

# Wybrane rozwiązania przegród poziomych w budynkach

Dr inż. Wojciech Drozd, Politechnika Krakowska

## 1. Wprowadzenie

Stropy są przegrodami poziomymi w budynkach, stanowiącymi jeden z ważniejszych elementów umożliwiających ich użytkowanie. Dzielą budynek na poszczególne kondygnacje. Jako element konstrukcyjny zapewniają uzyskanie lepszej sztywności przestrzennej, poprzez odpowiednią współpracę ze ścianami budynku. Składają się z konstrukcji nośnej, warstw podłogowych oraz z sufitu.

Stropy projektowane i wykonywane są w celu spełnienia określonych zadań w tym:

- przenoszenia obciążeń stałych i użytkowych,
- ochrony pomieszczeń przed przenikaniem ciepła i dźwięków,
- stanowienia szczelnej bariery przed wilgocią, zapachami i gazami,
- usztywnienia ścian w płaszczyznach poziomych,
- ochrony pomieszczeń na poszczególnych kondygnacjach przed rozprzestrzenianiem się ognia w wypadku zaistnienia pożaru.

Stropy charakteryzują się różnymi parametrami technicznymi, które decydują o możliwości wykorzystania danego rodzaju stropu w obiekcie. Do podstawowych zaliczamy:

- maksymalną rozpiętość (m),
- masę konstrukcji ( $\text{kN/m}^2$ ),
- dopuszczalne obciążenie charakterystyczne ( $\text{kN/m}^2$ ) oraz
- grubość konstrukcji (cm).

Należy także pamiętać o czasie i łatwości wykonania, czyli technologii wznoszenia.

Wraz z rozwojem technicznym starano się tworzyć konstrukcje stropów o coraz lepszych parametrach, z coraz lepszych materiałów. Na przestrzeni dziesięcioleci powstało ich wiele rozwiązań. Ta różnorodność sprawiła, że można usystematyzować je pod różnymi kryteriami: materiałowym (stropy ceramiczne, żelbetowe, drewniane, z elementami stalowymi) i konstrukcyjnym (stropy belkowe, płytowe, gęstożebrowe).

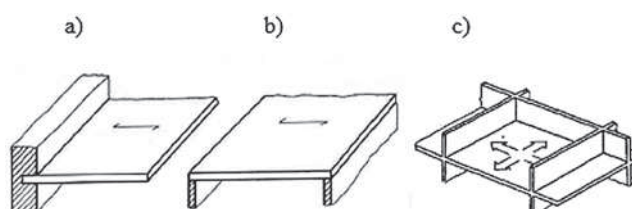
W artykule podjęto próbę przedstawienia rozwiązań znajdujących najczęstsze zastosowanie w polskim budownictwie mieszkaniowym: płytowe – monolityczny, gęstożebrowy – Teriva oraz zespolony – Filigran.

## 2. Stropy płytowe – monolityczne

### 2.1. Konstrukcja

Składają się z monolitycznych płyt, wykonywanych na budowie, opieranych na ścianach konstrukcyjnych. W rzucie prostokątnym mają zwykle kształt regularny (prostokątny, kwadratowy, kołowy), ale jest możliwość wykonywania ich jako nieregularne. Beton zawarty w elemencie przenosi obciążenia ściskające, z kolei stal odpowiada za przeniesienie momentów. Z uwagi na statykę można rozróżnić płyty pracujące w jednym kierunku lub w wielu kierunkach.

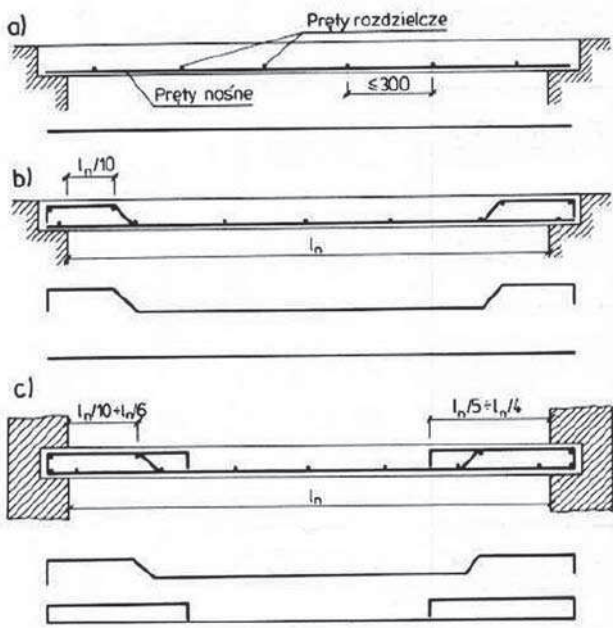
Jeśli długość płyty jest dwukrotnie większa od szerokości, to płytę traktujemy jako jednokierunkowo zginaną. W przypadku jeśli stosunek tych wymiarów jest mniejszy od 2, płyta pracuje jako dwukierunkowa. Dotyczy to również przypadku trzech lub czterech krawędzi podpierających. Jeżeli element jest utwierdzony na jednej krawędzi automatycznie jest jednokierunkowo zginany.



**Rys. 1.** Schematy płyt monolitycznych [1]: a) jednokierunkowej jednostronnie utwierdzonej, b) jednokierunkowej opartej swobodnie na dwóch podporach równoległych, c) dwukierunkowej

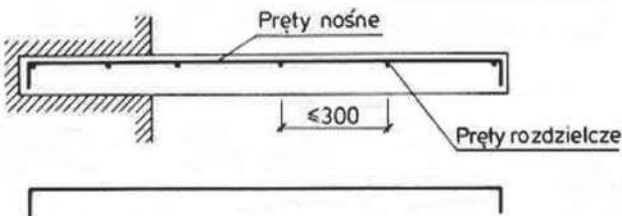
Płyty, które pracują w jednym kierunku, wymagają zbrojenia nośnego tylko w płaszczyźnie, gdzie występują większe momenty zginające. Zbrojenie złożone jest z głównych prętów stalowych, odpowiadających za przenoszenie momentów oraz z prętów rozdzielczych położonych prostopadłe do zbrojenia nośnego. Łączy się je za pomocą drutu wiązałkowego lub poprzez zgrzewanie. Zbrojenie rozdzielcze umieszcza się na całej długości, nad prętami nośnymi, jeśli występują momenty dodatnie, a poniżej – jeżeli działają momenty ujemne. Występuje również w miejscach załamań zbrojenia nośnego.

Zbrojenie może być umieszczone na dole, dla płyt wolno podpartych. Jednak jeśli przy podporze jest utrudniony obrót, to należy dodatkowo zastosować pręty przenoszące momenty ujemne. W praktyce najczęściej uzyskuje się ten warunek poprzez odgięcie co drugi lub trzeci pręt nośny, w strefie podporowej. Dla częściowego lub całkowitego utwierdzenia, odgięcie prętów może być niewystarczające, dlatego istnieje potrzeba usytuowania w podporze dodatkowych prętów przestawnych.



**Rys. 2.** Zbrojenie płyty jednoprzęsłowej [1]: a) swobodnie podpartej, b) swobodnie podpartej ze zbrojeniem odgiętym przy podporach, c) utwierdzonej częściowo lub całkowicie

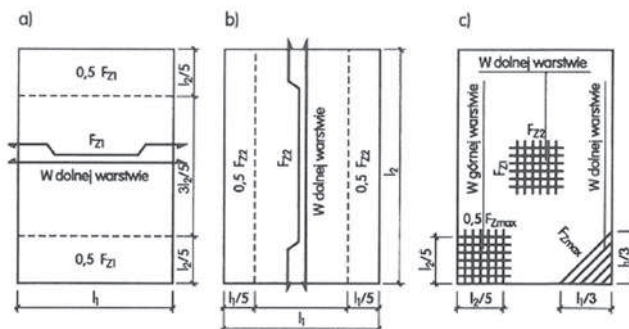
Dla elementów wspornikowych zbrojenie stosuje się w strefie górnej z powodu występowania momentów ujemnych na jego całej długości.



**Rys. 3.** Zbrojenie płyty utwierdzonej jednostronnie [1]

Płyty pracujące w dwóch kierunkach wymagają zastosowania zbrojenia krzyżowego. W środkowej części płyty umieszcza się pręty przenoszące momenty dodatnie dwukierunkowe, w strefie dolnej, natomiast w narożach stosuje się zbrojenie krzyżowe, przenoszące momenty ujemne, w górnej strefie. Dodatkowo w narożach

wolno podartych trzeba umieścić zbrojenie dolne, pod kątem 45 stopni.



**Rys. 4.** Zbrojenie płyty dwukierunkowej [2]: a) zbrojenie główne układane równoległe do krótszego boku, b) zbrojenie główne układane równoległe do dłuższego boku, c) dodatkowe zbrojenie naroży

Płyty żelbetowe, monolityczne wymagają podparcia o odpowiedniej długości, które musi zapewnić możliwość poprawnego zamocowania prętów zbrojeniowych. Oprócz tego stal zawarta w betonie wymaga ochrony przed korozją. W związku z tym faktem konieczne jest zastosowanie odpowiedniej grubości otuliny, która jest zależna od miejsca użytkowania elementu. Grubość stropu żelbetowego jest podporządkowana obciążeniu, jakie musi przenieść. Nie powinna być mniejsza od 6 cm. Rozpiętość elementów jednokierunkowo zbrojonych zamyka się w granicach 3–3,5 m. Odpowiednio dla płyt dwukierunkowo zbrojonych wynosi 4–5 m. Przy wykonywaniu płyt o większych wymiarach konieczne jest zwiększenie wysokości elementów monolitycznych i ilości zbrojenia. Jest to kosztowne i w praktyce rzadko stosowane.

## 2.2. Wykonanie

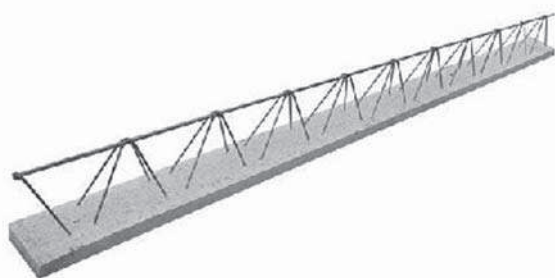
Zrealizowanie stropu żelbetowego wymaga deskowania pod całą jego powierzchnią. Podpiera się je za pomocą stempli. Po ułożeniu zbrojenia wieńców i płyty układa się mieszankę betonową, równomiernie na całej powierzchni. Beton należy odpowiednio zagęścić, przy użyciu wibratorów. Prace na stropie mogą być prowadzone dopiero po trzech, czterech dniach. Zdemonstowanie deskowania może nastąpić dopiero po około trzech tygodniach od betonowania.

Stropy monolityczne są bardzo masywne. Zapewniają odpowiednie usztywnienie budynku oraz wysoką izolacyjność akustyczną. Nie dochodzi w nich do zjawiska klawiszowania, przez co nie pojawiają się zarysowania. Stanowią dobrą powierzchnię pod cienkowarstwowe tynki wykończeniowe. Ze względu na „technologię na mokro” nie mogą być wykonywane o każdej porze roku. Kadra zajmująca się wykonywaniem tego typu stropów musi posiadać odpowiednie doświadczenie. Realizacja jest znacząco pracochłonna.

### 3. Stropy gęstożebrowe Teriva

#### 3.1. Konstrukcja

Głównym elementem w stropie Teriva jest belka kratownicowa. Składa się ona z przestrzennej kratownicy, złożonej z dwóch prętów o średnicy 8 mm w dolnej części, wykonanych ze stali klasy A-III oraz pręta górnego, stalowego – 8 mm, klasy A-0. Pasy dolne i górne są połączone za pomocą krzyżulców klasy A-0. Zbrojenie główne zabetonowane jest w stopce, wykonanej z betonu klasy C16/20. Dla dużych rozstawów ścian oraz przy dużych ciężarach stosuje się dodatkowe pręty zbrojeniowe w dolnym pasie. Na tych belkach umieszczone zostaje wypełnienie w formie pustaków.

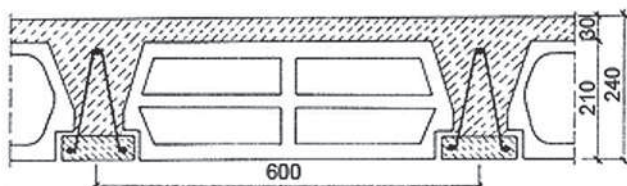


Rys. 5. Belka kratownicowa stropu Teriva [3]

Belki należy opierać na ścianach, na zaprawie cementowej M8, grubości 20 mm i większej. Ponadto długość oparcia powinna być nie mniejsza od 80 mm, przy rozwiązaniu Teriva-I. Tymczasem dla pozostałych rodzajów musi wynosić minimum 110 mm.

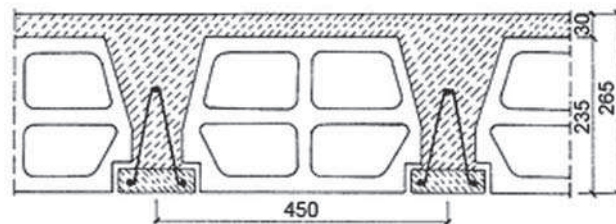
Można rozróżnić 5 rozwiązań systemowych stropu Teriva: Teriva I, Teriva I Bis, Teriva II, Teriva III, Teriva Nowa. Różnice między nimi wynikają z różnych wymiarów i kształtów pustaków, rozstawów żebier, rozpiętości, ciężarów własnych oraz dopuszczalnych obciążeń użytkowych.

Strop Teriva I stosuje się maksymalnie do 6 m rozpiętości. Odległość pomiędzy żebkami wynosi 600 mm. Jako wypełnienie stosuje się pustaki keramzytobetonowe, o wymiarach 520 mm × 240 mm × 210 mm. Warstwa nadbetonu ma grubość 3 cm, a całkowita wysokość konstrukcji wynosi 24 cm. Przenosi obciążenia użytkowe o wartości do 1,5 kN/m<sup>2</sup>, obciążenia od ścianek działowych równe 0,75 kN/m<sup>2</sup> i ciężar warstw wykończeniowych równy 1,29 kN/m<sup>2</sup>. Ciężar własny stropu wynosi 2,68 kN/m<sup>2</sup>.



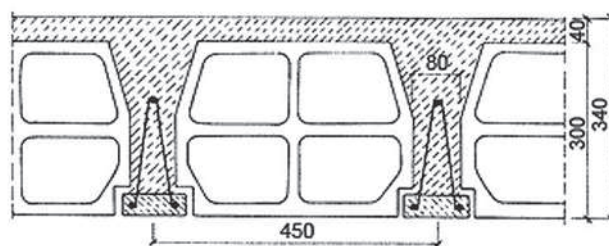
Rys. 6. Przekrój stropu Teriva I [4]

Strop Teriva I Bis stosuje się maksymalnie do rozpiętości 7,2 m. Odległość pomiędzy żebkami wynosi 450 mm. Jako wypełnienie stosuje się pustaki keramzytobetonowe, o wymiarach 370 mm × 240 mm × 235 mm. Warstwa nadbetonu ma grubość 3 cm, a całkowita wysokość konstrukcji wynosi 26,5 cm. Przenosi obciążenia użytkowe o wartości do 1,5 kN/m<sup>2</sup>, obciążenia od ścianek działowych równe 0,75 kN/m<sup>2</sup> i ciężar warstw wykończeniowych równy 1,58 kN/m<sup>2</sup>. Ciężar własny stropu wynosi 3,57 kN/m<sup>2</sup>.



Rys. 7. Przekrój stropu Teriva I Bis [4]

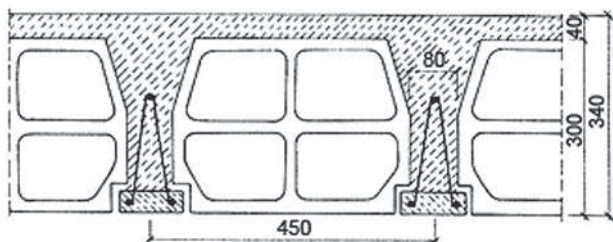
Strop Teriva II stosuje się maksymalnie do rozpiętości 7,8 m. Odległość pomiędzy żebkami wynosi 450 mm. Jako wypełnienie stosuje się pustaki keramzytobetonowe, o wymiarach 370 mm × 240 mm × 300 mm. Warstwa nadbetonu ma grubość 4 cm, a całkowita wysokość konstrukcji wynosi 34 cm. Przenosi obciążenia użytkowe o wartości do 3 kN/m<sup>2</sup>, obciążenia od ścianek działowych równe 0,75 kN/m<sup>2</sup> i ciężar warstw wykończeniowych równy 1,58 kN/m<sup>2</sup>. Ciężar własny stropu wynosi 4 kN/m<sup>2</sup>.



Rys. 8. Przekrój stropu Teriva II [4]

Strop Teriva III stosuje się maksymalnie do rozpiętości 7,2 m. Odległość pomiędzy żebkami wynosi 450 mm. Jako wypełnienie stosuje się pustaki keramzytobetonowe, o wymiarach 370 mm × 240 mm × 300 mm. Warstwa nadbetonu ma grubość 4 cm, a całkowita wysokość konstrukcji wynosi 34 cm. Przenosi obciążenia użytkowe o wartości do 3 kN/m<sup>2</sup>, obciążenia od ścianek działowych równe 0,96 kN/m<sup>2</sup> i ciężar warstw wykończeniowych równy 1,58 kN/m<sup>2</sup>. Ciężar własny stropu wynosi 5 kN/m<sup>2</sup>. W stosunku do stropu Teriva II, jego konstrukcja różni się wykorzystaniem zwiększonego zbrojenia belki kratownicowej, co wpływa na rozszerzenie możliwości przenoszenia obciążeń.





Rys. 9. Przekrój stropu Teriva III [4]

Strop Teriva Nova stosuje się maksymalnie do rozpiętości 6 m. Odległość pomiędzy żebrami wynosi 600 mm. Jako wypełnienie stosuje się pustaki keramzytobetonowe, o wymiarach 520 mm × 240 mm × 210 mm. Warstwa nadbetonu ma grubość 3 cm, a całkowita wysokość konstrukcji wynosi 24 cm. Przenosi obciążenia użytkowe o wartości do 1,5 kN/m<sup>2</sup>, obciążenia od ścianek działowych równe 0,75 kN/m<sup>2</sup> i ciężar warstw wykończeniowych równy 1,29 kN/m<sup>2</sup>. Ciężar własny stropu wynosi 2,68 kN/m<sup>2</sup>. Różni się od stropu Teriva I tylko kształtem pustaka.

Jedno zebro rozdzielcze stosuje się od rozpiętości 4,2 m dla Teriva I oraz od 5,4 m dla pozostałych rozwiązań, ponadto jeżeli rozpiętość stropu nie przekracza 6 m. Umiejscowione jest w środku, prostopadle do żeber głównych. W wypadku przekroczenia długości 6 m wykonuje się dwa żebra rozdzielcze.

### 3.2. Wykonanie

Na ścianach układa się prefabrykowane belki kratownicowe, oparte na podporach montażowych. Liczba podpór zależna jest od typu stropu oraz jego rozpiętości. Dla Terivy I, do długości 3,9 m wystarczy jedna, a powyżej dwie. Dla pozostałych rozwiązań jedna podpora montażowa przy rozpiętości stropu do 3,6 m, dwie pomiędzy 3,6, a 6,0 m, natomiast trzy powyżej 6,0 m. Miejsce podparcia musi być odpowiednio dobrane, aby w środku długości belek powstała ujemna strzałka ugięcia, wynosząca 20 mm. Następnie umieszcza się zbrojenie wieńców i żeber rozdzielczych. Pustaki układa się na żebrach nośnych, prostopadle do nich. Ze względu na możliwość wplynięcia betonu do wnętrza – skrajne pustaki są deklowane. Następuje faza równomiernego betonowania stropu, rozpoczynając od pachwin i wieńców, a kończąc na warstwie nadbetonu, o grubości 3 lub 4 cm, w zależności od rozwiązania systemowego. Podpory demontuje się po osiągnięciu odpowiedniej wytrzymałości betonu.

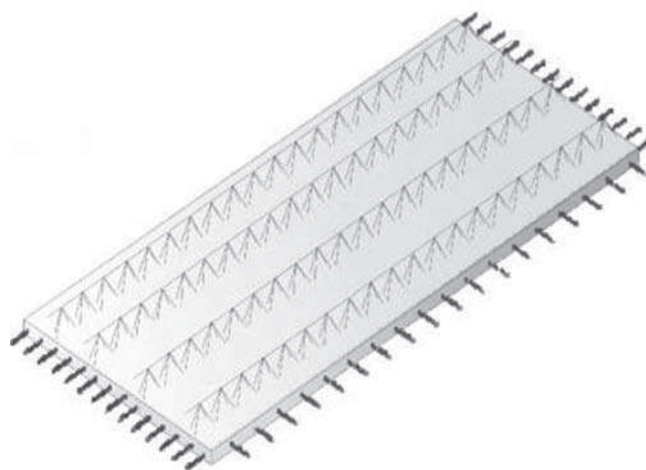
Stropy Teriva, na etapie wykonawstwa, nie wymagają użycia ciężkiego sprzętu. W łatwy sposób można dostarczyć i przechowywać materiały do ich wznoszenia. Realizacja robót nie wymaga deskowania, przez co zmniejszają się całkowite koszty. Stropy Teriva cechują się dużą uniwersalnością, z powodu możliwości

docinania belek kratownicowych na budowie oraz wykonywania stropów o dużych rozpiętościach i nieregularnych kształtach. Mają dobrą izolacyjność termiczną i akustyczną oraz mały ciężar własny. Duża liczba podpór montażowych i ich odpowiednie ustawienie wymagają brygad roboczych o wysokich kwalifikacjach.

## 4. Stropy zespolone – Filigran

### 4.1. Konstrukcja

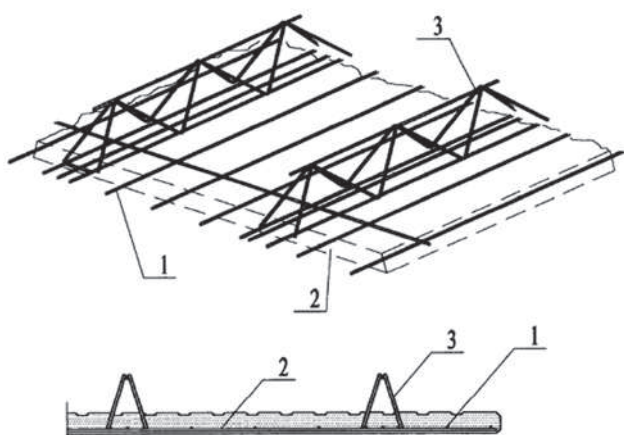
Filigran jest stropem żelbetowym zespolonym. Składa się z prefabrykowanej płyty betonowej, dodatkowego zbrojenia oraz warstwy nadbetonu, z którą tworzy jednolitą konstrukcję.



Rys. 10. Prefabrykowana płyta stropowa Filigran [5]

Element prefabrykowany wykonany jest z betonu o minimalnej klasie C 25/30. Jego grubość wynosi od 5 cm do 7 cm. Zawiera w sobie zbrojenie nośne – podłużne, zbrojenie – rozdzielcze oraz przestrzenne kratownice stalowe, wystające ponad górną krawędź płyty. Kratownice zorientowane są w stosunku do zbrojenia głównego równolegle, w maksymalnym rozstawie równym 62,5 cm. Zapewniają wymaganą sztywność prefabrykatu w czasie transportu na budowę oraz gwarantują jego odpowiednią współpracę z warstwą nadbetonu. Zbrojenie wykonywane jest ze stali klasy A-III N.

Płyta projektowana jest dla pracy w jednym kierunku, jednakże można stosować dodatkowe zbrojenie, układane na powierzchni prefabrykatu, w odległości od 6 do 8 cm od jego dolnej krawędzi. Dzięki temu płyta może przenosić momenty działające dwukierunkowo. W zwykłym zastosowaniu należy dobroić styki poszczególnych elementów za pomocą zgrzewanych siatek, aby przeciwdziałać klawiszowaniu stropu. Dla zapewnienia lepszej przyczepności warstwy monolitycznej górna powierzchnia prefabrykatu jest celowo szorstka.



**Rys. 11.** Konstrukcja prefabrykatu stropu Filigran [6]:  
1 – zbrojenie podłużne nośne, 2 – zbrojenie rozdzielcze,  
3 – kratownica przestrzenna



**Rys. 12.** Konstrukcja stropu Filigran ze zbrojeniem poprzecznym umieszczonym na prefabrykacie [6]:  
1 – zbrojenie nośne – poprzeczne

Ciężar własny płyty zawiera się pomiędzy  $1,25 \text{ kN/m}^2$ , a  $1,75 \text{ kN/m}^2$ . Rozpiętość uzależniona jest od odległości pomiędzy podporami konstrukcyjnymi i może osiągać nawet wartość  $12,6 \text{ m}$ . Można wykonywać różne formy powierzchniowe, w zakresie wymiarów i kształtów. Warstwa nadbetonu, układana w trakcie wykonywania stropu, nie może być mniejsza niż  $7 \text{ cm}$ , z powodu wysokości kratownic przestrzennych. Jej grubość uzależniona jest od założonej nośności stropu, która jest przewidziana dla danego typu obiektu. Może wynosić od  $1,5 \text{ kN/m}^2$  do  $10 \text{ kN/m}^2$ . Istnieje również możliwość zastosowania wkładek styropianowych mocowanych do płyty w celu zmniejszenia ciężaru całkowitego stropu.

Prefabrykaty do rozpiętości  $3,5 \text{ m}$  należy opierać na ścianach nośnych od  $0$  do  $3,5 \text{ cm}$ , przy pomocy podpór montażowych. Od  $3,5$  do  $4 \text{ cm}$  tylko bezpośrednio na ścianie, na sucho. Powyżej  $4 \text{ cm}$  wymagane jest oparcie na zaprawie cementowej. Dla rozpiętości większych od  $3,5 \text{ m}$  konieczne jest stosowanie odpowiedniego oparcia na ścianie i wykorzystanie wsparcia podporowego.

#### 4.2. Wykonanie

Rozpoczyna się od odpowiedniego, założonego rozmieszczenia stałych podpór montażowych i prawidłowego ich wypoziomowania. Prefabrykaty układa się za pomocą żurawi, na ścianach nośnych, według ich ułożenia

w projekcie. Wykonuje się odpowiednie szalunki, umieszcza zbrojenie wieńców, styków oraz górne przypodporowe i obwodowe dla przeniesienia momentów ujemnych. Dodatkowo uszczelnia się szczeliny pomiędzy płytami, za pomocą pianki poliuretanowej lub zaprawy cementowej. Dla lepszej przyczepności podłoże zwilża się wodą, a następnie rozprowadza się równomiernie mieszankę betonową, do odpowiedniej wysokości przy jednoczesnym zagęszczaniu. Połowę podpór montażowych usuwa się po  $14$  dniach od betonowania, zostawiając podpory środkowe. Całkowite usunięcie wsparcia dla stropu następuje po  $28$  dniach.

Zmniejszona ilość prac zbrojarskich, użycie prefabrykatów oraz brak deskowania stropu znacznie zmniejszają czas wykonania stropu. Gładka powierzchnia ułatwia proces tynkowania. Ponadto, w zakładzie prefabrykatów, można wykonać w płytach otwory technologiczne, co również skróci czas prac wykończeniowych. Strop może być dowolnie kształtowany, ma dobrą izolacyjność akustyczną i niewielką wysokość. Wymaga użycia ciężkiego sprzętu oraz wykwalifikowanej kadry wykonawczej, z powodu konieczności precyzyjnej realizacji. Ze względu na małą liczbę firm specjalizujących się w tego typu rozwiązaniach koszt dostarczenia materiałów może być stosunkowo duży.

## 5. Podsumowanie

Głównym celem niniejszego opracowania było przedstawienie i wskazanie zasadniczych różnic pomiędzy wybranymi, popularnymi obecnie, rozwiązaniami przegród poziomych: płytowym – monolitycznym, gęstożebrowym – Teriva oraz zespolonym – Filigran. Przeprowadzona analiza pozwoliła również zauważyć różnice pomiędzy sposobami realizacji tych rozwiązań. Pominęto w niej aspekt kosztowy.

Do porównania technicznego wybrano: strop monolityczny – płytowy, strop gęstożebrowy Teriva I oraz strop zespolony Filigran. Ich parametry przedstawiono w tabeli 1.

Strop gęstożebrowy Teriva I może przenosić jedynie założone obciążenie użytkowe, natomiast w pozostałych stropach można manewrować grubością konstrukcji nośnej, dostosowując ją do przewidywanych obciążeń. Teriva I jest najlżejszy i jednocześnie ma największą grubość konstrukcji nośnej, ze względu na zastosowanie wypełnienia w postaci pustaków betonowych. Charakteryzuje się przez to dużo lepszym oporem cieplnym. Ciężar własny jest porównywalny z pozostałymi rozwiązaniami. Brak pustek powietrznych wymaga wykonania odpowiedniej izolacji termicznej. Duża masywność daje wysoką izolacyjność akustyczną i pozwala przenosić obciążenia dynamiczne.

Głównym elementem przenoszącym obciążenia w stropie monolitycznym jest odpowiednio zbrojona płyta. W stropie zespolonym płyta monolityczna została zastąpiona przez prefabrykowane, które zostają zmonolityzowane

**Tabela 1.** Parametry techniczne i cechy porównywanych stropów

| Parametry techniczne i cechy                | Strop monolityczny – płytowy  | Strop gęstożebrowy – Teriva I             | Strop zespolony – Filigran  |
|---|---|---|---|
| Obciążenie użytkowe                         | 1,5 kN/m <sup>2</sup> – 10 kN/m <sup>2</sup><br>(w zależności od grubości stropu) | 1,5 kN/m <sup>2</sup>                     | 1,5 kN/m <sup>2</sup> – 10 kN/m <sup>2</sup><br>(w zależności od grubości stropu) |
| Maksymalna rozpiętość                       | ze względów ekonomicznych do 5 m  | 6 m                                       | 12,6 m  |
| Grubość stropu                              | minimum 8 cm  | 24 cm                                     | minimum 12 cm   |
| Grubość nadbetonu                           | brak  | 3 cm                                      | minimum 7 cm  |
| Ciążar własny                               | 3,00 kN/m <sup>2</sup><br>(strop o grubości 12 cm)                                | 2,68 kN/m <sup>2</sup>                    | 3,75 kN/m <sup>2</sup><br>(strop o grubości 15 cm)                                |
| Element nośny                               | plyta monolityczna  | belki kratownicowe zespolone z nadbetonem | plyty prefabrykowane zespolone z nadbetonem                                       |
| Wypełnienie                                 | brak  | puszki keramzytobetonowe                  | brak  |
| Rozstaw belek/<br>Szerokość płyt            | ze względów ekonomicznych do 5 m  | 60 cm                                     | maksymalnie do 2,5 m  |
| Klasa odporności ogniowej                   | REI 60 (minimum)  | REI 60                                    | REI 60 (minimum)  |
| Opór cieplny                                | R=0,071 m <sup>2</sup> K/W<br>(strop o grubości 12 cm)                            | R=0,37 m <sup>2</sup> K/W                 | R=0,088 m <sup>2</sup> K/W<br>(strop o grubości 15 cm)                            |
| Sposób wykonania podparcia                  | pełne deskowanie ze stemplowaniem   | podpory montażowe                         | podpory montażowe lub bezpośrednie podparcie na ścianach                          |
| Konieczność wykorzystania ciężkiego sprzętu | nie   | nie                                       | tak   |

warstwą nadbetonu, układaną na budowie. W stropie gęstożebrowym zastosowano specjalne belki kratownicowe, zapewniające możliwość wypełnienia przestrzeni pustakami oraz odpowiednie połączenie z nadbetonem. Grubość nadbetonu dla Teriva I wynosi 3 cm, a dla stropu Filigran minimum 7 cm.

Maksymalna rozpiętość płyt stropu monolitycznego nie powinna przekraczać 5 m. Można ją przekroczyć, stosując dodatkowe zbrojenie i zwiększając grubość, ale jest to kosztowne i raczej się tego unika. W stropach Teriva I i Filigran zastosowano elementy nośne w postaci prefabrykatów, co zwiększyło ich maksymalną rozpiętość, odpowiednio do 6 m i 12,6 m.

Strop Teriva I ma klasę odporności ogniowej równą REI 60. Pozostałe stropy mogą mieć podwyższoną wartość bazową REI 60, poprzez zwiększenie grubości warstwy konstrukcyjnej.

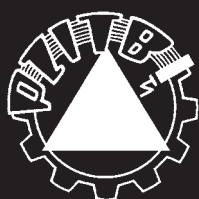
W stropach Filigran i monolitycznym można w dowolnym miejscu umieszczać ścianki działowe. Natomiast w stropie Teriva I mogą one się znaleźć tylko na specjalnie przygotowanych, podwójnych belkach kratownicowych.

Najbardziej utrudnione jest wykonanie stropu płytowego, z powodu pełnego deskowania, umieszczonego na gęstym stemplowaniu. Dodatkowo pracochłonne jest wykonanie zbrojenia przez zbrojarzy. W stropie gęstożebrowym, belki kratownicowe wymagają posadowienia tylko na podporach montażowych, na których układa się wypełnienie. Do wykonania stropu Filigran najczęściej stosuje się podpory montażowe. Może nie być takiej potrzeby dla małych rozpiętości stropu. Z powodu dużego ciężaru płyt Filigran – konieczne jest wykorzystanie żurawi.

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] Michalak H., Pyrak S., Domy jednorodzinne. Konstruowanie i obliczanie, Arkady, Warszawa 2005
- [2] Mirski J., Łącki K., Budownictwo z technologią 2, WSiP 2007
- [3] <http://www.c-n-f.pl>
- [4] <http://www.abc-dachy.pl>
- [5] <http://www.kataloginzyniera.pl>
- [6] Starosolski W., Stropy prefabrykowane i zespolone, XVII Ogólnopolska Konferencja: Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji, Ustroń 2002

XXIII Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowo-Techniczna



BIELSKO-BIAŁA

**EKOLOGIA A BUDOWNICTWO**

12-14 października 2017 r., Bielsko-Biała

Organizatorzy: Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa, Oddział w Bielsku-Białej  
Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie, Komitet Ekologii przy ZG PZITB

Przewodniczący  
Rady Naukowo-Technicznej  
prof. dr hab. inż. **Leonard Runkiewicz**

Przewodniczący  
Komitetu Organizacyjnego  
mgr inż. **Janusz Kozula**

www.pzibt.bielsko.pl  
e-mail: [biuro@pzibt.bielsko.pl](mailto:biuro@pzibt.bielsko.pl)  
tel./fax. 033/8220294