

GEO KUNST

22E JAARGANG NUMMER 3 SEPTEMBER 2018
ONAFHANKELIJK VAKBLAD VOOR
GEBRUIKERS VAN GEOKUNSTSTOFFEN



NGO studiedag 7e creatieve sessie 29 mei 2018

***Afdichting met
geokunststoffen***

***EPS'18 - 5e internationale
conferentie over de infra-
structurele toepassingen
van EPS blokken***

KATERN VAN

**GEO
TECHNIEK**

Sub-Sponsors

**Low & Bonar**

Westervoortsedijk 73
6827 AV Arnhem
Tel. +31 (0) 85 744 1300
Fax +31 (0) 85 744 1310
info@lowandbonar.com
www.lowandbonar.com

**NAUE GmbH & Co. KG**

Gewerbestr. 2
32339 Espelkamp-Fiestel – Germany
Tel. +49 5743 41-0
Fax +49 5743 41-240
info@naue.com
www.naue.com

**TenCate Geosynthetics Netherlands BV**

Europalaan 206
7559 SC HENGELO
service.nl@tencategeo.com
www.tencategeo.eu

Mede-ondersteuners

**Enviro Quality Control B.V.**

Daalseweg 1-B
3611 AA Oud-Zuilen
Tel. +31 (0)30 244 1404
mail@enviro-quality-control.nl
www.eqc.nu

**Ooms Construction / Strukton Civiel**

Scharwoude 9
1634 EA Scharwoude
Tel. +31 (0)229 54 77 00
info@ooms.nl
www.ooms.nl

CDR International BV, Rijssen
Cofra B.V., Amsterdam
Deltares, Delft
Enviro Quality Control BV, Maarssen
Fugro NL Land B.V., Leidschendam
Genap BV, 's Heerenberg
Geopex Products (Europe) BV,
Gouderak
GeoTec Solutions BV, Den Dungen.
GID Milieutechniek, Velddriel
Huesker Synthetic BV, Den Dungen
InfraDelft BV, Delft

Intercodam Infra BV, Almere
Juta Holland BV, Oldemarkt
Kiwa NV, Rijswijk
Kwast Consult, Houten
Low & Bonar, Arnhem
Movares Nederland BV, Utrecht
Naue GmbH & Co. KG,
Espelkamp-Fiestel
Ooms Civiel BV, Avenhorn
Prosé Geotechniek BV,
Leeuwarden
Quality Services BV, Bennekom
Robusta BV, Genemuiden
S&P Clever Reinforcement
Company Benelux, Aalsmeer
T&F Handelsonderneming BV,
Oosteind
Ten Cate Geosynthetics
Netherlands BV, Nijverdal
Tensor International,
's-Hertogenbosch
Terre Armee BV, Waddinxveen
Vulkan-Europe BV, Gouda
Witteveen + Bos, Deventer

Enka®solutions

Enkagrid® voor stabilisering van funderingslagen en grondlichamen

Enkagrid kent een breed assortiment van stijve en flexibele geogrids tot zeer hoge treksterkte en staat voor efficiëntie en betrouwbaarheid voor elk project waar grondstabilisering een vereiste is.



Beste Geokunst lezers,

Op een zonovergoten dag in mei vond alweer de zevende studiedag annex creatieve sessie van het NGO plaats, dit keer over afdichten met geokunststoffen. De deelnemers van opdrachtgevers, aannemers, ingenieursbureaus, waterschappen en kennisinstituten absorbeerden 's ochtends de theoretische kennis van de diverse sprekers. Vervolgens mochten ze zelf in teamverband aan de slag met de uitvoering van proeven met schaalmodellen en het bedenken van vernieuwende afdichtingsconstructies. Na deze vooroefeningen konden de teams de opgedane theoretische en praktische kennis toepassen bij de uitwerking van twee projectcases. De uitkomst van de projectcases werd door de teamcaptains gepresenteerd, gevolgd door een plenaire discussie over de creatieve uitwerkingen. De middag werd traditioneel afgesloten met een leuke netwerkborrel. In het levendige artikel van Suzanne, Piet, Rijk, Carlo, Peter, Dirk, Joris, Erik en Wim is het verloop van de workshop met achtergronden toegelicht. De leden van de commissie Innovatie en Kennisoverdracht van NGO hebben wederom een voortreffelijk dag georganiseerd en we kijken nu al uit naar de achtste editie volgend jaar!

In het tweede artikel beschrijven Milan Duškov en Erik Kwast het EPS'18 congres in Kyrenia op Noord Cyprus van 9 tot 11 mei 2018. Het was de 5e internationale conferentie over de infrastructurele toepassingen van EPS blokken (geofoam). Onder auspiciën van de vereniging van Turkse EPS-producenten (EPSDER) wisselden deelnemers uit 23 landen actuele ervaringen met lichtgewicht constructies uit. De aanzienlijke zettingsproblemen die we in Nederland hebben met onze slappe ondergrond waren aanleiding voor vier presentaties over Nederlandse projecten met infrastructurele EPS toepassingen voor weg- en trambaan-ophogingen. Deze projecten deden qua complexiteit en omvang niet onder voor de projecten die gerapporteerd werden uit de traditioneel met dit materiaal geassocieerde landen: Japan, USA en Noorwegen. In het artikel worden de opvallende internationale ontwikkelingen en de Nederlandse inbreng in het bijzonder behandeld.

Erik Kwast*Eindredacteur Geokunst***Colofon**

Geokunst wordt uitgegeven door de Nederlandse Geotextielorganisatie. Het is bedoeld voor beleidsmakers, opdrachtgevers, ontwerpers, aannemers en uitvoerders van werken in de grond-, weg- en waterbouw en de milieutechniek. Geokunst verschijnt vier maal per jaar en wordt op aanvraag toegezonden.

*Eindredactie
Tekstredactie
Redactieraad*

**E. Kwast
J. van Deen
A. Bezuijen
P. van Duijnen
M. Duškov
S. van Eekelen
P. ter Horst
Uitgeverij Educom**

Een abonnement kan worden aangevraagd bij:

Nederlandse Geotextielorganisatie (NGO)
info@ngo.nl
www.ngo.nl

Productie

NGO studiedag 7e creatieve sessie 29 mei 2018

Afdichting met geokunststoffen

dr. ir. Suzanne van Eekelen
Voorzitter NGO commissie
Innovatie en Kennis-
overdracht, Deltares



ing. Rijk Gerritsen
Low & Bonar /
Enka-Solutions



ing. Piet van Duijnen
Lid NGO Commissie:
Innovatie en Kennis-
overdracht, Geotec
Solutions



ir. Carlo Scheerder
Genap



drs. ing. Erik Vastenburg
Hoogheemraad-
schap Hollands
Noorderkwartier



ir. Wim Voskamp
Voskamp
Business
Consultancy



Peter de Jong
Provincie
Fryslân



dr. ing. ing. Dirk Walinga
Arcadis /
Provincie
Fryslân



ir. Joris van den Berg
Low & Bonar /
Enka-Solutions



Inleiding

Geokunststoffen worden veel toegepast als afdichting in infrastructuur, waterbouw, dijken en voor milieutechnische toepassingen. De kunstmatige afdichting bestaat uit een waterdichte of sterk waterremmende laag in de ondergrond. Hij is bedoeld om permanent water of andere vloeistoffen te keren. We zien toepassingen als afdichtingen in onderdoorgangen, in ophogingen met EPS of AVI-bodemas, stortplaatsen of als waterremmende lagen in dijken en waterbouw. Afdichtingen kunnen bestaan uit folieconstructies (kunststof folie, horizontaal, talud of verticaal), folieschermen (verticaal) of bentonietmatten (Geosynthetic Clay Liners - GCL).

Afdichtingen: een theoretische basis

Soms biedt de ondergrond van nature een geschikte afsluitende of waterremmende laag

van bijvoorbeeld potklei, leem of een dik (basis)-veen-klei pakket. Combineren met damwanden of diepwanden maakt de aanleg van bijvoorbeeld verdiepte infrastructuur mogelijk. Hier kleven wel risico's aan: slechte aansluitingen door variatie in diepteligging, of plaatselijk ontbreken van de laag. Is er geen betrouwbare afsluitende natuurlijke laag dan kan een kunstmatige afdichting worden aangebracht voor het keren van grondwater.

Ontwikkelingen en integrale aanpak

Rijk Gerritsen van Low&Bonar begon de creatieve sessie met een historisch overzicht van toepassingen en ontwikkelingen in afdichtingen. Prorail heeft de eerste grootschalige afdichtingen toegepast in infrastructuur in de jaren '60-'70 in Breda. In 2016 is daar de afdichting bij de verdiepte ligging van de Doornboslaan vervangen door een folieconstructie U-polder. In 1984 werd de

verdiepte A27 bij Amelisweerd gebouwd. Rijkswaterstaat werkt nu aan de wegverbreding: een zeer uitdagend project binnen de bestaande folieconstructie. De bovenafdichting op de oude vuilstortlocatie Haarlemmermeer is een van de grootste afdichtingsprojecten van Europa. Deze afdichting bestaat uit een HDPE-folie van ongeveer 1 miljoen m², deels onder water aangelegd. Rijk liet nog meer voorbeelden zien, met afdichtingen van folieschermen, bentonietmatten en betonmattressen.

Afdichtingen zijn kwetsbaar. Een integrale aanpak en risicobeheersing is dan ook bijzonder belangrijk, tijdens alle fasen van ontwerp, uitvoering en beheer. Zeker bij folieconstructies moet goed gekeken worden naar de mogelijkheden om afdichtingen te beschermen. Projectspectifieke omstandigheden kunnen invloed hebben op de levensduur, bijvoorbeeld de aanwezigheid van verontreinigingen. Beschouwing van de stabiliteit van de constructie is een essentieel onderdeel, om te voorkomen dat taluds afschuiven. Wrijvings-eigenschappen van de afdichting en stapeling van geotextielen spelen hierbij een belangrijke rol.

De principes van duurzaam bouwen en CO₂-footprint worden voor constructies ook steeds belangrijker. Witteveen&Bos berekende voor een project dat met gebruik van geokunststoffen een 25% kleinere CO₂-footprint kan worden bereikt dan

Toepassingen van afdichtingen met geokunststoffen:

- Infrastructuur (verdiepte wegen en spoorlijnen, ophogingen met AVI slakken)
- Ondergrondse constructies (bouwputten, tunnels, kelderconstructies)
- Waterbouw (waterkeringen, kanaalafdichtingen, taluds)
- Kwelschermen (verticale isolatie, folieschermen)
- Milieu-toepassingen (stortplaatsen, baggerspecie depots, afdichtingen bij tankstations)
- Drink- en afvalwater (waterzuiveringsinstallaties, water- en afvalwater bassins)
- Land- en tuinbouw (bassins ten behoeve van water/mestopslag, tank-lining en silo-kappen)
- Industrie en mijnbouw (opslagbassins voor chemische stoffen, mijnbouwafval/residu, bekkens voor proceswater).

Samenvatting

Om de kennis over afdichtingen met geokunststoffen te delen, organiseerde het NGO haar zevende studiedag/creatieve sessie op een zonovergoten dag in mei. Vier sprekers legden een theoretische en praktische ondergrond als basis voor de

studiedag. Vijfendertig deelnemers van opdrachtgevers, aannemers, ingenieursbureaus, waterschappen en kennisinstituten voerden proeven uit en bedachten vernieuwende afdichtingsconstructies.

bij een traditioneel ontwerp met een betonconstructie. Dit geeft voor de toekomst een grote potentie voor ontwerpen met geokunststoffen.

Toepassingen van folieconstructies

Carlo Scheerder van Genap vertelde over twee typen folie-afdichtingen:

- onderafdichtingen, om vloeistoffen zoals bijv. regenwater of mest, op te slaan en zo te voorkomen dat deze in de ondergrond weglekken of indringen;
- bovenafdichtingen, om vloeistoffen en gassen te isoleren of keren. Denk aan het reduceren van de emissie van bijvoorbeeld mestgassen naar de omgeving.

Carlo vertelde over de uitvoering van de folieconstructies, kwaliteitsbewaking en -borging. Zo wordt gasdrainage toegepast om gasbelvorming onder de folie te voorkomen en non-woven vliezen om de folie te beschermen. Polypropyleen bandjesweefsel beschermt de folie van regenwater-bekken in land- en tuinbouw tegen wind en UV-straling. Bij stortplaatsen, waar een levensduur van 100 jaar wordt geëist, wordt een combinatie-afdichting aangebracht van een folie met een minerale laag. Tevens wordt ter bescherming een leeflaag aangebracht van grond.

Carlo nam de groep mee via land- en tuinbouw naar infrastructuur en milieutechniek, en liet daar diverse voorbeelden van zien, zoals het aquaduct Langdeel in de N31, de bovenafdichting van de stortplaats Vlagheide Schijndel, en een onderafdichting van een tankterp voor de petrochemische industrie. Carlo sloot af met twee inspirerende experimenten met zonnepanelen op folie.

Ervaringen vanuit de opdrachtgever

De provincie Fryslân stelt twee vragen centraal bij contracten met folieconstructies: welke belangen heeft de opdrachtgever en op welke wijze wordt dat belang verankerd in het contract. Belangrijk hierbij is een maakbaar ontwerp binnen duidelijk gestelde contracteisen. Vanuit die achtergrond hebben Peter de Jong van Provincie Fryslân en Dirk Walinga van Arcadis veel werken uitgevoerd.

Provincie Fryslân heeft een grote stimulerende rol gespeeld in het gebruik van folieconstructies voor civiele werken. Peter en Dirk vertelden samen hoe ze de afgelopen jaren aan ongeveer 10 aquaducten hebben gewerkt en welke zaken ze daarbij belangrijk vonden. Kwaliteit en een goede kostprijs waren leidend voor hen. Meer dan tijd. Ze gaven de aannemers duidelijke informatie, zodat die met een zo laag mogelijk risicoprofiel konden inschrijven.

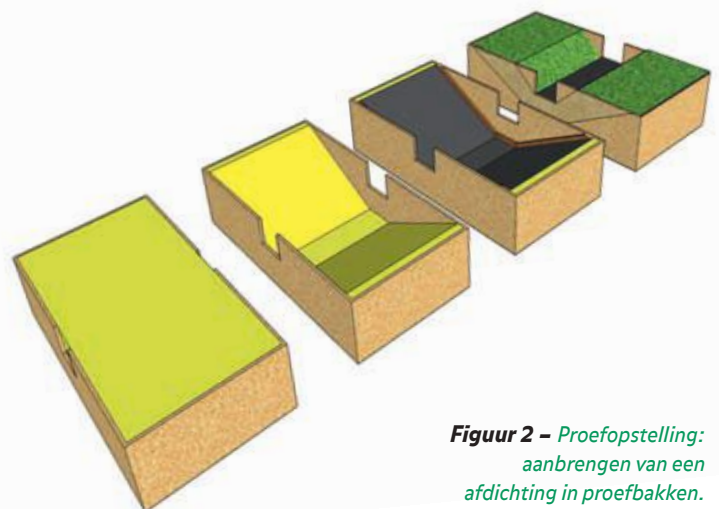
Voldoende bouwruimte, zodat de aannemer zijn werk naar behoren kon doen. De provincie bleef gedurende het hele project betrokken, zodat er geen informatie-verlies optrad. Peter en Dirk presenteerden hun visie op de verschillende fasen van ieder project: de planfase, die zeker vijf maar soms bij complexe projecten enkele tientallen jaren duurt, de contractfase van ongeveer een jaar, de ontwerpfase, de bouwfase en tenslotte de beheerfase.

Creatief afdichten

Het ontwerpen van afdichtingen is één, de praktische toepassing is twee. Vier teams van deelnemers werden uitgedaagd om buiten zelf een afdichting te bouwen. Hiervoor had Piet van Duijnen van tevoren vier proefbakken in elkaar geklust. Op het buitenterrein van Deltares zijn deze met vochtig zand gevuld. In deze zandbakken moest een weg in verdiepte ligging worden aangelegd. De opdracht was het in den droge ontgraven, om vervolgens een afdichting met folie aan te brengen, die waterdicht moest worden aangesloten op een tunnel, vervolgens de folie afdekken met zand, zodat voldoende verticale stabiliteit ontstond tegen opdrukken, zie figuur 2. Het wegniveau moest lager liggen dan 0,15 m onder bovenzijde bak. Nadat de verdiepte ligging was gerealiseerd,



Figuur 1 – Proefopstelling bouwen: bouw een verdiepte weg die droog blijft terwijl het grondwater wordt verhoogd tot aan maaiveld.



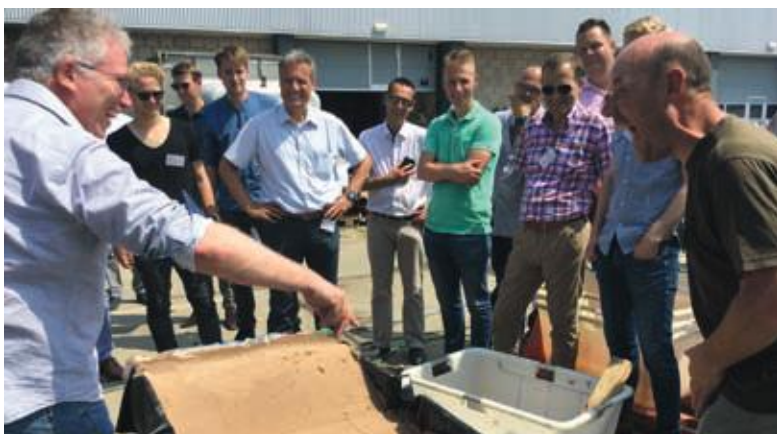
Figuur 2 – Proefopstelling: aanbrengen van een afdichting in proefbakken.



Figuur 3 – De grondwaterstand wordt opgevoerd!



Figuur 4 – Proefopstelling bouwen: aanbrengen folieconstructie.



Figuur 5 – Plezier bij uitvoering proef.



Figuur 6 – Brainstormen over cases.



Figuur 7 – De prijswinnaars.

Bouwsnelheid (moment van oplevering)	Groep die het eerste klaar is 4 punten, laatste groep 1 punt.
Ontgravingsbreedte	Groep met smalste kuip 4 punten, groep met breedste ontgraving 1 punt.
Aanlegniveau folie	Hoe ondieper, hoe hoger de score.
Afwerking helling weg-constructie	Hoe flauwer, hoe hoger de score (van 30 tot 90 graden met de horizontaal).

Tabel 1. EMVI scoretabel voor proeven

zou de zandbak aan de buitenzijde (onder de folieconstructie) vol water worden gezet, tot de bovenzijde van de bak.

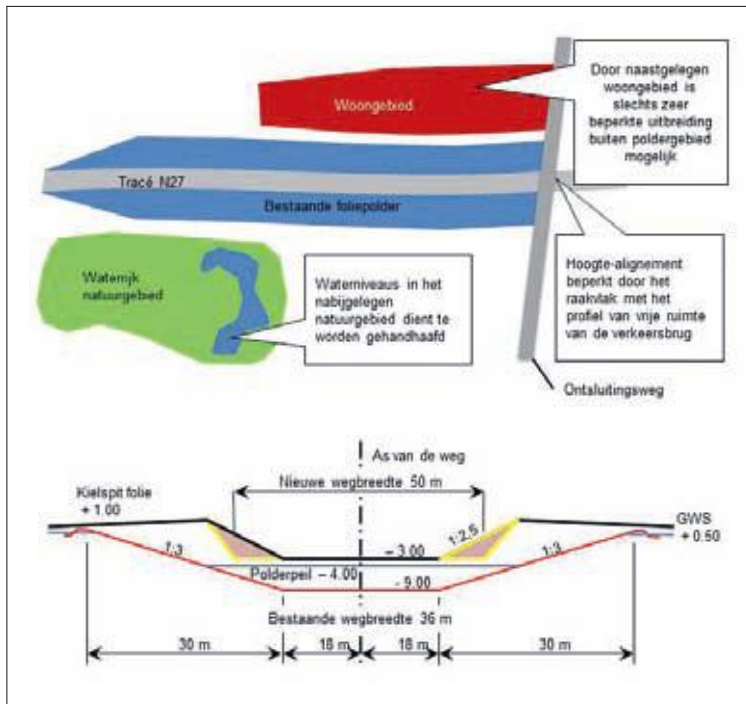
Doel was een verdiepte weg te bouwen die een waterdruk kan weerstaan die gelijk is aan de bovenzijde bak (maaiveld). Naast deze functionele top-eis kon 20 punten aan EMVI-score worden verdiend, zie Tabel 1.

Team 1 ging met een felle sprint aan de slag. De

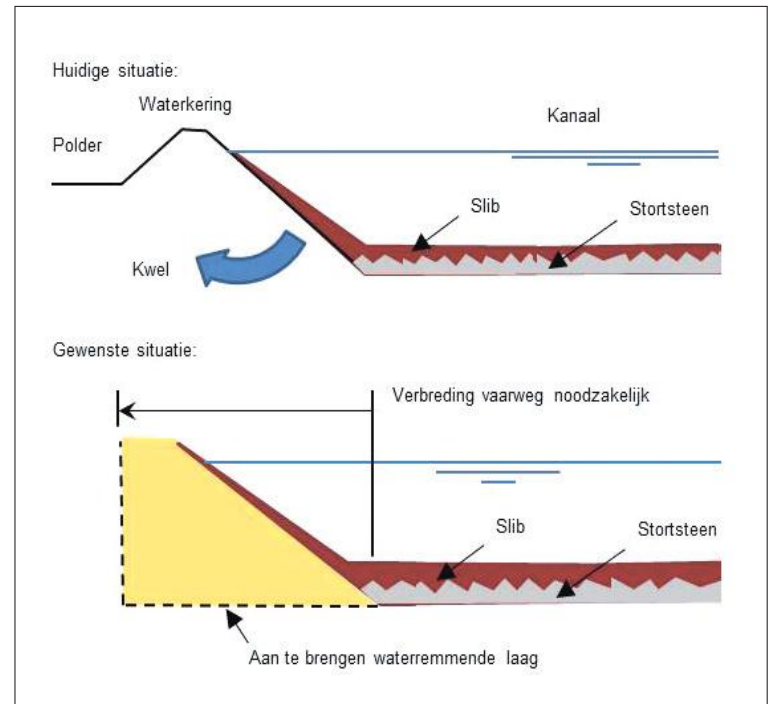
folieconstructie werd aangelegd op circa 0,22 m onder maaiveld, met slechts 0,07 m dekking van zand. Door onder de folie drainage aan te leggen werd opbarsten voorkomen. Tijdens het vol zetten van de zandbak aan de buitenzijde van de folie, spoot het water uit de bak. De waterstand aan de buitenzijde gelijk aan maaiveld werd niet bereikt door de aangebrachte permanente drainage. De constructie voldeed hiermee niet aan de top-eis. Teams 2, 3 en 4 kozen voor een evenwichtsconstructie. Wonderbaarlijk genoeg hadden deze 3

teams exact hetzelfde aanlegniveau van de folie: 0,28 m onder bovenzijde bak. Toch een stuk rekenwerk voor het bepalen van een veilig aanlegniveau ten aanzien van opbarsten! Of het sommetje werd eenvoudig gevonden, inclusief de keuze voor het volumiek gewicht, of deze teams hadden hetzelfde ingenieursbureau ingehuurd. Ook de ontgravingsbreedte op zowel aanlegniveau als maaiveldniveau was nagenoeg hetzelfde.

Qua EMVI score stak team 1 vanwege de ondiepe



Figuur 8 – Bovenaanzicht en dwarsdoorsnede fictieve bestaande situatie verkeersweg N27.



Figuur 9 – Case 2: Dwarsdoorsnede huidige en gewenste situatie met verbreding van een fictief kanaal.

ligging en de snelste oplevering met kop en schouders boven de rest uit. Zoals gezegd voldeed de constructie echter niet aan de top-eis en daarom eindigde dit team op de gedeelde derde plaats. Team 4 was qua EMVI op gepaste afstand tweede, maar bij het vullen van de bak schoof het binnentalud af zodat ook deze constructie niet voldeed aan de top-eis. De bereikte waterstand bleef steken op 0,02 á 0,03 m onder maaiveld, net als bij team 1. Teams 2 en 3 scoorden qua EMVI precies gelijk. De strakke taludafwerking van team 3 was net even mooier dan die van team 2, waarom de jury besloot om team 3 tot winnaar uit te roepen. Deze winnende groep bestond uit Carlo Scheerder, Ivo Huiskes, Iljo Fluit, Nick van de Bilt, René Lansink, Willem Pauli en Wim Vanhove.

Uitwerking cases

Er moest meer gebeuren dan spelen met zand, water en wapening. Joris van den Berg, Rijk Gerritsen en Erik Vastenburg legden de vier teams twee cases voor. Na de uitgebreide lunch en het uitvoeren van de proeven gingen de vier teams intensief aan de slag met deze cases. Onder leiding van dagvoorzitter Wim Voskamp zijn de cases tenslotte met de hele groep bediscussieerd. De teams moesten verschillende oplossingen bedenken voor beide cases, voor- en nadelen beschrijven en de volgende aspecten beschouwen: effecten op de omgeving, betrouwbaarheid van de oplossing, risicobeperking en aansluiting op de bestaande situatie.

Case 1 Verkeersweg N27

De doorgaande verkeersweg N27 heeft een 2-baans verdiepte ligging in een bestaande folieconstructie. Aangezien de wegcapaciteit onvoldoende is, dienen aanvullende rijstroken gerealiseerd te worden. De weg moet daarbij worden verbreed van 36 naar 50 meter. De bodemopbouw ter plaatse bestaat uit een zandpakket. De grondwaterstand staat ongeveer op 1,0 meter beneden maaiveld. De weg ligt vlakbij een woongebied en een natuurgebied ligt (Figuur 7). Tenslotte moet de weg tenminste gedeeltelijk open blijven tijdens de bouwwerkzaamheden. Alle deelnemers kozen ervoor om de bestaande folieconstructie niet aan te passen. Dat is redelijk logisch, zo concludeerde dagvoorzitter Wim Voskamp. Als het niet hoeft, kan je beter niet aan een bestaande folie lassen of in de buurt ervan ontgraven.

Eén team bracht de hele wegconstructie omhoog. Het dijklichaam werd ook iets verhoogd om de omgeving te ontlasten. Daarmee was de oplossing klaar. De brug werd opgetild, de aanlandingen verlengd. Dagvoorzitter Wim Voskamp roemde deze oplossing. Voordeel hierbij is dat er geen opdrijf risico ontstaat voor de bestaande onderliggende folieconstructie.

Een ander team paste een geavanceerde soil-mix-oplossing toe met het maken van een dikke voet in de grond onder het bestaande talud. Van boven die voet ging het team in etappes afgraven:

stukje ontgraven, spuitbeton met geokunststof vezel-wapening, verankering met kunststof nagels en dan weer een stukje ontgraven. En zo door naar beneden. Zo ontstond voldoende kerende hoogte met een wand van vernagelde grond en een spuitbeton bekleding

Wim benadrukte nog dat je zeer goed moet kijken naar evenwicht en veiligheid als je grond gaat weghalen om de wegverbreding aan te kunnen leggen. Hoe zit het met de bestaande veiligheid van het ontwerp, kunnen we tijdelijk met een lagere veiligheid werken en dus met minder gronddekking tijdens de uitvoering? Kunnen we scherper ontwerpen? Zo niet, dan kan preventief of correctief de grondwaterstand aan de buitenzijde van de folieconstructie worden verlaagd door het inzetten van een bron- en retourbemaling. Bij vrijgraven van de bestaande folie kan de mate van veroudering en oxidatie geanalyseerd worden en daarmee de resterende technische levensduur van de folieconstructie in beeld wordt gebracht.

Case 2 Verbreding van een kanaal

Een doorgaande vaarweg heeft onvoldoende capaciteit voor het passeren van grotere schepen. Daarom moet de vaarweg worden verbreed. Het talud is begroeid met gras. De bodemopbouw ter plaatse bestaat uit hoog-doorlatend zand met grind. Het waterpeil in het kanaal is hoger dan die in de omgeving: een kwelsituatie dus. Op de

bestaande kanaalbodem is een laag stortsteen aanwezig. Op de bodem en het talud is in de loop van de jaren een dikke sliblaag afgezet. Deze heeft een remmende werking op de kwel. De bestaande waterremming moet in de nieuwe situatie minimaal gelijk blijven. De breedte van de bestaande dijk is niet gegeven.

Twee groepen zetten een kwelscherm in. Dat vormt een goede afdichting, en kan doorlopen tot een niveau dieper dan de bestaande bodem. Een van deze groepen sloot de overgang kwelscherm – bodem af met een geocontainer met slib. Een andere groep gebruikte waterglas en steenbestorting. Het bestaande slib liet men liggen. Achter het kwelscherm kwam al dan niet gewapende grond. Eén groep bedacht een mooi fiets/ jaagpad op de dijk met mooi uitzicht over het water en de landerijen, om de omgeving te compenseren voor de overlast tijdens de bouw.

Verschillende groepen verplaatsten de dijk naar achteren, noodzakelijk tenzij het dijklichaam qua breedte overgedimensioneerd was. De ontgraving aan de kanaalzijde gebeurde zowel in den natte als in den droge, dat laatste werd gecombineerd met een bentonietmat over het nieuwe dijktaald en over de bodem van het kanaal. Voor het maken van een steil talud voor de waterkering paste één

groep een gewapende grondconstructie toe. Wim Voskamp miste in de oplossingen het effect van mogelijke grondwaterstroming op het evenwicht van de dijk. Tenslotte ging Wim nog in op de toepassing van de bentonietmat op het dijktaald en een deel van de kanaalbodem. Een horizontaal deel van de bentonietmat zal de grondwaterstroming in de dijk gunstig beïnvloeden door het verlengen van de kwallengte en daarmee de kwelbelasting verlagen.

Disclaimer

Dit artikel doet verslag van een creatieve sessie waarbij creatief is gebrainstormd over de toepassingen met geokunststoffen. De oplossingen die worden genoemd zijn niet allemaal haalbaar of praktisch. De cases zijn opgesteld met een 'knip-oog' naar werkelijke situaties, maar zijn geenszins bedoeld als weerspiegeling van de praktijk of oplossingen daartoe.

Dankwoord

Piet van Duijnen van Geotec Solutions bedacht de proeven, maakte de houten kisten en stelde deze beschikbaar. Genap stelde folie beschikbaar voor het realiseren van de afdichting. Low&Bonar leverde drainagematten voor het draineren van de

proefkisten. Deltares zorgde voor het zand, de ruimte en aanvulling op de mankracht om de proeven voor te bereiden. Rijk Gerritsen was de stuwende kracht achter de organisatie van de inhoudelijke kant van deze leerzame dag. De bestuursleden van het NGO willen hen allen bedanken!

Literatuur

- CUR 221, 2009. Handboek folieconstructies – voor verdiept aangelegde infrastructuur.
 - TNO, 1999. Protocolen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming deel 1 (materialen) en 2 aanleg en acceptatie + Uitgewerkte lasaanbevelingen.
 - Gerritsen, R.H., Regteren, D.H., Knulst, R.H., 2016. Afgezonken folieconstructies in een beperkt ruimtebeslag, ondergronds bouwen met geokunststoffen, blad Geotechniek/Geokunst, juli 2016 (deel 1) en oktober 2016 (deel 2).
 - Gerritsen, R.H., Angenent, C., Scheirs, J., 2016. Geomembrane-systems in The Netherlands and abroad, Risks and lessons learned, Proc. 6th European Geosynthetics Congress 25 -28 September 2016 – Ljubljana – Slovenia, pag. 1022-1039.
- De presentaties zijn te vinden op de website van NGO: <http://ngo.nl/agenda-2018/> ●



Kwaliteit met zekerheid

Geaccrediteerd sinds 2005 door de Raad voor Accreditatie als type A onafhankelijke inspectie-instelling op basis van de NEN-ISO/IEC 17020, RvA registratie I188 voor het uitvoeren van inspecties bij:

- Aanleg van onder- en bovenafdichtingen van stortplaatsen
- Aanleg van een werk waarin IBC-bouwstof wordt toegepast voor protocol AS6901
- Tijdens de gebruiksfase van een IBC-werk voor protocol AS6902
- Levensduuronderzoek op kunststoffolie en lasverbindingen



Inspectie in het werk



Testen op het werk



Beproeven in het laboratorium

+31 30 244 1404

www.eqc.nl

OOMS-VOEG

Toepassing van de Ooms-voeg bij bruggen, viaducten en tunnels heeft voordelen voor beheerder, gebruiker en omwonende. De eerste voeg is toegepast in 2003 op de A50 en de techniek heeft zich bewezen op tal van andere plaatsen in Nederland.



- Reductie van geluid en trillingen geeft comfort en minder omgevingshinder
- Geen spoorvorming maakt het wegdek veilig
- Hoge kosteneffectiviteit doordat onderhoud niet nodig is



Strukton
Civiel

Meer informatie:

www.ooms.nl/specialismen
www.struktonciviel.nl

EPS'18 - 5e internationale conferentie over de infra-structurele toepassingen van EPS blokken

dr. ir. M. Duškov
InfraDelft bv



ing. E. Kwast
Kwast Consult



Inleiding

De inleidende key-note, opgesteld door de leidende experts uit de VS, Japan, Noorwegen, Nederland, Turkije en India memoreerde de eerste significante constructie met EPS-blokken oftewel 'geofoam' op een onstabiele Noorse berghelling uit 1972 en gaf een overzicht van de toepassingsmogelijkheden van lichtgewicht ophogingen ontwikkeld in de jaren daarna. Het geringe gewicht van EPS maakt unieke ontwerp oplossingen mogelijk, zoals zettingsarme (spoor)wegconstructies, zonder voorbelasting, zonder palen en zonder omgevingshinder. Beperkte zetting impliceert minimale onderhoudskosten en lange ontwerp levensduur. Verder is sprake van beperkt ruimtebeslag doordat (zelfs hoge) EPS-constructies zonder talud, dus verticaal, kunnen worden gerealiseerd. Ook de beperkingen kwamen naar voren. Met de relatief lage stijfheid van het EPS moet zeker bij toepassingen onder zwaar belaste infrastructuur terdege rekening worden gehouden. Toenemende maatschappelijke eisen – kleinere corridors in stedelijke omgeving, kabels en leidingen, geringere beschikbare bouw tijd – vastgelegd in EMVI-criteria bij de aanbesteding zullen de behoefte aan snel te realiseren, licht-

gewicht infrastructurale aanpassingen en uitbreidingen alleen maar doen toenemen.

Conferentie-impresie

De Turkse vereniging van EPS-producenten EPSDER organiseerde van 9 tot 11 mei 2018 in Kyrenia op Noord Cyprus de EPS'18-conferentie onder het motto "Think light – Do it right". 149 participanten uit 23 landen (van alle continenten behalve Australië) wisselden hun ervaringen uit over allerlei aspecten van de implementatie van EPS-blokken in infrastructurale constructies. De voorgaande vier conferenties in Oslo (1985), Tokyo (1996), Salt Lake City (2001) en Oslo (2011) waren meestal gelieerd aan destijds ter plaatse gerealiseerde grote projecten. Ook in dit geval was inmiddels een eerste wegproject met EPS in Istanbul succesvol voltooid en dat was ook de oorspronkelijk beoogde locatie voor de conferentie, maar vanwege de terrorismedreiging is naderhand naar Noord Cyprus uitgeweken. Het desbetreffende wegproject was bescheiden van omvang en de primaire doelstelling van de Turkse conferentieorganisatie was dan ook het stimuleren van brede implementatie van EPS door kennisoverdracht vanuit relevante buitenlandse project-

ervaringen. Illustratief voor de ambitie van de bouwbedrijven in Turkije om kennis binnen te halen is de overname van Ballast-Nedam, dat nu een Turkse eigenaar heeft. De ambitieuze aanpak van EPSDER bleek ook uit de gekozen luxe accommodatie, mediaopnames en het lidmaatschap van internationaal zeer ervaren sleutelfiguren in het organisatiecomité.

Traditiegetrouw zorgden de Noren voor een historisch overzicht en presenteerden zij de key-note met een overzicht van de bijdragen van de internationale experts. De key-note belichtte verschillende lichtgewicht ophogingsvarianten (verankering in het geval van onstabiele hellingen), specifieke belastingsituaties (seismische aspecten), leerzame monitoringsresultaten, minder bekende spoorwegtoepassingen, de voor het activeren van boogwerking aangelegde EPS-blokken boven ondergrondse duikers en leidingen en specifieke materiaaleigenschappen. Het nabootsen van de aardbevingscondities in de Japanse dynamische testen met een 8 m hoge taludloze ophoging op werkelijke schaal was indrukwekkend. Andere speciale toepassingen waren fundaties bestaande uit verschillende (zware) EPS-types



Figuur 1 – Deelnemers in de zaal tijdens de conferentie EPS2018.



Figuur 2 – Relaxte gedachtewisseling van de conferentiedeelnemers.

Samenvatting

Van 9 tot 11 mei 2018 vond in Kyrenia op Noord Cyprus EPS'18 plaats, de 5e internationale conferentie over de infrastructurele toepassingen van EPS blokken (geofoam). Onder auspiciën van de vereniging van Turkse EPS-producenten (EPSDER) wisselden deelnemers uit 23 landen actuele ervaringen met lichtgewicht constructies uit. De aanzienlijke zettingsproblemen die we in Nederland hebben

met onze slappe ondergrond waren aanleiding voor vier presentaties over Nederlandse projecten met infrastructurele EPS toepassingen voor (voornamelijk) weg- en trambaan-ophogingen. Deze projecten deden qua complexiteit en omvang niet onder voor de projecten die gerapporteerd werden uit de traditioneel met dit materiaal geassocieerde landen: Japan, USA en Noorwegen.



Figuur 3 – NGO-gezichten tijdens de conferentie.



Figuur 4 – De snelwegverbreding van de A76 met tot 4 m hoog boven de taludlijn verticaal opgestapelde EPS-pakket.

voor (tijdelijke) brugconstructies. Het bleek bijvoorbeeld mogelijk een 36,8 m lange stalen brugconstructie voor (beperkt) vrachtverkeer direct op de EPS-ophogingen (zonder palen) aan te leggen zonder ontoelaatbare grote vervormingen. Helemaal nieuw was de toepassing van in een lichtgewicht ophoging geïntegreerde tunnelconstructie van dunne gegolfde staalplaten. Dit unieke lichtgewicht tunnelontwerp zonder paalfundering was een Nederlandse bijdrage.

De 24 papers waren verdeeld over vier hoofdthema's en werden tijdens twee paneldiscussies door de experts nader besproken. De hoofdthema's waren Projectvoorbeelden, Materiaaleigenschappen en modellering, Actuele toepassingen en Nieuwe concepten en speciale topics. De presentaties belichtten niet alleen de inhoudelijke aspecten, maar toonden impliciet ook het implementatiestadium van de lichtgewicht ontwerpmethodiek per land. Turkije is nog bezig met de introductie van het EPS. Voor een grootschalig gebruik in de infrastructurele projecten moet er nog know-how ontwikkeld

worden. De duur van dit implementatieproces zal naar verwachting, dankzij de kennisoverdracht tijdens de conferentie, significant ingekort worden. India is nog een markt in potentie. Er worden gesprekken met producenten gevoerd, er is interesse, maar een concreet project is nodig om het beginstadium verder te ontwikkelen.

In Noorwegen ligt de focus van het onderzoek op de EPS-fundaties van bruggen zonder palen en de boogwerking boven relatief diep gelegen duikers en leidingen. In Japan worden de stabiliteitstesten van grote EPS-constructies onder nog extremere seismische condities dan vroeger getest. Hun tracés zijn immers per definitie seismisch extreem gevoelig. In de USA lopen langdurige monitoringsprogramma's zoals bijvoorbeeld in Salt Lake City, met onder andere EPS-toepassingen onder spoorconstructies. Wat het materiaalonderzoek betreft wordt keer op keer bevestigd dat het uit de oude projecten vrijgekomen EPS intact is gebleven zonder verlies van mechanische eigenschappen. Een interessante nieuwe toepassing van het EPS blijkt als omhulsel van ondergrondse buizen en

leidingen. Door de zo gecreëerde deformatiezone kunnen de verticale en horizontale spanningen op de buizen met respectievelijk 85% en 75% afnemen.

Nederlandse inbreng

Nederland had een goede inbreng met vier papers en evenzovele presentaties, deelname aan het International Scientific Committee en deelname aan een afsluitende paneldiscussie 'Technology implementation experience and future direction of EPS', het voorzitterschap van de sessie 'Present Use of Geofoam' en het geven van een interview op verzoek van de conferentie-organisatie. De presentaties betroffen alle vier projectvoorbeelden, ieder met eigen nieuwswaardige aspecten.

Karakteristiek voor de in de eerste presentatie behandelde A4all-trambaanophoging (M. Dušková en J. de Jongh, 2014) was de fasering in dwarsrichting van de realisatie. Zo'n aanpak was uitsluitend mogelijk door het taludloze ophogingontwerp. Het maakte een bouwtijdreductie mogelijk die noodzakelijk was om aan de strikte

buitendienstperiode van het langsliggende tramspoor te voldoen. In de 20 m brede en 360 m lange ophogingen is in totaal 22.000 m³ EPS verwerkt.

In de tweede presentatie werd de 60 m lange snelwegverbreding van de A76 bij kruispunt Kerensheide besproken (M. Duškov, M. den Uil en M. Fütterer, 2013). De verbreding voor extra rijstroken is gevormd door EPS blokken 2 m diep in te graven en 4 m hoog boven de bestaande taludlijn verticaal op te stapelen (zie figuur 4). Het bestaande talud was al ingekort met een keerwand. Een industriële gasleiding daaronder sloot een conventionele aanpak met een damwand uit. De opdrachtgever RWS moest wel overtuigd worden van de afdoende stabiliteit vanwege de verticale zijkant, maar uiteindelijk leverde deze innovatieve oplossing (zonder ankers) een kortere bouwtijd en lagere kosten op.

De derde presentatie over een omvangrijke lichtgewicht rotondeophoging in de N222 (M. Duškov en J. Tameling, 2016) met 26.000 m³ EPS trok veel aandacht vanwege de unieke lichtgewicht constructie van een fietstunnel (zie figuur 5). Deze tunneloplossing werd vanwege het innovatieve aspect ook opgenomen in de key-notes. Door de aanwezigheid van de hoogspanningsmasten langs de N222 waren heikwerkzaamheden uit den boze en daarmee een paalfundering niet mogelijk. Een innovatief tunnelontwerp met kosteneffectieve 7 mm dunne gegolfde staalplaten bood soelaas. Een omhulsel van schuimbeton mobiliseerde de boogwerking en hield het eigen gewicht van de tunnelconstructie beperkt. Het evenwichtsprincipe waarborgde een zettingvrij resultaat zodat het inbedden in de lichtgewicht wegophoging van de rotonde geen zettingverschillen opleverde. Ten slotte hoefde dankzij de prefab montage-elementen de N222 slechts één weekend afgesloten te worden.

In de vierde presentatie over een wegophoging in de N201 (M. Duškov en W. Erkelens, 2015) lag het accent op de kwaliteitscontrole en het adequaat anticiperen op de afwijkende uitkomsten. Dankzij de aanwezige expertise kon er tot twee keer toe geanticipeerd worden op de geconstateerde tekortkomingen ten opzichte van de ontwerpeisen. De betrokkenheid van een deskundige adviseur in de uitvoeringsfase is van belang voor het eindresultaat, was de conclusie.

De Nederlandse ingenieurspraktijk op EPS-gebied blijkt goed ontwikkeld in vergelijking met andere landen, zeker in verhouding tot de omvang van ons land. De door de jaren heen opgebouwde expertise wordt steeds verder verfijnd. De concurrentie met andere methodes speelt daarbij een belangrijke rol. De voordelen van de toepassing van het EPS moeten immers per project in een



Figuur 5 – Lichtgewicht rotondeophoging met EPS met tunnelconstructie zonder paalfundering onder de N222.

zogenaamde trade off matrix (TOM) aangetoond worden. Bij de gepresenteerde succesvolle projecten zijn goede resultaten behaald, mede door inschakeling van de combinatie van de competenties geotechniek en wegbouwkunde.

Bronnen

- Arellano, D., Tolga Özer, A., Bartlett, S., Vaslestad, J., 5th International Conference on the use of EPS Geofom Blocks in Construction Applications, Proceedings of EPS'18, 9-11 May 2018, Kyrenia, Northern Cyprus.
- Duškov, M., de Jongh, J., Lichtgewicht ophogingen zonder taluds voor trambaan over A4, GeoKunst, juli 2014, p.46.
- Duškov, M., den Uil, M., Fütterer, M., Lichtgewicht snelwegverbreding met verticale zijwand van A76 op ingekort talud, GeoKunst, april 2013, p.54.
- Duškov, M., Tameling, J., Lichtgewicht wegophoging voor N222 met unieke fietstunnel, GeoKunst, januari 2016, p.48.
- Duškov, M., van Wijngaarden, H., Erkelens, W., Lichtgewicht wegophoging voor N201 bij Uithoorn, GeoKunst, april 2015, p.44. ●