

BGS WORKSHOP 16.05.2022

**INFRASTRUCTUURWERKEN OOSTERWEELVERBINDING
GEWAPENDE GRONDOPHOGINGEN
TRAVAUX D'INFRASTRUCTURE LIAISON OOSTERWEEL
REMBLAIS RENFORCÉS**



AVEC LA COLLABORATION DE / MET MEDEWERKING VAN



PROGRAMMA

16u00 – 16u20	Belgian Geosynthetics Society – Remblais renforcés – BGS (Nicolas Denies)
16u20 – 16u40	Infrastructuurwerken Oosterweelverbinding – Uitdagingen van grote projecten – LANTIS (Stijn Slowack)
16u40 – 17u10	Gewapende grondophogingen van Stadsbader in het project – Constructie van de GO3 van Linkeroever – STADSBADER (Thomas Lenders)
17u10 – 17u40	Ontwerp van de gewapende grond GO3 – ARCADIS NEDERLAND (Jan Ruigrok)
17u40 – 18u00	Direct bridge abutment design with terramesh solutions – Oosterweel GO3 – TEXION and MACCAFERRI (Francesco Masola)
18u00 – 18u10	Discussie en vragen moment
18u10 – 18u55	LUNCH BREAK
18u55 – 19u10	Monitoring van structuren en systemen met optische vezels – WTCB (Gust Van Lysebetten)
19u10 – 19u30	Monitoring “fibre optique” du remblais renforcé GO3 – CSTC et Vlaamse Overheid (Nicolas Denies)
19u30 – 19u45	Projet SOLRENF – Dimensionnement des remblais renforcés – Nouvelle génération d’Eurocodes – CSTC (Nicolas Denies)
19u45 – 19u55	Conclusions et questions



Infrastructuurwerken Oosterweelverbinding – gewapende gronden

16.05.2022 - Sterrebeek

BGS WORKSHOP

WORKSHOP BGS – gewapende gronden Infrastructuurwerken Oosterweelverbinding



16u00 – 16u20 “Belgian Geosynthetics Society – Remblais renforcés” – BGS (Nicolas Denies)

16u20 – 16u40 Infrastructuurwerken Oosterweelverbinding – Uitdagingen van grote projecten – LANTIS (Stijn Slowack)

16u40 – 17u10 Gewapende grondophogingen van Stadsbader in het project – Constructie van de G0 3 van Linkeroever – STADSBADER (Thomas Lenders)

17u10 – 17u40 Ontwerp van de gewapende grond G0 3 – ARCADIS NEDERLAND (Jan Ruigrok)

17h40 – 18u00 Direct bridge abutment design with terramesh solutions - Oosterweel G03 – Texion and Maccaferri (Francesco Masola)

18u00 – 18h10 Discussie en vragen moment

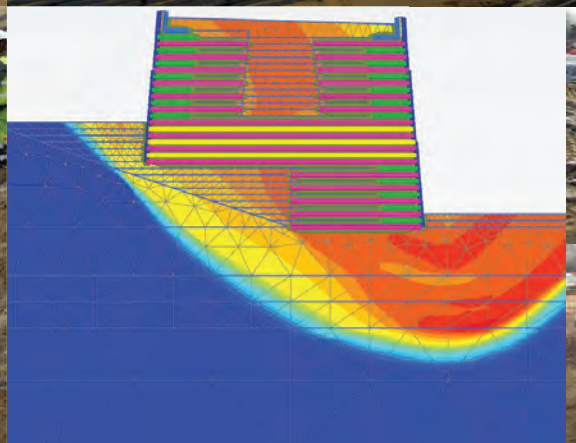
18u10 – 18u55 LUNCH BREAK

18h55 – 19u10 Monitoring van structuren en systemen met optische vezels - WTCB (Gust Van Lysebetten)

19u10 – 19u30 Monitoring “fibre optique” du remblai renforcé G03 CSTC - WTCB (Nicolas Denies)

19u30 – 19h45 Projet SOLRENF – Dimensionnement des remblais renforcés – Nouvelle génération d’Eurocodes - CSTC (Nicolas Denies)

19h45 – 19h55 Conclusies en vragen





www.bgsvzw.be

Belgian Geosynthetics Society - Mission

Promouvoir la connaissance et l'application des géosynthétiques en Belgique, ceci dans l'intérêt de ses membres : producteurs et fournisseurs de géosynthétiques, entrepreneurs, maîtres d'ouvrage, instituts de recherche, ingénieurs-conseils...

La BGS est la branche belge de l'IGS,
l'International Geosynthetics Society.



www.geosyntheticssociety.org



www.bgsvzw.be

Chaired by

Nicolas Denies, Chairman

Jan Maertens, Vice President

Noël Huybrechts & Gemmina Di Emidio, board members

2Mpact Gent, secrétariat



Membres



AEXROCH BVBA



Vlaanderen
is mobiliteit &
openbare werken



Activités

Groupes de travail de l'IGS

Organisation d'événements

Groupe de travail normalisation CEN TC 189

Groupe de travail normalisation CEN TC 250/SC7

Collaboration avec l'ISSMGE TC 218 – Reinforced fills

Thèse de doctorat d'Ahsan Khan (UGent)





Current Status

IGS Digital Library

Proceedings

Educational Documents

Society Documents

Photos

Videos

Journals



IGS Membership

+47 Chapters, +2,500 Individual Members
+ 450 Student Members & 166 Corporate Members

PREPARING THE GROUND FOR A BRIGHTER FUTURE

HOW GEOSYNTHETICS HAVE BEEN SERVING SOCIETY FOR HALF A CENTURY

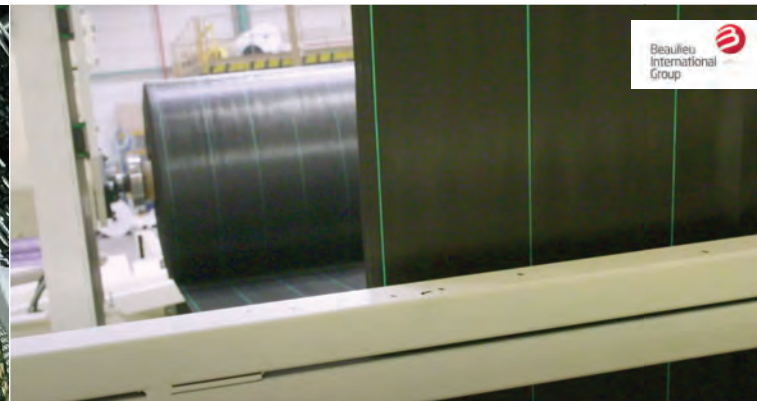
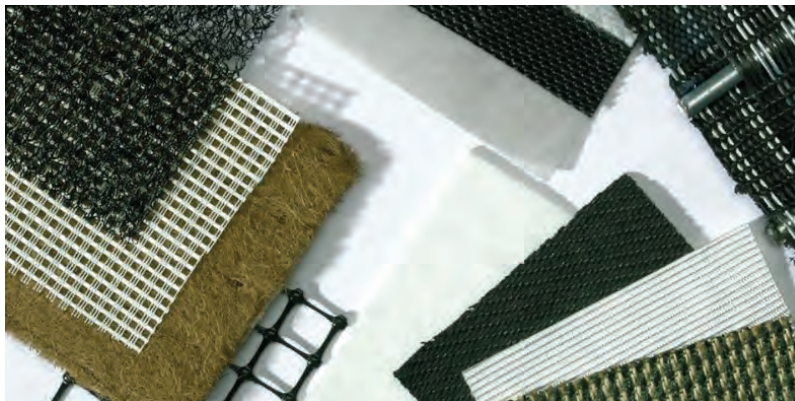
7th European Geosynthetics Conference

current date: 4-7 September 2022, Warsaw – Poland

Géosynthétiques – forme, matériel & fabrication

Geotextiles (woven or non woven),
geogrids, geostrips, geonets, geotubes,
geobags, geomembranes...

PET, PP, PE, PAV, AR, PA...



Géosynthétiques – fonctions & applications

Separation - Filtration

Protection - Waterproofing

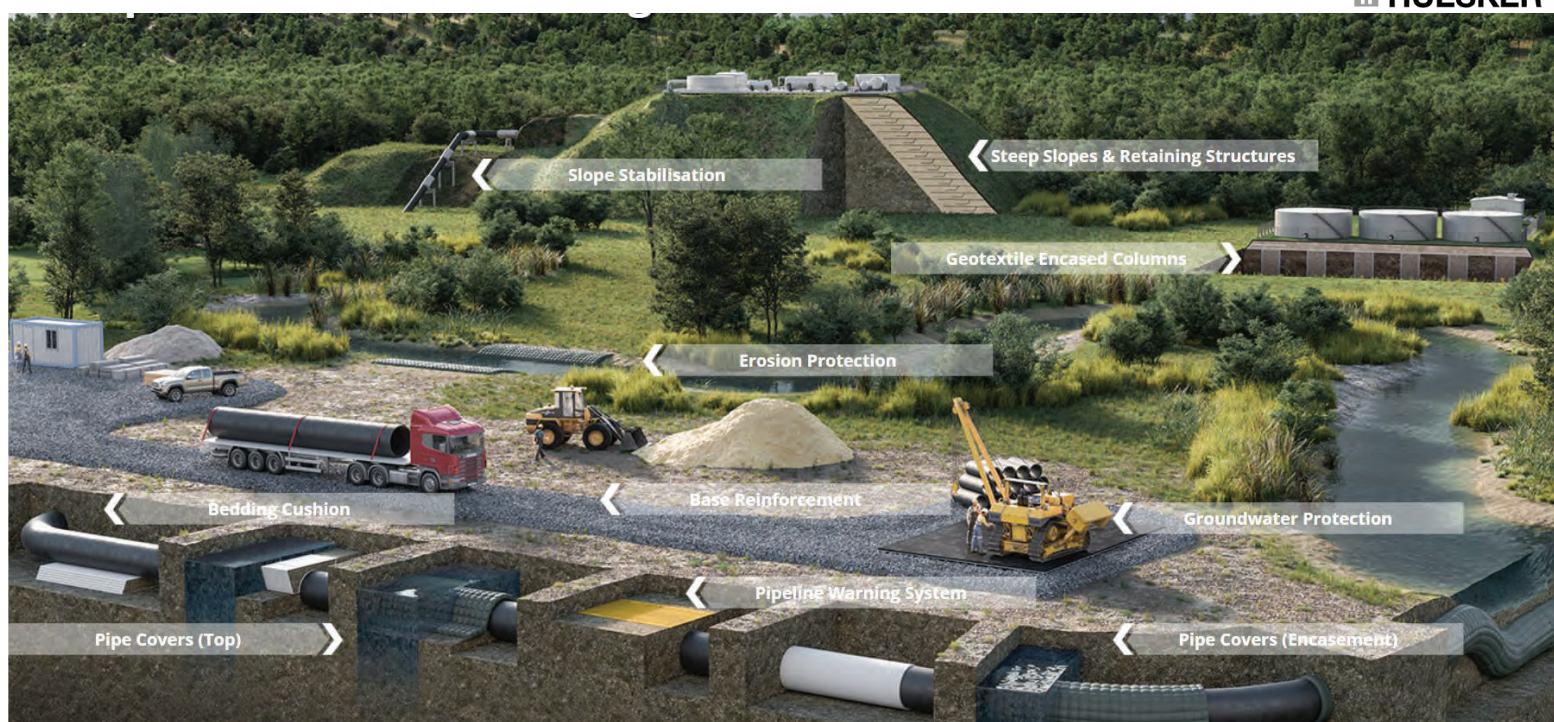
Drainage - Erosion control

Reinforcement



Géosynthétiques – fonctions & applications

 HUESKER



Géosynthétiques – fonctions & applications

Applications

MACCAFERRI



Aquaculture Nets/Cages



Basal Reinforcement



Coastal Protection, Marine Structures & Pipeline Protection



Concrete Flooring, Precast & Other Uses



Drainage of Structures



Environment, Dewatering & Landfills



Erosion Control



Fencing & Wire



Hydraulic Works



Landscape & Architecture



Safety & Noise Barriers



Soil Stabilisation & Pavements



Retaining Walls & Soil Reinforcement

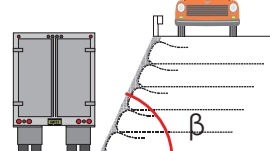
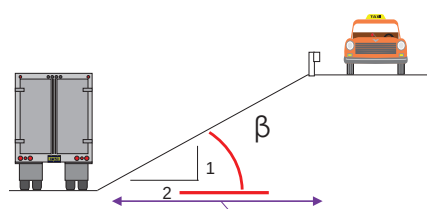


Rockfall Protection & Snow Barriers

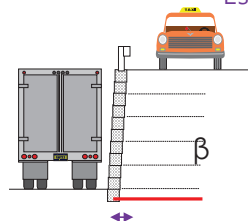


Tunnelling

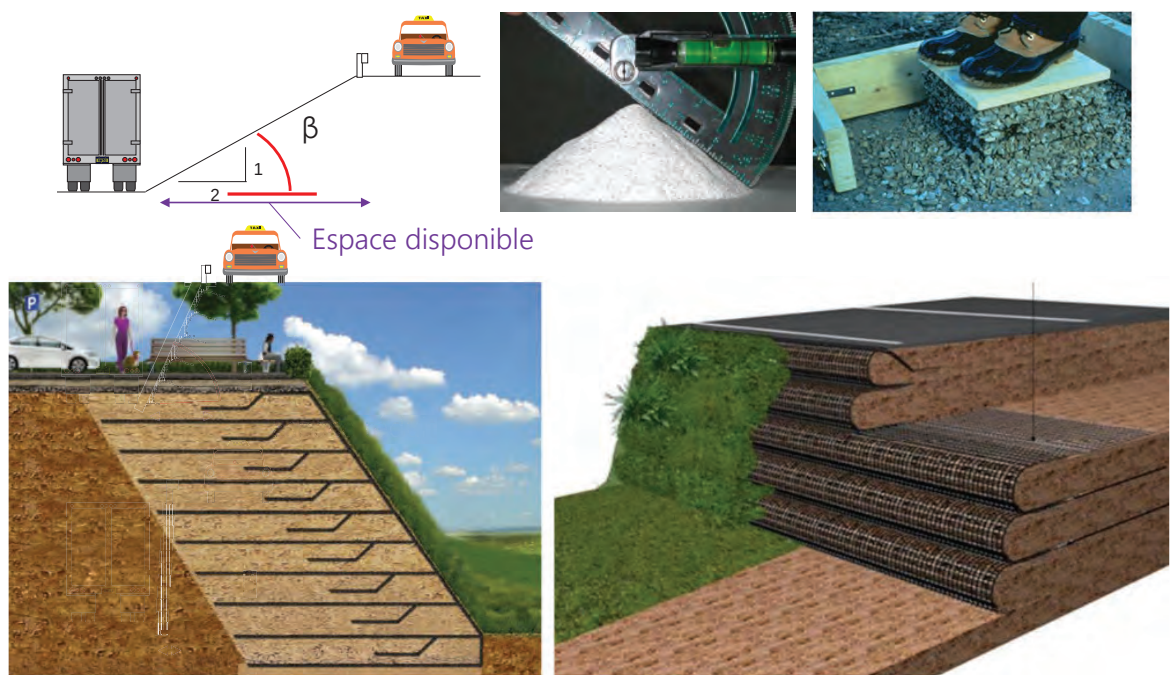
Remblais renforcés



Espace réduit



Remblais renforcés



Remblais renforcés

- Introduite dans les années soixante

Remblais renforcés



Remblais renforcés

- Introduite dans les années soixante
- Matériaux de remplissage classiques (sable et gravier)
- Renforcements
 - Barres, filets, échelles... en **acier**



Remblais renforcés

- Introduite dans les années soixante
- Matériaux de remplissage classiques (sable et gravier)
- Renforcements
 - Barres, filets, échelles... en **acier**
 - **Géosynthétiques** (géogrilles, géotextiles tissés et bandes polyester)



Remblais renforcés

- Introduite dans les années soixante
- Matériaux de remplissage classiques (sable et gravier)
- Renforcements
 - Barres, filets, échelles... en **acier**
 - **Géosynthétiques** (géogrilles, géotextiles tissés et bandes polyester)
- Recouvrement de formes diverses (en polymère, bois, béton, gabions métalliques...) → exigences urbanistiques / esthétiques

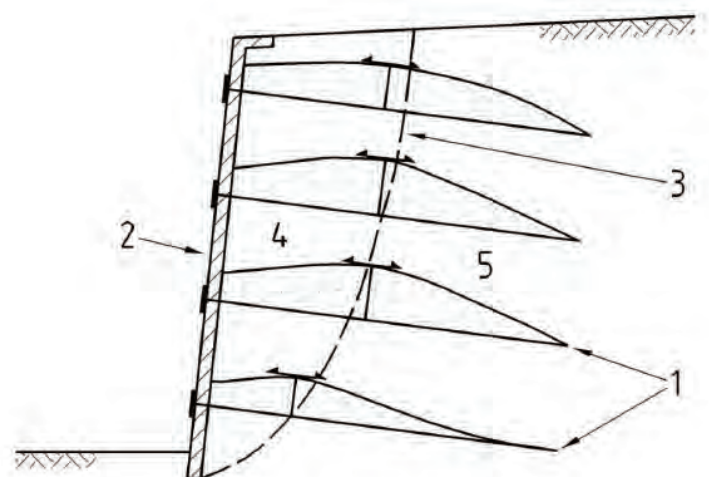








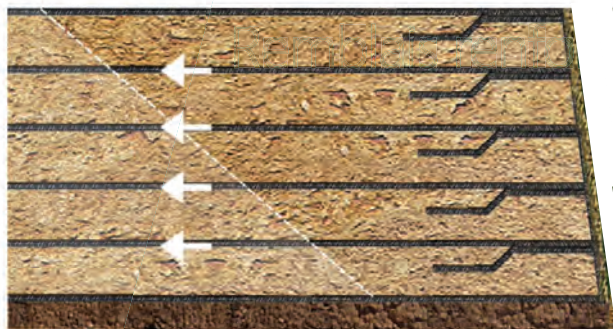
Remblais renforcés



Légende :

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|-----------------|
| 1 | Renforcements | 4 | Zone active |
| 2 | Parement | 5 | Zone résistante |
| 3 | Ligne des tractions maximales | | |

Figure 4.3.1.2 Ligne des tractions maximales



Frottement et imbrication pour une intime interaction

Efforts dans l'élément de renforcement

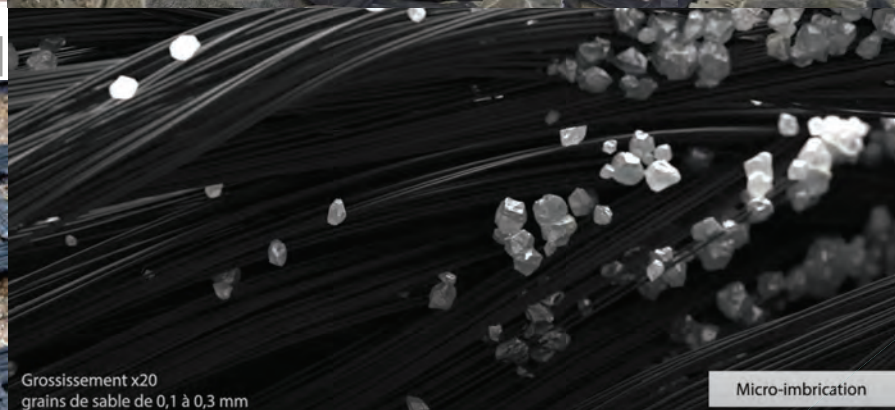
Transmission des efforts vers la zone passive

HUESKER



Méso-imbrication

- L'adaptabilité de la géogrid minimise les vides
- Densité optimale après compactage
- Support tridimensionnel aux particules de sol



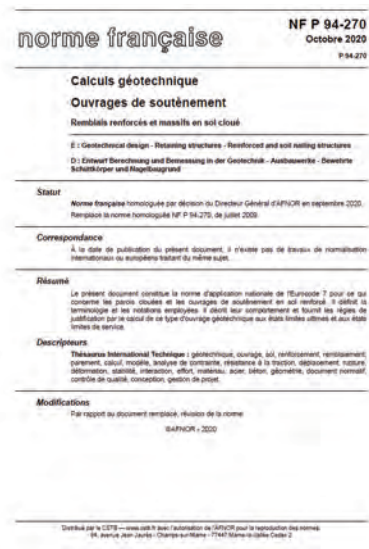
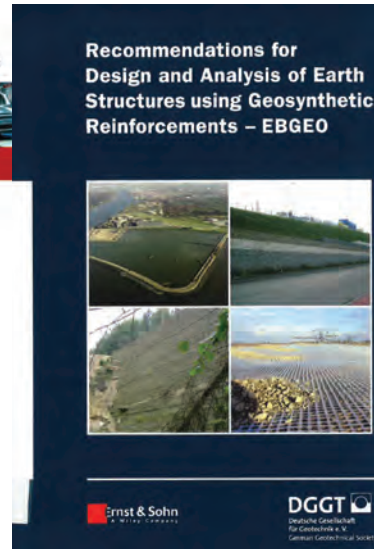
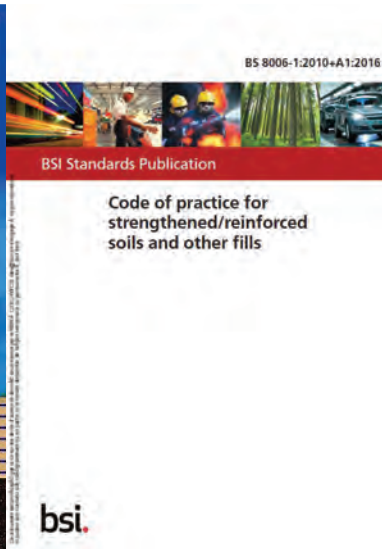
Grossissement x20
grains de sable de 0,1 à 0,3 mm

Micro-imbrication

Remblais renforcés

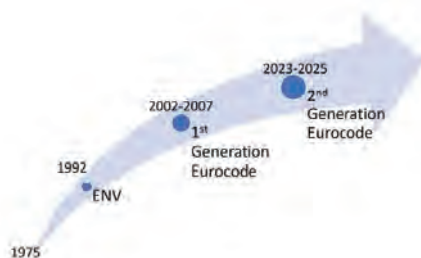
- Introduite dans les années soixante
- Matériaux de remplissage classiques (sable et gravier)
- Renforcements
 - Barres, filets, échelles... en **acier**
 - **Géosynthétiques** (géogrids, géotextiles tissés et bandes polyester)
- Recouvrement de formes diverses (en polymère, bois, béton, gabions métalliques...) → exigences urbanistiques / esthétiques
- Norme d'exécution européenne – NBN EN 14475
- Pas encore de norme/méthode européenne pour le dimensionnement conforme à l'Eurocode 7 – EN 1997-1

Remblais renforcés



Remblais renforcés

Second generation of Eurocode 7



Key changes to EN1997-3

→ Rock engineering included in all Geotechnical Structures

New Structures:

- Pile groups and pile rafts (Clause 6)
- Reinforced fill structures (Clause 9)
- Ground reinforcing elements (Soil nails and rock bolts, Clause 10)
- Ground Improvement (Clause 11)
- Ground water control (Clause 12)

Existing, but completely updated clauses

- Slopes (Clause 4)
- Spread foundations (Clause 5)
- Piled foundations (Clause 6)
- Retaining structures (Clause 7)
- Anchors (Clause 8)

Remblais renforcés

- Introduite dans les années soixante
- Matériaux de remplissage classiques (sable et gravier)
- Renforcements
 - Barres, filets, échelles... en **acier**
 - **Géosynthétiques** (géogrilles, géotextiles tissés et bandes polyester)
- Recouvrement de formes diverses (en polymère, bois, béton, gabions métalliques...) → exigences urbanistiques / esthétiques
- Norme d'exécution européenne – NBN EN 14475
- Pas encore de norme/méthode européenne pour le dimensionnement conforme à l'Eurocode 7 – EN 1997-1
- Nouveaux matériaux, nouvelles techniques de monitoring, modèles numériques 3D avancés, nouvelles procédures d'essais...

16u00 – 16u20 “Belgian Geosynthetics Society – Remblais renforcés” – BGS (Nicolas Denies)

16u20 – 16u40 Infrastructuurwerken Oosterweelverbinding – Uitdagingen van grote projecten – LANTIS (Stijn Slowack)

16u40 – 17u10 Gewapende grondophogingen van Stadsbader in het project – Constructie van de G0 3 van Linkeroever – STADSBADER (Thomas Lenders)

17u10 – 17u40 Ontwerp van de gewapende grond G0 3 – ARCADIS NEDERLAND (Jan Ruigrok)

17h40 – 18u00 Direct bridge abutment design with terramesh solutions – Oosterweel G03 – Texion and Maccaferri (Francesco Masola)

18u00 – 18h10 Discussie en vragen moment

18u10 – 18u55 LUNCH BREAK

18h55 – 19u10 Monitoring van structuren en systemen met optische vezels – WTCB (Gust Van Lysebetten)

19u10 – 19u30 Monitoring “fibre optique” du remblai renforcé G03 – CSTC – WTCB (Nicolas Denies)

19u30 – 19h45 Projet SOLRENF – Dimensionnement des remblais renforcés – Nouvelle génération d'Eurocodes – CSTC (Nicolas Denies)

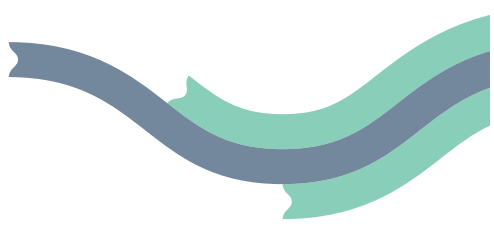
19h45 – 19h55 Conclusies en vragen



Infrastructuurwerken Oosterweelverbinding

uitdagingen van grote projecten

16.05.2022



1

Inhoud

1. Dit is Oosterweel
2. Werken Linkeroever en Zwijndrecht
3. Uitdagingen Oosterweelverbinding

2

Dit is Oosterweel

Naar een mobiele én leefbare regio

Wat brengt Oosterweel jou ?

Oosterweel
verbinding

De Ring Rond

Veiliger

- Slim ontworpen wegen
- Minder sluipverkeer

Gezonder

- Betere luchtkwaliteit
- Minder geluidsoverlast

Vlotter

- Sneller op bestemming
- Flexibiliteit in duurzame alternatieven

Groener

- Meer groen
- Duurzame stedelijke ontwikkeling

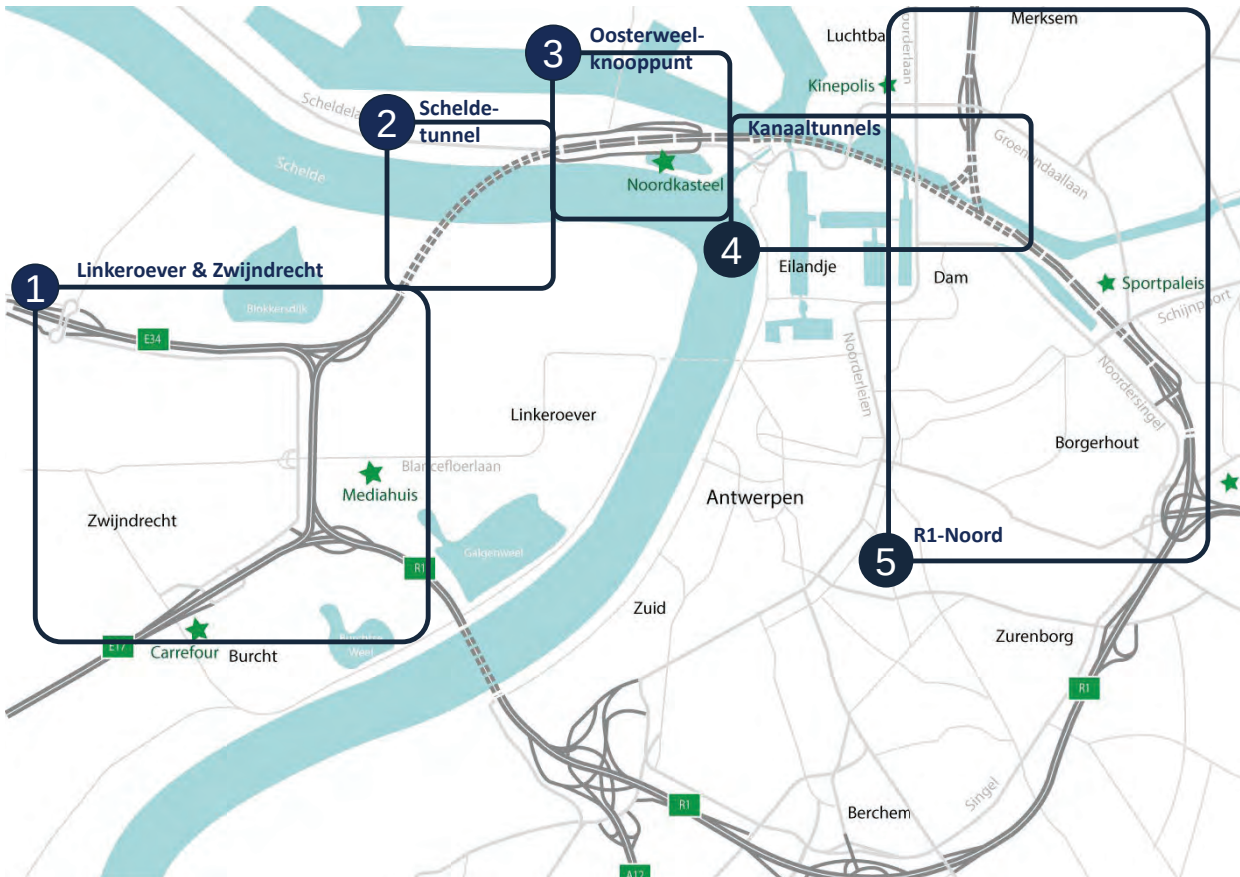
- a Linkeroever*
- b Scheldetunnel
- c Oosterweelknooppunt
- d Kanaaltunnels
- e R1-Noord

Fietsnetwerk +
overstappunten



Eerste
Ringparken





LINKEROEVER & ZWIJNDRECHT

verbinding

- Volledige herinrichting snelweginfrastructuur
- Veilige op- en afritten
- Aanleg lokale ring om sluipverkeer tegen te gaan
- Nieuw P+R gebouw
- Geluidsbermen en -schermen
- Fietsinfrastructuur 16,5 km
- Keerlus voor tram



SCHELDETUNNEL

- Extra Scheldekruisende capaciteit
- 1,8 km lang
- 8 tunnelementen worden in Zeebrugge gebouwd
- 2 x 3 rijstroken, met 6 meter brede fietskoker
- ADR-proof



OOSTERWEEKNOOPPUNT

- Verbinding met Haven en het Eilandje
- Verzonken in het landschap
- Gedeeltelijk overkapt
- Centrale as met verschillende fietsverbindingen
- Renovatie Royerssluis



KANAALTUNNELS

- 4 gestapelde tunnels
- Op de bodem van het Albertkanaal
- Renovatie Royerssluis

BESTAANDE RING

- Afbraak Viaduct van Merksem
- Bouw nieuwe verdiepte Ring
- Stadsdelen verbinden met eerste overkappingen
- Bermenlandschap en fietsinfrastructuur
- Tunnel onder Albertkanaal



Werken Linkeroever en Zwijndrecht

De weg naar een verbeterde mobiliteit en een leefbare gemeente





Waaslandhaven Oost

- Volwaardig op- en afrittencomplex Waaslandhaven-Oost
- Aansluiting op verbindingsweg
- Veilige fietsoversteken



Waaslandhaven Oost



Knoop St-Anna

- Heraanleg knooppunt naar Scheldetunnel
- Veilige rechtse invoegstroken
- Omgeven door aarden wallen en bermen
- Fiets- en ecoverbinding



Knoop Antwerpen-West

- Compacter knooppunt
- Veilige rechtse in- en uitvoegstroken
- Op- en afrit Linkeroever verschuift
- Fiets- en ecoverbindingen

Verbindingsweg haalt sluipverkeer weg



P+R-gebouw: 6 niveaus, 1500 auto's



Pendelaars stappen vlot over



Eigen tramhalte, deelsystemen



Uitdagingen Oosterweelverbinding

Mobiliteit

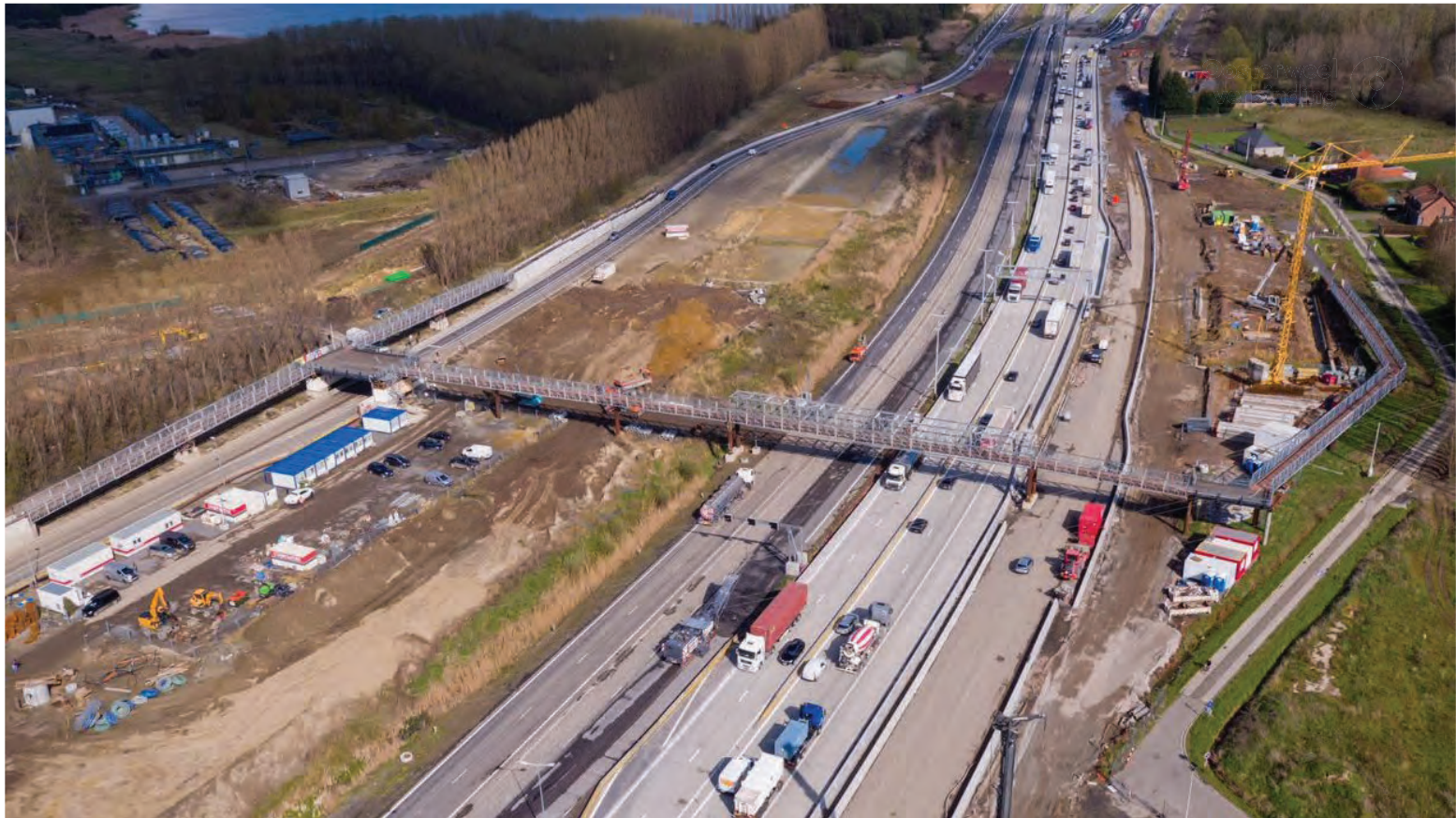
19



In stand houden van:

- Autoverkeer
- Treinverkeer
- Tramverkeer
- Fietsverkeer





Tijdelijke aanlegsteiger



Betoncentrale



Leefbaarheid







Geluidsbermen/scherm



Groene wand

COVID

31





PFAS/PFOS



Waterzuiveringsinstallatie



Bijkomende maatregelen i.f.v. stofbestrijding

Technische uitdagingen

37

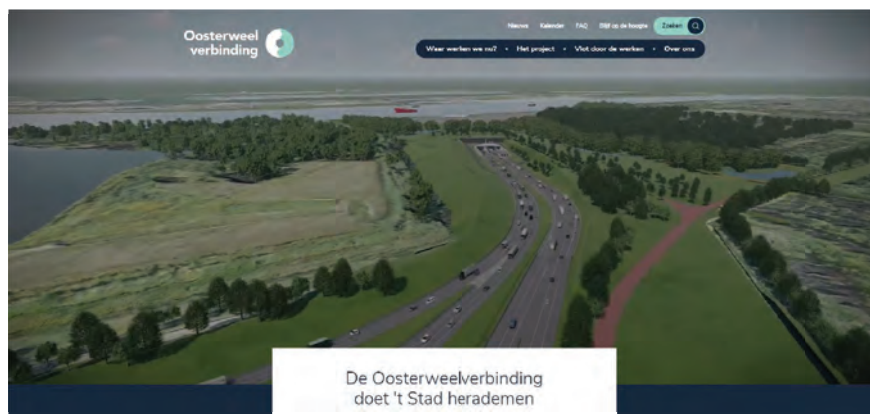








Onze digitale kanalen



www.oosterweelverbinding.be
info@lantis.be



E-brochures

E-nieuwsbrief

Sociale media



Oosterweelverbinding



@Oosterweel



Oosterweelverbinding

Gewapende grondophogingen OWLO

Constructie van de G03

Thomas Lenders

STADSBADER

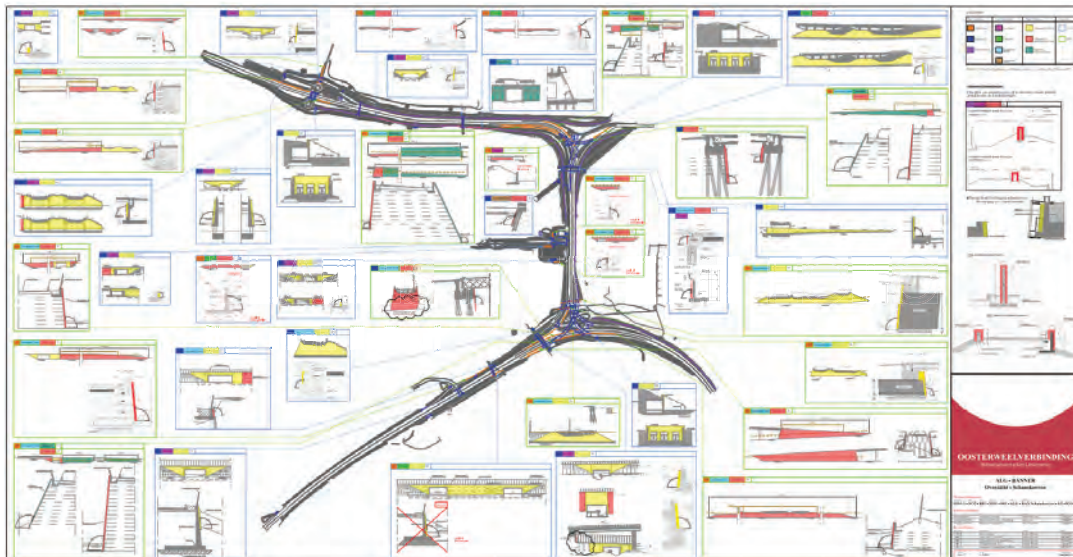


Volledige vernieuwing en uitbreiding van de bestaande weg, met oa:

- 2 vernieuwde verkeersknopen met Antwerpen-West en Knoop Sint-Anna
- Nieuw complex Waaslandhaven
- Nieuwe parallelweg tussen complex Waaslandhaven en complex Zwijndrecht
- Km's aan fietsinfrastructuur
- P&R gebouw
- Aansluiting op nieuwe Scheldetunnel



Gewapende grond binnen het project OWLO



GG in alle soorten en maten:

- (Gecombineerde) landhoofden
- Wegenis
- Geluidsbermen

Direct gefundeerde landhoofden

- 16 landhoofden direct gefundeerd op gewapende grond
- Steeds met breuksteen afwerking
- Steeds met geogrids
- Helling 85° tot 88°



Gecombineerde landhoofden

- 4 landhoofden met funderingspalen door het GG massief
- Voorzien van uitsparingen in de wapening

GG tbh wegenis

- 10 gewapende gronden met bovenliggende (snel)wegen
- Zowel breuksteen (85° tot 88°) als begroeide afwerking (65° tot 70°)
- Enkel staalraadwapening mogelijk, in geval van lage belastingen



Geluidsbermen

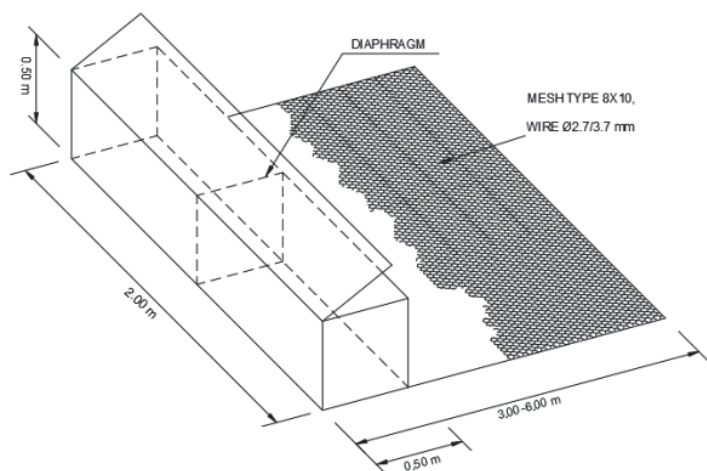
- Duizenden m²s aan geluidsbermen toegevoegd aan het project
- Lage belastingen
- Grondbalans -> gerelaxeerde eisen betreffende aanvulmateriaal
- -> toepassen van (gestabiliseerde) cohesieve gronden mogelijk

Opbouw van gewapende grond

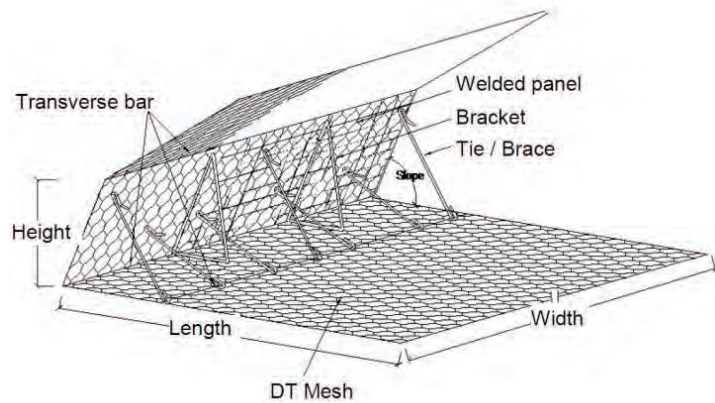
- 3 vergelijkbare systemen van leverancier Maccaferri, deze worden later nog in detail besproken:
 - Structurele delen steeds bestaande uit gecoat stalen zeskantvlechtwerk
 - Afwerking maakt structureel deel uit van het systeem
- Kunststof geogrids (ParaGrid of ParaLink) ter aanvulling op gekozen systeem hierboven
- Breuksteenafwerking volgens specificaties bouwheer
- Aanvulmateriaal



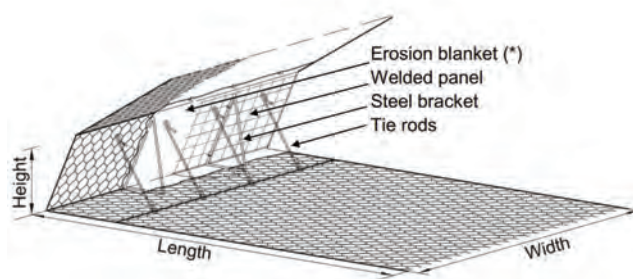
Terramesh System



Terramesh Mineral Green



Terramesh Green



Aanvulmateriaal

Gronden volgens de bepalingen in de standaardbestekken

→ op heden beperkt type gronden bruikbaar voor GG

Uitbreidingen zouden interessant kunnen zijn, bodemassen bv:

- Lage densiteit (+ ivm zettingen)
- Hoge hoek van inwendige wrijving (+ ivm stabiliteit GG)
- Chemische compatibiliteit met GG systeem uiteraard te waarborgen

4.2.1.1.D AANVULLINGSMATERIAAL

Het aanvullingsmateriaal is van natuurlijke oorsprong. Er worden enkel volgende grondsoorten toegelaten:

- weinig-kleihoudend zand volgens **SB 250-3-3.2.1.7**;
- weinig-leemhoudend zand volgens **SB 250-3-3.2.1.8**;
- fijn-zandhoudende grond volgens **SB 250-3-3.2.1.9**;
- middelmatig-zandhoudende grond volgens **SB 250-3-3.2.1.10**;
- grof-zandhoudende grond volgens **SB 250-3-3.2.11**.

Bouwwijze

Iedere ophoogslag is gelijkaardig:

- Plaatsen wapening en facing systeem
- Aanvullen zichtvlak met breuksteen
- Optimaal verdichten van achterliggende aanvulling



Voordelen van GG

- Economisch systeem
- Snelheid van werken
- Beperkte inzet van materieel en werkkrachten
- Modulaire systemen -> grote flexibiliteit
- Grote capaciteit tot opnemen vervormingen -> minder kans op schade in zettingsgevoelige zones



Uitdagingen bij GG

- Precisiewerk is moeilijk, zeker wanneer geen bekisting gebruikt wordt
- Vervormingen door de flexibiliteit van het systeem moeten begroot en beheerst worden
- Zettingen van de ondergrond en GG zelf vereisen zeker in het geval van direct gefundeerde landhoofden bijzondere aandacht
- Recentere techniek dan traditionele oplossingen -> minder normering, ervaring, ...

-> noodzaak van vrij hoge uitvoeringstoleranties, inbouwen van marges in het ontwerp, fasering en monitoring

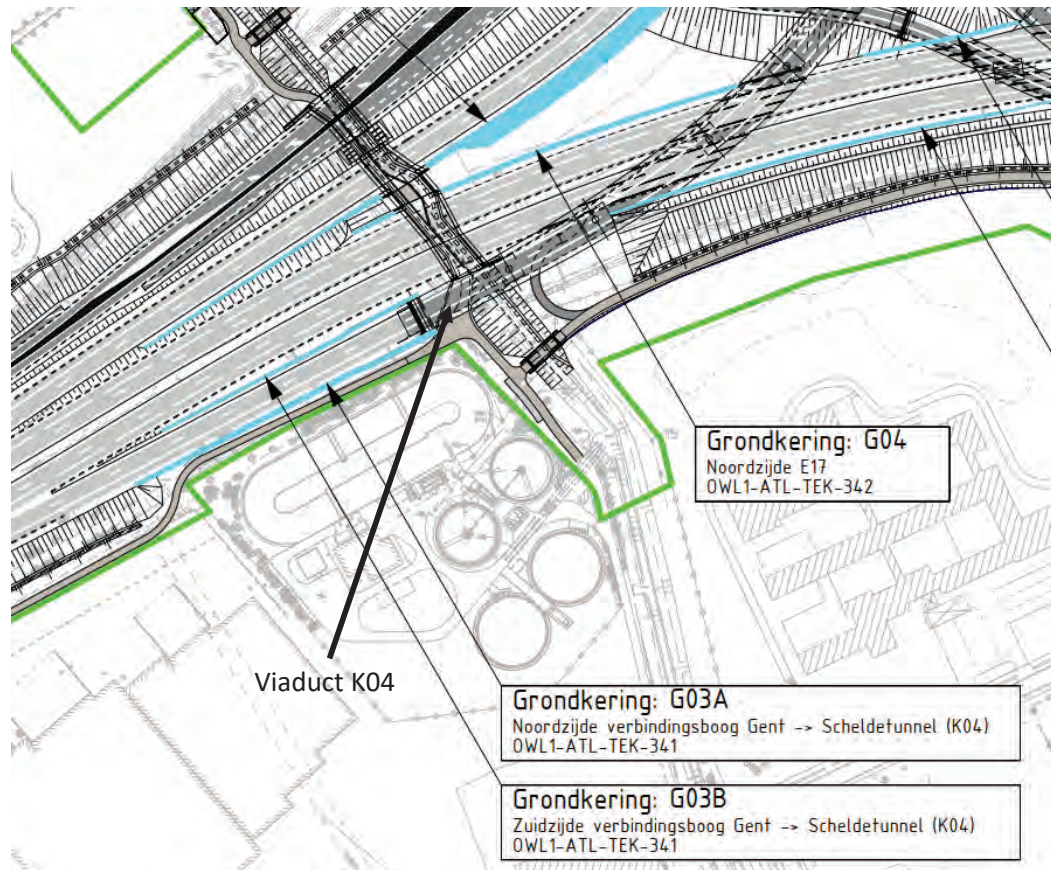
G03

- Meest uitdagende GG in het project:
 - 12m: kerende hoogte thv landhoofd
 - 15m: maximaal kerende hoogte thv wegenis



G03: Algemeen

- Bovenliggende snelweg
- Directe fundering van Z landhoofd van viaduct K04
- Totale lengte 155 m
- 30.000 m³ GG



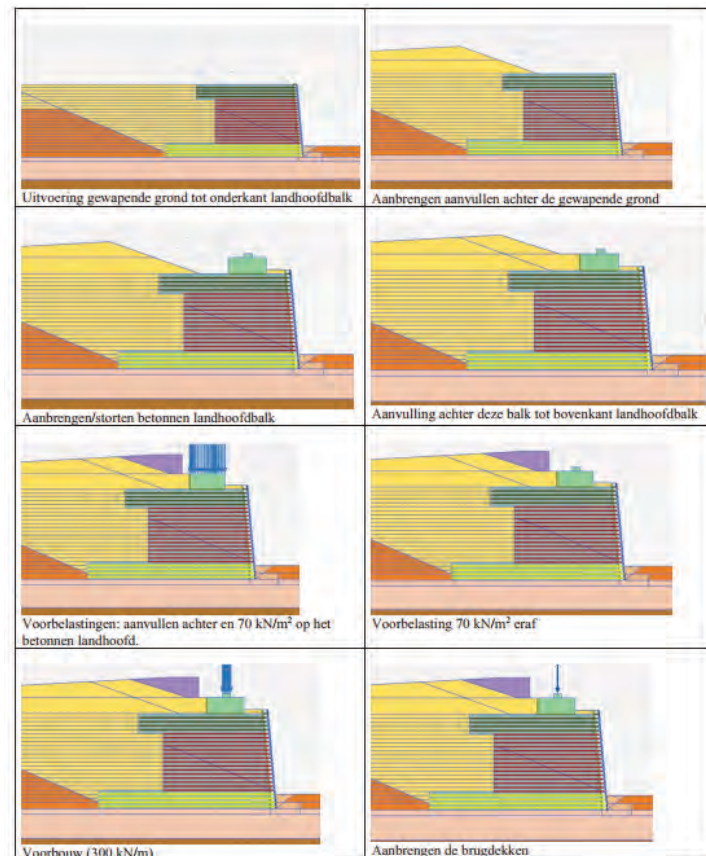
G03: Belastingen

- Eigengewicht landhoofd +- 4.000 kN
- Eigengewicht bovenbouw brug +- 15.000 kN
- Variabele belasting +- 4.000 kN
- 20 kN/m² of 45 kN/m² voor wegenis



G03: Fasering

- Uitgewerkte fasering in ontwerp
- Stapsgewijs zettingen en vervormingen monitoren
- Zo nodig worden corrigerende/mitigerende maatregelen toegepast.



G03: Bouw





16/7/2022



30/8/2021



▪ Storten landhoofdbalk

25/11/2021



17/1/2022



- Voorbelasting
aangebracht

4/3/2022



4/3/2022



4/3/2022



2/4/2022

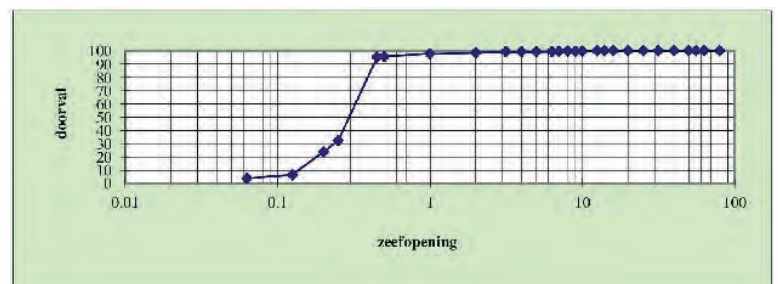
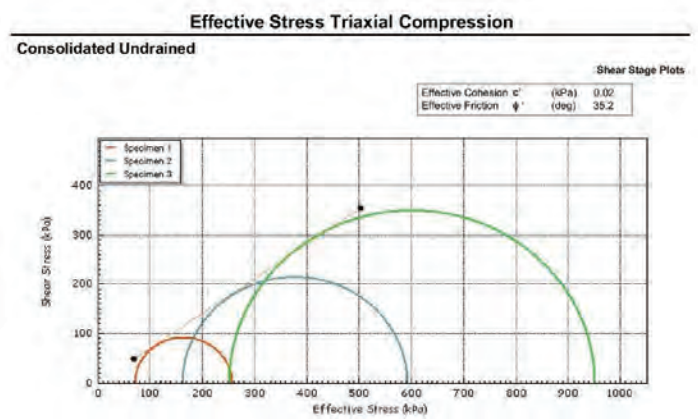
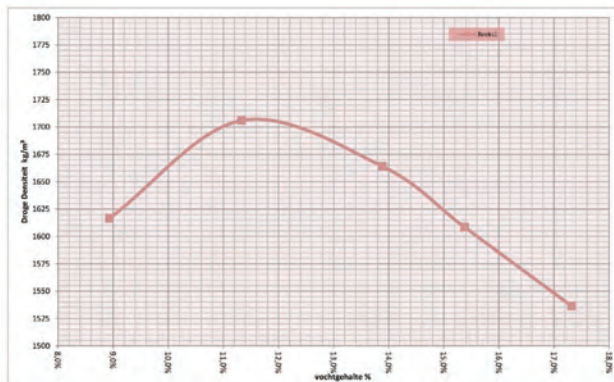


2/4/2022

Controles vooraf

Controle van aanvulmateriaal:

- Triaxiaalproeven (hoek v inwendige wrijving)
- Zeefanalyse
- Optimale proctoranalyse



Controles op de werf

Controle van aanvulmateriaal:

- Bepalen vochtgehalte (optimale verdichting)

Controle van verdichting:

- Nemen van plaatproeven (dynamisch omwille van snelle en eenvoudige werkwijze)
- Dikwijls gaat het in bestekken om waarden voor statische proeven
-> onderzoek naar statisch <-> dynamisch

Visuele controle:

- Controle op uitlijning, uitbuiging van korven, helling van de wand, ...



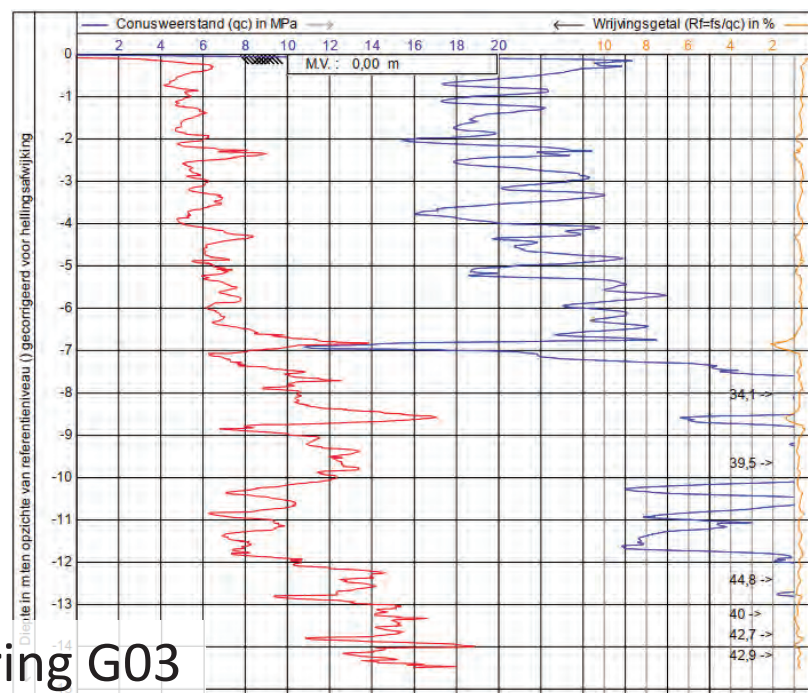
Controles achteraf

Globaal topografisch inmeten (ook tussentijds):

- Contouren, niveau's

Controle van verdichting:

- Sonderen van het volledige GG massief



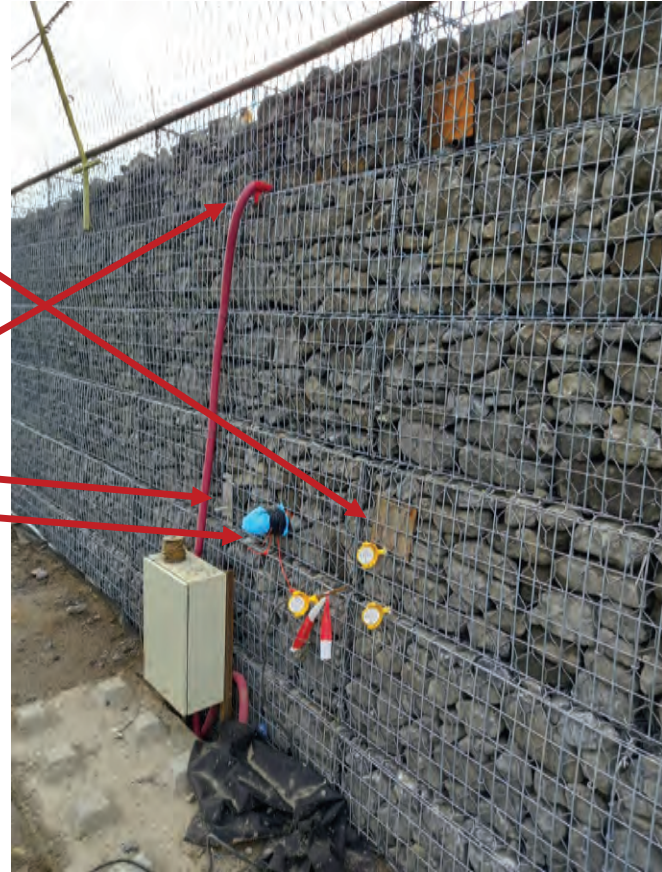
Sondering G03

Monitoring

Eigen monitoring obv topografisch inmeten (XYZ)

Aangevuld met externe monitoring

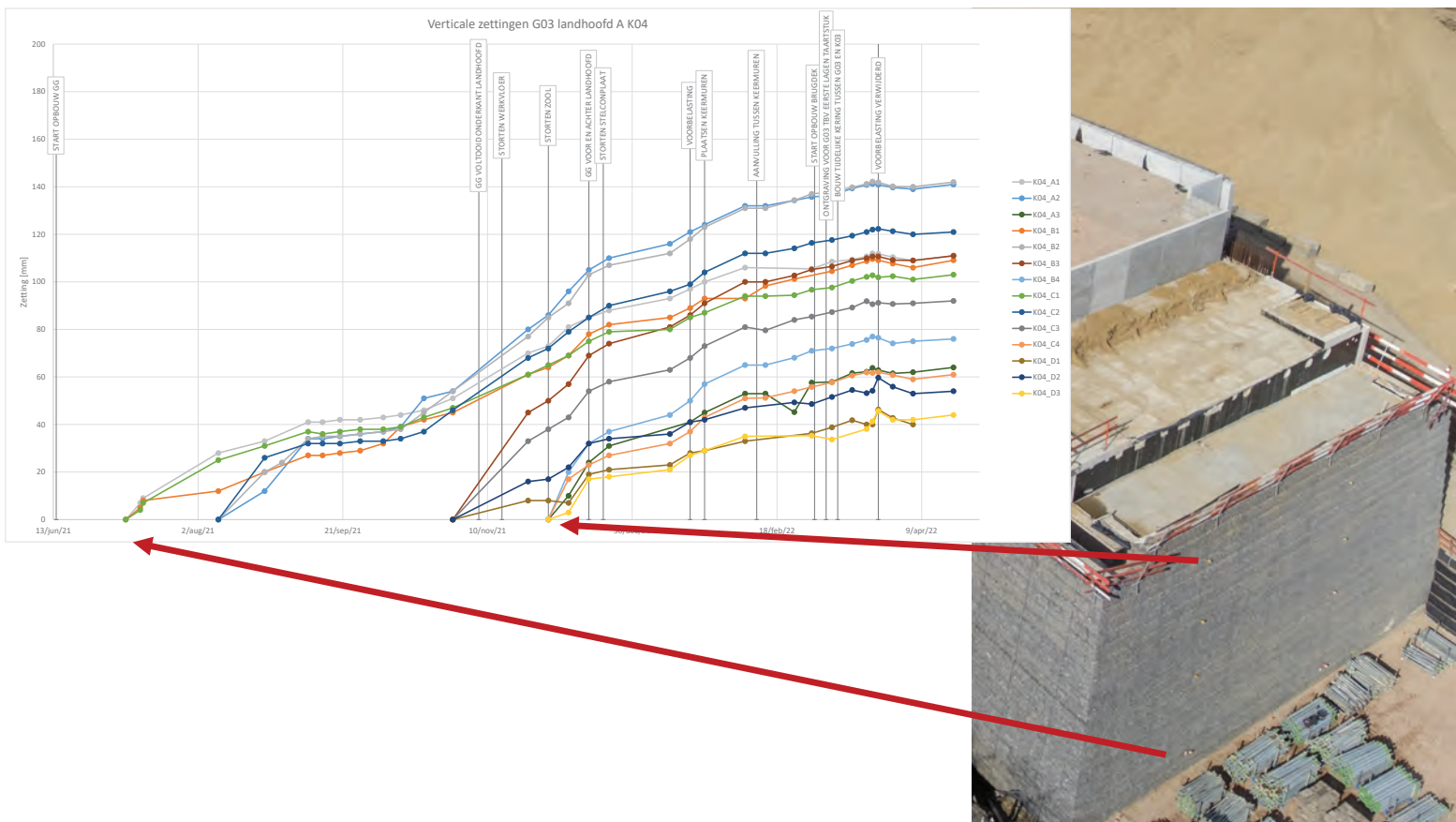
- Rekmetingen met glasvezelsensoren (enkel G03)
- Load cells (enkel G03)
- 3D lasermeting (enkel G03)
- Horizontale inclinometerbuizen



Monitoring van de targets

- Nuttig tijdens de bouwfase -> mogelijkheid om verplaatsingen op te volgen
- Ingemeten in XYZ, dus naast zettingen ook de horizontale verplaatsingen
- Kunnen ook op lange termijn ingemeten worden
- Geven maar een indirect beeld van het gedrag van het volledige massief en de geogrids

-> nut van bijkomende monitoring is groot, zeker wat betreft langetermijneffecten en inzicht in de inwendige werking



Einde

Thomas Lenders

STADSBADER

Rinkoniën

Ontwerp van de gewapende grond G03

BGS-studiedag - Oosterweelverbinding

16-mei-2022

Oosterbeeld van de week - Lantis

Inhoud

1. Eigenschappen gewapende grond
2. Standaard ontwerpaspecten
3. Basisontwerp Lantis
4. DO Rink (sneden in Plaxis, waar op te letten bij plaxisinvoer)
5. UO Rink

Eigenschappen gewapende grond

Grondconstructie met hellingen hoger dan 70 graden.

Beproefde methode



Fig. 1.1. Gewapende grond met geperst papier langs de Eufraat.

CUR198



Maccaferri

G03 - brrc.be

Standaard ontwerpaspecten

De volgende bezwijkmechanismen dienen gecontroleerd te worden voor de gewapende grondconstructie:

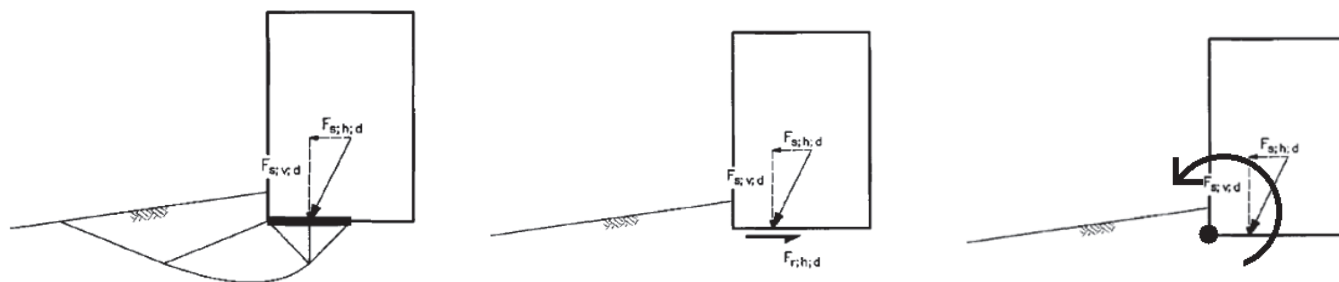
- Draagvermogen ondergrond:
- Glijden/kantelen gewapende grondlichaam:
- Squeeze
- Uitwendig evenwicht langs een diep glijvlak:
- Inwendig evenwicht langs een glijvlak.
- Treksterkte geokunststof wapening.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand moeten zijn beschouwd:

- Rekken geokunststof ($<0,5\%$ bijkomend bij landhoofden)
- Zetting gewapende grondconstructie:

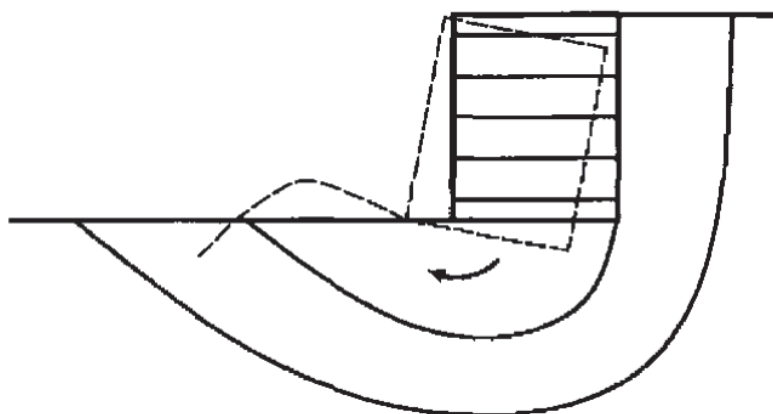
Standaard ontwerpaspecten

Draagvermogen, glijden en kantelen



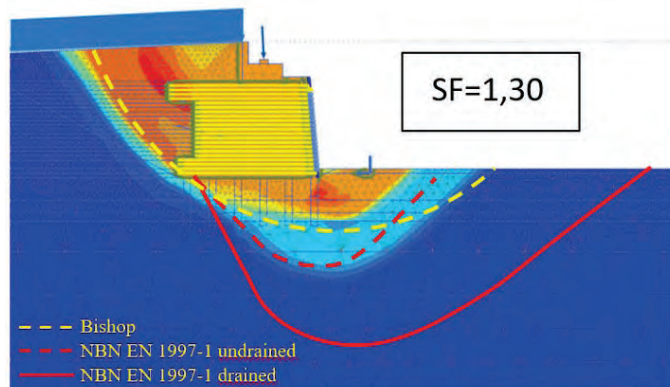
Standaard ontwerpaspecten

Diep glijvlak



Standaard ontwerpaspecten

Vergelijking bezwijkvlakken



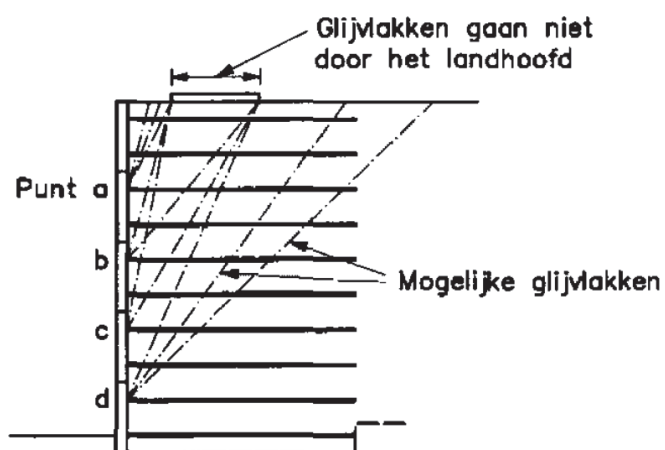
Van Dijk, B, et al. 2021

'Abutments placed on reinforced soil structures on partially cemented stone columns in soft peat and clay layers'

Proceedings of the 20th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

Standaard ontwerpaspecten

Interne stabiliteit – toetsingen uitgevoerd door Maccaferri in project Oosterweelverbinding.



Standaard ontwerpaspecten

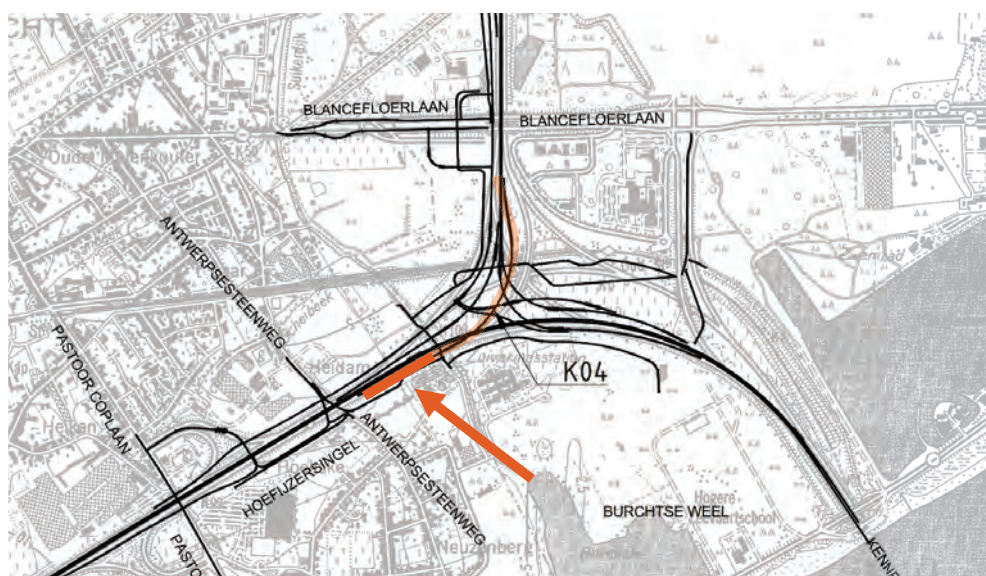
Zettingen

- D-Settlement – NEN-Bjerrum
- Excel – Terzaghi
- Plaxis waar nodig (kruip als aparte fase ingevoerd)

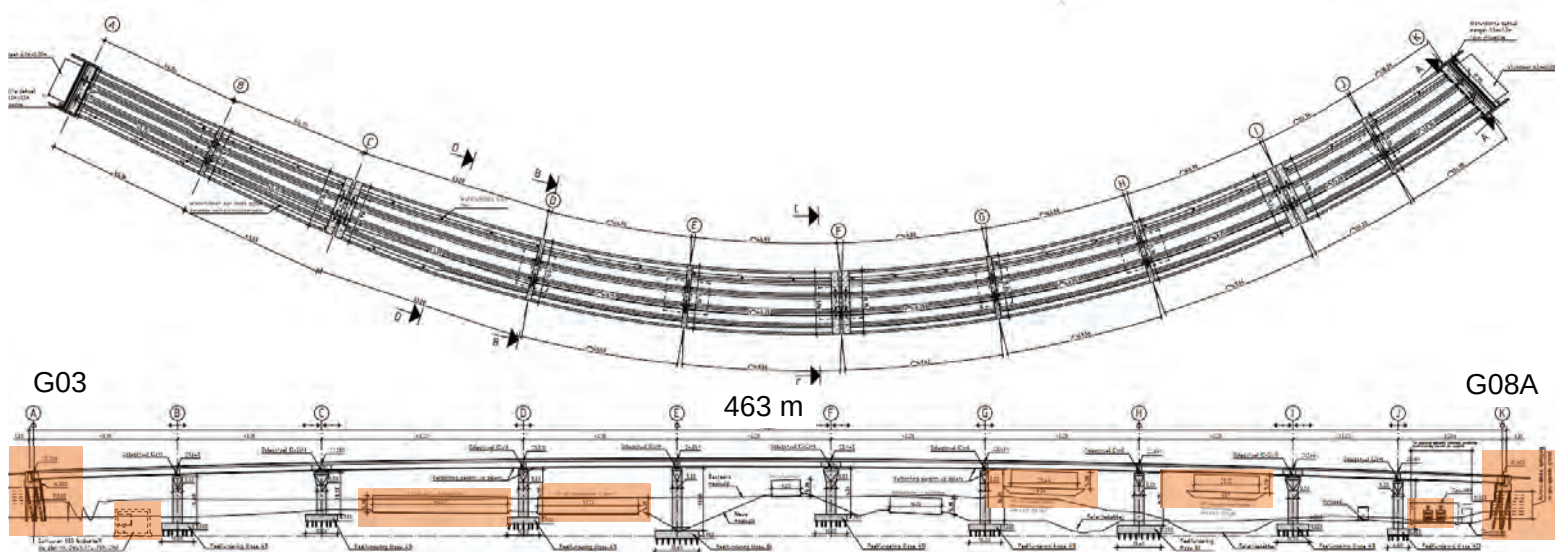
Basisontwerp Lantis

K04

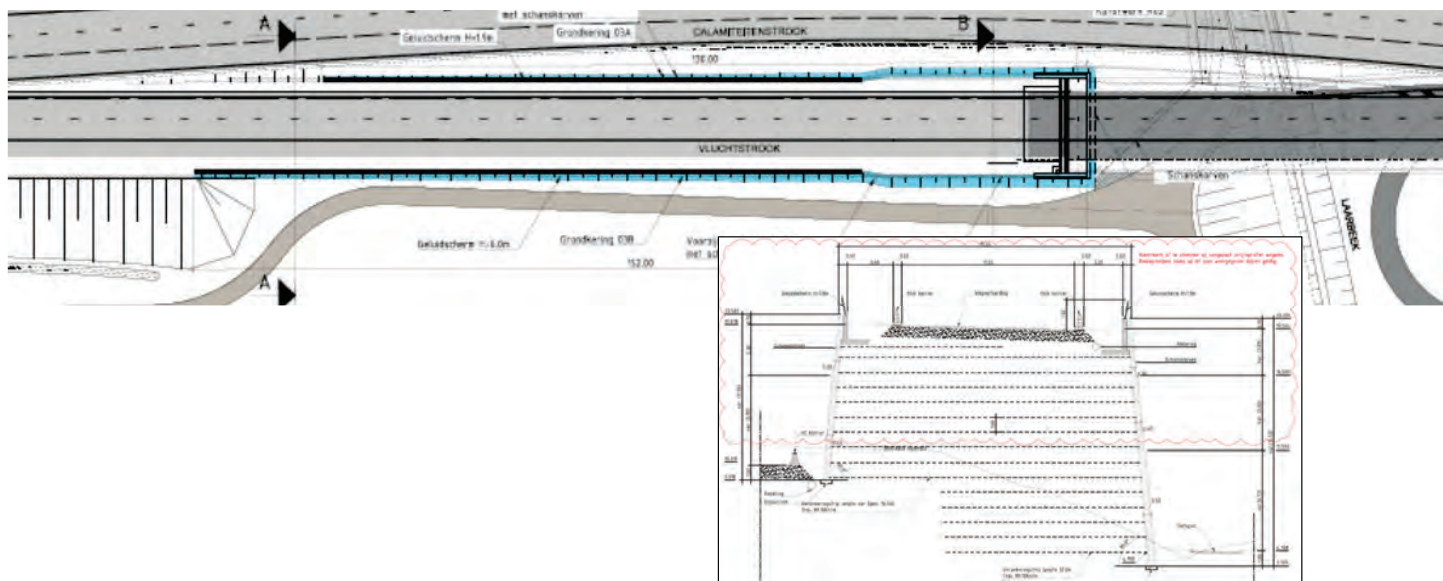
G03



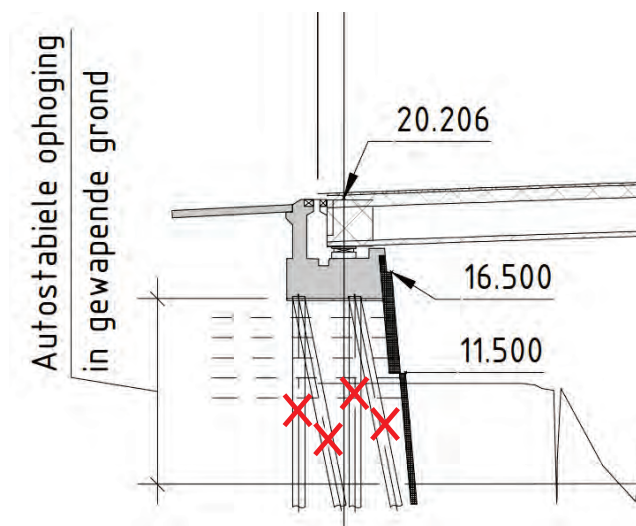
Basisontwerp Lantis



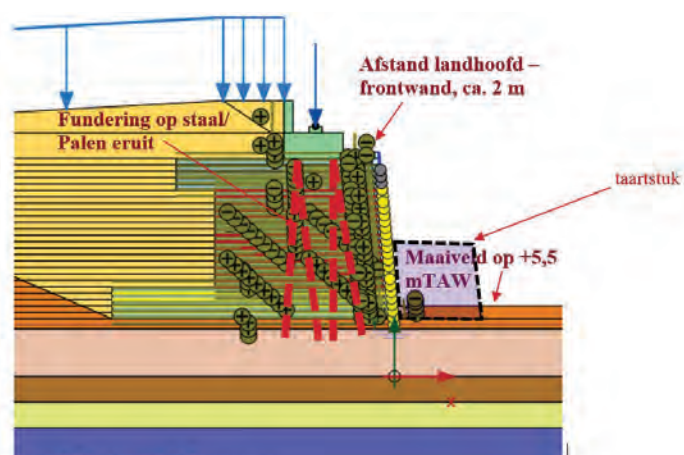
Basisontwerp Lantis



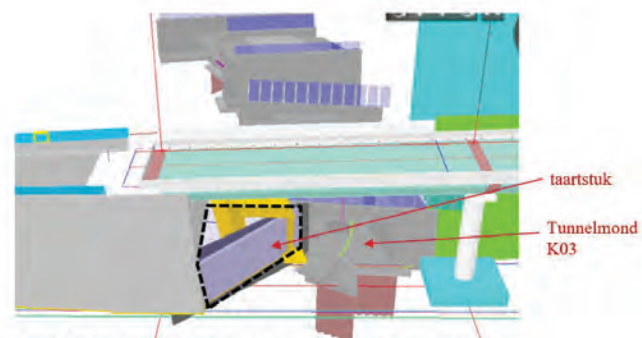
Basisontwerp Lantis



DO Rink

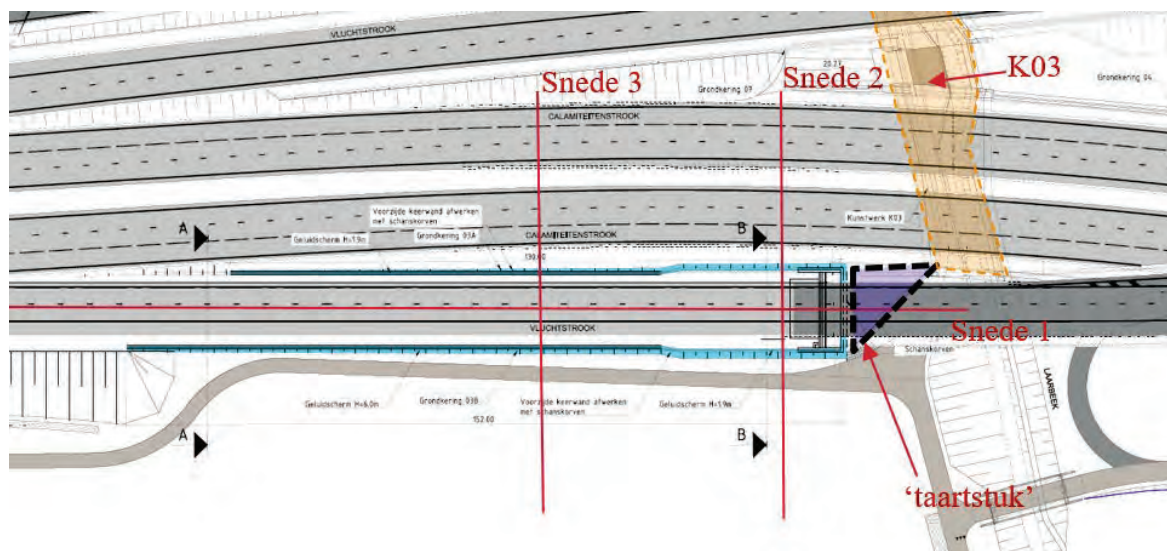


Figuur 5 Wijziging t.o.v. het Basisontwerp



Figuur 6 De ligging van G03 en de naastgelegen kunstwerken [bron: 3D model]

DO Rink



© Arcadis 2022

11/3/5/22

15

DO Rink

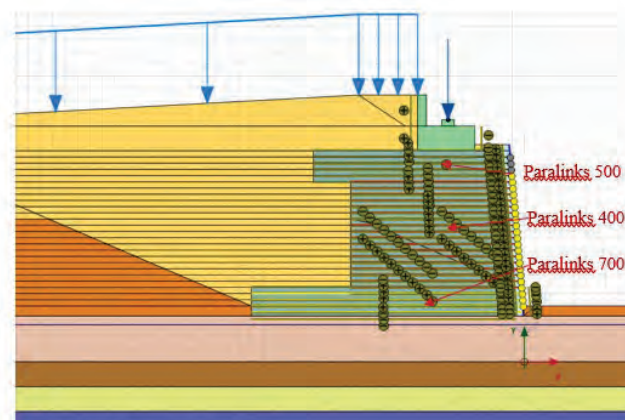
Sneede 1 – K04 en Taartstuk

Randvoorwaarden K04:

- uit constructief model
- max zetting 50 mm in gebruiksfase

Grondopbouw:

- Zand(ig) tot -4 mTAW
- Daaronder, op ca. 10 m onder maaiveld Boomse klei



Figuur 21 Model gewapende grond Sneede 1

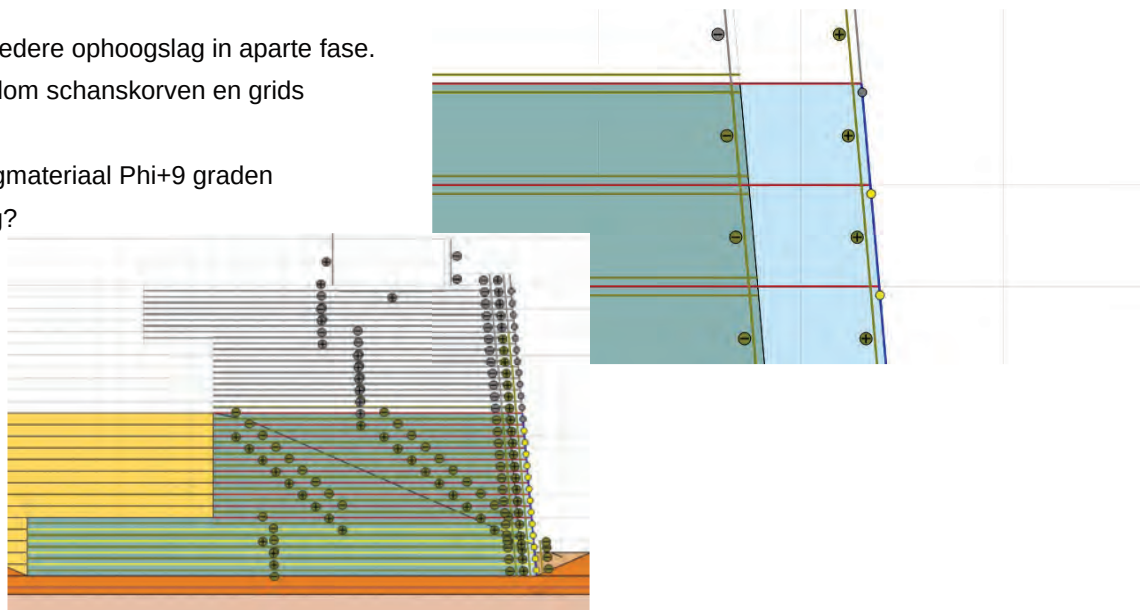
© Arcadis 2022

11/3/5/22

16

DO Rink

- Modelling – iedere ophoogslag in aparte fase.
- Interfaces rondom schanskorven en grids
- Hinges
- Sterkte ophoogmateriaal $\Phi+9$ graden
- Gravity loading?

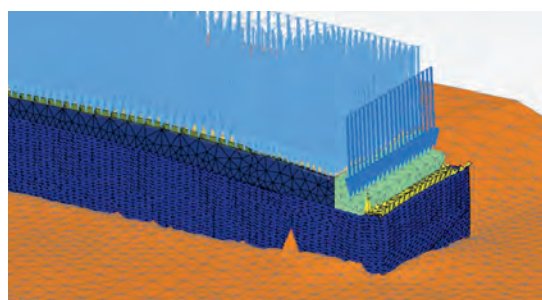
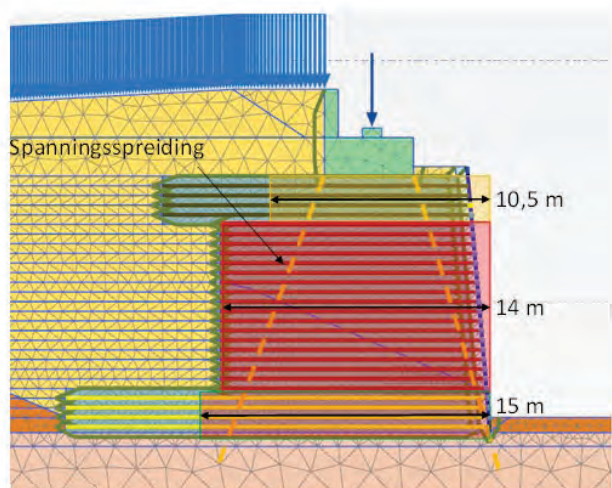


DO Rink

3D – effect

In de basis gunstig. Wel veel zware geogrids toegepast in de dwarsrichting om het landhoofd te dragen.

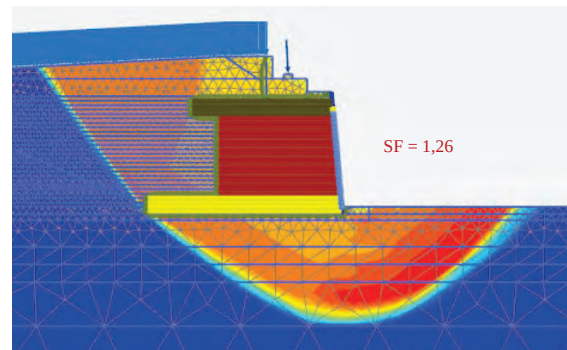
Grids kruisen elkaar haaks – verticaal afstand bewaren.



DO Rink

Resultaten

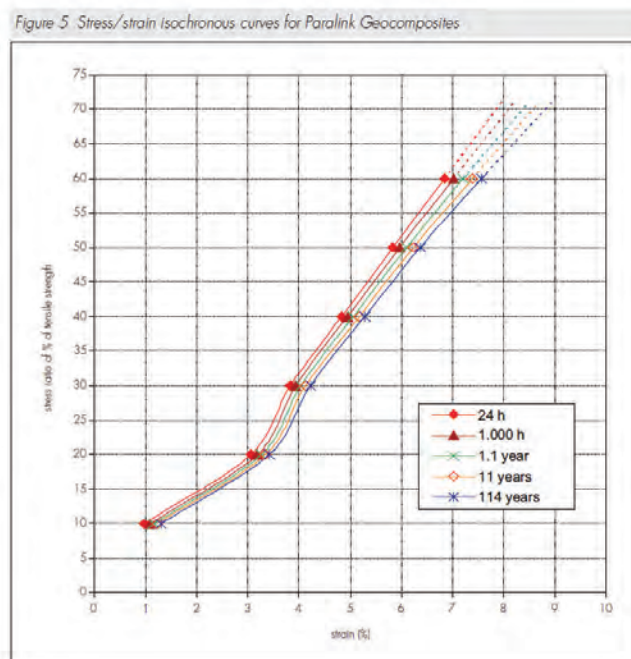
Toets	Snede 1	Snede 2	Snede 3	Conclusie
Kerende hoogte	17	16	11	
Lengte geogrid	22	18	18	
Draagvermogen DA1.1	2,20	2,29	3,08	$\geq 1,0$ Voldoet
Draagvermogen DA1.2	1,25	1,46	1,94	$\geq 1,0$ Voldoet
Glijden	2,45	10,62	7,59	$\geq 1,5$ Voldoet
Kantelen	5,66	27,50	23,74	$\geq 1,5$ Voldoet



	Snede 1
$N_{max, t=0}$ [kN/m]	112,6
$E A_{kort}$ [kN/m]	7.400
Rek kort [%]	1,52%
$N_{max, t=100j}$ [kN/m]	106,4
$E A_{lang}$ [kN/m]	5.550
Rek lang [%]	1,92%
Rek lang-Rek kort [%]	0,40%
< 0,5%?	Voldoet

DO Rink

Over kruip <0,5%

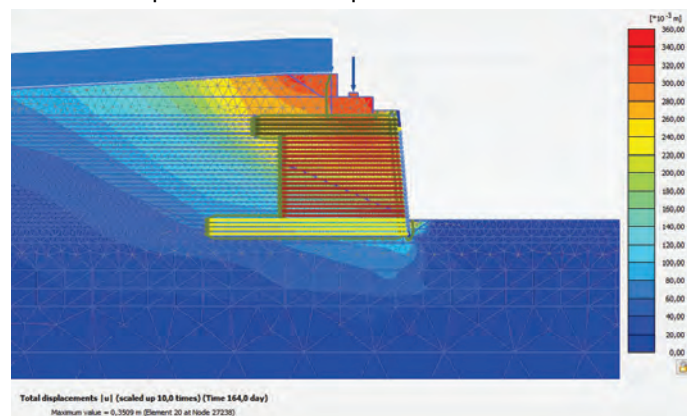


DO Rink

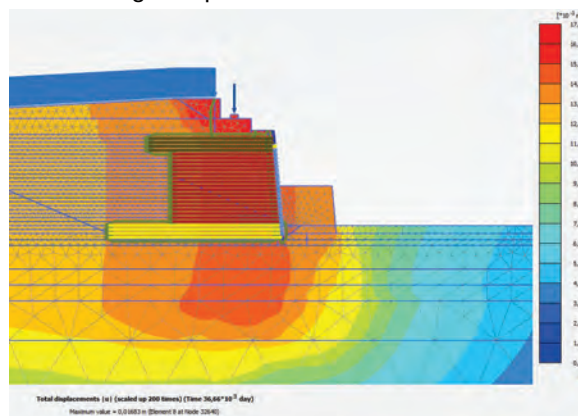
Resultaten vervolg

Vervormingen totaal

Zonder taartpunt ca. 30 cm t.p.v. landhoofd



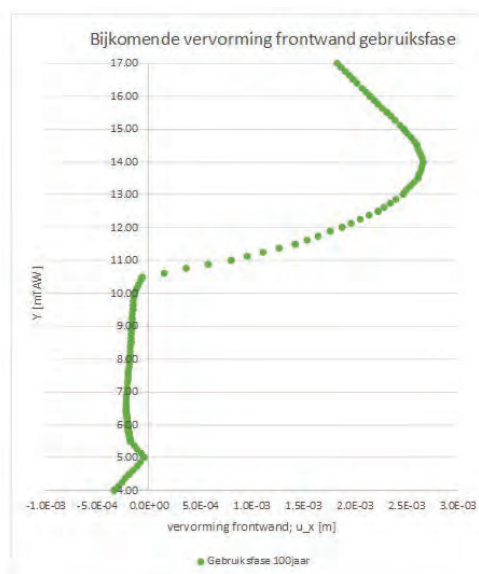
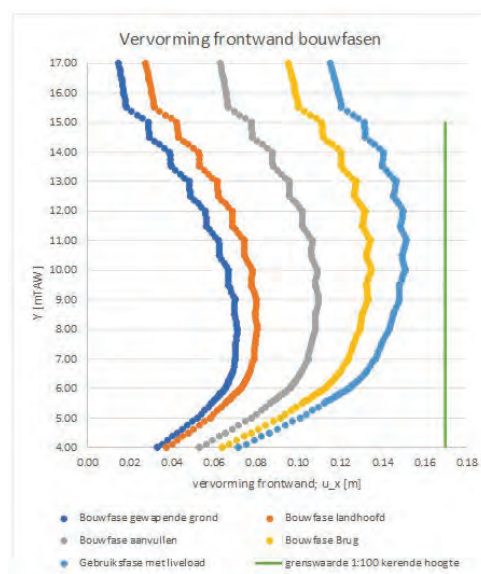
Na aanleg taartpunt +2 cm.



DO Rink

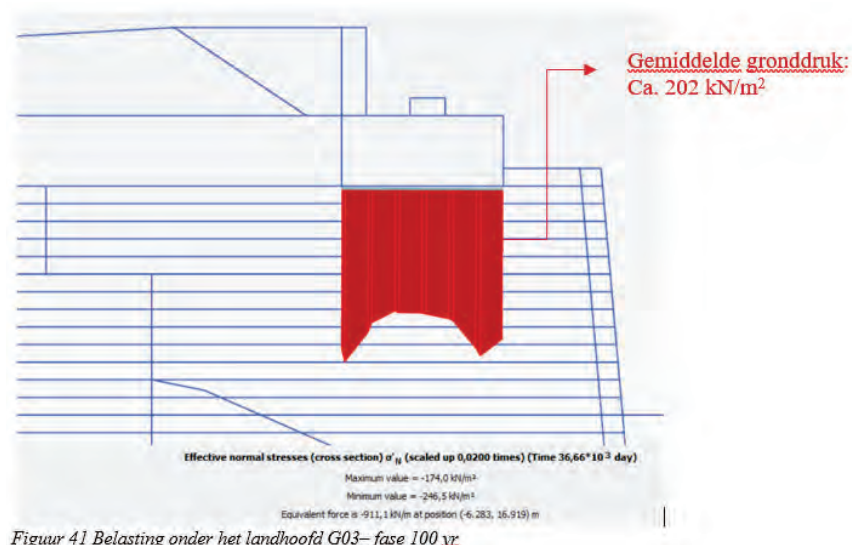
Resultaten vervolg

Vervormingen frontwand



DO Rink

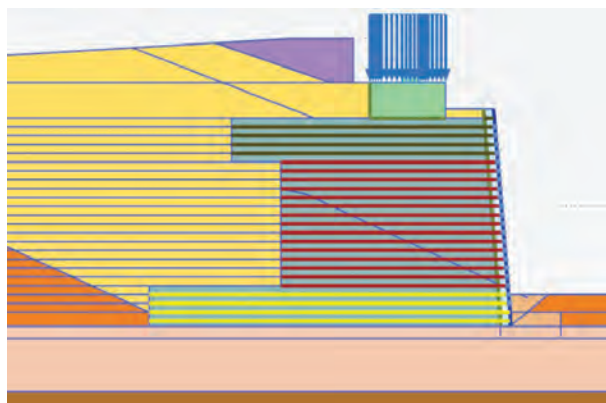
Resultaten vervolg
Gronddruk onder landhoofd



UO Rink

Vervormingseisen tijdens stort brug zijn strenger dan in de gebruiksfase.

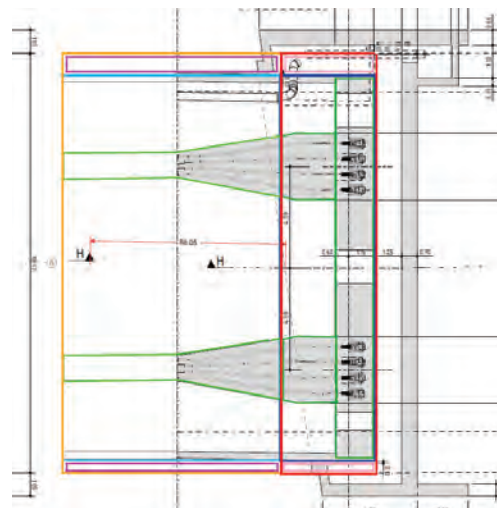
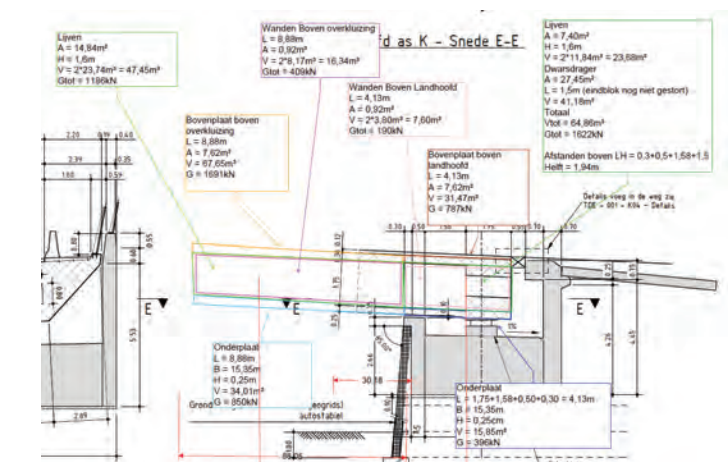
- Voorbelasting toevoegen – 70 kPa aan legoblokken



UO Rink

Vervormingseisen tijdens stort brug zijn strenger dan in de gebruiksfase.

- Alle bouwfasen van de brug toevoegen (6 extra bouwfasen) (volgende slides met dank aan Timothy Peleman)

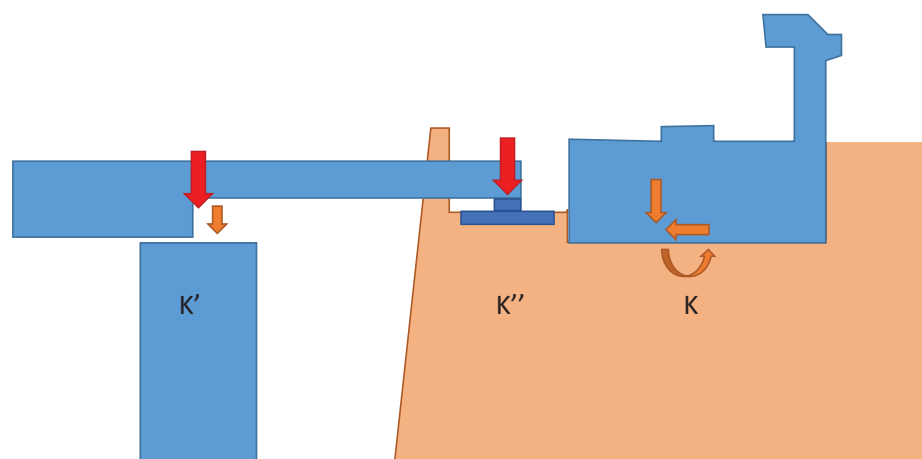


© Arcadis 2022

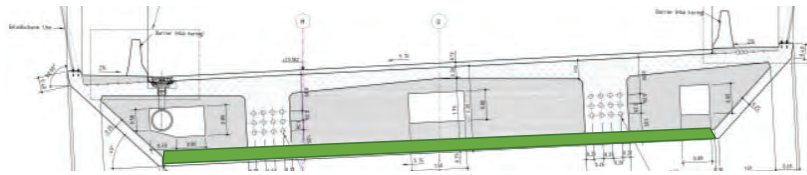
113/5/22

25

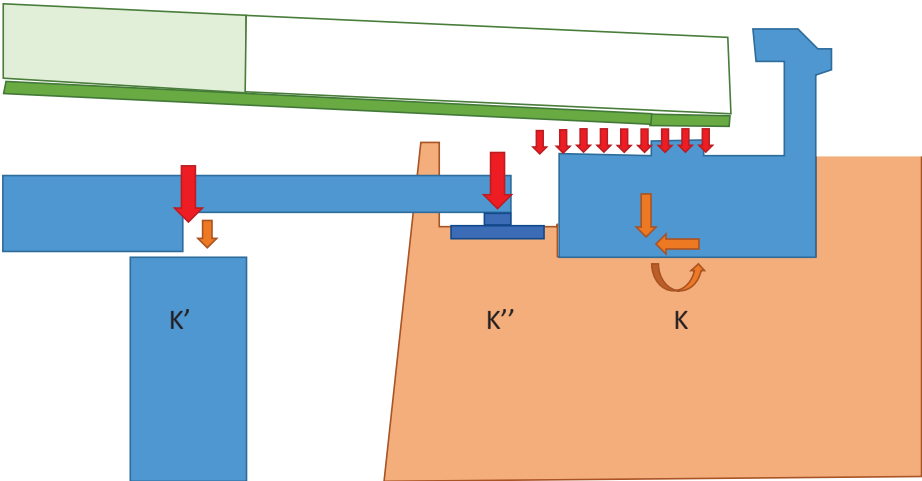
Fase 1 - Installatie van TK29



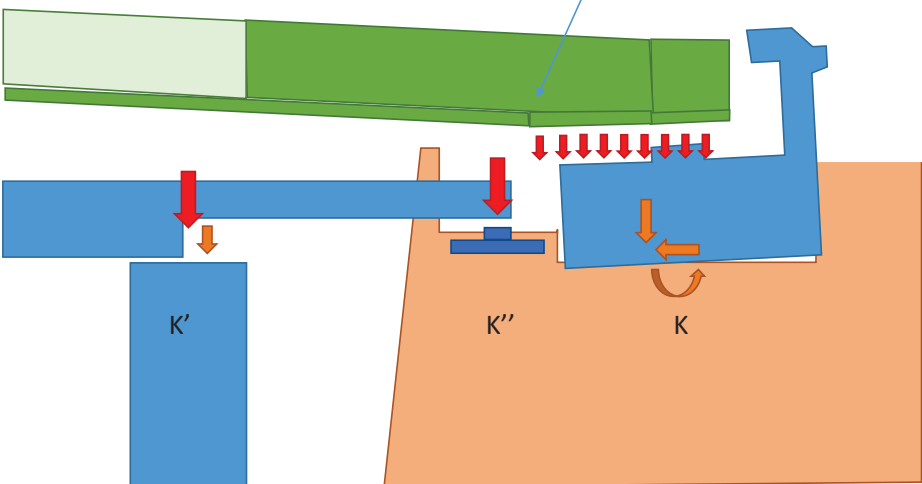
Fase 2 – Stort onderplaat



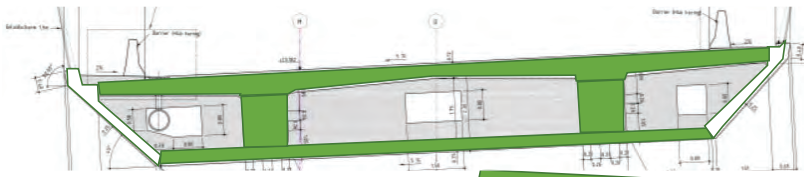
Fase 4 - Wanden	
-----------------	--



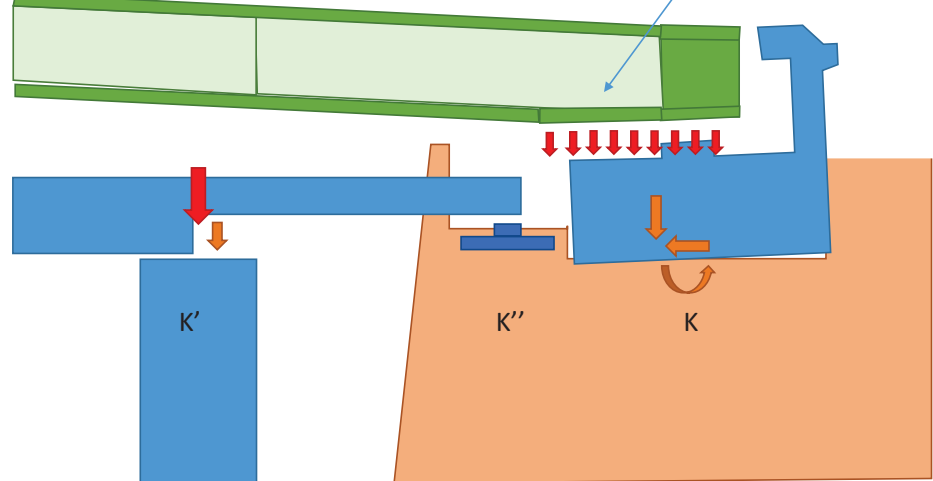
Fase 5 – Storten dwarsdrager en verbreding lijven



Fase 6 – Storten Bovenplaat

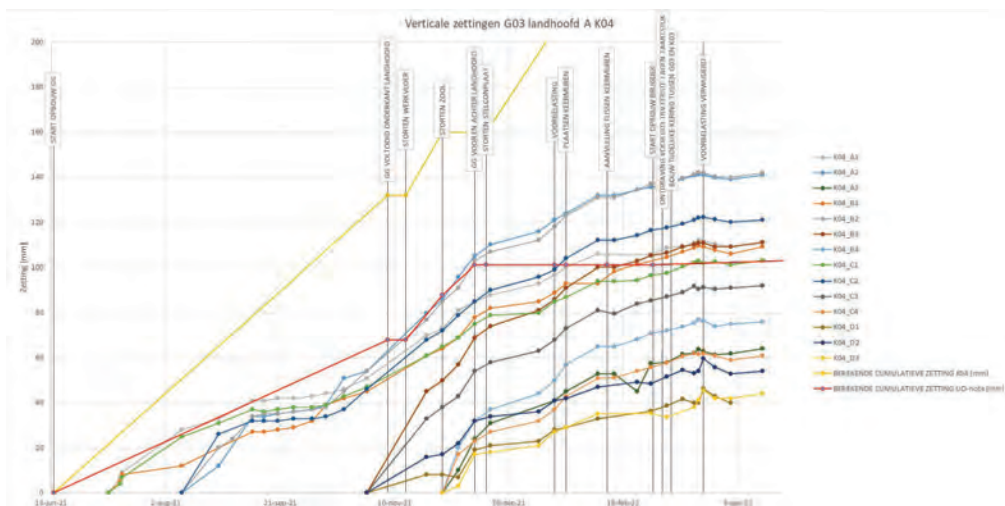


Herverdeling lasten anders door grotere stijfheid van de liggers.
 Scenario 1 : Herverdeling van de bijkomende belasting blijft gelijk
 Scenario 2 : Stelcon blijft gelijk belast t.o.v. vorige fase bijkomende belasting gaat naar het landhoofd
 Scenario 3 : Alle belasting gaat naar het landhoofd, de belasting op de stelcon naar 0 kN.



Uitvoering Rink

Monitoring.



Conclusie

- Ontwerp van een gewapende grond met daarop een landhoofd
- Landhoofd is stabiel wanneer deze op staal wordt gefundeerd
- In het DO is de stabiliteit aangetoond en zijn de totale vervormingen getoetst
- In het UO zijn vervormingen in detail onderzocht in relatie tot de bouwfaserings van K04
- Voorbelasting voor de stortfase van de brug is een noodzakelijke maatregel
- Tijdens de uitvoering zijn de monitoringsgegevens van het landhoofd en de gewapende grond cruciaal voor het controleren en het waar nodig bijsturen van het bouwproces.

Met dank aan



Opdrachtnemer



Opdrachtgever



Studiebureau ON



Ontwerper en leverancier GG

Team Arcadis – betrokken bij G03

Dries Nijs – Projectleider Gewapende Gronden

Saeed Hosseinzadeh – Geotechnisch specialist

Erik Vossenaar – Geotechnisch specialist

Jan Ruigrok – Geotechnisch specialist



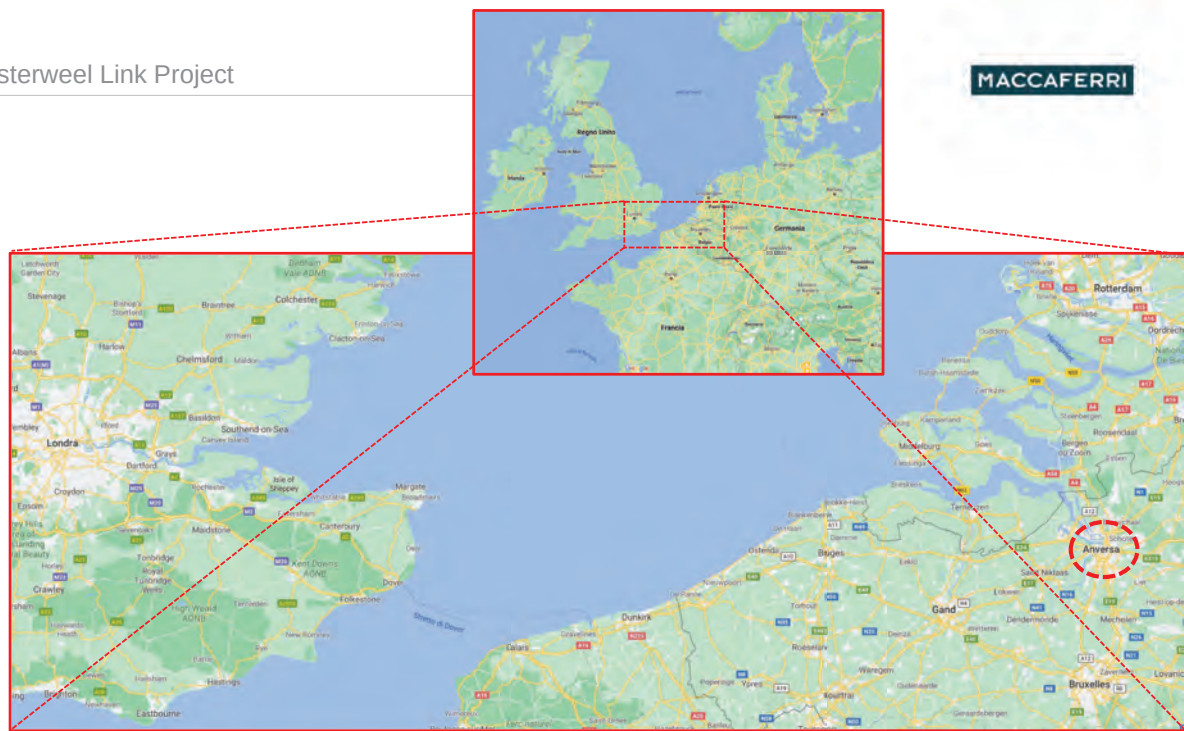
DIRECT BRIDGE ABUTMENT DESIGN WITH TERRAMESH SOLUTIONS - OOSTERWHEEL G03

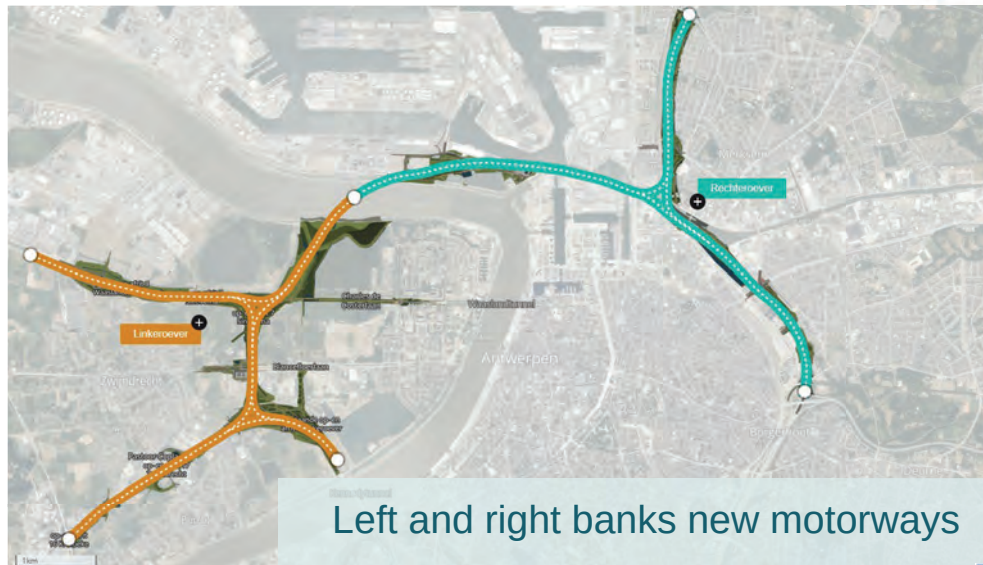


MACCAFERRI

My name is Francesco Masola,
I come from Italy and
I have worked in MACCAFERRI since 2015 and
I am based in Berlin (Germany) as
Technical Manager for Scandinavia, BeNeLux,
Germany and Austria
E-mail: f.masola-cons@maccaferri.com







Left and right banks new motorways

<https://www.oosterweelverbinding.be/oosterweel-link>

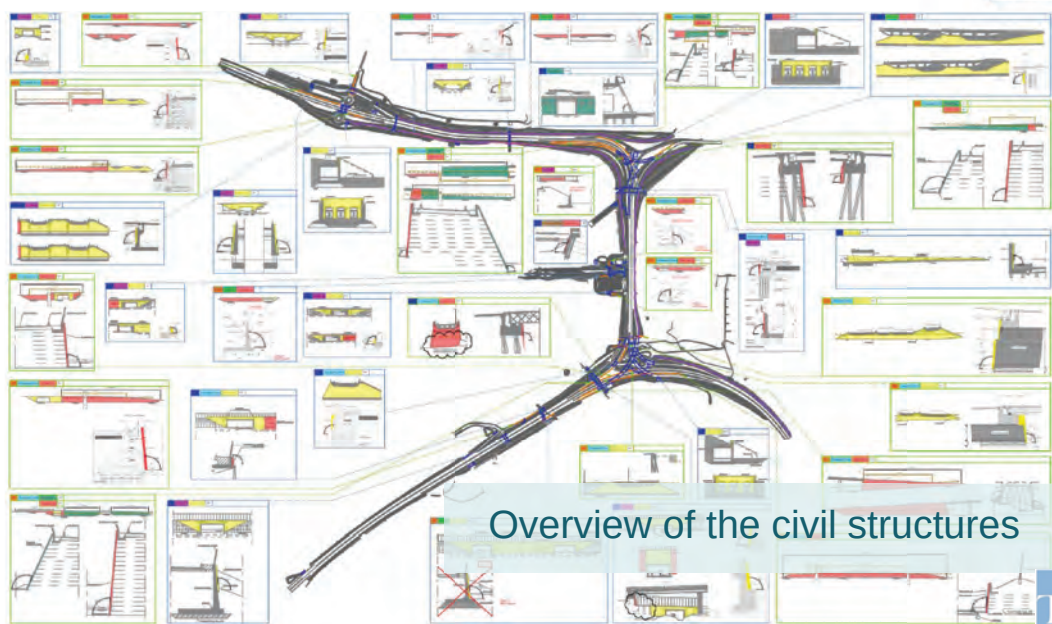


The Oosterweel Link project is a new 15km-long motorway connection developed by Lantis for completing the Antwerp Ring road R1 (Belgium). It is a major project in Belgium and its design started in the 1990s to find a solution to the congestion problems in and around Antwerp. The total estimated cost of the project is approximately **€4.5bn**. The Antwerp ring road is a key part of the Trans-European Transport (TEN-T) Core Network.

Maccaferri collaborated with the design and building of the Mechanically Stabilized Earth (MSE) walls with its main product family „**Terramesh**“. This is a well-known system used in Europe and in the rest of the world to support or enable the construction of infrastructures in tight urban corridors, forming retaining walls, road embankments, wing walls and bridge abutments known as **Geosynthetic Reinforced Soil-Integrated Bridge Systems (GRS-IBS)**.

<https://www.oosterweelverbinding.be/oosterweel-link>







Render of the left and right banks connection

WELDED MESH + GEOGRIDS

VS

MACCAFERRI



Challenge with alternative solution

WELDED MESH + GEOGRIDS

VS

MACCAFERRI

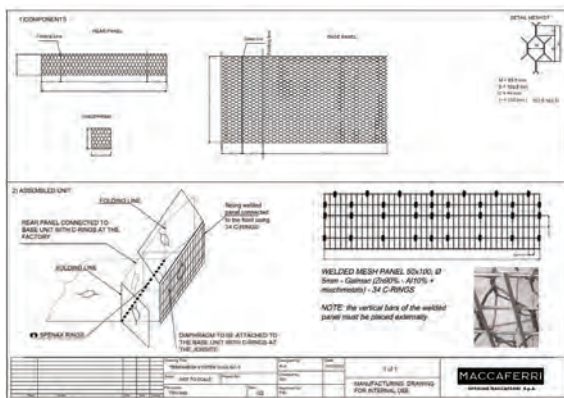


Challenge with alternative solution

WELDED MESH + GEOGRIDS

VS

MACCAFERRI



- Compliance with the tender specs
- Less stones amount
- Faster installation
- Eco-friendly solution

Special Terramesh System unit developed for this project

Table A.1 – Description of environment of installation site, coating wire requirements (1 of 3)				
Site Environment level ¹ (in accordance with EN ISO 9223:2012, Table 1)	Plastic coating material	Coating	Class ² (EN 10244-2)	Assumed working life of the product (year)
Low aggressive: (C2) Dry conditions Temperate zone, atmospheric environment with low pollution, e.g. rural areas, small towns (over 100 m above sea level). Dry or cold zone, atmospheric environment with short time of wetness, e.g. deserts, sub-arctic areas	–	Zinc	A	25
	–	Zn95%/Al5% alloy	A	> 50
	–	Zn90%/Al10% alloy	A	> 120
	–	Zinc	A	10
High aggressive: (C4) Wet conditions Temperate zone, atmospheric environment with high pollution or substantial effect of chlorides, e.g. polluted urban areas, industrial areas, coastal areas, without spray effect of de-icing salts e.g. salt water, exposure to strong effect of de-icing salts e.g. subtropical and tropical zone, atmosphere with medium pollution industrial areas, coastal areas, shelter positions at coastline.	Zn95%/Al5% alloy	–	A	10
	Zn90%/Al10% alloy	–	A	25
	Polyvinyl chloride (PVC)	–	A	> 50
	Polyamide (PA6)	–	E	> 120
Very High aggressive: (C5) Wet conditions Temperate and subtropical zone, atmospheric environment with very high pollution and/or important effect of chlorides, e.g. industrial areas, coastal areas, shelter positions at coastline. Subtropical and tropical zone (very high time of wetness), atmospheric environment with very high pollution (SO ₂ higher than 250 µg/m ³) including accompanying and production ones and/or strong effect of chlorides, e.g. extreme industrial areas, coastal and off shore areas, occasionally contact with salt spray	Polyvinyl chloride (PVC)	Zn95%/Al5% alloy	A	10
	Polyamide (PA6)	–	E	25
	Polyvinyl chloride (PVC)	–	A	> 50
	Polyamide (PA6)	–	E	> 120

Welded mesh + geogrids

MACCAFERRI

Polymer coated DT wire

Design challenges – durability of 120 years

Texion

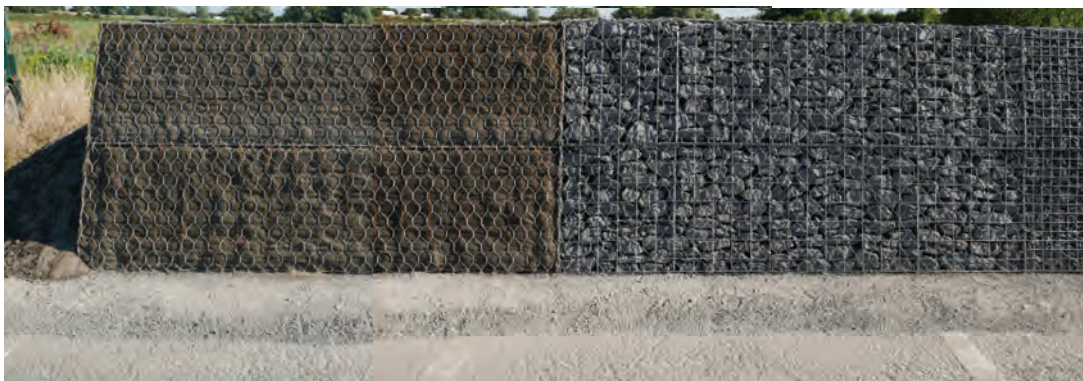


ParaGrid and ParaLink – Geogrids up to 1600 kN/m

Texion



Terramesh System + ParaGrid and ParaLink – Geogrids up to 1600 kN/m

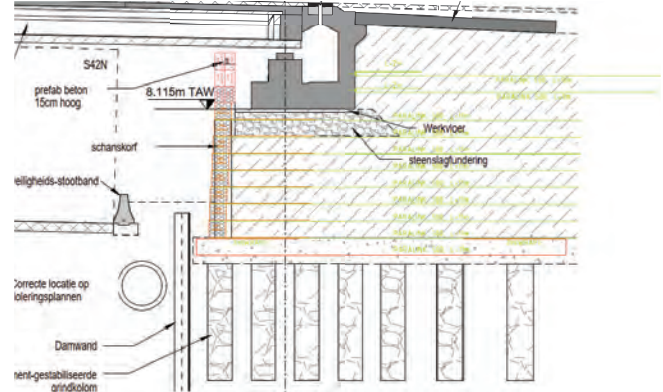
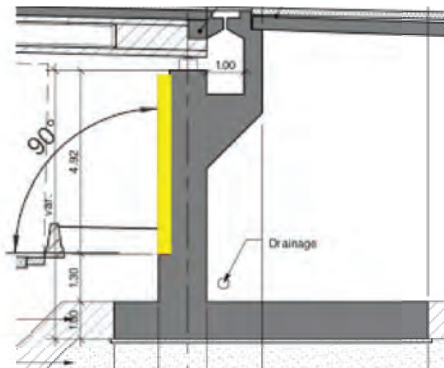


Green and Mineral facing

Concrete L-walls

VS

MACCAFERRI

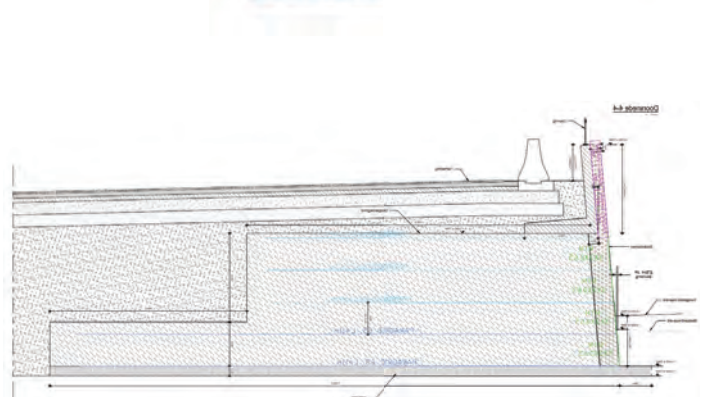
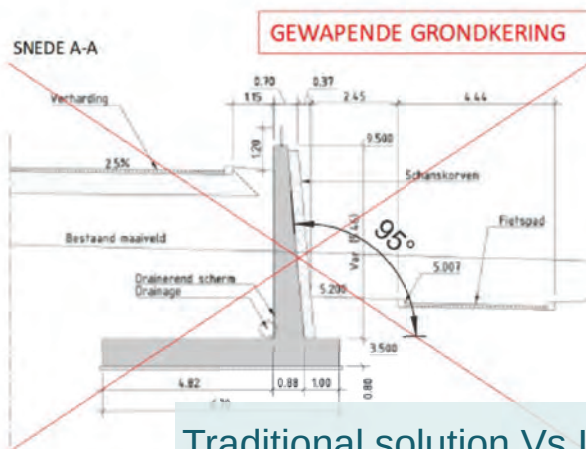


Traditional solution Vs Innovative sustainable solution

Concrete L-walls

VS

MACCAFERRI



Traditional solution Vs Innovative sustainable solution

Concrete L-walls

VS

MACCAFERRI

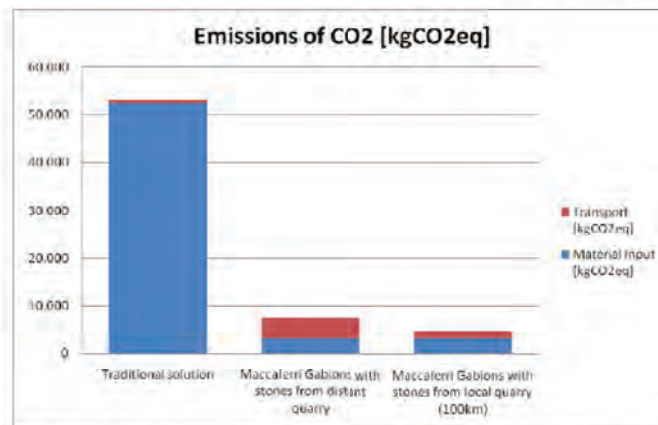


Figure 4: Comparison between CO₂ emissions related to the construction of a GRAVITY WALL: traditional solution (concrete wall) vs. gabion walls (with stones for the filling from a distant and a local quarry)



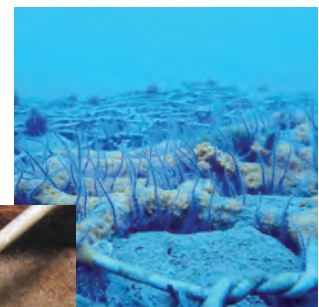
We promote our commitment to transparency as a means for improving the environment and increasing the sustainability, providing objective, reliable and comparable information about the life-cycle environmental impact of our products

This shows our sense of responsibility and our commitment in order to provide solutions with the possible lowest impact on the environment. To learn more, download the Environmental Product Declarations on maccaferri.com/EPD.



CERTIFIED ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

S-P-01461 S-P-01464 S-P-01468 S-P-01471
S-P-01462 S-P-01465 S-P-01469
S-P-01463 S-P-01466 S-P-01470



All Maccaferri's products are EPD certified

3.2 RESPONSIBILITIES OF THE CONTRACTUAL PARTIES

Contractor 1 provides :

- Supply of gabions, hexagonal welded panels, green walls, geogrids, C-rings, binding wire, stiffeners, and necessary additional materials as detailed in the attached pricelist.
- Technical support for BIM model and FEM and LEM design, to include Terramesh, ParaGrid and Paralink geogrid in the software of Arcadis (i.e. Revit/Plaxis)
- Calculation of the internal stability of the construction Objects according to the principles and data supplied from ARCADIS (from the Final Design – "Definitief Ontwerp" – "DO")
- Stability checks with Mac Stars software
- Bill of Quantity update and execution drawings "UO – uitvoeringsplannen" (cross-sections, front view, plan view) in Autocad or Revit where the products of the Supplier are used.

STADSBADER NV

PROJECT ANNEX B: pag 8/16

Providers of Engineering Solutions



Designer



Final client



Partner of Maccaferri



Contractor

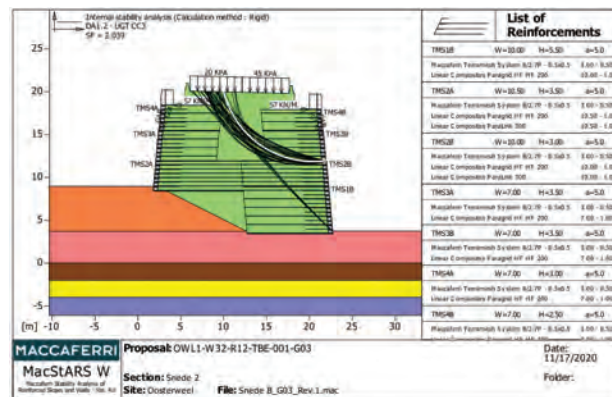
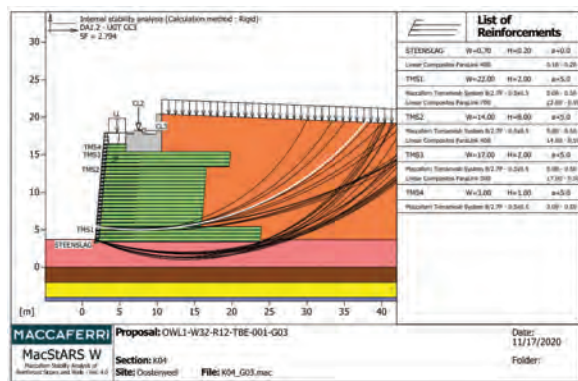


Installer



Synergy between all parts involved in the project

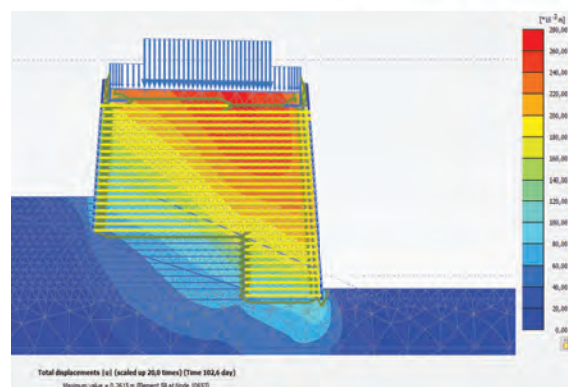
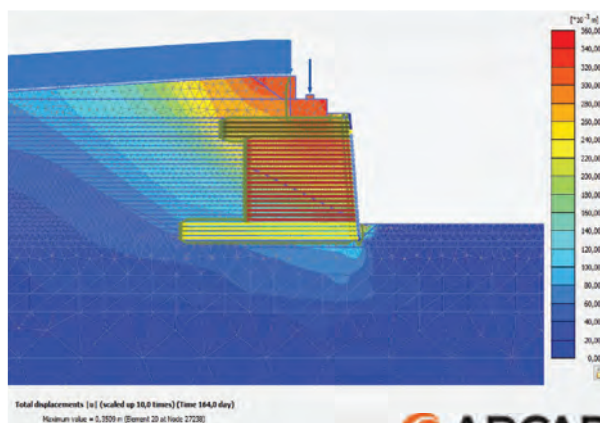




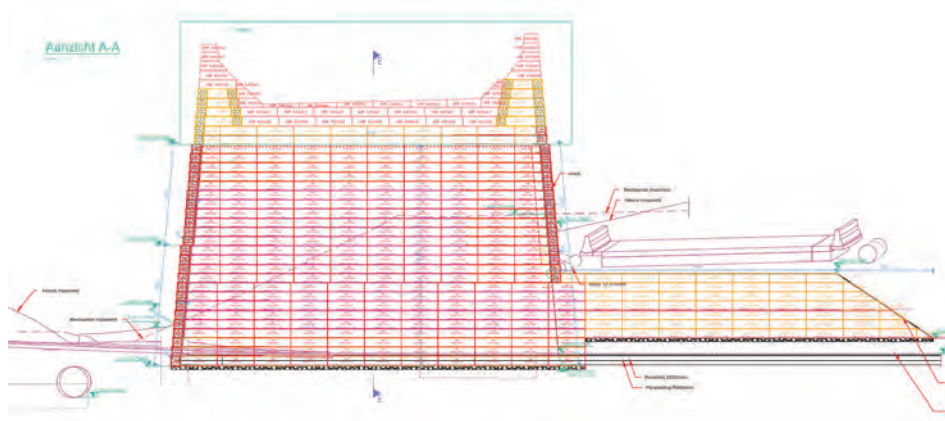
<https://www.maccaferri.com/uk/macstars-software/>

<https://www.maccaferri.com/it/documenti/software/>

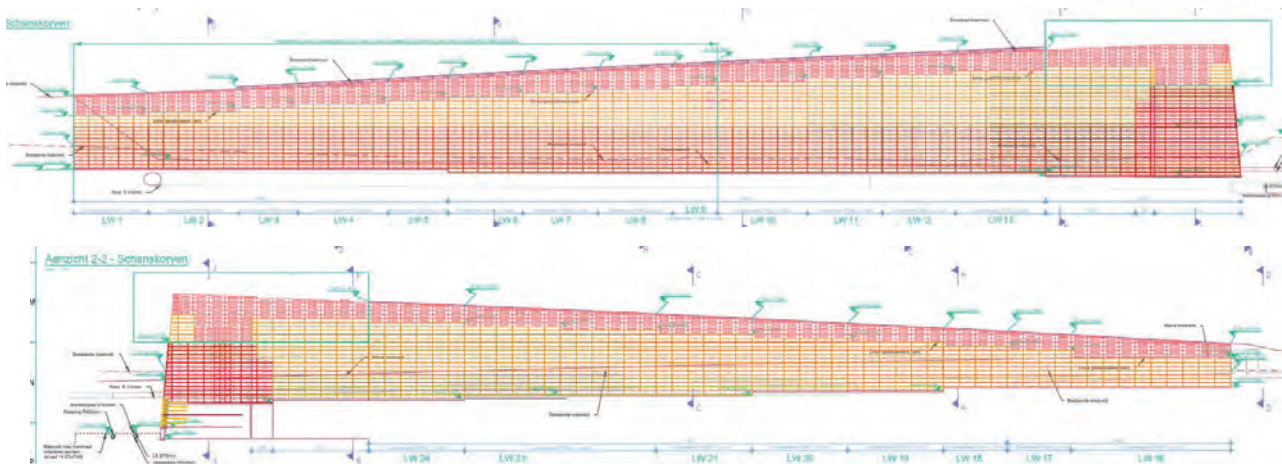
Limit Equilibrium Method analysis with MacStars



Cooperation with Arcadis: Finite Element Method (FEM) analysis with Plaxis



Full support during the design and construction phase



Full support during the design and construction phase

Oosterweel Link Project



MACCAFERRI



Start of the works (June 2021)

Texion

Oosterweel Link Project



MACCAFERRI

Ongoing (July 2021)

Texion



End of the construction works and pre-surge phase (March 2022)



Drone view (March 2022)

Maximum retaining height = 13m

Facing inclination = 85°

Total facing for RSS = ~3.400 sqm

Maximum concentrated bridge loads applied= ~750 kN/m

Some Numbers...

Texion

Section G03 - Finished

Product	Units	Rounded up BoQ
TSYSTEM PMCGL 8X10 D27 3X2X0.5X0.5 TS1W2	Pcs	1696
TSYSTEM PMCGL 8X10 D27 3X2X0.5X0.8 TS1W2	Pcs	923
TSYSTEM PMCGL 8X10 D27 5X2X0.5X0.5 TS1W2	Pcs	542
TGRE PMCGL 8X10 D22 6X3X0.65 87° TM90	Pcs	102
PARAGRID 150.05 3.9x50	Sqm	13455
PARAGRID 200.05 3.9x50	Sqm	9360
PARALINK 300 4.5x200	Sqm	5400
PARALINK 400 4.5x150	Sqm	10125
PARALINK 500 4.5x130	Sqm	2925
PARALINK 700 4.5x100	Sqm	3600
MACTEX BN 40.1 1.2X100	Sqm	8640
MACTEX BN 40.1 2X100	Sqm	800
RINGS CL50 GLA BOX 1600 PCS	Box	204
WIRE LCNG PMC GLA D2.20 3.20 BOB25	Kg	1600

3.263 Terramesh units

44.865 sqm of Geogrids

Some Numbers...

Texion

Sustainable reinforcement technology provides reinforced soils

07 October 2020

The contractor of the Oosterweelwerken Linkeroever / Zwiijndrecht uses a sustainable technique to reinforce the foundations for the bridges that we are building in the project area.

For the Oosterweel connection on the Left Bank, we are building 10 new bridges that are wholly or partly founded on reinforced soil. This is a foundation technique in which we do not pour concrete over a metal framework, but install the reinforcement structures in the ground itself. This application is durable and cost effective.



Appreciations from international consulting firms

33

<https://nieuws.oosterweelverbinding.be/duurzame-wapeningstechniek-zorgt-voor-gewapende-gronden/>



To Bring Home:

- M** Technical Support
- M** Innovative and Sustainable Solutions
- M** Construction Skills
- M** Team Working
- M** Wide portfolio of solutions

34



THANK YOU



For any further info please contact the Maccaferri office which is closer to you or visit Maccaferri website on maccaferri.com and our partner's website <https://www.texion.be/>

MACCAFERRI

Texion



Optische vezel sensortechnologie

Infrastructuurwerken Oosterweelverbinding –
Gewapende grondophogingen
BGGG workshop 16 mei 2022

Gust Van Lysebetten

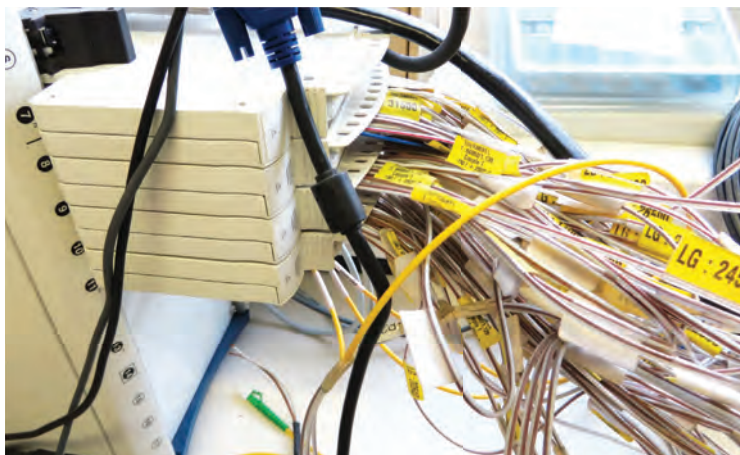
Adjunct-labohoofd Labo Geotechniek en Monitoring (WTCB)

Traditionele sensortechnologie

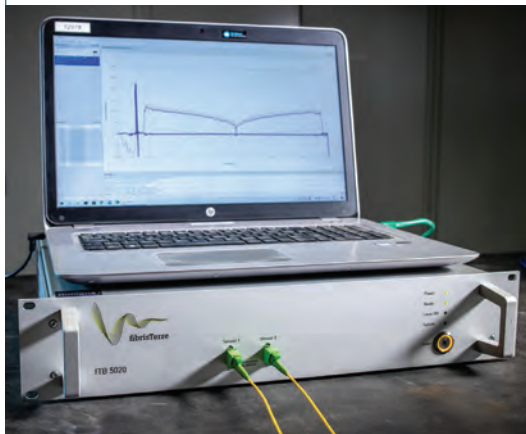


- Rekstroken (elektrisch, vibrating wire, ...)
- Temperatuursensoren (thermokoppels, PT100, ...)

→ Hoge nauwkeurigheid,
maar limieten...



Optische vezel sensortechnologie

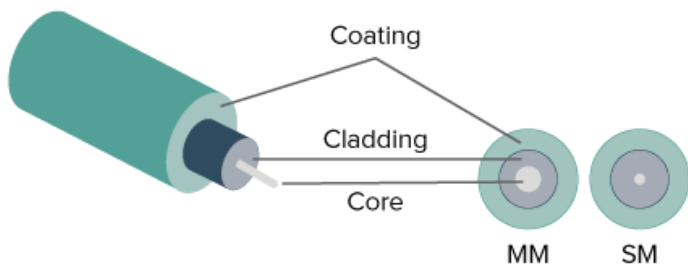


immuun
 precies
 dichtheid
 nauwkeurig
 stabiellicht
 levensduur
 robuust
 geometrie



"Optische vezel"

= glasvezel telecommunicatie



Ø core: 8 – 62.5µm

Ø cladding: 125µm

Ø coating: <1mm → >1cm

Diameter 1 mm (GFRP coating)

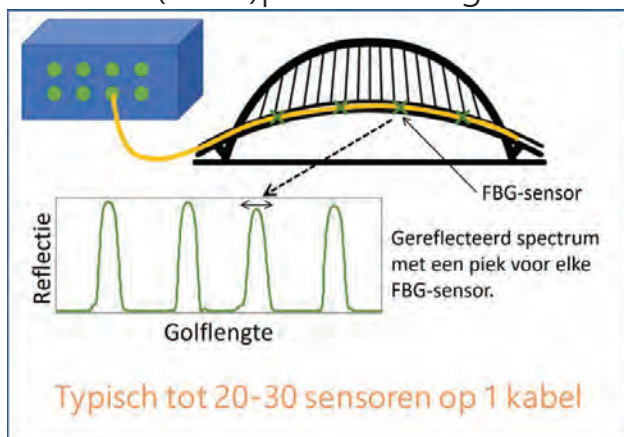


Diameter 3.2 mm (PA coating)



Hele waaier aan OV-technologieën

(multi)point sensing



FBG (meest courante), ...

distributed sensing



BOFDA, BOTDA, BOFDR, BOTDR, Raman, Rayleigh, ...

Meer info: www.ovmonitoring.be en [workshop 1](#)

Toepassingsgebied

- Voorafgaandelijke/controleproeven, productontwikkeling (ontwerpverificatie/ontwerpoptimalisatie)
- Kwaliteitscontrole uitvoering
- LT opvolging (nieuwe & bestaande structuren)
 - Early warning
 - Predictive maintenance
 - Reële LT gedrag

Componenten en tools



Vezelkabels



Uitleesapparatuur

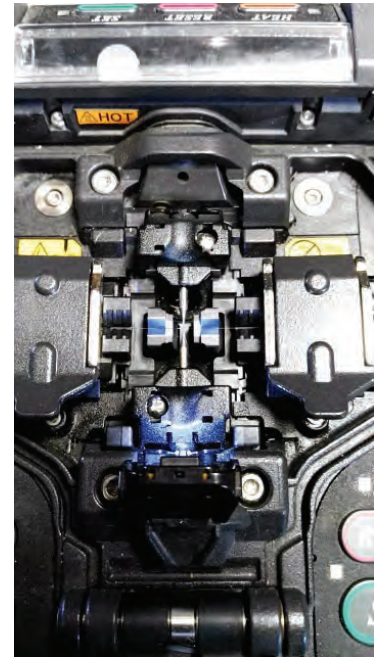
Connectoren + reinigers



Fiber testing equipment



Splice-apparatuur

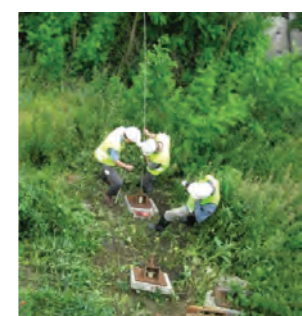
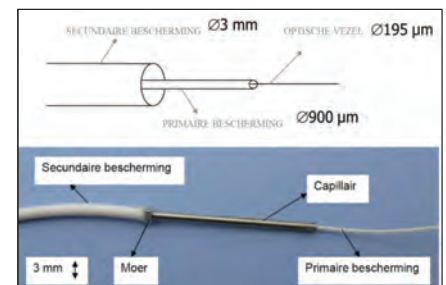
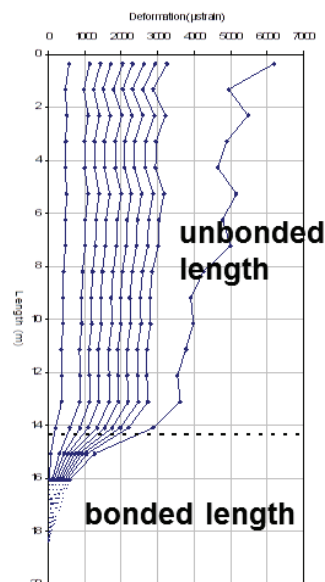


Labo Geotechniek & Monitoring, WTCB

2007: GEN/RER Ottignies: 1^{ste} toepassingen met optische vezel



In labo ontwikkeld FBG extensometer systeem, vastgezet met water-cement



Sindsdien...



Ankerproeven



Diepwanden (Mechelen, A'pen)



MV-palen (Rotterdam)



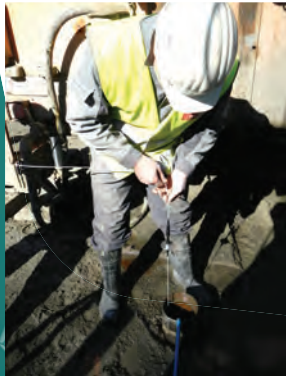
MV-palen (Antwerpen)

Zwel Boomse klei

Proefput Oosterweel

Micropalen (Rotterdam)

SLTs



... tientallen toepassingen

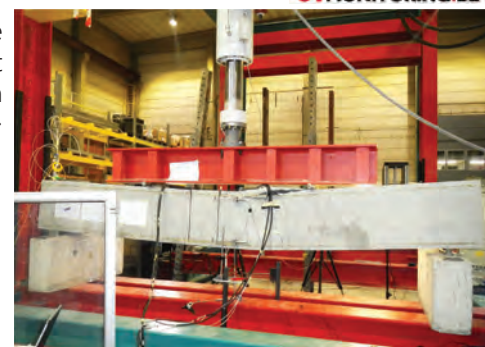


Composietbrug Brugge

Gevelmetselwerk



Verschillende elementen uit gewapend beton (+ labo SCSY) →



Hoge Venen (zettingen) ↓



Maar nog veel potentieel in de bouw

“Monitoring van structuren en systemen met optische vezel”

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen

- COOCK

= Collectief Onderzoek & Ontwikkeling & Collectieve Kennisverspreiding

- 1 maart 2020 – 28 februari 2023



Afdeling Geotechniek,
Structuren en Beton



Departement Bouwkunde
Afdeling Bouwmechanica



Referentiedocumenten

STATE OF THE ART




Monitoring of structures and elements with fiber optics
- State of the Art -
Draft version 0.2



Eerste draft-versie van State-of-the-Art online

De eerste draft-versie van de State-of-the-Art over optische vezel sensortechnologie kan nu gedownload worden. We kijken uit naar al uw opmerkingen, aanvullingen en correcties.

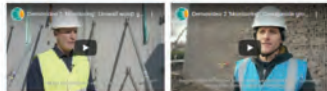
[Lees meer](#)

Download hier
of via <https://ovmonitoring.be/download-2/>

PROMOVIDEO'S EN -ARTIKELS

Democases Monitoring

Democases



Articles Democases



NL: <https://ovmonitoring.be/demoprojecten/democases-monitoring/>

NL + FR:
<https://digitalconstruction.be/nl/project/monitoring-van-structuren-en-systemen-met-optische-vezel/>



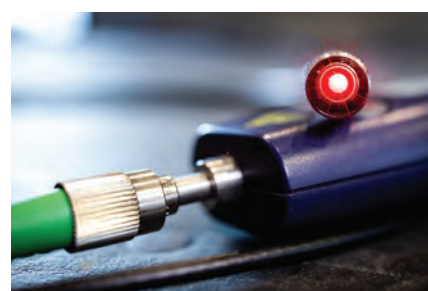
Tot slot
Bedankt voor uw aandacht

Meer info:

→ www.ovmonitoring.be of gvl@bbri.be

Projectendatabase:

→ <https://ovmonitoring.be/demoprojecten/>



Travaux d'infrastructure Oosterweel

Monitoring « fibre optique » du remblai renforcé G03 de Linkeroever

Nicolas Denies – CSTC



BELGIAN
GEOSYNTHETICS
SOCIETY

lantis

Rinkoniën

STADSBADER

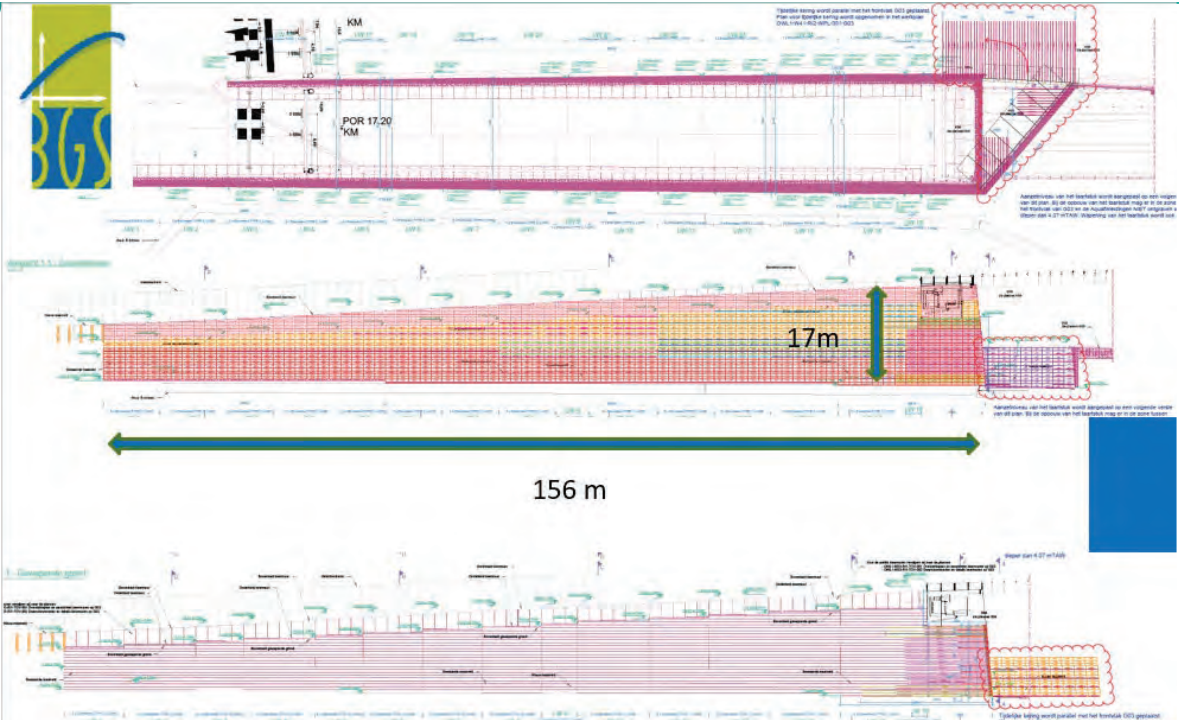
ARCADIS

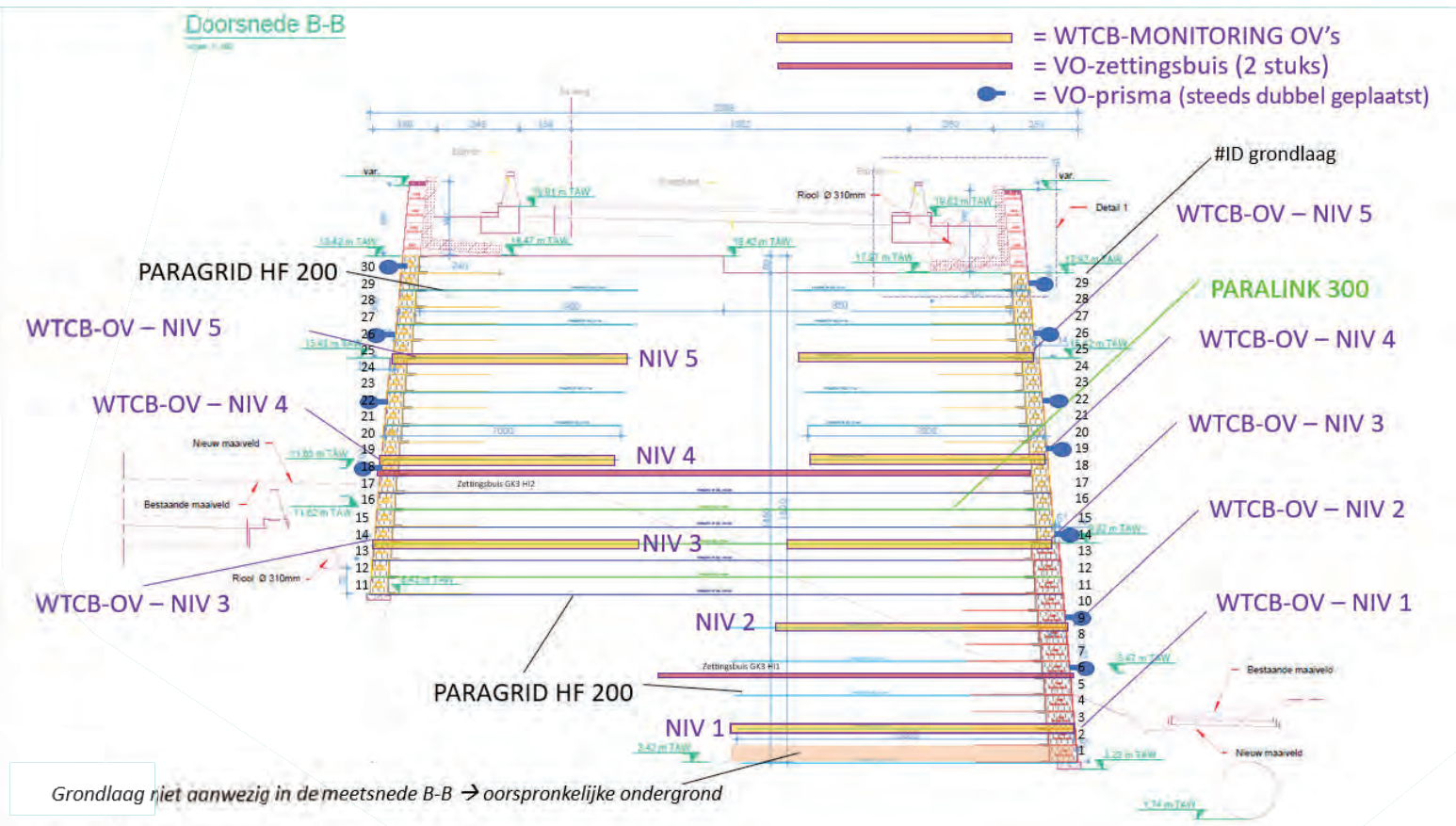
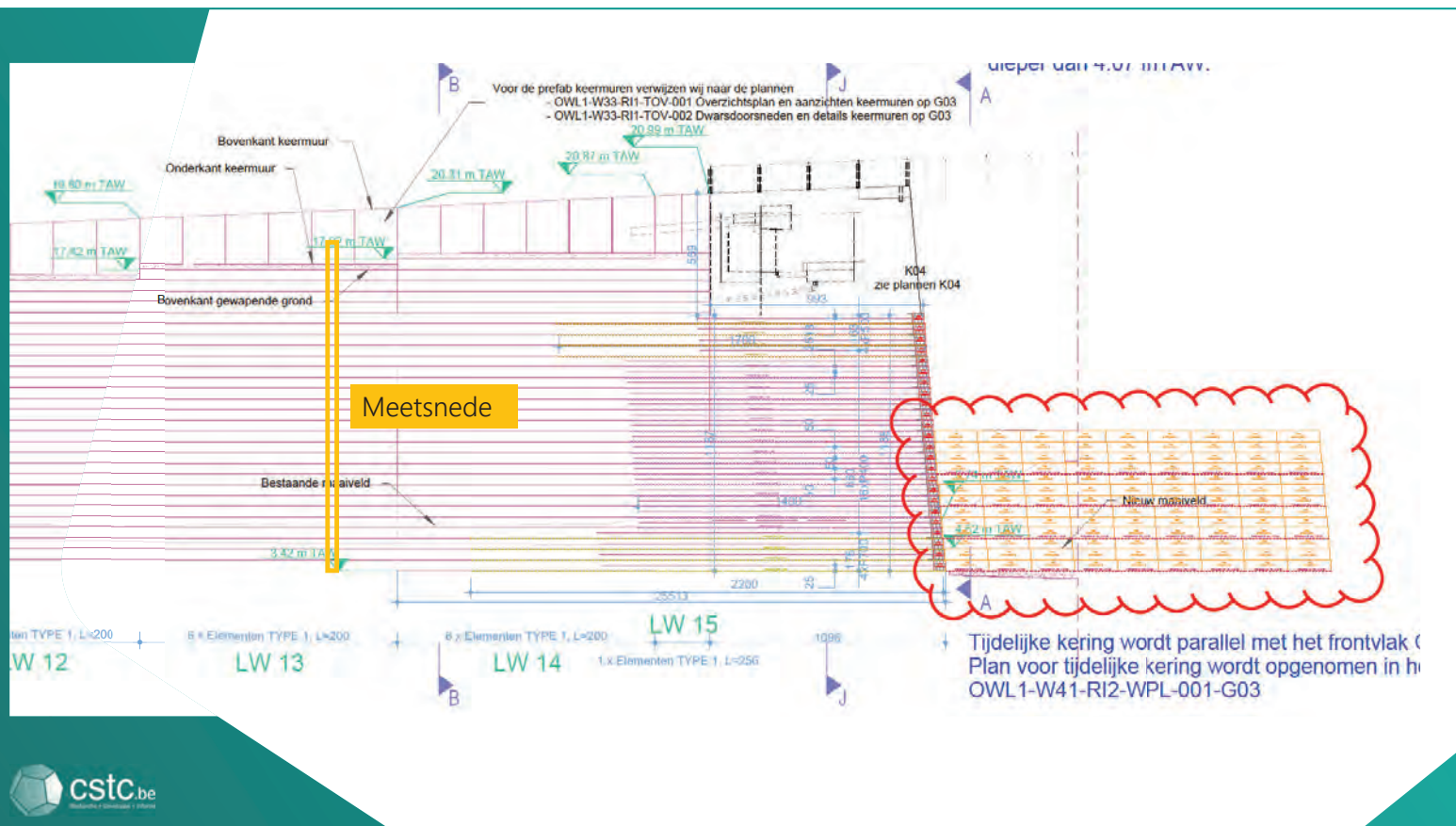
MACCAFERRI

Texion

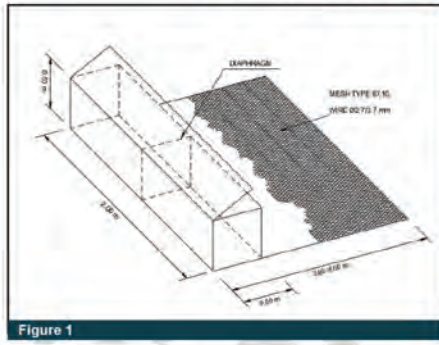
16.05.2022 - Sterrebeek
BGS WORKSHOP







TERRAMESH® SYSTEM POLIMAC® COATED



15.06.2021
Werfbezoek
Funderingslaag



18.06.2021
Instrumentatie NIV 1



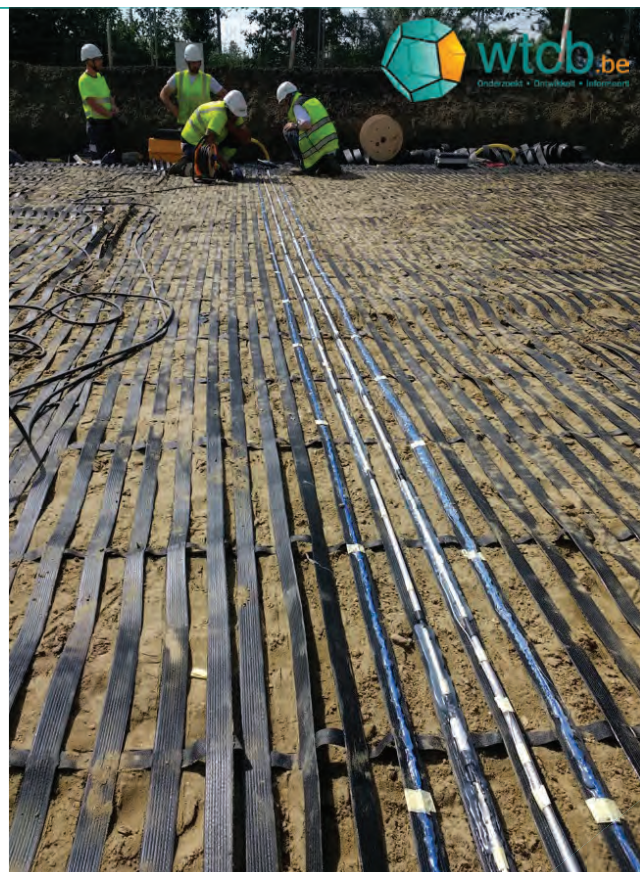
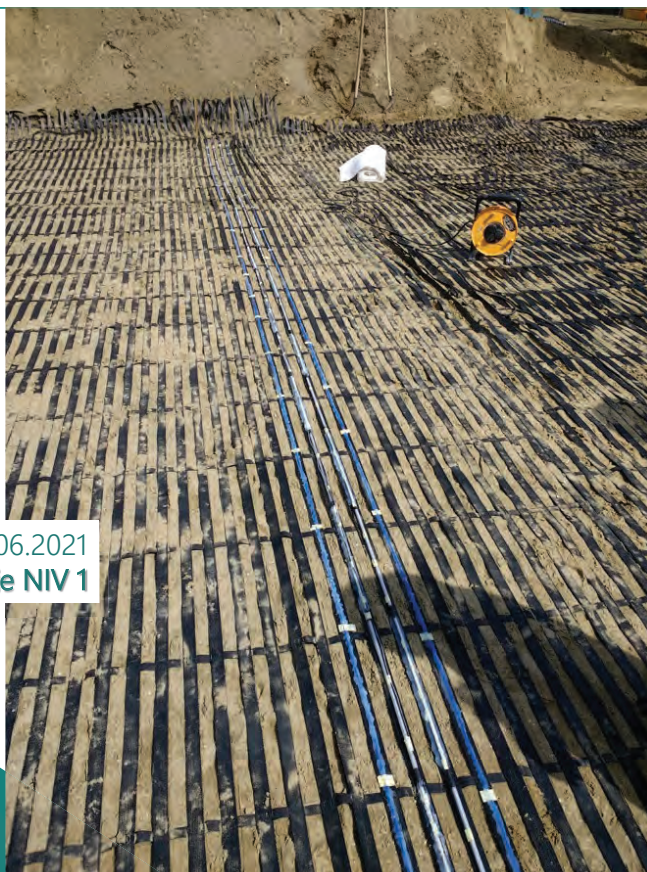
18.06.2021
Instrumentatie NIV 1



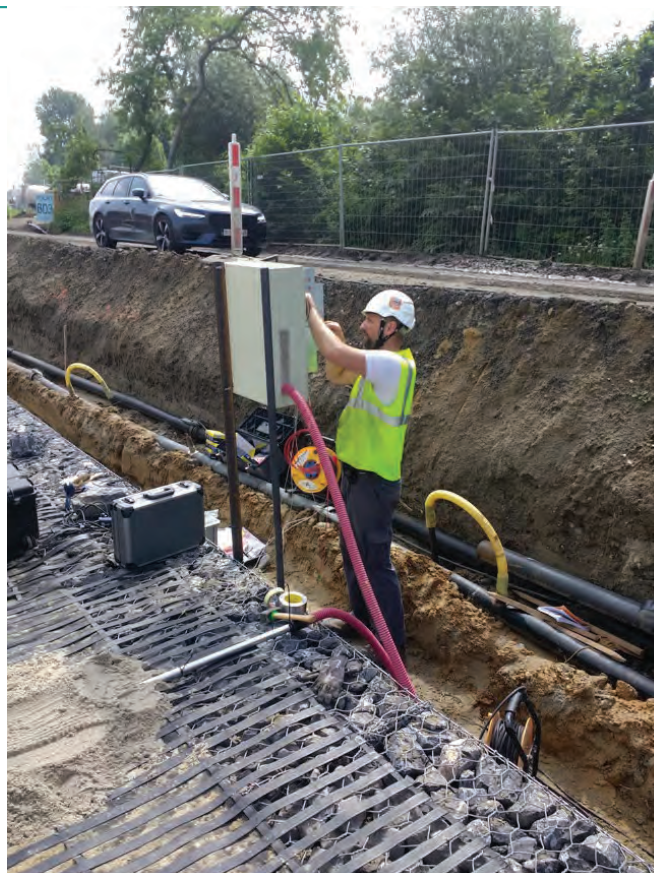
18.06.2021
Instrumentatie NIV 1



18.06.2021
Instrumentatie NIV 1



18.06.2021
Instrumentatie NIV 1



18.06.2021
Instrumentatie NIV 1

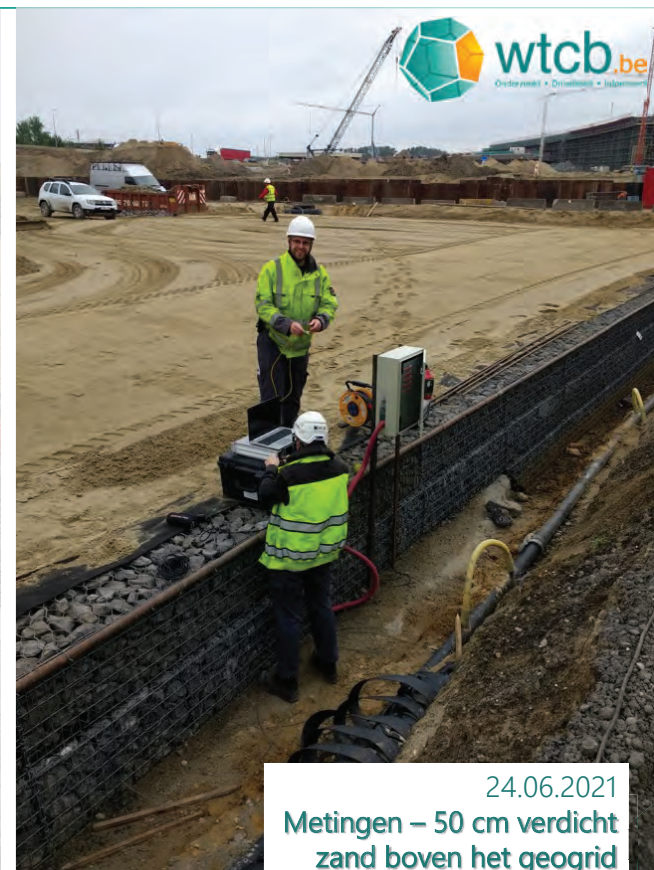




18.06.2021
Instrumentatie NIV 1



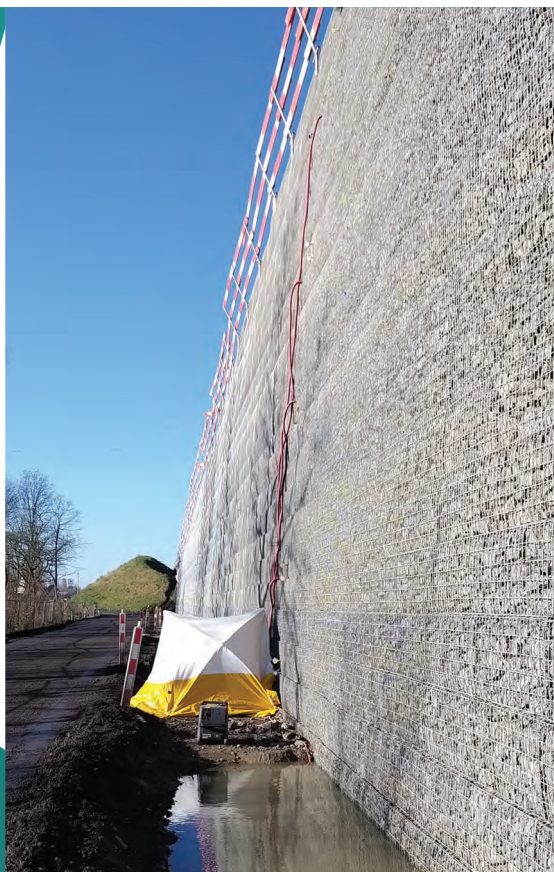
18.06.2021
Instrumentatie NIV 1



24.06.2021
Metingen – 50 cm verdicht
zand boven het geogrid

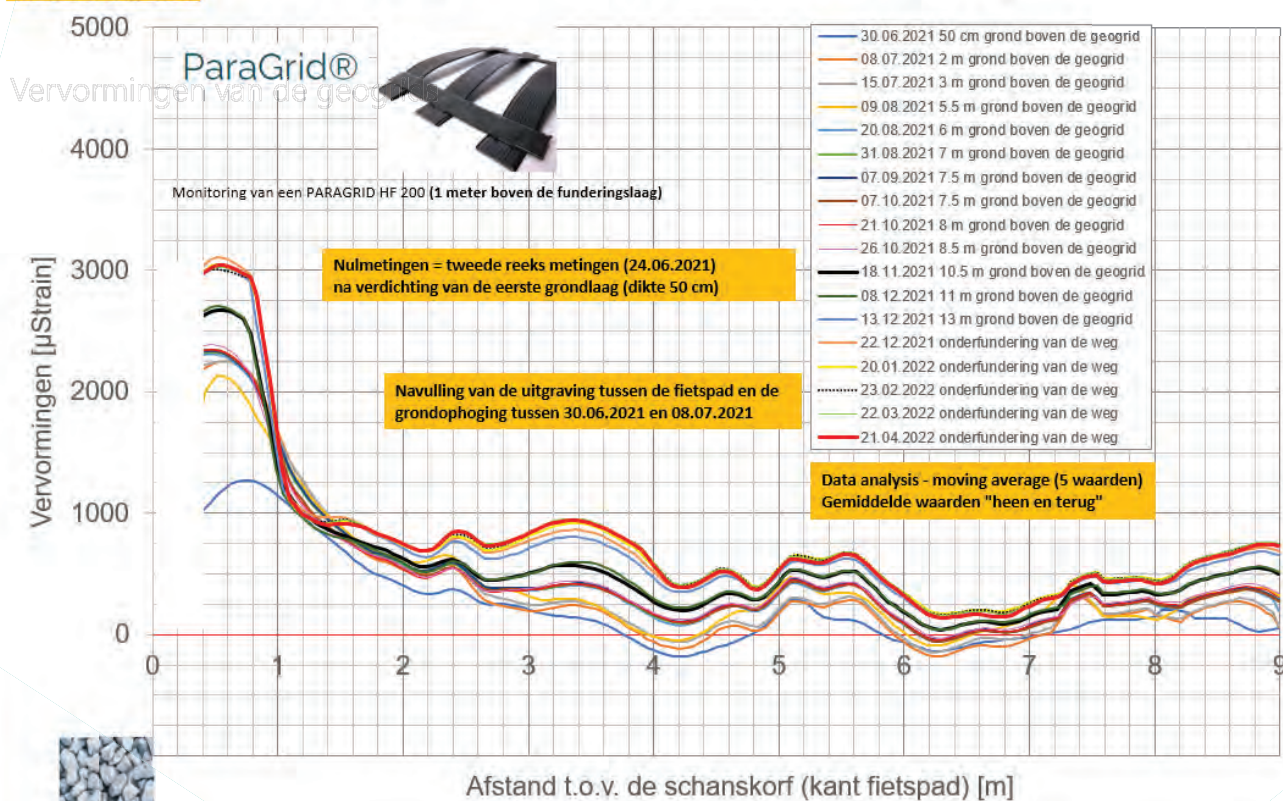


Eind december
Eind instrumentatie
Monitoring na voltooiing van de ophoging



LINKEROEVER G03 - NIVEAU 1 - OV-BOFDA metingen

.be
performance



2000 μ strain =
0.2 % deformation

LINKEROEVER G03 - NIVEA

WTCB-CV

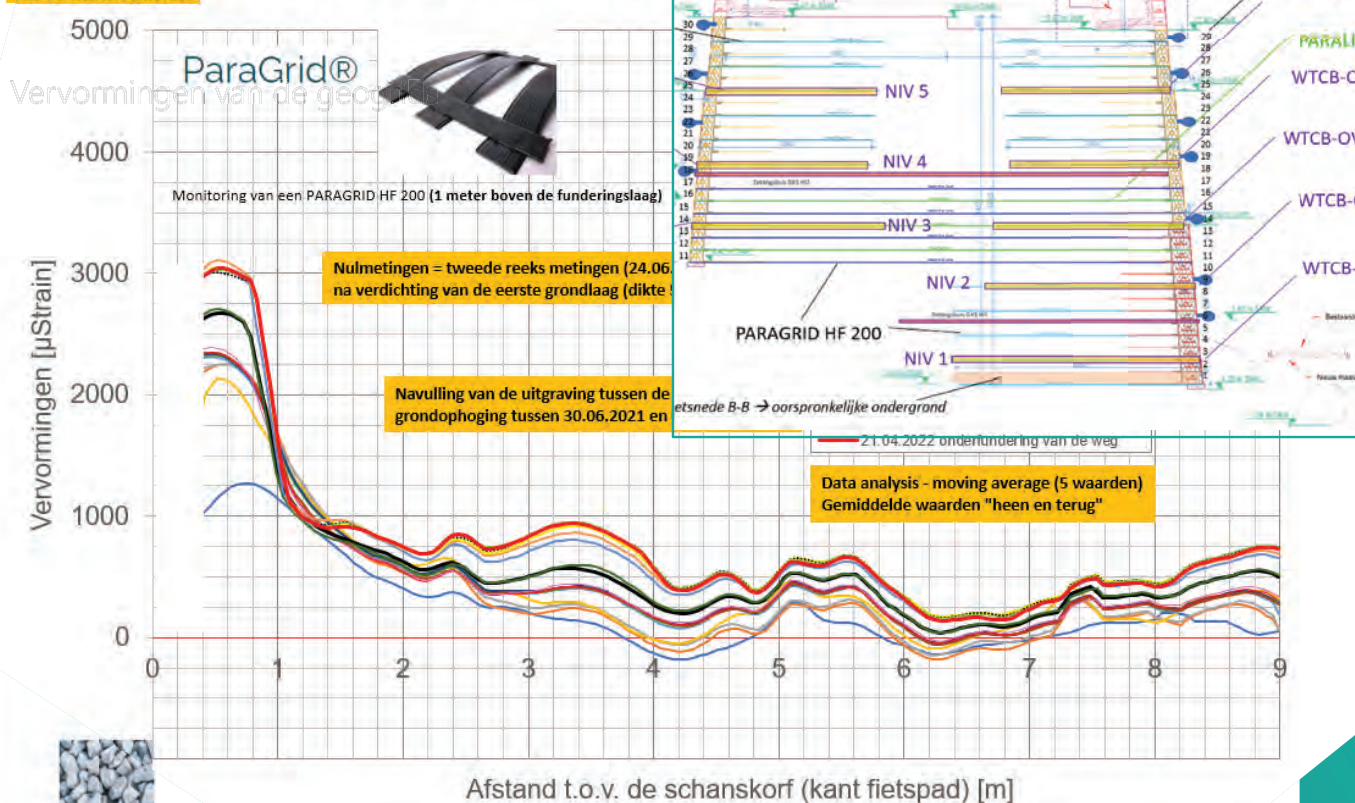
Research

WTCB-C

WTCB-OV

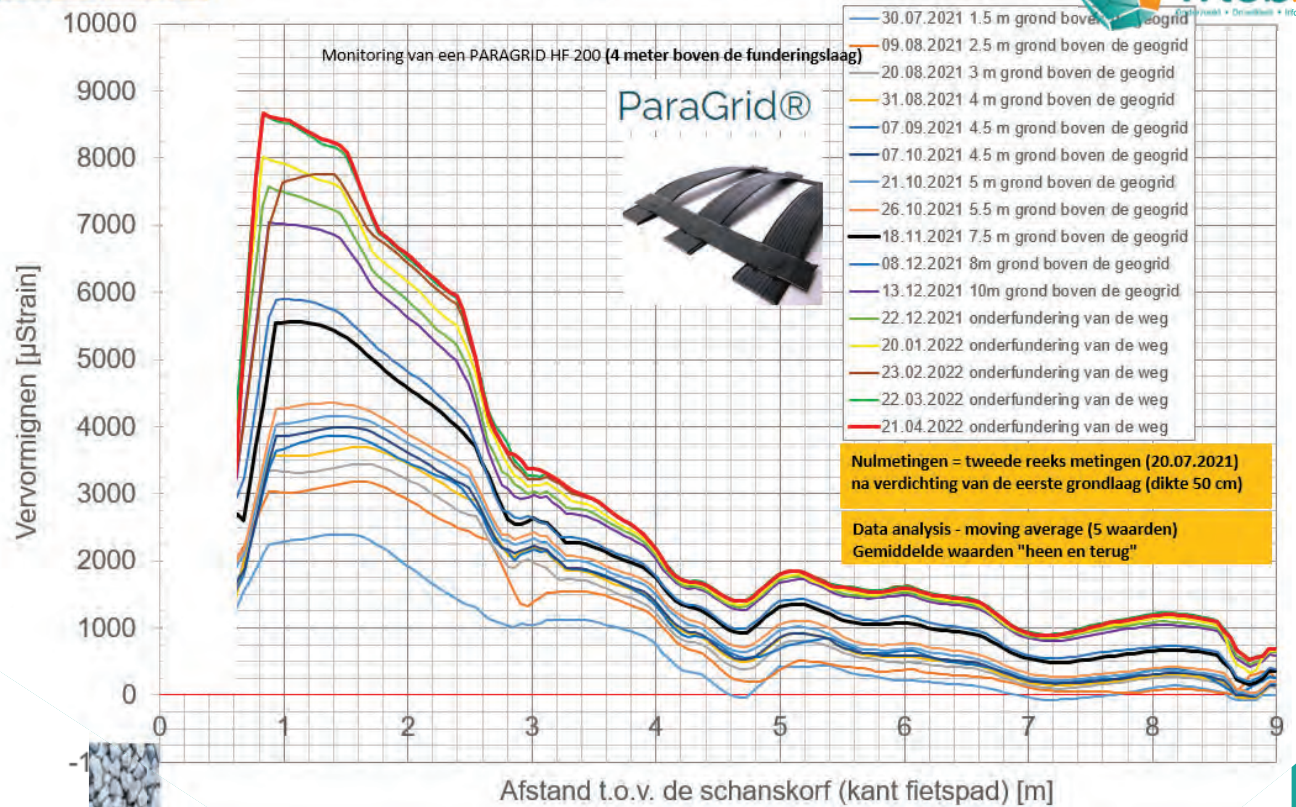
1

WTCB.



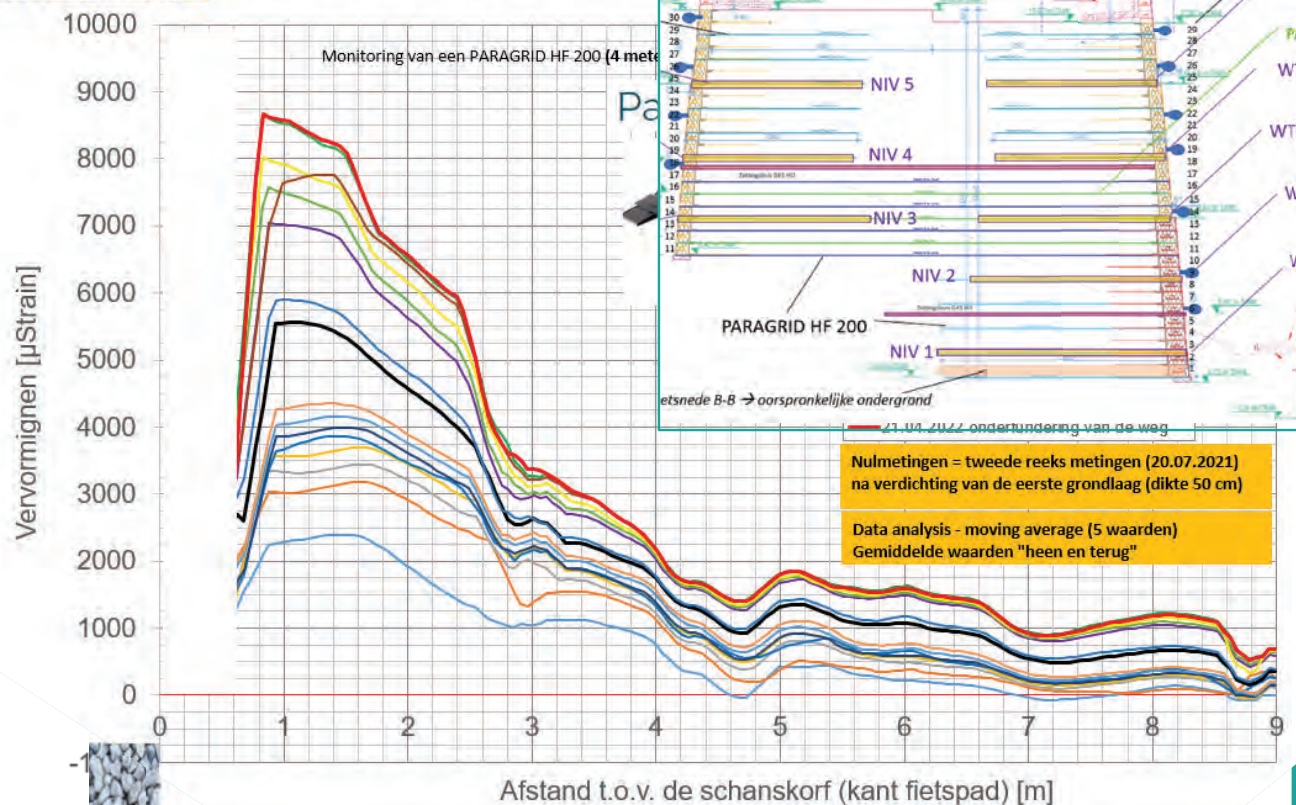
2000 μ strain =
0.2 % deformation

LINKEROEVER G03 - NIVEAU 2 - OV-BOFDA metingen



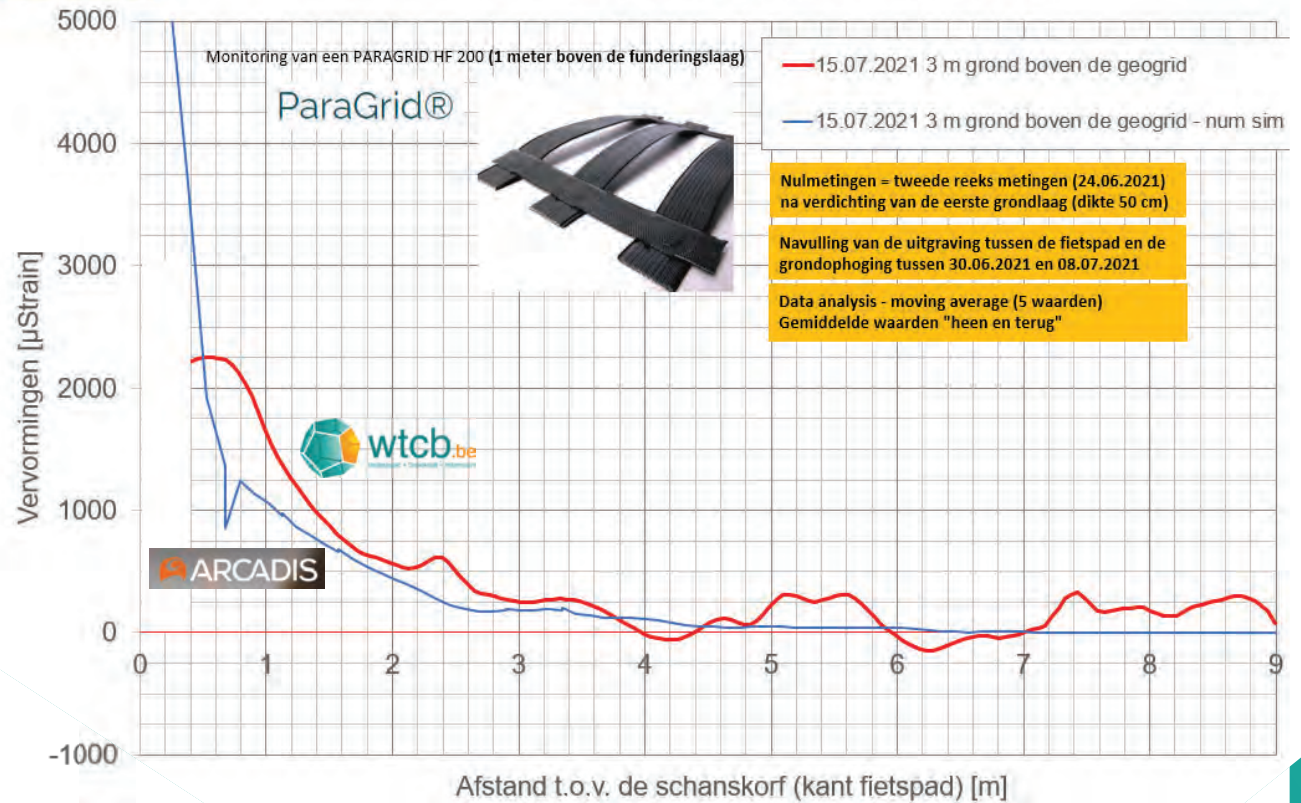
2000 μ strain =
0.2 % deformation

LINKEROEVER G03 - NIVEAU 2 - OV-BOFDA metingen

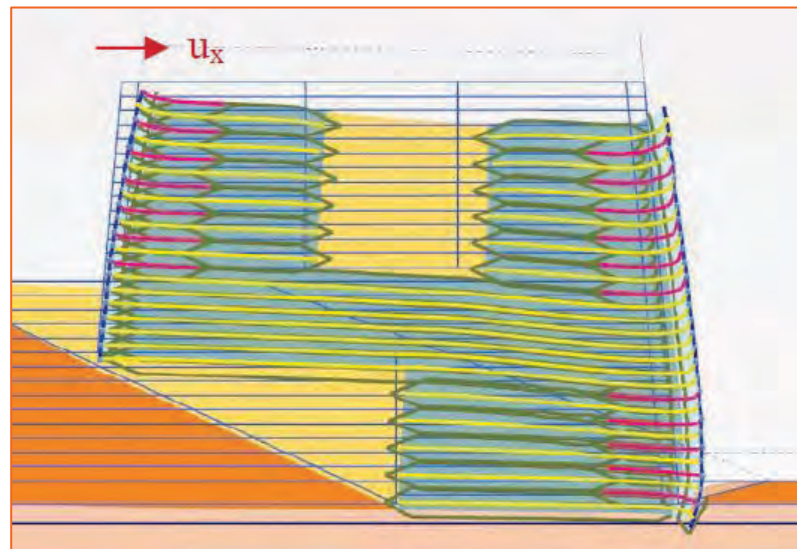
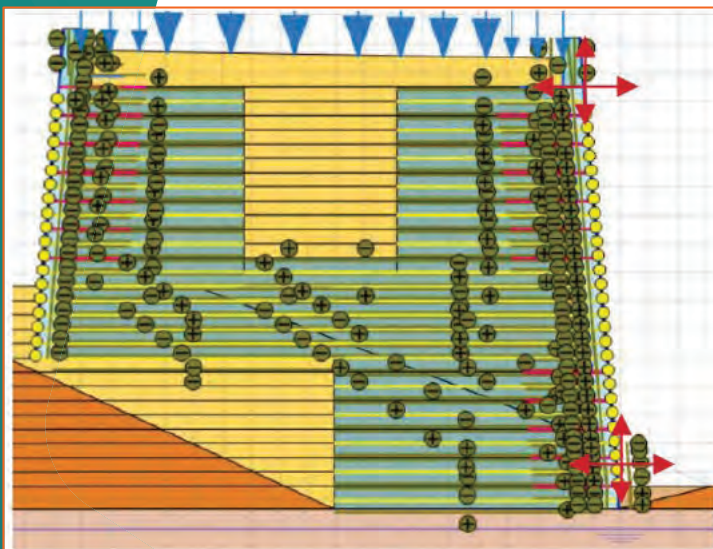


2000 μ strain =
0.2 % deformation

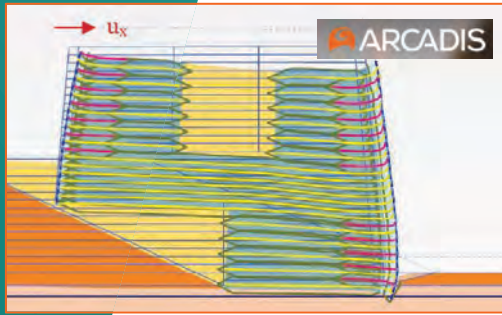
LINKEROEVER G03 - NIVEAU 1 - OV-BOFDA metingen



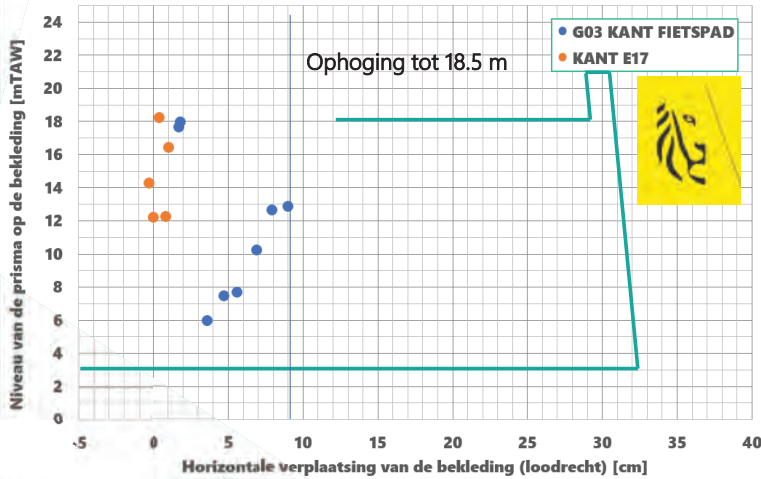
Horizontale verplaatsing van de bekleding



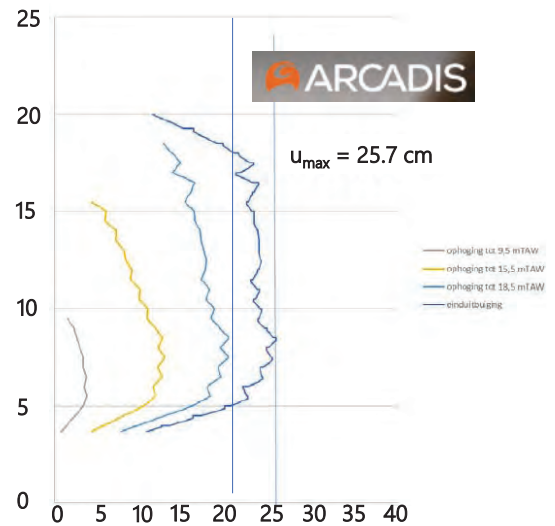
ARCADIS



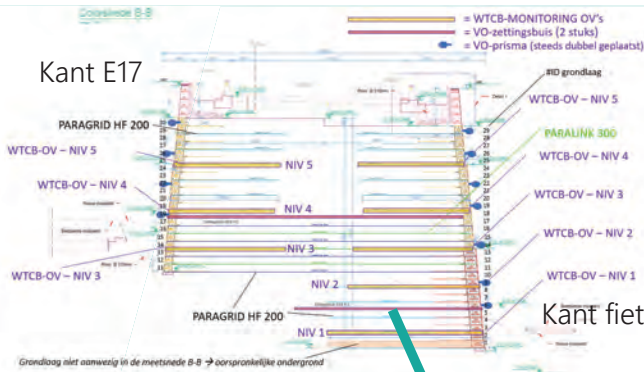
Horizontale verplaatsing van de bekleding op 11.04.2022



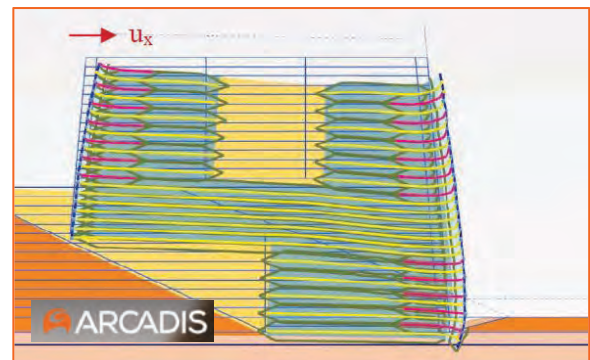
Ophoging tot 18.5 m



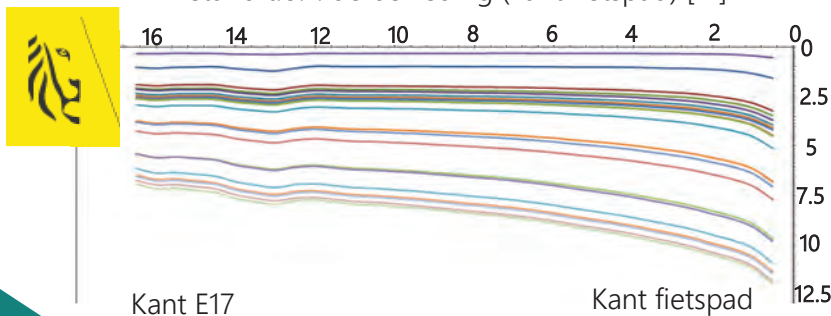
Kant E17



Kant fietspad



Afstand t.o.v. de bekleding (kant fietspad) [m]



To be continued!

Verticale zetting [cm]

SOLRENF

Dimensionnement des remblais renforcés Nouvelle génération d'**Eurocodes**

Nicolas Denies & Maximilien Van Breusegem

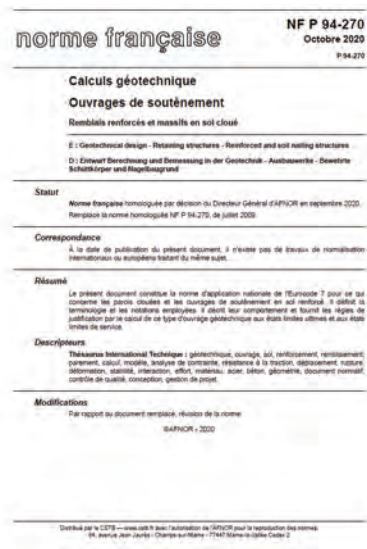
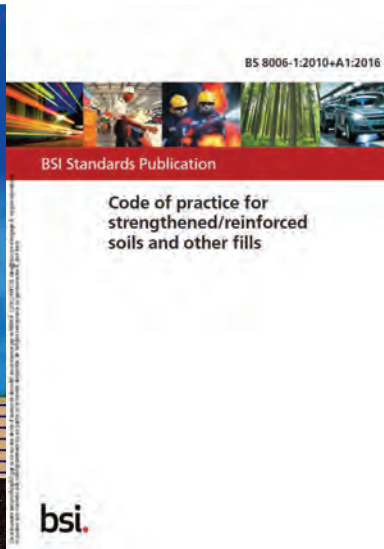
16.05.2022 - Sterrebeek

BGS WORKSHOP

SOLRENF – Introduction aux remblais renforcés

- Introduite dans les années soixante
- Matériaux de remplissage classiques (sable et gravier)
- Renforcements
 - Barres, filets, échelles... en **acier**
 - **Géosynthétiques** (géogrilles, géotextiles tissés et bandes polyester)
- Recouvrement de formes diverses (en polymère, bois, béton, gabions métalliques...) → exigences urbanistiques / esthétiques
- **Norme d'exécution européenne – NBN EN 14475**
- **Pas encore de norme/méthode européenne pour le dimensionnement conforme à l'Eurocode 7 – EN 1997-1**

SOLRENF – Quid du dimensionnement ?



SOLRENF – next generation of Eurocodes

Development of Eurocodes

1975 – Start Eurocodes by European Commission

1992 – First Eurocodes published – ENV

Nothing about reinforced fills...

2002 – 2007 – Introduction present Eurocodes

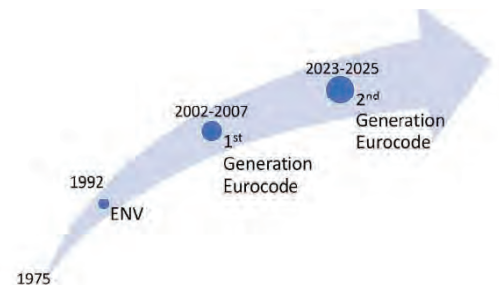
2011 – 2016 – Evolution Groups: topics for revision EC7

2015 – 2025 – Drafting of 2nd Generation Eurocode 7

2035 – 2040 – Next Generation of EC7??

Large Geotechnical Community:

- 200 in Taskgroups
- hundreds in National Mirror Committees



Second generation of Eurocode 7

SOLRENF – next generation of Eurocodes

Main objectives for 2nd Generation EC7

CEN/TC250: Standard suitable for all common design cases without demanding disproportionate levels of effort

Other objectives:

- | | |
|---------------------|--|
| Ease of use | <ul style="list-style-type: none">• Clear language, same structure in all Eurocodes,• Avoid alternative rules• No rules of little practical use, no “textbook” |
| Harmonisation | <ul style="list-style-type: none">• More common design rules,• Less Nationally Determined Parameters |
| Future developments | <ul style="list-style-type: none">• Numerical Methods• Probabilistic design |

SOLRENF – next generation of Eurocodes

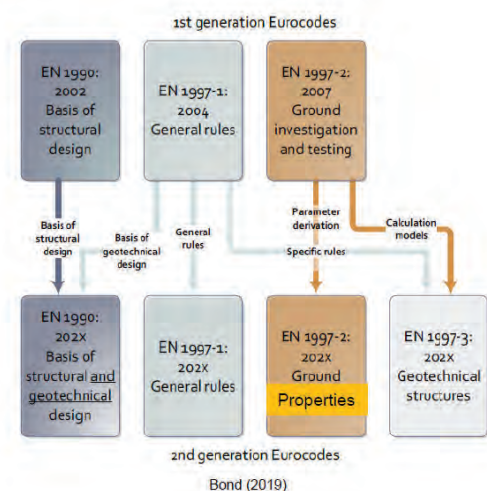
Main changes in Eurocode 7

Old Eurocode (3 parts):

1. EN1990 - Basis of structural design
2. EC7 Part 1 – Geotechnical rules
3. EC7 Part 2 – Testing and derivation of parameters

New Eurocode (4 parts!):

1. EN1990 – Basis of design – also geotechnical!
2. EC7 Part 1 – General rules for all structures, safety, characteristic values
3. EC7 Part 2 – Ground Properties and how to derive them from tests
4. EC7 Part 3 – Rules for specific geotechnical structures many calculation models in Annexes



SOLRENF – next generation of Eurocodes



Eurocode 7 Part 1 – Key Changes

- New Geotechnical Category: Consequence (CC)-class and Ground Complexity (GCC) → See lecture on Reliability
- Improved Safety concept EN 1990 / EN 1997
- Representative value determination (by engineering judgement, by statistics)
- Groundwater issues - design groundwater pressures
- Safety for Numerical methods



SOLRENF – next generation of Eurocodes



Second generation of Eurocode 7

April 1, 2022
EU compromise for a
new text for the
clause 9 – Reinforced
fill structures

Key changes to EN1997-3

→ Rock engineering included in all Geotechnical Structures

New Structures:

- Pile groups and pile rafts (Clause 6)
- Reinforced fill structures (Clause 9)
- Ground reinforcing elements (Soil nails and rock bolts, Clause 10)
- Ground Improvement (Clause 11)
- Ground water control (Clause 12)

Existing, but completely updated clauses

- Slopes (Clause 4)
- Spread foundations (Clause 5)
- Piled foundations (Clause 6)
- Retaining structures (Clause 7)
- Anchors (Clause 8)



SOLRENF – next generation of Eurocodes



Expertise & Soutien ▾ Normalisation & Certification ▾ Recherche & Innovation ▾



Contact

Home > Normalisation & Certification > Antenne Normes • Informations sur les normes et réglementations • CSTC

<https://www.cstc.be/normalisation-certification/antenne-normes/geotechnique>



Antenne Normes Géotechnique

La géotechnique est un domaine de l'ingénierie qui traite des fondations, de la stabilité des talus et des remblais, des fouilles et soutènements ainsi que des tirants d'ancrages. La géotechnique met en pratique les concepts théoriques rencontrés en mécanique des sols.

L'Antenne Normes Géotechnique a pour objectif d'informer le secteur sur la normalisation et la réglementation relatives à la géotechnique en Belgique.

Ces normes et règlements peuvent être divisés en trois thématiques principales:

- Reconnaissance et essais géotechniques,
- Dimensionnement géotechnique,
- Exécution des travaux géotechniques spéciaux.

TROUVER SA VOIE DANS LE DÉDALE DES NORMES ET DIRECTIVES GÉOTECHNIQUES

SOLRENF – next generation of Eurocodes



Contact

Home

[https://www.cstc.be/normalisation-certification/antenne-normes/geotechnique](#)

La géotechnique est un domaine de l'ingénierie qui traite des fondations, de la stabilité des talus et des remblais, des fouilles et soutènements ainsi que des tirants d'ancrages. La géotechnique met en pratique les concepts théoriques rencontrés en mécanique des sols.

L'Antenne Normes Géotechnique a pour objectif d'informer le secteur sur la normalisation et la réglementation relatives à la géotechnique en Belgique.

Ces normes et règlements peuvent être divisés en trois thématiques principales:

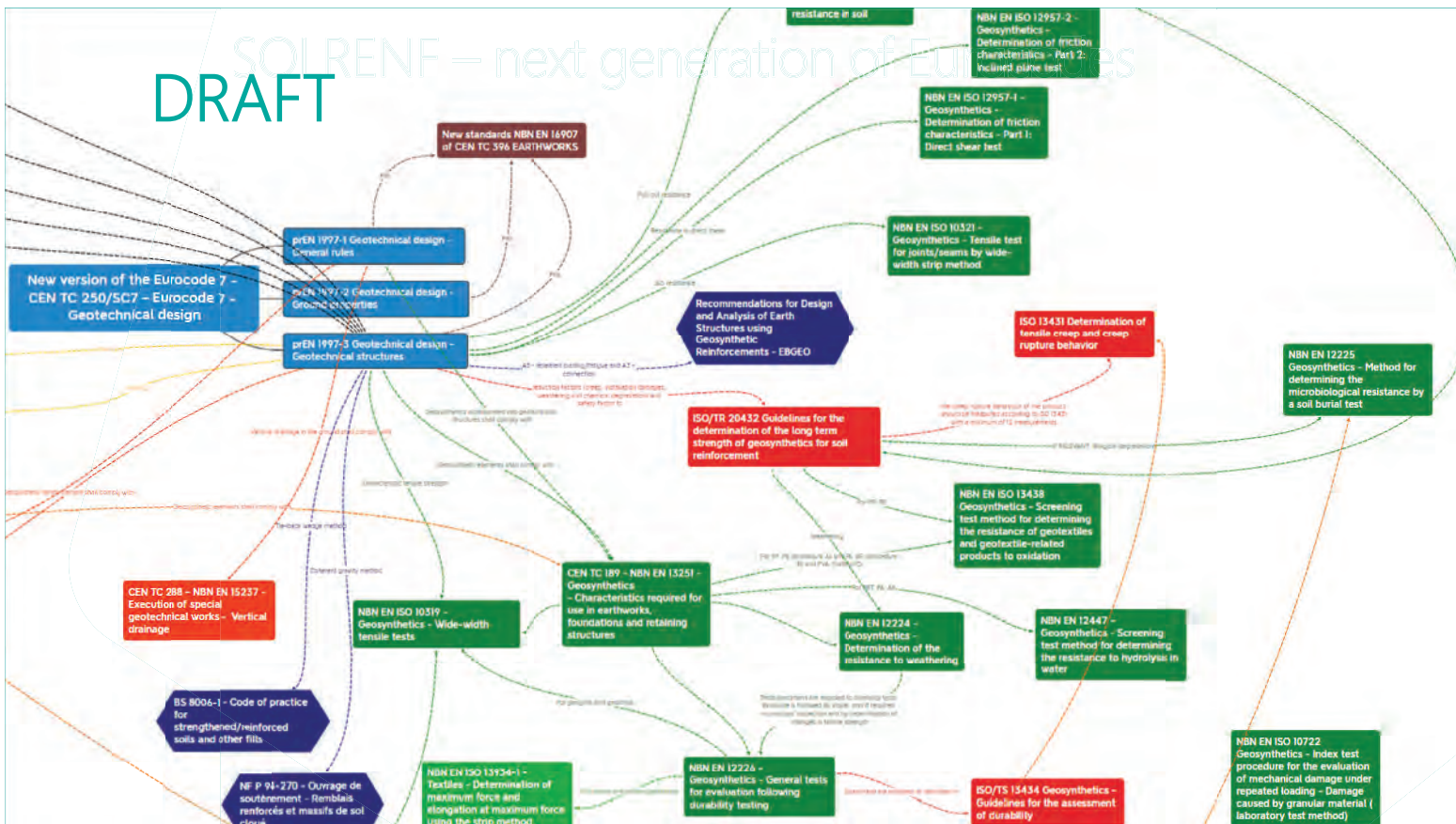
- Reconnaissance et essais géotechniques,
- Dimensionnement géotechnique,
- Exécution des travaux géotechniques spéciaux.

TROUVER SA VOIE DANS LE DÉDALE DES NORMES ET DIRECTIVES GÉOTECHNIQUES

CEN ou ISO TC	Thématiques	Commission miroir du NBN (opérateur sectoriel)
CEN TC 250/SC7 <i>Geotechnical design</i>	Dimensionnement géotechnique	NBN E 25007 (CSTC - SECO)
CEN TC 288 <i>Execution of special geotechnical works</i>	Exécution de techniques spéciales : fondations sur pieux, parois moulées, palplanches, ancrages, jet grouting, techniques d'amélioration du sol...	NBN GEO (CSTC)
CEN TC 341 / ISO TC 182 <i>Geotechnical investigation & testing</i>	• Technique de prélèvement d'échantillons d'eau (souterraine) et de sol • Méthodes de caractérisation du sol en laboratoire • Méthodes d'investigation du sol sur le terrain • Méthodes d'essai pour les éléments de fondation • Méthode d'essai pour la conductibilité thermique • Techniques de monitoring	NBN GEO (CSTC)
CEN TC 396 <i>Earthworks</i>	• Systèmes de classification • Caractérisation de l'excavabilité • Procédures de construction • Contrôle de la qualité et monitoring • Travaux de dragage	NBN E 396 (CRR - CSTC)
CEN TC 189 / ISO TC 221 <i>Geosynthetics</i>	• Normes de spécification pour divers matériaux et domaines d'application • Méthodes d'essai : mécanique, hydraulique, durabilité	NBN E 189 (CENTEXBEL)

DRAFT

SOLRENF – next generation of Eurocodes



SOLRENF – next generation of Eurocodes

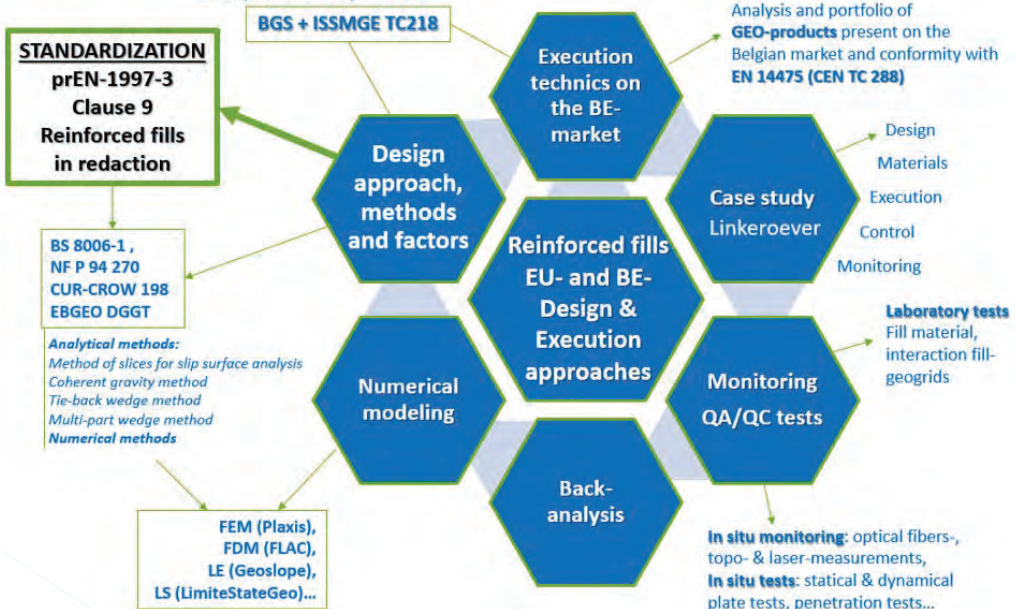
PROGRAMME DE RECHERCHE



BBRI project SOLRENF Reinforced fills



Scientific and technical framework



SOLRENF – next generation of Eurocodes

Essai à la plaque statique



SOLRENF – next generation of Eurocodes

Essai à la plaque dynamique

Essai à la plaque statique



SOLRENF – next generation of Eurocodes



SOLRENF – next generation of Eurocodes

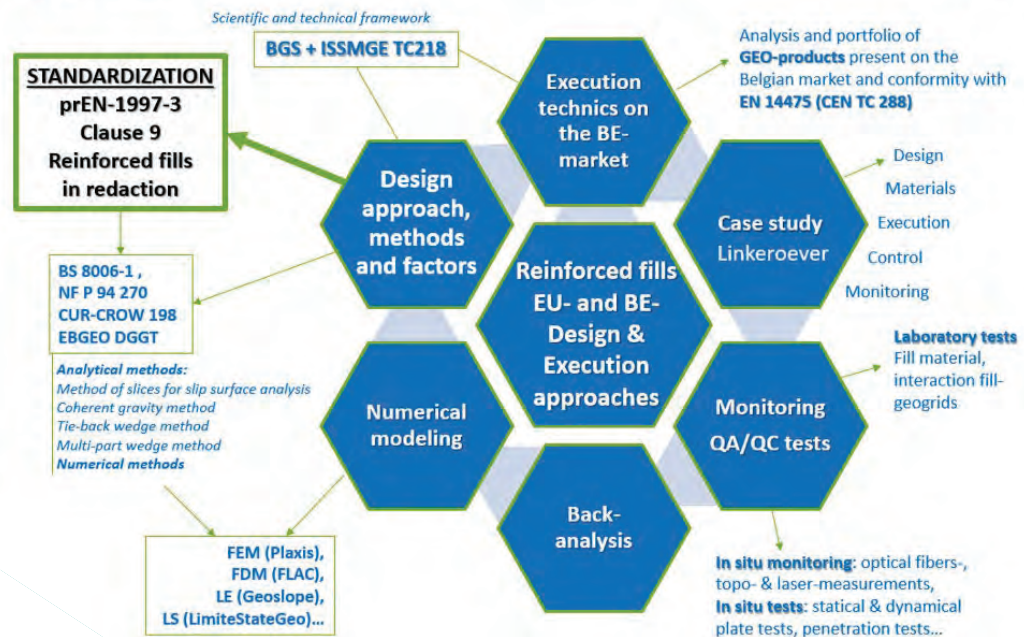


SOLRENF – next generation of Eurocodes

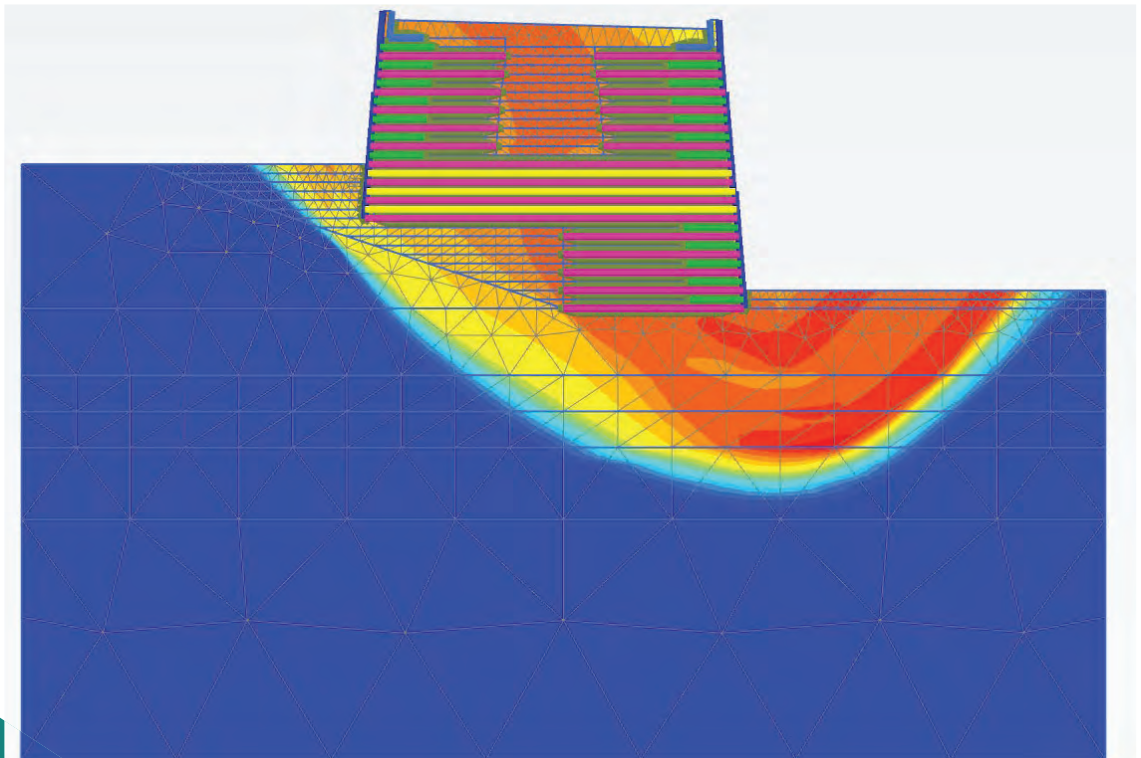
PROGRAMME DE RECHERCHE



BBRI project SOLRENF Reinforced fills



SOLRENF – Back analysis

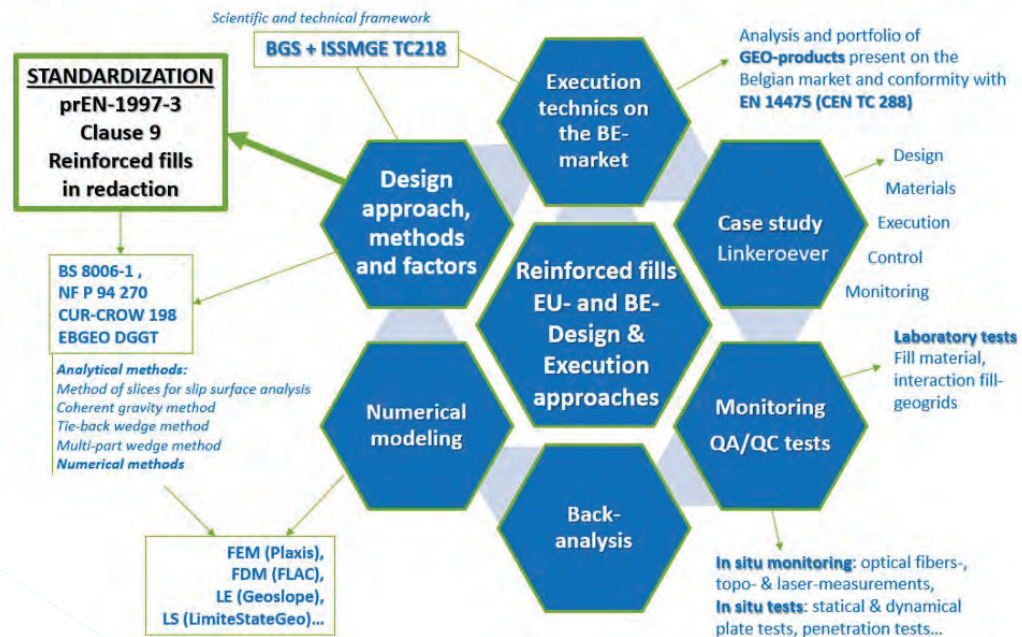


SOLRENF – next generation of Eurocodes

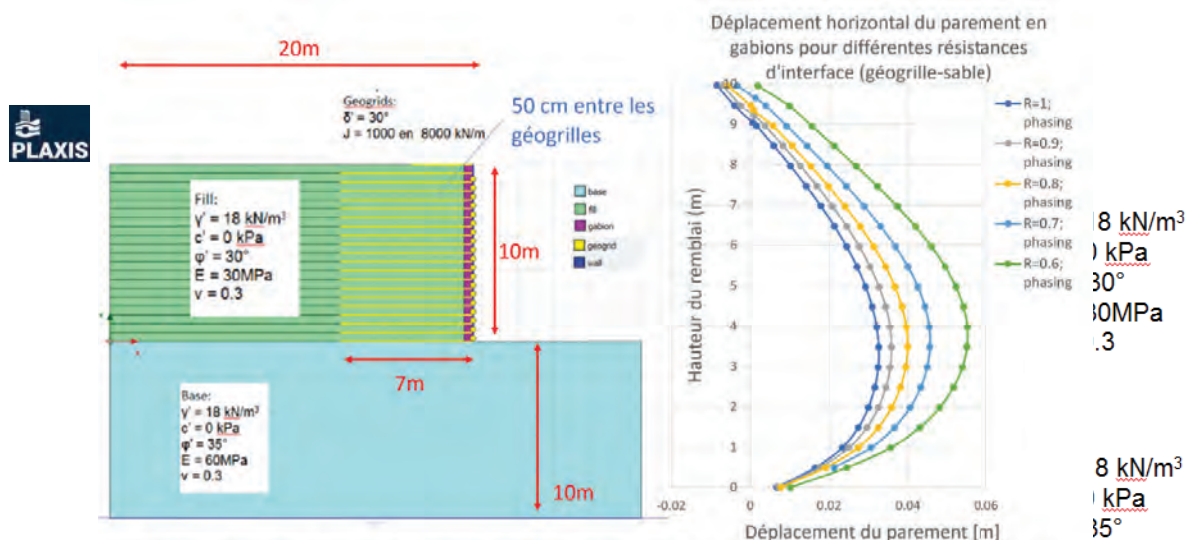
PROGRAMME DE RECHERCHE



BBRI project SOLRENF Reinforced fills



SOLRENF – parametric studies

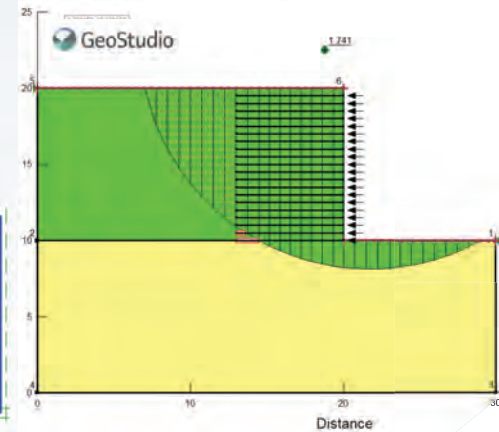
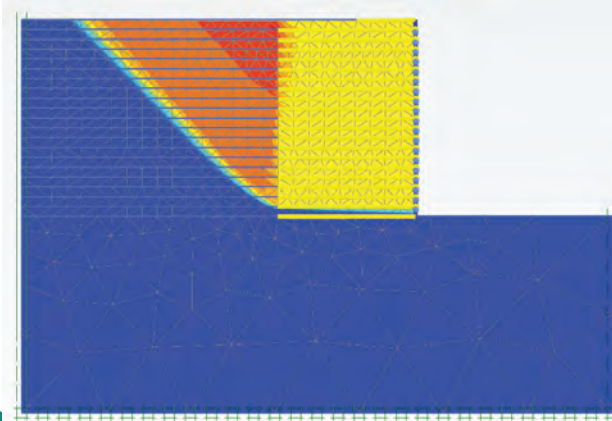
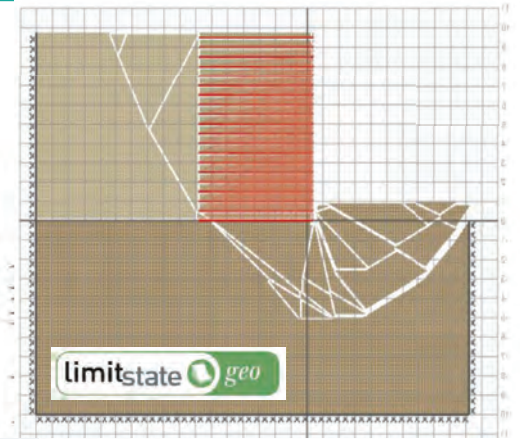
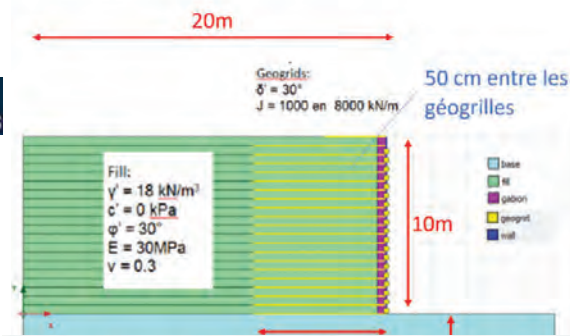


L'interaction entre un sol et un autre élément est modélisé par une interface. Le critère de rupture de l'interface est le même que celui défini pour le sol en question en contact (Mohr-Coulomb dans le cas présent). L'interface a un comportement élastique tant que la relation suivante est respectée :

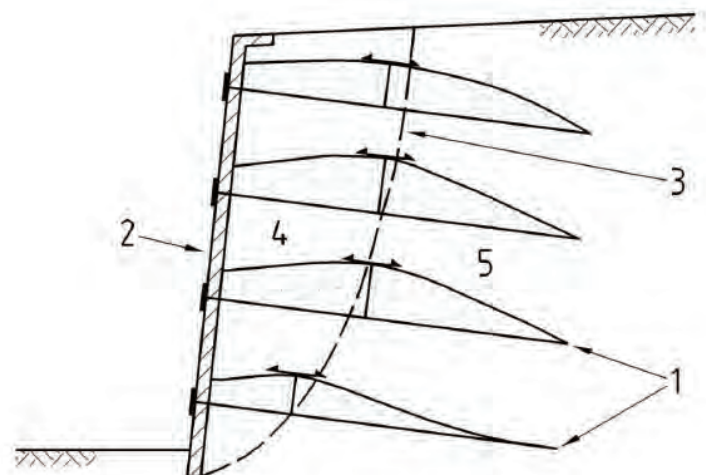
$$|\tau| < \sigma_n \tan(\varphi_i) + c_i$$

- σ_n est la contrainte normale
- $\tan(\varphi_i) = R \tan(\varphi_{sol})$
- $c_i = R c_{sol}$ avec $c_{sol} = 0$ dans le cas présent

SOLRENF – parametric studies



SOLRENF – next generation of Eurocodes



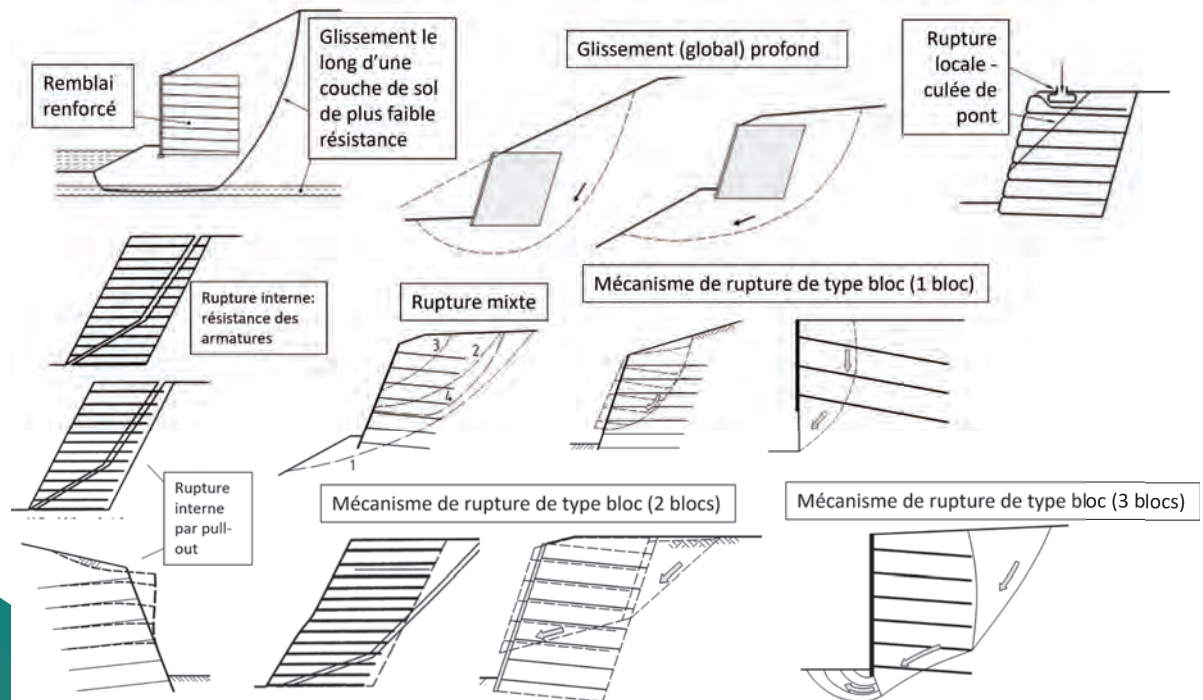
Légende :

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|-----------------|
| 1 | Renforcements | 4 | Zone active |
| 2 | Parement | 5 | Zone résistante |
| 3 | Ligne des tractions maximales | | |

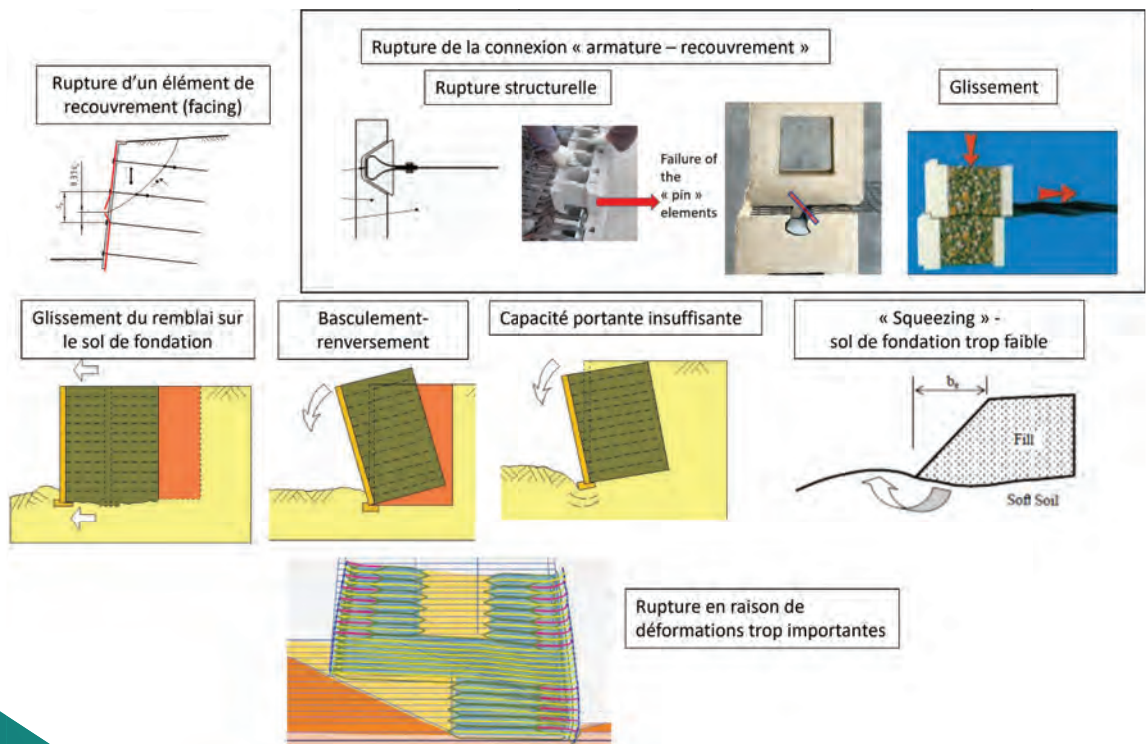
Figure 4.3.1.2 Ligne des tractions maximales

SOLRENF – failure mechanisms

Dimensionnement - étude des mécanismes de rupture des remblais renforcés



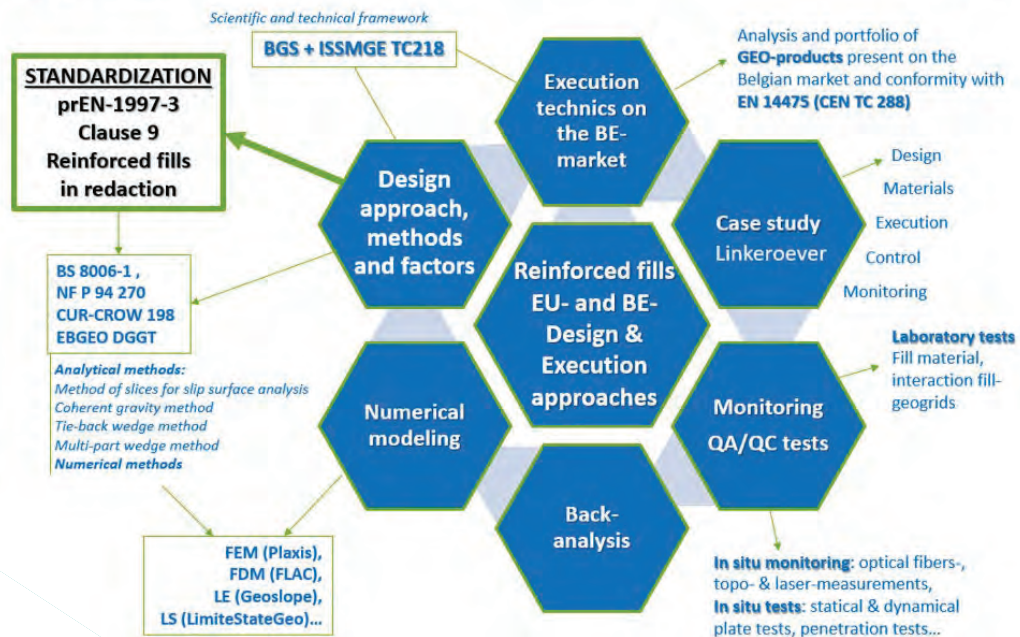
SOLRENF – failure mechanisms



SOLRENF – next generation of Eurocodes



BBRI project SOLRENF Reinforced fills



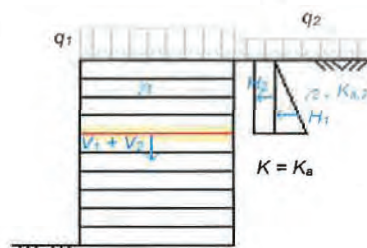
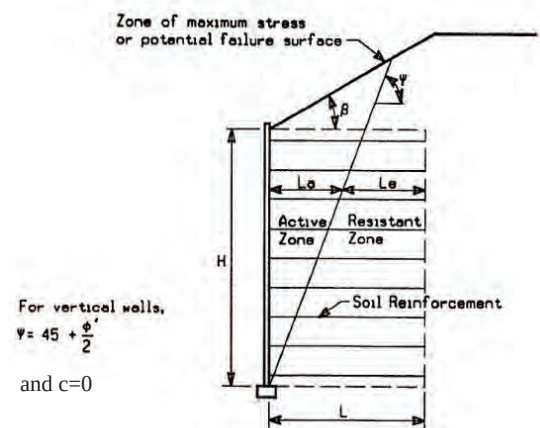
SOLRENF – analytical methods

Tieback wedge method

La méthode est utilisée pour des armatures déformables.

La méthode est basée sur le principe d'un mur équerre ou mur poids où la charge verticale sur l'armature est concentrée sur une largeur effective calculée selon une répartition de Meyerhof, dépendant de la poussée des terres derrière le remblai renforcé.

La méthode est valable pour un mur vertical et un terre-plein droit et horizontal. Elle forme une limite supérieure pour l'instabilité locale interne, pour les armatures déformables.



a) Tie back wedge methode

$$\delta_{1:d} = 0^0$$

$$\delta_{2;d} = \left(1, 2 - \frac{L}{H}\right) \cdot \varphi'_{2;d} \geq 0^o$$



SOLRENF – analytical methods

Coherent Gravity Method

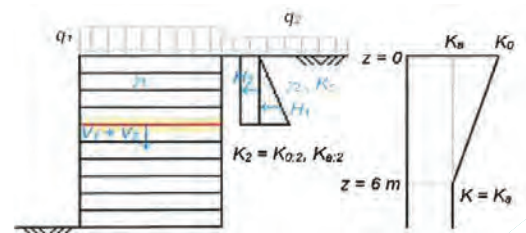
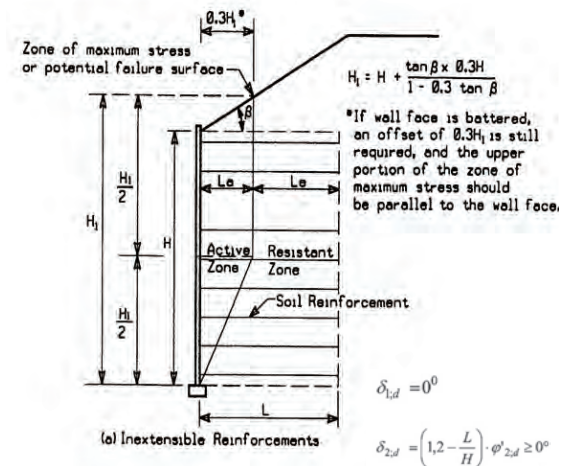
La méthode est utilisée pour des armatures non déformables.

Pour cette méthode, la pression des terres sur les six premiers mètres s'élève à maximum K_0 .

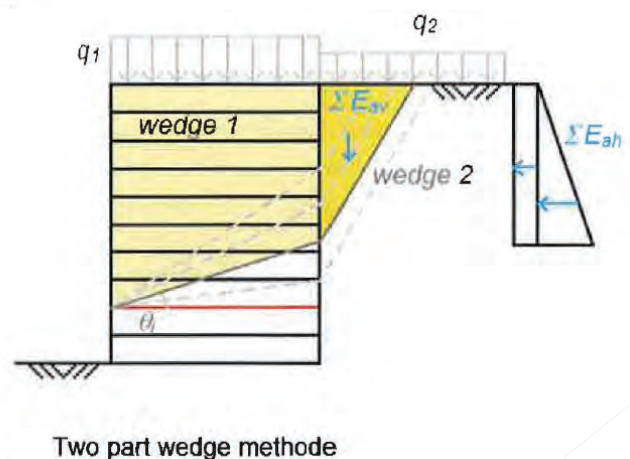
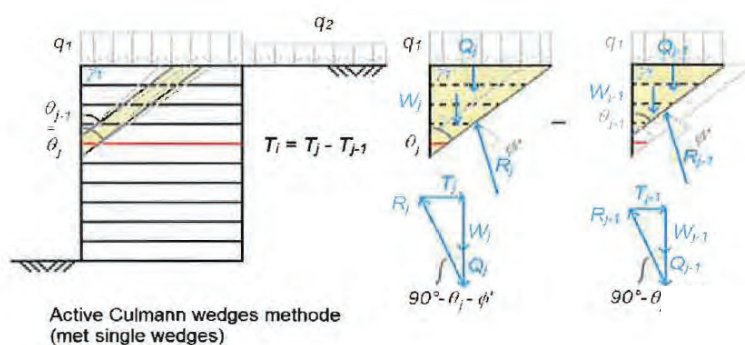
La méthode est basée sur le principe d'un mur équerre ou mur poids où la charge vertical sur l'armature est concentrée sur une largeur effective calculée selon une répartition de Meyerhof.

Différence avec Tie back wedge:

- Pression des terres (K_1)
- Répartition des charges horizontales appl.
- OK pour terre-plein légèrement incliné
- Effet positif inclinaison face arrière remblai
- Détermination zone passive

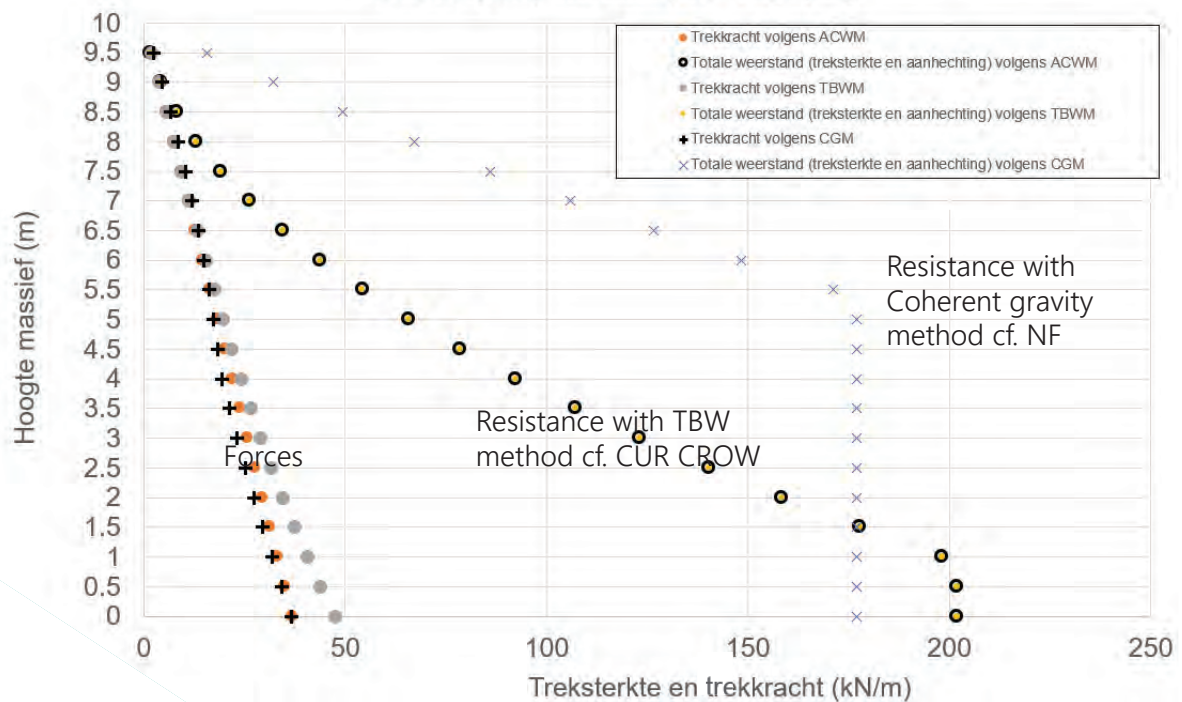


SOLRENF – analytical methods



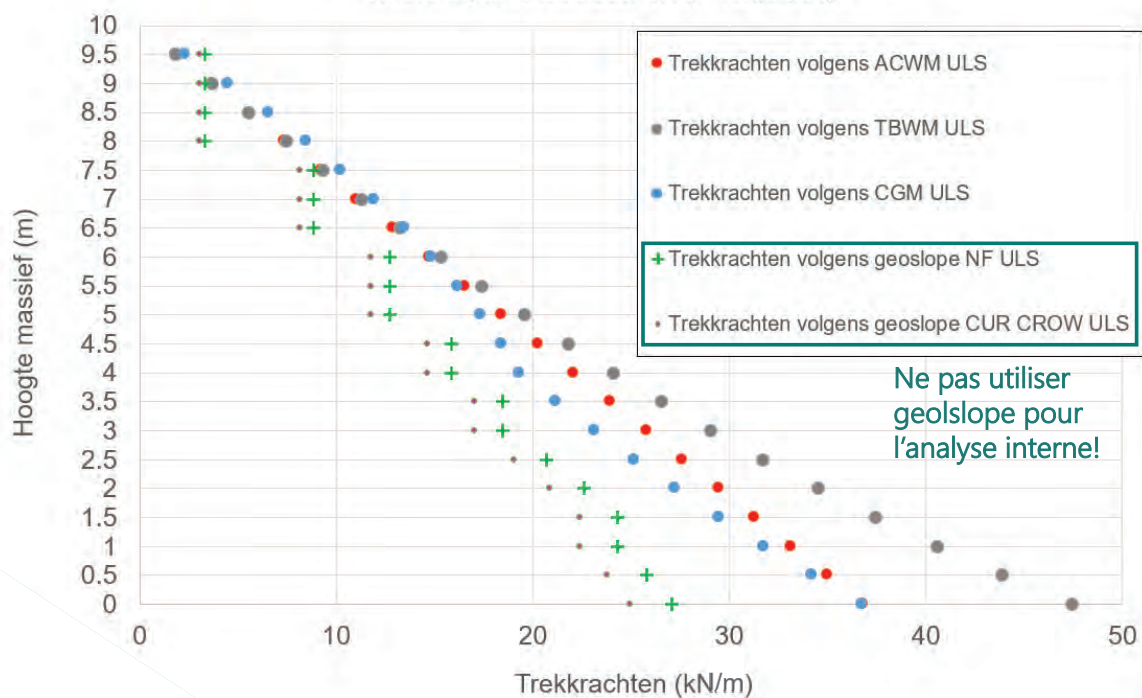
SOLRENF – next generation of Eurocodes

Lokale inwendige stabiliteit - Tie back wedge (CUR), Active Culmann wedge (CUR), coherent gravity methoden (FR) - vergelijking



SOLRENF – next generation of Eurocodes

Lokale inwendige stabiliteit - Tie back wedge (CUR), Active Culmann wedge (CUR), coherent gravity methoden (FR) - vergelijking



SLOPE/W can only be used to analyze the stability of sliding masses. Slip surfaces can pass outside or through the reinforced zone.

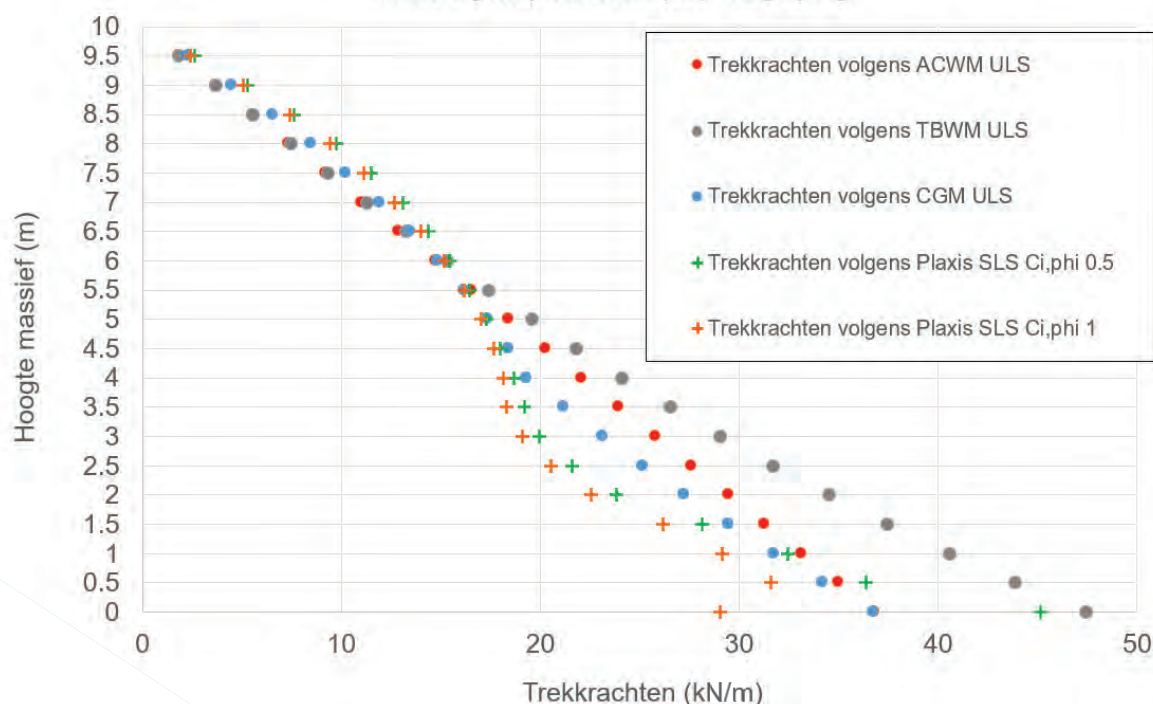
Slip surfaces that pass through the reinforced zone benefit from the reinforcement behind the slip surface; **however, the results of the analyses cannot be used to assess rupture and pullout.**

Pullout forces are only included on the free body diagram if the reinforcement intersects a slice base.

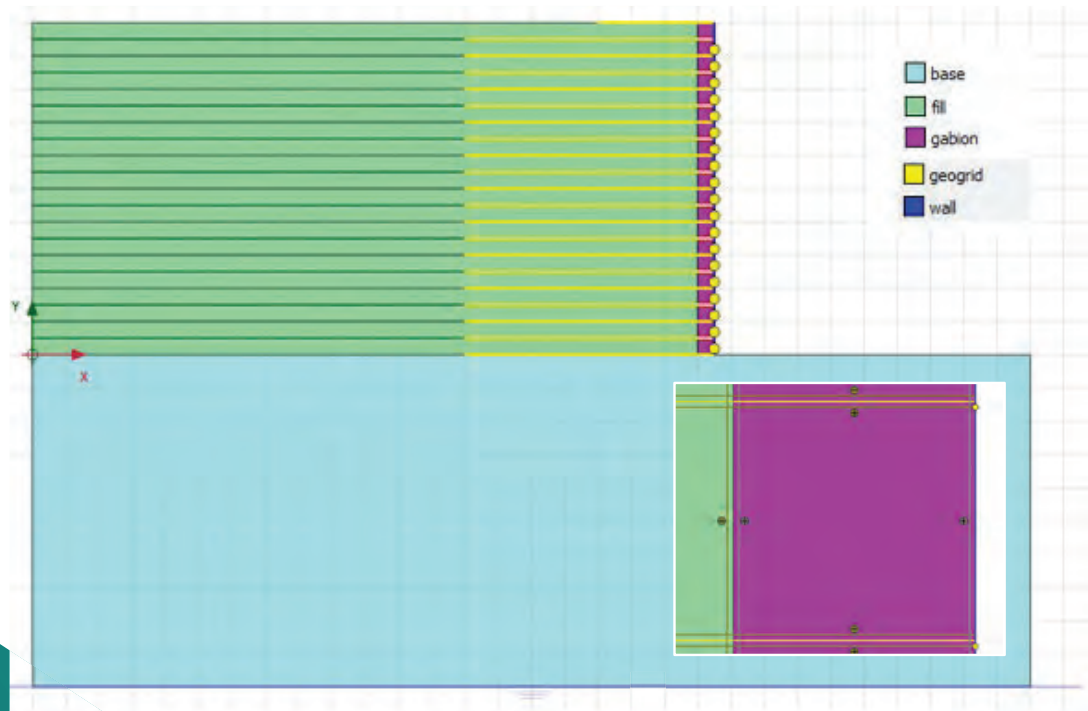
SLOPE/W analysis is concerned with equilibrium of the entire sliding mass subject to the effects of reinforcement

SOLRENF – next generation of Eurocodes

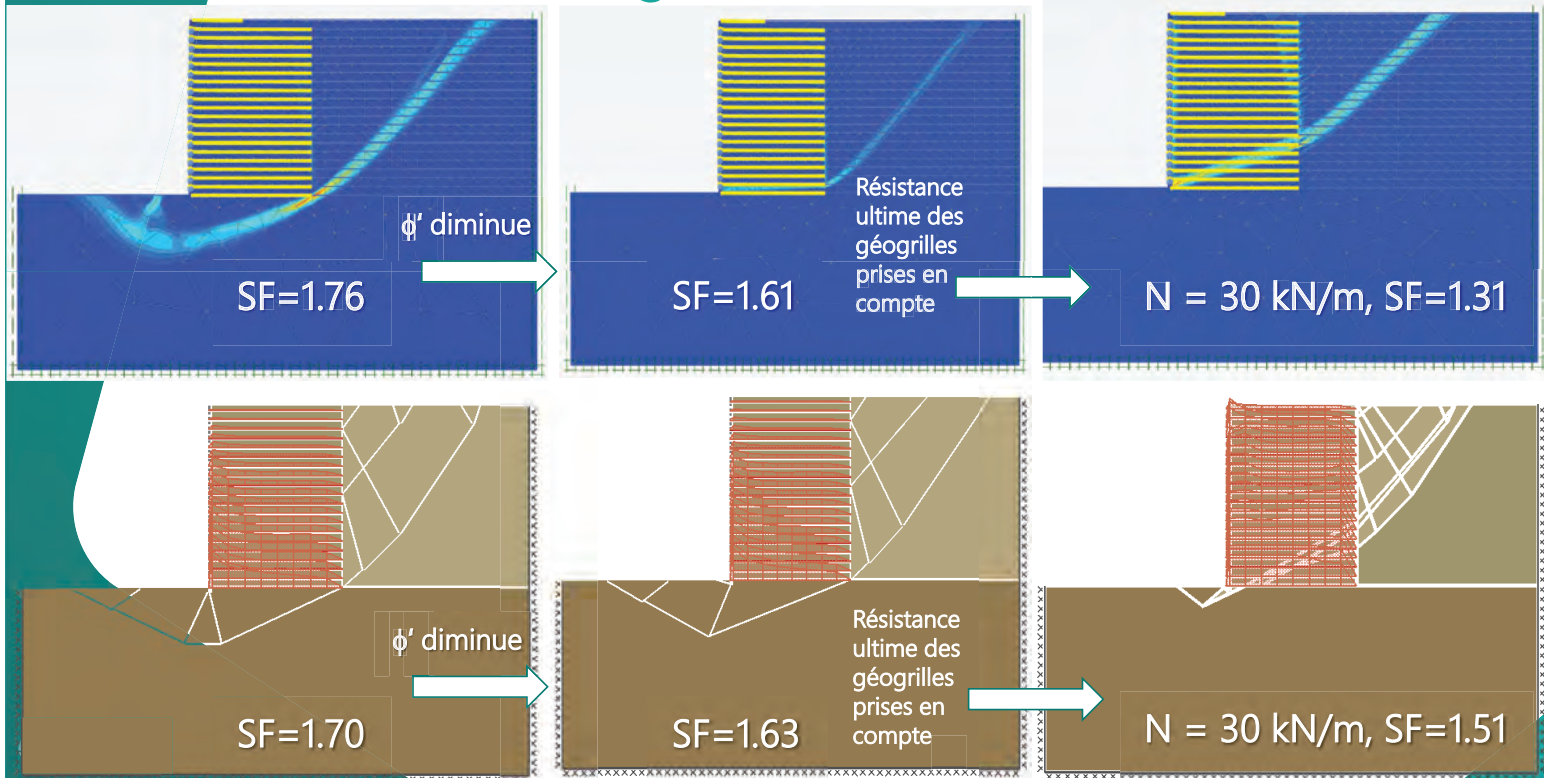
Lokale inwendige stabiliteit - Tie back wedge (CUR), Active Culmann wedge (CUR), coherent gravity methoden (FR) - vergelijking



SOLRENF – next generation of Eurocodes



SOLRENF – next generation of Eurocodes



SOLRENF – next generation of Eurocodes

SF=1.63

SF=1.58

SF=1.55

SOLRENF – Conclusions

- Publication future de l'Eurocode 7-3 → CADRE NORMATIF COMPLET
 - Matériaux de remplissage classiques (sable et gravier)
 - Renforcements
 - Barres, filets, échelles... en **acier**
 - **Géosynthétiques** (géogrilles, géotextiles tissés et bandes polyester)
 - Polymeric coated steel woven wire mesh (cf. Linkeroever)
- Pour le design :
 - Prise en compte de nombreux mécanismes de rupture
 - Approche combinée des méthodes de calcul analytiques et numériques
 - En fonction des matériaux utilisés
- Nouveaux matériaux, nouvelles techniques de monitoring, modèles numériques 3D avancés, nouvelles procédures d'essais...
- Utilisation de matériaux de remplissage alternatifs - CIRCULARITÉ

SOLRENF II – matériaux de remplissage alternatifs

- ❖ les **terres (sols) cohésives** trouvées sur place, pendant les travaux de terrassement, ou récoltées sur d'autres sites et devant être revalorisées
- ❖ les **granulats recyclés**, principalement les granulats mixtes
- ❖ la partie fine des **boues de dragage** après filtration, séchage et compactage?
éventuellement mélangés et/ou stabilisé à la chaux et / ou au ciment



