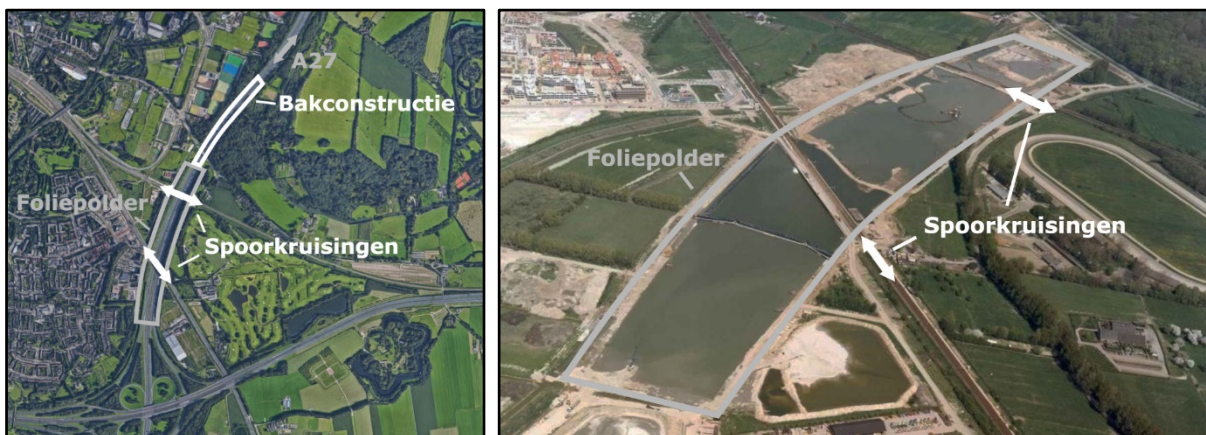
Deze memo beschrijft ons huidige beeld op basis van de uitgevoerde toetsen en op basis daarvan ons advies over het voortzetten van het project vanuit een technische invalshoek. De memo is als volgt opgebouwd. Paragraaf 2 gaat in op het risicoprofiel van de vijf uitvoeringsvarianten die in de planuitwerkingsfase voor het project Ring Utrecht zijn onderzocht. Op basis hiervan blijft één kansrijke variant over. In Paragraaf 3 gaan we nader in op de maakbaarheid en het risicoprofiel van

deze (referentie)variant: bemaling met schermwanden. Een specifiek risico voor deze variant heeft te maken met de ondergrond en vraagt wat meer duiding. Om die reden gaan we in Paragraaf 4 specifiek in op dit risico voor de referentievariant. Ten slotte bevat Paragraaf 5 ons advies naar aanleiding van de analyses over het voorzetten van project Ring Utrecht.

## 2) Technisch risicoprofiel vijf beschouwde uitvoeringsvarianten in de planuitwerkingsfase

In juni 2014 heeft de minister de voorkeursvariant voor de Ring Utrecht vastgesteld. Maatregelen die in deze voorkeursvariant zijn opgenomen, waren: 1) ontweven verkeersstromen tussen Lunetten en Rijnsweerd, 2) verbreding van maximaal 15 meter aan weerszijden van de bak bij Amelisweerd, 3) op deze bak komt een overkapping van maximaal 249 meter lang, 4) extra rijstroken op de parallel rijbanen van de A12 en 5) opwaardering van de Noordelijke Randweg Utrecht. Horvat & Partners heeft het technisch risicoprofiel van de voorkeursvariant in deze fase niet beoordeeld.

In de planuitwerkingsfase is de voorkeursvariant verder uitgewerkt. Daarbij is onder andere gekozen voor het uitbreiden van het aantal rijstroken per rijbaan, scheiden van rijbanen, aanpassen van aansluitingen en het vernieuwen van knooppunt Rijnsweerd. Daarnaast is in deze fase de keuze gemaakt en vastgelegd in het ontwerptracébesluit (OTB) om de A27 tussen knooppunt Lunetten en Rijnsweerd te verbreden naar zeven rijstroken in beide richtingen. De A27 ligt over dit tracédeel grotendeels verdiept in een betonnen bak en foliepolder<sup>1</sup> en kruist twee spoorviaducten. Figuur 1 toont een overzicht van dit tracédeel. De verbreding wordt gerealiseerd binnen de beperkingen die deze bestaande infrastructuur met zich mee brengt.



Figuur 1: Links: overzicht foliepolder en bakconstructie in de bestaande situatie. Rechts: aanleg van de foliepolder. Te zien is dat deze bestaat uit drie afzonderlijke vakken onderbroken door kuipconstructies ten behoeve van de spoorviaducten.

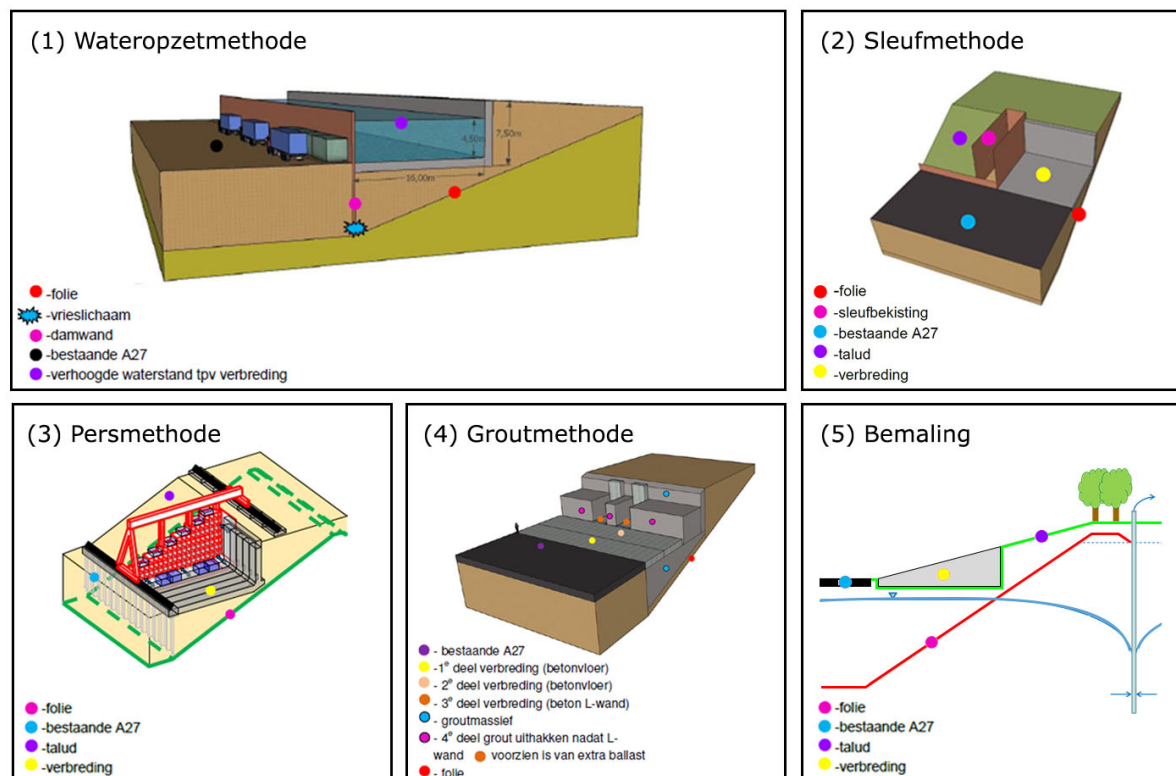
Een belangrijk aspect van de uitwerking in de planuitwerkingsfase is vaststellen of / dat er een maakbare variant is. Dat wil zeggen: een variant die technisch realiseerbaar is binnen een acceptabel risicoprofiel. Het staat een toekomstig opdrachtnemer vrij een andere uitvoeringswijze te kiezen (binnen de eisen die RWS daarbij stelt). Echter, met de uitwerking in de planuitwerkingsfase wil RWS voorkomen dat het een onmogelijke of te risicovolle uitvraag aan de markt doet.

Horvat & Partners heeft in deze fase het risicoprofiel van project Ring Utrecht contracten Gallecopperbrug, Zuid en Noord beoordeeld. De technische maakbaarheid van de verbreding van de

<sup>1</sup> De A27 ligt onder het grondwaterpeil. Om te zorgen dat de weg droog blijft, ligt er (in dit geval 7 m) onder de weg een PVC folie. Het gewicht van de 7 meter grond zorgt dat het folie niet door de grondwaterdruk omhoog gedrukt wordt.

A27 binnen de verdiepte foliepolder bleek daarbij het meest kritiek. Over de folie staat tot 7 m opwaartse grondwaterdruk. Het gewicht van de grond bovenop de folie voorkomt in de huidige situatie dat de folie als gevolg van deze waterdruk opbarst en er een grote hoeveelheid water de A27 op stroomt. Om de wegverbreding te realiseren, is het echter nodig om het grondtalud naast de huidige A27 deels te ontgraven, en zijn er maatregelen nodig om de folie stabiel te houden. Vervolgens wordt een betonnen constructie met voldoende gewicht aangebracht om een stabiele eindsituatie te realiseren.

Om de haalbaarheid van de wegverbreding binnen de verdiepte ligging aan te tonen, heeft Rijkswaterstaat vijf uitvoeringsvarianten hiervoor nader onderzocht: 1) wateropzetmethode, 2) sleufmethode, 3) persmethode, 4) groutmethode en 5) bemaling (zonder beheersmaatregelen / schermwandenkuip).



Figuur 2: De vijf beschouwde uitvoeringsvarianten voor het realiseren van de verbreding van de A27 binnen de foliepolder.

Horvat & Partners heeft deze uitvoeringsvarianten in 2016 beoordeeld. Op basis van de beoordeling en voortschrijdend inzicht in de varianten door verdere uitwerking en onderzoek tussen 2016 en eind 2018, hebben wij geconcludeerd dat vier van de vijf varianten technisch een hoog risicoprofiel kenden of om andere redenen niet geschikt waren als referentievariant. Alleen de variant 'bemaling' achtten wij voldoende kansrijk voor verdere uitwerking en onderzoek. Hieronder geven wij per uitvoeringsvariant een korte beschrijving en vervolgens ons oordeel over de technische haalbaarheid.

#### 1. Wateropzetmethode. Oordeel: hoog risicoprofiel

Bij de wateropzetmethode wordt direct naast de bestaande weg een damwand geplaatst en met behulp van vriestechnieken waterdicht aangesloten op de onderliggende folie. Deze constructie maakt het mogelijk om het talud naast de huidige A27 onder water te zetten als aanvullend gewicht boven de folie. Onder water worden vervolgens de grond afgegraven en de betonnen verbreding gerealiseerd.

Tijdens de uitvoering blijft de A27 in gebruik door verkeer. Falen van de damwand tijdens de uitvoering heeft daarom grote gevolgen voor de veiligheid van het verkeer. In eerste instantie zou dan het water uit de kuip stromen. Omdat het aangebracht gewicht ten behoeve van ontgraving daarmee wegvalt, zou vervolgens de folie opbarsten en de gehele verdiepte ligging met grondwater overstromen.

Falen van de damwand kan meerdere oorzaken hebben. Zo kan de stabiliteit in praktijk tegenvallen vanwege een ongunstigere grondopbouw boven de folie of een aanrijding van de damwand plaatsvinden vanaf de A27. Daarnaast kunnen de vrieslichamen op den duur niet volledig waterdicht blijven of het materieel falen dat de vrieslichamen in stand houdt.

De maatregelen die nodig zijn om de gewenste betrouwbaarheid te behalen met betrekking tot deze faalmechanismen, blijken niet inpasbaar. Ook het verkleinen van de gevolgen door bijvoorbeeld compartimentering van de kuip is volgens ons technisch niet realiseerbaar boven het folie-talud. Wij beoordelen het risicoprofiel van deze uitvoeringsvariant daarom als hoog.

### *2. Sleufmethode. Oordeel: hoog risicoprofiel*

Bij de sleufmethode wordt binnen een smalle sleufbekisting grond verwijderd, waarbij voor de stabiliteit van folie wordt uitgegaan van de driedimensionale spanningsverspreiding of boogwerking in de omringende grond.

Om de betonnen verbreding aan te brengen binnen de sleuf dient deze ten behoeve van de werkbaarheid een minimale breedte te kennen. Uit de risicobeoordeling en aanvullende berekeningen is gebleken dat de verticale stabiliteit bij deze sleufbreedte niet met voldoende zekerheid is geborgd. Bovendien blijkt de beschikbare afstand tussen de folie en de verbreding op een aantal locaties te klein om gebruik te maken van deze methode. Wij beoordelen het risicoprofiel van deze uitvoeringsvariant daarom als hoog.

### *3. Persmethode. Oordeel: niet geschikt als referentievariant*

De persmethode is afgeleid van de bouwmethode van een perstunnel. Daarbij wordt op de voorzijde van een betonnen tunneldeel een zogenaamde 'patatsnijder' gemonteerd waarmee de hele tunnel door de grond wordt gedrukt en waarachter de grond kan worden afgevoerd. Met een vijzelconstructie wordt de installatie stapje voor stapje door het grondlichaam gedrukt.

Deze methode is in praktijk enkel toegepast om kleinere fietstunnels en duikers door bijvoorbeeld spoordijken te realiseren. Voor deze situatie zou een unieke machine ontwikkeld moeten worden. Bij de uitvoering dient vervolgens te worden voorkomen dat er krachten op de folie worden overgedragen. Wanneer de folie scheurt en lek raakt, overstroomt namelijk de verdiepte ligging met grondwater. Het is niet aangetoond dat er een machine kan worden ontwikkeld met voldoende precisie om de verbreding te realiseren zonder dat de folie lek raakt. Wij achten deze methode niet geschikt als referentievariant gezien het hoge risicoprofiel en het feit dat de techniek voor deze toepassing nog onbewezen is.

### *4. Groutmethode. Oordeel: hoog risicoprofiel*

Bij de groutmethode wordt de grond in de taluds naast de huidige A27 gemengd met grout, zodanig dat er iets boven de folie één groot groutmassief ('versteening') ontstaat. Het 'versteende' talud wordt in verschillende kleine delen uitgehakt, waarna er delen van de toekomstige L-wand worden gestort.

Bij de oorspronkelijke aanleg van de verdiepte ligging is de grond eerst weggebaggerd en de folie vervolgens afgezonken. Door de onnauwkeurigheid van het bagger- en afzinkproces kan de folie in werkelijk iets lager of hoger liggen dan destijds beoogd. Bij het inbrengen van het grout dient daarom voldoende afstand tot de folie te worden aangehouden om te voorkomen dat deze beschadigd raakt. Uit de risicoanalyse is gebreken dat deze afstand dusdanig groot dient te zijn, dat niet op alle locaties van het tracé voldoende ruimte boven de folie resteert om grout aan te brengen.

De verticale stabiliteit kan daarmee in deze uitvoeringsvariant niet gegarandeerd worden. Wij beoordelen het risicoprofiel van deze uitvoeringsvariant daarom als hoog.

5. *Bemaling (zonder beheersmaatregelen / schermwandenkuip). Oordeel: voldoende kansrijk voor verdere uitwerking*

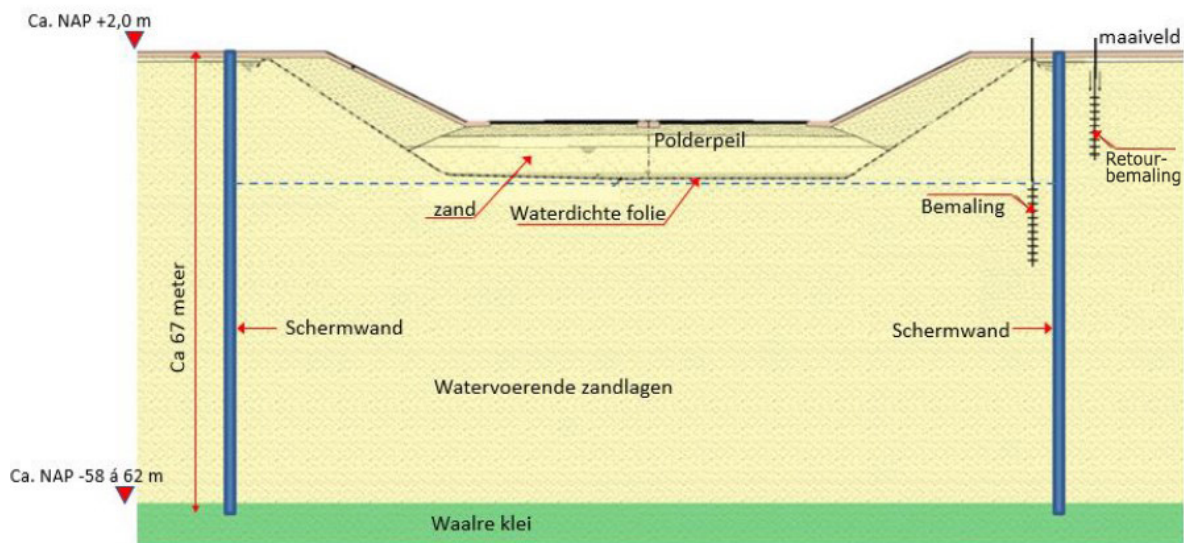
Bij bemaling wordt grondwater rond de foliepolder onttrokken om de grondwaterdruk onder de folie te verlagen. Vervolgens kan de grond boven de folie worden ontgraven zonder dat deze opbarst.

Bemaling is een veel gebruikte en bewezen techniek. Desondanks kent het toepassen van bemaling in dit project twee uitdagingen. Ten eerste dienen de omgevingseffecten van de bemaling te worden beperkt tot toelaatbare waarden. Wanneer de grondwaterstand rond de foliepolder wordt verlaagd, is dat namelijk ook in de omgeving merkbaar. Dit kan leiden tot zettingen van het nabijgelegen spoor en bebouwing, en negatieve ecologische gevolgen hebben voor bos Amelisweerd. Ten tweede dient de bemaling een hoge betrouwbaarheid te kennen. Bij uitval van de bemaling loopt de waterdruk (in de situatie zonder schermwandenkuip) naar verwachting namelijk in ongeveer een kwartier op tot een niveau waarop de folie opbarst, waarna de verdiepte ligging van de A27 overstroomt met grondwater.

### **3) Technisch risicoprofiel referentievariant bemaling met schermwandenkuip**

Naar aanleiding van bovenstaande overwegingen, heeft de projectorganisatie samen met de regio (o.a. Gemeente Utrecht, Provincie Utrecht, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden) ervoor gekozen om de bemalingsvariant verder te onderzoeken en uit te werken. Bij een dergelijke uitwerking wordt de maakbaarheid van technische details verder uitgewerkt en ontstaat inzicht in de risico's en beheersing daarvan. Dit proces is voor het project A27/A12 Ring Utrecht in de planvormingsfase al relatief ver doorlopen. Hiermee bedoelen we dat voor een planuitwerkingsfase er voor dit project al relatief veel inzicht is in risico's rond technische details en de beheersing daarvan. Als gevolg daarvan zijn voor deze uitvoeringsvariant relatief veel risico's rond technische details geïdentificeerd (en beheerst).

Zo is bijvoorbeeld gebleken dat om de omgevingseffecten van bemaling te beperken, het noodzakelijk is een schermwandenkuip (van diep- en cement-bentonietwanden) aan te brengen rondom de gehele verdiepte ligging. Bij deze techniek wordt de grondwaterhuishouding van de bouwput grotendeels gescheiden van die van de omgeving door verticale wanden om de bouwput aan te brengen. De bodem van de put wordt in dit geval gevormd door een slecht doorlatende grondlaag (van kleiachtige grond). Deze constructie is niet beoogd volledig waterdicht te zijn, maar om ervoor te zorgen dat het debiet aan water dat door de wanden en de bodem de kuip instroomt, te bemalen is en de effecten van de onttrekking beperkt zijn. Door het aanbrengen van de verticale wanden, kan dit water direct naast de kuip terug in de grond gebracht worden. Zonder wanden is dit niet mogelijk en dient dit retourneren op grotere afstanden van de kuip plaats te vinden waardoor de beïnvloeding van de grondwaterstand in de omgeving veel groter is. Figuur 3 toont het principe van de referentievariant bemaling met schermwandenkuip.



Figuur 3: Principe referentievariant bemaling met schermwandenkuij.

Horvat en Partners heeft de risico's van de referentievariant beoordeeld. Ons actuele beeld op basis hiervan vatten wij als volgt samen:

1. De projectorganisatie heeft voor een groot aantal van de geïdentificeerde risico's van de referentievariant reeds aanvullende beheersmaatregelen uitgewerkt. Deze zijn volgens ons effectief gebleken.
2. Voor vijf risico's heeft de projectorganisatie de beheersing in gang gezet, maar niet (volledig) afgerond ten tijde van het stilleggen van het project. We verwachten dat het doorvoeren van de geïdentificeerde maatregelen na een voortzetting van het project leidt tot een voldoende beheersing van deze risico's:
  - a. De stabiliteit van de folieconstructie na uitvoering van de werkzaamheden is nog niet volledig eenduidig aangetoond. Op basis van de huidige onderbouwing, kunnen wij niet vaststellen of de analyse conservatief is in vergelijking met een berekening conform de geldende normen. RWS heeft ter verdere beheersing van dit risico opdracht gegeven om een herberekening uit te voeren van de stabiliteit van de L-verbreding in de eindsituatie. Deze is in verband met het stilleggen van het project niet afgerond. Indien de stabiliteit in de eindsituatie tegen blijkt te vallen, is dit risico beheersbaar (bijvoorbeeld door toepassen van zwaarder beton).
  - b. Het project is gevoelig voor vertraging door de combinatie van complexe uitvoering en kritieke planning als gevolg van Trein Vrije Periodes (TVP's) op de spoorkruisingen. RWS heeft de werkzaamheden gedurende de TVP's verder uitgewerkt en met ProRail afgestemd om aan te tonen dat een voldoende robuuste planning hiervan mogelijk is. De benodigde TVP was op basis hiervan geaccepteerd door ProRail en zou in de programmering worden opgenomen. Bij voortzetten van het project dient dit proces nog te worden afgerond.
  - c. Bij aanpassingen van de spoorviaducten voldoet de bestaande paalfundering van de huidige landhoofden mogelijk niet meer aan de nieuwe normering. De bestaande paalfundering moet bij aanpassingen naar onze verwachting aan de nieuwe normering voldoen als de belasting hierop toeneemt. Dit kan betekenen dat deze funderingen en mogelijk het ontwerp van de spoorviaducten moeten worden aangepast. RWS heeft aangegeven een advies van ons om dit verder te onderzoeken over te nemen. Vanwege het stilleggen van het project heeft deze beschouwing nog niet plaatsgevonden.
  - d. De schermwand kruist in het referentieontwerp de bestaande bebouwing ten westen van het viaduct Knapschinkel op korte afstand waardoor de kans bestaat dat deze bebouwing

beschadigd raakt. De projectorganisatie was voornemens een oplossing voor de schermwand uit te werken op voldoende afstand van de bebouwing om schade te voorkomen en deze oplossing in het kader van het 2-fasenproces<sup>2</sup> op te nemen in het referentieontwerp. Naar onze verwachting zou dit risico daarmee afdoende zijn beheerst.

- e. In het referentieontwerp is nog niet beschouwd hoe wordt omgegaan met het drainagestelsel in de foliepolder. RWS was voornemens in het kader van het 2-fasenproces het drainagestelsel volledig uit te werken als onderdeel van het integraal referentieontwerp. We verwachten dat het mogelijk is om binnen de fasering van de gekozen uitvoeringsvariant een passend drainagestelsel te realiseren.
3. De referentievariant kent een aantal risico's die voor uitvoering van het project niet volledig beheerst kunnen worden met verdere uitwerking en onderzoek, maar die pas tijdens uitvoering zullen blijken. Als gevolg hiervan zal het project een zeker restrisico kennen. Wij zien de volgende drie relevante (rest)risico's<sup>3</sup>:
- a. Bij de oorspronkelijke aanleg van de betonnen bak zijn tijdelijke groutankers aangebracht. Volgens het (toenmalige) contract zouden deze na realisatie van de bak worden verwijderd. De kans bestaat dat er toch (een) groutanker(s) in de grond aanwezig zijn. Wanneer de aannemer hier bij het aanbrengen van de schermwanden rondom de bak op stuit, dienen deze alsnog te worden verwijderd. Dit is kostbaar en vertraagt de uitvoering van het project. RWS heeft een aantal proefsleuven gegraven en daarbij geen ankers aangetroffen. Het restrisico dat op andere delen van de bak toch groutankers in de grond aanwezig zijn, achten wij voldoende klein om de aanbesteding van het project te starten.
  - b. De kans bestaat dat de folieconstructie tijdens de uitvoering beschadigd raakt / scheurt. Onder de folie is mogelijk slib aanwezig, dat is neergedaald bij de oorspronkelijke afgraving van de verdiepte ligging. Door het bemalen wordt de waterdruk in deze sliblaag verlaagd en kan deze samendrukken waardoor zetting optreedt. Deze zetting leidt tot een toename van de spanning in de folie, die naar verwachting het grootst is bij de aansluiting op de klemconstructies bij de spoorviaducten. Ook bij zettingen van de klemconstructies of een toename van de belasting op maaiveldniveau kan spanning in de folie toenemen. Bij een te grote toename van de spanning kan de folie scheuren / beschadigen. Dit leidt in de referentievariant niet direct tot overstromen van de verdiepte ligging, omdat binnen de wandenkuip wordt bemalen (en er dan geen grondwaterdruk tegen de folie staat). De folie dient na realisatie wel weer een waterkerende functie te vervullen. Indien de folie tijdens de uitvoering beschadigd raakt, dient deze dus gerepareerd te worden. Gezien de folie geen waterkerende functie vervult, kan deze worden vrij gegraven. Wanneer de beschadiging van de folie echter optreedt onder de bestaande rijbaan, dient deze voor de reparatie te worden opgebroken. Dit heeft grote gevolgen voor de kosten en planning van het project en voor de beschikbaarheid van de A27.
- Op basis van proeven heeft RWS de rekeigenschappen van de folie in de huidige staat vastgesteld. De folie blijkt nog in goede staat en kan relatief veel rek aan voordat deze scheurt. Er is echter niet bekend hoeveel rek/spanning op dit moment reeds in de folie aanwezig is door zettingen die bij aanleg en sindsdien zijn opgetreden. Er is dus niet met zekerheid vast te stellen dat de spanning in de folie niet op dit moment al 'op de limiet' zit. Wel is in een analyse aangetoond dat de verwachte aanvullende rek vanwege bemaling en werkzaamheden klein is in verhouding tot wat de folie aan kan. Op basis daarvan achten wij het restrisico voldoende klein om de aanbesteding van het project te starten.

---

<sup>2</sup> Voorafgaand aan stillegging van het project is in het kader van het verbeteren van de risicoverdeling in de GWW-sector ervoor gekozen om het project Ring Utrecht in een gewijzigde contractvorm aan te besteden, namelijk volgens een 2-fasenproces. Daarbij werkt Rijkswaterstaat voor aanbesteding de referentievariant relatief ver uit, en vormt deze de basis voor verdere uitwerking na gunning.

<sup>3</sup> RWS heeft aangegeven (constructieve) scheuren in het beton van pompkelders onder spoorviaduct Knap-schinkel en de Koningsweg te hebben aangetroffen. Dit is geconcludeerd op basis van inspecties die hebben plaatsgevonden na onze risicobeoordeling. Dit risico hebben wij daarom hier nog niet in meegenomen.

- c. De kans bestaat dat de doorlatendheid van de te realiseren wandenkuip hoger blijkt dan nu is ingeschat. Dat betekent dat het bemalingsdebiet toeneemt en de omgevingseffecten minder effectief worden gemitigeerd. Bij nader onderzoek van TNO en Deltares is gebleken dat de dieper gelegen waterremmende (klei)laag op plaatsen doorlatend is waardoor alsnog meer bemaling nodig is dan verwacht. De meest recente inzichten uit dit onderzoek zijn geen onderdeel van onze laatste rapportage over het technisch risicoprofiel. In de volgende paragraaf gaan wij daarom specifiek op dit risico in. Samenvattend achten wij het restrisico voor de technische maakbaarheid voldoende klein om de aanbesteding van het project te starten. Wel leiden de onzekerheden over de doorlatendheid van de bodem tot een stijging in investeringskosten van de referentievariant.

#### 4) Onzekerheden doorlatendheid waterremmende kleilaag

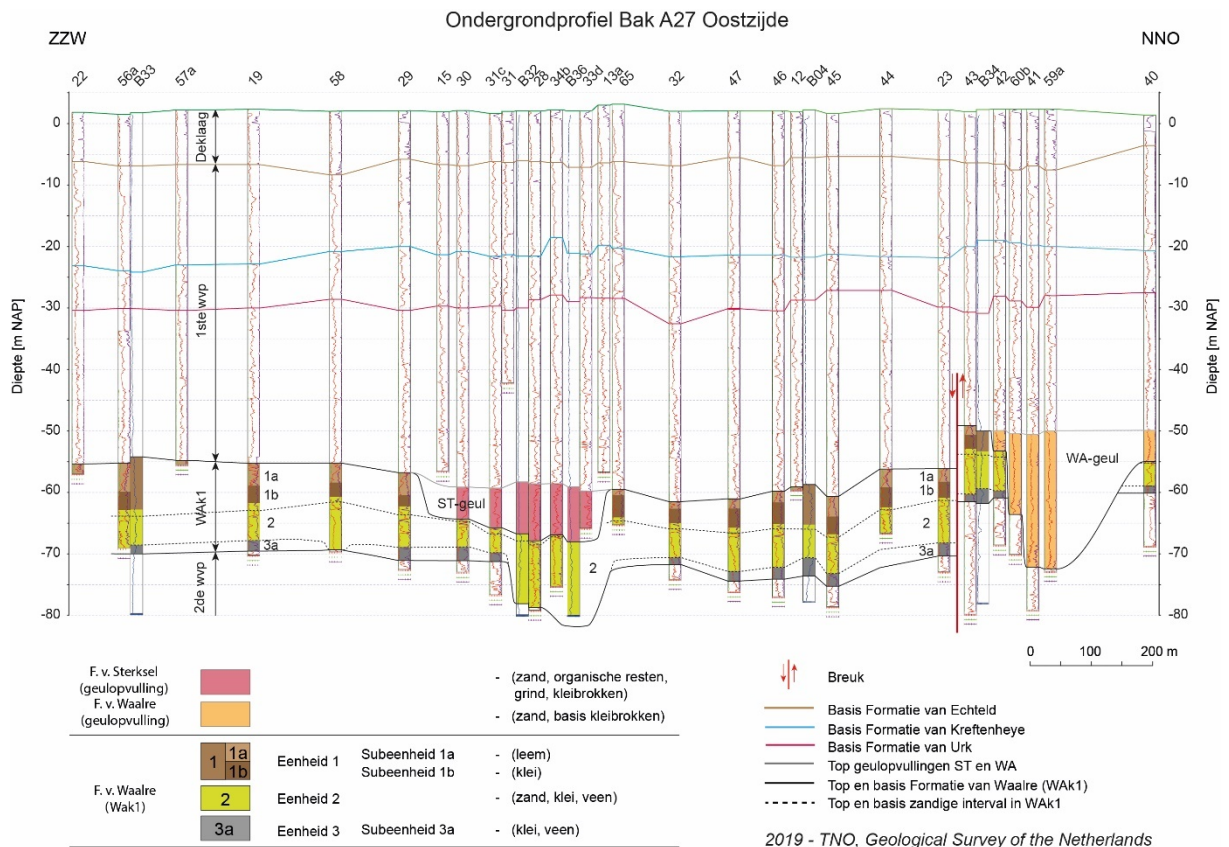
Om de omgevingseffecten van bemaling te beperken, is het noodzakelijk gebleken een schermwandenkuip aan te brengen rondom de gehele verdiepte ligging. Onder andere de toelaatbare grondwaterstandsvariatie in het bos Amelisweerd (verdrogingsschade) en de woonwijk Lunetten (zettingen, verdrogingsschade en impact (retour)bemaling in de wijk) bleek het aanbrengen van een dergelijke wand te vereisen. De kans bestaat dat de waterremmende werking van de wanden of onderafdichtende kleilaag lager blijkt dan waar in de referentievariant van is uitgegaan, met als gevolg een hoger bemalingsdebiet en een minder effectieve beheersing van het grondwaterpeil in de omgeving.

Deltares heeft een grondwaterstromingsmodel ontwikkeld om het benodigd bemalingsdebiet van de wandenkuip te bepalen. Indien er sprake is van een continu doorlopende kleilaag is berekend dat het benodigd bemalingsdebiet kan worden teruggebracht van ca. 1850 m<sup>3</sup>/u<sup>4</sup> zonder schermwand (en werk lengte langs tracé van 100 m) tot ca. 375 m<sup>3</sup>/u met schermwand. Op basis van recente sonderingen en grondboringen is meer inzicht verkregen in de opbouw van de ondergrond. De ondergrond bestaat globaal uit een deklaag van wisselende samenstelling (die ter plaatse van de foliepolder en betonbak vermoedelijk geheel is weggegraven), met daaronder een dik, hoofdzakelijk uit zandig materiaal opgebouwd watervoerend pakket. Op ongeveer 60 m diepte bevindt zich een 10-15 m dik, fijnkorrelig, relatief slecht-doorlatend pakket (WAK1). Dit pakket is opgebouwd uit een lemig/kleiig bovenste deel, een fijnzandig middendeel en een kleiig onderste deel. Daaronder bevindt zich het tweede watervoerend pakket, dat uit (grof)zandig materiaal bestaat (zie Figuur 4). De slecht-doorlatende lagen worden onderbroken door ten minste twee met zand opgevulde geulen en zijn verticaal verzet door een breuk. Doordat zand beter water doorlaat dan klei, kunnen met name de twee geulen zorgen voor een hogere doorlatendheid van de onderafdichtende laag dan voorheen verwacht.

---

<sup>4</sup> Het aantal kubieke meters water dat per uur dient te worden afgepompt / bemalen om het waterpeil in de bouwput zo laag te houden dat de folie niet opbarst en er water op de weg komt.

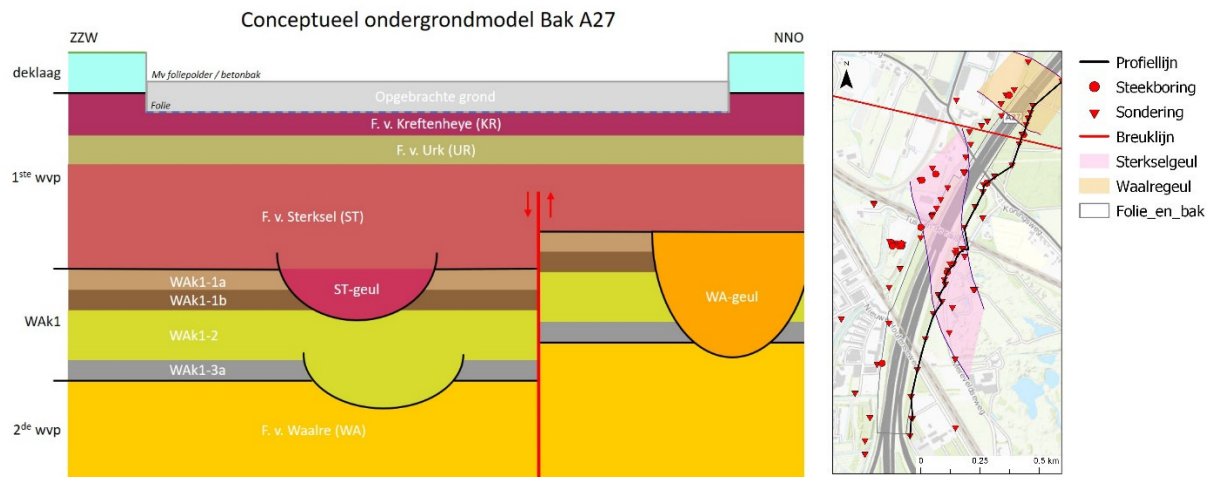




Figuur 4: Ondergrondprofiel langs de oostzijde van de verdiepte ligging op basis van sonderingen.

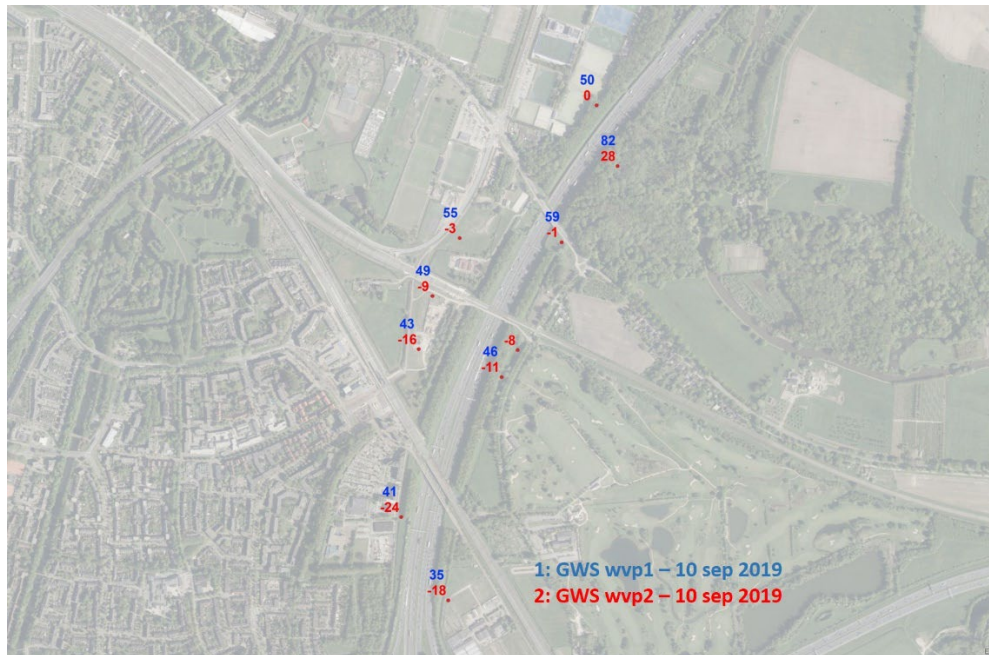
In de scenarioberekeningen met het grondwatermodel is als minimale waarde uitgegaan van een weerstand van de wanden van 250 dagen. Het lekdebiet door de wand bedraagt daarmee ca. 290 m<sup>3</sup>/u. Dit uitgangspunt is in onze ogen haalbaar. De kans bestaat echter dat de weerstand van de wanden desondanks tegenvalt door een slechte menging van de cement-bentoniet of slechte aansluitingen tussen aangrenzende panelen. Een weerstand van 100 dagen en een lekdebiet van 725 m<sup>3</sup>/s door de wand zien wij daarbij als ondergrens. Door het stellen van contracteisen en het vastleggen van verificatiemethoden ten aanzien van de kwaliteit van de wanden, kan dit risico volgens ons deels worden beheerst. Als onderdeel hiervan adviseren wij om voor aanvang van de uitvoering een praktijkproef uit te voeren, waarbij de opdrachtnemer aantoont een voldoende waterremmende kuip te kunnen realiseren. Een praktijkproef dient goed te worden uitgedacht om te borgen dat de resultaten representatief zijn voor de latere realisatiefase. Wanneer de schermwanden na realisatie op specifieke locaties een hogere doorlatendheid blijkt te kennen, zijn daarnaast mitigerende maatregelen mogelijk zoals het plaatsen van een tweede rij schermwandpanelen.

Aangezien het nu niet mogelijk is om sonderingen en grondboringen onder de bestaande A27 uit te voeren, zijn de omvang en het verloop van de geulen en breukstructuur niet met volledige zekerheid vast te stellen. Op basis van de beschikbare gegevens heeft TNO een geologisch model voor de verdiepte ligging opgesteld inclusief het verloop van de geulstructuren en breukstructuur. Figuur 5 bevat een conceptueel overzicht van dit geologisch model. Op basis van het grondwaterstromingsmodel en informatie over de opbouw van de ondergrond zoals die in 2018 bekend was, kan een bandbreedte voor het lekdebiet door de waterremmende kleilaag worden ingeschat. Op basis van indicatieve modelberekeningen komt Deltares tot een bandbreedte van het totale bemalingsdebiet (bodem + wand) van ca. 400-1400 m<sup>3</sup>/uur. Deze berekeningen zijn nog niet gevalideerd en volledig afgerond vanwege het stilleggen van het project. Zo zijn de effecten van de retourbemaling en de laatste inzichten met betrekking tot de bodemopbouw hierin nog niet meegenomen. Het is daardoor niet volledig uitgesloten dat het bemalingsdebiet toch hoger uitvalt.



Figuur 5: Links: conceptueel ondergrondmodel van de verdiepte ligging A27. Rechts: overzicht locatie geulen en breuklijn.

Wij verwachten echter dat ook bij een tegenvallend bemalingsdebiet tot ongeveer 3000 m<sup>3</sup>/u de referentievariant met schermwanden technisch maakbaar blijft. Uit een reeds gehouden pompproef bleek een retourdebiet van ca. 50 m<sup>3</sup>/u per retourput mogelijk. Aandachtspunt hierbij is dat redundante retourputten noodzakelijk zijn om de functie bij dichtslaan / vervuiling van werkende retourputten over te nemen. Op basis daarvan is een retourbemaling voor een totaal retourdebiet van 3000 m<sup>3</sup>/u inpasbaar en haalbaar. Daarnaast verwachten wij dat de omgevingseffecten bij een tegenvallende waterdichtheid van de kleilaag vanwege de aanwezigheid van de wanden beperkt blijven. Het grootste deel van de 'lekkage' vindt plaats door de kleilaag vanuit het tweede watervoerend pakket. Uit peilbuismetingen is gebleken dat het globale waterstands niveau in de omgeving slechts beperkt wordt beïnvloed door onttrekkingen uit het tweede watervoerende pakket. Zo blijkt uit peilbuismetingen rondom de verdiepte ligging dat er in de huidige situatie een stijghoogteverschil bestaat tussen het eerste en tweede watervoerende pakket van ca. 50 cm, zie Figuur 6. Bij een calamiteitenwinning van drinkwater rond de zomer van 2019 is 5000 m<sup>3</sup>/u aan het tweede watervoerende pakket onttrokken. Daarmee nam het stijghoogteverschil ten opzichte van het eerste watervoerende pakket toe met 70 cm en was in het eerste watervoerende pakket geen effect van de onttrekking meetbaar. Dit impliceert dat de waterremmende laag ondanks de aangetroffen onvolkomenheden (geulen en breuk) wel een waterremmende werking heeft. Wij achten het restrisico met betrekking tot de technische maakbaarheid daarom voldoende klein om de aanbesteding van het project te starten.



Figuur 6: Resultaten van peilbuismetingen rond de verdiepte ligging op 10 september 2019.

Wel zal een groter bemalings- en retourdebiet dat volgt uit een tegenvallende waterdichtheid leiden tot een toename van de kosten van de referentievariant. Op basis van een eerste grove inschatting van RWS leidt het dikker uitvoeren van de wanden (van 80 cm naar 100 cm) om de waterdichtheid hiervan te vergroten tot een toename in directe bouwkosten van ca. 3-6 M€<sup>5</sup> en een bemalings- en retourdebiet van 3000 m<sup>3</sup>/u tot een toename in directe bouwkosten in de orde van ca. 5-10 M€<sup>5</sup>. Hierbij merken we op dat om deze kosten te vertalen naar investeringskosten met een factor van ongeveer 2,5 moet worden gerekend. Daarmee leidt dit risico tot een stijging van de investeringskosten van de referentievariant met een bandbreedte van 0 M€ tot 40 M€<sup>5</sup>. De ondergrens van deze bandbreedte (0 M€) is gebaseerd op de ondergrens van het bemalingsdebiet (400 m<sup>3</sup>/u), zoals bepaald door Deltares. De bovengrens (40 M€) is gebaseerd op een bemalingsdebiet (3000 m<sup>3</sup>/u) ruim boven de bovengrens zoals bepaald door Deltares (1400 m<sup>3</sup>/u) en tevens op de bovengrens van de resulterende gevolgkosten.

Het is mogelijk om op relatief korte termijn meer inzicht te verkrijgen in de bovengrens van het bemalingsdebiet. Zo geven de peilbuismetingen tijdens de calamiteitenwinning informatie over de maximale omvang en doorlatendheid van de geul- en breukstructuren. Vanaf een bepaalde doorlatendheid zou een effect in het bovenste watervoerend pakket merkbaar moeten zijn geweest. Er zijn modelberekeningen nodig om te bepalen voor welke omvang dit geldt. Op basis daarvan kan vervolgens een (scherpere) bovengrens voor het bemalingsdebiet worden berekend. Deltares heeft aangegeven dat daartoe de meest recente gegevens over de ondergrond eerst nog in het grondwaterstromingsmodel dienen te worden verwerkt en een lokale kalibratie van het model dient plaats te vinden. Wij adviseren om voorafgaand aan de aanbesteding deze analyse uit te voeren en zo meer inzicht te verkrijgen in de bandbreedte van het bemalingsdebiet, de effecten op de omgeving, en de kosten van de referentievariant.

<sup>5</sup> Dit bedrag is gebaseerd op een opgave van de projectorganisatie en hebben wij niet in detail getoetst.

## 5) Advies over voortzetten project Ring Utrecht

Op basis van onze risicobeoordeling achten wij de voorliggende referentievariant bemaling met schermwandenkuip voor het project Ring Utrecht met voldoende zekerheid technisch maakbaar. De referentievariant kent een aantal technische risico's. Het grootste deel hiervan kan na een eventuele voortzetting van het project naar verwachting voldoende worden beheerst met de maatregelen die RWS beoogt en deels al in gang had gezet ten tijde van het stilleggen van het project. Daarnaast kent de referentievariant een aantal restrisico's die niet volledig beheersbaar zijn voorafgaand aan de uitvoering. Deze restrisico's zijn volgens ons voldoende klein met betrekking tot de technische maakbaarheid om de aanbesteding van het project mee te starten. De restrisico's leiden wel tot een bandbreedte op de kosten van de referentievariant. Dat geldt met name voor de onzekerheid rond de doorlatendheid van de bodem. Wij adviseren om voorafgaand aan de aanbesteding de analyse met betrekking tot de doorlatendheid van de bodem (kleilaag) nog af te ronden om meer inzicht in deze bandbreedte te verkrijgen.

De uitvoeringsvarianten die naast de referentievariant bemaling met diepwanden in de planuitwerkingsfase zijn beschouwd, achten wij niet haalbaar. Wij zien geen andere alternatieve uitvoeringsvarianten binnen de voorziene verkeerskundige oplossing. Ten slotte merken we op dat van de voorliggende referentievariant relatief veel risico's in kaart zijn gebracht en zijn beoordeeld. Van potentiële nieuwe alternatieven / varianten is dit niet het geval waardoor de kans bestaat dat ook dergelijke varianten nadelen kennen die bij verdere uitwerking pas inzichtelijk worden. Dit geldt niet alleen voor het risicoprofiel en de kosten, maar ook voor de baten van een andere variant. Bij vergelijkingen tussen varianten adviseren wij daarom om de business cases van de huidige referentievariant en andere varianten te vergelijken.