

Kassen op weinig draagkrachtige grond worden steeds vaker op houten heipalen gebouwd met daarop geprefabriceerde betonnen oplangers als vervanger van de gestorte poer. Een nieuw rekenmodel maakt het gebruik van kortere betonnen oplangers in (kasgevel)fundaties mogelijk.

Oplangers kunnen voortaan korter



Links de penoplanger, rechts de busoplanger

Sinds 1996 worden betonnen oplangers meestal berekend met het computerprogramma CASTA/Kassenbouw van TNO Bouw. Vergeleken met de praktijkervaring van Nederlandse kassenbouwers berekende de vorige versie van CASTA/Kassenbouw, met name voor de slappe grondsoorten zoals bijvoorbeeld veen, relatief zware betonnen oplangers. Dit was voor TNO Bouw aanleiding om een gefundeerd antwoord te zoeken op de vraag 'of het allemaal (niet) wat lichter kan'. Uit dit onderzoek, uitgevoerd in opdracht van STOREKA, is een nieuw rekenmodel voor het dimensioneren van betonnen oplangers ontwikkeld (methode Nicolaas). Dit nieuwe rekenmodel is in de laatste versie van CASTA/Kassenbouw, versie 2.10 (mei 2000), ingebouwd, waarmee het gebruik van kortere, optimale oplangers ook in de praktijk (weer) mogelijk wordt.

KASFUNDATIES IN HET ALGEMEEN

Een kasfundering is nodig om de belastingen van een kas op de grond te kunnen overbrengen. Voor fundaties 'op

palen' wordt steeds vaker gebruik gemaakt van houten palen met daarop een geprefabriceerde betonnen oplanger. De lengte van de oplanger is onder meer afhankelijk van de te verwachten grondwaterstand. Om aantasting van de houten heipaal te voorkomen, moet de kop van de paal, volgens NEN 6741, minimaal 40 cm onder de laagste grondwaterstand blijven.

Een andere belangrijke functie van de betonnen oplangers in de gevels is het overbrengen van de, relatief grote, horizontale belastingen op de grond. Deze belastingen ontstaan door de winddruk tegen de gevel en trekbelasting aan de gevelconstructie van gewas en installaties.

TWEE TYPEN OPLANGERS

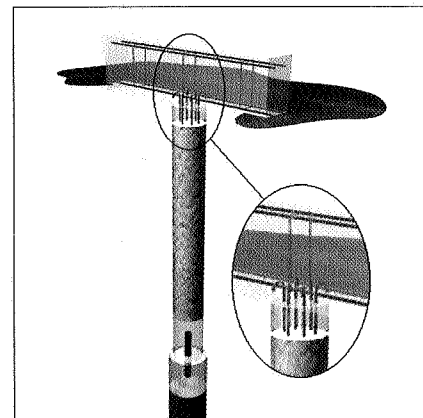
In de Nederlandse kassenbouw wordt voornamelijk gebruik gemaakt van twee typen oplangers, de penoplanger en de busoplanger (zie foto). Het typerende van de penoplanger, de linker oplanger op de foto, is dat de verbinding tussen de houten heipaal en de betonnen oplanger tot stand wordt gebracht door

een buis met een diameter van 50 mm, die in de oplanger is gestort. Bij de busoplanger, wordt een stalen buis met een grotere diameter in het beton gestort. De diameter van de buis is afhankelijk van de diameter van de betonnen oplanger, maar moet altijd kleiner zijn dan de diameter van de kop van de houten heipaal.

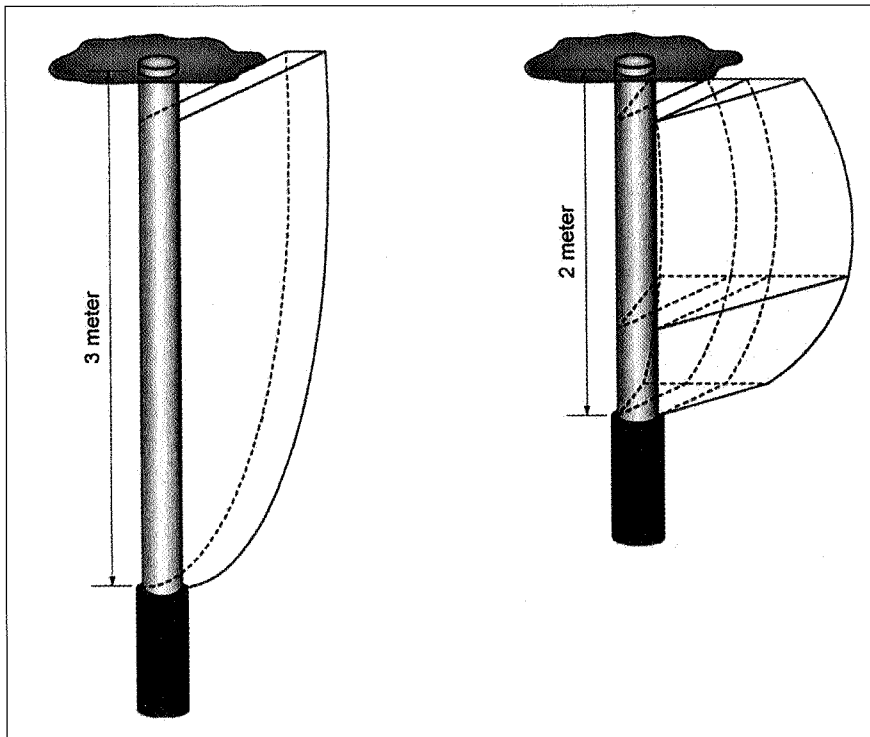
Dit type verbindingen wordt rekenkundig als een scharnierende verbinding beschouwd. De horizontale belastingen dienen dan ook volledig door de grond rond de betonnen oplangers opgenomen te worden.

HET OUDE REKENMODEL

De kantelstabiliteit van de oplanger kan worden voorgesteld als een hoeveelheid grond die wordt gemobiliseerd om weerstand te bieden tegen het kantelen van de oplanger (hierna de gronddruk genoemd). Het 'traditionele' model, zoals dat tot voor kort werd gebruikt, is te zien in het linker model van figuur 2. Dit figuur laat duidelijk zien dat het oude rekenmodel uitgaat van een tweedimensionale 'plak grond' die weerstand moet bieden tegen het kantelen van de oplanger.



Een goede uitvoering van een onderheide gevel fundatie. Inzet: De koppeling van de oplanger aan de randbalk



Figuur 2: De totale, schematische, gronddruk van het oude rekenmodel (links) ten opzichte van het nieuwe rekenmodel (rechts), waarbij beide oplangers precies voldoen

HET NIEUWE REKENMODEL

Het nieuw ontwikkelde rekenmodel gaat uit van spreiding van de gronddruk. In het rechter model van figuur 2, is driedimensionale spreiding van de gronddruk weergegeven. De derde dimensie is de spreiding van de grond in het horizontale vlak. In het nieuwe rekenmodel wordt deze extra weerstand tegen het kantelen van de oplanger uit de omliggende grond volledig benut. Een andere, minstens net zo belangrijke, verandering in het rekenmodel is dat het nieuwe rekenmodel qua veiligheid en betrouwbaarheid aan de Nederlandse Geotechnieknorm NEN 6740 en de Nederlandse kassenbouwnorm NEN 3859 (2e druk) voldoet. Met de nieuwe versie kunnen bovendien vier Energie-indicatoren 'Licht-doorlaat', 'Energie (U-waarde)', 'Ventilatie-opening' en 'Productie-energie' berekend worden. Het ontwerpen van energie efficiënte tuinbouwkassen wordt op deze wijze gestimuleerd.

DE RESULTATEN

Om een goed inzicht te krijgen wat de consequenties op de afmetingen van de oplangers zijn, zijn een aantal vergelijkingsberekeningen gemaakt waarvan de resultaten in tabel 1 staan. De berekeningen zijn gebaseerd op een veel gebouwd Venlo-warenhuis met een overspanning van 8,0 m (2 x 4,0 m), een vakmaat van 4,5 m en een kolom-

hoogte van 4,0 m, met een grondwaterstand van 1,0 m onder het maaiveld. Als gevolg van deze grondwaterstand dient de oplangerlengte, voor dit specifieke geval, dus gelijk aan of groter dan 1,40 m (niet gedraineerde grond) te zijn. In sommige gevallen kan echter de opwaartse belasting (met windzuiging op het kasdek) maatgevend zijn. In dat geval speelt het eigengewicht van de oplanger een belangrijke rol. De vergelijkingstabel laat duidelijk zien dat het verschil tussen oplangers, gedimensioneerd volgens het 'traditionele' model en oplangers gedimensioneerd volgens het nieuwe rekenmodel, groter wordt naarmate de oplanger dieper in de grond steekt. Als voorbeeld hiervoor kan de berekening voor oplangers in de kopgevels met een h.o.h. afstand van 4,0 meter genomen worden. Het ver-

STOREKA

De Stichting Ontwikkeling Rekenmethodieken voor de Kassenbouw (STOREKA) is in 1991 opgericht als onafhankelijk collectief voor de deelnemers aan CASTA/Kassenbouw. Ieder deelnemend bedrijf is automatisch lid van de stichting STOREKA. Het Bestuur en de Adviesraad van de stichting waken over de belangen van de gebruikers, bewaken de kwaliteit en de inhoud van het programma en stippen samen met TNO Bouw het beleid uit. STOREKA heeft als hoofddoelstelling het bevorderen van onderzoek en economische kasconstructies voor de Nederlandse glastuinbouw. De stichting tracht dit doel onder meer te bereiken door het laten ontwikkelen van optimale rekenmethodieken voor alle onderdelen van de Nederlandse kassen (door TNO) en die kennis onder andere in de vorm van zeer gebruikersvriendelijke computerprogramma's van TNO Bouw (genaamd CASTA/Kassenbouw) te verspreiden onder de leden.

schil tussen de oplangers gedimensioneerd volgens de 'traditionele' methode en de 'methode Nicolaas' is 1,50 m, in het voordeel van 'methode Nicolaas'. Het voordeel is echter niet altijd zo groot. De dimensionering van relatief korte oplangers in de zijgevels, met een h.o.h. afstand van 2,25 m en bij grond 'klei schoon matig vast', geeft voor beide berekeningsmethoden vrijwel dezelfde uitkomsten. De driedimensionale spreiding gaat pas echt een belangrijkere rol spelen, naar mate de lengte van de oplanger groter wordt en de grondsoort relatief 'slap' is.

	Traditioneel				Methode Nicolaas				
	Kopgevels	Zijgevels	Kopgevels	Zijgevels	Kopgevels	Zijgevels	Kopgevels	Zijgevels	
hoh afstand van de oplangers in meters	2,0	4,0	2,25	4,5	2,0	4,0	2,25	4,5	
oplanger	Klei schoon matig vast	2,0	3,0	1,50	1,50	1,50	1,75	1,50	1,50
	Klei schoon slap	3,0	4,25	2,75	3,75	2,0	3,0	2,0	2,50
Ø 230 mm	klei zwak zanderig slap	2,5	3,75	2,25	3,25	1,75	2,75	1,75	2,25
	Veen matig voorbelast	2,75	4,0	2,25	3,50	1,50	2,75	1,50	2,0

Deze berekeningen zijn gebaseerd op een Venlo-warenhuis met een overspanning van 8 m (2 x 4 m), een vakmaat van 4,5 m en een kolomhoogte van 4 m, met een grondwaterstand van 1 m beneden maaiveld.

Tabel 1: Vergelijking van optimale oplangers gedimensioneerd met CASTA/Kassenbouw 2.10 volgens de 'traditionele' rekenmethode en de nieuwe 'methode Nicolaas' (wijzigingen voorbehouden)

ing. T. Nicolaas en ing. H. t Hart,
TNO Bouw.

Foto's en tekeningen: TNO Bouw