

‘Unieke verdichtingstechniek reduceert beheer- en onderhoud.

Met medewerking van ing. Koos Spelt, adjunct directeur Cofra BV, Amsterdam

Verdichten vanaf het maaiveld tot een diepte van 6-8 m, dat is wat met de Cofra Deep Compaction (CDC) techniek van Cofra haalbaar is. Met een hamer van 9 of 16 ton is het mogelijk om zand te verdichten. De eerste meters worden tijdens de uitvoering maximaal verdicht, wat sondeerwaarden oplopend tot 30 MPa mogelijk maakt. De techniek heeft een hoge productie en reduceert de beheer- en onderhoudskosten van toekomstige objecten. Na een aantal pilotprojecten op de Maasvlakte en in Oman is een groot project in Abu Dhabi uitgevoerd. Het speciaal ontwikkelde materieel is daarnaast met succes ingezet voor het verdichten van het Vopakterrein (19 Ha) in Amsterdam.

‘De verdichtingsgraad van het zandpakket bepaalt in belangrijke mate het beheer en onderhoud van het object dat er op gebouwd wordt. Een niet goed verdichte ondergrond zal in de loop van de tijd gaan zakken. Achteraf herstellen is kostbaar. Om dit soort risico’s tot een minimum te beperken heeft Cofra BV te Amsterdam een verdichtingmethode doorontwikkeld. Deze methode (die op dit moment voornamelijk voor het verdichten van de ondergrond van olietanks en haventerreinen wordt toegepast) is ontwikkeld door BSP uit de UK - de zogenaamde rapid impact compactor. Cofra heeft dit systeem aangepast tot een bedrijfszeker en betrouwbaar systeem. Het kan mogelijk ook ingezet worden voor andere werken waar het buiten bedrijf stellen hoge kosten of hinder veroorzaakt zoals het verdichten van zandbanen of aanvullingen van waterpartijen waar beneden de grondwaterstand niet met trilwalsen verdicht kan worden.



Luchtfoto grondverzet en verdichting van zand op het Vopakterrein te Amsterdam

Verdichten van zand

Het verdichten van zand is van diverse factoren afhankelijk zoals: korrelverdeling, korrelvorm de inzet van het type verdichtingsapparaat en de aanwezigheid van een goede klankbodem. Het verdichten van zand wordt traditioneel vaak uitgevoerd met (tril)walsen in lagen van 0,3 m tot 0,5 m dikte. Dit is voor de aanleg van de onderbouw van lijninfrastructuur waar het zand in lagen wordt aangebracht vaak voldoende. Voor grote objecten zoals olietanks en chemische installaties, gefundeerd op reeds aangebrachte of natuurlijke zandlichamen, voldoet deze walstechniek niet omdat de invloedsdiepte te klein is. Hiervoor zijn andere technieken ontwikkeld zoals: diepverdichten met een trilnaald (toegepast bij de

Oosterscheldekering en voor het verdichten van het zandlichaam onder de bolscharnieren van de Maeslandtkering) en verdichting met een dragline met een valgewicht, ontwikkeld in Frankrijk (Dynamisch verdichten). Deze methoden zijn echter minder effectief om juist de veel voorkomende lagen van 2 tot 6 meter dikte grootschalig te verdichten. Om die reden heeft Cofra BV zelf een bestaande verdichtingmethode opgeschaald en verder ontwikkeld (zie kader)

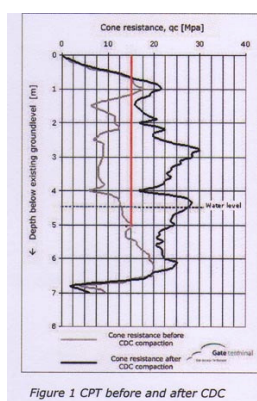
Vanuit de verschillende beschikbare meetmethoden is het sonderen de meest betrouwbare, omdat hiermee snel en objectief het verdichtingsprofiel van een laag van vele meters dikte kan worden bepaald. (De conusweerstand is gerelateerd aan de relatieve dichtheid van het zand) Er worden zowel voor het verdichten als na het verdichten sonderingen uitgevoerd zodat goed te zien wat het effect van de verdichting is.

Kader

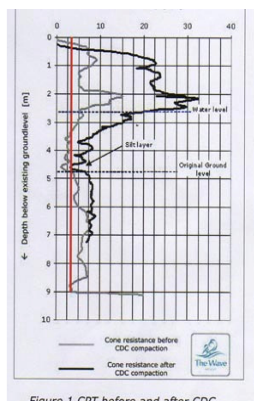
Innovatie ontwikkeling Deep Compaction.

Cofra heeft samen met Hydronamic (het ingenieursbureau van Boskalis) een marktonderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om een grondpakket van 6-8 m vanaf het maaiveld in één keer te verdichten. Hieruit bleek dat er met name bij de ontwikkeling van opgespoten landaanwinningen behoefte is aan een snelle professionele verdichtingstechniek van zand. Opgespoten zand heeft doorgaans een verdichtingsgraad van tussen de 30-60 %. Voor de fundatie van bijvoorbeeld opslagtanks voor olie en gas op deze landaanwinningen is dat onvoldoende. Traditionele technieken zoals het verdichten in lagen met droogmaterieel en het verdichten met trilnaalden zijn zeer arbeidsintensief en de producties liggen veelal lager. De kosten voor beheer en onderhoud en tijdelijke buitengebruikstelling van bijvoorbeeld olie- en gastanks zijn zodanig dat extra verdichten van de ondergrond bij de aanleg een flinke besparing oplevert. De eerste praktijkproef met de techniek is uitgevoerd op de Maasvlakte bij Rotterdam met een CDC heiblok van 9 ton dat in een frame gemonteerd was aan een hydraulische kraan (CAT 385). Deze proef leidde tot het verdichten bij de aanleg van een LNG Gate terminal (vloeibaar aardgas) waar een gebied met een oppervlak van 15.000 m² zand tot op een diepte van 6 m extra is verdicht. In de bovenste meters van het zandpakket bedroeg de conusweerstand na verdichten hier circa 30 Mpa.

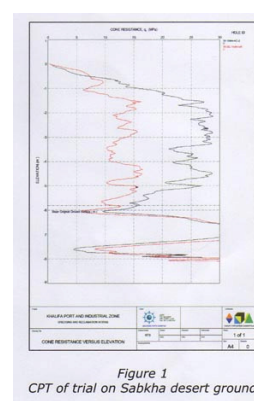
Daarnaast is de CDC methode ingezet bij de verdichting van opgespoten terrein van koraalzand in Oman met een oppervlak van 24.000 m². Ook hier werd de vereiste dichtheid ruimschoots behaald. Al deze projecten zijn uitgevoerd in de ontwikkelfase van het systeem en laten zien dat de vraag uit de markt aanwezig is. Voor een project nabij Abu Dhabi heeft Van Den Heuvel, Werkendam in opdracht van Cofra, drie 16 tons CDC verdichtingshamers gebouwd.



LNG Gate terminal Rotterdam



The wave Oman



Khalifa Port Abu-Dhabi

Dit nieuwe materieel past op de bestaande machines van Cofra, die wereldwijd op projecten ingezet worden. Om de grote krachten tijdens het verdichten op te kunnen nemen is een

speciale zware 'Boom' ontworpen (stalen frame die de heistelling met de hydraulische kraan verbindt). Daarnaast zijn verschillende typen verdichtingsvoeten ontwikkeld. Om de wrijving/slagkracht tussen het heiblok en de verdichtingsvoet op te kunnen nemen wordt een kunststof heimuts toegepast. Deze reduceert tevens het geluid tijdens het verdichten. Voordat het verdichten begint wordt er eerst verdicht in een proefvak. Hierin wordt het verdichtingsgrid en het stopcriterium bepaald dat nodig is om de vereiste dichtheid te halen. Controle vindt over het algemeen plaats met sonderingen. Als de juiste procedure van verdichten is vastgesteld kan het verdichten van het werk bepaald volgens de methode in het proefvak beginnen.

Project Vopak Amsterdam

Vopak, een bedrijf dat opslagcapaciteit voor olie en gas ontwikkelt, realiseert in de Afrika-haven te Amsterdam in totaal 41 olieopslagtanks. Het beschikbare terrein is circa 30 jaar geleden in opdracht van toenmalig wethouder Joop den Uyl als toekomstig havengebied aangelegd. Op de ondergrond van klei en veen is een laag van circa 3 m zeezand aangebracht. Dit zandpakket is draagkrachtig genoeg om de olietanks op te kunnen bouwen, echter doordat de ondergrond van klei en veen verschillend van dikte is over het terrein zullen de tanks zonder maatregelen scheefzakken. Door de slappe lagen weg te graven en te vervangen door zand wordt dit risico geminimaliseerd. Uit verschillende aanbieders werd Cofra geselecteerd om dit project uit te voeren. Reden voor deze keuze was de inzet van de CDC techniek en de garantie dat het project binnen de gestelde tijd opgeleverd wordt. Bij de verdichting van de LNG terminal op de Maasvlakte had Vopak al kennisgemaakt met de CDC techniek en was er grote interesse om deze techniek zelf toe te passen. Het bouwen van olietanks op een zeer goed verdichte ondergrond is namelijk veiliger. De kosten voor het verdichten van de ondergrond zijn wel wat hoger maar dat wordt bij het beheer en onderhoud dubbel en dwars goedge maakt. Het opvijzelen van een tank vanwege zettingen in de ondergrond bedragen meer dan € 100.000 per keer, exclusief de kosten van buitengebruikstelling'.



Ontgraven aanvullen en verdichting met CDC techniek van het Vopak terrein in Amsterdam

Omgevingsmanagement

Cofra BV is al 85 jaar gevestigd in Amsterdam en is goed op de hoogte van de wensen van de omgeving. De bedrijfsfilosofie is dat investeren in de relatie met belanghebbenden belangrijk is om een project goed uit te kunnen voeren. Dit draagt ook bij aan de (langdurige) relatie van de eigenaar van een object met de omgeving. De medewerkers zijn vanaf het begin goed geïnstrueerd en houden zich aan de regels. Dit geldt niet alleen voor ARBO en veiligheid maar ook voor het omgevingsmanagement. Een goed voorbeeld hiervan is de inschakeling van de stadsecoloog van Amsterdam, Martin Melgers. Vooraf is contact gelegd met deze deskundige en er is een uitgebreide terreininventarisatie uitgevoerd. Hierbij is de flora en fauna geïnventariseerd en is een beheersplan opgesteld. Aan de hand van dit plan is het gebied in sectoren ingedeeld, met een planning wanneer waar gewerkt mocht worden. Niet gemaaide sectoren zijn verboden om te betreden. Meestal broeden daar nog vogels of er zijn bijzondere amfibieën zoals de rugstreeppad waargenomen. Ook bijzondere planten zoals; wilde orchideeën en andere rode lijstsoorten worden geïnventariseerd en zo mogelijk naar een ander

gebied overgeplaatst. Projectleider Wiegert Dijkkamp “Door het steeds weer uitstellen van de aanvang van de werkzaamheden werden we plotseling geconfronteerd met de aanwezigheid van nog broedende vogels in juli. Deze manier van werken is ons zeer goed bevallen en de omgeving is ook heel tevreden met deze aanpak. Ik hoop dat we in de toekomst meer gebruik gaan maken van Omgevingsmanagement. Het schept duidelijkheid en het maakt je werk nog interessanter. Als je afspraken maakt en die ook nakomt is het risico dat een werk plotseling stil wordt gelegd nihil en we gaan op een verantwoorde wijze om met de natuur.”

Ontgraven en opnieuw aanbrengen van het zand.

Om de stabiliteit van de tanks te garanderen moesten de zettingsgevoelige lagen van klei en veen verwijderd worden. Hiervoor werd het 3 tot 5 meter dikke zandpakket ontgraven waarna de klei- en veenlagen werden verwijderd. Daarna werd het zand opnieuw aangebracht en verdicht. Totaal is er ca 1.000.000 m³ grond verzet. Dit gebeurde met een drietal graafmachines (CAT 385, CAT 365 en CAT 345) en 14 dumpers die de grond ontgraven en transportereren. Dit verliep als volgt:

- gebied dat vrijgegeven is door de stadsecoloog maaien zodat voor iedereen duidelijk is dat er gewerkt mag worden. (niet gemaaide gebieden mogen niet betreden worden)
- bovengrond verwijderen en in depot zetten
- plaatsen tijdelijk kwelscherm, bovenste zand ontgraven en elders in het werk brengen
- Klei en veenlagen separaat ontgraven en in een depot opslaan. Als het proces op gang was werd het vrijkomende zand direct weer in het werk gereden.
- Zand winnen uit toekomstig insteekhaven en aanvullen
- Uitvoeren vóóronderzoek en verdichten van het zand
- Controle sonderingen ten behoeve van de oplevering

Tijdelijk kwelscherm

Om het onttrekken van grondwater te voorkomen en de grond toch droog te kunnen ontgraven is het terrein in compartimenten verdeeld en zijn verticale kwelschermen aangebracht. Met behulp van de speciaal geconstrueerde bronbemaalingsmachine (Larenco, Arnhem), uitgerust met een arm die is voorzien van een kettinggraver, werd een smalle diepe sleuf gegraven. De vrijkomende grond werd hierbij zijwaarts afgevoerd. De graafarm is uitgerust met een geleideconstructie, waarmee een speciaal geprepareerde rol polyetheenfolie als een scherm over een grote lengte verticaal in de grond wordt aangebracht. Om wegzakken van het scherm in de ontgraven sleuf te voorkomen wordt de PE-folie direct na het plaatsen in de grond vastgeklemd.



Aanbrengen tijdelijk kwelscherm

De aanbrengrdiepte is, afhankelijk van de omstandigheden, maximaal 5 meter minus maaiveld. Voor deze verticale kwelschermen wordt een PE-folie met een dikte van 0,5 mm toegepast. Het scherm is niet geheel waterdicht, maar voldoende dicht om de grond in de droge te ontgraven. Voor het onttrekken van het grondwater is een speciale vergunning bij de provincie

Noord Holland aangevraagd en is een waterbeheersplan opgesteld. De hoeveelheid onttrokken grondwater worden dagelijks gemeten en aan de provincie beschikbaar gesteld.

Projectgegevens

Project	VOPAK terrein Amsterdam
Omschrijving werk	Verbeteren grondwerk en verdichten 19 HA middels CDC techniek VOPAK terrein in de Afrikahaven te Amsterdam
Opdrachtgever	VOPAK
Opdrachtnemer	Cofra BV, Amsterdam
Soort contract	Design and Construct i.s.m. MOS Grondmechanica
Onderaannemer grondwerk	Boskalis specialistisch grootgrondverzet
Onderaannemer kwelscherm	Larenco Arnhem
Aanneemsom (excl. Meerwerk)	€ 2.686.000 ex BTW
Looptijd	Juni 2009- December 2009

Toekomstige ontwikkelingen

In de afgelopen 3 jaar is kennis en praktijkervaring opgedaan met de verdichting van de ondergrond met de CDC techniek. Deze methode blijkt efficiënt en betrouwbaar voor het verdichten van zand vanaf het maaiveld tot op diepten van circa 6-8 meter zoals haventerreinen en de ondergrond van olieopslag tanks. Traditionele verdichtingmethoden vragen veel tijd door het aanvullen en verdichten in dunne lagen. Met de CDC methode kan zand in één werkgang aangebracht en tot een laagdikte van circa 6-8 m in 'no time' verdicht worden. Ook voor andere toepassingen waar diepverdichting plaats moet vinden is deze techniek inzetbaar. Voorbeelden zijn: verbreding van wegen en spoorwegen, aanleg van start- en landingsbanen en dijken.

Verder lezen:

http://oilamsterdam.vopak.com/media/Nieuwsbrief_Vopak_Terminal_Westpoort_Oktober_2007.pdf

www.cofra.nl

Fotografie: <http://stephan-r.nl/?m=200911>