

Amsterdam

Bratislava

Singapore

Stockholm

Grondverbetering

MebraDrain® BeauDrain® AuGeo®



Building worldwide on our strength

MebraDrain



BeauDrain





Grondverbetering

Cofra heeft zich gespecialiseerd in grondverbeteringstechnieken. Deze technieken worden wereldwijd toegepast op locaties waar de ondergrond niet draagkrachtig genoeg is, om zonder aanvullende maatregelen ophogingen te realiseren. De beschikbare ruimte voor infrastructuur wordt steeds beperkter en de uitvoeringstijd korter. Hiermee groeit de behoefte aan technieken die consolidatie van slappe bodem versnellen, dan wel voorkomen. Cofra verzorgt het totale grondverbeteringsproces in eigen beheer. Van ontwerp tot uitvoering heeft Cofra alle processen onder controle, waarbij de fabricage van de drainage materialen geschiedt onder stringente kwaliteitsbewaking.



MebraDrain, verticale drainage systeem

Het meest toegepaste verticale drainagesysteem heeft zijn kwaliteit in honderden projecten over de hele wereld bewezen. Dankzij gedegen onderzoek naar de eigenschappen van verticale drains, heeft Cofra met Mebradrain een product ontwikkeld met uitgekiende mechanische en hydraulische eigenschappen waarmee de werking van het systeem onder alle omstandigheden gegarandeerd is. Versnellen van de consolidatie en het beperken van de instabiliteit wordt met Mebradrain gewaarborgd.



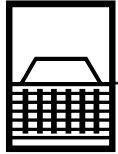
BeauDrain, vacuüm drainage systeem

Een recent in eigen beheer ontwikkeld vacuüm drainagesysteem dat reeds succesvol is toegepast op een groot aantal projecten. Hierbij speelt naast een versnelde consolidatie en de stabiliteit van de constructie een grote rol. Toepassing van hoogwaardige drainage materialen in combinatie met installatiemachines die voorzien zijn van de laatste stand der techniek, maakt een economische toepassing van vacuüm drainage voor een groot aantal projecten een aantrekkelijk alternatief.



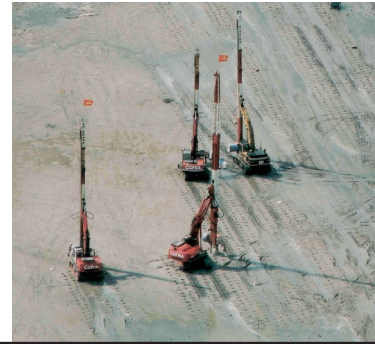
AuGeo, zettingsvrije grondverbetering systeem

Het AuGeo grondverbeteringsysteem elimineert elke vorm van zetting op lange termijn. Ophogingen kunnen in een zeer korte periode aangebracht worden, omdat instabiliteit door verhoogde grondwaterspanning uitblijft. AuGeo is een uitgekiend systeem waarbij de verschillende bouwstenen optimaal met elkaar samenwerken. Met de door Cofra ontwikkelde machines zijn grote producties mogelijk die door toepassing van geavanceerde controle apparatuur verzekerd zijn van een constante kwaliteit.



MebraDrain®

verticale drainage



Waar en waarom toepassen van verticale drainage?

Grondstabilisatie met behulp van verticale drains, wordt toegepast bij samendrukbare, met water verzadigde grondsoorten, zoals klei- en veengronden. Deze grondsoorten worden gekenmerkt, door een bijzonder zwakke structuur en een grote porie-inhoud, die gewoonlijk gevuld is met water (poriënwater). Wanneer een zware last, zoals een aardebaan, een zandophoging of een dijk, boven op een klei- of veengrond wordt geplaatst, kunnen door afstroming van het poriënwater aanzienlijke zettingen plaatsvinden. Dergelijke zettingen veroorzaken vaak ernstige constructieve problemen.

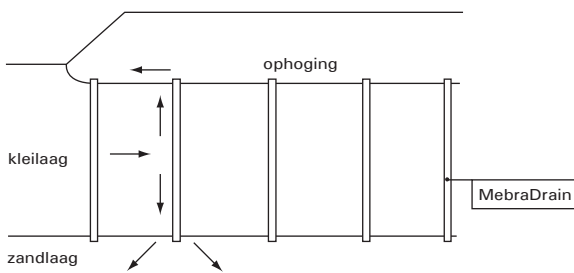
MebraDrain: een solide grondverbetering

De belasting die een ophoging op de ondergrond uitoefent, wordt aanvankelijk geheel opgenomen door het poriënwater. Hierdoor wordt de waterspanning verhoogd. Wanneer de bodem slecht doorlatend is,

kan poriënwater moeilijk wegstromen en zal de waterspanning maar langzaam afnemen. Verhoogde waterspanning kan instabiliteit van de ondergrond veroorzaken. Hierdoor kunnen afschuivingen in de aardebaan ontstaan. Instabiliteit kan het ophogtempo vertragen. Verticale drains maken een versnelde uitvoering mogelijk en verminderen het risico van afschuiving.

Verticale drains versnelde consolidatie

Om het zettingsproces en de afname van de waterspanning te versnellen is het nodig de weg die het poriënwater door de grond moet afleggen te verkorten. Dit kan worden bereikt door verticale drains op regelmatige afstand van elkaar in de bodem aan te brengen. Met de aanwezigheid van dit drainagesysteem, heeft het overspannen poriënwater de mogelijkheid ook in horizontale richting naar de dichtstbijzijnde drain te stromen, waarna het verder ongehinderd kan wegstromen. Door gebruik te maken van verticale drains kan het consolidatieproces meestal worden teruggebracht van tientallen jaren tot een half jaar of nog minder. Met een vacuümsysteem kan de atmosferische druk gebruikt worden als vervangende of extra belasting. Instabiliteit wordt voorkomen daar er geen tijdelijk overhoogte nodig is.



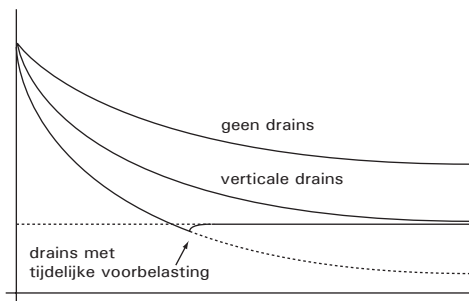
Verticale drainage



Grondverbetering met behulp van verticale drains is al bij talrijke civiele projecten gebruikt.

Veel voorkomende toepassingen zijn:

- aanleg van wegen, spoorwegen, vliegvelden en dijken
- landaanwinningprojecten
- havenaanleg
- woon- en industriegebieden
- voorbelasting van opslagterreinen
- ontgassing van vuilstortdepots



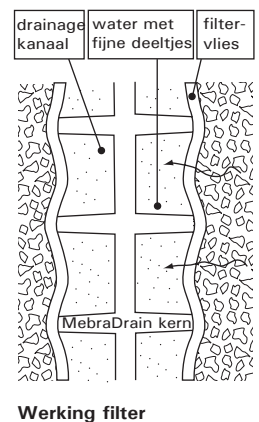
De MebraDrain

MebraDrain is een geprefabriceerde strip die zeer geschikt is voor waterafvoer. De buigzame kern is gemaakt van hoogwaardig polypropyleen. Over de hele lengte lopen aan beide zijden groeven waar het water onbelemmerd doorheen kan stromen. Deze kern wordt omgeven door een sterk en duurzaam filter van ongeweven kunststofvezels. Dit filter combineert een grote waterdoorlaatbaarheid met een uitstekende grond dichtheid. MebraDrain is

verkrijgbaar met twee verschillende kernen. Type MD7007 is voorzien van een kanteelvormige kern, die uitstekend bestand is tegen hoge gronddrukken. Type MD88 bezit een visgraatvormige kern die zeer flexibel is en daarmee zeer geschikt is voor locaties waar grote relatieve zettingen optreden. MD88 wordt gefabriceerd in een groot aantal variaties, die geschikt zijn voor toepassingen tot 65 m diepte. Beide types zijn verkrijgbaar met een filter dat aangepast kan worden aan de grondgesteldheid. MebraDrain wordt tijdens het productieproces voortdurend gecontroleerd op kwaliteit.

Grondstabilisatie overal ter wereld

MebraDrain is in korte tijd uitgegroeid tot een van de meest gebruikte verticale drainagesystemen ter wereld. De veelvuldige toepassing van MebraDrain bij projecten over de gehele wereld is een duidelijk bewijs van het vertrouwen dat cliënten hebben in dit product. Wereldwijd is inmiddels meer dan 400 miljoen meter MebraDrain geïnstalleerd. Met de toepassing van MebraDrain bent u zeker van een hoge kwaliteit en een grote waterafvoercapaciteit.





De voordelen van het MebraDrain systeem:

- geringe verstoring van de verschillende bodemlagen
- gegarandeerde waterafvoer, ook bij grote grond-druk en vervorming
- mogelijke aanpassing van de kern en het filtervlies aan de grondgesteldheid
- korte consolidatieperiode door toepassing van kleine drainafstand
- snelle installatie: gemiddeld 8.000 meter per dag, per machine
- geen water nodig bij het installeren
- installatie tot een draindiepte van 65 m
- controle op installatie met behulp van een drainlogger
- schone uitvoering, komt geen grond vrij

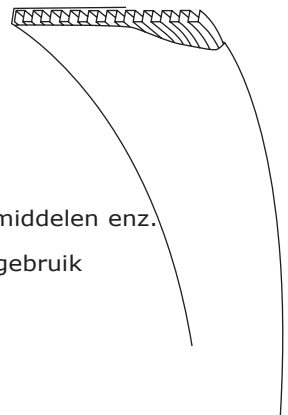
Filtervlies

Het filtervlies heeft een belangrijke functie. Het bestaat uit thermisch gebonden kunststofvezels met een willekeurige structuur. Bij weefsels die een strakke doorgang bieden, kunnen bodemdeeltjes recht door het filter dringen. met MebraDrain filter zorgt voor een kronkelige doorgang waardoor het is staat is de beweging van de bodemdeeltjes te limiteren en verstopping tegen te gaan. Een filter moet verstoppingen door bodemdeeltjes voorkomen maar doorlaatbaar genoeg zijn. De filterstructuur van MebraDrain voldoet aan deze eisen. Wanneer de samendrukbare ondergrond goed doorlaatbare horizontale lagen grond bevat, zal het onder druk

gekomen poriënwater deze lagen opzoeken en via deze weg naar de dichtstbijzijnde drain stromen. Om optimaal gebruik te maken van deze doorlaatbare lagen, dient de doorlaatbaarheid van het filter minstens even groot te zijn. MebraDrain heeft een filter met een grote relatieve doorlaatbaarheid, zodat een doeltreffende doorstroming kan plaatsvinden in gelaagde bodems.

Andere belangrijke eisen waaraan een filter moet voldoen zijn:

- grote mechanische sterkte
- hoge weerstand tegen bacteriën en micro-organismen
- bestendigheid tegen zuren, oplosmiddelen enz.
- behoud van sterkte bij langdurig gebruik
- geringe kruip onder zware druk



Laboratoriumproeven

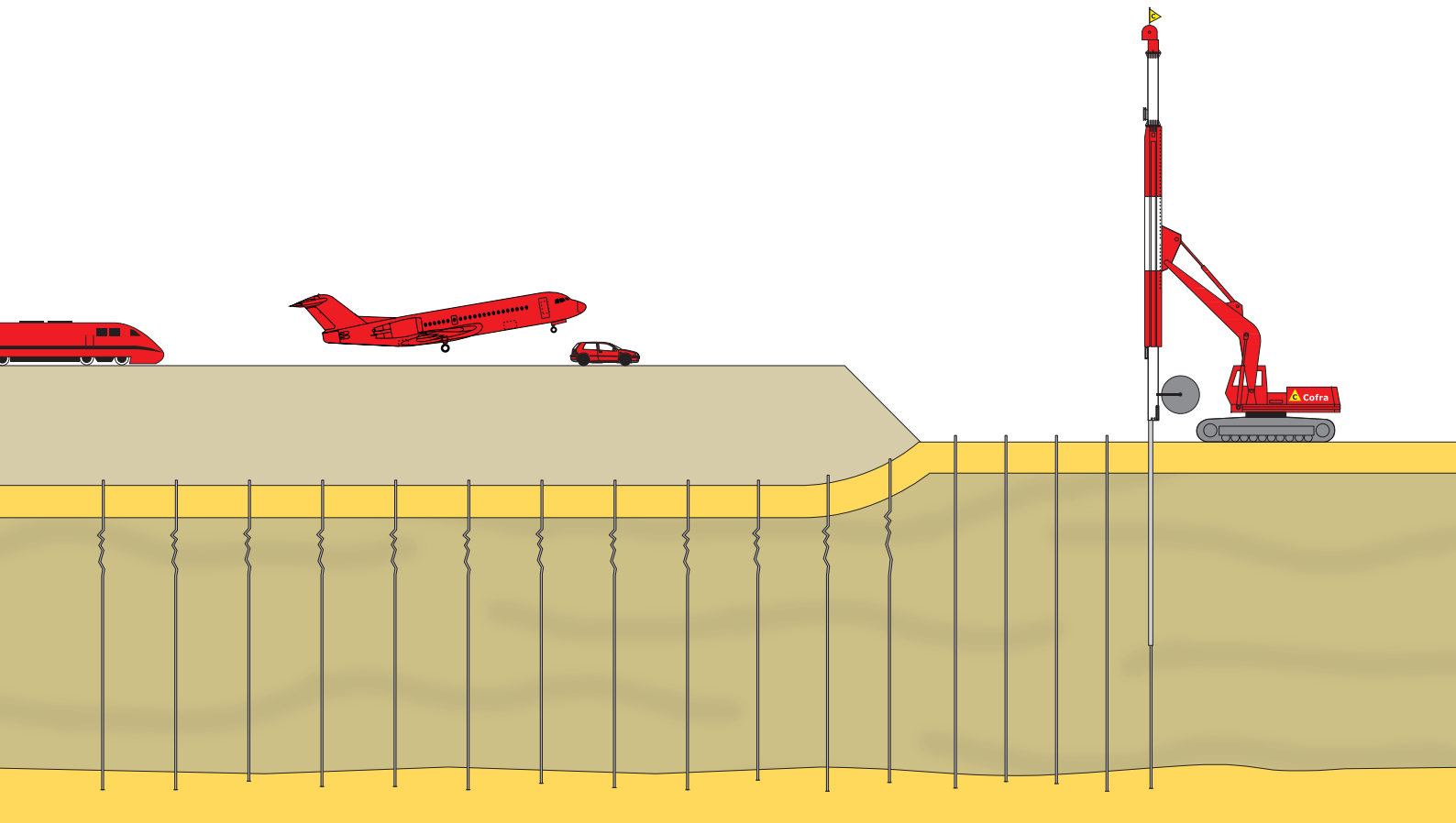
De eigenschappen en werking van MebraDrain zijn getest in bekende, onafhankelijke laboratoria. Van deze testen zijn rapporten beschikbaar. De afvoercapaciteit van de drain is zowel in gestrekte als geknikte vorm getest. Bovendien is een uitvoerige rapportage beschikbaar van testvelden en gerealiseerde projecten, alsmede een rekenprogramma voor het calculeren van de meest economische drainafstand.

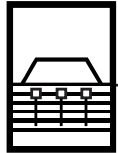


MebraDrain technische specificaties



Neem contact op met ons kantoor in Amsterdam voor de meest recente specificaties.





BeauDrain®

vacuümconsolidatie



Vacuümconsolidatie is voor het eerst geïntroduceerd door W. Kjellman, de uitvinder van de verticale prefab drain. Tijdens een grondmechanica-congres (1952) werd zijn rapport gepresenteerd waarin hij de werking van een dergelijk systeem beschrijft. Sindsdien is vacuümdrainage met wisselend succes toegepast voornamelijk bij constructies waarbij gevaar voor instabiliteit bestond.

Het systeem werkt als volgt: in plaats van het aanbrengen en weer afgraven van een overhoogte, wordt met behulp van een vacuümpomp onderdruk in de bodem gecreëerd. Deze relatieve onderdruk die kan oplopen tot 80kPa simuleert een belasting die overeenkomt met een vier meter dikke zandophoging. De hoge kosten voor de aan- en afvoer van zand kunnen ertoe leiden dat vacuümconsolidatie een concurrerend alternatief is. Bovendien is er met de ontwikkeling van nieuwe folies voor de civiele techniek de laatste jaren grote vooruitgang geboekt in de technische uitvoerbaarheid van vacuümdrainage. Nieuwe innovatieve vacuümsystemen, waarbij geen folie meer nodig is, heeft geleid tot compleet nieuwe toepassingen die bij de traditionele uitvoering niet mogelijk zouden zijn.

Werkingsprincipe

Zettingen ontstaan door toename van de korrelspanning ten gevolge van ophogingen of grondwaterspiegel verlaging. De afname van de waterspanning is gelijk aan de toename van de korrelspanning. De totale grondspanning blijft bij vacuümdrainage gelijk zodat er geen instabiliteit kan ontstaan. Bij de traditionele ophoging neemt het in de grond aanwezige poriënwater de belasting aanvankelijk op. Er ontstaat een zekere instabiliteit, waardoor vervormingen van de ondergrond optreden en zettingen versterkt worden.

Vacuümdrainage wordt gecreëerd door de bodem te voorzien van een fijnmazig drainagesysteem, dat aangesloten wordt op een vacuümpomp. De te consolideren grond wordt geïsoleerd van de omgeving door het maaiveld te voorzien van een ondoorlatende folie of een laag ondoorlatende grond (Beaudrain), eventueel gecombineerd met verticale wanden. De onderdruk simuleert een actieve atmosferische druk, die kan oplopen tot maximaal 80kPa. Deze onderdruk is slechts actief tot op de installatiediepte van de verticale drains. Daar beneden zal er geen enkele verandering in de ondergrond optreden.



Een groot voordeel van vacuümdrainage ten opzichte van de traditionele overhoogte, is het voorkomen van instabiliteit van de constructie. Ophogen met behulp van zand, veroorzaakt grondbewegingen die het gevolg zijn van hoge waterspanningen. Zachte grond wordt naar buiten gedrukt, waardoor grotere zettingen ontstaan en meer ophoogmateriaal nodig is. Vacuümconsolidatie zuigt de ondergrond samen als een pak vacuümkoffie. Wateroverspanning blijft uit. Korrelspanning zal niet toenemen door de atmosferische druk, maar door onderdruk in het grondwater. Grond van buiten het te consolideren gebied, zal zich naar binnen in plaats van naar buiten bewegen. Geringere zettingen gaan gepaard met een grote toename van de schuifweerstand van de grond. In combinatie met een voorbelasting biedt vacuümdrainage een krachtige grondverbeteringstechniek, die een snelle en veilige uitvoering van grondconstructies mogelijk maakt.

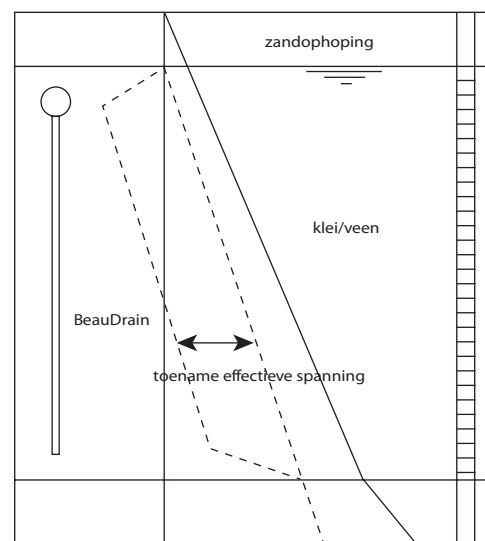
BeauDrain, een innovatieve methode

Het nieuwe BeauDrain systeem is een innovatieve combinatie van onderstaande, reeds bewezen technieken om sterk samendrukbare lagen versneld te consolideren, namelijk:

- verticale drainage
- vacuümtechniek
- bovenbelasting (optioneel)

Het BeauDrain systeem bestaat uit een serie van drainageschermen. Elk scherm is samengesteld uit een rij verticale drains, waarvan de bovenkant direct verbonden is met een horizontale verzameldrain. Een strook folie, boven op de horizontale drain, garandeert een afdichting tussen de atmosfeer en het drainagescherm. Elke verzameldrain ligt 1-2 m onder de bovenkant van het samendrukbare pakket en is aangesloten op een vacuümpomp.

Voor installatie van het BeauDrain systeem is een multifunctioneel ploegmes ontwikkeld, dat volgens een sleufloze techniek door de grond snijdt. Het complete drainagescherm wordt in één werkgang aangelegd.





Voordelen van het BeauDrain systeem zijn legio:

- een korte installatieperiode en een schoon werkterrein na installatie
- er wordt geen grond ontgraven, waardoor mogelijke schade door horizontale vervorming van de grond wordt voorkomen
- geen aanvoer van drainzand of afvoer/opslag van uitkomende grond
- installatie tot een zeer grote werkdiepte haalbaar
- het pleistocene zand kan op veilige afstand worden gevolgd
- door de vacuümdruk ontstaat een verhoging van de effectieve spanning waardoor risico's voor instabiliteit bij continue ophogen afnemen

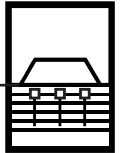
- het bestaande grondlichaam wordt gebruikt als afdichtend medium, waardoor het gebruik van een oppervlaktefolie achterwege kan blijven
- werkterrein na installatie direct en blijvend toegankelijk voor andere werkzaamheden
- de schermconfiguraties kunnen aangepast worden op de te consolideren grondsoort
- horizontale beïnvloeding bij doorgaande ophoging neemt aanzienlijk af
- aanzienlijke reductie van seculaire zettingen en verschilzettingen behoort tot de mogelijkheden van het BeauDrain systeem



BeauDrain®

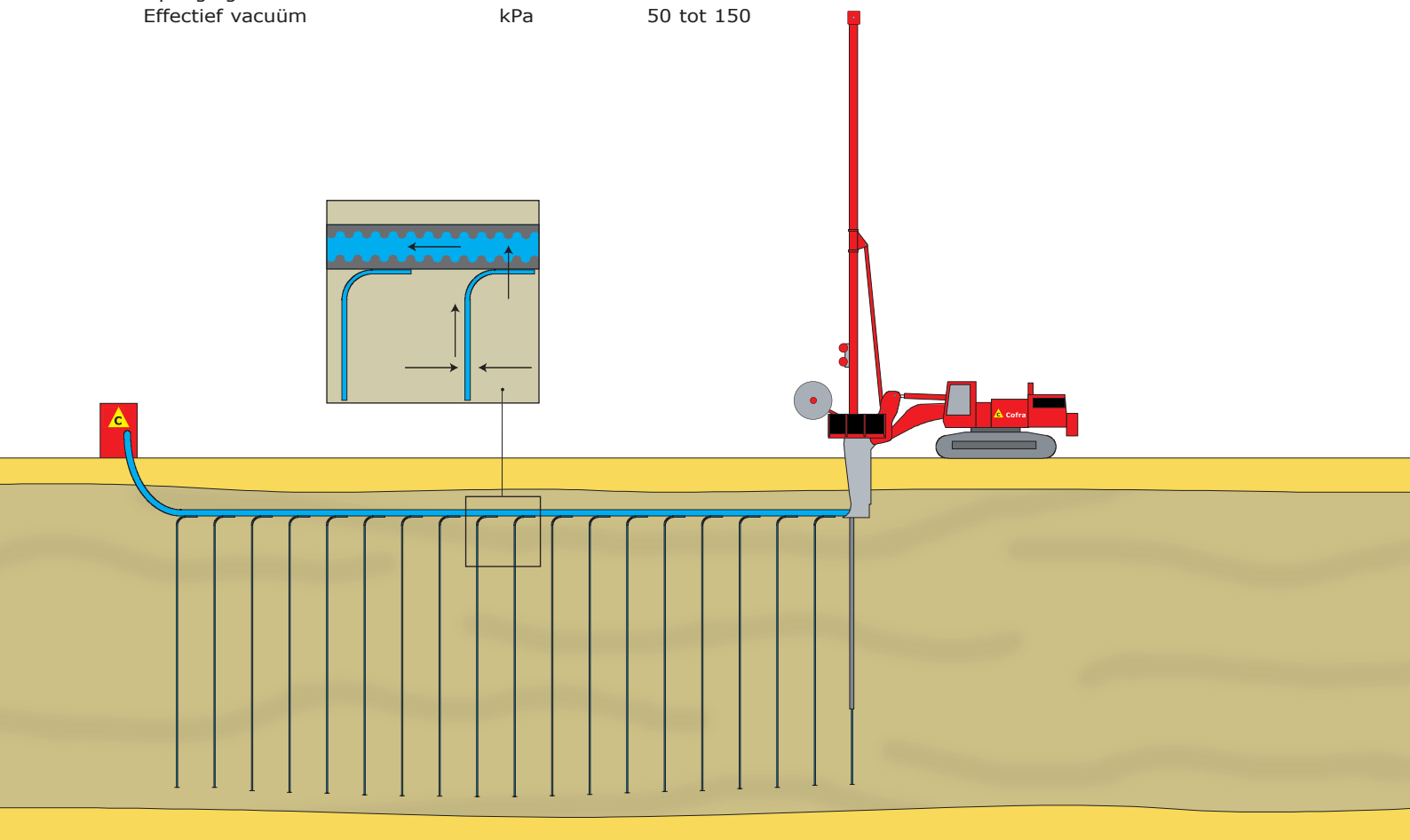
Alle eigenschappen zijn gemiddelde waarden. Standaard variaties zijn voor mechanische eigenschappen 10% en voor hydraulische eigenschappen 20%.

Alle informatie, illustraties en specificaties zijn gebaseerd op de meest recente productinformatie op het moment van drukken. Wijzigingen voorbehouden. Kijk voor de meest recente gegevens op www.cofra.nl



BeauDrain technische specificaties

Eigenschappen	Eenheid	Waarde
Materiaal horizontale drain		PE
Buiten diameter	mm	100
Binnen diameter	mm	80
Filter materiaal		PP 7000
Materiaal verticale drain		PP
Afvoer capaciteit	$10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$	70
Ophoging	m	1 tot 15
Effectief vacuüm	kPa	50 tot 150





AuGeo®

ophoging op palen

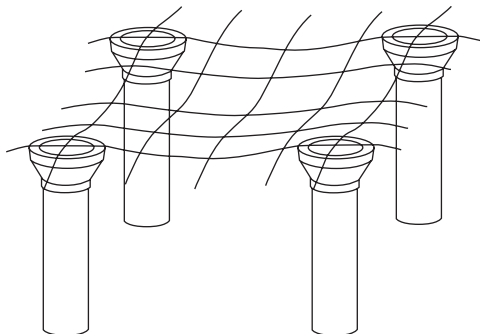


Nieuwe funderingstechnieken

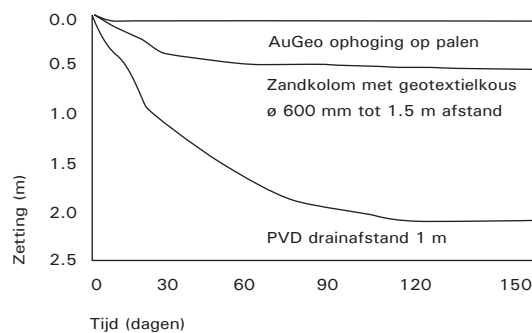
Snelle realisatie van onderhoudsarme infrastructuur op sterk samendrukbare grond, vraagt om nieuwe funderingstechnieken. Technieken die op economisch verantwoorde wijze en op grote schaal toegepast kunnen worden. Cofra heeft daartoe het AuGeo systeem ontwikkeld. Hiermee is het mogelijk om aardebanen binnen een zeer korte tijd zettingsvrij op te leveren. Deze vinding is inmiddels succesvol geïntroduceerd op de internationale markt.

AuGeo, een zettingsvrije oplossing

Het AuGeo systeem bestaat uit een groot aantal in de grond gevormde palen, die in een vierkant of rechthoekig stramien worden aangebracht. De palen zijn voorzien van een vergrote paalkop en paalvoet, die tot in de diepere zandlaag wordt afgezet. Op de vergrote paalkop wordt een spreidingsconstructie aangebracht. Deze bestaat uit een laag steenkorrel, die is ingepakt in twee lagen geogrid met een zeer lage



rek. Deze spreidingsconstructie zorgt voor een gelijkmatige verdeling van de krachten over de palen. De paalafstanden zijn afhankelijk van de toekomstige bovenbelasting. Ophogingen op palen worden vaak toegepast op projecten, waarbij de constructie op korte termijn zettingsvrij moet worden opgeleverd.



Testveld AuGeo systeem

Het zettingvrije karakter van het AuGeo systeem is heel belangrijk, zeker op plaatsen waar bestaande bebouwing of infrastructuur aanwezig is, die geen trillings- en zettingsschade mag ondervinden.

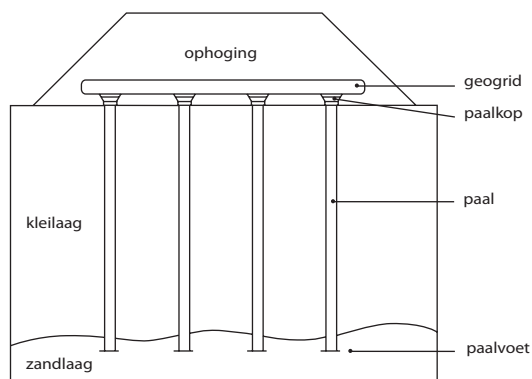
Typische toepassingen voor het AuGeo systeem zijn o.a.:

- aanleg van aardebanen voor nieuwe auto- en spoorwegen
- verbreding van bestaande auto- en spoorwegen
- fundering van een wegenplan in uitbreidingsgebieden
- funderen van bedrijfsvloeren met grote oppervlaktelasten



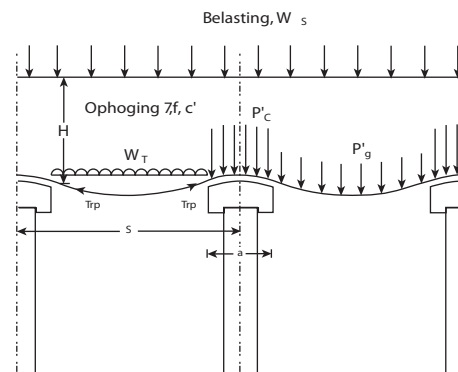
Berekening van het AuGeo systeem

Cofra laat bij berekening van de bovenbelasting niets aan het toeval over. Alle mogelijke belastingen worden nauwkeurig berekend en gecontroleerd. Zo wordt voor de calculatie van het geogrid een combinatie van een aantal beproefde rekenmethodes gebruikt. Het geogrid kan worden gedimensioneerd met behulp van het CUR-rapport 2002-7 "Gewapende granulaatmatras op palen" en de Britse voorschriften vastgelegd in BS8006, "Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills". Ook de aanbeveling 6.9 van de EBGE0 "Bewehrte Erdkörper auf punkt- oder linienförmigen Traggliedern" geeft een handreiking hoe het geogrid berekend kan worden. Verder worden er met behulp van eindige elementen methode (Plaxis), controle berekening uitgevoerd. Cofra heeft een berekeningsmethode volgens de BS8006 beschikbaar in de vorm van een Excel spreadsheet.



Installatie van het AuGeo systeem

De palen van het AuGeo systeem worden geïnstalleerd vanaf het maaiveld. Met behulp van een Cofra 'Stitcher' type MY-200, een door Cofra speciaal ontwikkelde makelaar, wordt een ronde stalen mantelbuis van 220 x 10 mm in de grond



gedrukt met een funderingsplaat. Het inbrengen van de buis geschiedt met een regelmatige snelheid. Hiermee blijft verstoring van de ondergrond en van de reeds geïnstalleerde palen tot een minimum beperkt. In de mantelbuis wordt een kunststofbuis geplaatst. Het AuGeosysteem kan worden aangebracht tot een diepte van 25 m. De kunststofbuis wordt voor driekwart volgepompt met mortel. Vervolgens wordt de mantelbuis opgetrokken en blijft de kunststofbuis in de grond. De kunststofbuis wordt op hoogte afgezaagd en voorzien van een paalkop met opdrukrand en een wapeningskorf. Hierna wordt de buis opgevuld met mortel.



De ruimte tussen de palen wordt opgevuld met zand. Het is niet noodzakelijk om tussen de palen te verdichten. Bij aanwezigheid van een goede stabiele werkvloer is een productie mogelijk van 20 palen per uur. Naast voortdurende visuele inspectie, is tevens voorzien in een kwaliteitscontrole tijdens het installatieproces. Bij het aanbrengen van de mantelbuizen vindt in de kraan automatische registratie plaats van de indringdiepte en de inbrengweerstand. Deze gegevens worden uitgeprint en vormen zo van elke paal een sondeerstaat. Hiermee wordt vastgesteld of de paal ook daadwerkelijk op de draagkrachtige laag rust.

Voordelen van het AuGeo systeem ten opzichte van traditionele systemen:

- relatief goedkoop
- snelle installatie
- trillingsvrije en geluidsarme installatie
- geen beïnvloeding van de omgeving
- geen zettingstijd
- hoge producties mogelijk
- geen risico van instabiliteit

AuGeo: een uniek systeem voor een scala aan toepassingsmogelijkheden, met de kwaliteitswaarborg van vakkundige installatie, in binnen- en buitenland.



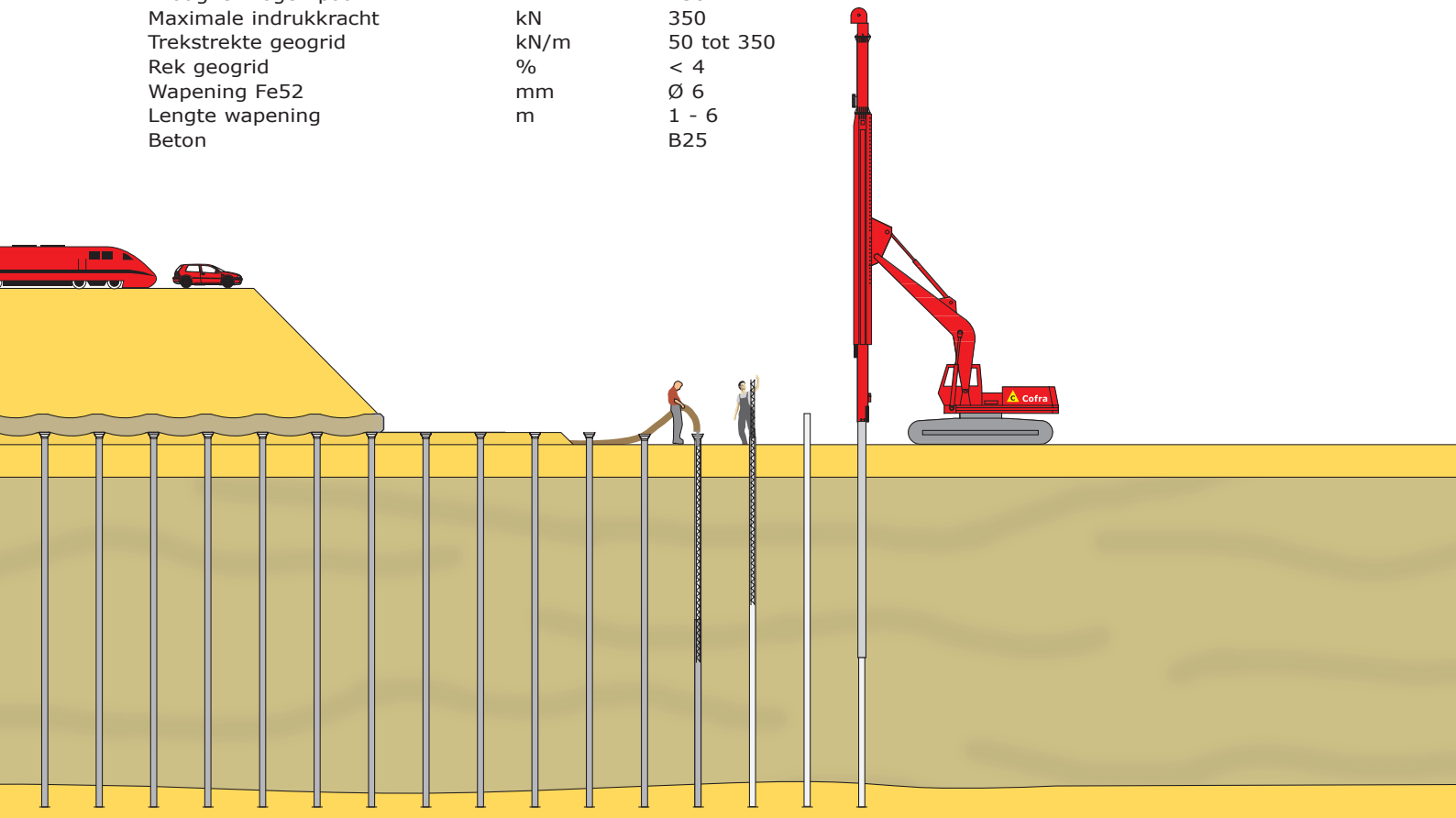
Alle eigenschappen zijn gemiddelde waarden. Standaard variaties zijn voor mechanische eigenschappen 10% en voor hydraulische eigenschappen 20%.

Alle informatie, illustraties en specificaties zijn gebaseerd op de meest recente productinformatie op het moment van drukken. Wijzigingen voorbehouden. Kijk voor de meest recente gegevens op www.cofra.nl



AuGeo technische specificaties

Eigenschappen	Eenheid	Waarde
Materiaal buis		PE
Buiten diameter	mm	178
Binnen diameter	mm	150
Paal lengte	m	2 tot 15
Paalkop	mm	Ø 300
Paalpunt	mm	230x230
Ophoging	m	1 tot 7
Draagvermogen paal	kN	150
Maximale indrukkraft	kN	350
Trekstrekte geogrid	kN/m	50 tot 350
Rek geogrid	%	< 4
Wapening Fe52	mm	Ø 6
Lengte wapening	m	1 - 6
Beton		B25



Mebradrain, verticale drainage



Een solide grondverbetering met een uitgekiende drainage technologie:

- zeer snelle en schone installatie
- gegarandeerde waterafvoer bij grote vervorming en gronddruk
- geringe verstoring van de ondergrond
- grote installatie diepte mogelijk
- kleine drainafstand verkort consolidatie
- voorkomt toekomstige zettingschade

Beaudrain, vacuüm drainage



Innovatief vacuümconsolideren met behulp van geavanceerd materieel geeft:

- nog kortere consolidatietijd
- minder wateroverspanning tijdens het ophogen
- geen vervuiling tijdens het aanbrengen
- drainage zand of horizontale drainage in ophoging overbodig
- geen folie afdekking nodig

AuGeo, ophoging op palen



Razendsnel ophogen met het AuGeo systeem heeft een groot aantal voordelen:

- geen stabiliteitsproblemen
- onderhoudsvrij, omdat restzettingen uitblijven
- geluids- en trillingsvrije aanleg
- minder ruimte beslag door steile taluds