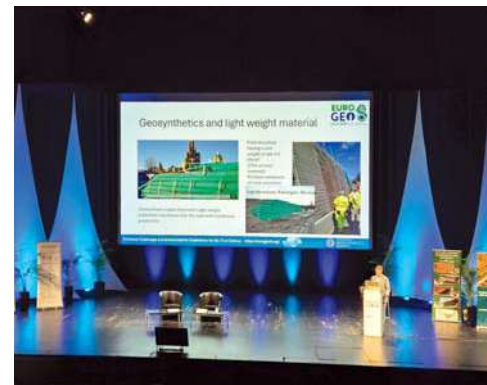


# build

ONAFHANKELIJK VAKBLAD VOOR  
GEBRUIKERS VAN GEOTEXTIELN



**EUROGEO8 – 8<sup>TH</sup> EUROPEAN  
CONFERENCE ON GEOSYNTHETICS  
BOUWEN OP POSTZEGELS – KNOOPPUNT DE NIEUWE MEER**

**GEOBUID WORDT MEDE  
MOGELIJK GEMAAKT DOOR:**

**HOOFDSPONSORS**



Westervoortsedijk 73  
6827 AV Arnhem  
Tel. +31 (0) 85 744 1300  
[www.enkasolutions.com](http://www.enkasolutions.com)



Solmax Netherlands B.V.  
Europalaan 206, 7559 SC Hengelo  
[www.solmax.com](http://www.solmax.com)



Naue GmbH & Co. KG  
Gewerbestr. 2 – Espelkamp – Germany  
Tel. +49 5743 410 [www.naue.com](http://www.naue.com)

**DE GEZAMENLIJKE LEDEN VAN DE NGO ZIJN:**



Ampèreweg 4, 3752 LR Bunschoten  
Tel. 0031 (0)35 528 03 40  
[www.bonneveld.nl](http://www.bonneveld.nl)



Grafietstraat 11, 8472 EB Wolvega  
Tel. 0031(0)561 613 114 [www.juta-holland.nl](http://www.juta-holland.nl)



Phantom 3, 5126 RJ Gilze  
Tel. 0031 (0)162 455 515 [www.tefab.nl](http://www.tefab.nl)



Industriestraat 39, 9240 Zele – Belgium  
Tel. 0032 52 457 411  
[www.bontexgeo.com](http://www.bontexgeo.com)



Cascademuur 38, 3991 VP Houten  
Tel. 0031 (0)6 29 27 28 01  
[www.kwastconsult.nl](http://www.kwastconsult.nl)



Solmax Netherlands B.V.  
Europalaan 206, 7559 SC Hengelo  
[www.solmax.com](http://www.solmax.com)



Westervoortsedijk 73, 6827 AV Arnhem  
Tel. 0031(0) 85 744 13 00  
[www.enkasolutions.com](http://www.enkasolutions.com)



Naue Nederland B.V.  
Goorsestraat 1, 7041 GA 's-Heerenberg  
Tel. 0031(0) 6 19581068 [www.naue.com](http://www.naue.com)



Tensar International B.V.  
Helftheuvelweg 11, 5222 AV 's-Hertogenbosch  
Tel. 0031(0) 73 624 1916 [www.tensar.nl](http://www.tensar.nl)



Goorsestraat 1, 7041 GA 's-Heerenberg  
Tel. 0031 (0)466 16 44 [www.genap.com](http://www.genap.com)



Mosweg 21, 7556 PG Hengelo  
Tel. 0031 (0)74 763 0490 [www.nepocon.nl](http://www.nepocon.nl)



Trisoplast Mineral Liners  
Oude Weistraat 17, 5334 LK Velddriel  
Tel. 0031(0) 418 63 6030 [www.trisoplast.com](http://www.trisoplast.com)



Veilingweg 24, 6681 LA Bommel  
[www.joostenkunststoffen.nl](http://www.joostenkunststoffen.nl)



Industriestraat 15, 8281 BN Genemuiden  
Tel. +31 (0)38 385 48 66 [www.robusta.nl](http://www.robusta.nl)



S.I. Zwartz BV  
Münsterstraat 5, 7575 ED Oldenzaal  
Tel. 0031 (0)541 51 28 43 [www.zwartz.com](http://www.zwartz.com)

Deltares, Delft  
Cofra B.V., Amsterdam  
Fugro, Leidschendam

Geopex, Gouderak  
Kiwa NV, Rijswijk  
Normec Qs, Bennekom  
Rijkswaterstaat, Utrecht

Stybenex, Geldermalsen  
Enviro Quality Control BV, Maarssen  
Huesker Synthetic BV, Rosmalen

## Beste GEObuild-lezers,

Technical Challenges and Environmental Imperatives for the 21st Century. Dit was het thema van EuroGeo 8, de achtste Europese Conferentie over geokunststoffen, die plaatsvond in Lille, Frankrijk. De conferentie bestond uit een intensief vierdaags programma met keynote lezingen, trainingssessies, paperpresentaties, werkgroeps-bijeenkomsten en een uitgebreide expositie met bedrijven uit het werkveld. Met de aanwezigheid van vele internationale experts bood het congres volop mogelijkheden voor netwerken, kennisdeling en inspiratie. De deelnemers kwamen daarbij niet alleen uit Europa, maar uit de hele wereld.

Tijdens het congres is ook de GEObuild Congres Special uitgebracht (zie foto). Dit bijzondere magazine werd aan iedere congresbezoeker bij binnenkomst uitgereikt. Mocht je deze editie hebben gemist, dan is de digitale versie te vinden op de NGO-website: <https://ngo.nl/geobuild/>. In deze uitgave van het magazine vind je een samenvattend artikel met enkele hoogtepunten van het congres. Duurzaamheid vormde een centraal thema en liep als een rode draad door het programma. Een belangrijk inzicht is dat de toepassing van geokunststoffen kan bijdragen aan slimme en innovatieve bouwmethoden, waarmee de CO<sub>2</sub>-uitstoot aanzienlijk kan worden beperkt in vergelijking met traditionele bouwmethoden, zoals constructies met beton of stalen damwanden.

Daarnaast was er op de conferentie veel aandacht voor onderzoek en projecten gericht op circulariteit (closing the loop). Hierbij wordt ingezet op methoden voor het terugwinnen van geotextielen uit de grond, evenals het hergebruik en de recycling van verschillende soorten geokunststoffen. Dit levert waardevolle data op, waaronder uitgebreide levenscyclusanalyses (LCA's). Geo-bouwmaterialen spelen een essentiële rol in de ontwikkeling van circulaire bouwprojecten. Geokunststoffen maken constructies demonteerbaar, waardoor materialen zoals zand, granulaat en stenen efficiënt kunnen worden teruggewonnen en hergebruikt. Bovendien kunnen geotextielen bijdragen aan een reductie van microplastics tot wel 97% ten opzichte van traditionele bouwmethoden met dikke granulaire lagen. Benieuwd hoe dit zit? Lees dan het artikel.



Op het congres was er ook veel aandacht voor het ontwerp en de toepassing van gewapende grondconstructies en paalmatrasen. Dit sluit mooi aan bij het tweede artikel in deze uitgave: 'Bouwen op postzegels – Knooppunt De Nieuwe Meer'. Dit artikel beschrijft een uitdagend project bij de A10 Zuid, waar sprake is van zeer beperkte bouwruimte op een zettingsgevoelige ondergrond. Traditionele funderingssystemen zijn hier vervangen door paalmatrasen en gewapende grondconstructies. In het project zijn diverse vormen van gewapende grond toegepast, zoals omslagmethoden, actieve wanden en verloren bekistingen. De toegepaste systemen optimaliseren de bouwkosten en garanderen de gewenste levensduur.

Wij wensen je veel leesplezier en hopen dat deze editie inspireert om kennis te blijven delen – met elkaar én met de volgende generatie bouwers.

Met vriendelijke groet,

Rijk Gerritsen *Hoofdredacteur GEObuild*

## COLOFON

**Eindredactie** Rijk Gerritsen  
**Tekstredactie** Jurjen van Deen  
**Redactieraad** Adam Bezuijn  
Piet van Duijnen  
Suzanne van Eekelen  
Tara van der Peet  
Jolanda van Zadelhoff



Een abonnement kan worden aangevraagd bij:  
**Nederlandse Geotextielorganisatie (NGO)**  
[info@ngo.nl](mailto:info@ngo.nl) [www.ngo.nl](http://www.ngo.nl)



**Productie** Uitgeverij Educom  
[www.uitgeverijeducom.nl](http://www.uitgeverijeducom.nl)  
[www.vakbladgeotechniek.nl](http://www.vakbladgeotechniek.nl)

GEObuild wordt uitgegeven door de Nederlandse Geotextiel Organisatie (NGO). Het vaktijdschrift verschijnt vier keer per jaar en wordt toegezonden aan abonnees of op verzoek. De NGO is de officiële Nederlandse afdeling van de International Geotextile Society (IGS). De NGO is een vereniging zonder winstoogmerk bestaande uit kennisinstituten, laboratoria, inspectie- en certificatieinstellingen, ingenieursbureaus, aannemers, overheidsinstanties, producenten en leveranciers. De NGO stimuleert kennis over duurzaam ontwerpen, verantwoord gebruik en bouwen met hoogwaardige geokunststoffen met vele toepassingen in de civiele techniek, waterbouw, milieu en bouw.

**Disclaimer** GEObuild betreft een onafhankelijke vaktijdschrift. Ondanks constante zorg en aandacht die wordt besteed aan de samenstelling van het vaktijdschrift kan de Nederlandse Geotextiel Organisatie (NGO) of redactieraad niet instaan voor de volledigheid, juistheid of voortdurende actualiteit van gepubliceerde gegevens. De NGO of betrokken leden aanvaarden dan ook geen aansprakelijkheid voor enigerlei directe of indirecte schade, van welke aard ook, die voortvloeit uit of in enig opzicht verband houdt met gepubliceerde gegevens of het gebruik daarvan. De inhoud van artikelen wordt opgesteld door de betreffende auteur(s) en niet (noodzakelijkerwijs) door de NGO. Bij artikelen zijn auteurs, met uitsluiting van NGO, verantwoordelijk voor correcte inhoud en uitingen. De NGO kan dan ook op geen enkele manier verantwoordelijk worden gehouden voor de inhoud en is niet aansprakelijk voor enigerlei directe of indirecte schade die mogelijk voortvloeit uit betreffende inhoud of uitingen.



**Adam Bezuijen**  
Bezuijen Consult



**Suzanne van Eekelen**  
Deltares



**Rijk Gerritsen**  
Naue Nederland



**Erik Kwast**  
Kwast Consult



**Cihan Cengiz**  
Deltares

# EUROGEO8 - 8<sup>TH</sup> EUROPEAN CONFERENCE ON GEOSYNTHETICS

## Introduction

The European conferences on Geosynthetics started in 1996 in Maastricht. This first edition was organised by NGO, the Dutch Chapter of IGS. Nearly three decades later, more than 800 participants gathered in Lille, France, for the 8<sup>th</sup> conference: EuroGeo8. Delegates came not only from Europe, but from all over the world. The theme of the conference was: "Technical Challenges and Environmental Imperatives for the 21<sup>st</sup> Century".

This article presents just some highlights of the congress; the number of topics was too large to present a complete summary. The complete proceedings are however available with open access at <https://eurogeo8.org/proceedings>.

For the first time, there was a non-technical keynote. It was presented by Daniela Felletti: "Approach to Diversity, Equity and Inclusion. Awakening Perceptions: Challenging Minds to Lead with Empathy". Her message emphasised

that working with geosynthetics, as all work, requires not only technical work, but also effective collaboration between people. Her speech challenged existing perspectives and awakened a deeper understanding of diversity, equity, and inclusion.

## Sustainability

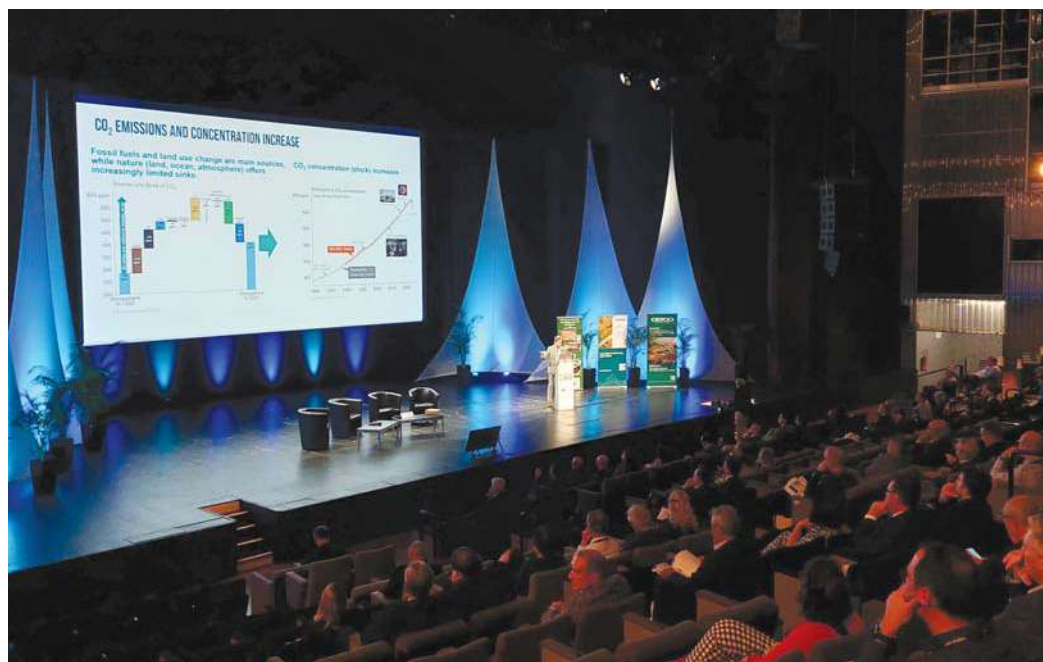
### REUSE AND RECYCLING

The opening keynote lecture of Enrico Benetto: "A Safe and Sustainable by Design approach to geosynthetics development" (Benetto, 2025) underlined the importance of sustainability. Sustainability was the main topic for this conference (Figure 1).

Current use of geosynthetics faces challenges, such as polymers being fossil-based, potential microplastic release, and end-of-life management. Actual Life Cycle Assessments in geosynthetics engineering remain limited, but early results of bio-based alternatives and improved assessment methodologies are promising. Benetto also highlighted opportunities for integrating 'Safe and Sustainable by Design' (SSbD) principles into standards, tendering and training. By systematically applying SSbD principles, the geosynthetics industry can deliver essential infrastructure while minimising negative impacts on human health and the environment. Also, Geosynthetics contribute to wider sustainability goals.

Frank Heimbecher presented an interesting lecture on the reuse and recycling of geosynthetics (Depenbrock et al., 2025). He described a large interdisciplinary research project in Germany, aimed at establishing a circular economy. The project brings together various stakeholders from all stages of the life cycle, because both the complexity of each stage and the need for data exchange require close cooperation.

Heimbecher presented the main challenges and the first results in 'closing the loop' for geosynthetics. These include the development of a new excavator equipment to extract geosynthetics at end-of-life (Figure 2), the integration of tracers for product identification, and the creation of a new digital data management system that



**Figure 1** – Main stage Eurogeo8 with main topic on sustainability.



**Figure 2** – Newly developed rolling device for recovering geotextiles for full re-use or input into recycling, supporting a 'closing the loop' system. (Depenbrock et al., 2025).

## SUMMARY

From 15-18 September 2025, Lille, France, hosted the 8th European Conference on Geosynthetics (EuroGeo8). The theme was: "Technical Challenges and Environmental Imperatives for the 21st Century".

This article highlights a selection of topics from this conference. Building projects

have an environmental 'footprint'. Several papers at the conference emphasised that application of geosynthetics often decreases the environmental footprint substantially, compared to traditional alternatives. The conference also featured technical topics such as reinforcement, hydraulics, seismic performance and soil-geosynthetic interaction.

supports new business models. The project includes three large-scale tests. These tests focus on the reuse and the recycling of several types of geosynthetics and provide data for a comprehensive Life Cycle Assessment (LCA). In the current project phase, the focus is on single-material products, such as polypropylene or polyester, used for temporary structures like construction roads and crane platforms. A dedicated pre-treatment process is being developed to ensure that recovered geosynthetics can enter existing recycling infrastructure.

Gijs Groen (Groen & Gruber, 2025) presented a Dutch project, that also elaborated the collaborative approach to enhance circularity in construction by successfully recycling 500.000 m<sup>2</sup> geotextiles from temporary construction roads. Important in the project success was the multi-stakeholder collaboration between asset owners, contractors, manufacturers, and recyclers. The recovered geotextile required washing to remove soil before further processing, see Figure 3. Key outcomes included reduced CO<sub>2</sub> emissions, resource conservation, and integration of recycled granulates into the production cycle. Although economic and technical barriers remain, the project showed the technical feasibility of geotextile recovery, reuse of material, and the potential of circular economy principles.

### ECONOMIC AND ECOLOGICAL OPTIMALISATION

Theresa Wittl (Wittl et al., 2025) compared a

geogrid-reinforced retaining structure (GRS) with a concrete cantilever wall (ARW), both used for a railway embankment (Figure 4 and 5). She considered geotechnical, economic and ecological aspects.

Using the ecological scarcity method, Wittl showed that the GRS achieved 70% lower greenhouse-gas emissions and 60% lower energy use. Within the defined system limits and the assumptions made, the GRS is both more ecological and more economical than the ARW.

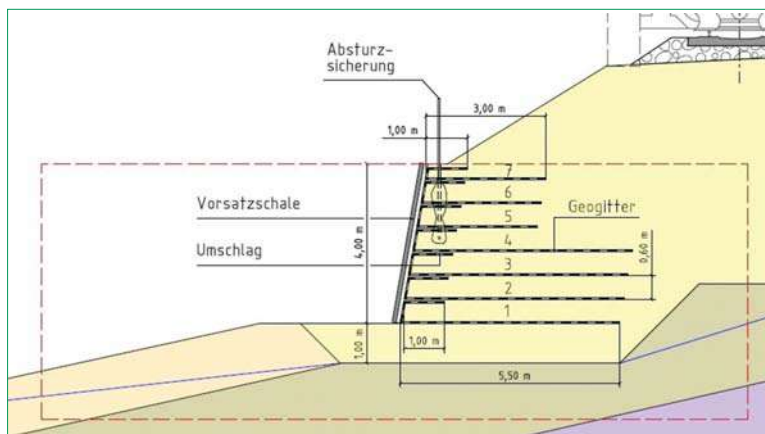
Daniele Cazzuffi (Cazzuffi et al., 2025) discussed microplastics emissions in a case study from Ostend Airport in Belgium. For the construction of a new aircraft parking apron, geotextiles repla-

ced large volumes of gravel that were needed for stabilizing the ground. This saved a lot of material and reduced the CO<sub>2</sub> emissions by more than 77%. Furthermore, the microplastic emissions were reduced by more than 97%, mainly due to the optimised design with geosynthetics, resulting in thinner layers of granular material needed. Fewer truck movements and therefore less tires wear – a major but often overlooked source of microplastics.

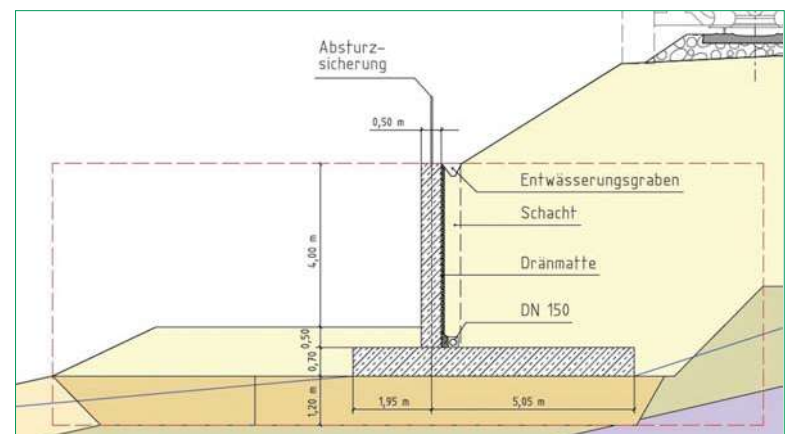
### Hydraulic Engineering

Rijk Gerritsen presented the paper 'First innovative and sustainable GCL-application in Dutch flood defence at Beesel' (Gerritsen et al., 2025).

**Figure 3 –** Washing facility for shredded geotextile material to remove embedded soil (Groen & Gruber, 2025).



**Figure 4 –** GRS - Geogrid-reinforced retaining structure (Wittl et al., 2025).



**Figure 5 –** ARW - Concrete cantilever wall, traditional angular retaining wall (Wittl et al., 2025).

In this pilot project, the geosynthetic clay liners (GCLs) or bentonite mats were installed over 530 metres of levee, on the outer slope, the crest and part of the inner slope (Figure 6). The project demonstrated that GCLs can be used effectively in levee construction. The application of GCLs contributes to sustainability by using locally available soil, reducing transport movements, and lowering CO<sub>2</sub> emissions. Moreover, they are cost-effective compared with a traditional clay layer. Gerritsen explained key aspects of the design and construction. Installation speeds reached up to 1500 m<sup>2</sup>/day – roughly 100 m of levee length per day – including immediate soil cover placement to prevent premature hydration. This method proved faster and more consistent than traditional layered clay installation, which requires multiple compaction passes for every 30 cm clay and is far more sensitive to weather conditions.

Ehrenberg & Niehues (2025) argued that tenders for GCLs should specify permittivity (1/s) rather than permeability (m/s) of the GCL. Using permeability unintentionally favors thinner GCLs, which may not provide sufficient flow resistance.

### Piled Embankments

In a keynote lecture, Briançon (2025) focused on two subjects; basal-reinforced piled embankments and sink holes. In France, two major research programmes have been conducted to study piled embankments: ASIRI (2005-2012) and ASIRI+ (2016-2025). More than forty partners

participated in each of these projects. The first programme, ASIRI (2005-2012), focused mainly on the piles-soil area underneath the embankment, and did not include geosynthetic reinforcement (ASIRI, 2012).

The second project, ASIRI+ (2016-2025), focused mainly on the embankment above the piles – the load transfer platform (LTP) – and included geosynthetic reinforcement. The ASIRI+ researchers developed several physical models for this project. In one of them, five large-scale experiments were conducted (Briançon, 2025 and Hu et al., 2025).

The ASIRI+ researchers found that applying geosynthetic reinforcement improved the load transfer towards the piles (the soil arching) and that there was no difference in behaviour between the geotextiles and the geogrids of similar tensile stiffness.

Based on ASIRI+ experiments and numerical simulations, the original ASIRI analytical model was extended with a second calculation step, to include the geosynthetic, as shown in Figure 7 (Briançon, 2025 and Alzate et al., 2025). The second calculation step does not use the unit cell concept but considers the strip of reinforcement between two adjacent piles. This strip is loaded by a load that is distributed inverted-triangular on the strip, as originally proposed by van Eekelen et al. (2012a, b).

The resulting analytical model, the Taspie+ model, is suitable for conditions with relatively stiff subsoil, as typically found in France.

### Interfaces

The LMNS lecture is an important lecture at geosynthetic conferences. It is named after the founders of the first International Geosynthetic Conference (IGC): E. Leflaive, A. McGown, J. Nieuwenhuis and M. Sotton. At EuroGeo8, the LMNS lecture was delivered by Moraci (Moraci et al., 2025). The lecture was dedicated to interfaces, in particular how friction develops between soil and geosynthetic and the filtration behaviour of geotextiles.

### Friction

Moraci discussed several methods for determining the friction at different interfaces: geotextile - soil, geotextile - geotextile and geotextile - geomembrane. He described both the standard pull-out box, and a long-term version where the load is applied by weight instead of a hydraulic plunger.

An interesting result was that the creep in a pull-out test was much less than creep measured in a 'in air' creep test for a uniaxial extruded HDPE geogrid, loaded to 50% of the maximum tensile strength. This suggests that the creep is overestimated in current design practice for reinforced soil structures.

Moraci also presented devices and procedures for measuring the friction for both short- and long-term durations. The results show that the friction angle between a draining geocomposite and a geosynthetic clay liner can be 5-10 degrees lower in wet conditions compared to dry conditions.

### Filter Criteria

Furthermore, Moraci stated that filter design for stable soils is largely solved. Therefore, current research focuses on internally unstable soils. For this purpose, a new test apparatus was developed, similar to the gradient ratio test, but equipped with more piezometers (Figure 8).

Variations in the hydraulic gradient, show changes in permeability caused by piping, clogging and blinding.

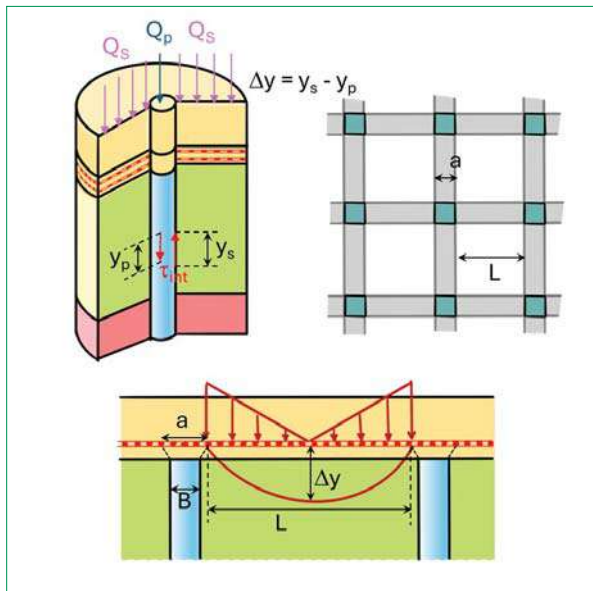
### Seismic Performance and Damage Prediction of Reinforced Soil Walls

Geosynthetic reinforced soil (GRS) walls are widely recognised for their good seismic performance. However, there is currently limited guidance on how to quantify damage to these systems in a consistent and physically meaningful manner.

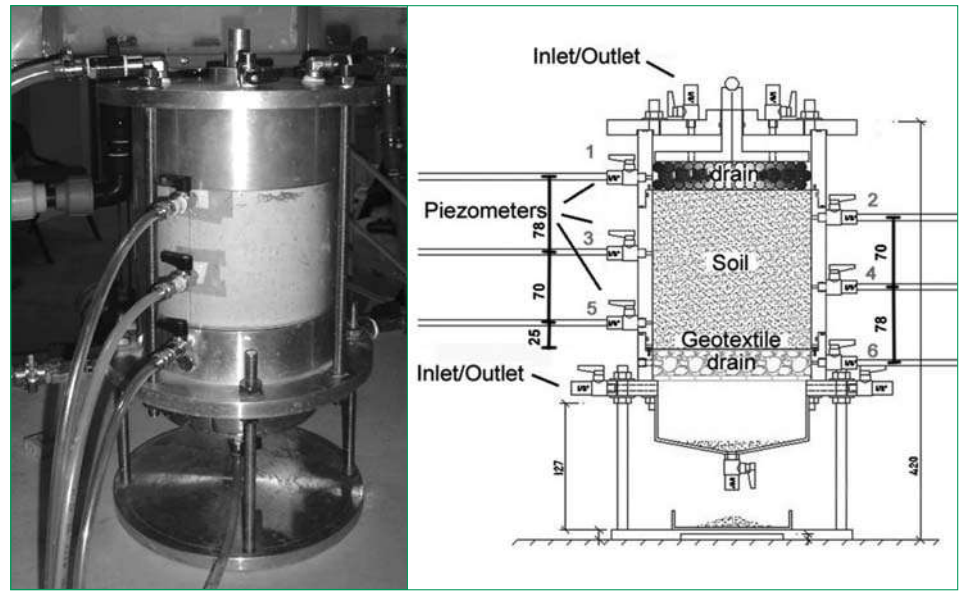
Cengiz et al. (2025) addressed this gap by investigating how different intensity measures correlate with key performance indicators: vertical settle-



**Figure 6** – Installation Geosynthetic Clay Liners (GCL) on the outer slope, the crest and part of the inner slope of the levee in Beesel (Photo Ger Peeters – Waterschap Limburg).



**Figure 7** – The Taspie+ model developed in the ASIRI+ project (figure adopted from Alzate et al., 2025).



**Figure 8** – Test apparatus developed by Moraci et al. (2025) for filter tests with geotextile and internally unstable soil.

ment at the crest and lateral facing displacement. They used large-scale model tests and two-dimensional dynamic time-history analyses for a six-metre-high wall. Fifteen European strong-motion earthquake records were applied, following the Incremental Dynamic Analysis procedure. The selected ground motions were compatible with Eurocode 8 site classes A and B and were scaled incrementally to capture both elastic and inelastic wall response.

The findings show that GRS walls do not deform due to a single acceleration peak. Instead, the cumulative energy transferred from the earthquake to the structure is more important. Use of cumulative measures enables a more reliable damage estimation and improved resilience assessment of GRS walls under seismic loading.

## Conclusions

The proceedings of the EuroGeo8 present the state-of-the-art knowledge on various aspects of designing with geosynthetics. For most aspects, this can be described as a steady technical ongoing developments and new insights. The most visible trend, however, was the rapid development of sustainability-focused research. This topic started at the International Geotextile Conference in 2023 in Rome and is now really developing as a new field of research and applications. Although not all cradle-to-cradle examples are cost-effective yet, ongoing optimisation and balanced comparison including costs for non-sustainable alternatives, will likely result in sustainable designs as normative for future engineering.

## References

– Alzate, A.M., Simon, B., Briangon, L., 2025. Design of geosynthetics for rigid inclusion ground

improvement: a simplified analytical method. Proceedings EuroGeo8, Lille, France. E3S Web of Conferences 644.

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202564403006> p 225.

- ASIRI (2012). Recommendations pour la conception, le dimensionnement, l'exécution et le contrôle de l'amélioration des sols de fondation par inclusions rigides, ISBN: 978-2-85978-462-1. Also available in English: Recommendations for the design, construction and control of rigid inclusions ground improvements (2013).
- Benetto, E., 2025. A Safe and Sustainable by Design approach to geosynthetics development, Proceedings EuroGeo8, Lille, France. E3S Web of Conferences 644, p. 26-37.
- Briangon, L., 2025. Geosynthetic-reinforced granular platforms: from experimentation to design. Proc. EuroGeo8. E3S Web of Conferences 644, 04001 – p 112-145.
- Cazzuffi, D., De Meyer, S., Fontana, F., Potential release of microplastics from geosynthetic applications: a case study in Europe, Proceedings EuroGeo8, Lille, France. E3S Web of Conferences 644, p. 261-270.
- Cengiz, C., Kilic, I.E., Guler, E., 2025. Selection of intensity measures for displacement prediction of geosynthetic reinforced soil walls under seismic loading, E3S Web of Conferences. EDP Sciences, p. 04008. p 686.
- Depenbrock, N., Heimbecker F., Flamme, S., Ebbert, S., Tazl, M., Reuse and recycling of geosynthetics – Insights into an interdisciplinary research project for a circular economy, Proceedings EuroGeo8, Lille, France. E3S Web of Conferences 644, p. 356 – 364.
- Ehrenberg H., Niehues C. 2025, Geosynthetic Clay Liners, why hydraulic conductivity (k-value) is the wrong value for a tender, Proceedings

EuroGeo8, Lille, France. E3S Web of Conferences 644, p 430-438.

- Gerritsen, R., Bardoel, J.W., Dorst, K., Meerkerk, J., First innovative and sustainable GCL-application in Dutch flood defence at Beesel, Proceedings EuroGeo8, Lille, France. E3S Web of Conferences 644, p. 588 - 597.
- Groen, G., Gruber, J., 2025. Recycling of geotextiles: a collaborative approach to enhance circularity in construction, Proceedings EuroGeo8, Lille, France. E3S Web of Conferences 644, p. 374.
- Hu, Y., Briangon, L., Dias, D., 2025. Laboratory tests and numerical studies of a geosynthetic reinforced pile-supported embankment. Proceedings Euro-Geo8, Lille, France. E3S Web of Conferences 644, 04001. p. 229.
- Moraci N., Cardile G., Pisano M., Carrubba P., Mandaglio M.C., Bilardi S. (2025). Suitable design approaches for interfaces involving geo-synthetics under various loading and flow conditions. Proceedings Euro-Geo8, Lille, France E3S Web of Conferences 644, 04001 p. 58-111.
- van Eekelen, S.J.M., Bezuijen, A., Lodder, H.J. and van Tol, A.F. (2012a). Model experiments on piled embankments Part I. Geotextiles and Geomembranes, 32: 69-81.
- van Eekelen, S.J.M., Bezuijen, A., Lodder, H.J. and van Tol, A.F. (2012b). Model experiments on piled embankments. Part II, Geotextiles and Geo-membranes volume 32: 82-94, including its Corrigendum in Geotextiles and Geomembranes, 35: 119.
- Wittl, T., Klügel, S., Vollmert, L., Ehrenberg, H., 2025, Comparative Life Cycle Assessment of a slope protection on a railway embankment, Proceedings EuroGeo8, Lille, France. E3S Web of Conferences 644, p 158-177. ●

Uitdagens vervolg op Verruiming van het Julianakanaal

# Robuuste afdichting bentonietmatten Westkolk Sluiscomplex Born

Bij de verruiming van het Julianakanaal heeft Naue eerder ongeveer 500.000 m<sup>2</sup> bentonietmatten aangebracht. Momenteel wordt gewerkt aan het sluitstuk van het project met afdichting van een voorhaven bij het sluiscomplex in Born. Het project met afdichting van de Westkolk dat qua omvang een factor 20 kleiner is dan de eerdere werkzaamheden, vormt in complexiteit een grotere uitdaging.

De betrokkenheid van Naue bij het Julianakanaal begon in het voorjaar van 2024, vertelt Rijk Gerritsen, technisch directeur bij Naue Nederland. "Destijds zijn we gestart met intensieve praktijkproeven om de bentonietmatten te beproeven onder de projectspecifieke omstandigheden. Die omstandigheden zijn uniek: boven op de kanaalafdichting worden zware waterbouwstenen aangebracht. De omstandigheden stellen hoge eisen aan de robuustheid van het afdichtingssysteem".

## ROBUUSTE AFDICHTING

Bij praktijkproeven zijn de bentonietmatten blootgesteld aan extreme belastingen door bijvoorbeeld scheepsankers over de steenbekleding te trekken en er met kranen overheen te rijden. Gerritsen verteld: "De Bentofix® bentonietmatten van Naue kwamen schadevrij uit alle praktijktesten. Hiermee was het dan ook duidelijk welk type bentonietmat bij de Westkolk van Sluis Born toegepast moest worden. De sluis kolk werd bij de verruiming van het Julianakanaal gebruikt als tijdelijk slibdepot omdat al het vrijgekomen slib uit het kanaal niet meteen kon worden afgevoerd. Het slib is inmiddels afgevoerd en de gehele westelijke voorhaven opgeschoond. Nu wordt ook in dit laatste deel de benodigde bodembescherming aangebracht." De werkzaamheden worden uitgevoerd in samenwerking met hoofdaannemer Van den Herik Sliedrecht en opdrachtgever Rijkswaterstaat.

## UITERMATE COMPLEX

De toegepaste bentonietmatten van Naue behoren volgens Gerritsen tot de zwaarste categorie, met een

gewicht van bijna 15 kg/m<sup>2</sup> en dikke beschermvliesen. Een geïntegreerde zandlaag beschermt de matten tijdens het aanbrengen van de steenlagen. Hoewel in de Westkolk van sluiscomplex Born 'slechts' 30.000 m<sup>2</sup> aan bentonietmatten worden aangebracht, is de complexiteit aanzienlijk groter. "In tegenstelling tot het relatief rechtlijnige eerdere kanaaltracé, kent de sluis kolk talloze nissen, meerpalen, damwanden en dicht op elkaar geplande werkzaamheden", zegt Gerritsen. "De bentonietmatten moeten worden aangesloten op meerpalen en damwanden in geometrisch uiterst uitdagende vormen. Daarbij grijpen verschillende werkstromen continu in elkaar: het vervangen van meerpalen, het installeren van de afdichting en vervolgens het aanbrengen van de zware waterbouwstenen boven op de Bentofix bentonietmatten."

## INTEGRALE AANPAK

Het team van Naue verzorgt het totale pakket: ontwerp, levering en installatie, net zoals bij de vorige fase. "Deze integrale aanpak, gecombineerd met het vertrouwen tussen opdrachtgever, aannemers, onderaannemers en leveranciers, maakt het mogelijk om dit soort complexe projecten in hoog tempo en met hoge kwaliteit te realiseren", benadrukt Gerritsen. "Met alle partijen in één bouwkeet zijn de lijnen kort en worden keuzes gezamenlijk en snel genomen. Terugkijkend op wat we met alle projectpartners bij de verruiming van het Julianakanaal hebben gepresteerd met slechts negen maanden bouwtijd, was anders totaal onmogelijk geweest. Dit maakt iedereen ongelooflijk trots."

Tekst: Roel van Gils - GWW-Bouwmat



Afdichting voorhaven sluiscomplex Born met de installatie van bentonietmatten op de kanaalbodem en de taluds. Boven op de afdichting worden zware waterbouwstenen aangebracht gepentreed met beton.

## NAUE TOEGEVOEGDE WAARDE

Talrijke toepassingen en voordelen met geo-bouwmaterialen in grondwerken, civiele en waterbouwkundige projecten:

- Toepassingen bij dijken, kustbescherming, wegen, werkplatforms, kraanopstelplaatsen, tunnels, spoorwegen, kanalen en watergangen, wateropslag bekkens, grondwaterbescherming en stortplaatsen.
- Innovatieve en duurzame oplossingen met bentonietmatten (GCL) en folieconstructies (afdichtings-systemen), zandgevulde geotextiele containers (geobags), geogrids (grond- en funderingswapening), nonwoven geotextiel (filtratie, scheiding en bescherming), erosiebescherming en drainagematten.
- Bewezen oplossingen die kunnen worden aangepast aan uitdagende projectomstandigheden.
- Ondersteuning vanaf de eerste haalbaarheid, ontwerp met berekeningen en tekeningen, levering van materialen en installatie.

# INI Naue

**Naue Nederland B.V.**  
 Goorsestraat 1  
 7041 GA 's-Heerenberg  
 Tel.: +31 (0) 314 745 015  
 info.nl@naue.com  
 thinkactgreen.eu  
 naue.nl



*Schematisch overzicht toepassing geo-bouwmaterialen bij waterkeringen met bentonietmatten, grondwapening, nonwoven geotextiel voor filtratie/scheiding en erosiebescherming op de taluds.*

*Bentonietmatten zijn een slimme, duurzame én kostentechnisch interessante oplossing voor waterbouwkundige projecten'*



Ing. Justus Lagendijk  
Geologics B.V.



Ing. Johan Zwaan  
CRUX Engineering  
B.V.



Ing. Leon van der Heiden  
Bonneveld gewapende  
grondconstructies B.V.



Ing. Bob Boonzaaijer  
Joosten Concepts B.V.

# BOUWEN OP POSTZEGELS KNOOPPUNT DE NIEUWE MEER

## Inleiding

Zuidasdok is een van de grootste infrastructurele projecten van Nederland. Het project verbetert de bereikbaarheid van Amsterdam en het noordelijk deel van de Randstad, zowel over de weg als met het openbaar vervoer. Het omvat de reconstructie van de A10 Zuid (Knooppunt De Nieuwe Meer, Knooppunt Amstel, de tunnels in het centrumgebied van de Zuidas) alsmede de vernieuwing van station Amsterdam Zuid tot een volwaardige OV-Terminal, dit alles in een zeer beperkte ruimte: bouwen op postzegels dus. Zuidasdok is een samenwerking van Rijkswaterstaat, ProRail en de gemeente Amsterdam.

Het project Knooppunt De Nieuwe Meer vormt een essentiële schakel in de vernieuwing van de A10 Zuid, één van de drukste verkeersaders van Nederland. Met circa 120.000 voertuigen per rijrichting op werkdagen en een verwachte toename door stedelijke ontwikkeling was uitbreiding van vier naar zes rijstroken noodzakelijk (zie ook figuur 1). De combinatie van beperkte ruimte en een zettingsgevoelige ondergrond maakte traditionele oplossingen, zoals taluds, niet haalbaar en vroeg om innovatieve constructies zoals paalmatrasen en gewapende grondconstructies. Het project is gerealiseerd in samenwerking met meerdere partijen. De hoofdaannemer betreft bouwcombinatie TriAX bestaande uit Besix, Dura

Vermeer en Heijmans. De combinatie heeft het voorontwerp gemaakt welke Geologics vervolgens heeft uitgewerkt tot een definitief- en uitvoeringsontwerp op basis van analytische rekenmethoden, in nauwe samenwerking met CRUX Engineering voor eindige elementen berekeningen. Joosten Concepts was verantwoordelijk voor de toe-gepaste systemen, coördinatie en leveringen; Bonneveld nam de uitvoering voor zijn rekening.

Het voorliggende artikel beschrijft het ontwerp en de uitvoering van de geokunststof constructies binnen het project Knooppunt De Nieuwe Meer. De nadruk ligt daarbij op de diverse toegepaste technieken en het samenspel tussen het analytische en het eindige-elementen-ontwerp.

## Paalmatrasysteem

Wanneer direct naast het huidige talud van de A10 Zuid een verticale kering zou worden aangebracht zonder voorzieningen, zouden de slappe veen- en kleilagen in de ondergrond leiden tot aanzienlijke (differentiële) zettingen. Een conventionele aanpak zou zijn dat de ondergrond eerst enkele jaren wordt voorbelast, wat in dit project niet haalbaar was vanwege ruimte- en tijdsgebrek en gevoelige belendingen. Daarom is gekozen voor een paalmatrasconstructie waarbij de krachten via geokunststoffen naar de draagkrachtige palen worden overgedragen. Op deze manier ontstaat relatief

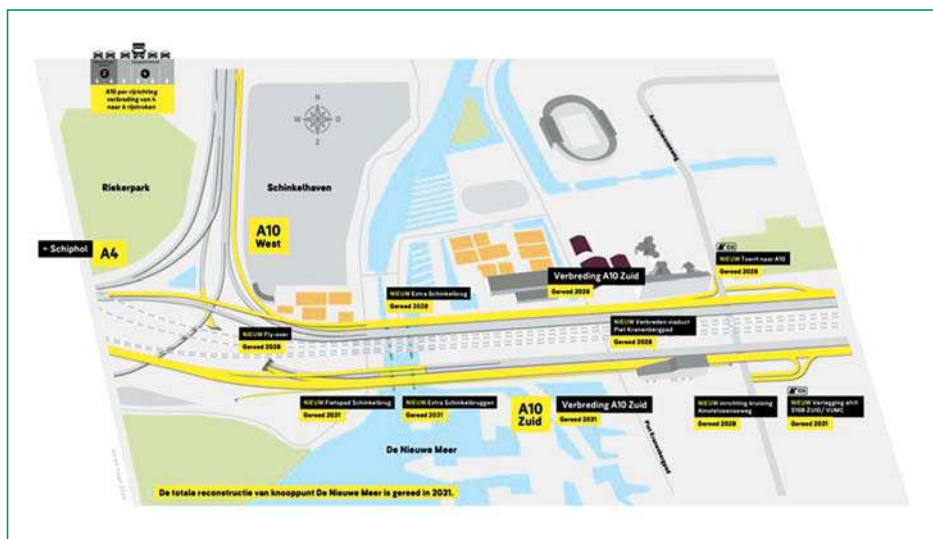
snel een zettingsvrije constructie die weinig ruimte inneemt en de fundering vormt voor de gewapende grondconstructies die hier bovenop worden aangebracht. Om het paalmatrasysteem onder de gehele verbredening aan te kunnen brengen is het bestaande talud steil afgegraven en gestabiliseerd met een vernagelde wand. Hierdoor kon het verkeer op de bestaande A10 doorgang vinden met voldoende werkruimte voor de bouw.

## Gewapende grondsystemen

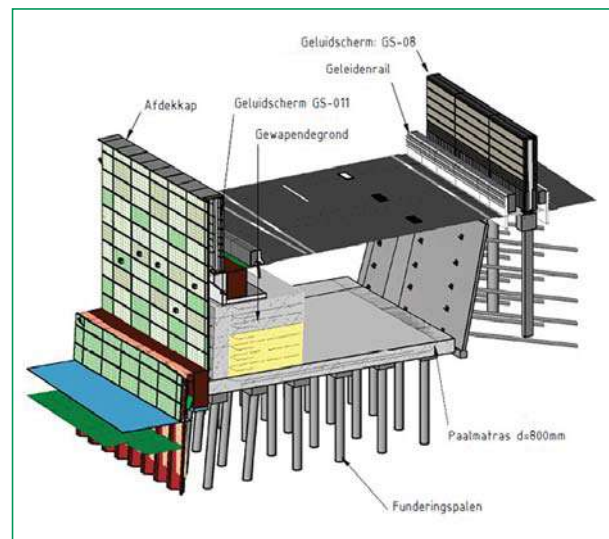
Binnen het project zijn diverse systemen toegepast om te voldoen aan locatiespecifieke technische en esthetische randvoorwaarden:

## OMSLAGMETHODE IN COMBINATIE MET EEN BETONNEN KEERWAND

Bij de meeste definitieve gewapende grondconstructies, gefundeerd op een paalmatras, is de omslagmethode toegepast. Hiervoor zijn Solmax Miragrids (GX) gebruikt. Boven op deze gewapende grond wordt een betonnen keerwand aangebracht, die nodig is om kabels en leidingen weg te werken. De wand dient als fundatie voor geluidschermen, portalen en hekwerken. De afwerking van de gewapende grond bestaat uit een cassetewand, dit is een schanskorfconstructie gevuld met metselstenen waar vervolgens een klimplant tegenaan groeit (figuur 2). De cassettewand wordt horizontaal verankerd met legankers



Figuur 1 - Overzichtsplattegrond Knooppunt De Nieuwe Meer.



Figuur 2 - 3D impressie omslagmethode met keerwand op paalmatras inclusief afwerking.

## SAMENVATTING

Het project Knooppunt De Nieuwe Meer is onderdeel van de vernieuwing van de A10 Zuid. Deze snelweg krijgt in beide richtingen twee extra rijstroken. In totaal zijn er dan zes rijstroken per rijrichting beschikbaar, waarbij het doorgaande verkeer wordt gescheiden van het bestemmingsverkeer. De uitvoering vindt plaats in een beperkte ruimte op zettingsgevoelige ondergrond. Traditionele systemen zijn daarom vervangen door constructies als paalmatrasen en

gewapende grondsystemen. Diverse systemen, zoals omslagmethodes, actieve wanden en tijdelijke constructies waren nodig om aan de eisen te voldoen. In het ontwerpproces zijn analytische berekeningen en geavanceerde PLAXIS-modellen geautomatiseerd voor nauwkeurige scenario-analyses. Deze aanpak minimaliseert zettingen, optimaliseert kosten en garandeert een levensduur van 100 jaar.



**Figuur 3** – Actieve wanden vanaf de binnenzijde met de ingestorte startergrids.



**Figuur 4** – Detail van een gewapende grondlaag in combinatie met het VB-systeem.

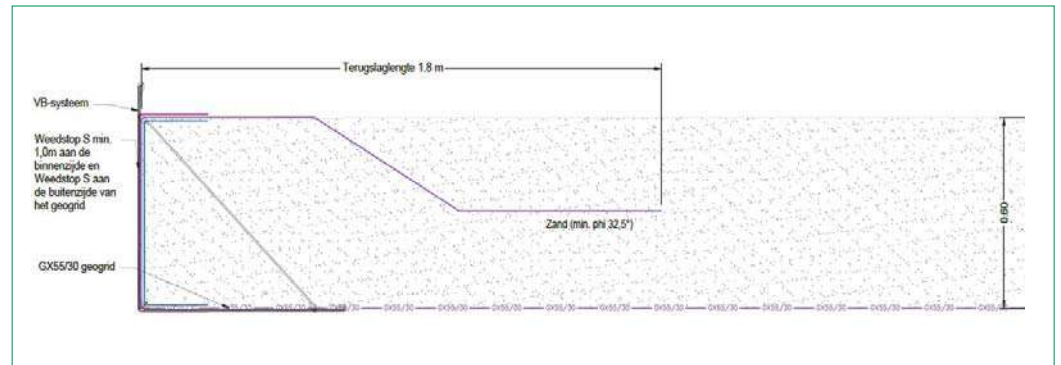
tussen de lagen van de gewapende grond. Om minimaal 100 jaar UV-, brand- en vandalismebestendigheid te garanderen, wordt tussen de cassetwand en de omslagmethode een Concrete Canvas (GCCM) geotextiel aangebracht, ook wel 'beton op een rol' genoemd. Wanneer de toplaag van dit product wordt bewaterd, verhardt de mix in de vezelwapening en ontstaat een harde betonlaag.

### ACTIEVE WANDEN

Voor sommige locaties is een betonnen uitstraling vereist. Hier is gekozen voor zogenaamde actieve wanden met Tensar RE-grids. Hierbij zijn de geogrids integraal verbonden met de prefab betonnen zicht-wanden door in de betonfabriek op vooraf bepaalde niveau's zogenaamde startergrids in te storten, stukjes geogrid van circa 60 cm. Wanneer de betonwand is gesteld, wordt de daadwerkelijke geogridlengte met een steekstaafverbinding (bodkin) gekoppeld aan het startergrid, waarna aanvulling en verdichting plaatsvinden. Een bijkomend voordeel is dat het betonpaneel direct fungeert als bekisting voor de gewapende grondconstructie. Figuur 3 toont een impressie van de actieve wanden vanaf de binnenzijde alvorens de ophoging is aangebracht nabij het gebouw Infinity (ook wel de Schoen genoemd).

### GROENE STEILE HELLING

De hoogste gewapende grondwand in het project is ongeveer 12 meter hoog, met een helling van



**Figuur 5** – Systeem met Verloren Bekisting (VB) in aanbouw.

circa 70 graden. Deze constructie is gebouwd op de natuurlijke ondergrond en dus onderhevig aan zettingen. Daarom wordt de wand getrap opgebouwd met behulp van het Verloren Bekisting (VB) systeem (figuur 4). Dit systeem bestaat uit draadgaaspanelen die met behulp van stalen schoren in de juiste hoek zijn gesteld waarna hier tegenaan de gewapende grondlagen volgens de omslagmethode zijn gerealiseerd, zie ook het detail uit een legplan in figuur 5. Naast het voordeel dat hiermee in beperkte ruimtes gebouwd kan worden zorgt het ook voor mitigatie van vershilzettingen. Na zetting van de constructie wordt de getrapte gewapende grond afgewerkt met klei om zo de gewenste eindhelling te vormen en een groene wand mogelijk te maken. Boven op deze gewapende grondconstructie komt bovendien een landhoofd, gefundeerd op palen, welke door de gewapende grond worden geïnstalleerd.

Bij het ontwerp en de uitvoering is rekening gehouden met de extra belastingen en vervormingen die ontstaan door het aanbrengen van palen door de gewapende grondconstructie. Dit omvat de krachten uit de heistelling, verzwakkingen door de boorgaten van de palen en additionele krachten welke voortkomen uit de paalbeddingen.

### TIJDELIJKE GEWAPENDE GRONDCONSTRUCTIES

Tijdelijke gewapende grondconstructies zijn ingezet om voldoende werkruimte te creëren met minimale ruimte-inname. Dit is een cruciaal aspect in dit project.

Een voorbeeld hiervan zijn tijdelijke hellingbanen naast definitieve gewapende grondconstructies. Deze definitieve constructies worden aangebracht tot onderkant L-wand. In verband met het beper-

ken van omgevingsinvloeden is ervoor gekozen om tijdens de realisatie van de bovenbouw en de kunstwerken de nieuwe gewapende grondconstructies niet via de bestaande A10 op te rijden. Aan de kerende zijde van de definitieve gewapende grondconstructies zijn daarom tijdelijke hellingbanen in de vorm van gewapende grond op een tijdelijk paalmatras toegepast (zie figuur 6). Deze gewapende grond is uitgevoerd als een kistdam-constructie, dit is een smalle constructie van ongeveer 6 meter breed met aan beide zijden een omslagmethode omdat taluds vanwege ruimtegebrek niet mogelijk waren. Na gebruik wordt de gehele hellingbaan verwijderd en worden de palen deels verwijderd.

Daarnaast zijn tijdelijke constructies gebruikt om voorbelasting dicht bij de rijbaan mogelijk te maken zonder hinder voor doorgaand verkeer (figuur 7). Deze is wederom gerealiseerd met het VB-systeem. Na de voorbelastingsfase worden deze constructies deels verwijderd.

### SPECIALS

De meeste paalmatrasconstructies in combinatie met gewapende grondconstructies sluiten aan de west- en oostzijde aan op een kunstwerk. Bij sommige viaducten is gekozen voor een landhoofd op staal, geplaatst op de gewapende grond en het matras, waarbij deze samen de belasting naar de palen afdragen. In deze zones is de paalafstand verkleind en zijn zwaardere geokunststoffen toegepast. Op andere locaties was een landhoofd op palen noodzakelijk. Om autonome bodemdaling onder het landhoofd tegen te gaan is het paalmatras doorgelegd onder het landhoofd en vindt er een palendoorvoer plaats door de gewapende grond en het matras. Voor het matras zijn op deze locaties extra geokunststoffen ter plaatse van de palen toegepast (bijlegwapening), zodat de benodigde sterkte wordt behaald. Figuur 8 toont de matraskunststoffen voordat de aanvulling en de terugslag hebben plaatsgevonden.

## Analytisch ontwerp

### PAALMATRAS

Bij het analytisch ontwerp van het matras is voor de dimensionering uitgegaan van de ontwerprichtlijn CUR226 (2016). Het matras is ontworpen met een relatief groot stramien van 2,70 x 2,70 m, een dekselformaat van 1,0 x 1,0 m en een matrasdikte van 0,80 m. Door de aanzienlijke matraslengtes binnen dit project is gekozen voor deze relatief grote paalafstand om kosten en bouwtijd te optimaliseren, aangezien het aantal palen de grootste kostenpost vormt.

Deze combinatie van paalafstand en dekselformaat maakt het gebruik van hogesterktegeokunststoffen – die doorgaans op een rolbreedte van 5,0 m worden geproduceerd – ongunstig. Om een volledige deksel te overlappen, zou namelijk veel materiaalverlies optreden. Daarom zijn voor het gehele project geokunststoffen op maat geproduceerd met een rolbreedte van 3,90m (2,70m paalafstand plus tweemaal een halve deksel van 1,0 m en 0,20 m tolerantie). Op deze manier wordt efficiënt omgegaan met het geokunststofmateriaal.

Daarnaast zijn – anders dan bij een regulier matras – terugslagen toegepast die vanaf beide uiteinden over de volledige breedte van het matras overlappen. Hierdoor wordt het matras volledig ingepakt, waardoor de geokunststoffen in het ontwerp meerdere keren in rekening kunnen worden gebracht, zoals onderbouwd in Van Eekelen et al. (2014) en geaccepteerd in de CUR226. Dit maakte het mogelijk om lichtere typen geokunststoffen toe te passen. Ondanks het extra benodigde materiaal en de arbeidsintensievere uitvoering bleek deze oplossing aantrekkelijker dan het gebruik van zwaardere geokunststoffen en een standaard terugslag.

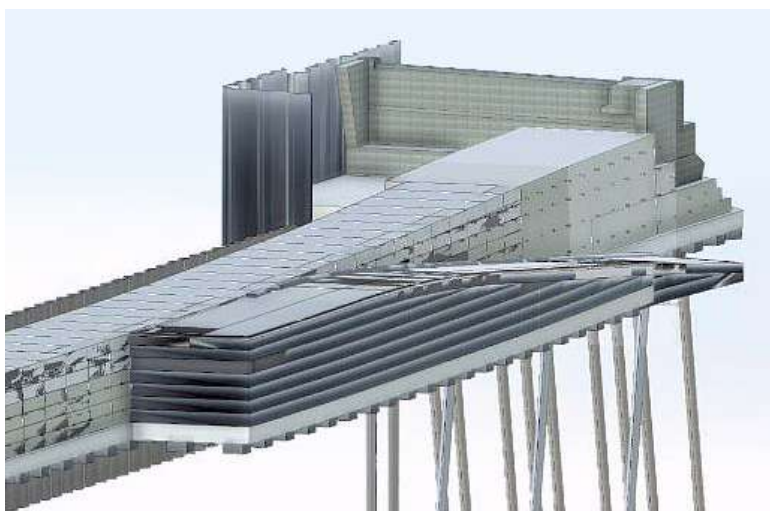
## GEWAPENDE GRONDCONSTRUCTIE

Voor het analytische ontwerp van de gewapende grondconstructies is uitgegaan van CROW-CUR198 (2017). Figuur 9 toont een voorbeeld van een glijcirkelberekening van een tijdelijke fase van een gewapende grondconstructie binnen het project.

Op vrijwel alle definitieve gewapende grondconstructies, uitgevoerd met omslagmethode, zijn betonnen keerwanden (L-wanden) aanwezig. Door de aanzienlijke lengte van deze constructies varieert de belasting op de L-wanden voortdurend. Dit wordt mede veroorzaakt door de verschillende constructies die op de keerwanden worden gefundeerd, zoals geluidsschermen met uiteenlopende windbelastingen, hekwerken, borstweringen en portalen.

Om te voorkomen dat binnen één constructie veel verschillende types en lengtes geogrids worden toegepast, is zoveel mogelijk gegeneraliseerd. Hierbij stond standaardisatie en optimalisatie van sterkte en uitvoerbaarheid centraal, met het oog op het minimaliseren van fouten en het verkorten van de uitvoeringstijd. Bij extreme belastingen zijn lokaal afwijkende grids toegepast.

De gewapende grondconstructies zijn ontworpen op een levensduur van minimaal 100 jaar, voor tijdelijke constructies is een kortere levensduur aangehouden. Vanwege ruimtegebrek is het vaak noodzakelijk dat kranen op definitieve gewapende grondconstructies worden geplaatst. Deze kraanbelastingen zijn als tijdelijk beschouwd, met een lagere veiligheidsklasse dan in de eindfase. Ook aanrijdbelastingen zijn meegenomen in het ontwerp, hierbij is voor de toets op stootbelasting de reductiefactor voor kruip op de geogrids genegeerd. Daarnaast is rekening gehouden met verschillende vulmaterialen en horizontale krachten vanuit de legankers die de voorzetwanden verankeren.



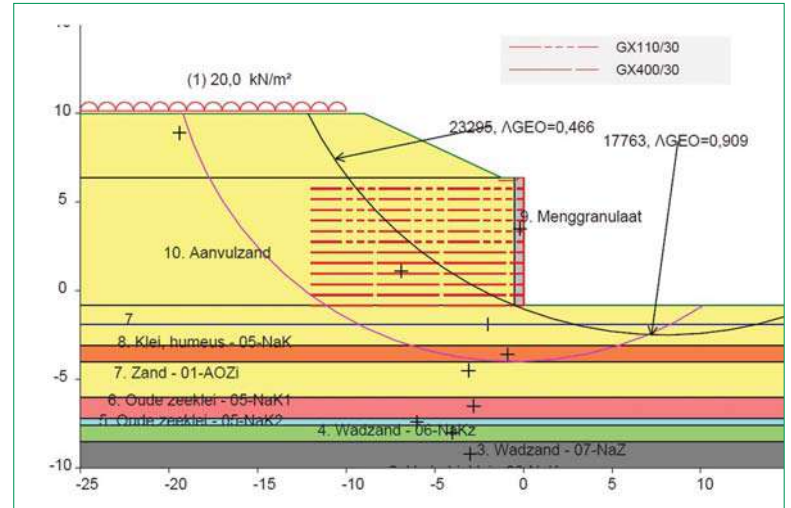
Figuur 6 – Tijdelijke hellingbaan naast de definitieve constructie.



Figuur 7 – Tijdelijke gewapende grondconstructie TK-03.



**Figuur 8 – Matras in aanbouw rondom de palen van Schinkelbrug 1.**



**Figuur 9 – Glijcirkelberekening van een gewapende grondconstructie.**

Binnen het project zijn aanvullende eisen vanuit Rijkswaterstaat van toepassing, zoals het meeneemen van horizontale waterdruk door hevige regenval, minimale terugslaglengtes en strengere belastingsfactoren bij landhoofden.

Bij landhoofden op palen is naast de reductie in sterkte door de paaldoorvoer ook rekening gehouden met horizontale beddingsreacties. De beddingen die de palen ondervinden in het gewapende grondpakket zijn vertaald naar horizontale krachten per geogrid, wat direct invloed heeft op het type geogrid dat wordt toegepast.

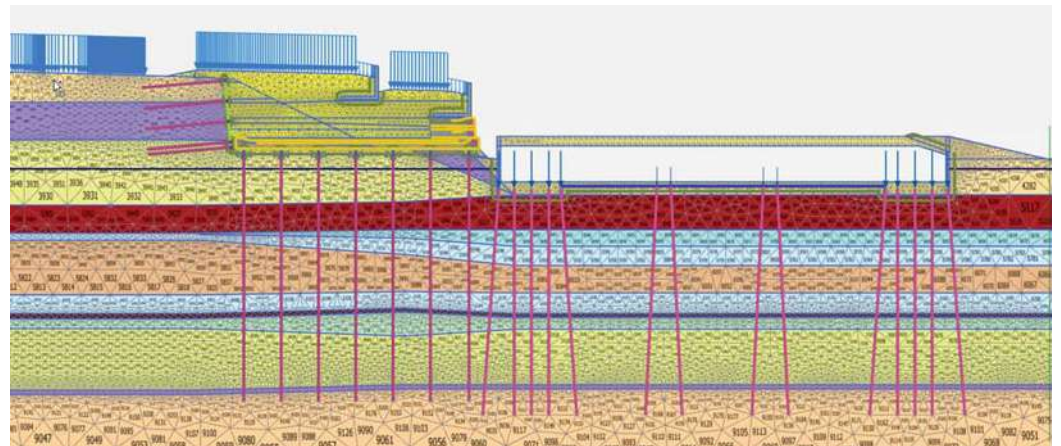
### Iteratie Eindige-Elementen – Analytisch

Op basis van de analytisch berekende trekkrachten wordt een geschikt type geokunststof geselecteerd. De bijbehorende EA-waarden (rekstijfheid) voor korte- en langeduur worden vervolgens ingevoerd in de EEM-berekeningen (eindige-elementenmethode). Het vinden van het juiste geotextielen was een intensief iteratieproces.

### EEM Ontwerp

Voor het ontwerp van de fundering van de boven- en onderbouw van de A10 is de volledige ondergrond inclusief paalmatras en gewapende grondconstructie voor alle bouwfasen in PLAXIS gemodelleerd. Het was een compleet en gedetailleerd model waarin ook de kruip van de ondergrond gedurende de levensduur is gemodelleerd. Hierbij is gebruik gemaakt van meerjarige satellietmetingen om de achtergrondkruip te fitten. Op deze manier kon de blijvende ondersteuning van de ondergrond aan het matras worden aangetoond wat heeft geleid tot het toepassen van lichtere geotextielen.

Door de relatief grote complexiteit van de modellen met meer dan 40 fasen per model waarbij ook gevoelige omgevingsobjecten mee zijn gemodel-



**Figuur 10 – Plaxissnede paalmatras en gewapende grond tezamen met een bestaande belending.**

**Figuur 11 – Paalmatras, van legplan naar realiteit.**



leerd en getoetst, kan in een normaal ontwerp-proces maar een beperkt aantal sneden worden berekend. Door automatisering zijn echter juist meer doorsneden berekend, waarvan een voorbeeld is gegeven in figuur 10. PLAXIS werd via Python gekoppeld aan de projectdata. Geometrie, grondlagen, waterstanden en fasering werden automatisch en foutloos ingelezen. Door intensieve samenwerking binnen het ontwerp-team konden meteen de juiste eigenschappen van de geotextielen worden ingevoerd. Waar meestal per 100 meter een berekening wordt uitgevoerd, is hier elke 35 meter een snede doorgerekend. Zo is per doorsnede een passende funderingsoplossing gevonden.

Deze werkwijze heeft meerdere voordelen. Alle modellen worden consistent opgebouwd. De kans op fouten wordt kleiner en er kunnen meer scenario's worden doorgerekend dan normaal, wat ook leidt tot een lichter en efficiënter ontwerp.

### Uitvoering

Een van de grootste uitdagingen binnen het huidige project is het waarborgen van de planning, waarbij begin 2026 maar liefst vijf constructies gelijktijdig gerealiseerd worden.

Om handmatig werk zoveel mogelijk te beperken, zijn machines en hulpstukken geoptimaliseerd. Toch blijft handwerk onvermijdelijk op locaties



**Figuur 12 – Constructie KW45-61 in aanbouw.**

waar matrassen onder op palen gefundeerde landhoofden worden aangebracht. Hier is bijlegwapening noodzakelijk, uitgevoerd in beperkte ruimte en met zeer zware geokunststoffen. Deze werkzaamheden vereisen inzet van collega's met specifieke kennis en ervaring.

Alle werkzaamheden worden intern gekeurd volgens een van tevoren opgesteld keuringsplan. Door het ontbreken van eenduidige richtlijnen in CUR198 (2017) verschilt de aanpak per project, maar er is gestreefd naar maximale standaardisatie. De keuringen verlopen volledig digitaal via een app op de smartphones van medewerkers, wat

zorgt voor transparantie en efficiëntie.

Voordat een ontwerp buiten gerealiseerd kan worden, wordt er een gedetailleerd legplan gemaakt voor de uitvoering, zie ook figuur 11. Elk geokunststof wordt afzonderlijk uitgetekend, inclusief de verschillende sterktes. Bijlegwapening in dwars- en langsrichting wordt op separate tekeningen weergegeven om het initiële legplan overzichtelijk te houden.

Wanneer de legplannen gereed zijn, stelt de werkvoorbereiding een bekistingstekening op. Dit draagt bij aan een efficiënte uitvoering op locatie en garandeert dat alle benodigde materialen tijdig beschikbaar zijn. Voor dit project zijn deze tekeningen essentieel vanwege de grote hoeveelheid materiaal die nodig is om de constructies te realiseren. Op het hoogtepunt is er een totaal van 700 meter bekisting benodigd, volledig in eigen beheer geproduceerd. Zodra de constructies gereed zijn, wordt de bekisting zorgvuldig verwijderd. In figuur 12 is de constructie KW45-61 in aanbouw weergegeven waarbij de tijdelijke bekisting zichtbaar is.

Tijdens het gebruik van de bekisting is de veiligheid van werknemers gewaarborgd door een geïntegreerde randbeveiliging. Wanneer de bekisting echter wordt verwijderd, verdwijnt ook deze be-

veiliging. Om de veiligheid te blijven garanderen, wordt een tijdelijke randbeveiliging aangebracht die is gemonteerd aan legankers tussen de lagen. Dit wordt in detail uitgewerkt door de werkvoorbereiding, zodat tijdens de uitvoering duidelijk is waar deze ankers moeten worden geplaatst. Deze aanpak zorgt voor continuïteit in veiligheid, ongeacht de fase van het werk.

Een zorgvuldige voorbereiding is tijdrovend maar leidt tot een efficiënte uitvoering. Het vinden van dit optimum is essentieel om de uitdagende planning van het project te waarborgen. Werken op postzegels blijft uitdagend, maar met goede voorbereiding en afstemming blijft de uitvoering beheersbaar.

### Referenties

- CUR Rapport 198 (2017) Ontwerprichtlijn Kerende constructies van gewapende grond CUR 226 (2016) Ontwerprichtlijn paalmatrassystemen
- Van Eekelen, S.J.M. & Bezuijen, A. (2014). Is 1+1=2? Results of 3D model experiments on piled embankments. Proceedings of the 10th International Conference on Geosynthetic (10ICG), Deutsche Gesellschaft Für Geotechnik (DGGT), Berlin, Germany, paper number 128. ●

Zettingsproblemen oplossen

Doen we gewoon

JSTN CONCEPTS

**SPECIALISTISCHE  
PROJECT PARTNER**

Bekijk onze oplossingen

enka® solutions



## ENKAMAT® A20 EROSIEBESCHERMINGSMAT

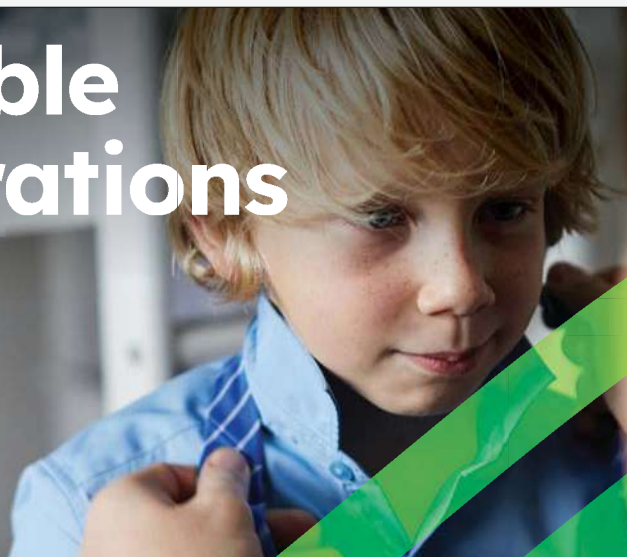
Versterkt natuurlijke wortelstelsels met groene en langdurig beschermde oevers als resultaat. Al meer dan 40 jaar bewezen.  
[www.enkasolutions.com](http://www.enkasolutions.com)



FREUDENBERG  
PERFORMANCE MATERIALS

 **FREUDENBERG**  
INNOVATING TOGETHER

# Sustainable for generations



We pioneer sustainable construction materials with fearless and focused determination to make tomorrow's world a better place.

 **SOLMAX**