



geocrete
let's stabilize the earth.

Whitepaper:

GeoCrete[®] op Dijken

Inleiding:

Wereldwijd zijn er veel problemen met overlast door water dit leidt tot overstromingen en schade aan constructies en infrastructuur. Door het gebruik maken van de aanwezige klei of grond kunnen we daar met behulp van een additief om met bijvoorbeeld cement te kunnen stabiliseren met hogere eigenschappen, iets aan doen.

Toepassing binnen het Dutch Hoogwaterbeschermingsprogramma:

Naar aanleiding van de uitvoering van eerdere projecten zoals hieronder beschreven heeft de toepassing van GeoCrete® zich inmiddels voldoende bewezen om uit de experimentele fase te zijn. Inmiddels bekend waarvoor Geocrete goed toepasbaar is en nodigen wij de markt uit om constructieve stabilisaties in en rond dijken toe te passen.

Constructief stabiliseren sluit aan op de behoefte naar slimmere oplossingen voor lagere kosten en een hogere duurzaamheid van constructies. Gebruikmaken van aanwezige materialen en dit omzetten in een hernieuwbaar constructief bouw materiaal met het GeoCrete® additief wordt door de hogere elasticiteit in verschillende landen gebruikt voor de aanleg van wegen.



De voordelen van GeoCrete®

- ✓ Kosten verlagend met een hogere duurzaamheid
- ✓ Geen afvoer opslag en aanvoer Grond en bouwstoffen
- ✓ Snelle, efficiënte en method van uitvoering met minder overlast
- ✓ Een stabiele bekleding en of fundering met hoge material eigenschappen
- ✓ Kostenbesparing: minder onderhoudskosten en een veiliger constructie!



4. Mogelijke toepassingen in dijken

4.1 Toepassing 1 bij erosie bekleding: De erosiebestendige laag

Beschrijving van de toepassing

Op het buitentalud van een dijk moet een bekleding worden aangebracht die erosie van het kernmateriaal moet voorkomen. In de golfklapzone, tot net boven de maatgevende waterstand, is een grasbekleding vaak niet toereikend en moeten harde bekledingen als zetsteen, asfalt of gepenetreerde breuksteen (deze laatste veelal toegepast als overlaging) worden toegepast. In de golfoploopzone volstaat veelal een grasbekleding. Een grasbekleding bestaat in de regel uit een toplaag van gras op een leeflaag.

Daaronder moet doorgaans een kleilaag zorgen voor voldoende ondoorlatendheid, veelal met een dikte > 0,8m om doorgaande structurering te voorkomen. Maar daarnaast biedt de kleilaag ook een zekere reststerkte bij erosie van de grasbekleding (een vertragend effect op het falen van de dijk door erosie). Deze reststerkte wordt overigens nog niet optimaal benut in het ontwerpproces.

Toepassing van GeoCrete® leidt hier tot grote voordelen: de GeoCrete® behoudt reeds in een dunne laag haar water-ondoorlatende eigenschappen (bij het project Yerseke een laag van 40 cm), de bekleding wordt en blijft gegarandeerd water-ondoorlatend en heeft waarschijnlijk een zeer hoge erosiebestendigheid die constanter is en beter aantoonbaar dan bij klei; hiermee kan de reststerkte worden benut in het ontwerp.

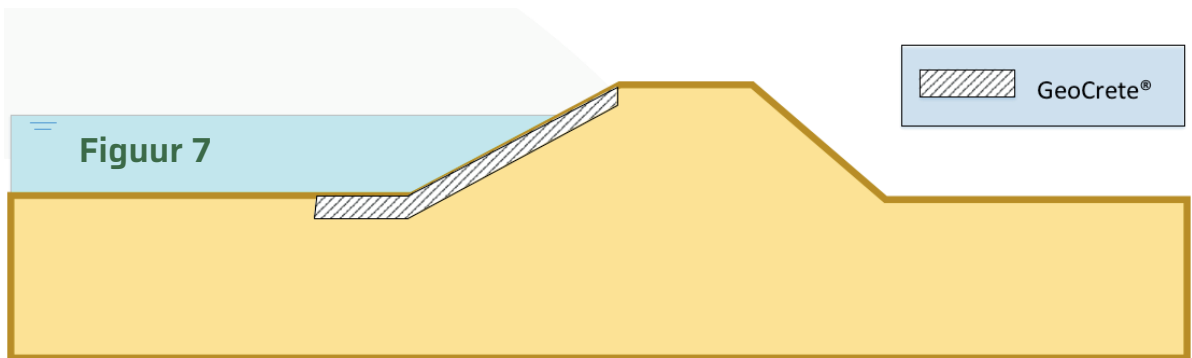
Ook de kruin en het binnentalud zijn vaak bekleed met een grasbekleding. In het geval een groot overslagdebiet wordt geaccepteerd (als alternatief voor kruinverhoging) moet deze bekleding voldoende erosiebestendig zijn. Dit geldt te meer voor de profielknik in de binnenteen.

Toepassing van GeoCrete® kan ook hier voordelen hebben omdat de sterkte en erosiebestendigheid niet alleen veel groter is dan van een grasbekleding, maar ook nog eens constanter is en eenvoudiger is aan te tonen. Op de kruin en op bermen kan de met GeoCrete® gestabiliseerde laag een dubbelfunctie hebben: verharding voor inspectie- en onderhoudsstrook. Dit is beschreven in toepassing 6.

GeoCrete® stabilisatie kan worden toegepast als erosiebestendige laag als (zie ook figuur 7 en 8):

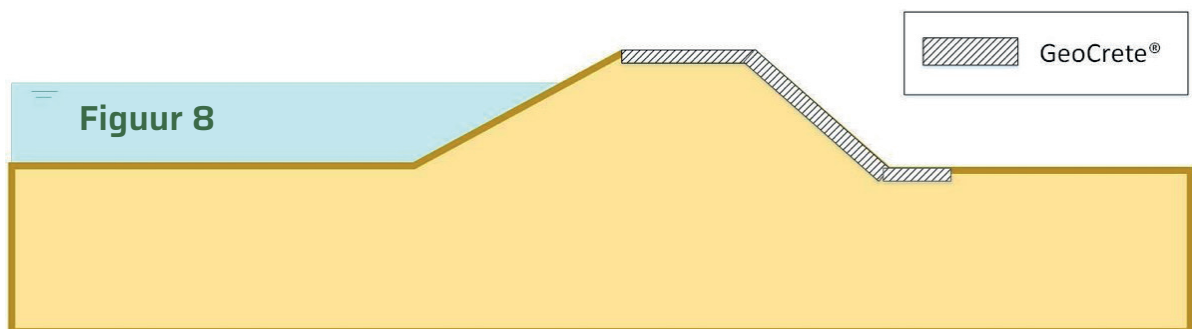
- 1) Vervanging van de kleilaag onder de grasbekleding. De laag levert als een verborgen bekleding reststerkte die in het ontwerp en de beoordeling incasseerbaar is.
- 2) Toplaag, in plaats van een ander type bekleding (dit kan ook gras zijn). De erosiebestendigheid, sterkte- en vermoeiingseigenschappen zijn hierbij bepalend. (De vervanging van de kleilaag als waterafdichting is in toepassing 3 beschreven.)

Tenslotte kan GeoCrete® ook worden toegepast om het voorland, waaronder ook bijvoorbeeld een haventerrein, vast te leggen zodat deze meegerekend kan worden in de bepaling van de hydraulische randvoorwaarden op de kering, zie figuur 9.



Figuur 7

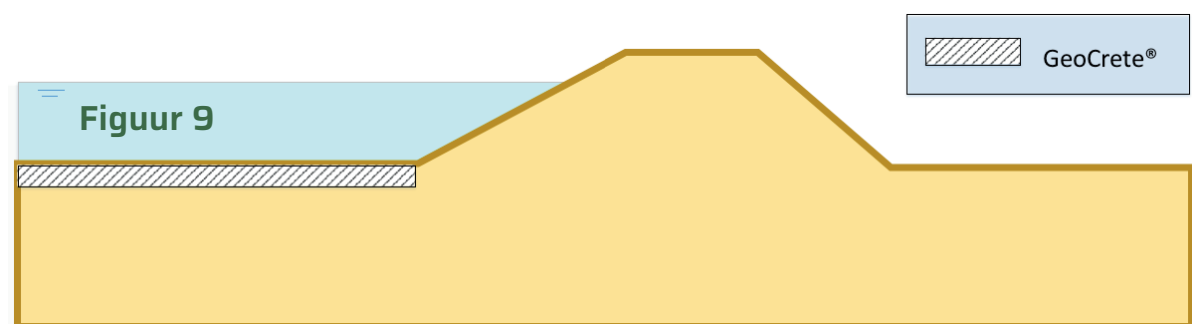
Een schematisatie van de toepassing als erosiebestendige laag op het buitentalud, als toplaag of onder een grasbekleding.



Figuur 8

Een schematisatie van de toepassing als erosiebestendige laag op kruin, binnentalud en binnenteen als toplaag of onder een grasbekleding.

Op de kruin en op bermen kan de laag ook dienen als verharding voor de inspectie- en onderhoudsstrook.



Figuur 9

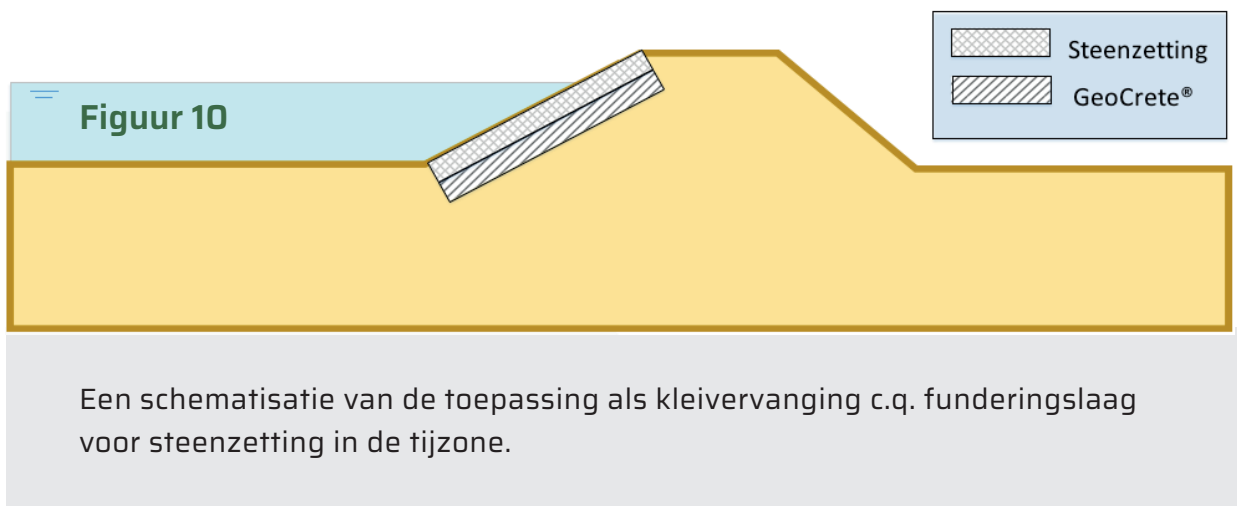
Figuur 9: Een schematisatie van de toepassing als erosiebestendige laag van het voorland. Als het voorland een haventerrein betreft kan het een dubbelfunctie hebben als verharding (als toplaag) of fundering onder een verharding, zie ook toepassing 6.

4.2 Toepassing 2 bij erosie bekleding: Fundatie/kleivervanging onder steenbekleding

Beschrijving van de toepassing

Bij het vervangen van de steenbekleding op zeedijken treft men in de getijzone vaak een onvoldoende kleikwaliteit aan om de nieuwe steenzetting op te kunnen construeren. Het aanbrengen van nieuwe klei is hier nauwelijks mogelijk omdat het zeer moeilijk verdicht kan worden. Materialen als slak en puin worden wel toegepast, maar recent onderzoek heeft aangetoond dat deze niet altijd een voldoende lage waterdoorlatendheid hebben hetgeen wel nodig is voor de benodigde stabiliteit van de steenzetting. Ook mag het materiaal tijdens uitvoering niet uitspoelen en eroderen hetgeen bij puin en slak frequent aan de orde is.

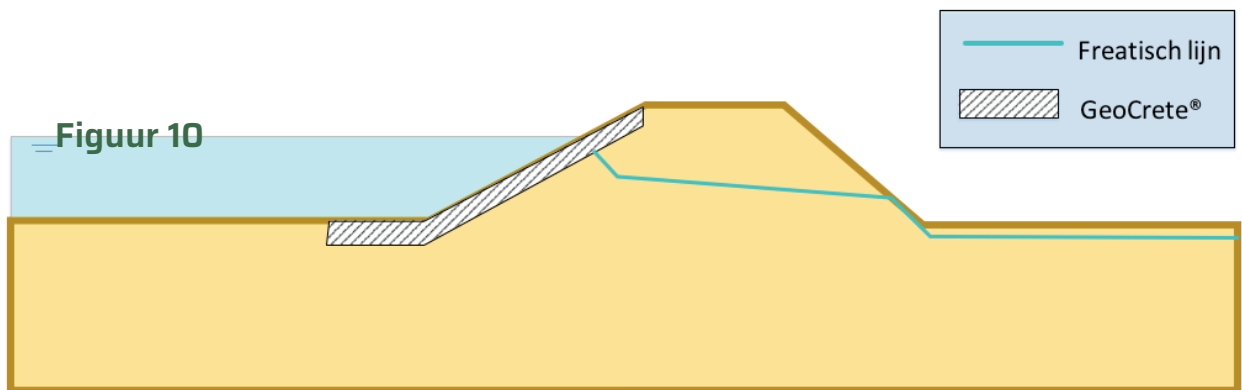
GeoCrete® biedt de uitkomst hiervoor. De verwerkingstijd is laag en de gestabiliseerde grond kan uitharden onder omstandigheden met zout water. De doorlatendheid is tevens zeer laag. In praktijk is deze toepassing al uitgevoerd bij dijkversterkingsprojecten zoals in Yerseke en heeft zich daar bewezen; zie ook hoofdstuk 3. Voor een impressie zie figuur 10.



4.3 Toepassing 3 bij macro-instabiliteit: De waterremmende laag

Beschrijving van de toepassing

Tijdens hoogwater stijgt de freatische lijn in een dijk. Dit vermindert de korrelspanning en heeft een negatief effect op de stabiliteit van het grondlichaam. Het kan leiden tot macro- en micro-instabiliteit. Het gebruik van een bekleding met een lage doorlatendheid zorgt ervoor dat de freatische lijn minder snel stijgt tijdens hoogwater. Doorgaans wordt hiervoor een kleilaag toegepast. Maar door de lage doorlatendheid is GeoCrete® ook, of misschien wel beter geschikt voor deze toepassing, zie figuur 11.



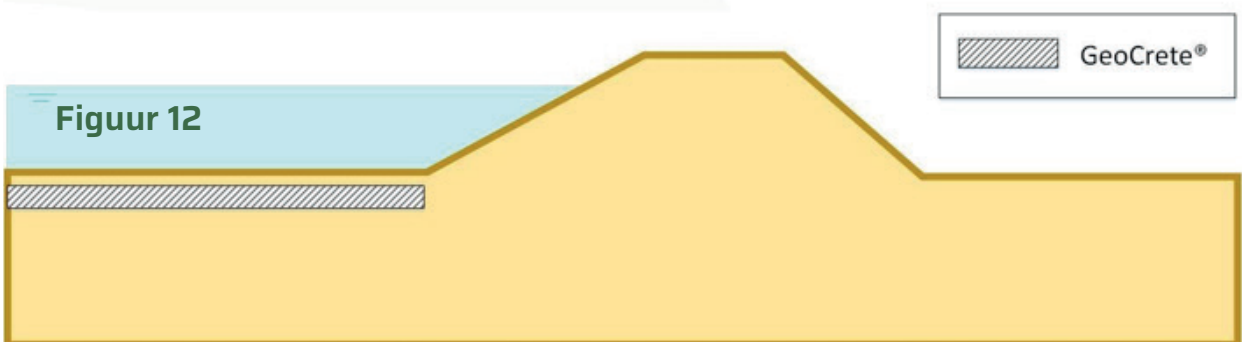
Een schematisatie van de toepassing als kleivervanging c.q. funderingslaag voor steenzetting in de tijzone.

4.4 Toepassing 4 bij piping: Kwelwegverlenging voorland

Beschrijving van de toepassing

Een maatregel tegen het faalmechanisme piping is het verlengen van de kwelweglengte door het intredepunt verder van de dijk af te verplaatsen.

Dit kan door middel van het aanbrengen van een ondoorlatend materiaal in het voorland. Door de beperkte doorlatendheid is GeoCrete® zeer geschikt hiervoor, zie figuur 12. Voor het behoud van natuur- of landbouwfuncties wordt de waterremmende laag afoedekt met minimaal 1 m leeflaag.

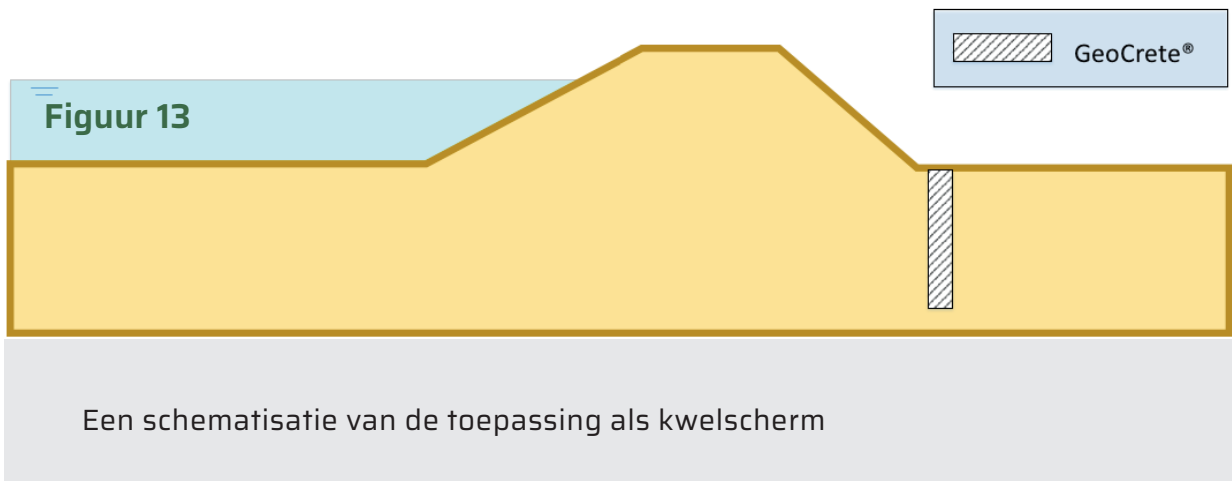


Een schematisatie van de toepassing als kleivervanging c.q. funderingslaag voor steenzetting in de tijzone.

4.5 Toepassing 5 bij piping: kwelscherm

Beschrijving van de toepassing

Een maatregel tegen het faalmechanisme piping is het verlengen van de kwelweglengte door een waterdicht scherm dat verticaal in de grond wordt aangebracht, zie figuur 13. Door de beperkte doorlatendheid en de mogelijkheid om het als een wand in de grond aan te brengen is GeoCrete® zeer geschikt hiervoor.



4.6 Toepassing 6 bij inspectie, beheer en onderhoud: Onderhoudspad of Weg

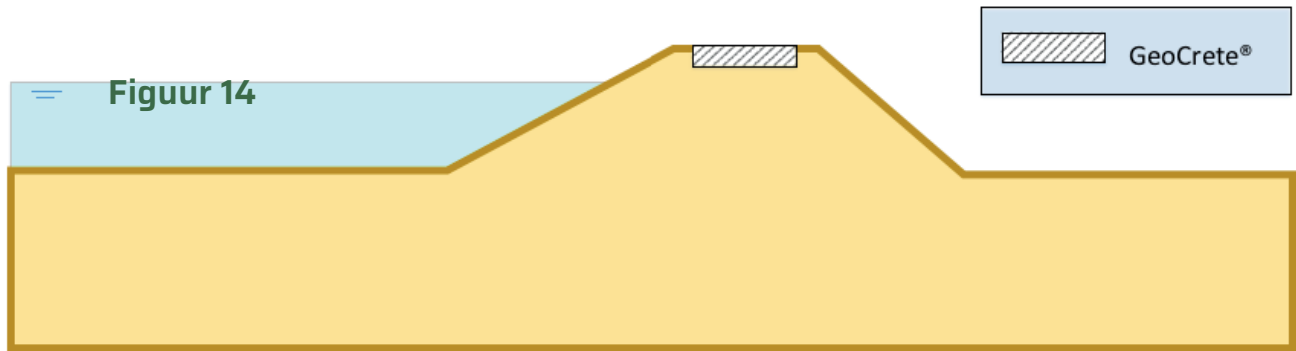
Beschrijving van de toepassing

Ten behoeve van inspectie en beheer en onderhoud is het van belang dat dijken goed bereikbaar en berijdbaar zijn. Hierdoor is het gebruikelijk om onderhoudspaden op en nabij dijken aan te leggen. Deze paden hebben tevens een belangrijke rol tijdens hoogwater. Ze worden dan gebruikt door dijkwachters en bij calamiteiten is het van belang dat het materieel en noodmateriaal ter plaatse kan komen. GeoCrete® wordt op dit moment al gebruikt voor wegen en fiets- en voetgangerspaden en is uitermate geschikt voor het realiseren van onderhoudspaden uit bestaande grond. De paden hebben tevens hetzelfde uiterlijk als zandpaden, hetgeen een voordeel kan zijn voor de inpasbaarheid in het landschap. Op GeoCrete® is evt. een slijtlaag aan te brengen, de kosten nemen dan vanzelfsprekend toe. GeoCrete® kan gebruikt worden als fundering van het onderhoudspad, of als toplaagmateriaal, zie figuur 14. Als GeoCrete® gebruikt zal worden als toplaagmateriaal, dan is een fundering overbodig.

Bij toepassing als fundering is het ook uitermate geschikt onder asfaltwegen.

De voordelen t.o.v. een traditionele granulaire fundering zijn:

- Minder risico op breuk van het asfalt aan de zijkanten;
- Een betere krachtafdracht naar het midden van het dijk lichaam;
- Een vorstrand te maken met aanwezige grond waardoor geen opvriezen van onderaf mogelijk is en de grasbetonstenen die vaak langs de weg worden aangebracht horizontaal en verticaal verankerd zijn.

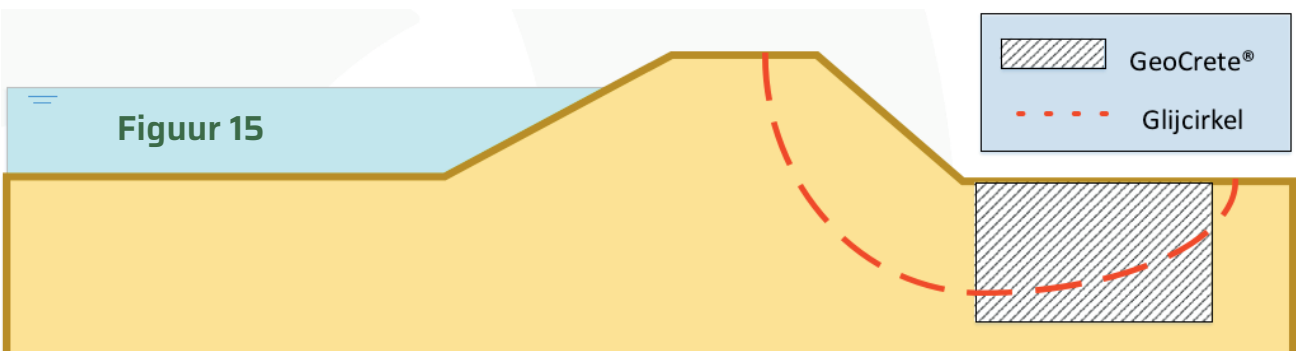


Een schematisatie van de toepassing onderhoudspad of rijweg. Vanzelfsprekend kan dit ook op een berm of langs de teen.

4.7 Toepassing 7 bij macro-instabiliteit: Versterken grond

Beschrijving van de toepassing

Macro-instabiliteit is een faalmechanisme dat de stabiliteit van een dijk of dam ernstig kan bedreigen. Als de sterkte van de grond onvoldoende is kunnen grote delen van het grondlichaam afschuiven. Dit zowel binnenwaarts als buitenwaarts, waarna de dijk zijn waterkerende functie verliest. Voor dit faalmechanisme zijn diverse versterkingsmaatregelen beschikbaar. GeoCrete® kan in verticale kolommen de grond versterken waardoor de maatgevende glijcirkel onderbroken wordt, zie figuur 15. Een bijkomend voordeel is dat het gewicht van de gestabiliseerde grond niet veel toeneemt waardoor het uitermate geschikt is bij gebieden die gevoelig zijn voor zetting.



Een schematisatie van de toepassing versterken grond.

4.8 Niet toepassing gebonden voordeel

Voor specifieke projecten of toepassing kan de snelheid van aanbrengen belangrijk zijn. GeoCrete® is in situ snel aan te brengen. Verder is GeoCrete® her te gebruiken door opnieuw te frezen en mengen. Ook na uitzagen voor bijvoorbeeld het leggen of behandelen van kabels en leidingen kan het materiaal gebroken worden en opnieuw gemengd.

GeoCrete

Aanleiding: haventje Kats 2006

In 2006 toetste het projectbureau de bekleding van het haventje van Kats en de omringende dijken op sterkte (dijktraject Leendert Abrahamspolder, 2008). Daaruit bleek dat o.a. de bekleding in het haventje niet meer voldeed aan de eisen. Havenplateaus worden tijdens de dijkverbeteringen vaak voorzien van een bekleding van asfalt. Voor het haventje van Kats was er echter de grote wens om de karakteristieke klinkerbestrating te behouden. Ook beheerstechnisch was dit gewenst, omdat klinkers in de zomer minder gevoelig zijn voor spoorvorming dan asfalt. Als oplossing werd gekozen om in plaats van de bekleding van het haventerrein te verbeteren, de ondergrond zo sterk te maken dat deze zou voldoen aan de veiligheidseisen. De klinkers zouden er dan alleen liggen voor 'het zicht' en vanuit waterbouwkundig oogpunt gezien verder geen functie hebben. In overleg met het bedrijf TerraStab werd ervoor gekozen om het terrein te verharderen met GeoCrete. Dit materiaal had zich al bewezen bij o.a. containerterminals. De uitvoering vond plaats in het voorjaar van 2007. Zie onder (Innovatieprocesstappen) voor een evaluatie van deze proef.



Grondverbeteringen 2010 - 2012

In 2010 werd GeoCrete ook toegepast bij een 'acute' grondverbetering bij dijktraject Yerseke. Op een aantal plaatsen was de (zee)klei in het dijklichaam zo slecht van draagkracht/stabiliteit dat deze moest worden vervangen door funderingsmateriaal waarop de zetsteenconstructie kon worden geplaatst. Met de traditionele methode zou de laag zeelei moeten worden afgegraven en vervangen door laag fosforslakken van 80 centimeter. De ontgraven zeelei zou dan eerst in depot op natuurlijke wijze moeten drogen voordat deze verder verwerkt en afgevoerd kan worden, een langdurig en kostbaar proces. In plaats daarvan werd als proef de natuurlijk aanwezige zeelei gestabiliseerd met bindmiddelen/ hulpstoffen en afgewerkt met een dunne laag (10 centimeter) fosforslakken die het verwerken van de zetsteenconstructie mogelijk maakte. De laag gestabiliseerde zeelei bedroeg 45 centimeter.



Sint Annaland

Het waterschap en de gemeente Tholen paktten samen een groot deel aan van het havenplateau van Sint-Annaland. Dat gebeurde op dezelfde wijze als bij het haventje

van Kats. Op een nagenoeg vergelijkbare wijze versterkte het projectbureau in 2015 het restant van het havenplateau van Sint Annaland tijdens dijkversterking Sint-Annaland.

Hoedekenskerke

In het haventje van Hoedekenskerke stond buitendijks een oud wachthuisje. Vanwege de cultuurhistorische waarde werd dit verplaatst. Bij de dijkversterking Hoedekenskerke (haven) werd het havenplateau vervolgens versterkt met GeoCrete.



Grondverbetering Sint Pieterspolder 2015

In 2015 werd, op basis van de proef bij Yerseke in 2010, nagenoeg de gehele grondverbetering van dijkvak Sint Pieterspolder uitgevoerd met GeoCrete. De grondverbetering, uitgevoerd door aannemer Liebrechts, werd ingepast in het proces van de dijkverbetering. Een vooraf bepaald geprefabriceerd mengsel werd op de dijk uitgereden, waarna het materiaal door de klei werd gefreesd (ca. een halve meter diep) en afgewerkt. Direct aansluitend werd de grondverbetering afgedekt met het geotextiel en een filterlaag. Op deze wijze werd meer dan 30.000 ton slappe klei verbeterd.

Meer informatie over dit project kunt u vinden op : https://www.zeeweringenwiki.nl/wiki/index.php/PBZ_onderzoek_en_innovatie_Geocrete_VN

Geocrete® maakt van een natuurlijke bodem een solide, robuuste fundering

Interessant om te weten is waarom deze voornamelijk organische bodems kunnen verharden als er Geocrete® wordt gebruikt. De organische componenten in de grond (huminezuren) verstoren normaal de cementshydratatie en maken het gebruik van cement meestal onmogelijk. Door Geocrete toe te voegen worden deze organische componenten uitgeschakeld en stimuleert het de vorming van de kristallisatie van het cement.

- ✓ Het maakt de omzetting van de grond in een constructiemateriaal mogelijk met de vereiste sterkte parameters, hoge weerstand tegen dynamische belastingen en trillingen met een lagere neiging tot barsten.
- ✓ Bovendien is de e-modulus ook verhoogd, zodat scheuren met hogere druksterkten bijna tot het verleden behoort.



✓ **Verlaagde kosten**

✓ **Minder transport nodig**

✓ **Duurzamer**

✓ **Verlaagd risico op nederzetting en scheuren**

Begin met het verbouwen van je grond

Een andere toepassing is voor zwaar belastbare trottoirs van havens, containerterminals, landingsbanen en rangeerterreinen voor zwaar verkeer.

De methode van constructieve stabilisatie vermindert bouwkosten (15-30%), is eenvoudiger en milieuvriendelijker dan traditionele methoden.

Voor verschillende projecten in binnen- en buitenland zijn verschillende verslagen beschikbaar waarin het vooronderzoek, het proces en de afronding worden beschreven. Deze zijn op aanvraag beschikbaar.

Heeft u belangstelling voor het gebruik van Geocrete® in de grond met een bepaalde stabilisatie techniek, dan nodigen wij u uit om contact met ons op te nemen:

- Provincies
- Gemeentes
- Waterschappen
- Ingenieursbureaus
- Aannemers
- Belangengroepen
- Producenten van bindende componenten