

GĘSTOŻEBROWE

Część 1

przeгляд rozwiązań konstrukcyjnych stropów



dr inż. Zbigniew Pająk
Politechnika Śląska

Są obecnie jednym z najczęściej stosowanych konstrukcyjnych rozwiązań w budownictwie ogólnym i mieszkaniowym, zwłaszcza jednorodzinnym. Szczególną uwagę poświęcono w przeglądzie rozwiązaniom stropów wprowadzonym na przestrzeni ostatnich kilku lat oraz nadal stosowanym w kraju.

Największą grupę wśród nich stanowią stropy o rozpiętościach do 6,0 m. Przedstawiony przegląd pokazuje, że stosowanie stropów gęstożebrowych o większych rozpiętościach nie nastręcza problemów. Istnieją typowe rozwiązania dla rozpiętości do 8,0 m przy wyższych wysokościach konstrukcyjnych stropów lub przy zastosowaniu belek sprężonych. Indywidualne rozwiązania z stropami monolitycznymi pozwalają uzyskać rozpiętości do 18 m (np. Swedeck). Prace badawcze w zakresie stropów o większych rozpiętościach są ciągle podejmowane – np. stropy z częściowo sprężonymi beleczkami kratownicowymi Teriva o łącznej wysokości 35 cm i rozpiętości 9,6 m.

Podział

Omawiane konstrukcje stropów gęstożebrowych podzielono na trzy zasadnicze grupy w zależności od sposobu wykonania żebra nośnego:

- stropy monolityczne z wypełnieniem lub bez wypełnienia,
- prefabrykowane-monolityczne,
- prefabrykowane.

Najchętniej stosowanymi obecnie stropami są konstrukcje na belkach kratownicowych.

Bez wypełnienia lub z wypełnieniem niesztynym i nietrwiałym

Strop IS

W stropie JS wykorzystuje się elementy wypełniające z kształtek styropianowych. Zbrojenie żebra nośnych wykonuje się w postaci oddzielnych prętów i strzemion zamkniętych (rys. 1a) lub przestrzennych kratownic (rys. 1b). Minimalna szerokość żebra wynosi 110 mm.

Wypełnienie oraz deskowanie tracone stropu JS stanowią tzw. płyty szalunkowe z samogasnącego styropianu PS-E, wzmocnione stalowymi elementami z blachy o grubości 9 mm. Wysokość płyty szalunkowej wynosi 155 mm, a jej maksymalna długość – 12 m.

Strop wykonuje się w wersji podstawowej oraz o wysokości zwiększonej poprzez zastosowanie dodatkowej kształtki o grubości 60 mm (rys. 1c). Płyty szalunkowe wymagają podparcia montażowego o szerokości min. 100 mm w rozstawie nieprzekraczającym 2,0 m.

Grubość nadbetonu waha się w granicach 50-80 mm. Całkowita wysokość stropu w wersji podstawowej wynosi 205-235 mm, a ciężar – 2,0 kN/m² (nadbeton 50 mm) i 2,75 kN/m² (nadbeton 80 mm).

Strop Mikea

Strop Mikea [3] jest gęstożebrowym stropem monolitycznym wywodzącym się z węgierskiego systemu „IsoteQ”. Wypełnienie stropu stanowią neoporowe kształtki (rys. 2), formujące przy układaniu mieszanki be-

tonowej nośne żebra. Zastosowane na powierzchniach bocznych kształtek zamki umożliwiają ich wzajemnie łączenie oraz gwarantują nieprzesuwność układu przy betonowaniu. W środkowej części kształtek uformowano korytko, które umożliwia wykształcenie żebra stropu w rozstawie równym 0,5 m. Płytę górną stropu w systemie Mikea stanowi warstwa betonu grubości minimum 50 mm – rys. 3.

W stropach Mikea, jeżeli konieczne jest zwiększenie wysokości żebra, to stosowane są styropianowe nadstawki (płyty) o wysokości 0,05 m i szerokości 0,35 m – rys. 4. Aby nadstawki nie przemieszczały się podczas układania betonowej mieszanki, łączy się je trwale stalowymi kotwkami.

W stropach Mikea do zbrojenia żebra stosuje się szkielety zbrojeniowe z prętami podłużnymi ze stali klasy „C” gatunku B500SP oraz poprzecznymi ze stali klasy „A” gatunku St500-b. Możliwe jest dozbrojenie żebra pojedynczymi dodatkowymi prętami dokładanymi na budowie (rys. 5). Płyty górne stropu zbroi się siatkami zgrzewanymi z prętów średnicy 5 mm i oczku 0,15 m (siatka typu Q131) ze stali klasy „A” gatunku St500-b, usytuowanymi w środku wysokości płyty.

Przyjęcie rodzaju szkieletu zbrojenia żebra uzależnione jest od wartości charakterystycznego obciążenia zewnętrznego oraz rozpiętości stropu. Stropy Mikea przeznaczone są głównie dla obciążeń użytkowych o wartościach do 5,0 kN/m², przy rozpiętościach do 7,8 m.

Strop Swedeck

Strop Swedeck (rys. 6) [4], [5] jest przykładem szwedzkiego rozwiązania żebrowego stropu żelbetowego bez wypełnienia przestrzeni międzyżebrowych, stosowanego również w kraju. Rozstaw żebra wynosi od 500 do 1500 mm, przy czym standardowy rozstaw to 1200 mm. Wysokość żebra kształtowana jest w przedziale 250-760 mm, a szerokość wynosi 140 lub 200 mm. Betonowa płyta górna ma grubość od 100 do 160 mm.

Strop wykonuje się w szalunkach traconych (rys. 6). Na powierzchniach bocznych żebra i spodzie płyty szalunek stanowią galwanizowane i profilowane blachy TP 20 grubości 0,7 mm, a na spodzie żebra – stalowa galwaniczna blacha denna o grubości 15 mm.

Stropy Swedeck są szczególnie ekonomiczne dla rozpiętości powyżej 7,0 m. Maksymalna rozpiętość stropu może wynosić nawet 18,0 m. W zależności od geometrii przekroju i wielkości otuliny betonowej strop ma ognioodporność od 60 do 120 minut.

Zbrojenie żebra, jak i całą geometrię stropu, dostosowuje się do projektowanych obciążeń. Zbrojenie główne stanowi zazwyczaj 4 lub 6 prętów w układzie jak na rysunku 7. W płycie górnej stosuje się dodatkowe zbrojenie w postaci siatek.

Zbrojenie żebra zgrzewa się z blachą denną w miejscu podkładek dystansowych. Podkładki dystansowe mają z reguły grubość 12 mm. Dla żeber o szerokości 200 mm i ognioodporności 90 i 120 minut stosuje się podkładki dystansowe grubości 25 mm. Blachy, oprócz funkcji szalunku traconego, stanowią jednocześnie wykończenie dolnej powierzchni stropu. W statycznych obliczeniach blachy szalunku traconego nie są uwzględniane.

Strop na czas montażu wymaga podparcia w odstępach co 1,2 m. System stropów Swedeck umożliwia łatwy i krótki montaż. W pierwszej kolejności montuje się denne blachy wraz z zbrojeniem żebra, następnie profilowane blachy TP 20, a na końcu układa się siatki zbrojeniowe górnej płyty.

Blachy profilowane mają ciężar do 11 kG i mogą być układane przez jednego pracownika.

Strop GFN

Brytyjski strop GKN (rys. 8) [1] jest kolejnym przykładem stosowanego współcześnie monolitycznego stropu bez wypełnienia. Rozstaw żeber stropu wynosi 600 mm, wysokość – 175, 250, 325 i 400 mm, a szerokość – 125 mm.

W przeszłości stropu zbrojenie żebra stanowią proste pręty układane dołem, z których część odgina się przy podporach, oraz otwarte strzemiona kotwione w górnej płycie. Oprócz głównego zbrojenia żeber stosuje się również dozbrojenie górnej płyty siatkami. Wysokość górnej płyty wynosi 50, 75, 100, 125 i 150 mm.

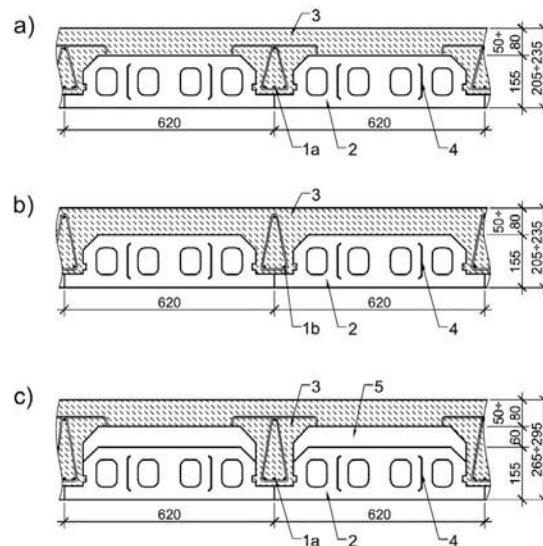
Kształt stropu uzyskuje się przez zastosowanie szalunku ze specjalnych stalowych form (T-Forms). Formy te, po wykonaniu stropu i uzyskaniu przez beton odpowiedniej wytrzymałości, demontuje się. Strop jest łatwy do montażu. Ciężar pojedynczego elementu formy waha się w granicach od 3,5 do 5,4 kG, w zależności od wysokości.

Stropy Velox

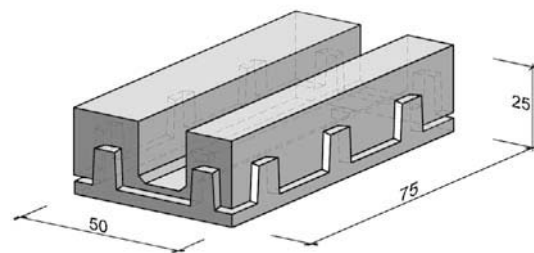
Strop Velox [6] to monolityczny strop gęstożebrowy z wypełnieniem w postaci skrzynek wykonanych z płyt zrębkowo-cementowych. Stropy Velox stosuje się głównie jako systemowe rozwiązanie w systemie budowlanym Velox.

Zbrojenie monolitycznych żeber projektuje się: w postaci przestrzennej stalowej kratownicy, układanej jako kosz zbrojeniowy (rys. 9a), lub z dwóch prętów umieszczonych w otwartych strzemionach, zawieszonych na górnej płaszczyźnie pustaka (rys. 9b). Średnica prętów kratownic dobierana jest w taki sposób, by żebra miały stałą nośność przy wszystkich rozpiętościach i bezpiecznie przenosiły obciążenia użytkowe o wartości 1,5 kN/m². Rozstaw osiowy żeber wynosi 300 lub 500 mm, a typowa szerokość żebra – 120 mm.

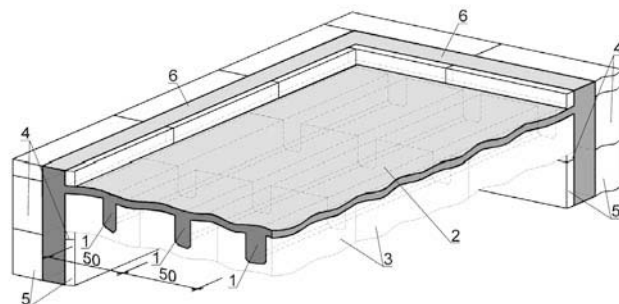
Wypełniające skrzyńki wykonuje się przez sklekanie zrębkowo-cementowych płyt Velox WS o grubości 25 mm. Pustaki produkuje się w podstawowych długościach: 330, 500, 660, 1000, 1330, 1500, 1660, 1830 i 2000 mm. Wysokość elementów wypełniających wynosi: 170, 220, 260, 315, 350, 400, 500 i 575 mm. Oferowana jest również możliwość wykonania na zamówienie innych elementów według dostarczonej specyfikacji. W wypadku stropów ze zbrojeniem żebra w postaci kratownicy stosu-



Rys. 1. Strop JS [1], [2]: a) ze zbrojeniem w postaci prętów w strzemionach zamkniętych (1a), b) zbrojenie w postaci przestrzennej kratownicy (1b, c) z nakładką zwiększającą wysokość (5), 2 – styropianowa płyta szalunkowa, 3 – beton, 4 – stalowy element wzmacniający



Rys. 2. Element stropowy systemu Mikea



Rys. 3. Strop Mikea z elementami ściennymi IsoteQ, po ułożeniu mieszanki betonowej: 1 – żebra stropu, 2 – płyta górna, 3 – stropowe kształtki neoporowe, 4 – element wieńcowy, 5 – element podstawowy (ścienny) systemu IsoteQ, 6 – ściana betonowa z wieńcami

REKLAMA



Wyroby budowlane produkowane zgodnie z zintegrowaną normą europejską nr EN 15037-4:2010+A1:2013.

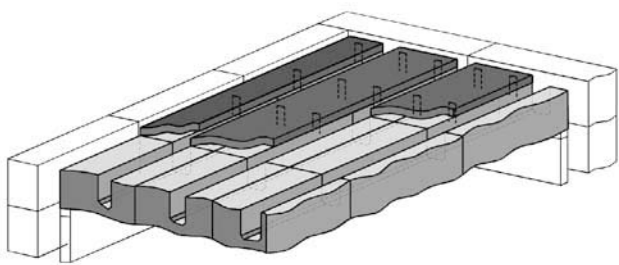
Producent „Styropianowych płyt szalunkowych

pod monolityczne stropy gęstożebrowe typu JS”

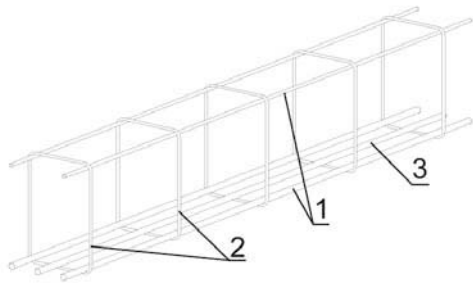
:: ul. Kaczeńcowa 27 :: 91-214 Łódź

:: tel.: 42 253 16 09 :: mobil: 48 731 999 270

:: www.g-tec.pl :: sprzedaz@g-tec.pl



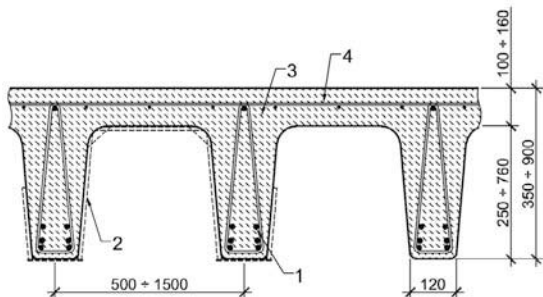
Rys. 4. Zwiększanie wysokości żebra stropu Mikea



Rys. 5. Szkielet stropu Mikea: 1 – zbrojenie podłużne, 2 – zbrojenie poprzeczne, 3 – dokładany pręt.



Rys. 6. Montaż stropu Sweddeck [4], [5]: a) podparcie stropu przed betonowaniem, b) widok zbrojenia żebra, c) betonowanie stropu, d) widok wykonanego stropu



Rys. 7. Strop Sweddeck: 1 – zbrojenie żebra monolitycznego, 2 – szalunek tracony z blach TP 20, 3 – beton, 4 – zbrojeniuwa siatka płyty górnej

je się zazwyczaj najdłuższe elementy wypełniające o szerokości 500 mm i wysokości dostosowanej do wyznaczonej wartości obciążeń. Stropy zbrojone dwoma prętami wykonuje się z mniejszych elementów.

Żebra rozdzielcze uzyskuje się przez odpowiednie rozsuniecie pustaków na odległość minimum 100 mm. Zaleca się stosowanie żebra rozdzielczych w rozstawie co 2,0 m. Zbrojenie żebra rozdzielczych stanowią zazwyczaj dwa pręty poprzeczne układane w strzemionach otwartych, podobnie jak przy zbrojeniu żebra głównych.

Strop wymaga podparcia na czas montażu jedynie w strefach czołowych połączeń pustaków wypełniających. Ciężar stropu z pustaków o wysokości 170 mm + 50 mm nadbetonu wynosi 2,65 kN/m², stropu 220 + 50 mm – 2,99 kN/m², a stropu 260 + 50 mm – 3,25 kN/m².

Z wypełnieniem trwałym

Strop Akermana

Strop Ackermanna jest nadal chętnie stosowanym, a zarazem jednym z najstarszych rozwiązań monolitycznych stropów gęstożebrowych. Konstrukcją nośną stropu są żelbetowe żebra rozmieszczone w rozstawie co 310 mm, zbrojone pojedynczym prętym, najczęściej o średnicy $\phi 12$ - $\phi 18$ mm.

Wypełnienie między żebrami stropu stanowią pustaki ceramiczne. Obecnie produkowane są pustaki A, B, C i D, różniące się wzajemnie liczbą wewnętrznych ścianek, o wysokościach 150, 180, 200 i 220 mm, szerokości 300 mm i długościach 195, 245, 295 mm [1]. Oprócz typowych pustaków, stosowano również modyfikowane elementy wypełniające: z kanałami na przeprowadzenie instalacji oraz o zmniejszonych wymiarach.

Pustaki stropu Ackermanna zostały zaprojektowane z myślą o współpracy z betonem żebra, która zapewniona jest przez układ rowków o głębokości 2 mm i maksymalnej szerokości 10 mm. Współpracy tej zazwyczaj nie uwzględnia się w obliczeniach.

Przyjęcie wysokości pustaka, a co za tym idzie, wysokości stropu, związane jest z rozpiętością stropu oraz z wielkością obciążenia. Stropy Akermana stosowane są najczęściej dla obciążeń użytkowych do 5,0 kN/m² i rozpiętości do 7,0 m.

Przekroje podstawowych typów stropu Ackermanna pokazano na rysunku 10. Strop wyjątkowo wykonuje się bez warstwy nadbetonu, gdy obciążenie użytkowe nie przekracza 1,5 kN/m² (rys. 10a). Najczęściej grubość warstwy nadbetonu przyjmuje się równą 30-50 mm (rys. 10b). W wypadku konieczności zwiększenia wysokości można ułożyć na pustakach cegłę dziurawkę (rys. 10c), zwiększając w ten sposób ramię sił wewnętrznych i nośność.

Strop Simplex

Strop Simplex [1] stanowi rozwiązanie wzorowane na stropie Ackermanna, w którym monolityczne żebra nośne występują w osiowym rozstawie co 300 mm i zbrojone są pojedynczym prętym $\phi 12$ -18 mm. Strop ten jest szeroko stosowany w Republice Czeskiej, a w Polsce jedynie w obszarach przygranicznych.

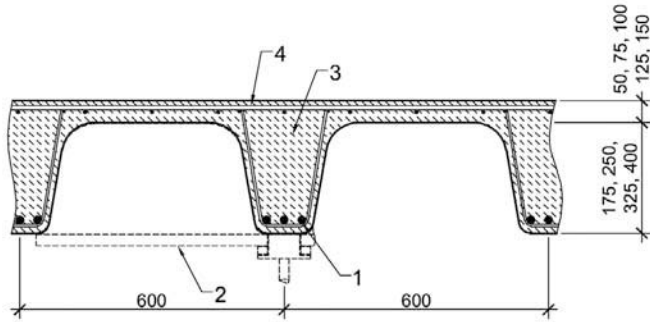
Wypełnienie stanowią dwa typy pustaków podstawowych o wysokościach 150 i 200 mm (rys. 11a, b) oraz pustaki dodatkowe, wykorzystywane jako nakładka na pustaki podstawowe w celu zwiększenia wysokości stropu (rys. 11c).

Strzemiona wykonuje się z prętów o średnicy 4,5 mm. Zasady rozmieszczania strzemion są takie jak w wypadku stropu Ackermanna.

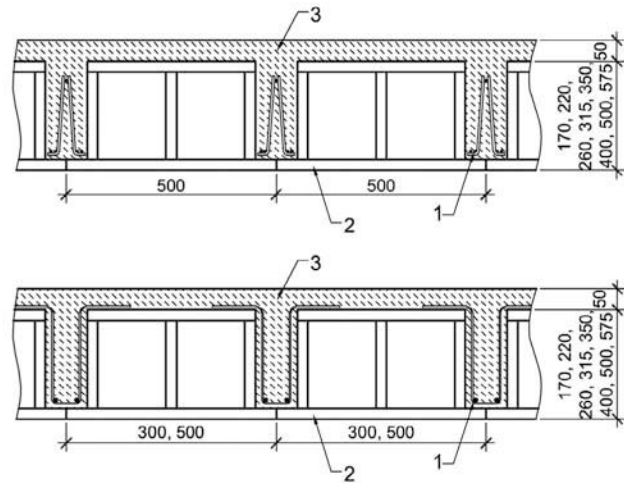
Oprócz zbrojenia górnego i strzemion stosuje się również zbrojenie rozdzielcze prostopadłe do zbrojenia głównego, umieszczone w warstwie nadbetonu.

Strop JZP-45

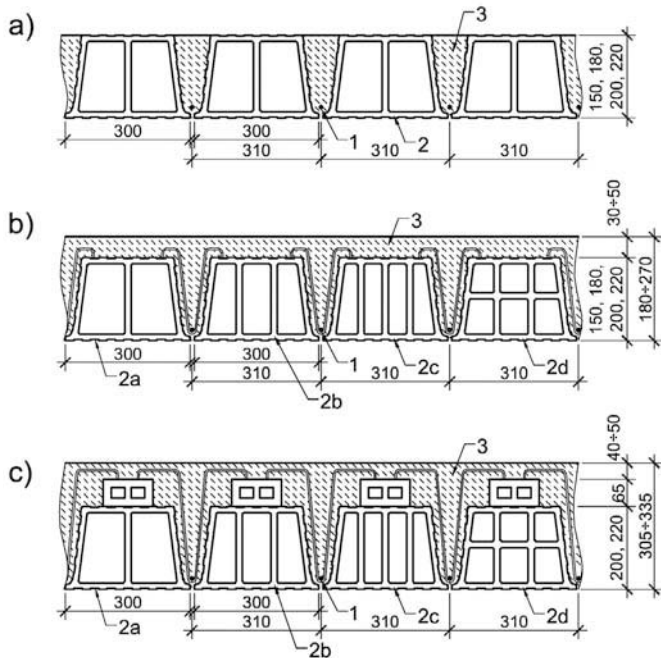
W stropie JZP-45 [7], [13] (rys. 12) występują dwa rodzaje elementów wypełniających. Górny płytowy element konstrukcyjny JZP-45/28S wykonany jest z betonu zwykłego i ma wymiary: szerokość 370 mm, długość 300 mm i wysokość 150 mm. Element ten ukształtowano w sposób zapewniający współpracę w strefie ściskanej z betonem wypełnia-



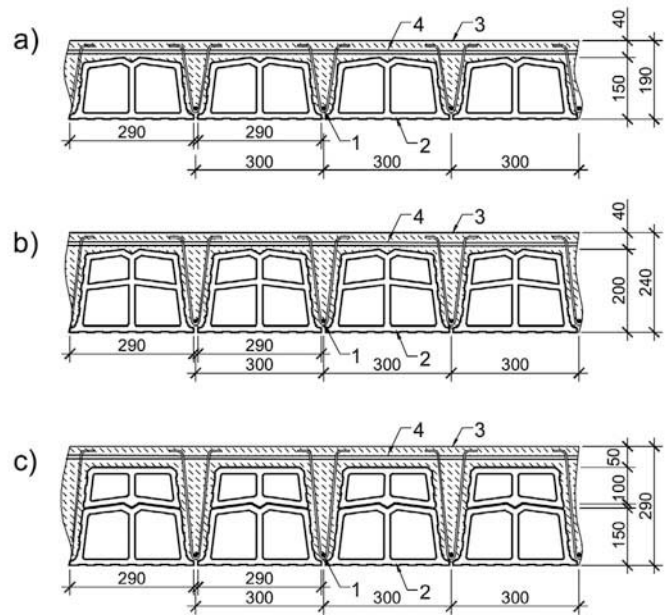
Rys. 8. Strop GKN: 1 – zbrojenie żebra, 2 – system deskowania stropu typu T-Forms, 3 – beton, 4 – siatka zbrojeniowa górnej płyty



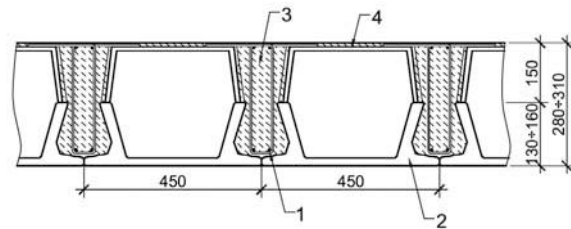
Rys. 9. Strop Velox: a) żebra ze zbrojeniem kratownicowym, b) zbrojenie żebra złożone z podłużnych prętów; 1 – zbrojenie żebra, 2 – pustak Velox z klejonych płyt zębko-cementowych grubości 25 mm, 3 – beton



Rys. 10. Strop Ackermana: a) bez warstwy nadbetonu, b) z warstwą nadbetonu (wariantowo pokazano różne typy pustaków), c) o zwiększonej wysokości poprzez ułożenie na pustaku cegły dziurawki (wariantowo pokazano różne typy pustaków); 1 – zbrojenie żebra, 2a – pustak Ackermana typu A, 2b – pustak Ackermana typu B, 2c – pustak Ackermana typu C, 2d – pustak Ackermana typu D, 3 – beton



Rys. 11. Strop Simplex: a) o wysokości 190 mm, b) o wysokości 240 mm, c) z pustakiem dodatkowym (wysokość stropu 290 mm); 1 – zbrojenie żebra, 2 – pustak Simplex, 3 – beton, 4 – zbrojenie rozdzielcze



Rys. 12. Strop JZP-45: 1 – zbrojenie żebra, 2 – dolny element wypełniający z betonu lekkiego lub wiórbetonu, 3 – beton, 4 – górny element konstrukcyjny z betonu zwykłego

jącym. Dolny wypełniający element płytowy wykonuje się z betonu lekkiego (JZP-45/28F3) lub wiórowego (JZP-45/28F4). Szerokość i długość obu dolnych elementów wypełniających wynosi odpowiednio 450 mm i 300 mm. Elementy z betonu lekkiego mają wysokość równą 155 mm, a elementy z betonu wiórowego – 160 mm oraz grubsze ścinaki.

Strop wykonuje się przy rozpiętościach do 7,2 m i obciążeniu całkowitym nie przekraczającym 7,2 kN/m².

Ciążar konstrukcyjnego elementu płytowego wynosi 165 N, ciężar elementu wypełniającego – 97 N, a ciężar własny stropu o wysokości 280 i 310 mm wynosi odpowiednio 3,45 i 3,85 kN/m².

Strop wykonywano również jako prefabrykowany-monolityczny na belkach kratownicowych. ■

Literatura:

- [1] Drobiec Ł., Pająk Z., Stropy z drobnowymiarowych elementów. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006 i 2010, str. 228.
- [2] Drobiec Ł., Pająk Z., Stropy gęstożebrowe stosowane współcześnie. „Materiały Budowlane”, nr 3/2005, str. 32-36.
- [3] Materiały reklamowe i techniczne firmy „Mikea II”, Tychy, oraz www.isotek.pl
- [4] www.sweddeck.cadsk.com.pl
- [5] Drobiec Ł., Rodzaje stropów stosowanych w budownictwie. „Materiały Budowlane”, nr 5/2008, str. 2-4.
- [6] Stropy w technologii Velox. „Materiały Budowlane”, nr 5/2010, str. 13.
- [7] Świadectwo dopuszczenia do stosowania nr Og. – 162/90: Strop gęstożebrowy JZP. ITB, Warszawa, 1990.

W kolejnym numerze: Gęstożebrowe stropy prefabrykowany-monolityczne z belkami kratownicowymi oraz z belkami sprężonymi.