

Mixed-In-Place voor dijken en polders



Mixed-In-Place (MIP) - wanden/schermen

Ter stabilisatie en afdichting van dijken en polders



Het gebruik van kunstmatige polders werd in de 20e eeuw een interessante constructiemethode voor het maken van onderdoorgangen bij wegen en kanalen. Met behulp van een waterdichte geokunststoffolie kan een ondoordringbare laag onder en rond de te maken polder gecreëerd worden. Deze constructies hebben echter een groot nadeel. Ze hebben veel ruimte nodig in verband met de relatief diepe ontgravingen en grote hoeveelheid grondwerk, zelfs voor kleine onderdoorgangen. Als alternatief op deze kunstmatige folieconstructies zijn MIP-dichtwanden toepasbaar voor het creëren van polders met groene taluds rondom verdiepte kunstwerken of verkrijgen van water- en/of grondkerende bouwputten. Door het samenspel van dichtwanden met een zeer geringe waterdoorlatendheid in combinatie met de dieper gelegen natuurlijke ondoorlatende doorgaande klei(leem)lagen worden er “natuurlijke” polders aangelegd.

De waterkeringen in Nederland worden met een regelmaat van 6 jaren getoetst op de veiligheid. Door de nieuwe maatgevende waterstanden, nieuwe rekenregels en meer beschikbare meetgegevens resulteerden de laatste toetsing uit 2012 in een aanzienlijke lengte aan waterkeringen, die niet door de toetsing kwam. Piping, (onderloopsheid), is een bezwijkmechanisme waarop veel waterkeringen (dijken) worden afgekeurd. Bij piping stroomt er tijdens hoogwater in de rivier, water onder de dijk door, waarbij het water ook zand meevoert en de dijken kunnen bezwijken. Uit voorlopig onderzoek is de conclusie dat er op grote schaal maatregelen genomen zullen moeten worden om de Nederlandse dijken te versterken tegen piping. Het aanbrengen van ondoorlatende Mixed-In-Place soilmix wanden, waarbij de kwelweg wordt verlengd, is inmiddels op vele plaatsen in Europa toegepast als oplossing tegen het gevaar van piping. Ook wordt de Mixed-In-Place, (MIP), wand toegepast ter verbetering van de dijkstabiliteit.



Meer dan 20 jaar MIP



1988 Eerste MIP-project: Nürnberg, Germaans Nationaal Museum
MIP-Testpaal en MIP-boringen t.b.v. het plaatsen van staalprofielen in Berliner-wand

1990 Nürnberg „Krokodil“: Boorpalenwand m.b.v. MIP-techniek
Begin van de ontwikkeling van de drievoudige avegaren

1992 Bauer-patent “Vervaardigen van mortelpalen in de grond”

Nürnberg, Intercity-Hotel: Eerste inzet van de drievoudige avegaren met een diameter van 370 mm en een boordiepte van 9 meter

1994 Oberaudorf in Oostenrijk: Eerste permanente MIP-dichtwand

Oprichting van de vakgroep MIP bij BAUER Spezialtiefbau in Duitsland.

1995 In gebruikname van de Bauer-boorstelling RG 20 met avegaren van Ø550 mm en 17 meter boordiepte

2002 Normalisatie van het vervaardigen van de Mixed-In-Place techniek door het instituut voor de bouwtechniek in Berlijn

Karlsfeld nabij München: Eenmalig MIP-project met een BG 42 boorstelling met avegaren van Ø880 mm en wanddiepte van 24 meter (wordt nu niet meer toegepast)

2004 Project “Schulzentrum Martinsberg” in Baden bij Zürich: bouwkuip met constructieve MIP-wand, met ontgravingsdiepte tot 14,0 meter



2005 Passau-Haibach, RWZI: Eerste project met tralieliggers als wapening in de MIP-wand

2006 Offenbach, Teerfabriek Lang: MIP-wand voor een Funnel and Gate System

2007 Salzwedel, aquaduct: MIP-Wand gecombineerd met een OWB-vloer

2009 Invoering van het verticaliteitsmeetsysteem in de avegaren

2010 Eerste inzet van toepassing gekoppelde Ø550 mm avegaren

2012 Inbouwen van geothermische sonden in de MIP-wanden

Eerste projecten buiten Duitsland:

1996 Nederland
1998 Oostenrijk
2004 Zwitserland
2004 Slowakije
2005 Libanon

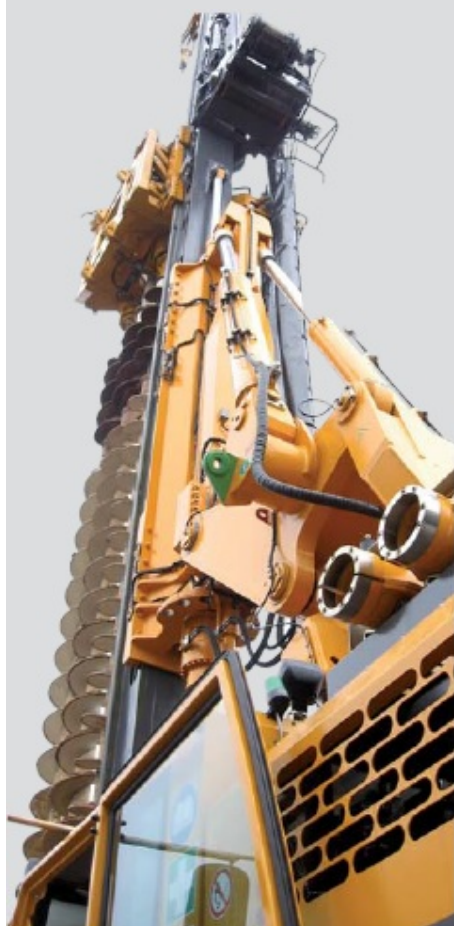
2006 Frankrijk
2008 Polen
2009 Canada
2010 Verenigde Arabische Emiraten
2011 Tsjechië

Dijkprojecten in Nederland:

2007 Westervoort, Ruimte voor de Rivier: MIP-kwelscherm onder nieuw dijklichaam

2008 Iitteren Grensmaas: MIP-dichtwand rondom grinddepot langs de Maas

2011 Heumen: MIP-kwelscherm in de dijk & achterloopheidscherm bij de keer-sluis



Kennis & Ervaring

BaUER Funderingstechniek kan op kennis en jarenlange ervaring van het moederbedrijf Bauer Spezialtiefbau (BST) terugval-

len. Mixed-In-Place projecten worden door BST al voor meer dan 20 jaar uitgevoerd. De omvangrijke Knowhow is sinds 1994 in een vak-

afdeling gebundeld. Geschoolde teams en specialistisch materieel leiden tot de toepassing van de MIP-techniek in vrijwel

Voordelen van de Mixed-In-Place soilmixtechniek



- 1 Ruimtebeslag** – MIP kan binnen de kern- of beschermingszone van de dijk worden toegepast en er is maar een klein werkgebied voor nodig.
- 2 Kosten** – MIP is ca. 50% voordeliger dan gegraven conventionele cement-bentonietwand en ca. 65% voordeliger dan damwand
- 3 Duurzaamheid** – Minimaal transport & grondverzet en toepassing van natuurvriendelijke materialen met zeer lange levensduur
- 4 Constructief** – MIP kan toegepast worden als constructief element wand, wapening of fundering
- 5 Beperkte bouwhinder** – geen heien of trillen, weinig transport, korte uitvoeringsperiode
- 6 Landschap** – onzichtbaar opgenomen in de ondergrond
- 7 Levensduur & beheer** – 100 jarige levensduur en onderhoudsvrij
- 8 Betrouwbaarheid** – als pipingmaatregel geen risico's en aantoonbaar succesvol
- 9 Toepasbaarheid** – toe te passen in harde en stijve grondslag (bv. toutvenant, keileem, grindlagen)
- 10 Meest homogenerende mengmethode** a.g.v. verticale circulatie tijdens doormenging en horizontale overlap

Ecologische bouwwijze:

Vergelijking benodigd transport

Afvoer van vrijkomende grond van de bouwplaats

Aanvoer van bouwstoffen: beton, cement, bentoniet naar de bouwplaats

MIP-kwelscherm



Palenwand / Diepwand



Mixed-In-Place met grond als duurzame bouwstof

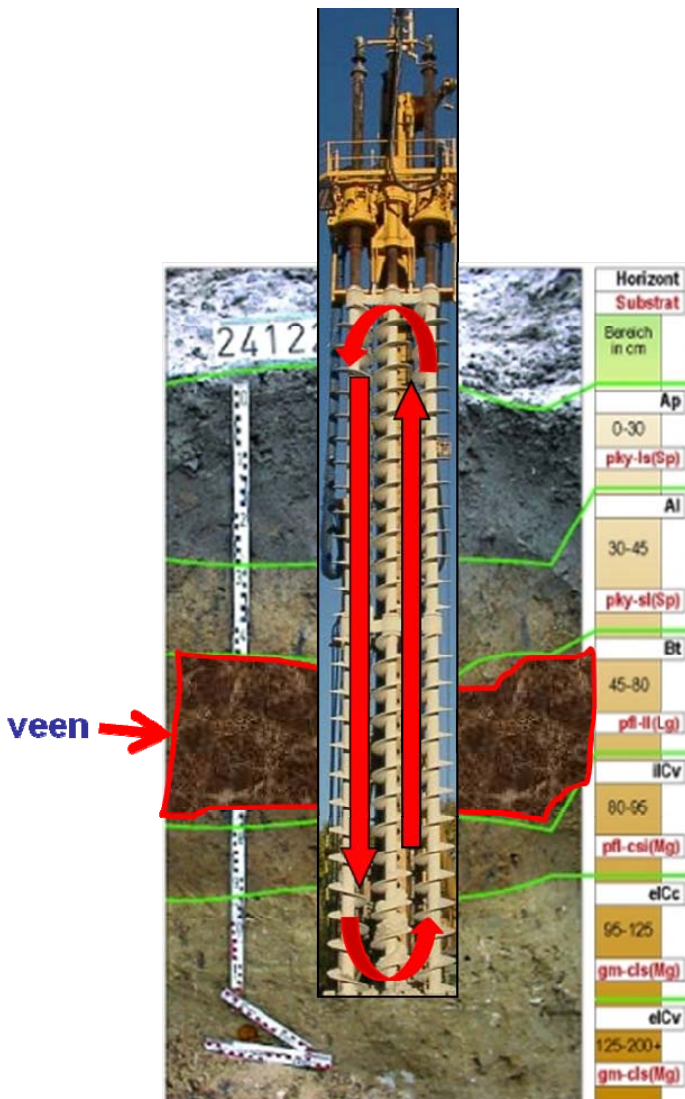
Werkwijze

In de loop der jaren heeft de MIP-techniek een grote ontwikkeling doorgemaakt. Tijdens deze ontwikkeling zijn er door BAUER Spezialtiefbau talrijke patenten met betrekking tot werkwijze en technisch materieel vastgelegd. Hierdoor is de "MIP-methode" in Europa een algemeen bekende toepassing en met de grond als bouwstof een duurzame bouwwijze.



"Mixed-In-Place" is een soilmix-methode waarbij de bodem in situ vermengd wordt met een cementbentoniet-suspensie. Deze suspensie bestaat voor het grootste deel uit het meest duurzame cementtype CEMIII/B of C.

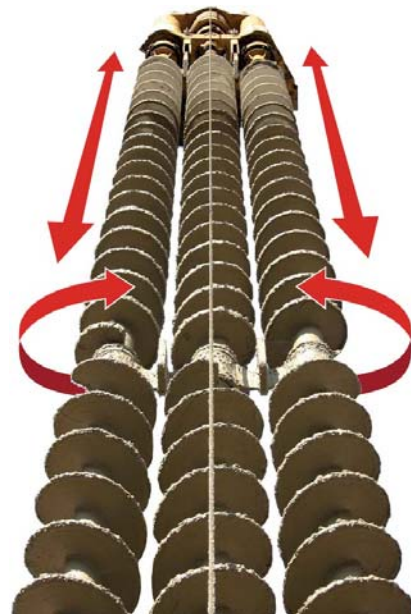
Middels het drievoudige avegaarsysteem worden de grondporiën met de bindmiddelsuspensie gevuld en de bodemlagen geheel gemengd, met een vrijwel homogene ondoorlatende grondcementmassa als eindresultaat.



Aanbrengen van de wand

De drievoudige avegaren worden onder toevoeging van de bindmiddelsuspensie naar einddiepte geboord. Eenmaal op einddiepte, wordt over de gehele hoogte doorgemengd. Hierbij wordt de draairichting van de avegaren dusdanig aangepast, zodat een verticale circulatie van het mengsel over de gehele hoogte van de wand ontstaat.

Alleen door het gebruik van de avegaren met doorgaand schroefblad is een complete verticale doormenging van het MIP-materiaal mogelijk. Hiermee wordt de homogeniteit van de grondcementmassa en daarmee de kwaliteit van de wand gewaarborgd.



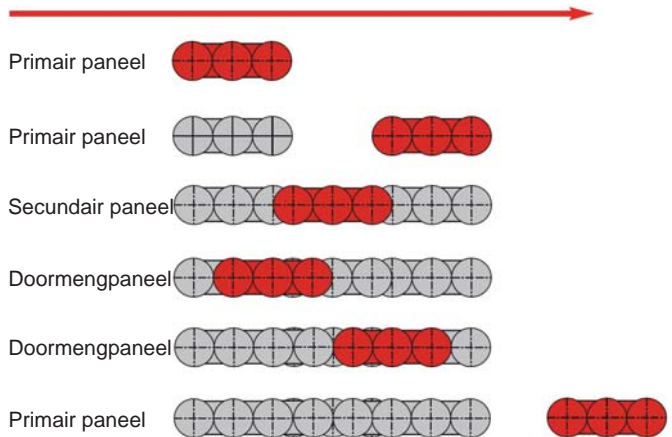
Werkvolgorde

Om een doorgaande, voegenloze wand te maken, wordt deze volgens de dubbele pelgrimsgang aangebracht. Deze gepatenteerde methode wordt gekenmerkt door het afwisselend aanbrengen van primaire, secundaire en aanvullende doormengpanelen. De volgorde is volgens het overzicht hiernaast.

Door de toepassing van deze pelgrimsgang is elk wanddeel minstens tweemaal door de drievoudige avegaren in x- en z-richting gemengd.

Bij toepassing van de MIP-techniek enkel als dijkversterking, kan ervoor gekozen worden om de secundaire- en doormengpanelen te laten vervallen, waarmee afzonderlijke panelen met tussenruimte ontstaan.

Werkvolgorde “Dubbele pelgrimsgang”:



De breedte van het primaire paneel bedraagt voor een Ø550 mm avegaar 1,70 m en van het secundaire paneel 1,20 m. Voor een Ø370 mm avegaar bedraagt de breedte van het primaire paneel 1,16 m en van het secundaire paneel 0,84 m.

Kwaliteitsbewaking

Voor de uitvoering

Voorafgaand aan de uitvoering van de Mixed-In-Place wand, moet de juiste receptuur van het cementbentonietmengsel worden vastgesteld. Deze wordt afgestemd op de bodem waarin gewerkt gaat worden. Hierbij dient deze receptuur een dusdanige samenstelling te hebben, dat het eindproduct voldoet aan de gestelde eisen ten aanzien van waterdoorlatendheid, druksterkte en elasticiteitsmodulus.

Tijdens de uitvoering

Relevante productieparameters zoals plaatsbepaling, suspensiedebiet, suspensiehoeveelheid, inboortijd, opmengtijd, verticaliteit en diepte worden door de machinist continu gecontroleerd en indien nodig geregistreerd. Aanvullend worden regelmatig monsters uit de verse wand genomen. Deze monsters worden op eigenschappen zoals druksterkte, waterdoorlatendheid, elasticiteitsmodulus, volumieke massa en watergehalte gecontroleerd.

Ook beschikt BAUER over een plaatsbepalingssysteem met inclinometers in de buitenste avegaren. Hiermee wordt de positie van de aangebrachte panelen in 3D vastgelegd.

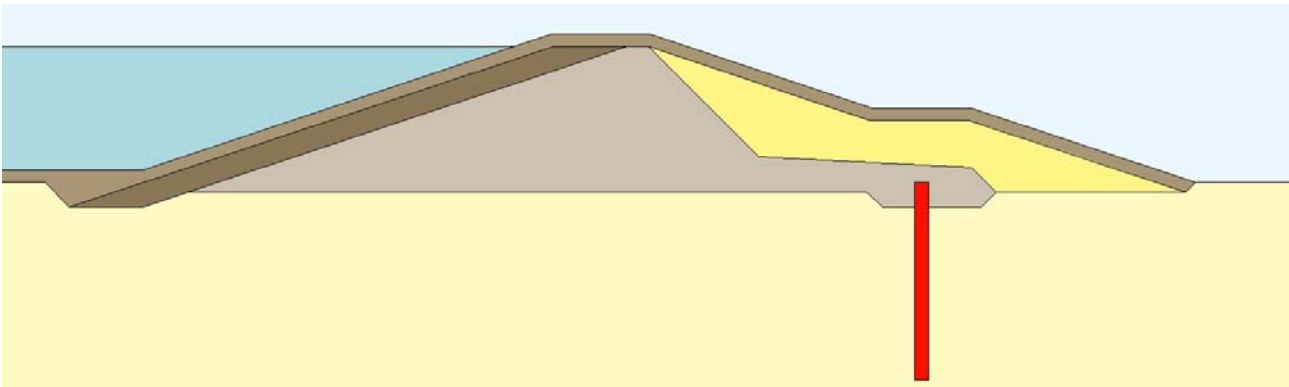


Oplossing voor verschillende faalmechanismen

Door de toepassing van Mixed-In-Place soilmix kwelschermen ter plaatse van een dijk, kunnen verschillende faalmechanismen zoals piping, afschuiving, kwel en erosie worden voorkomen of gereduceerd.

Hierbij kan de MIP-wand worden ingezet met de volgende functies:

- Verticaal zanddicht kwelscherm
- Dijkversterking (macrostabiliteit, met name binnewaarts)



Dwarsdoorsnede dijklichaam in het project "Ruimte voor de rivier" te Westervoort (MIP-kwelscherm in het rood)

MIP-kwelscherm voor dijklichaam te Westervoort

In 2007 is ten behoeve van het project "Ruimte voor de Rivier" voor het eerst in Nederland een MIP-kwelscherm toegepast ter verbetering van een dijk. In dit pilot-project van Rijkswaterstaat Zuidoost Nederland was de doelstelling een waterdichte en robuuste dijk te maken met reductie van de kleidekking, waarbij het MIP-kwelscherm het

piping-effect tegengaat.

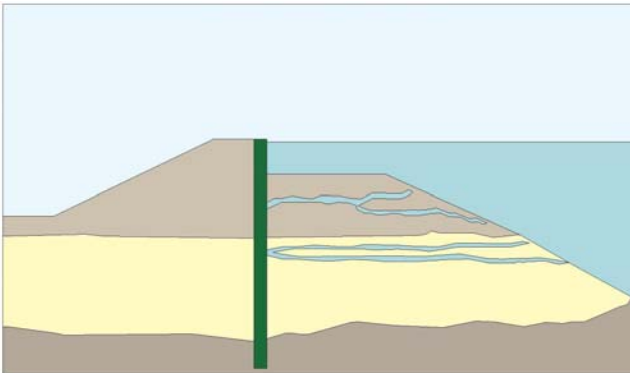
Er werd gekozen voor de Mixed-In-Place soilmix-techniek omdat het aanbrengen van damwanden duurder is en overlast (trillingen, geluid) veroorzaakt, waardoor schade aan de omgeving kon ontstaan. Bij de geboorde MIP-soilmix-techniek is hiervan geen sprake, terwijl de dijk wel piping- en kwelremmend werd.



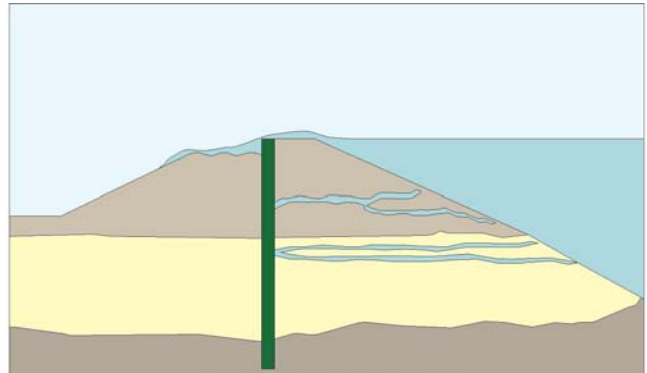
Kwelwegverlenging werd gerealiseerd middels MIP-kwelscherm onder de teen van de dijk (MIP-kwelscherm in het rood)

MIP-kwelscherm met constructieve functie

Indien een dijk naast het voorkomen of reduceren van kwel ook grote belastingen dient op te nemen, dan biedt het MIP-wand een goede oplossing. De wand kan dwarskrachten en momenten, resulterend uit korrel- en waterdruk, opnemen door het plaatsen van wapeningskorven of stalen profielen in de MIP-wand. Afmetingen en hart-op-hart afstand van de stalen profielen evenals de druksterkte van het MIP-materiaal kan afhankelijk van de belasting aangepast worden.



MIP-wand tegen erosie aan de buitenzijde van de dijk



MIP-wand tegen erosie aan de binnenzijde van de dijk

MIP-Wand versterkt dijk langs rivier de Iller

Door het hoogwater van 1999 in Zuid-Duitsland, waarbij de rivier Iller overstroomde, werd veel schade veroorzaakt in de omgeving tussen Kempten en Oberstdorf.

Hierna werd een groot project gestart, waarbij maatregelen werden getroffen om toekomstige overstromingen te voorkomen.

Een belangrijk onderdeel hiervan was het versterken van dijklighamen met in totaal 71.000 m² MIP-schermen. Deze zijn vanaf 2001 tot 2005 met succes door Bauer Spezialtiefbau aangebracht.

Vroeger dan verwacht, in augustus 2005, werden de dijken bij hoogwater op de proef gesteld. Het water kwam tot boven de dijken, maar de MIP-wand in de dijken hield stand en werd erger voorkomen! Zie onderstaande foto.



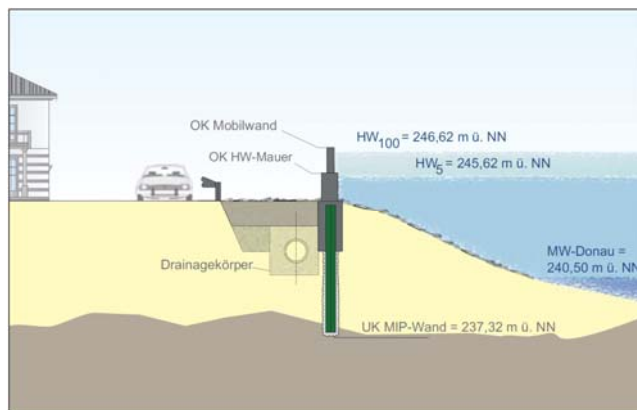
Bij overstroming van de dijk hield de MIP-wand stand



Het aanbrengen van de MIP-wand in beperkte ruimte

Hoogwaterbescherming Donau te Machland, Oostenrijk

Ter bescherming van de regio Machland in Oostenrijk zijn ten noorden van de Donau omvangrijke maatregelen genomen. Het totale project van 36,4 km is opgedeeld in 8 onderdelen. Op één van deze onderdelen "Mauthausen" is, naast de ontwatering van het binnenland, een MIP-wand gemaakt ter bescherming tegen het hoogwater. Deze wand dient enerzijds als fundament voor een mobiele keerwand, welke bij hoogwater tijdelijk geïnstalleerd kan worden en anderzijds als kwel-scherm. Omdat de MIP-wand dwarskrachten en momenten moet kunnen opnemen, is deze voorzien van HEB-profielen.



Mixed-In-Place wand als onderdeel van polderconstructie

BAUER Funderingstechniek heeft sinds 2011 voor verschillende opdrachtgevers middels het aanbrengen van de duurzame MIP-wanden, in de provincie Friesland, een tiental polders gecreëerd, waarin de ondergrondse kunstwerken worden aangelegd. In plaats van het oorspronkelijke ontwerp met geokunststoffolies, is er voor gekozen om gebruik te maken van de door BAUER uitgevoerde Mixed-In-Place dichtwanden met een zeer geringe waterdoorlatendheid. In combinatie met de lokale bodemgesteldheid, bestaande uit een natuurlijke ondoorlatende kleileemlaag op 10 tot 18 meter diepte, worden er “natuurlijke” polders aangelegd. De aanwezige grond boven de afsluitende kleileem of kleilaag ter plaatse van de dichtwanden, wordt op ecologische wijze met toevoeging van cement en bentoniet omgezet tot een duurzame afsluitende bouwstof.

Noordwesttangent - Stiens

Omvang van de MIP-wanden:

- Aantal polders: 3 stuks
- Lengte: 1.680 m¹
- Hoogte: 17,4 m
- Oppervlakte totaal: 26.143 m²
- Dikte: 0,55 m





BAUER Funderingstechniek B.V.
Rendementsweg 15
3641 SK Mijdrecht
Tel.: 0297 23 11 50
info@bauernl.nl
www.bauernl.nl



SCC**



Gemaakt door:
Remy Los
Werkvoorbereider, Bauer Funderingstechniek B.V.