

Rijkswaterstaat

Technisch onderzoek Wegverbreding A27 Lunetten - Rijnsweerd

Vervolgonderzoek



**Technisch onderzoek
Wegverbreding A27
Lunetten - Rijnsweerd**

Vervolgonderzoek

projectcode	status	datum
RW2007-1	definitief	30 januari 2015

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Eerdere onderzoeken	2
1.3. Leeswijzer	3
2. ONDERZOEK	5
2.1. Vraagstelling	5
2.2. Stappenplan	5
2.3. Groutmethode	7
2.4. Tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil	7
3. CONCLUSIE	8
4. TECHNISCHE VERDIEPING	10
4.1. Welke locaties zijn onderzocht?	10
4.2. Welke oplossingen zijn beschouwd?	10
4.3. Hoe wordt de verbreding ter plaatse van de foliepolder gemaakt?	10
4.3.1. Groutmethode	11
4.3.2. Tijdelijk en lokale verlaging van het (grond)waterpeil	15
4.4. Welke aanpassingen zijn nodig t.b.v. de bypass A27 Breda naar A28 Amersfoort?	21
laatste bladzijde	22

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Om de verkeersdoorstroming van de Ring Utrecht te verbeteren, onderzoekt Rijkswaterstaat de mogelijkheid om de huidige A27 aan de oostzijde van de stad Utrecht te verbreden, terwijl de kwaliteit van de omgeving tenminste gelijk blijft, maar bij voorkeur wordt verbeterd. De bestaande foliepolder ten zuiden van de bakconstructie Amelisweerd en de kruising met de Koningsweg heeft daarbij, vanwege de technische complexiteit en de aanwezige spookruisingen (rood omcirkeld), bijzondere aandacht.

Afbeelding 1.1. Aanleg foliepolder met spookruisingen 1983



Eerder zijn diverse technische onderzoeken naar de haalbaarheid van een verbreding uitgevoerd. Hierbij werd zowel gekeken naar de effecten voor de aanwezige folieconstructie als naar de gevolgen voor de bestaande spookruisingen. In essentie lieten deze onderzoeken zien dat de benodigde verbreding, hoewel niet eenvoudig, haalbaar is. Bij elk van de onderzochte technische oplossingen moeten innovatieve of complexe technieken worden ingezet en is een beheerste, nauwkeurige uitvoering, meer dan gebruikelijk, onontbeerlijk. In het voorjaar van 2014 heeft Rijkswaterstaat daarom de onderzochte oplossingen met een aantal experts nog eens tegen het licht gehouden.

Uit deze expertsessie is naar voren gekomen dat de groutmethode ('verstening'), die eerder niet in detail is uitgewerkt, voor een aanzienlijk deel van het tracégebied wellicht toch toepasbaar zou kunnen zijn en daarom toch het onderzoeken waard is. Ook is opgemerkt dat een gefaseerde, tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil vanuit technisch perspectief waarschijnlijk de meest aantrekkelijke oplossing is omdat uitvoering van de verbreding dan met standaard technieken mogelijk is. Met nadruk is daarbij gesproken over tijdelijke lokale verlaging van het (grond)waterpeil omdat negatieve beïnvloeding van de omgeving met blijvende gevolgen moet worden voorkomen.

Rijkswaterstaat heeft aan Witteveen+Bos gevraagd om ook deze twee methoden nader te onderzoeken. Het doel is, net als in de vorige onderzoeken, om vast te stellen of met deze

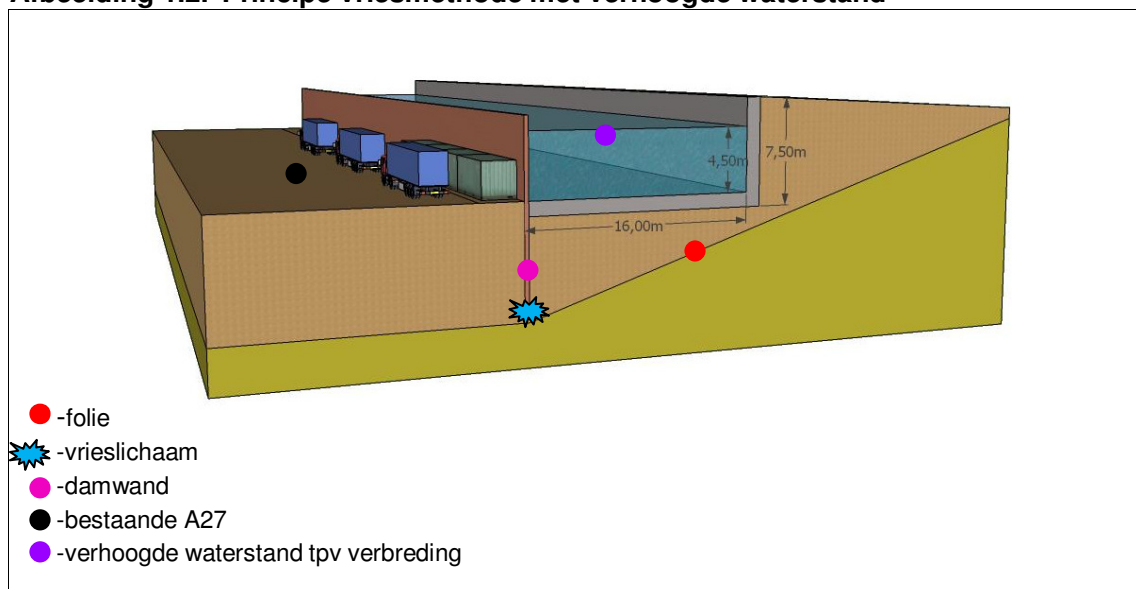
twee methoden een tweezijdige verbreding met maximaal 15 meter op een veilige en doelmatige manier kan worden uitgevoerd, uiteraard met minimale effecten voor de omgeving direct buiten de foliepolder.

1.2. Eerdere onderzoeken

In de voorgaande paragraaf werd gesproken over eerder uitgevoerde verkenningen naar de haalbaarheid van een verbreding van de A27 in zowel de foliepolder zelf als ter plaatse van de beide spoorviaducten. In de loop van de tijd zijn diverse onderzoeken uitgevoerd:

- Door Witteveen+Bos is in november 2010 gekeken naar een verbreding van de A27 in de foliepolder zelf door toepassing van een zogenaamde 'vriesmethode' met verhoogde waterstand. Hierbij 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 bestaande A27 weer onder water te zetten (zoals bij de aanleg in 1983, zie afbeelding 1.1) en te ontgraven voor de verbreding. Met deze bouwmethode is de verbreding technisch mogelijk, maar er is een kans op grote wateroverlast op de A27 bij onverhoopt falen van het vrieslichaam of de damwand.

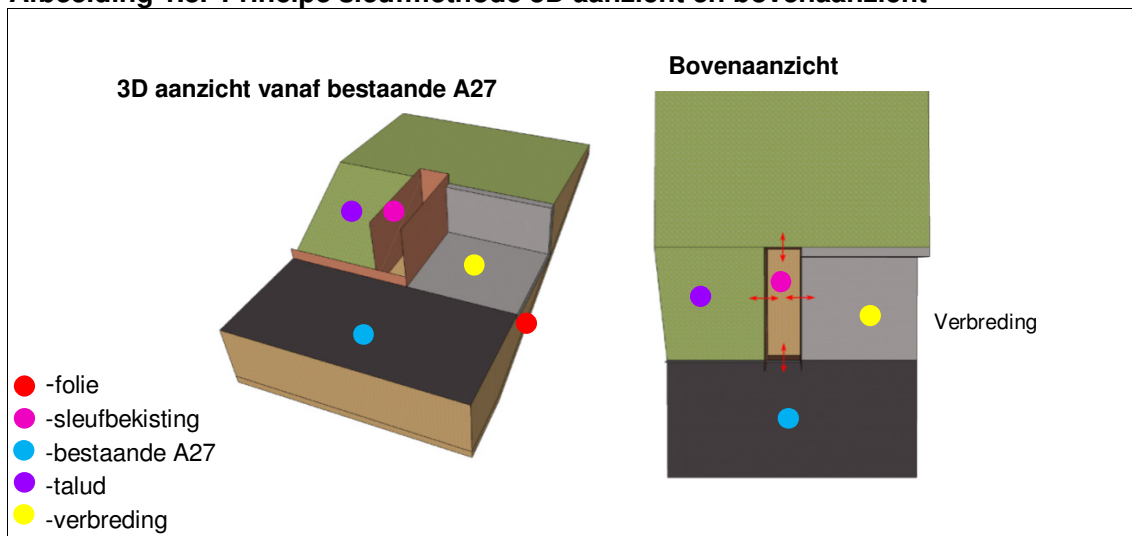
Afbeelding 1.2. Principe vriesmethode met verhoogde waterstand



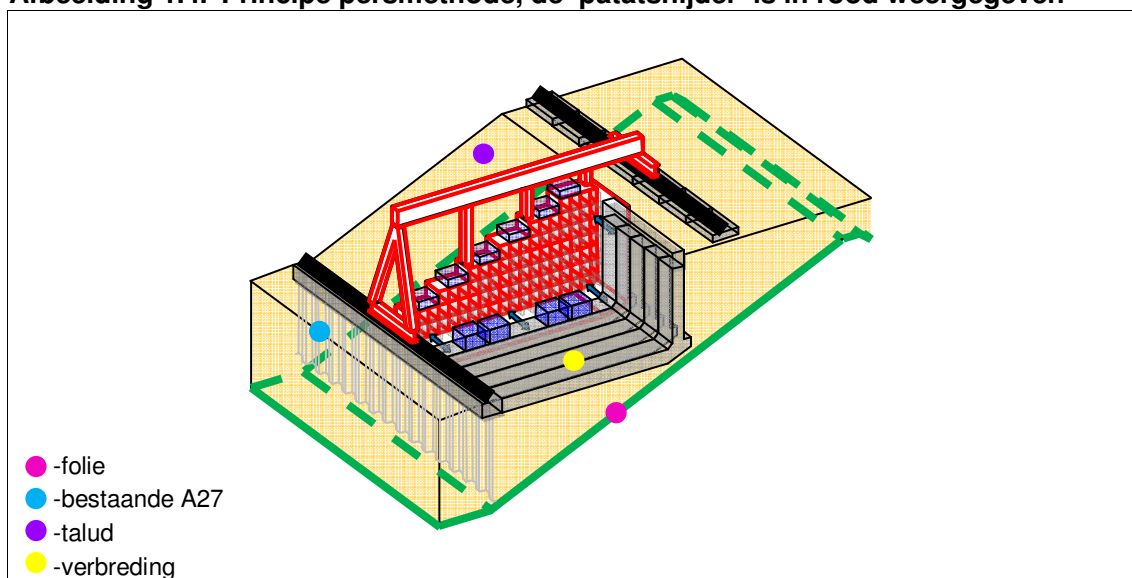
- IV infra heeft in oktober 2011 de verbreding ter plaatse van de beide spoorkruisingen verkend. Het blijkt dat als de verbreding van de A27 achter de bestaande landhoofden van de spoorviaducten wordt uitgevoerd, vervanging of ingrijpende aanpassing van de spoorviaducten niet nodig is. De werkzaamheden die nodig zijn om deze verbreding te realiseren zijn complex, maar beproefd en haalbaar.
- In vervolg op beide bovenstaande onderzoeken, heeft Witteveen+Bos in oktober 2013 een aantal extra methoden voor de verbreding in de foliepolder zelf en ter plaatse van de spoorkruisingen beschouwd. Toen is vastgesteld dat met een sleufgewijze ontgraving (sleufmethode, zie afbeelding 1.3) een verbreding met maximaal 15 meter over ongeveer de helft van het tracégebied mogelijk is, terwijl met een doorpersing van een zogenaamde 'patatsnijder' (persmethode, zie afbeelding 1.4), evenwijdig aan de A27, de verbreding van maximaal 15 meter over het gehele tracégebied kan worden be-

haald. Ook blijkt het nagenoeg overal mogelijk om de gewenste verbreding ter plaatse van de sporkruisingen te realiseren.

Afbeelding 1.3. Principe sleufmethode 3D aanzicht en bovenaanzicht



Afbeelding 1.4. Principe persmethode, de 'patatsnijder' is in rood weergegeven



De verkenningen en onderzoeken zijn elk los van elkaar uitgevoerd en geven een goed inzicht in de (technische) mogelijkheden en onmogelijkheden.

1.3. Leeswijzer

Dit rapport is een aanvulling op het rapport uit oktober 2013. Het geeft antwoord op de vraag of tevens de 'groutmethode' en de 'methode met tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil' bruikbaar is als uitvoeringsmethode om de verbreding van de A27 ter plaatse van de foliepolder te realiseren.

Omwille van de leesbaarheid is gekozen voor een gefaseerde opbouw; van globaal tot technisch gedetailleerd. De (technisch) inhoudelijke beschouwingen zijn zoveel mogelijk opgenomen in separate analysedocumenten. Elk analysedocument is zelfstandig leesbaar.

Het onderzoek is uitgevoerd aan de hand van een stappenplan. De eerste stappen zijn voornamelijk gericht op inventarisatie en presentatie van beschikbare (start)informatie en oplossingsrichtingen. De daarop volgende stappen in het onderzoek betreffen een nadere afweging en verdieping van de beide methoden, waarbij telkens is gezocht naar de meest kansrijke detailoplossingen. Omdat de (technische) aard van de beide oplossingen verschillend is, zijn beide methoden wel verschillend 'aangevlogen'. Bij de groutmethode zijn de grenzen van de bouwtechniek verkend, terwijl bij de methode met tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil juist is gezocht naar oplossingen met minimale beïnvloeding van de omgeving buiten de foliepolder. Verderop in dit document worden deze methoden nader beschreven.

De inhoudelijke analysedocumenten beschrijven elk de uitwerking van één of meerdere individuele stappen en zijn in volgorde van het stappenplan opgenomen in dit document. Het voorliggende hoofdrapport beschrijft de vraagstelling en de voornaamste conclusies van het onderzoek.

2. ONDERZOEK

2.1. Vraagstelling

In het onderzoek van oktober 2013 zijn diverse methoden voor een verbreding van de A27 in de foliepolder beoordeeld. Op basis van een onderlinge vergelijking zijn toen de twee meest kansrijke technieken geselecteerd voor nadere uitwerking. Deze methoden bieden de mogelijkheid om de benodigde verbreding met maximaal 15 meter geheel (persmethode) of gedeeltelijk (sleufmethode) te realiseren. Samen met de vriesmethode, die reeds in november 2010 is onderzocht, zijn drie methoden voor de verbreding van de A27 in de foliepolder in detail beschouwd.

Aandachtspunt van de eerder onderzochte methoden is dat een beheerste, nauwkeurige uitvoering, meer dan gebruikelijk, onontbeerlijk is. Ook is er sprake van innovatieve of complexe technieken. In een expertsessie in het voorjaar van 2014 zijn de uitgevoerde onderzoeken daarom door Rijkswaterstaat nog eens tegen het licht gehouden. Er is geadviseerd om de, in oktober 2013 niet verder uitgewerkte, groutmethode toch nader te onderzoeken. De methode is immers in de praktijk al succesvol is toegepast als fundatie van de lichtgewichtbrug naast de spooruitbreiding Utrecht - 's-Hertogenbosch. Tevens is opgemerkt dat een tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil vanuit technisch perspectief vermoedelijk de meest aantrekkelijke methode is. De verbreding kan dan met gangbare technieken worden gerealiseerd en mogelijk kan de uitvoeringsduur worden beperkt. Vanwege de kwetsbare omgeving mag een dergelijke methode echter niet leiden tot tijdelijke effecten met blijvende gevolgen buiten de foliepolder.

Rijkswaterstaat heeft naar aanleiding van de expertsessie aan Witteveen+Bos gevraagd om de eerdere onderzoeken uit te breiden met de groutmethode en de methode met tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil. Net als bij de vorige onderzoeken wordt hierbij specifiek gekeken naar de aspecten veiligheid, maakbaarheid, hinder, logistiek en, voor de methode met tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil, ook de effecten voor de omgeving buiten de foliepolder. Daarbij is de belangrijkste vraag in welke vorm de tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil het minste effect heeft op de omgeving en hoe groot dit minimale effect is. Bovendien mag geen sprake zijn van blijvende gevolgen.

Integrale aanpak

Het onderzoek in oktober 2013 is integraal uitgevoerd om zeker te stellen dat een verbreding in de foliepolder ook past ter plaatse van de spoorkruisingen en andersom. Het heeft immers geen zin om te zoeken naar een forse verbreding ter plaatse van het spoorviaduct als deze verbreding enkele meters verderop, ter plaatse van de folie, niet haalbaar is.

In het voorliggend onderzoek is het vraagstuk – tweezijdige verbreding met maximaal 15 meter – daarom wederom in samenhang beschouwd door zowel de foliepolder, de spoorkruisingen als het wegontwerp in één 3D model samen te voegen. Er is gebruik gemaakt van het meest recente wegontwerp, waarin de wegligging op een aantal plaatsen is verbeterd met meer afstand tot het folie. In vergelijking met de eerdere onderzoeken leidt dit tot relatief gunstiger uitkomsten ten aanzien van de haalbaarheid van een verbreding met maximaal 15 meter.

2.2. Stappenplan

Het onderzoek is stapsgewijs uitgevoerd van grof naar fijn. Er is gestart met een inventarisatie van beschikbare informatie, de eerder uitgevoerde onderzoeken en het meest recente

wegmodel. In een 3D model is de huidige- en benodigde toekomstige situatie in beeld gebracht, zodat de meest kritische onderzoekslocaties in samenhang kunnen worden vastgesteld. Beide methoden zijn eerst in hoofdlijn beoordeeld en er is gezocht naar optimalisaties waarmee de effecten voor de omgeving worden geminimaliseerd of de technische uitvoerbaarheid wordt verbeterd. De beide geoptimaliseerde methoden zijn vervolgens in detail uitgewerkt. In afbeelding 2.1 zijn de gevolgde stappen weergegeven.

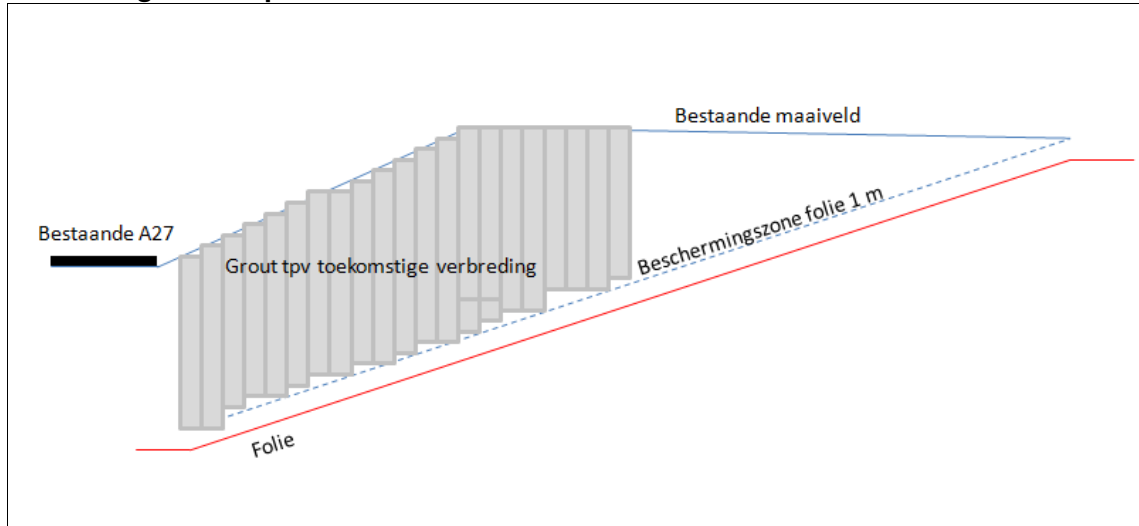
Afbeelding 2.1. Stappenplan

Fase	Stap
Inventarisatie en structurering	<p>Stap 1: Analyseren</p> <p>Vaststellen belangrijkste onderzoeksvragen</p>
	<p>Stap 2: Update 3D model</p> <p>Update en beoordeling van integraal model met wegen, kunstwerken en folieconstructie inclusief aansluiting op de betonnen bakconstructie</p>
	<p>Stap 3: Vaststellen benodigde ruimte en potentiële conflictpunten</p> <p>Aan de hand van het wegenmodel voor de toekomstige situatie en de fysieke eigenschappen van de bestaande situatie worden de uitbreidingsruimte en de maatgevende locaties vastgesteld</p>
Beoordeling en verkenning	<p>Stap 4: Kwalitatieve beoordeling technische varianten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stap 4a:beoordeling variant 'groutkolommen' op risico's, kosten, planning en logistiek - Stap 4b:beoordeling variant 'verlaging waterpeil' op risico's, kosten, planning en logistiek
	<p>Stap 5: Verkenning en aanpak technische varianten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stap 5a:(rekentechnische) verkenning en aanpak variant 'groutkolommen' - Stap 5b:(rekentechnische) verkenning en aanpak variant 'tijdelijke verlaging waterpeil' - Stap 5c:(rekentechnische) beschouwing vergelijkbaarheid eindsituatie met eerdere onderz.
	<p>Stap 6: Uitwerking technische varianten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stap 6a:rekentechnische uitwerking variant 'groutkolommen' - Stap 6b:rekentechnische uitw. variant 'tijdelijke verlaging waterpeil' met superpositiemodel - Stap 6c:rekentechnische uitw. variant 'tijdelijke verlaging waterpeil' met gekalibreerd model
Uitwerking	<p>Stap 7: Uitwerking uitbreiding folie tpv bypass A27 Breda naar A28 Amersfoort</p> <p>Vaststellen benodigde uitbreiding folie voor alignement bypass A27 Breda naar A28 Amersfoort</p>
	<p>Stap 8: Uitwerking 3D model</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stap 8a:uitwerking technische oplossingen in 3D model - Stap 8b:uitwerken uitbreiding folie voor alignement bypass A27-A28 in 3D model
	<p>Stap 9 : Risicoanalyse</p> <p>Opstellen risicoanalyse en bijbehorende beheersmaatregelen per bouwfase</p>
	<p>Stap 10: Rapportages</p> <p>Opstellen rapportages en helder leesbaar koepeldocument</p>

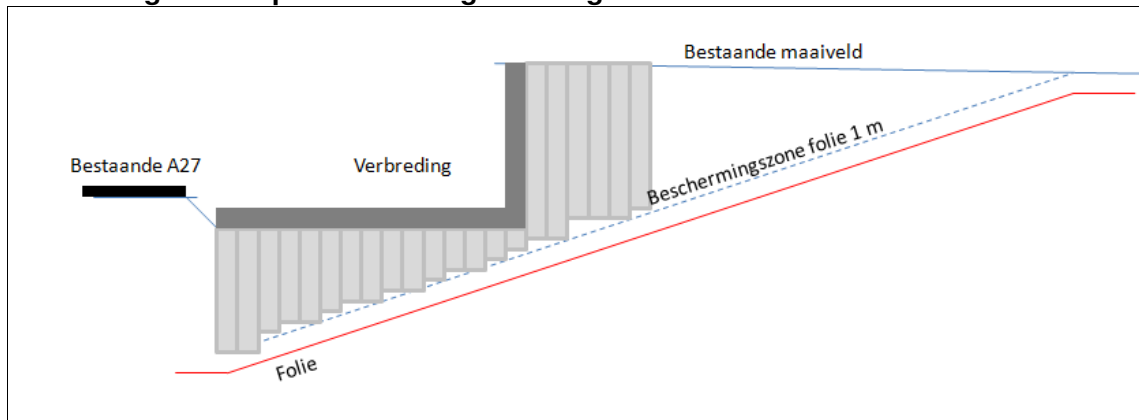
2.3. Groutmethode

De groutmethode is een techniek waarbij de taluds naast de huidige A27 tot iets boven het folie worden 'versteend' door het aanwezige zandpakket op het folie te vermengen met cement. De benodigde verbreding wordt in kleine partjes uitgehakt, zodat de stabiliteit van het versteende massief altijd is gewaarborgd.

Afbeelding 2.2. Stap 1: Talud naast bestaande A27 'versteend' Dwarsdoorsnede



Afbeelding 2.3. Stap 2: Verbreding A27 'uitgehakt' Dwarsdoorsnede



In hoofdstuk 4 is de methode nader beschreven.

2.4. Tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil

Bij de methode met tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil wordt het grondwaterpeil aan de buitenzijde van de foliepolder lokaal verlaagd tot iets onder het ontgravingniveau van de uitbreiding van de A27. Hiermee is het mogelijk om de taluds op de folie te ontgraven, zonder risico dat de folie opbarst. Direct nadat het L-vormige betonelement van de verbreding is gerealiseerd, wordt de lokale verlaging van het grondwaterpeil weer opgeheven. Door de lokale grondwaterstandverlaging 'mee te laten lopen' met het bouwfront van de L-vormige betonelementen, wordt het invloedsgebied en de tijdsduur van de verlaging sterk beperkt. In hoofdstuk 4 is de methode nader beschreven.

3. CONCLUSIE

Het is, met de groutmethode, niet overal mogelijk om de benodigde tweezijdige verbreding met maximaal 15 meter op een veilige en doelmatige wijze te realiseren. Een minimale benodigde dikte van het groutlichaam van 1 meter onder de vloer van de verbreding, reduceert de maximale verbreding met 3 meter. Hierdoor kan over ruim 40 % van de tracélengte de benodigde verbreding met deze methode niet worden gehaald.

Met een tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil is het wel mogelijk om de benodigde tweezijdige verbreding met maximaal 15 meter veilig en doelmatig te realiseren. Bij toepassing van deze methode in het gedeelte van de foliepolder ten zuiden van de spoor kruising Utrecht – Arnhem zijn er geen effecten in het park- en stinzenbos op landgoed Amelisweerd.

Bij eventuele toepassing van een tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil in het gedeelte van de foliepolder tussen de spoor kruising Utrecht – Arnhem en de Koningsweg zal nader onderzoek moeten worden uitgevoerd naar de gevolgen voor het park- en stinzenbos Amelisweerd.

Foliepolder - Groutmethode

De L-vormige constructie, die moet worden aangebracht in de foliepolder om ruimte te bieden aan de verbreding, nadert met het huidige wegontwerp over ongeveer 40 % van het tracégebied de folie tot een afstand kleiner dan 2 meter. Dit is te krap als gebruik wordt gemaakt van de groutmethode omdat het 'steenmassief' onder de aan te brengen betonvloer tenminste 1 meter dik moet zijn. Bij een kleinere dikte barst het folie op tijdens het uit hakken van het versteende talud naast de huidige A27.

Het blijkt dat de veilige afstand tenminste 2 meter bedraagt. Het huidige wegontwerp voorziet over ongeveer 40 % van het tracégebied niet in deze afstand. Met een nadere optimalisatie van het wegontwerp zal mogelijk op meer plaatsen voldoende afstand aangehouden kunnen worden, zodat de groutmethode op deze plaatsen wel doelmatig kan worden toegepast.

Aandachtspunt bij de groutmethode betreft de exacte ligging van het folie, die niet te veel mag afwijken van de oorspronkelijke aanlegtekeningen.

De totale uitvoeringsduur van de groutmethode bedraagt, afhankelijk van hoeveelheid ingezet materieel, 3 tot 5 jaar. De werkzaamheden aan de spoor kruisingen (18 maanden) kunnen gelijktijdig plaatsvinden.

Foliepolder – Tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil

Een tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil biedt de mogelijkheid om het folie geheel vrij te graven. Hierdoor is overal de tweezijdige verbreding met maximaal 15 meter mogelijk, terwijl nagenoeg overal ook de gewenste veiligheidsmarge van 1 meter op de theoretische ligging van het folie in acht kan worden genomen.

De tijdelijke lokale verlaging van de (grond)waterstand buiten de foliepolder volgt het bouwfront van de uitbreiding in de foliepolder door nauwkeurige in- en uitschakeling van de onttrekkingspunten die op korte afstand van elkaar worden geplaatst. Door op uitgekiende locaties het onttrokken water weer terug te brengen in de bodem, wordt de (grond)waterstandsverlaging in de omgeving buiten de foliepolder sterk beperkt.

Bij toepassing van de methode in de folievakken ten zuiden van de spoorlijn Utrecht – Arnhem zal geen merkbare grondwaterstandsverlaging optreden in het park- en stinzenbos op landgoed Amelisweerd, terwijl de grondwatereffecten in het aansluitende stedelijke- en agrarische gebied ten zuiden van de spoorlijn Utrecht – Arnhem worden beperkt tot enkele decimeters. Naar verwachting zal dit niet leiden tot onbeheersbare gevolgen voor bebouwing, gewassen en het golfterrein.

Bij een eventuele toepassing van de methode in het folievak ten noorden van de spoorlijn Utrecht – Arnhem zal kortstondig een lokale grondwaterstandsverlaging optreden in het park- en stinzenbos op landgoed Amelisweerd. Omdat deze verlaging van de grondwaterstand het bouwfront van de verbreding volgt in zuidelijke richting, is de bouwsnelheid bepalend voor de tijdsduur van de grondwaterstandseffecten in het park- en stinzenbos op landgoed Amelisweerd. Het blijkt mogelijk om de duur van de grondwaterstandseffecten te beperken tot 2 periodes van circa 3 á 4 maanden. Het verdient aanbeveling nader onderzoek te doen naar de gevolgen van deze grondwaterstandsverlaging en de mogelijke beheersmaatregelen om permanente negatieve ecologische effecten te voorkomen.

De verbreding met behulp van een tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil kan tegelijkertijd met de uitbreiding van de spoorkruisingen (18 maanden) worden gerealiseerd. De totale uitvoeringsduur, bedraagt 3 tot 4 jaar, afhankelijk van de uitvoeringsmethode van de L-vormige constructie (gebaseerd op reguliere werktijden).

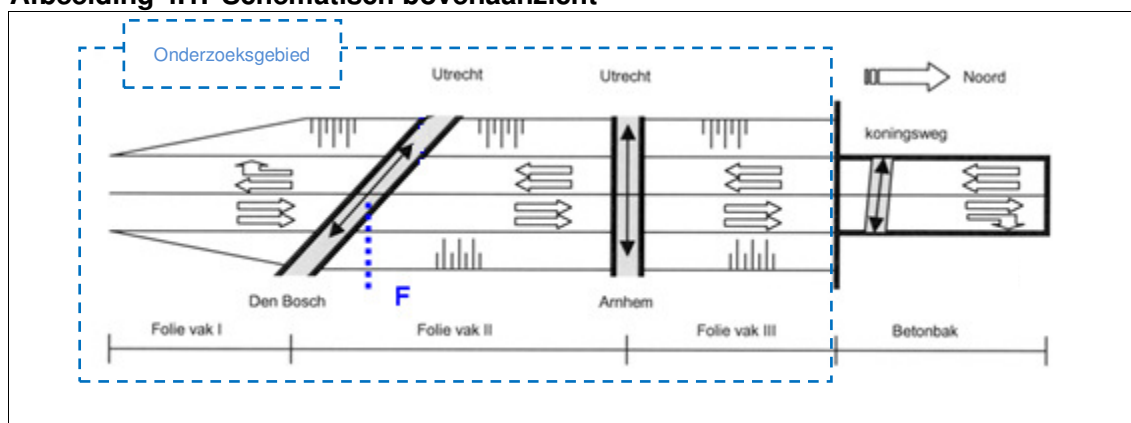
4. TECHNISCHE VERDIEPING

Zoals aangegeven is het rapport omwille van de leesbaarheid gefaseerd opgebouwd; van globaal tot technisch gedetailleerd. In dit hoofdstuk wordt iets meer ingezoomd op de technische aspecten van het onderzoek; de zogenaamde technische verdieping. Het doel is om een totaaloverzicht van het onderzoek en de verschillende technische oplossingen te verschaffen, bedoeld voor zowel de technische lezer als de niet technische lezer. De gedetailleerde technische toelichting is opgenomen in de separate analysedocumenten.

4.1. Welke locaties zijn onderzocht?

Op basis van eerdere onderzoeken is door Rijkswaterstaat een 3D wegontwerp van de verbreding opgesteld. Dit wegontwerp is in november 2014 geüpdatet en gekoppeld met het in oktober 2013 opgestelde 3D model van de folie en de kunstwerken. Het blijkt dat de wegutbreiding nabij de noordoostelijke aansluiting op de schuine spoorkruising de folie het dichtst nadert, terwijl daar bovendien sprake is van een diepe ligging met grote waterdruk op de folie. De maatgevende doorsnede (F) is schematisch aangegeven in afbeelding 4.1.

Afbeelding 4.1. Schematisch bovenaanzicht



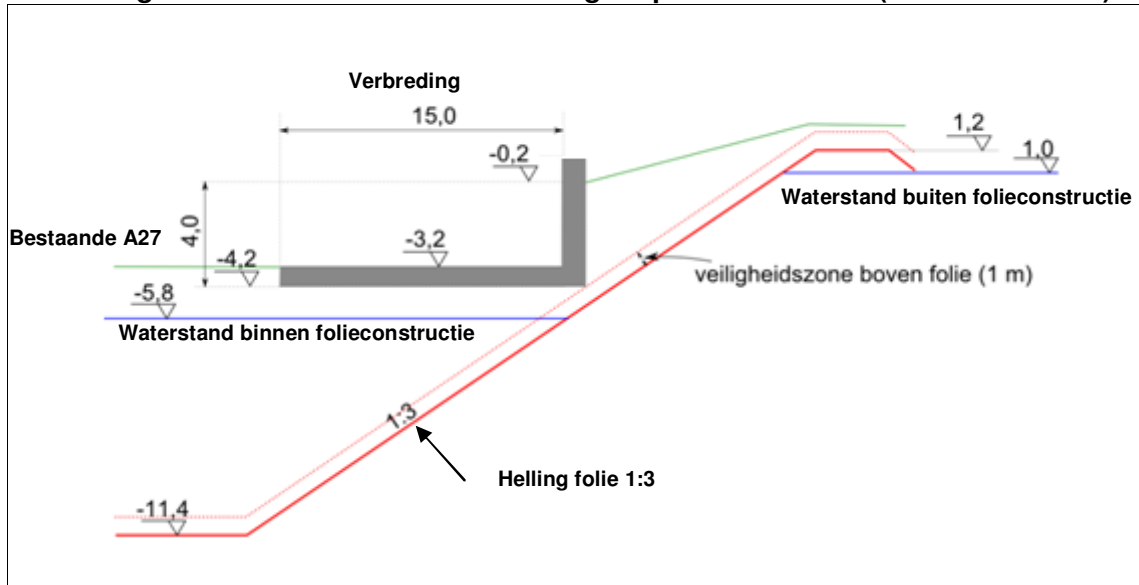
4.2. Welke oplossingen zijn beschouwd?

Naast de drie reeds uitgewerkte methoden, zoals beschreven in paragraaf 1.2 wordt ervoor gekozen om de groutmethode en de methode met tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil nader uit te werken tot hetzelfde niveau als de voorgaande onderzoeken.

4.3. Hoe wordt de verbreding ter plaatse van de foliepolder gemaakt?

De benodigde uitbreidingsbreedte van de weg varieert enigszins, maar bedraagt meestal ongeveer 15 meter. De uitbreiding wordt gemaakt met behulp van een L-vormige keerconstructie. Ter plaatse van de maatgevende doorsnede (F) nadert deze keerconstructie de folie op 1 meter.

Afbeelding 4.2. Dwarsdoorsnede uitbreiding ter plaatse van folie (maten in meters)

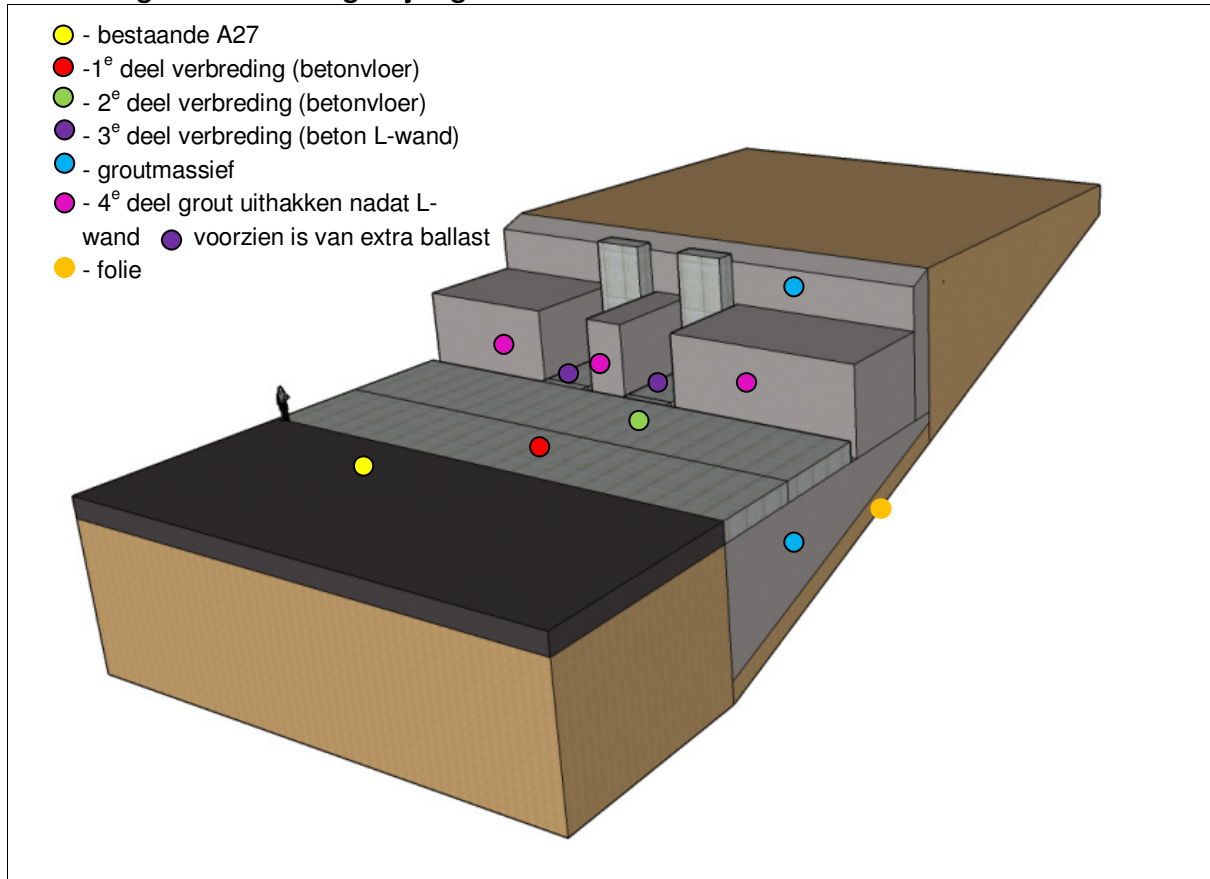


Ter plaatse van de aansluiting op de spoorse kruisingen Utrecht - 's-Hertogenbosch en Utrecht - Arnhem zit de folieconstructie bevestigd met een klembalk aan een damwandscherm. Dit damwandscherm loopt evenwijdig met het spoor.

4.3.1. Groutmethode

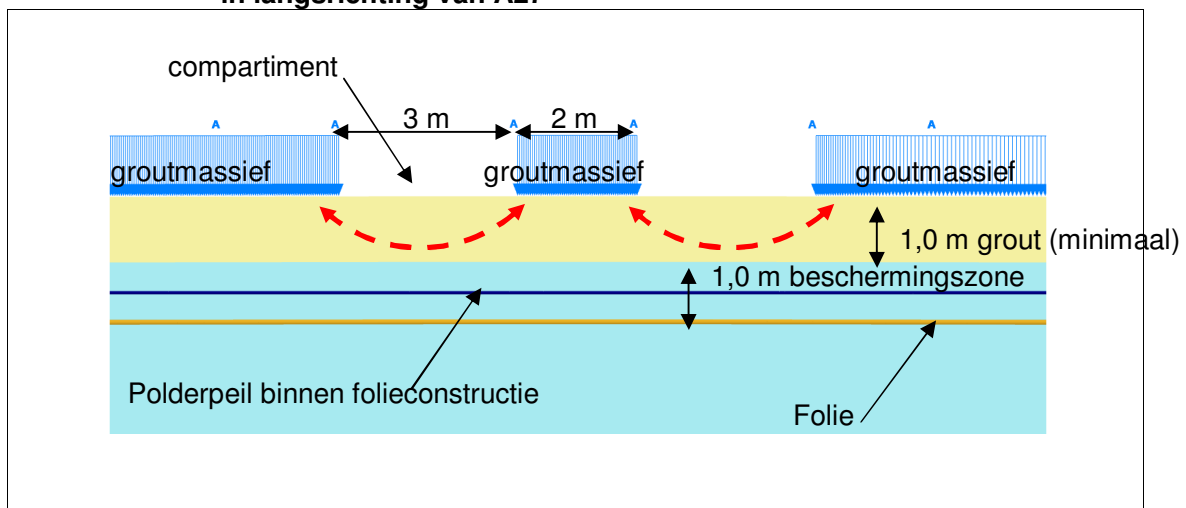
Net als de eerder door Witteveen+Bos uitgewerkte sleufmethode, gaat de uitgewerkte bouwmethode uit van een 3 dimensionale spanningsspreiding. De grond in de taluds naast de huidige A27 worden gemengd met grout, zodanig dat er iets boven de folie één groot groutmassief ontstaat. Dit grout wordt in verschillende kleine delen uitgehakt, waarna er delen van de toekomstige L-wand worden gestort.

Afbeelding 4.3. Uitvoeringswijze groutmethode 3D aanzicht vanaf bestaande A27



Door het grout in delen uit te hakken tijdens de bouwfase wordt voorkomen dat de folieconstructie opbarst. In feite treedt een soort boogwerking op waardoor het gewicht van de ontgraven grond (c.q. het uitgehakte grout) wordt gecompenseerd door steundruk uit het naastgelegen (nog niet uitgehakte) grout.

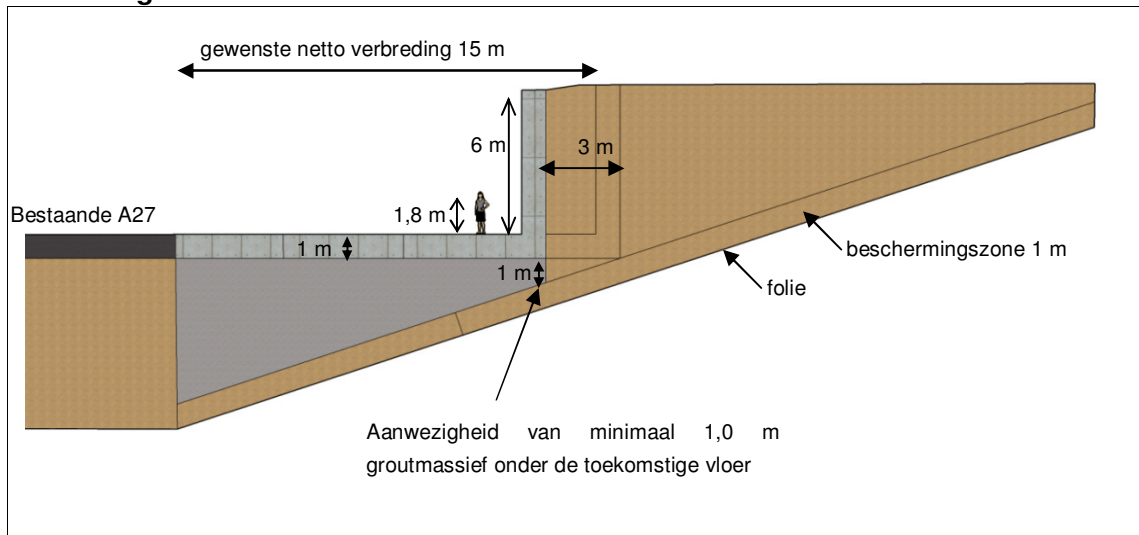
Afbeelding 4.4. Principe boogwerking ter plaatse van 3^e deel verbreding Doorsnede in langsrichting van A27



Ter plaatse van de ontstane uitgehakte compartimenten kan een deel van de L-wand worden gestort. Deze betonnen L-wand dient voorzien te worden van ballast, alvorens de overgebleven groutmassieven weggehakt worden. Het gewicht van het uitgehakte grout wordt gecompenseerd door het gewicht van de reeds aanwezige betonnen L-wand, welke voorzien is van extra ballast. Het opbarsten van de folie wordt voorkomen door de boogwerking in het grout volgens hetzelfde principe als afbeelding 4.4. Na het weghakken van het overgebleven grout kan de L-wand voltooid worden en de ballast verwijderd worden.

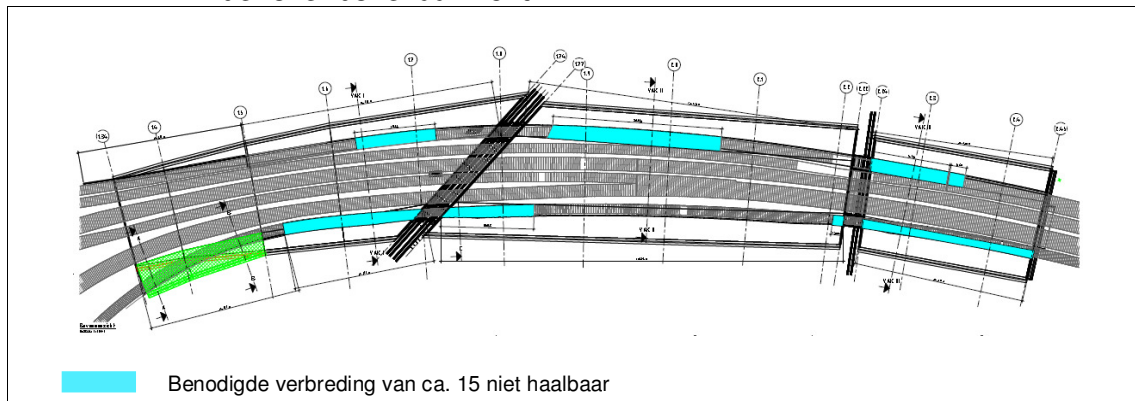
Zoals beschreven is de kortste afstand tot de folie ter plaatse van de ontgraving bepalend voor de toelaatbare ontgravingsbreedte. Het is van groot belang dat de folie met zekerheid stabiel blijft. Om dit te garanderen is het noodzakelijk dat het groutmassief onder de betonvloer tenminste een dikte van 1 meter heeft, naast de reeds aanwezige dikte van de beschermingszone van de folieconstructie. Bij een afstand tussen de betonnen L-wand en de folieconstructie van 2,0 meter (optelsom van 1 meter groutmassief onder de vloer en 1 meter beschermingszone boven het folie) blijft voldoende ruimte over voor de noodzakelijke boogwerking in het grout.

Afbeelding 4.5. Minimale afstand betonwand en folieconstructie: dwarsdoorsnede



De grotere afstand tussen de folieconstructie en de betonnen L-wand leidt er toe dat de benodigde verbreding over een groot deel van het tracégebied niet haalbaar is. In afbeelding 4.6 is dit in blauw aangegeven.

Afbeelding 4.6. Gevolgen voor de benodigde uitbreiding bij afstand van 2,0 meter tot de folie: bovenaanzicht



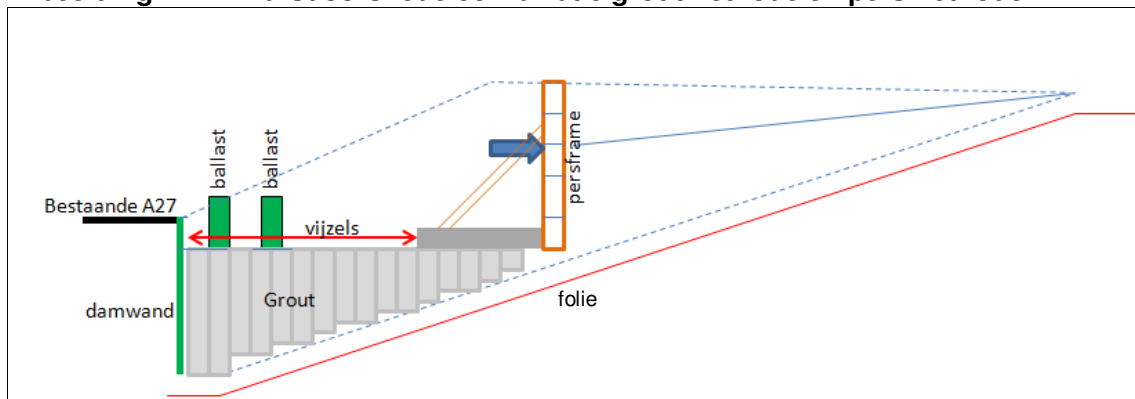
Om toch de benodigde verbreding te kunnen realiseren is onderzocht of de groutmethode gecombineerd kan worden met een andere methode. Hiervoor zijn twee mogelijkheden beschouwd:

- het combineren van de groutmethode met de persmethode;
- het combineren van de groutmethode met het plaatsen van een horizontaal 'mes'.

Combinatie groutmethode met persmethode

Hierbij is gedacht aan het realiseren van extra breedte (3 m) door een persframe op de vloer aan te brengen en het persframe samen met de vloer verder richting de folieconstructie te persen. Bij deze methode wordt in dwarsrichting (loodrecht op de bestaande A27) geperst. Het vloerdeel waar het persframe op gemonteerd is zorgt ervoor dat de folieconstructie voldoende tegendruk krijgt en niet omhoog komt. De gewenste extra verbreding bleek met deze combinatie van methoden niet haalbaar omdat de spanningen in de folieconstructie, als gevolg van het persen, te hoog zullen worden.

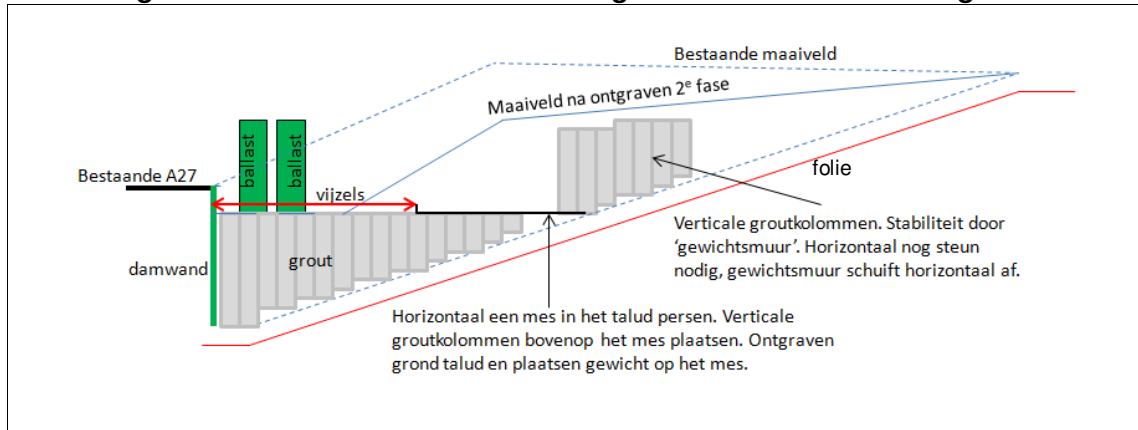
Afbeelding 4.7. Dwarsdoorsnede combinatie groutmethode en persmethode



Combinatie groutmethode met horizontaal 'mes'

Hierbij is gedacht aan een horizontale stalen plaat (het zgn. 'mes') die de laatste 3 meter overbrugt. Deze horizontale plaat wordt in de grond aangebracht en zal gesteund worden door de groutconstructie onder de vloer en de groutconstructie achter de wand. De horizontale plaat zorgt voor voldoende tegendruk zodat de folieconstructie niet omhoog komt. Een tolerantiebeschouwing leerde dat het niet mogelijk is om de horizontale stalen plaat met voldoende precisie aan te brengen, waardoor een fors risico op beschadiging van de folieconstructie ontstaat.

Afbeelding 4.8. Dwarsdoorsnede combinatie groutmethode en aanbrengen 'mes'



Uitvoeringsduur

De uitvoering van deze methode duurt, vanwege het complexe werken met het aanbrengen van grout tot dicht op de folieconstructie en het daarna in compartimenten weer uithakken van het grout, tamelijk lang. Uitgaande van de inzet van 6 machines om het grout aan te brengen en het parallel schakelen van de overige werkzaamheden (zoals het uithakken van het grout, het storten van de betonnen L-wand en het asfalteren) zal de realisatie ongeveer 3 á 5 jaar beslaan. Als het aantal machines voor het aanbrengen van het grout wordt vergroot is uiteraard een kortere uitvoeringstijd mogelijk. Om hinder op de bestaande A27 zoveel mogelijk te beperken is uitgegaan van het werken aan één zijde van de A27 tegelijkertijd. De werkzaamheden ten behoeve van het aanpassen van de spookruisingen kunnen tegelijkertijd uitgevoerd worden.

Belangrijk aandachtspunt: grondgesteldheid

Uit grondonderzoek voor de recent uitgevoerde vakwerkbrug naast het spoor Utrecht 's-Hertogenbosch blijkt de grondaanvulling op de folie sterk heterogeen is. Als dit grondonderzoek rigide wordt geïnterpreteerd, en als representatief wordt verondersteld voor de gehele grondaanvulling op de folie, dan blijkt dat de situatie in geen geval stabiel is, zelfs de huidige situatie niet. In werkelijkheid zal de situatie niet zo slecht zijn, de foliepolder functioneert immers al 30 jaar zonder problemen.

Bij de groutmethode wordt de grondaanvulling op de folie versterkt door het aanbrengen van het grout, waarbij het grout ook onder de vloer van de uitbreiding aanwezig is. Door het aanbrengen van het grout zal de grondaanvulling op de folie zwaarder worden, ook wordt de samenhang sterk verbeterd. De groutmethode is in zowel bouwfase als eindfase minder gevoelig voor heterogeniteit van de grondaanvulling.

4.3.2. Tijdelijk en lokale verlaging van het (grond)waterpeil

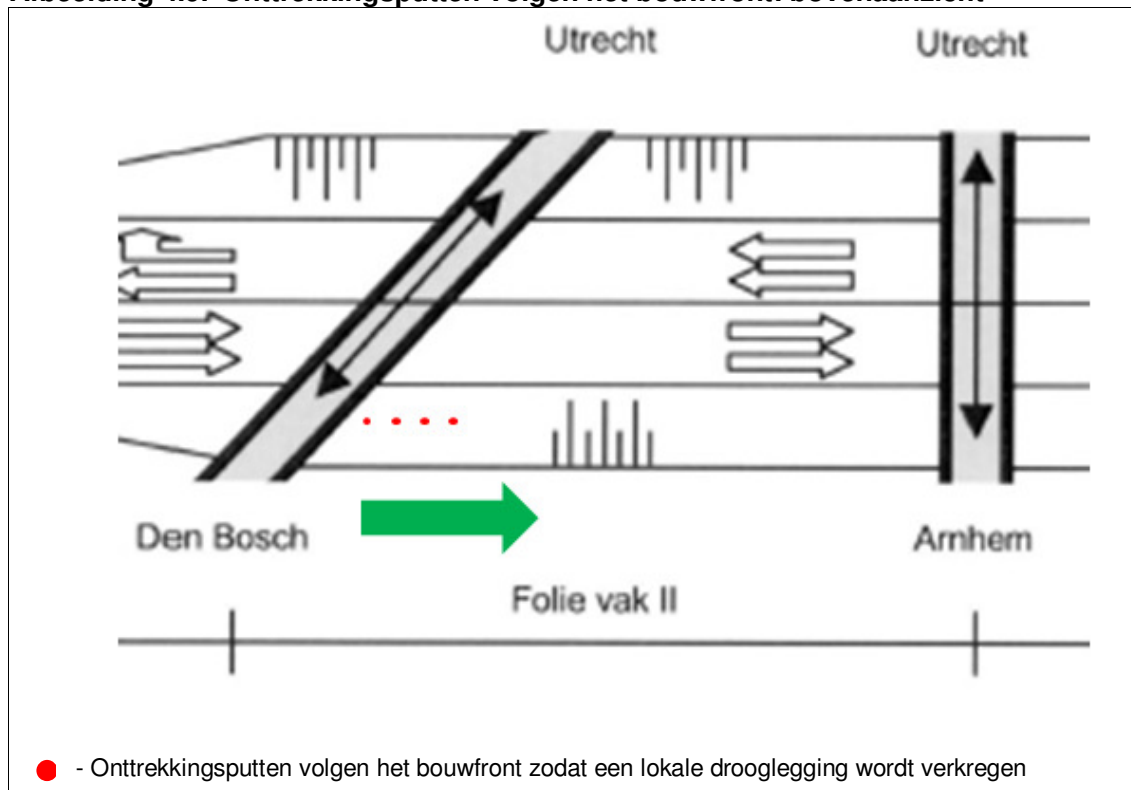
De in de vorige paragraaf beschreven groutmethode maakt gebruik van 3D spreiding in de ondergrond om de folie tijdens de realisatie van de verbreding stabiel te houden. De methode blijkt gevoelig als de folie dicht wordt genaderd. Toch is dit op een aantal plaatsen wel nodig om de benodigde verbreding te kunnen realiseren.

Met een tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil is het mogelijk om de folieconstructie dicht te naderen omdat de waterdruk onder de folieconstructie verlaagd wordt tot iets onder het ontgravingsniveau van de uitbreiding van de A27, te controleren door het plaatsen en aflezen van peilbuizen. Het is hiermee mogelijk om de grond ter plaatse van de taluds te ontgraven zonder dat de folieconstructie opbarst.

Om de invloed naar de omgeving te minimaliseren zal de grondwaterstand zo lokaal mogelijk verlaagd worden. In het onderzoek is uitgegaan van tijdelijke verlaging over een lengte van 35 meter. Binnen deze tijdelijke grondwaterpeil verlaging wordt ontgraven en wordt de L-wand in secties met een lengte van circa 25 meter gestort. Hierbij blijft een bouwruimte over van 10 meter (35 meter verlaagd grondwaterpeil minus de sectielengte van een betonnen L-wand van 25 meter). De L-wand wordt in horizontale richting (dwars op de bestaande A27) gesteund door een damwand.

De tijdelijke en lokale verlaging van het grondwaterpeil volgt het bouwfront in de lengterichting van het tracé door nauwkeurige in- en uitschakeling van de onttrekkingsputten. Door het onttrokken grondwater op verschillende uitgekiende locaties terug te brengen in de bodem (retourputten) zijn de effecten van de grondwaterpeil verlaging op de omgeving te beperken.

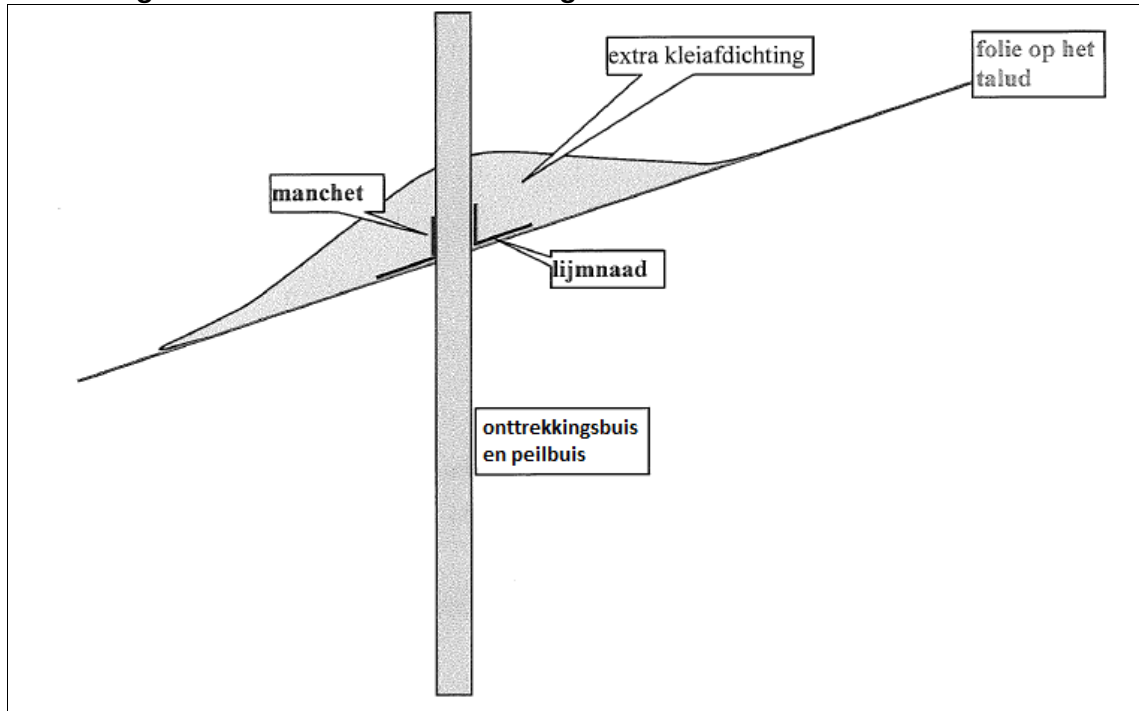
Afbeelding 4.9. Onttrekkingsputten volgen het bouwfront: bovenaanzicht



Om de grondwaterstand te verlagen is het noodzakelijk om onttrekkingsputten aan te brengen door de folieconstructie heen. Om beschadiging van de folieconstructie zoveel mogelijk te beperken kunnen stalen mantelbuizen, welke voorzien zijn van een scherpe rand, met een trilblok tot circa 2 meter onder de folieconstructie aangebracht worden. Vervolgens wordt met behulp van een zuigboring de werkelijke onttrekkingsput aangebracht. Met bovenstaande methode zijn geen ervaringen opgedaan, daarom wordt geadviseerd om de voorgestelde methode vooraf te beproeven.

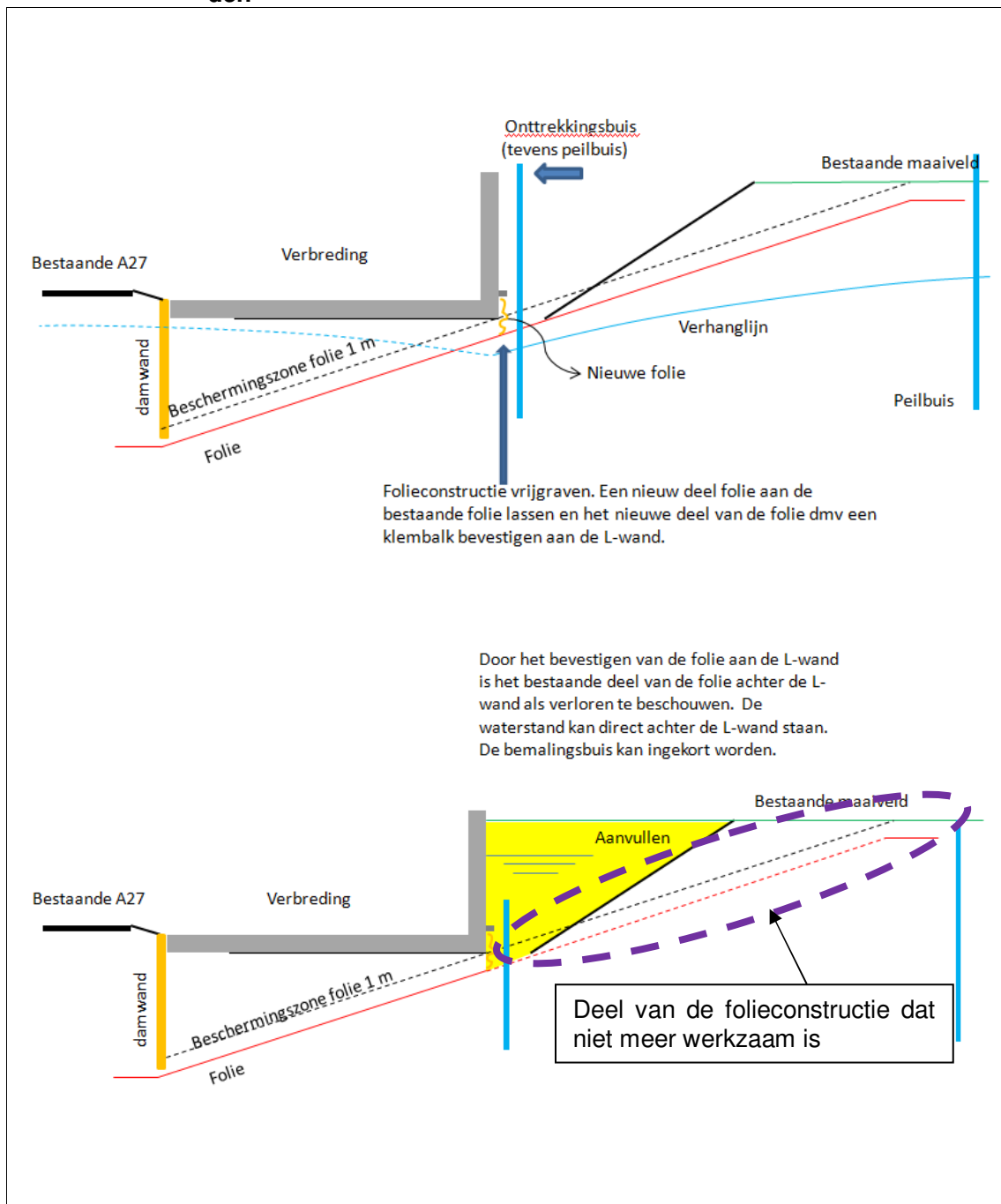
De gaten die in de folie ontstaan, door het aanbrengen van onttrekkingsputten, veroorzaken lekkage zodra de onttrekkingsputten niet meer werkzaam zijn en de grondwaterdruk zich onder de folieconstructie heeft hersteld. Deze gaten dienen afgedicht te worden door bijvoorbeeld het plaatsen van een manchets welke de opening tussen de folieconstructie en de stalen mantelbuis afdicht. Door bovenop het manchets vette klei aan te brengen wordt een eventuele lekkage extra geremd.

Afbeelding 4.10. Detail manchetsafdichting tussen folieconstructie en mantelbuis



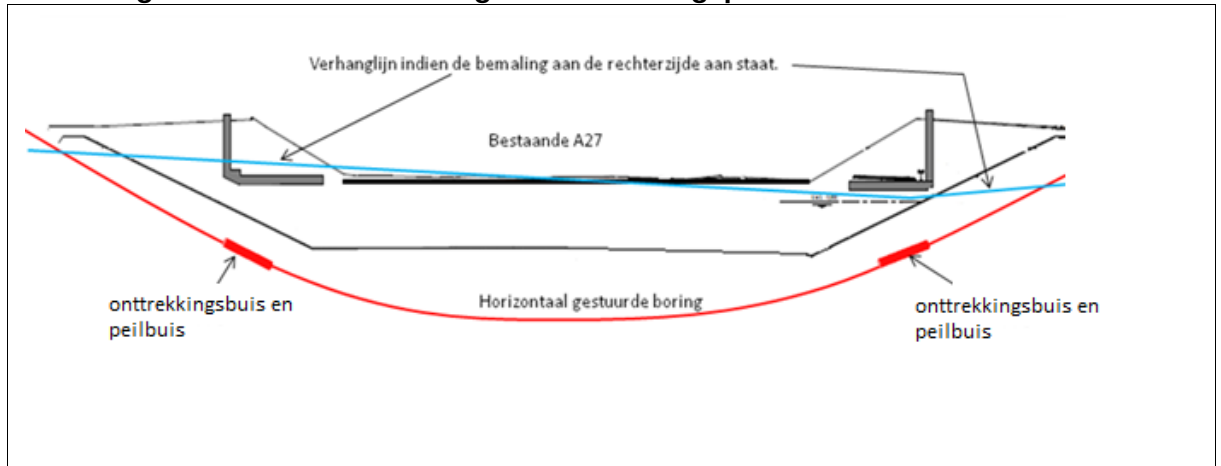
In plaats van het afdichten van deze gaten is het ook mogelijk om de folieconstructie aan de onderzijde van de gerealiseerde L-wand te bevestigen, zodanig dat de folieconstructie in combinatie met de L-wand zorgt voor een waterdichte afsluiting.

Afbeelding 4.11. Folieconstructie en L-wand samen als waterkering: dwarsdoorsneden



Bovenstaande methoden gaan uit van een aanpassing aan de folieconstructie. Door de onttrekkingsputten in een horizontale boring te plaatsen, welke onder de folieconstructie ligt, is het mogelijk de gehele folieconstructie in tact te laten, zonder deze te beschadigen. Het principe is weergegeven in afbeelding 4.12. De onttrekkingsputten links en rechts van de bestaande A27 dienen niet tegelijkertijd in werking te zijn om de invloed van de grondwaterstandsverlaging naar de omgeving te beperken. De extra kosten die de horizontale boringen met zich mee brengen dienen afgewogen te worden tegen het reduceren van risico's welke aanpassingen aan de folieconstructie met zich mee brengen.

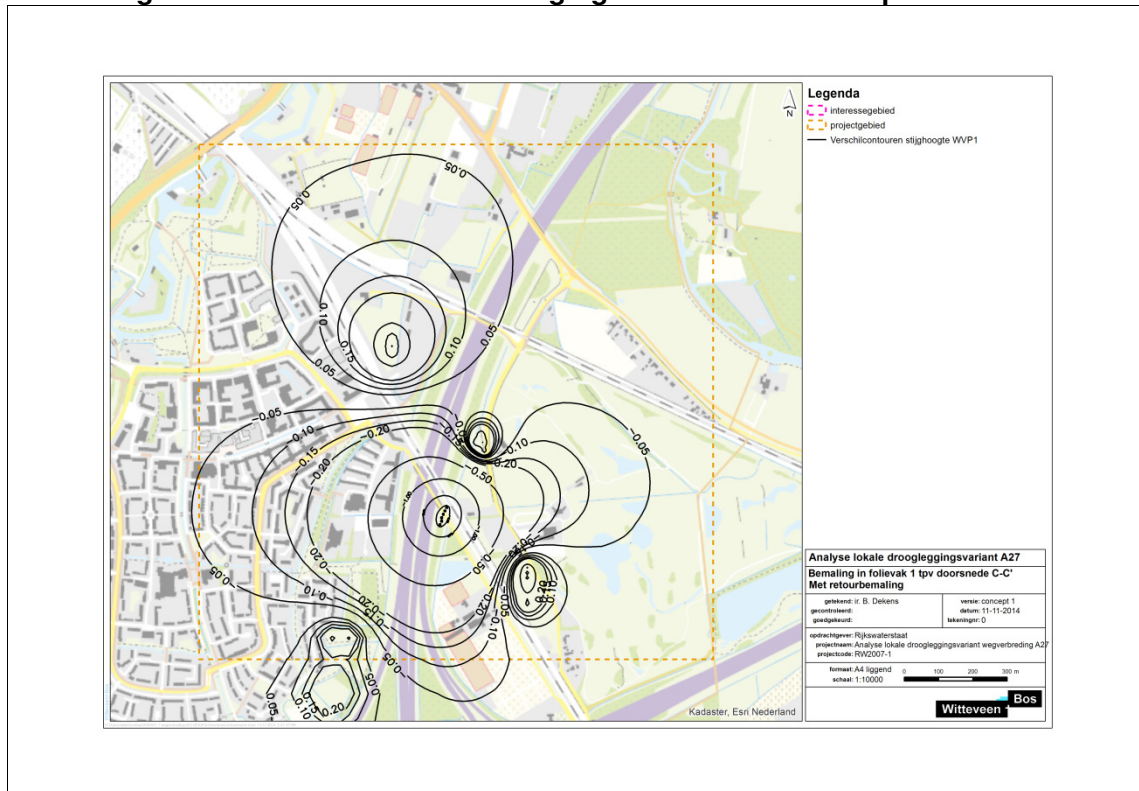
Afbeelding 4.12. Horizontale boring met onttrekkingsputten: dwarsdoorsnede



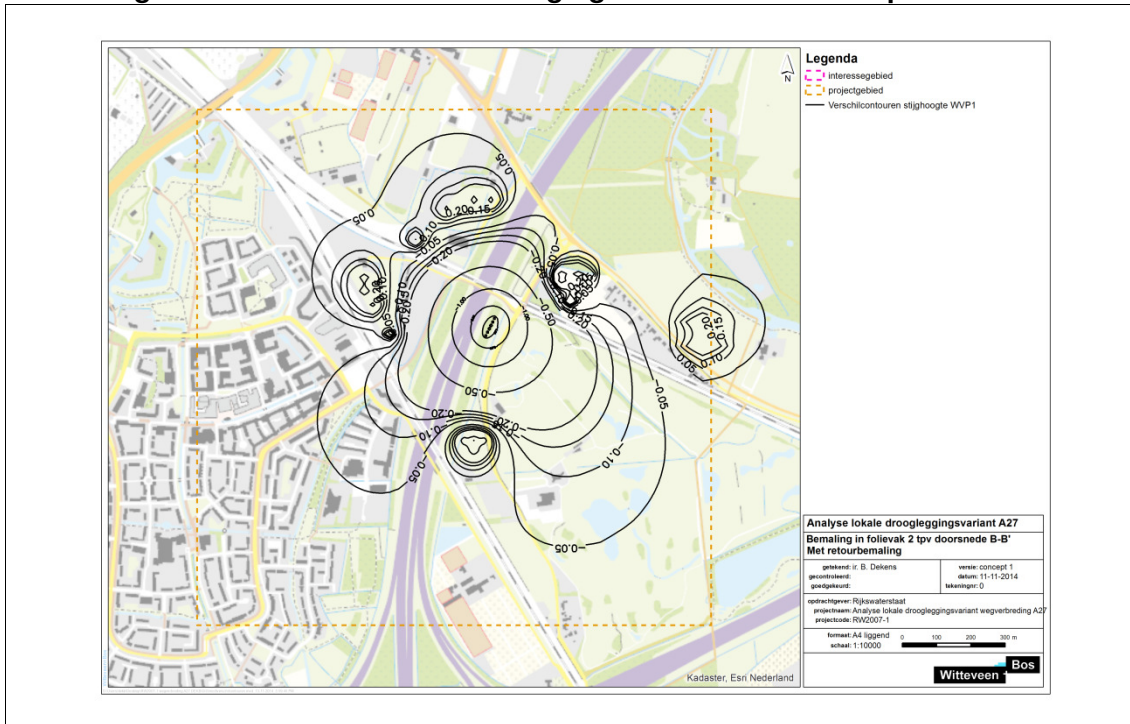
Wat is de invloed van de tijdelijke grondwaterstandsverlaging op de omgeving?

Zoals in paragraaf 4.3.2. vermeld zijn door het toepassen van retourputten de effecten van de grondwaterstandsverlaging op de omgeving beperkt. In onderstaande afbeeldingen geven de contourlijnen de grondwaterstandsverlaging ten opzichte van de gemiddelde heersende grondwaterstand weer. De waterstandsverlaging is weergegeven in meters.

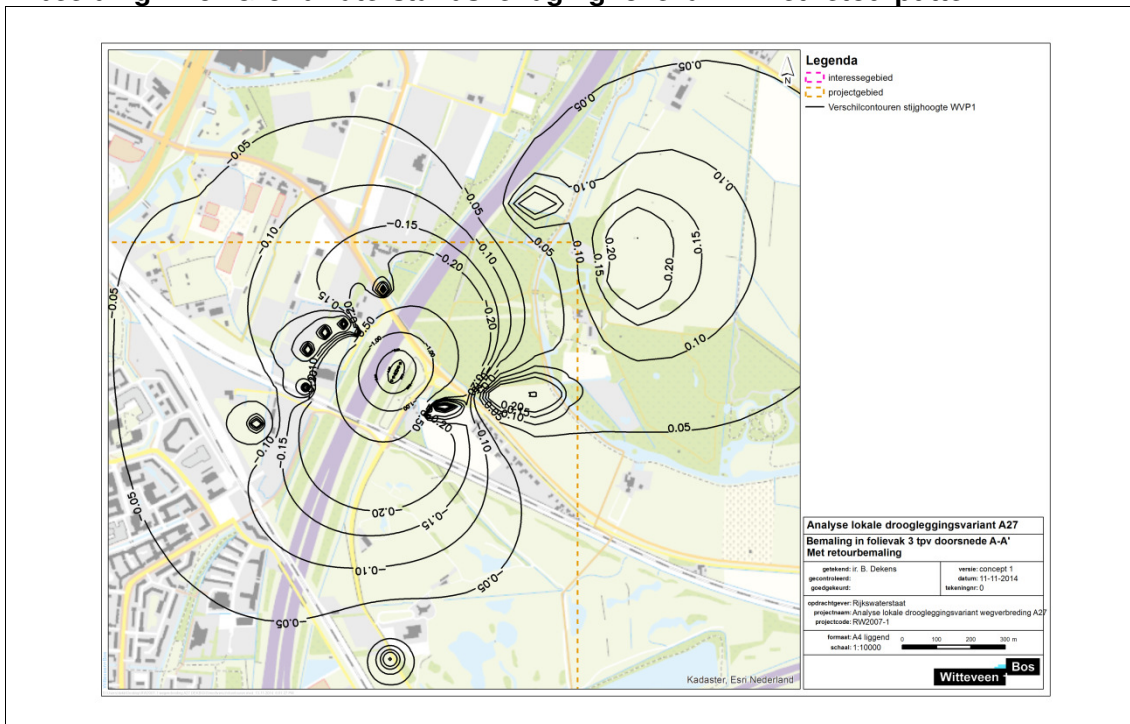
Afbeelding 4.13. Grondwaterstandsverlaging folievak I met retourputten



Afbeelding 4.14. Grondwaterstandsverlaging folievak II met retourputten



Afbeelding 4.15. Grondwaterstandsverlaging folievak III met retourputten



De grondwaterstandsverlaging in de folievakken ten zuiden van de spoorlijn Utrecht – Arnhem (folievakken I en II) zal naar verwachting niet leiden tot onbeheersbare gevolgen voor bebouwing, spoorlijnen, gewassen, het golfterrein en park- en stinzenbos op landgoed Amelisweerd.

Als gevolg van de grondwaterstandsverlaging in het folievak ten noorden van de spoorlijn Utrecht – Arnhem (folievak III) zal kortstondig (verdeeld over twee periodes van 3 á 4 maanden) een lokale grondwaterstandsverlaging optreden in het park- en stinzenbos op landgoed Amelisweerd. Het verdient aanbeveling nader onderzoek te doen naar de gevolgen van deze grondwaterstandsverlaging en de mogelijke beheersmaatregelen om permanente negatieve ecologische effecten te voorkomen.

Hoe lang duren de werkzaamheden?

De realisatietijd van de methode met tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil bedraagt circa 3 á 4 jaar. Om de effecten op de omgeving te minimaliseren volgt de (grond)waterpeilverlaging het bouwfront. Het is hierdoor niet mogelijk om op meerdere plaatsen in het tracé tegelijkertijd te beginnen, dit zou het effect van grondwaterstandsverlaging op de omgeving vergroten. De snelheid van het bouwfront ligt op circa 25 meter per 2 á 3 weken, waarbij de werkzaamheden ten behoeve van de spoor kruisingen tegelijkertijd uitgevoerd kunnen worden.

Belangrijke aandachtspunten: grondgesteldheid, vergunningen

Met de methode die gebruik maakt van een tijdelijke en lokale verlaging van het (grond)waterpeil wordt de folie vrij gegraven. De exacte ligging is dan duidelijk te bepalen, hierdoor is het dicht naderen van de L-wand tot de folieconstructie een minder groot risico.

Uit eerder onderzoek blijkt dat de grondaanvulling op de folie sterk heterogeen is. In de bouwfase is de kwaliteit van het grondaanvulling van gering belang, omdat de waterstand buiten de folieconstructie verlaagd wordt. In de eindfase is de kwaliteit van het aanvulmateriaal binnen de folie wel van belang. Lokale verstoringen hebben geen invloed omdat de betonnen L-wand stijf is en daardoor belastingen kan herverdelen. De L-wand is opgebouwd uit secties, waardoor het belangrijk is om de gemiddelde waarde van het grondaanvulling per sectie te kennen. Indien uit nader onderzoek blijkt dat de kwaliteit van de aanwezige grondaanvulling gemiddeld slechter is dan in de onderzoeken is aangehouden, dient de eindsituatie met de verbreding opnieuw geverifieerd te worden.

Gezien de verwachting van het onttrekkingsdebiet (circa 400 m³/uur) is de grondwateronttrekking voor de uitbreiding van de A27 vergunningsplichtig en dient het grondwater te worden geretourneerd. Bij bovenstaand debiet is tevens een MER-beoordeling noodzakelijk.

4.4. Welke aanpassingen zijn nodig t.b.v. de bypass A27 Breda naar A28 Amersfoort?

Ten behoeve van de aansluiting van de A12 op de A27 is aan de noordoostzijde van knooppunt Lunetten een bypass aanwezig. Om deze bypass in te passen in de huidige verdiepte ligging van de A27 is aanpassing van de folieconstructie noodzakelijk. Het betreft hier een uitbreiding van de folieconstructie op een ondiep gedeelte. Ten behoeve van de aanpassing kan de folieconstructie vrijgegraven worden, waarbij de grondwaterstand aan de buitenzijde van de folie circa 0,8 m verlaagd wordt. De folieconstructie wordt verbreedt door hier een nieuw gedeelte aan te lassen.

Afbeelding 4.16. Bovenaanzicht bypass A27

