

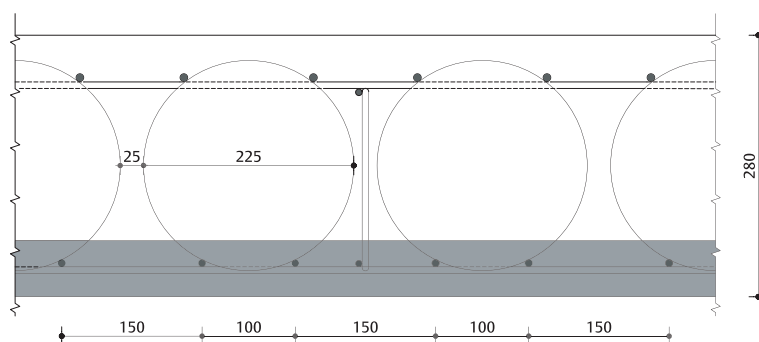
Ontwerp en praktijk van het BubbleDeck-vloersysteem

ing. A.C. Fuchs, BubbleDeck Nederland BV, Leiden

Het BubbleDeck-vloersysteem komt tegemoet aan de behoefte aan lichtere bouwconstructies en de wens grotere overspanningen te realiseren in combinatie met een maximale vrijheid in architectonische vormgeving. Een belangrijk aspect is dat de bollenplaatvloer kan leiden tot een goedkopere gebouwconstructie. Dit artikel gaat in op de belangrijkste kenmerken en de mogelijkheden van het vloersysteem in ontwerp en uitvoering aan de hand van enkele praktijkvoorbeelden.

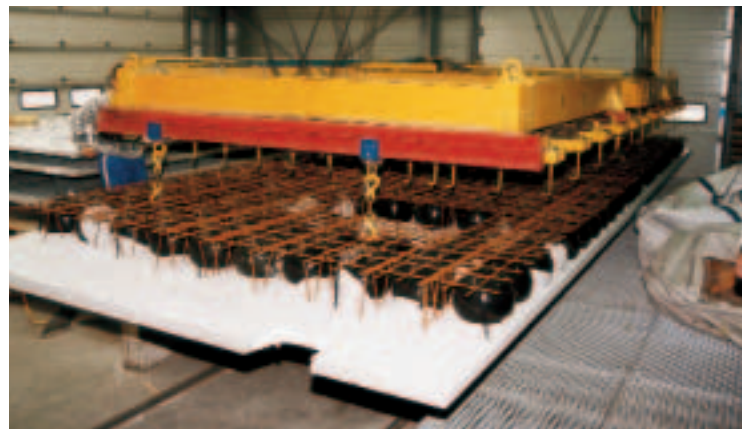
Als bijlage bij deze uitgave verschijnt de CUR-Aanbeveling 86: Bollenplaatvloeren. Tevens is in dit nummer een artikel geplaatst met een toelichting op deze Aanbeveling (zie blz. 95).

1 | Principeddoorsnede bollenplaat-vloersysteem

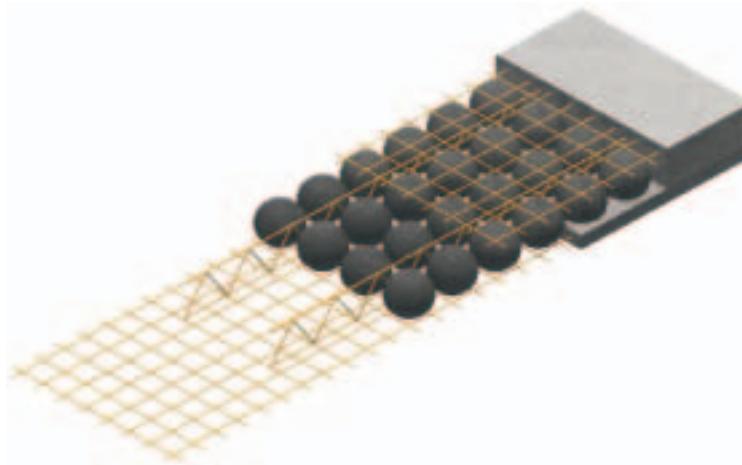


2 | Produktie BubbleDeck-vloerelementen

foto: R. van Kuik



3 | Opbouw vloerelement



Het BubbleDeck-vloersysteem heeft twee kenmerkende eigenschappen:

- de vloer is circa 35% lichter dan een even dikke massieve betonvloer dankzij bolvormige uitsparingen;
- het vloersysteem is een vlakke plaatvloer die de daarop werkende belastingen rechtstreeks afdraagt naar de ondersteuningsconstructie, zonder toepassing van balken en verzwaarde kolomkoppen.

De gewichtsbesparing wordt bereikt door de vloer te voorzien van holle kunststof bollen, geklemd tussen de constructieve onder- en bovenwapening (fig. 1 en foto 2). Deze gewichtsbesparing leidt tot een reductie van de belasting op ondersteunende constructiedelen, zoals wanden en kolommen en uiteindelijk de fundering van een gebouw. De totale gewichtsbesparing op de gebouwconstructie kan oplopen tot 40 à 50%. Een vloerelement bestaat uit een fabrieksmatig samengestelde wapeningskorf voorzien van de nodige constructieve onder- en bovenwapening, tralieliggers en kunststof bollen. De wapeningskorf wordt in de meeste gevallen aan de onderzijde voorzien van een betonschil met een minimale dikte van 60 mm (fig. 3). De vloerelementen hebben een breedte tot maximaal 3 m en een lengte tot circa 10 m.

Op de bouwplaats worden de vloerelementen samengesteld tot één geheel, een vlakke gewapendbetonvloer. Dit gebeurt met behulp van koppelwapening en in het werk gestort beton. De maximale elementlengte legt geen beperkingen op aan de te realiseren

overspanning. De vloerelementen worden immers ook in de lengterichting doorgekoppeld. Er kunnen 'oneindig' lange vloervelden worden gemaakt zonder voegen.

Ontwerp

Een gebouwconstructie met BubbleDeck-vloeren kenmerkt zich door een minimaal aantal constructieve elementen met een eenvoudige rechte vorm. Dit betekent kolommen zonder verzwaarde kolomkoppen of consoles, wanden zonder oplegnokken en vlakke betonvloeren zonder balken. Dit leidt tot constructies met een constructiehoogte die gelijk is aan de vloerdikte. De gelijke vloerdikte biedt de mogelijkheid tot een eenvoudige bouwkundige detaillering en maakt een vrij leidingverloop in willekeurige richtingen mogelijk.

Ontwerpvloerdikte

Het BubbleDeck-vloersysteem kent vijf gestandaardiseerde dikten. Tabel 1 bevat gegevens van de in productie zijnde standaard-vloertypen.

De ervaring leert dat voor een eerste ontwerpbenadering bij de in de tabel aangegeven belastingen voor de vloerdikte kan worden uitgegaan van $h = \pm 1/30 l_{\min}$. l_{\min} wordt gedefinieerd conform NEN 6720 (VBC 1995) als de overspanning van de vloer of in geval van puntvormig ondersteunde

Tabel 1 | Standaard-vloerdikten h , bijbehorende boldiameters D , eigen gewicht van de vloer G en indicatie van overspanningen c.q. stramienmaten (m) bij een veranderlijke belasting O_{van} 2,5 à 4,0 kN/m²

vloerdikte h (mm)	230	280	340	390	450
boldiameter D (mm)	180	225	270	315	360
eigen gewicht vloer G (kN/m ²)	3,7	4,6	5,5	6,4	7,3
bij volledig bollenpatroon					
indicatieve overspanning c.q. stramienmaat (m)*	6 - 7	7 - 8	8 - 9	10-11	12-14

*) De overspanningen worden zowel door technische als bouweconomische randvoorwaarden bepaald. Technische randvoorwaarden zijn de vloergeometrie, de wijze van ondersteuning alsmede de aard en grootte van de op de vloer werkende belastingen. Een relatief dunne vloer vergt meer wapening dan een dikkere vloer bij gelijke belasting. De bepaling van de optimale vloerdikte is in bouweconomisch opzicht een afweging tussen vloerdikte en de daarbij behorende hoeveelheid betonstaal.

vloeren, de stramienmaat van de ondersteunende kolommen. De definitieve vloerdikte moet uiteraard worden bepaald rekening houdend met de vloergeometrie, de wijze van ondersteuning en de specifieke belastingen.

Opgemerkt wordt dat een BubbleDeck-vloer in een grotere vloerdikte kan worden uitgevoerd dan is aangegeven in tabel 1, door de vloer hoger af te storten. Dit kan een oplossing zijn voor plaatselijk grotere belastingen of overspanningen.

Geluidswering

Bij toepassing als woningscheidende vloer voldoet een BubbleDeck-vloer aan de eisen van geluidswering, indien aan de eis van voldoende massa wordt voldaan. Voor de vloerdikten 230 en 280 mm betekent dit dat vol-

doende aanvullende massa moet worden verkregen door het aanbrengen van een afwerkvloer. De overige vloerdikten hebben voldoende massa bij toepassing als woningscheidende vloer.

Duurzaam bouwen

Het BubbleDeck-vloersysteem is in november 1999 door het ministerie van VROM genomineerd voor de Milieuprijs voor de Industrie 1999 in de categorie 'Duurzaam product'. De milieuvriendelijkheid is aansprekend: toepassing van het vloersysteem bespaart 35 à 50% op de voor gebouwconstructies benodigde grondstoffen. Ook op de voor de winning en het transport van deze grondstoffen benodigde energie wordt bespaard. Verder zijn de kunststof bollen vervaardigd van gerecyclede hoge dichtheids-polyethyleen (HDPE), een hoogwaardige kunststof die op deze wijze een nieuwe levenscyclus meemaakt. De kunststof hecht niet aan beton, waardoor de bollen en het beton bij sloop eenvoudig zijn te scheiden. Dit is een belangrijke voorwaarde voor de hergebruiksmogelijkheid van betongranulaat.

Uitvoering

De voordelen van prefabricage en ter plaatse gestort beton komen vooral in de uitvoering optimaal tot hun recht. Een gebouw met het BubbleDeck-vloersysteem bestaat uit dragende kolommen en even-



4 | Plaatsen vloerelementen in het werk
foto: R.Plug

tueel wanden waarover vlakke plaatvloeren worden gelegd. Werkzaamheden voor het maken of plaatsen van verdikte kolomkoppen en balken zijn dus niet aan de orde.

Hierbij komt dat de plaatsing van de tot 3 m brede elementen relatief snel kan verlopen en dat daarmee tegelijkertijd een groot deel van de vloerwapening is aangebracht, aangezien deze reeds is opgenomen in het vloerelement. Na plaatsing van de elementen wordt de vloer afgevlachten. De ervaring leert dat een redelijke indicatie voor de hoeveelheid in het werk te vlechten betonstaal gemiddeld circa 40 % is van de totale hoeveelheid in de vloer toe te passen betonstaal (foto 4).

Na het aanbrengen van de randbekisting wordt de vloer gestort. Door de aanwezige kunststof ballen wordt bij de BubbleDeck-vloer met betonschil ongeveer de helft van de hoeveelheid beton gestort die nodig zou zijn voor een mas-sieve betonvloer met gelijke dikte. Het storten geschiedt gewoonlijk met normaal grindbeton met een grootste korrelafmeting $D_{\max} = 31,5$ mm. Voor de 230 mm dikke vloer wordt aangeraden geheel of gedeeltelijk $D_{\max} = 16$ mm toe te passen, afhankelijk van de wapeningsdichtheid. Indien de betonspecie in het werk wordt gebracht met een betonpomp is de verwerkbaarheid meestal consistent gebied 4.

Uitvoeringsvolgorde

De werkvolgorde bij het samenstellen van de vloer in het werk is als volgt:

- plaatsen stempelrijen maximaal h.o.h. 1,80 m haaks op de richting van de tralieliggers in het element;
- plaatsen vloerelementen op de stempelrijen, direct vanaf de vrachtwagen;
- aanbrengen koppelstaven op de betonschil, eventuele ponswapening en kolomstrookwapening, overige bijlegstaven en haarspelden ter plaatse van

vloerranden en sparingen, koppelnetten op de bovenwapening ter plaatse van de elementvoegen;

- aanbrengen randbekisting en afdichten van eventuele stortnaden;
- storten van de vloer, eventueel gevolgd door afwerken van het oppervlak;
- na verharding verwijderen van randbekisting en stempels, behoudens eventuele kruipstempels, in overleg met de hoofdconstructeur;
- verwijderen kruipstempels.

Praktijkvoorbeelden

De Millenniumtoren te Rotterdam met 24 000 m² vloeroppervlak, was het eerste grote markante project sinds de introductie van het vloersysteem in 1997. Stubeco onderscheidde deze toe-

passing met een eervolle vermelding in het kader van de Uitvoeringsprijs.

Vanaf begin 2000 zijn circa veertig projecten uitgevoerd met het BubbleDeck-vloersysteem.

Het vloersysteem kan ook in niet-hoogbouw worden toegepast. Bij de drie voorbeelden die hierna worden beschreven, was dit het geval.

Oval Tower te Oss

Dit torenachtige gebouw met een ellipsvormige vloerplattegrond vormt het nieuwe hoofdkantoor van Organon (foto 5). Het totale vloeroppervlak aan verdiepingen en dakvloeren bedraagt circa 5800 m². De stabiliteit van het gebouw wordt verzorgd door een vrij langgerekte gewapend-betonnen kern die schuin op de langste hoofdas van de ellipsvormige plattegrond

5 | Aanzicht van de vrijwiel-gerede constructie van de Oval Tower

foto: Ton Borsboom

Architect:

Van den Broek en Bakema, Rotterdam

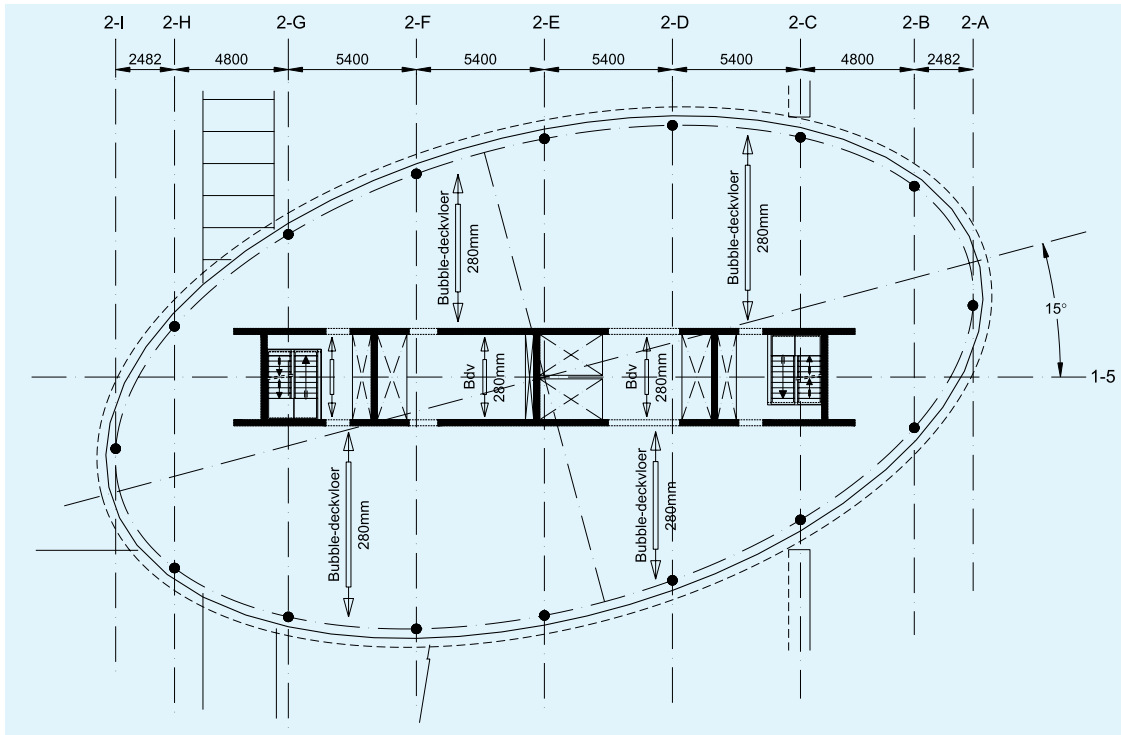
Hoofdconstructeur:

Ulehake Bouwconstructies, Oss

Hoofdaannemer:

Bouwbedrijf Berghege, Oss





6 | Ellipsvormige plattegrond van de Oval Tower met schuinstaande kern

is geprojecteerd (fig. 6). De vliesgevel draagt per verdieping op de vloerrand. Ter plaatse van de gevel zijn rondom betonkolommen geplaatst. De maximale vloeroverspanning is circa 8,50 m.

De onderzochte constructievarianten voor de vloer waren een kanaalplaatvloer, ter plaatse van de gevel opgelegd op een in het werk gestorte ellipsvormige randbalk en bij de kern op aangestorte nokken, versus een vlakke BubbleDeck-vloer direct dragend op de gevelkolommen, zonder randbalk en oplegnokken bij de kern. Voor de laatstgenoemde vloerconstructie werd gekozen op basis van de aanzienlijke vereenvoudiging van de constructie, de uitvoeringsvoordelen en besparing op bouwtijd. Toegepast zijn 280 mm dikke vloeren. Enkele verdiepingvloeren zijn in 340 mm dik, in verband met hogere vloerbelastingen. Het grootste deel van de verdiepingvloeren is uitgevoerd als monoliet afgewerkte betonvloer, zonder dekvloeren.

Kantoorgebouw Leidschenpoort te Leidschendam

Dit kantoorgebouw beslaat totaal circa 25 000 m² vloeroppervlak

aan verdieping- en dakvloeren (foto 7). Er zijn drie constructief te onderscheiden onderdelen: een parkeerkelder van circa 5000 m², een onderbouw van twee verdiepingen en daarop drie kantoorstorens. De stabiliteit wordt verzorgd door betonnen kernen in de kantoorstorens. De vloeren worden door de kernen en door betonkolommen gedragen. De gevels bestaan uit betonnen gevelelementen in combinatie met een vliesgevel. De gevels dragen per verdieping op de vloerrand. De maatgevende vloeroverspanning bedraagt 8,10 m.

De onderzochte constructievarianten voor de vloer waren een breedplaatvloer met verzwaarde stroken en randbalken, versus een vlakke BubbleDeck-vloer, zonder balken en direct dragend op de betonkolommen.

De laatste vloerconstructie werd met name gekozen met het oog op de aanzienlijk vereenvoudigde uitvoering en detaillering en de besparing op bouwtijd. De geringere constructiehoogte van het dek van de parkeerkelder bood daarnaast het voordeel dat de kelderconstructie minder diep behoefde te worden ontgraven.

Door het ontbreken van balken en verzwaarde stroken konden rechte en zo kort mogelijke leidingen onder de vloer worden doorgevoerd.

De meeste vloeren zijn 280 mm dik. Een gedeelte van het dek van de parkeerkelder en een gedeelte van de verdiepingvloeren in één van de torens zijn 340 mm dik in verband met grotere vloerbelastingen, respectievelijk de plaatselijk grote uitkragingen van de gevel. De verdiepingvloeren van de kantoorstorens zijn monoliet afgewerkt, dus zonder dekvloeren.

Bedrijfsgebouw Control Techniques te Shiedrecht

Dit bedrijfsgebouw bestaat uit een bedrijfshal en een daarvoor gelegen kantoor met drie verdiepingen en een dakvloer. Het kantoorgedeelte bevat circa 2000 m² verdieping- en dakvloeren. De stabiliteit wordt verzorgd door een relatief kleine betonnen kern in combinatie met betonwanden. De vloerplattegrond is een veelhoek met vier hoekpunten, waardoor geen enkele gevel parallel is aan een andere. De gevel bestaat uit gemetselde borstweringen



7 | **Uitvoering van
Kantoorgebouw
Leidschenpoort te
Leidschendam**

foto: Hans Koreman

Architect:

ZZ+P Architecten, Amstelveen

Hoofdconstructeur:

Adviesbureau Broersma,

Den Haag

Hoofdaannemer:

Nelis Utiliteitsbouw, Haarlem

met daartussen doorlopende kozijnpartijen. Voor de keuze van het vloersysteem kwam BubbleDeck al snel bouwtechnisch en qua kostprijs als aantrekkelijkste optie naar voren. De onregelmatige vloerplattegrond maakte het nauwelijks mogelijk een rationeel balkensysteem te kiezen in combinatie met kanaalplaatvloeren of breedplaatvloeren. Bovendien was de eis dat de gemetselde gevels per verdieping door de vloer werden gedragen. Boven de entree van het gebouw op een van de hoeken verspringen bovendien de gevels per verdieping. Dit maakte het noodzakelijk dat de vloeren daar een geveldragende

functie moesten hebben zonder dat balken in het zicht kwamen. Alle verdiepings- en dakhloeren zijn 340 mm dik. De vloeren dragen op de betonnen kern en de stabiliteitswanden en slechts zes centrale betonkolommen. Dit was mogelijk omdat bij toepassing van BubbleDeck-vloeren een regelmatig kolomstramien niet noodzakelijk is. Ter plaatse van de voor- en achtergevel draagt de vloer rechtstreeks op verzinkt stalen kolommen, voorzien van een stalen oplegplaat.

Tot slot

De eigenschappen en voordelen van het BubbleDeck-vloersysteem

hebben inmiddels tot grote belangstelling geleid. De voordelen kunnen maximaal worden benut bij afweging in een zo vroeg mogelijk stadium van het ontwerp. Dan kunnen de constructieve en bouweconomische aspecten goed worden afgewogen. Meer informatie over het BubbleDeck-vloersysteem is te vinden op www.bubbledeck.nl.

In Nederland produceert Dycore het vloersysteem in opdracht van BubbleDeck Nederland. In België is Marmorith de producent in opdracht van BubbleDeck Belgium.

