

Afgezonken folieconstructies in beperkt ruimtebeslag

Ondergronds bouwen met geokunststoffen

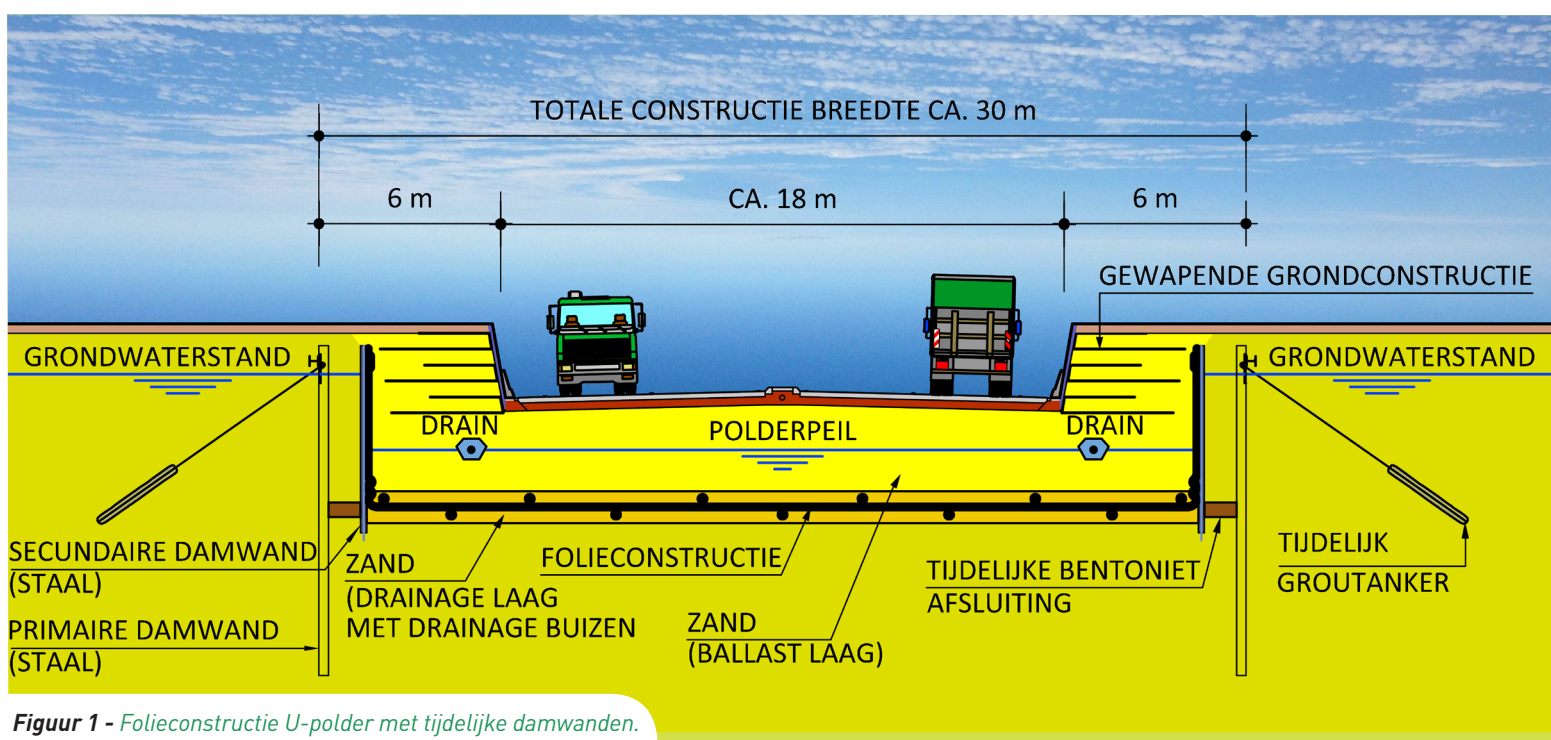
Ing. R.H. Gerritsen
Witteveen+Bos



drs. D.H. van Regteren
Genap



R.H. Knulst
Rijkswaterstaat



Figuur 1 - Folieconstructie U-polder met tijdelijke damwanden.

Bron: Witteveen+Bos, 2016.

Inleiding

De meest eenvoudige manier om folieconstructies aan te brengen is in een open ontgraving. Uitvoering van ondergrondse constructies met een onderwater talud resulteert echter in een groot ruimtebeslag, zie deel 1 van deze serie. In stedelijk gebied is deze ruimte vaak niet beschikbaar, doordat er op korte afstand gebouwen, ondergrondse constructies, spoorlijnen, wegen of kabels/leidingen aanwezig zijn. De breedte van de folieconstructie kan beperkt worden door alternatieve concepten, waarbij deze wordt afgezonken tegen verticale begrenzingen (bouwput wanden).

Concepten

Rijkswaterstaat en verschillende marktpartijen

hebben een aantal concepten ontwikkeld en proeven uitgevoerd om het ruimtebeslag van folieconstructies te beperken. Hoewel de concepten circa twintig jaar geleden zijn ontwikkeld, kunnen deze nog steeds worden gezien als innovatief ten opzichte van traditionele bouwmethoden met onderwater beton en trekpalen. De belangrijkste concepten hierbij zijn:

1. Folieconstructie U-polder
2. Folieconstructie damwandpolder

Het principe van de concepten staat in het klein weergegeven in figuur 1 en 2. Voor grotere afbeeldingen en toelichting op de concepten wordt verwezen naar deel 1 van dit artikel.

Vergelijking constructiemethode

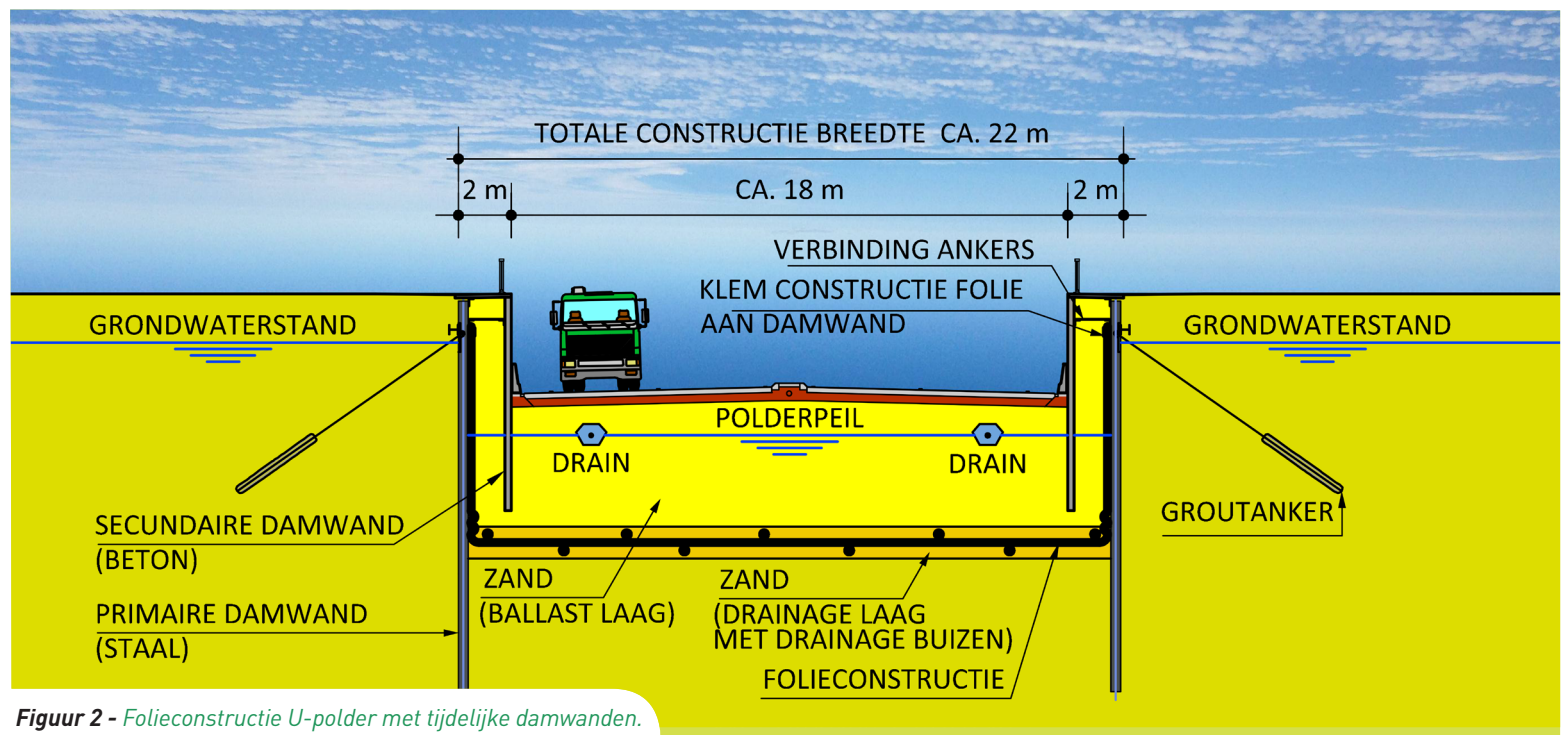
Het verschil tussen het damwand- en het U-polder concept zit voornamelijk in de wijze waarop de horizontale gronddruk in evenwicht wordt gehouden (tabel 1). Bij de damwandpolder komt dit evenwicht door de interactie tussen de primaire en secundaire damwand. Deze damwanden zijn permanent aanwezig, zowel tijdens de uitvoering als tijdens de gehele levensduur van de constructie. Bij de U-polder kunnen de stalen damwanden tijdelijk of permanent gebruikt worden. Het uiteindelijke evenwicht wordt bereikt met een gewichtsconstructie van grond, gewapende grond of een L-wand. In tabel 2 is een kwalitatieve vergelijking weergegeven van bouwmethoden ten aanzien van het beperken

Samenvatting

Folieconstructies kunnen worden gebruikt voor waterdichte afsluitingen van ondergrondse constructies. Vanwege de hoge grondwaterstand in Nederland zijn diepe en grootschalige folieconstructies over het algemeen afgezonken. Dit geeft vaak problemen met het ruimtebeslag, aangezien in stedelijke gebieden de beschikbare realisatieruimte beperkt is. De breedte kan beperkt worden door gebruik te maken van ontwerp concepten als de U-polder en de damwandpolder. Als vervolg op praktijkproeven in het verleden zijn verschillende projecten inmiddels succesvol uitgevoerd. Het succes hangt af van een integrale aanpak ten aanzien van ontwerpen uitvoeringsaspecten, risicobeheersing en kwaliteitsborging tijdens

de uitvoering. De bouwmethode is vaak gebruikt en geschikt in Nederlandse omstandigheden, echter heeft ook zeker potentie voor buitenlandse projecten.

Dit artikel betreft het tweede deel uit een serie van twee. Het eerste deel heeft de concepten van de U-polder en damwandpolder in detail beschreven. Dit tweede en laatste deel gaat in op een verdere vergelijking van de concepten voor de constructiemethode, bouwkosten en risico's. Tevens wordt ingegaan op verschillende projectervaringen, waaronder de recent gerealiseerde Doornboslaan in Breda.



Figuur 2 - Folieconstructie U-polder met tijdelijke damwanden.

Bron: Witteveen+Bos, 2016.

van de breedte, ervaringen, duurzaamheid bouwmethode en de bouwkosten.

Vergelijking bouwkosten

De bouwkosten van alternatieve folieconstructies zijn sterk afhankelijk van de aanwezig project omstandigheden. De geotechnische omstandigheden zoals grondsamenstelling en grondwaterstanden zijn hierbij zeer belangrijk. De lokale bodemsamenstelling bepaalt de herbruikbaarheid van de afgegraven grond. Tabel 3 geeft de verschillende onderdelen van bouwkosten bij folieconstructies. Voor vergelijking zijn de onderdelen van bouwkosten bij een traditionele bouwmethode ook weergegeven, uitgaande van permanente damwanden, trekpalen, onderwaterbeton en een constructieve betonvloer.

Als business case voor bepaling van de bouwkosten is er een vergelijking gemaakt



Figuur 2 - Overtrekken folie tot nabij het kopscherm vóór het maken van een kanaal en afzinken folieconstructie U-polder Doornboslaan Breda.

Bron: Gerritsen, Witteveen+Bos, 2016.

Tabel 1 - Vergelijking constructiemethoden

Constructie methode	Waterafsluiting	Evenwicht verticale richting	Evenwicht horizontale richting
1. Beton (traditioneel)	Beton	Palen, betonvloer	Damwanden, betonwand
2. Natuurlijke polder (waterremmende grondlagen)	Natuurlijke grondlagen of dichtwanden	Natuurlijke grondlagen, kunstmatige injectie	Natuurlijk talud, folieschermen, soilmix-wanden, cement-bentoniet wanden, stalen damwanden
3. Folieconstructie open ontgraving	Folieconstructie	Zandaanvulling	Zandaanvulling
4. Folieconstructie U-polder	Folieconstructie	Zandaanvulling	Zandaanvulling, gewapende grondconstructie, L-wand
5. Folieconstructie damwandpolder	Folieconstructie	Zandaanvulling	Verankerde voorzetwand

Tabel 2 - Vergelijking constructiemethoden

Constructie methode	Gelimiteerde breedte	Ervaring	Duurzaam bouwen (CO2)	Bouwkosten
1. Beton (traditioneel)	+++	+++	-	-
2. Natuurlijke polder (waterremmende grondlagen)	+	+/-	+++	+++
3. Folieconstructie open ontgraving	0	++	+++	+++
4. Folieconstructie U-polder	++	+	++	++
5. Folieconstructie damwandpolder	+++	+	++	+

tussen drie bouwmethodes. Dit betreft de damwand- en U-polder (met tijdelijke of permanente damwand) en de derde is een traditionele bouwmethode met een betonbak. Als basis voor de kostenindex is gekozen voor een verdiepte wegligging op 4 meter onder maaiveld over een lengte van 100 meter. Vergelijkingen met onder andere de breedte en kosten zijn ook eerder beschouwd door Rijkswaterstaat en in een afstudeeronderzoek van Aartsen, 1995. In de onderstaande grafiek is de relatie gegeven tussen de directe aanlegkosten (verticale as) en de breedte van de wegconstructie (asfaltbreedte). De kosten voor de traditionele constructie omvatten in dit geval bijvoorbeeld de ontgravingen, damwanden, onderwaterbeton, trekpalen en de constructievloer. De kosten voor de alternatieve folieconstructies bestaan ondermeer uit de (tijdelijke) damwanden, ontgravingen, folieconstructie en ballastzand. De bandbreedte van de bouwkostenberekening

wordt geschat op +/- 30 %.

De startkosten van een smalle weg (5 meter) zijn hoog (meer dan 1 miljoen euro). Dit heeft te maken met de hoge initiële kosten voor het plaatsen van de verticale wanden en detailwerkzaamheden. Afhankelijk van de projectomstandigheden en keuzes naar de toe te passen grondkerende constructies kan het percentage van de wanden liggen tussen maar liefst 30-60% van de totale bouwkosten. Wanneer de wegconstructie breder wordt zullen de kosten per vierkante meter verdiepte ligging geleidelijk afnemen vanwege de relatief lage eenheidsprijs van het foliemateriaal. Grondwerk en grondtransport zorgen bij de folieconcepten ook voor een aanzienlijk deel van de kosten, te weten een percentage van 20-35%. Belangrijke kosten bepalende factoren zijn daarbij de mogelijkheid voor hergebruik van uitgekomen materiaal, transportafstanden en mogelijkheden om overgebleven grond te hergebruiken binnen

het project. Bij een 'slechte' grondslag (klei/veen) en het volledig moeten afvoeren van uitgekomen materiaal geeft dit uiteraard aanzienlijke extra kosten, waardoor een bouwmethode minder aantrekkelijk kan worden. De grafiek geeft de maximale wegbreedte op 25 meter, dit komt overeen met een verdiepte ligging met circa 6 rijbanen. Uiteraard zijn in de praktijk bredere constructies mogelijk, waarbij de voordelen voor een folieconstructie alleen maar toenemen.

Uit figuur 4 kan geconcludeerd worden dat folieconstructies afgezonken in een beperkt ruimtebeslag economisch gezien een alternatief kunnen zijn in veel omstandigheden. Het meest interessant zijn locaties met grote constructiebreedtes in geval van aanzienlijke wegbreedtes (> 20 meter) of wenselijkheid van groene taluds gevraagd vanuit een beeldkwaliteitsplan. Bij kleinschalige projecten, smalle wegconstructies (< 7 meter),

Tabel 3 - Vergelijking belangrijkste kostenonderdelen constructiemethoden

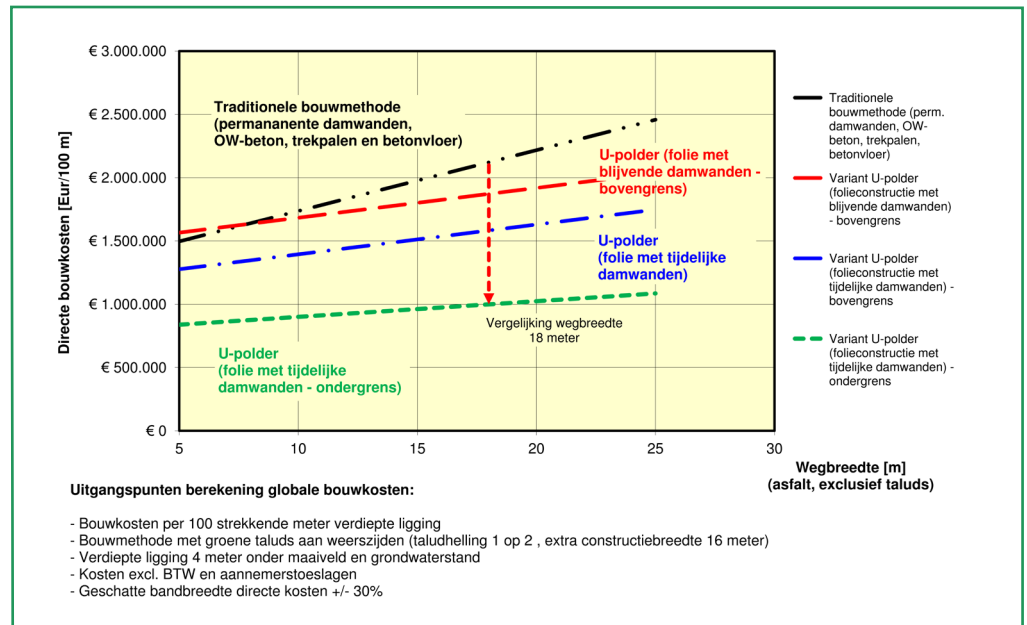
Damwand- en U-polder		Traditionele bouwmethode (onderwater beton en trekpalen)	
1	Installatie (tijdelijke) damwanden en verankering (zwaarder gedimensioneerd), voorzetconstructie	1	Installatie permanente damwanden en verankering
2	Grondwerk (dieper)	2	Grondwerk
3	Afzinken folieconstructie en beschermende geotextielen	3	Aanbrengen trekpalen
4	Kwaliteitsborging, interne/externe keuring (QC)	4	Storten onderwater betonvloer
5	Inzet lekdetectiemethode	5	Storten constructie betonvloer
6	Hergebruik ontgraven zand, aanvoer nieuw ballastmateriaal en/of afvoeren ontgraven grond	6	Afvoeren ontgraven grond

permanente of verloren damwandconstructies, aanwezigheid van slechte bodemopbouw (klei/veen) of hoge toeslagfactoren voor risico's, benaderen de kosten een traditionele bouwmethode. In dergelijke gevallen dient goed beschouwd te worden, welke bouwmethode daarbij projectspecifiek het meest aantrekkelijk is. De berekening met een bovengrens is inclusief aanvoer van nieuw zand (levering en transport), inzet van een lekdetectiemethode, inzet van externe kwaliteitsborging en een risicotoeslag met onvoorziene kosten van 20% (rode lijn). Wanneer een tijdelijke damwand wordt toegepast nemen afhankelijk van de wegbreedte de kosten met 10-20% af (blauwe lijn). De groene lijn betreft een ondergrens van de kosten. Uitgaande van een wegbreedte van 18 meter zien we op basis van de gehanteerde uitgangspunten dat een folieconstructie 10-50 % goedkoper kan zijn dan de traditionele methode met een betonnen bakconstructie in een gesloten bouwkuip met onderwater beton.

Locaties met zand en een hoge grondwaterstand hebben de meeste potentie voor toepassing van folieconstructies. Indien er cohesieve (stoort) lagen aanwezig zijn (klei, leem, veen) of minder geschikt zand (veel fijne delen, siltig, humeus, stenen), dient er vooraf goed onderzoek te worden gedaan naar de mogelijkheden van hergebruik. Hergebruik van cohesieve grondlagen onder de grondwaterstand binnen in een folieconstructie wordt sterk afgeraden, doordat de samenhang van deze lagen verloren gaat en verdichten lastig is. In geval dat de bodem ongeschikt is voor hergebruik, dient er nieuw zand aangevoerd te worden voor de ballastlaag op de folieconstructie. Zelfs wanneer er volledig nieuw aanvulmateriaal aangevoerd moet worden, kan een alternatieve folieconstructie concurrerend zijn ten opzichte van een traditionele bouwmethode.

Risicoanalyse

Voor folieconstructies in een beperkt ruimtebeslag wordt gebruik gemaakt van bekende bouwtechnieken en slimme combinaties daarvan, zoals funderingswerken (damwanden, ankers), grondwerk en verwerking van geotextielen. Het succes hangt af van goede kennis van ontwerpaspecten, materialen en kwaliteitsborging, en beheersing van raakvlakken op alle onderdelen tijdens het ontwerp- en bouwproces. Folieconstructies hebben een verhoogd risicoprofiel ten opzichte van standaard bouwmethoden. Dit is inherent aan het werken met een gevoelig en kwetsbaar geokunststof materiaal. Het is dan ook van groot



Figuur 4 - Relatie tussen de directe bouwkosten diverse varianten afhankelijk van de wegbreedte.



Figuur 5 - Overtrekken folieconstructie toeritten fietstunnel met U-polder Assen Peelo

belang dat risicobeheersing wordt geïntegreerd in het gehele proces van ontwerp, uitvoering en beheer. Hierbij zijn ondermeer de volgende risico's van belang:

- Beschadiging van de folie tijdens de aanleg (bescherming vanuit scherpe delen stalen damwanden, voorzetwanden, aanvulmethode, trekkrachten).
- Verticale stabiliteit folie door externe waterdrukken ten opzichte van het aangebrachte gewicht (diepteligging folie, gewicht ballastmateriaal, verlaging van het polderpeil, ontgravingen voor putten,

riolering, drainagekoffers, L-wanden, etc.).

- Horizontale stabiliteit van de constructieonderdelen en folie (damwanden, verankering, keermuren, voorzetwanden, passieve gronddruk, optreden van grondwaterdrukken).
- Geschiktheid van de uitgegraven grond voor hergebruik rondom de folieconstructie (aanwezigheid cohesieve klei-, leem of veenlagen, scherpe stenen, boomwortels, geschiktheid zand voor hergebruik en behalen van verdichtingsgraad).
- Aanwezigheid milieuverontreinigingen in de omgeving (aantasting folieconstructie,

Bron: Gerritsen, Witteveen+Bos, 2016.

Bron: Gerritsen, Witteveen+Bos, 2008.

duurzaamheid, levensduur folieconstructie).

- Beschadiging folieconstructie tijdens levensduur door calamiteit met brand of agressieve vloeistoffen (gebruiksfasen).

Meer uitgebreide informatie over risico's en geleerde lessen bij folieconstructies wordt gegeven in het artikel van Gerritsen, et al. 2016.

PROJECT ERVARINGEN

U-polder toeritten fietstunnel Assen

In Assen zijn de toeritten van een fietstunnel aangelegd met een U-polder concept. De totale constructie lengte is ongeveer 150 meter. Dit is opgedeeld in circa 30 meter gesloten deel met betonnen tunnelsegmenten en toeritten met folieconstructie van circa 60 meter per zijde. Bij deze toeritten is de folieconstructie afgezonken tussen permanent verankerde damwanden (zie figuur 5). De holle ruimtes van de damwand zijn afgeschermd met wapeningsnetten bedekt met een non-woven beschermend geotextiel. Het uiteindelijke horizontale evenwicht is verzorgd door het aanbrengen van een grondtalud met kleine keerwanden. De folieconstructie is verbonden met het betonnen middeldeel door een waterdichte klemconstructie op ongeveer 7 meter onder maaiveld.

Damwandpolder toeritten verdiepte ligging Assen

Het concept van de damwandpolder is met succes toegepast voor een verdiepte ligging in Assen. In 2005 is vanuit de gemeente besloten één van de hoofdverbindingen richting de snelweg te verdubbelen, om hiermee het fileprobleem voor in- en uitgaand verkeer in Assen op te lossen. Voor inpassing in de bebouwde omgeving en verkeerstechnische redenen is daarbij gekozen voor een verdiepte ligging met hierop kruisend een ovale rotonde voor het lokale verkeer. De opgave ter voorbereiding van het werk is vanuit de gemeente in de markt gezet als een prijsvraag, waarbij aan de markt werd gevraagd te komen met slimme en innovatieve oplossingen. Door de gekozen bouwmethode was het mogelijk om de folieconstructie naast de huidige hoofdweg af te zinken, zonder dat deze geheel moest worden afgesloten.

De damwandpolder is in Assen toegepast voor beide toeritten van de onderdoorgang. De inwendige breedte van de onderdoorgang is circa 18 meter. De totale lengte van de onderdoorgang is 300 meter, waarvan de toeritten een lengte hebben van 180 meter (2 x 90 meter). De middensectie van 120 meter met bovengestegen rotonde, is vanwege de diepte en dragende functie



Figuur 6 - Overtrekken folieconstructie toeritten met damwandpolder Assen Peelo



Figuur 7 - Uiteindelijke situatie van de damwandpolder als hoofdontsluitingroute richting de snelweg Assen Peelo

uitgevoerd met een traditionele bouwmethode van damwanden, trekpalen, een onderwater betonvloer en definitieve vloer van constructief beton. De verbinding van de folieconstructie met het betonnen middeldeel is uitgevoerd met behulp van een klemconstructie. Deze verbinding is gemaakt in een smalle bouwkuip van ongeveer 8 meter diep. In dit compartiment is de verbinding met het kopzeil van de folieconstructie gemaakt. Na het afklemmen van de folie is het compartiment onder water gezet en na het bereiken van een gelijke waterstand in de aangrenzende bouwputten zijn de scheidende stalen damwanden verwijderd. Het

geprefabriceerde foliepakket is hierna opgesteld langs de zijkant van de toerit. Het totale pakket van de folie had een afmeting van circa 90 x 35 meter en is in de toerit gepositioneerd met behulp van drijflichamen, trekogen en lieren (zie figuur 6). Na het positioneren is de hoofdfolie aan de kopfolie gelast met een kanaallas op een klein ponton. Na deze verbinding en het testen hiervan is de gehele folieconstructie afgezonken met een wateroverdruk.

Tijdens het ontwerp- en bouwproces zijn bepaalde onderdelen van de damwandpolder aangepast of geoptimaliseerd in vergelijking met

Bron: Van Dijk, Witteveen+Bos, 2008.

Bron: Meester, Witteveen+Bos, 2008.

het originele concept (Meester, Gerritsen, 2009). Voor de voormuur (secundaire muur) is gekozen voor een betonnen wand, die er hetzelfde uitziet als het betonnen tunnelsegment in het midden. Om installatie redenen is de afstand tussen de primaire en secundaire wand aangehouden op ongeveer 1,0 meter. Met deze tussenruimte was het eenvoudiger om de verbinding tussen de wanden te maken en de ruimte op te vullen. Tevens is hiermee het risico gereduceerd op beschadiging van de folieconstructie.

Om het bouwproces gemakkelijker te maken heeft de aannemer tijdelijk verticale bemaling geplaatst tussen de primaire damwand en de folieconstructie. Door deze bemaling achter de folie kon de waterdruk worden beheerst en op een veilig niveau gehouden. Na aanbrengen van de ballastlaag op de folieconstructie is het polderpeil ingesteld. Met de bemaling achter de folie kon de secundaire wand in de droge worden aangebracht. Tevens was de verbinding en het aanvullen tussen de twee wanden gemakkelijker. Na realisatie van de betonnen voorwand, de verbindingen en het aanvullen achter de wand kon de bemaling verwijderd worden. Met een bouwperiode van circa 1,5 jaar werd de onderdoorgang succesvol afgerond in 2008 (zie figuur 7).

U-polder toeritten fietstunnel Deventer

In Deventer zijn de toeritten van een fietstunnel ook gebouwd volgens het U-polder concept. De bouwmethode was enigszins verschillend met die in Assen. Eén van de verschillen was dat de folieconstructie direct tegen de primaire damwand werd afgezonken. Deze methode vereiste dat de folieconstructie in langsrichting de exacte vorm van de damwandkassen zou volgen. Hiertoe zijn er door de folieverlegger spieën (extra driehoek met vorm wand) gelast ter plaatse van elke damwandkas. Met gebruik van deze methode werd het risico gezien dat de folie niet precies gepositioneerd of zou passen tussen de damwanden, met als mogelijk gevolg eventuele hoge trekkrachten en schade. Bij uitvoering was de maatvoering en het positioneren van de folie dan ook cruciaal. Het afzinken van de folieconstructie is succesvol uitgevoerd (zie figuur 8). Na het opzetten van een overdruk zijn lekdetectiemetingen uitgevoerd en daarbij zijn geen lekkages waargenomen.

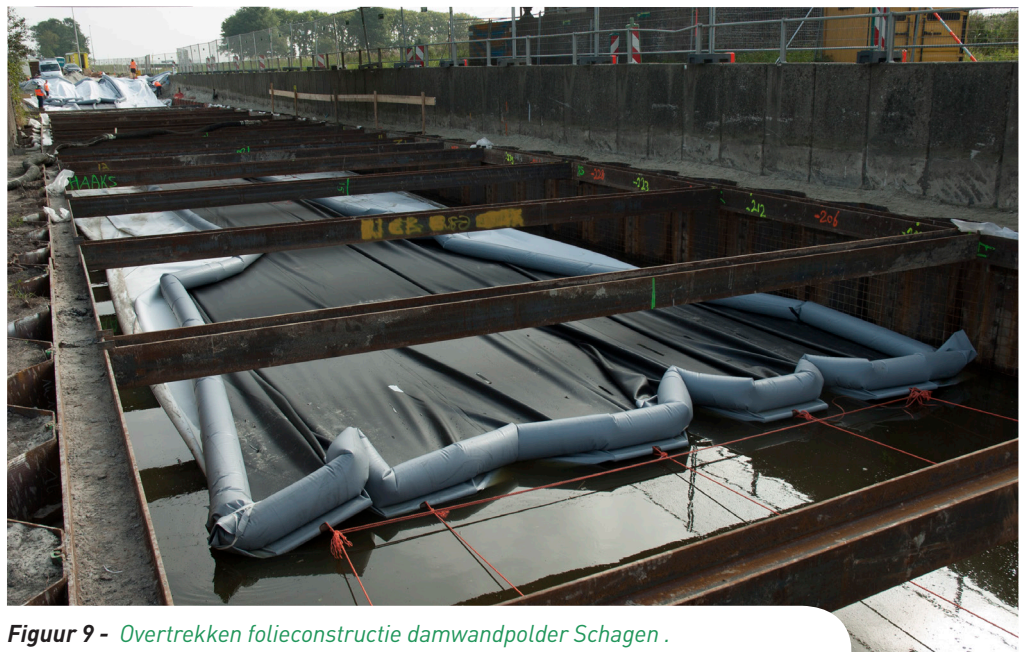
Damwandpolder spoorwegonderdoorgang Schagen

Voor realisatie van de spoorwegonderdoorgang te Schagen is gebruik gemaakt van een damwandpolder. Projectspecifieke



Figuur 8 - Overtrekken folieconstructie U-polder toeritten fietstunnel Deventer .

Bron: Gerritsen, Witteveen+Bos, 2009.



Figuur 9 - Overtrekken folieconstructie damwandpolder Schagen .

Bron: Genap 2013.

omstandigheden waren de zeer beperkte ruimte door aanwezigheid van een naastgelegen kanaal en fietspaden. Na het aanbrengen van de damwanden is de bestaande weg verwijderd en is de bouwput uitgegraven tot de vereiste diepte. De holle ruimte tussen de damwanden zijn vlak gemaakt met een wapeningsnet afgedekt met een geotextiel. Innovatief was het gebruik van een geotextiel composiet-materialen. Dit was een waterdicht folie van 1,0 mm vanaf de fabriek aan één zijde voorzien van een non-woven geotextiel. Het geotextiel is gebruikt als bescherming van de folie aan de onderzijde voor mogelijke scherpe delen vanuit het ontgravingoppervlak of vanuit de wanden (zie figuur 9). Na aanbrengen van de folieconstructie en de ballastlaag is de secundaire wand

geplaatst. De folieconstructie is vastgemaakt aan de damwand en is uiteindelijk verankerd in een geul achter de definitieve damwand. Na het aanbrengen van de folie is er geo-elektrisch lekdetectieonderzoek uitgevoerd en hierbij zijn er geen lekkages gevonden.

U-polder spoorwegonderdoorgang Doornboslaan Breda

Voor een spoorwegonderdoorgang in Breda is een grootschalige U-polder folieconstructie toegepast ter plaatse van de toeritten. Bijzondere omstandigheid was dat deze nieuwe folie is aangebracht ter vervanging van de oudste civiele folieconstructie in Nederland. Deze oude folieconstructie uit 1969 was in een zeer slechte technische staat. Oorzaak hiervan is naar

verwachting de aanwezigheid van een historische grondwaterverontreiniging met VOCL. Als gevolg van deze verontreiniging is naar verwachting een versneld verlies van weekmakers opgetreden. De folie was hierdoor bros, vertoonde lekkages, en functioneerde hiermee niet meer afdoende als waterdichte afsluiting voor de toeritten. Het project ter vervanging heeft bestaan uit een volledige reconstructie van de toeritten, waarbij een PVC-p folie met een dikte van 1,0 mm is afgezonken in een bouwput met stalen damwanden (zie figuur 3 en 10). Ter bescherming is daarbij zowel aan de onderzijde als aan de bovenzijde van de folie een non-woven beschermdoek aangebracht van 1000 gram/m². Het overtrekken en afzinken van een dergelijk zwaar doek was een primeur, maar is vier keer succesvol uitgevoerd. Aan de binnenzijde van de bouwputten is gebruik gemaakt van (verloren) kunststof damwandschermen, waartegen de folieconstructie is afgezonken. Na realisatie zijn de achtergelegen stalen damwanden weer zoveel als mogelijk getrokken. Hierdoor blijven alleen de verticaal ingepakte folieconstructie tegen de kunststof voorzetwand in de ondergrond achter.

De reconstructie van de toeritten is gecombineerd met de bouw van een hoogwaardig openbaar vervoer busbaan langs het spoor met kruisende viaducten (HOV-baan). Voor het project is het betonnen middendeel met hierop een 4-tal sporen volledig in standgehouden. Dit maakte wel dat de nieuwe folieconstructie aansluiting moest vinden op een bestaande constructie door middel van een vrij diepe klemconstructie op circa 8,5 meter beneden maaiveld in een smalle bouwkuip direct naast het spoor. De omstandigheden van de aansluiting op een bestaande constructie gefundeerd op staal, aanwezigheid van het spoor (zeer strenge deformatie-eisen), beperkte ruimte in de binnenstad/spoorse omgeving (logistiek), en de uitvoering in den natte maakten dit project tot een aanzienlijke uitdaging voor alle betrokkenen (Gerritsen, 2015). Het project is in juni 2016 succesvol opgeleverd. Gezien de vele interessante aspecten in dit project zal in de toekomst waarschijnlijk een apart artikel verschijnen over dit uitdagende project.

Conclusie

Met behulp van een damwandpolder of U-polder concept kan de breedte van een folieconstructie aanzienlijk beperkt worden. De damwandpolder kan nagenoeg dezelfde constructiebreedte hebben als een traditionele



Figuur 9 - Overtrekken folieconstructie U-polder in toeritten onderdoorgang Doornboslaan Breda voor afzinken .

Bron: Gerritsen, Witteveen+Bos, 2013.

bouwmethode met een betonconstructie. Bij gebruik van deze folieconcepten is de vermindering in het ruimtebeslag substantieel ten opzichte van traditionele folieconstructies onder een natuurlijk talud met open ontgraving in den natte. Door vermindering in de breedte is het mogelijk om de folieconstructies toe te passen bij lastige situaties, waarin de beschikbare ruimte beperkt is, zoals een stedelijke omgeving. Tevens kunnen dit soort constructies een hogere waardering hebben ten aanzien van duurzaam bouwen (vermindering van primaire bouwmaterialen, gebruik van grond als ballastmateriaal).

De grootste potentie in toepasbaarheid van folieconstructies hebben de locaties met een ondergrond van zand en hoge grondwaterstanden. De economische voordelen van een folieconstructie nemen bij zeer brede constructies toe ten opzichte van een traditionele bouwmethode met een betonbak. Vermindering van aanlegkosten kan tot gevolg hebben dat bij planvorming met complexe infrastructuur projecten met vele stakeholders een verdiepte ligging de voorkeur krijgt ten opzichte van aanleg van infrastructuur op maaiveldniveau. Dergelijke keuzes kunnen een verbetering betekenen van de leefomgeving en een beperking van de impact van bouwprojecten op de omgeving. Dit biedt voor toepassing van folieconstructies niet alleen potentie voor Nederlandse omstandigheden, maar ook voor toekomstige projecten in het buitenland.

Cursus

Meer informatie over folieconstructies in verdiepte infrastructuur kan worden verkregen tijdens een cursus georganiseerd door PAO techniek en management, zie <https://paotm.nl/nl/>.

Referenties

- Ruit, van de, G.M. januari 1995, Rapportage proefproject U-polder, Rijkwaterstaat.
- Aartsen, R.J., augustus 1995, De economische haalbaarheid van de U-polder als nieuwe methode voor het verdiept aanleggen van wegen, TU Delft.
- Vries, de J, Jansen W, januari 2001, Damwandpolder: Een innovatieve manier voor een verdiepte aanleg, Cement.
- Hemelop, D.W., Oktober 2002, Praktijkproef damwandpolder, Geotechniek.
- CUR 221, 2009, Folieconstructies voor verdiepte infrastructuur.
- Meester, H, Gerritsen, R.H., 2009, Folieconstructies met damwand- en U-polder in Assen, Land+Water.
- Gerritsen, R.H., 2012, Innovatieve ondergrondse constructies: folieconstructies in beperkte ruimte, Centrum voor ondergronds bouwen (COB), presentatie jaarcongres COB.
- Gerritsen, R.H., Van Regteren, R.H, Knulst, R.H, 2014, Submerged geomembrane systems: innovative polder-constructions in limited space, Geo-art, special edition / Proceedings, 10th International Conference on Geosynthetics, Berlin.
- Gerritsen R.H., 2015, Reconstructie onderdoorgang Doornboslaan Breda, Speciale uitdagingen en folieconstructie, presentatie ten behoeve van bijeenkomst en projectbezoek NGO-Kivi.
- Gerritsen, R.H., Angenent, C., Scheirs, J. 2016, Geomembrane systems in the Netherlands and abroad - Risks and lessons-learned, Proceedings, 6th European Conference on Geosynthetics.

Copyright figuren: zie bronvermelding bij figuren.