

Wyniki testów i badań

Testy przeprowadzono m.in. w Danii, Niemczech, Holandii, Brazylii, Malezji i Hongkongu. Wnioski są jednoznaczne:

Płyta BubbleDeck rozkłada siły w lepszy sposób (absolutne optimum) niż jakakolwiek inna pusta konstrukcja stropowa. Ze względu na trójwymiarową strukturę i łagodny, stopniowany przepływ siły, wydrążone kule nie będą miały negatywnego wpływu i nie spowodują utraty wytrzymałości.

Płyta BubbleDeck zachowuje się jak struktura przestrzenna - jako pierwsza znana pusta betonowa konstrukcja

podłogowa. Testy wykazały, że wytrzymałość na ścinanie jest nawet wyższa niż zakładano.

Wskazuje to na pozytywny wpływ kulek i obecności dźwigarów kratowych. Co więcej, praktyczne doświadczenie wskazuje na pozytywny wpływ w procesie betonowania - kulki powodują efekt podobny do dodatków uplastyczniających.

Wszystkie testy, oświadczenia i doświadczenie inżynierskie potwierdzają oczywisty fakt, że płyta BubbleDeck:

w jakikolwiek sposób działa jak solidna płyta - a zatem

będzie podlegać tym samym zasadom/przepisom, co płyta lita (o zmniejszonej masie), a ponadto,

prowadzi do znacznych oszczędności

Zawartość

WYNIKI TESTÓW I BADAŃ	1
Treść	2
A. Wytrzymałość na zginanie i zachowanie przy ugięciu	3
B. Wytrzymałość na ścinanie	4
Nożyce do wykrawania	5
Dynamiczne nożyce do wykrawania	6
C. Kotwiczenie	6
D. Ogień	7
E. Pełzanie	9
F. Dźwięk	9
G. Ogólnie	10
Różne	11
Wibracje	11
Stawy	12
Oszczędności	12
Zatwierdzenie przez władze	12
Wnioski	13
Obudowy	13

A. Wytrzymałość na zginanie i zachowanie przy ugięciu

Raport Uniwersytetu Technologicznego w Eindhoven / Holandia - Załącznik A1.

Praca doktorska jest realizowana we współpracy z Uniwersytetem Technicznym w Delft (Holandia).

Płyta BubbleDeck jest porównywana z płytą litą zarówno pod względem praktycznym, jak i teoretycznym. Zachowanie jest dokładnie takie samo jak w przypadku płyty litej, zarówno w sytuacjach krótko-, jak i długoterminowych. Wyniki przedstawiono dla płyt o grubości 230 mm (typ 1) i 455 mm (typ 2).

Raport z testów ("Biegung") z Uniwersytetu Technicznego w Darmstadt / Niemcy - Załącznik A2.

Wyniki testów praktycznych porównano z analizą teoretyczną, stwierdzając zgodność między teorią a praktyką. Różnice w ugięciach są bardzo małe i można je wytłumaczyć niewielką różnicą w sztywności:

W % pełnej płyty	Płyta BubbleDeck a płyta pełna		
	Ta sama siła	Ta sama sztywność zginania	Ta sama objętość betonu
Siła	100	105	150 *)
Sztywność na zginanie	87	100	300
Objętość betonu	66	69	100

*) Pod warunkiem takiej samej ilości stali. Beton sam w sobie ma o 220% większy efekt. Na podstawie raportu opublikowano artykuły w:

"Darmstadt Concrete" (Rocznik poświęcony betonowi i konstrukcjom betonowym) - Załącznik A3.

który podsumowuje kilka testów.

Test obciążenia statycznego, Brasilia / Brazylia - Załącznik A4.

Test obciążenia statycznego został przeprowadzony na ukończonym projekcie "Centro Administrativo do Distrito Federal" o powierzchni 170 000 m² w Brasilii (Brazylia). Testy zostały przeprowadzone przez CONCREMAT Engenharia e Tecnologia

S.A. W celu weryfikacji ugięć krótkoterminowych przetestowano dwa obszary: przęsło narożne i przęsło wewnętrzne. Ugięcia teoretyczne zostały wyznaczone za pomocą standardowych metod obliczeniowych.

	Ugięcia [mm]		
	Teoretyczne	Mierzone	Zmierzone ugięcie w procent obliczonej
Zatoka wewnętrzna	1.73	0.55	32 %
Wnęka narożna	2.86	0.86	30 %

Raport z testów Chińskiego Narodowego Centrum Badań Inżynieryjnych, 2017 - Załącznik A5.

Przeprowadzono dwukierunkowe testy zginania w celu zbadania wytrzymałości na zginanie, a także właściwości konstrukcyjnych dwukierunkowej płyty BubbleDeck pod obciążeniami poprzecznymi.

Wnioski: Wszystkie próbki poddane dwukierunkowemu zginaniu były w stanie utrzymać swoją wytrzymałość na zginanie w sposób ciągły.

B. Wytrzymałość na ścinanie

Wyniki szeregu testów praktycznych potwierdzają - po raz kolejny oczywistość - że wytrzymałość na ścinanie zależy wyłącznie od efektywnej masy betonu.

Do obliczeń stosuje się współczynnik 0,6 dla nośności na ścinanie dla litej płyty o identycznej wysokości.

Gwarantuje to duży margines bezpieczeństwa.

*Raport AEC Consulting Engineers Ltd. / Profesor M.P. Nielsen - Uniwersytet Techniczny w Danii.
Załącznik B1.*

Przetestowano wytrzymałość na ścinanie, a także na przebicie.

Testy przeprowadzono na elementach testowych o grubości 188 mm.

Nośność na ścinanie została zmierzona dla stosunku a/d (odległość od przyłożonej siły do podpory podzielona przez grubość płyty) na 1,4.

Wytrzymałość na ścinanie (zginanie)

Nośność na ścinanie została zmierzona na poziomie 81% w porównaniu z płytą litą.

Ścinanie wykrawające

Średnia nośność na ścinanie została zmierzona na poziomie 91% w porównaniu z wartościami obliczonymi dla płyty litej.

Raport Instytutu Badawczego A+U / Profesor Kleinmann - Uniwersytet Technologiczny w Eindhoven / Holandia - Załącznik B2.

Solidna płyta została porównana z dwoma typami płyt BubbleDeck - jedną z luznymi dźwigarami (typ L) i jedną z zabezpieczonymi dźwigarami (typ V) - grubość płyty 340 mm.

Nośność na ścinanie została zmierzona dla dwóch współczynników a/d (odległość od przyłożonej siły do podpory podzielona przez grubość płyty). Wyniki były następujące:

Nośność na ścinanie (w % pełnej płyty)	$a/d = 2.15$	$a/d = 3.0$
Płyta pełna	100	100
Płyta BubbleDeck, zabezpieczone dźwigary	91	78 (81) ¹
Płyta BubbleDeck, luzne dźwigary	77	

¹ Skorygowano dla elementów testowych o dłuższym czasie utwardzania

"Darmstadt Concrete" (Rocznik poświęcony betonowi i konstrukcjom betonowym) - Załącznik B3.

Na podstawie raportu z testu ("Biegung") przeprowadzonego przez Uniwersytet Techniczny w Darmstadt w Niemczech (Załącznik A2). $a/d = 3.7$

Nośność na ścinanie została zmierzona na poziomie 72-78% podobnej płyty litej.

Raport "Optymalizacja konstrukcji betonowych" / John Munk & Tomas Moerk - Szkoła Inżynierska w Horsens / Dania - Załącznik B4.

Porównano płytę litą z płytą - w próbkach nie zastosowano dźwigarów (tylko drut wiążący) - grubość płyty 130 mm. Nośność na ścinanie została zmierzona dla stosunku a/d (odległość od przyłożonej siły do podpory podzielona przez grubość płyty) wynoszącego $a/d = 2,3$. Wyniki były następujące:

Nośność na ścinanie (w % pełnej płyty)	$a/d = 2.3$
Płyta pełna	100
Płyta BubbleDeck, bez dźwigarów	76

Nożyce do wykrawania

Raport AEC Consulting Engineers Ltd. / Profesor M.P. Nielsen - Uniwersytet Techniczny w Danii. Załącznik B1.

Średnia nośność na ścinanie wynosi 91% w porównaniu z płytą litą.

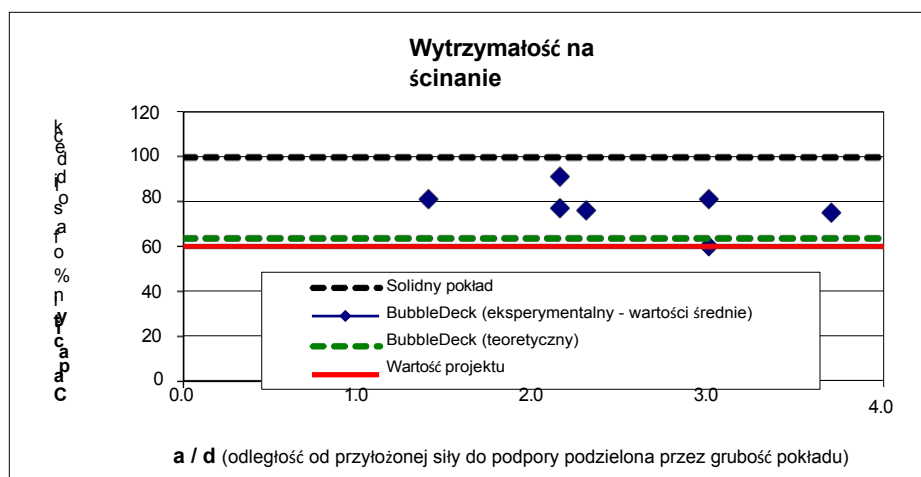
"Darmstadt Concrete" (Rocznik poświęcony betonowi i konstrukcjom betonowym) - Załącznik B3.

Testy przeprowadzono na płytach BubbleDeck o grubości 230 i 450 mm.

Miejscowe przebicie nie wystąpiło.

Wzór pęknięć był podobny do wzoru pęknięć litych płyt.

Wyniki testu zostały podsumowane na poniższym wykresie:



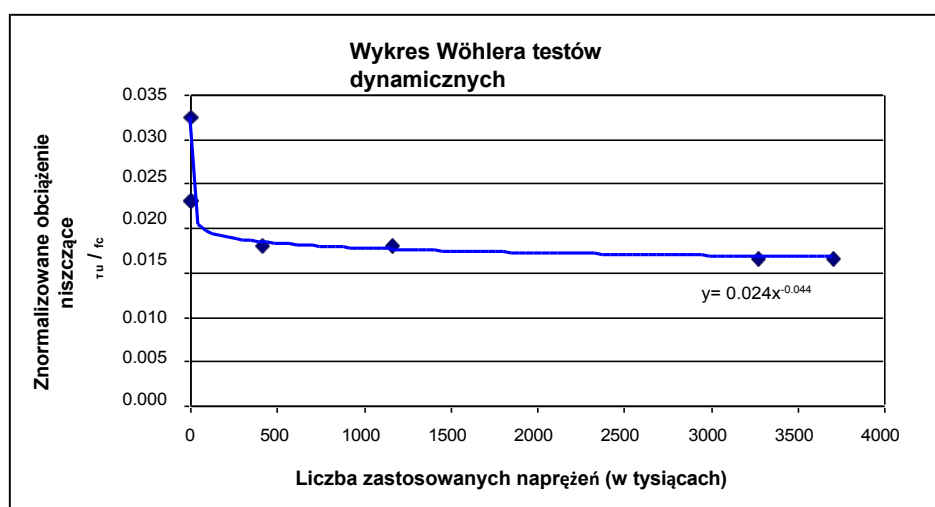
Dynamiczne ścinanie wykrawające

Raport "Wytrzymałość płyty BubbleDeck na ścinanie przy przebijaniu" autorstwa Andersa Brøndena, Jensa Christiana Haukohla i Martina Hoft Jørgensen - Politechnika Duńska - Załącznik B5.

Znormalizowane obciążenie niszczące jest zdefiniowane przez

$$\frac{\tau_u}{f_c} = \frac{P}{u \cdot h \cdot f_c} ; \quad \text{obwód sterujący, } u = \pi \cdot (d + h)$$

który zastosowano do wyników eksperymentalnych, daje następujący wykres Wöhlera:



C. Kotwiczenie

Raport z testów sporządzony przez Koning & Bienfait b.v. / Holandia - Załącznik C1.

Trzy bloki testowe płyt BubbleDeck zostały porównane z trzema blokami testowymi płyt pełnych - z takim samym zbrojeniem. Kotwienie w obu typach jest identyczne. Kulki nie mają wpływu na zakotwiczenie.

Raport BYG-DTU R-074 2003 sporządzony przez Gudmand-Høyer - Technical University of Denmark - Załącznik C2

Wskazówki dotyczące obliczania nośności momentów w połączeniu płyt BubbleDeck.

Raport BYG-DTU SR-03-20 2003 sporządzony przez Gudmand-Høyer - Technical University of Denmark - Załącznik C3

Testy eksperymentalne, potwierdzające teoretyczne podejście opisane w Załączniku C2, dotyczące sposobu obliczania nośności na moment w połączeniu płyt BubbleDeck.

D. Ogień

Raport TNO dla Weena Tower / Rotterdam - Załącznik D1

Płyta 330 mm jest odporna na ogień przez 60 minut przy pokrywie betonowej 20 mm.

Raport TNO - Załącznik D2

Płyta 230 mm jest ognioodporna przez 120 minut przy pokryciu betonem 35 mm.

TNO czeka, aż komisja CUR przedstawi nowe propozycje konkretnych przepisów dotyczących systemu BubbleDeck. Jak tylko CUR przedstawi swoje wnioski dotyczące technologii BubbleDeck, TNO zmieni swoje zalecenia.

Do tego czasu TNO zaleca przestrzeganie obecnych przepisów dotyczących "pustego rdzenia", stwierdzając:

Separacja:

Brak oddzielenia z powodu pożaru przez co najmniej 120 minut.

Moment zginający:

Zadawalająca do rozpiętości 6,6 m ze zbrojeniem $\varnothing 08/\varnothing 10$.

Rozpiętość można zwiększyć po zwiększeniu wymiarów stali.

Naprężenie ścinające:

Nie się żadnych problemów.

TNO przyznaje, że płyta BubbleDeck jest bliższa płycie pełnej niż płycie z pustym rdzeniem.

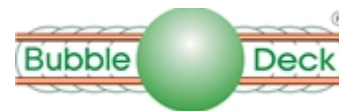
Niemiecki certyfikat testowy numer P-SAC 02/IV-065 zgodnie z normą DIN 4102-2 - obudowa D3

Niemiecki "Materialforschungs- und Prüfungsanstalt für das Bauwesen Leipzig e.V." wydał niemiecki certyfikat testowy numer P-SAC 02/IV-065 dotyczący odporności ogniowej zgodnie z normą DIN 4102-2 (zgodnie z ISO 834-1).

Zalecenie projektowe:

Minimalna otulina betonowa dolnego zbrojenia jako funkcja okresu i odporności ogniowej:

Naprężenie stali	Wykorzysta nie stali	Odporność ogniowa (min)				
		30	60	90	120	180
190	66 %	17 mm	17 mm	17 mm	17 mm	—
286	100 %	17 mm	29 mm	35 mm	42 mm	55 mm



Obliczenie ciągu dla ciśnienia wewnętrznego od ogrzanego powietrza - obudowa D4

Ogrzane powietrze nie ma wpływu (nie stwarza zagrożenia) na konstrukcję.

Próba ogniowa BS 476 część 21: 1987 FSRG 2014/003, Ognioodporność przez co najmniej 120 min, Malesja - obudowa D6

Test ogniowy (1987 FSRG 2014/003) zgodnie z BS 476 część 21 został przeprowadzony na BD285. Test został przerwany po 120 minutach.

Próbka spełniała wymagania określone w BS 476 część 20: 1987 i BS 476 część 21: 1987 dla następujących okresów:

Nośność :	121 minut (test zakończony)
Integralność :	121 minut (test zakończony)
Izolacja :	121 minut (test zakończony)

Próba ogniowa BS 476 część 21: 1987 FSRG 2014/003, Ognioodporność przez co najmniej 120 min, Malesja - obudowa D7

Test ogniowy zgodnie z ABNT NBR 5628:2001 został przeprowadzony na BD285. Test został zatrzymany po 120 minutach.

Próbka spełniała wymagania ABNT NBR 5628:2001 w zakresie bezpieczeństwa pożarowego przez co najmniej 120 minut.

Test ogniowy BS 476 część 21: 1987, Ognioodporność przez co najmniej 250 min, Malesja - Obudowa D8

Test ogniowy zgodnie z ABNT NBR 5628:2001 został przeprowadzony na BD285 z dodatkową osłoną 20 mm. Dwa półprefabrykowane panele zostały umieszczone obok siebie z odstępem 6 mm. Oba panele zostały połączone za pomocą prętów łączących przed drugą warstwą betonowania.

Zastosowano równomiernie rozłożone obciążenie 5 kN/m².

Test został przerwany po 250 minutach na prośbę wnioskodawcy. Płyta zachowała pełną integralność. Próbka

spełniała wymagania normy BS 476 część 21 w zakresie bezpieczeństwa pożarowego przez co najmniej 250 minut.

Próba ogniowa BS 476 część 21: 1987, Ognioodporność przez co najmniej 161 min, Hongkong - obudowa D9

Test ogniowy zgodnie z BS 476 część 21: 1987 w połączeniu z BS 476 część 20: 1987 został przeprowadzony na płycie BubbleDeck BD340 mm.

Test zakończył się po 161 minutach na prośbę sponsora. Panel testowy był w pełni integralny i zdolny do przeprowadzenia testu przyłożone obciążenie 7,5 kN/m².

Próbka spełniała wymagania normy BS 476 część 21 w zakresie bezpieczeństwa pożarowego przez co najmniej 161 minut.

Test ogniowy zgodnie z ASTM E119-16a, Ognioodporność przez co najmniej 120 min, USA - Obudowa D10

Wnioski: Płyta o grubości 8 cali uzyskuje 2-godzinną wytrzymałość montażową przy wystawieniu na działanie ognia zgodnie z metodą testową ASTM E119-16a.

E. Pełzanie

Raport Uniwersytetu Technologicznego w Eindhoven / Holandia - Załącznik E1.

Nie ma znaczącej różnicy między płytą BubbleDeck a płytą litą.

"Darmstadt Concrete" (Rocznik poświęcony betonowi i konstrukcjom betonowym) - Załącznik E2.

Nie ma znaczącej różnicy między płytą BubbleDeck a płytą litą.

Różnice mogą wynikać z faktu, że testy były rozpatrywane tylko w jednokierunkowym przedziale.

F. Dźwięk

Raport Adviesbureau Peutz & Associates bv: Porównanie płyty BD z pustym rdzeniem - obudowa F1.

Przed budową Weena Tower dokonano porównania płyt BubbleDeck i płyt kanałowych. Porównano typy płyt o podobnej wysokości.

Redukcja hałasu w przypadku płyt BubbleDeck była o 1 dB wyższa niż w przypadku płyt .

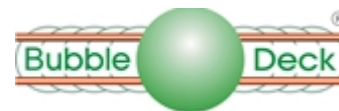
Głównym kryterium redukcji hałasu jest waga płyty, a zatem płyta BubbleDeck najwyraźniej nie będzie działać inaczej niż inne typy płyt o tej samej wadze.

Niemiecki certyfikat testowy numer P-SAC 02/IV-065 dotyczący izolacji akustycznej przy obciążeniu stałym i pod napięciem - Załącznik F2.

Niemiecki "Materialforschungs- und Prüfungsanstalt für das Bauwesen Leipzig e.V." wydał niemiecki certyfikat testowy numer P-SAC 02/IV-065 dotyczący izolacji akustycznej od obciążeń stałych i pod napięciem zgodnie z normą DIN EN ISO 140 / DIN ISO 717.

Wyniki dla płyt 230 i 340 mm są następujące:

	Izolacja akustyczna wymiar	Dodatkowe wartości adaptacji widma (DIN ISO 717-1)						Standardowy poziom dźwięku uderzenia
Pokład	$R_w (C; C_{tr})$	C50-3150	Ctr50-3150	C50-5000	Ctr50-5000	C100-5000	Ctr100-5000	$LC_{w,0} (C1; C50-3150)$
mm	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
230	55 (-2 ; -7)	-2	-8	-1	-10	-1	-8	78 (-11 ; -12)
340	57 (-2 ; -7)	-3	-9	-2	-7	-2	-9	76 (-13 ; -13)



Raport z testów przeprowadzonych przez Adviesbureau Peutz & Associates b.v.: Odporność na dźwięk. Marzec 2004 - Załącznik F3.

Testy terenowe w surowym budynku w Leiden, w Holandii, dotyczące "Odporności na hałas powietrzny i kontaktowy". Płyty miały grubość BD 230 mm ze stałą warstwą podłogi o grubości 30 mm. Pomiary i oceny zostały przeprowadzone zgodnie z normami ISO 717-1:1996 i NEN 5077:2001

Ważona redukcja dźwięku (pionowa)	$R'_w (C; C_{tr})$	=	54 (-1; -14)
Wskaźnik redukcji dźwięku przenoszonego drogą powietrzną	l_{lu}	=	+ 3
Poziom odporności na uderzenia (pionowy)	$L'_{n,Tw (C1)}$	=	72 (-14)
Wskaźnik redukcji dla dźwięku uderzeniowego	l_{co}	=	+ 2
Poziom odporności na uderzenia (poziomy)	$L'_{n,Tw (C1)}$	=	63 (-13)
Wskaźnik redukcji dla dźwięku uderzeniowego	l_{co}	=	+ 10

Raport z testu przeprowadzonego przez Ian Sharland Ltd: Izolacja od dźwięków powietrznych i uderzeniowych. Listopad 2005 - Załącznik F4.

Testy terenowe w Le Coie Housing Development w St. Helier, Jersey, dotyczące "Izolacji od dźwięków powietrznych i uderzeniowych". Płyty miały grubość BD 285 mm i stanowiły część standardowej podłogi z sufitem i jastrychem. Pomiary i oceny zostały przeprowadzone zgodnie z normami ISO 140-4:1998, ISO 140-7:1998, ISO 717-1:1997 i ISO 717-2:1997.

Wpływ pionowy (średnia) został zmierzony do:	L_{nTw}	=	44 dB
Pionowa wysokość lotu (średnia) została zmierzona do:	D_{nTw}	=	59 dB

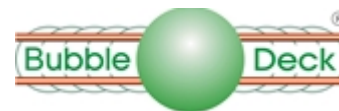
Wyniki pokazują, że testowane konstrukcje podłogowe spełniają i znacznie przewyższają wymagania brytyjskich przepisów budowlanych (2000)

G. Ogólnie

Raport z Uniwersytetu Technicznego w Eindhoven / Holandia - Szerokie porównanie betonowych systemów podłogowych. Grudzień 1997 - Załącznik G.

Zalety systemu BubbleDeck nie były znane na tym wczesnym etapie, ale mimo to system BubbleDeck znalazł się na szczycie listy.

Następnie uznano, że "Elastyczność", "Wykonanie" i "Środowisko" są na wyższym poziomie (dając technologii BubbleDeck co najmniej 4 punkty więcej w tym porównaniu).



H. Porównanie kosztów i cen

Raport Uniwersytetu Technicznego w Eindhoven / Holandia - Załącznik H1.

W związku z testami ogólnymi przeprowadzono kalkulację całkowitego kosztu ratusza w den Haag. Ratusz został zbudowany ze sprężonych elementów monolitycznych. Kompletna konstrukcja została oceniona w celu dokonania wiarygodnego porównania.

Przeprowadzono dwa rodzaje porównań:

1.

Porównano płytę BubbleDeck i płytę pełną w trzech różnych układach - rozmieszczenia słupów. Obliczenia wykonano dla coraz większych rozpiętości w kierunku x.

Dla danej kombinacji rozpiętości i grubości płyty, płyta BD była o 5-16% tańsza niż płyta pełna.

Należy podkreślić, że optymalna kombinacja grubości płyty i rozmieszczenia słupów w systemie BubbleDeck różni się od płyty litej. Prawidłowe porównanie musi uwzględniać ten fakt, co zostało zrobione w drugim porównaniu:

2.

Do porównania wprowadzono dwa warianty płyt BubbleDeck.

Wynik był jasny - budynek z systemem BubbleDeck był znacznie tańszy niż tradycyjny system. Całkowite oszczędności wyniosły około 20%.

Raport AEC Consulting Engineers Ltd. / Profesor M.P. Nielsen - Uniwersytet Techniczny w Danii - Załącznik H2.

Porównywane są płyty BubbleDeck i płyty pełne.

Uwzględniono jedynie różnice w materiałach dotyczących płyt. *Nie są brane* pod uwagę zalety projektu budynku i procesu budowlanego.

Przy tej samej ilości stali i , płyta BubbleDeck ma o 40% większą rozpiętość, a ponadto jest o 15% tańsza.

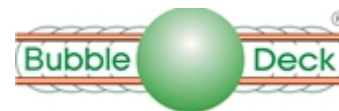
Dla tej samej rozpiętości system BubbleDeck zmniejsza ilość betonu o 33% i obniża cenę o 30%.

Różne

Wibracje

Płyta BD zachowuje się podobnie jak płyta pełna, ale z nieco innymi parametrami, ze względu na zmniejszoną masę i 10% redukcję sztywności w obszarach pustych (nadal 100% w obszarach pełnych). Doprowadzi to do niewielkiej różnicy w częstotliwościach własnych/węzłach drgań.

Oficjalny przewodnik projektowania CRSI (USA) zawiera zalecenia dotyczące wibracji, w tym BD: strona 21+22, strona 45-55 - obudowa I1.



Stawy

Płyta BD może być wykonana na kilka sposobów przy użyciu powszechnie znanych metod wykonawczych przy użyciu standardowych rusztowań, półprefabrykowanych paneli, a nawet pełnych prefabrykowanych paneli.

W przypadku półprefabrykowanego wariantu wykonania, połączenia między panelami muszą być zaprojektowane i wykonane zgodnie z dostępnymi normami, a jeśli normy krajowe nie są dostępne, należy zachować normy BD.

Weryfikację wydajności złączy można znaleźć w obszernych raportach Królewskiego Uniwersytetu KU Leuven w Belgii - Załącznik J1.

Oszczędności

Oszczędności można oczekiwać pod wieloma względami.

W przypadku Weena Tower doświadczenie pokazuje redukcję o 35% niezbędnego czasu pracy żurawi. Jest to bardzo ważny aspekt, szczególnie w przypadku wysokich budynków, ze względu na dużą ilość przestojów spowodowanych wiatrem.

Co więcej, cykl montażu został skrócony z 5 do 4 dni na kondygnację.

Potwierdzają to poniższe projekty, w których redukcję o 1-2 dni na kondygnację. Kolejne prace są uproszczone.

Oszczędności można również oczekiwać przez cały okres eksploatacji budynku ze względu na wysoki stopień elastyczności.

Zatwierdzenie przez władze

Eurokody

Zasady systemu BubbleDeck są zintegrowane z Eurokodami [EN 13747:2005+A1].

Duńskie standardy

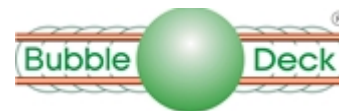
Płyta BubbleDeck może być obliczona na podstawie uznanych zasad i zgodnie z istniejącymi normami - Dyrekcja Budownictwa i Mieszkalnictwa, Gmina Kopenhaga, 1996.

Niemieckie standardy

Płyta BubbleDeck może być stosowana zgodnie z obowiązującymi normami technicznymi według Deutsches Institut für Bautechnik, 1994.

Standardy holenderskie

Od listopada 2001 r. system BubbleDeck jest włączony do holenderskich standardów (przez CUR - Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving).



Standardy brytyjskie

Płyta BubbleDeck może być traktowana jako normalna płaska płyta wsparta na słupach (BS 8110) zgodnie z CRIC (Concrete Research & Innovation Centre under the Imperial College of Science, Technology & Medicine), 1997.

Wnioski

Płyta BubbleDeck rozkłada siły w lepszy sposób (absolutne optimum) niż jakakolwiek inna pusta konstrukcja stropowa. Ze względu na trójwymiarową strukturę i delikatny, stopniowany przepływ siły, puste obszary nie będą miały negatywnego wpływu i nie spowodują utraty wytrzymałości.

Płyta BubbleDeck zachowuje się jak struktura przestrzenna - jako jedyna znana pusta betonowa konstrukcja podłogowa.

Testy wykazały, że wytrzymałość na ścinanie jest nawet wyższa niż zakładano.

Wskazuje to na pozytywny wpływ piłek. Co więcej, praktyczne doświadczenie pokazuje pozytywny efekt w procesie betonowania - kulki powodują efekt podobny do dodatków uplastyczniających.

Wszystkie testy, oświadczenia i doświadczenie inżynierskie potwierdzają oczywisty fakt, że płyta BubbleDeck,

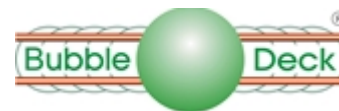
w jakikolwiek sposób działa jak solidna płyta - i w konsekwencji

będzie przestrzegać tych samych zasad/przepisów, co płyta lita (o zmniejszonej masie), a ponadto

prowadzi do znacznych oszczędności

Obudowy

- A1** Raport z Uniwersytetu Technologicznego w Eindhoven / Holandia
- A2** Raport z badań ("Biegung") Uniwersytetu Technicznego w Darmstadt / Niemcy **A3**
"Darmstadt Concrete" (Rocznik poświęcony betonowi i konstrukcjom betonowym) **A4**
Raport z testu - Test obciążenia statycznego z projektu w Brazylii / Brazylia
- B1** Raport AEC Consulting Engineers Ltd. / Profesor M.P. Nielsen - Politechnika Duńska
- B2** Raport Instytutu Badawczego A+U / Profesor Kleinmann - Uniwersytet Techniczny Eindhoven / Holandia
- B3** "Darmstadt Concrete" (coroczne czasopismo poświęcone betonowi i konstrukcjom betonowym)



- B4** Raport "Optymalizacja konstrukcji betonowych" - Szkoła Inżynierska w Horsens / Dania
- B5** Raport "Wytrzymałość na przebicie BubbleDeck" - Uniwersytet Techniczny w Danii

- C1** Raport z testów sporządzony przez Koning & Bienfait b.v. / Holandia
- C2** Raport BYG-DTU R-074 2003 - Ph.D. Gudmand-Høyer - Politechnika Duńska
- C3** Raport eksperymentalny BYG-DTU SR-03-20 2003 - Ph.D. TGH - Uniwersytet Techniczny w Danii

- D1** Raport TNO dla Weena Tower / Rotterdam / Holandia
- D2** Raport TNO dla płyty 230 mm - ognioodporność w ciągu 120 minut
- D3** Niemiecki numer certyfikatu testowego P-SAC 02/IV-065 zgodnie z normą DIN 4102-2
- D4** Obliczenie ciągu dla ciśnienia wewnętrznego z ogrzanego powietrza
- D5** Raport od Adviesbureau Peutz & Associates b.v.: Transfer ciepła w BubbleDeck
- D6** Próba ogniowa BS 476 część 21: 1987 FSRG 2014/003, Ognioodporność przez co najmniej 120 minut, Malesja
- D7** Test ogniowy ABNT NBR 5628:2001, Ognioodporność przez co najmniej 120 min, Brazylia
- D8** Próba ogniowa BS 476 część 21: 1987 FSRG 2014/003, Ognioodporność przez co najmniej 250 min, Malesja
- D9** Próba ogniowa BS 476 część 21: 1987 FSRG 2014/003, Ognioodporność przez co najmniej 161 min, Hongkong
- D10**

- E1** Raport z Uniwersytetu Technologicznego w Eindhoven / Holandia
- E2** "Darmstadt Concrete" (coroczne czasopismo poświęcone betonowi i konstrukcjom betonowym)

- F1** Raport od Adviesbureau Peutz & Associates b.v.: Porównanie BubbleDeck vs. Hollow core
- F2** Niemiecki numer certyfikatu testowego P-SAC 02/IV-065: Izolacja akustyczna przy obciążeniu stałym i pod napięciem
- F3** Raport z testów sporządzony przez Adviesbureau Peutz & Associates b.v.: Odporność na dźwięk. Marzec 2004.
- F4** Raport z testu przeprowadzonego przez Ian Sharland Ltd: Izolacja od dźwięków powietrznych i uderzeniowych. Listopad 2005.

- G1** Raport z Uniwersytetu Technologicznego w Eindhoven / Holandia - Szerokie porównanie betonowych systemów podłogowych. Grudzień 1997

- H1** Raport z Uniwersytetu Technologicznego w Eindhoven / Holandia
- H2** Raport AEC Consulting Engineers Ltd. / Profesor M.P. Nielsen - Politechnika Duńska