

# **Żelbetowa konstrukcja szkieletowa z jednolitych elementów prefabrykowanych dla budownictwa na obszarach wiejskich**

**Bohdan Hnidec**

*Katedra Mostow i Mechaniki Budowli, Politechnika Lwowska*

**Streszczenie:** Przedstawiono nowe rozwiązanie prefabrykowanej konstrukcji szkieletowej przeznaczonej do wznoszenia niewielkich budynków mieszkalnych, gospodarskich lub przeznaczonych dla drobnego przemysłu. Zaprojektowano szkielet składano-rozkładany, który może stanowić sztywną przestrzennie konstrukcję nośną dla budynków, w których pozostałe elementy wykonane być mogą z lekkich materiałów współczesnych lub materiałów lokalnych. W referacie przedstawiono schemat rozwiązania oraz wyniki badań prototypu.

**Słowa kluczowe:** budownictwo wiejskie, konstrukcja nośna, szkielet, prefabrykat.

## **1. Wprowadzenie**

W budownictwie mieszkaniowym, przemysłowym, w budynkowych użyteczności publicznej, a także w budowlach inżynierskich stosowane są szeroko różne systemy szkieletowe - stalowe i drewniane, a także żelbetowe. Istotę i zasady projektowania konstrukcji szkieletowych szeroko opisano w literaturze technicznej: monografiach, podręcznikach, artykułach naukowych, zeszytach i materiałach konferencji naukowych [1,2,3].

Wśród szkieletów żelbetowych występują rozwiązania monolityczne oraz różnorodne rozwiązania szkieletów prefabrykowanych, a także zespolonych. Jednak na podstawie danych literaturowych oraz analizy rozwiązań występujących w praktyce stwierdzić można, że ich stosowanie napotyka na szereg trudności i ograniczeń, takich jak skomplikowany montaż i łączenie elementów, duża liczba typów elementów występujących w danej technologii (inne przekroje mają słupy, inne rygle, jeszcze inne belki podwalinowe itp.) oraz sezonowość robót budowlanych. Ogranicza to stosowanie szkieletów żelbetowych w budownictwie obiektów niewielkich – budynków mieszkaniowych jednorodzinnych, gospodarskich czy budynków związanych z drobnym przemysłem. Istnieje też zapotrzebowanie na proste i tanie konstrukcje budynków, które mogłyby być stosowane w sytuacjach awaryjnych np. konieczność zapewnienia mieszkań ofiarom pożarów czy powodzi.

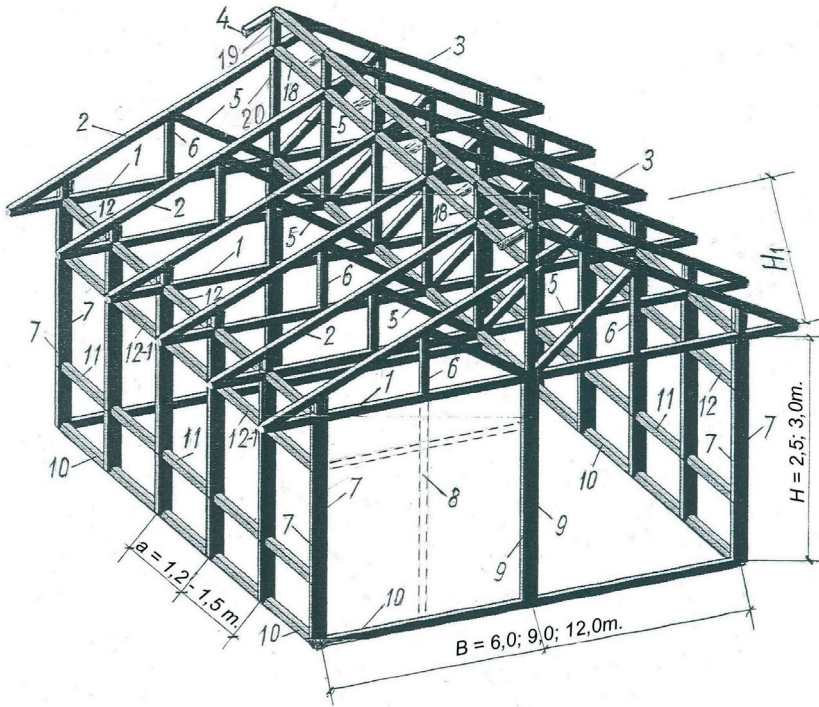
Biorąc powyższe pod uwagę opracowano nowe rozwiązanie żelbetowej konstrukcji szkieletowej pozbawione tych ograniczeń. Zaprojektowany szkielet przestrzenny jest konstrukcją nośną dla ścian, stropów i dachu, które mogą być wykonane z różnych materiałów lub materiałów miejscowych [4,5]. Technologia wznoszenia budynku jest prosta, tańsza od tradycyjnych, jej zaletą jest także skrócenie czasu budowy, co wiąże się z możliwością wcześniejszego rozpoczęcia użytkowania.

W zależności od lokalnych możliwości materiałowych elementy składowe szkieletu mogą być wytwarzane nie tylko jako żelbetowe, ale także jako stalowe lub drewniane, albo w różnych możliwych kombinacjach tych materiałów. Poniżej przedstawione zostanie rozwiązanie prefabrykowanego szkieletu żelbetowego.

## **2. Rozwiązanie konstrukcyjne**

Wszystkie elementy składowe szkieletu mają przekrój prostokątny, stały na długości. Wymiary przekroju są jednakowe dla wszystkich elementów. W zależności od zastosowanego materiału oraz wymiarów budynku wymiary te wynoszą od 50x80mm do

120x200mm. W czasie montażu wszystkie elementy składowe łączone w węzłach za pomocą śrub.



Rys.1. Schemat szkieletu w budynku parterowym (opis w tekście).

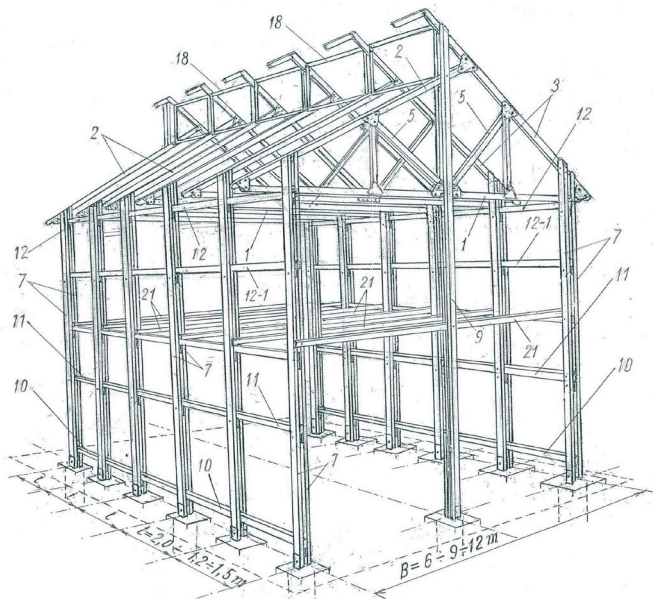
Na rys.1 przedstawiono schemat szkieletu parterowego budynku mieszkalnego albo budynku innego przeznaczenia, o szerokości od 6,0m, 9,0m lub 12,0m.

Konstrukcję dachu stanowią kratownice złożone z elementów pasa dolnego (1), elementów pasa górnego (2, 3), krzyżulców (5) i słupków (6, 20). Kratownice oparte są na słupach (7) i sztywno z nimi połączone, tworząc poprzeczne płaskie ramy bezprzegubowe. Kolejne ramy ustawiane w rozstawie 1,2 – 1,5 m. Słupy spoczywają na stopach fundamentowych i połączone są z nimi za pomocą śrub. Ramy łączone są podłużnie systemem belek (10, 11, 12-1, 12), co stwarza przestrzenny układ ramowy. W części dachowej dzięki niesymetrycznemu układowi belek pasa górnego (krokwi) możliwy jest montaż stalowych ram świetlików okiennych (18), które stanowią usztywnienie podłużne szkieletu w części górnej.

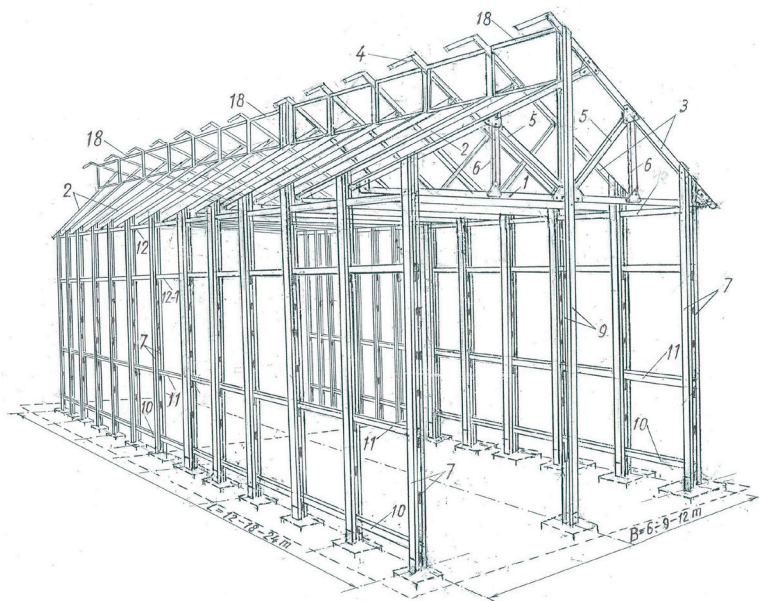
Omawiany system szkieletowy zaprojektowano także dla parterowych budynków mieszkalnych z poddaszem użytkowym i dla budynków jednopiętrowych (Rys.2), a także dla innych jednokondygnacyjnych obiektów budowlanych – gospodarskich lub związanych z drobnym przemysłem (Rys.3).

W tych przypadkach słupy ram są także dwugązłowe, złożone z dwóch elementów o jednakowych przekrojach (7) z przewiązkami z ceowników. Podłużne belki podwalinowe (10), belki stopu pośredniego (11), nadproża (12-1) i belki górne (12) oparte są na przewiązkach słupów. Kratownice dachowe oparte są na górnych belkach (12) i łączone są za pomocą śrub ze słupami.

W budynkach piętrowych (rys.2) stropy pośrednie opierają się na belkach (21) znajdujących się w płaszczyźnie ram poprzecznych.



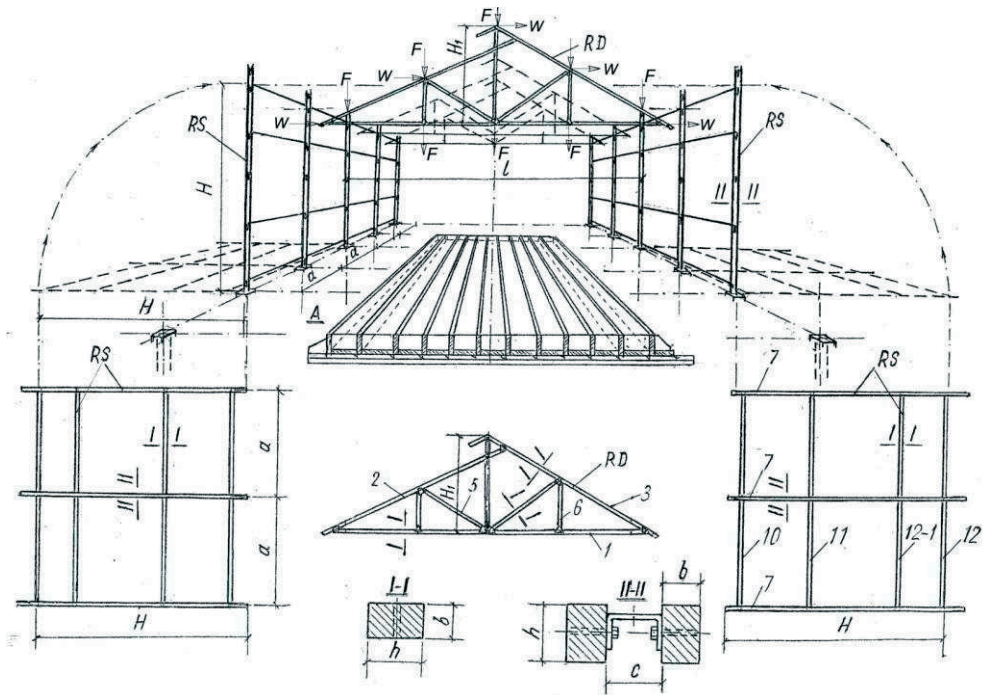
Rys.2. Schemat szkieletu budynku jednopiętrowego (opis w tekście).



Rys.3. Schemat szkieletu jednokondygnacyjnych budynków gospodarskich i przemysłowych.

### 3. Zasady montażu szkieletu i koncepcja technologii wykonania jego elementów składowych

Przewiduje się montaż dwustopniowy – najpierw na poziomie terenu wykonuje się montaż elementów płaskich – szkieletu ścian RS oraz kratownicy dachowej RD. Następnie podnosi się je do pozycji pionowej, łącząc ze sobą. Schemat montażu pokazano na rys. 4.



Rys.4. Schemat montażu szkieletów (RS – szkielet płaski ścian, RD – kratownica dachowa), oraz forma do produkcji elementów prefabrykowanych (A).

Do wykonania prefabrykatów żelbetowych przewiduje się stosowanie form bateryjnych składano-rozkładanych. Szkic takiej formy pokazano na rys.4 (szkic A). Przewiduje się także wykorzystanie linii technologicznej ze zmechanizowanym systemem taśmowym, a w przyszłości z automatyzacją i robotyzacją wszystkich operacji technologicznych. Możliwy jest też wariant wykonywania pełnych szkieletów ścian RS i kratownic RD w zakładzie prefabrykacji lub na placu budowy.

#### 4. Badania prototypu konstrukcji

W celu praktycznego sprawdzenia zaproponowanych rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych i opracowania aprobat niezbędnych przy wprowadzeniu szkieletu do stosowania, przeprowadzono badania w skali naturalnej prototypu szkieletów z przęsłami o oświetleniach 6,0 i 9,0 m.

Zbadano szkielet przestrzenny złożony z dwóch ram płaskich, opartych na oddzielnych fundamentach. Prefabrykowane żelbetowe elementy składowe – wszystkie o jednakowym przekroju poprzecznym 160×100 mm, wykonane zostały w laboratorium Politechniki Lwowskiej. Słupy wykonano jako dwugłęziowe z przewiązkami z eowników. Ramy płaskie ścian RS złożono ze słupów i belek podłużnych (10, 11, 12), łącząc je śrubami. Dwie kratownice RD ustawiono na belkach górnych (12) łącząc je łącznikami śrubowymi, a między sobą usztywniono ramą świetlika (18).

Zbadano także dodatkowo jedną kratownicę RD o rozpiętości 5,6 m, opartą na ścianach istniejącego budynku, do którego dobudowano w odległości 1,50 m konstrukcję szkieletu.

Szkielety obciążano siłami skupionymi  $F$  w węzłach rygła ram w kierunku pionowym i poziomym  $W$  w szkieletu (Rys.4). Obciążenia pionowe zrealizowano przez podwieszenie ciężarów, a obciążenia poziome za pomocą odciągów zakotwionych do istniejących obok fundamentów.



Badania konstrukcji ram szkieletu potwierdziły prawidłowość założeń przyjętych do projektowania szkieletu. Stwierdzono, że przy normatywnych obciążeniach pionowych  $2,0 \text{ kN/m}^2$  i  $0,6 \text{ kN/m}^2$  poziomych spełnione zostały warunki nośności, rysoodporności i ugięcia.

## 5. Podsumowanie

Zaproponowany i opracowany system szkieletu dla budynków jednorodzinnych, gospodarskich i dla drobnego lokalnego przemysłu, w porównaniu do istniejących rozwiązań konstrukcyjnych cechuje:

1. Prostota montażu dzięki łączeniu wszystkich elementów na śruby, bez spawania i betonowania.
2. Przydatność do stosowania zarówno dla budynków jednorodzinnych (w tym na terenach wiejskich, budynków w ośrodkach rekreacji i wypoczynku, a także jako budynki tymczasowe w sytuacjach awaryjnych np. konieczność zapewnienia mieszkań ofiarom pożarów, powodzi itp) jak i gospodarskich oraz budynków dla drobnego przemysłu
3. Prostota i jednolitość elementów składowych, co pozwala zarówno na produkcję w zakładach prefabrykacji z wykorzystaniem współczesnych zautomatyzowanych i robotyzowanych systemów, jak i w zakładach poligonowych firm budowlanych, a także na placu budowy.
4. Możliwość rozbiórki i powtórnego użycia w innym miejscu i przy innej funkcji budynku.
5. Możliwość prowadzenia robót montażowych przez cały rok.
6. Zapewnienie przestrzennego charakteru pracy szkieletu.

## Literatura

- 1 Гнідець Б. Нові конструктивно-технологічні системи в проектуванні, виготовленні і монтажі залізобетонних конструкцій. Матеріали 1-ї української наукової конференції «Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону», Київ, - 1996, ст. 78-80 і 280-282.
- 2 Hnidets B. Structural and Technological Systems for Automatization and Robotization of Production and Mounting RC elements of Buildings and Structures. Challenges to civil and mechanical engineering in 2000 and beyond. Vol.II. International conference. June 2-5, 1997. – Wrocław. P. 495-503.
- 3 Urban L. Poradnik techniczny kierownika budowy. Akady. Warszawa. -1970.
- 4 Гнідець Б. Нові конструктивно-технологічні системи для індивідуального житлового сільськогосподарського будівництва. Вісник Львівського Національного аграрного університету «Архітектура і сільськогосподарське будівництво» №3 –Львів, -2002. ст. 12-18.
- 5 Гнідець Б., Гнідець З., Гнідець Р. Легкомонтована універсальна каркасна система для малоповерхового житлового та іншого індивідуального будівництва. Вісник Національного університету «Львівська політехніка» №737 «Теорія і практика будівництва» - Львів. 2012 ст. 58-64.

## **Concrete skeleton structure made of unified pre-cast members for the houses in countryside**

**Bogdan Hnidets**

*Lviv Polytechnic National University*

**Abstract:** The article describes new skeleton system dedicated for the little houses in county side. The skeleton consists of simple, unified pre-cast members, arranged in rigid frame structure. The skeleton can be disassembled and used once more.

**Keywords:** country side building, load-bearing structure, skeleton structure, pre-cast member