

# Plan rozwoju: Systemy konstrukcyjne i preferowane metody dostarczania konstrukcji stalowych w lekkim budownictwie mieszkaniowym

*W opracowaniu opisano główne systemy konstrukcyjne lekkiego stalowego budownictwa mieszkaniowego, mianowicie: konstrukcje z elementów, z paneli, z elementów przestrzennych i konstrukcje hybrydowe. Podano również zalecenia co do doboru systemu konstrukcyjnego oraz organizacji wykonawstwa.*

## Zawartość

1.	Wstęp	2
2.	Montaż z elementów	2
3.	Montaż paneli	3
4.	Montaż elementów trójwymiarowych	6
5.	Konstrukcje hybrydowe	9
6.	Wybór systemu	9
7.	Opcje kontraktu i usługi konsultingowe	13

## 1. Wstęp

Lekkie konstrukcje stalowe są dostarczane przez wyspecjalizowanych podwykonawców. Tacy podwykonawcy mogą dostarczać jeden lub więcej systemów lekkiego budownictwa, którymi są:

- Konstrukcje składające się z pojedynczych elementów,
- Systemy bazujące na panelach
- Systemy trójwymiarowe, modułarne lub kontenerowe
- Systemy hybrydowe

W przypadku różnych systemów konstrukcyjnych, zarówno metody dostarczania konstrukcji, oraz organizacji wykonawstwa mogą być zróżnicowane.

Opracowanie niniejsze przedstawia główne systemy konstrukcyjne i przedstawia wytyczne dotyczące zarówno doboru systemu konstrukcyjnego, jak i właściwej organizacji wykonawstwa.

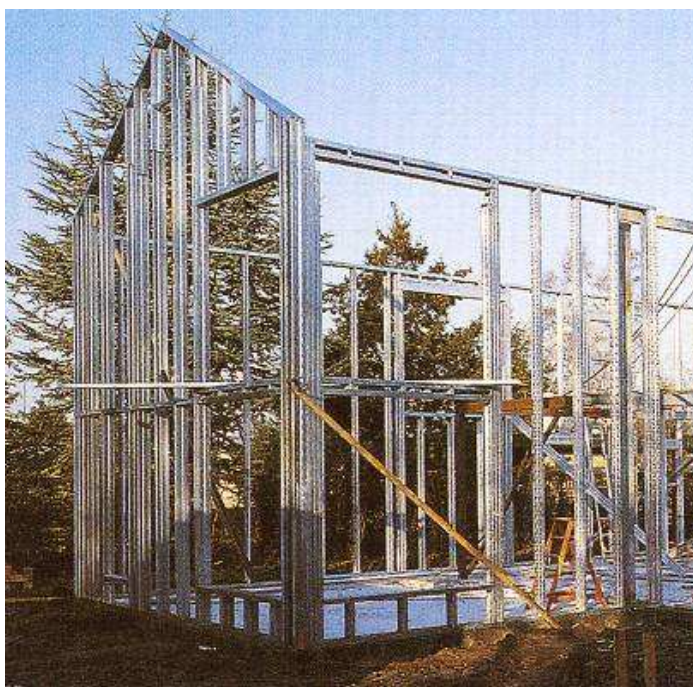
## 2. Montaż z elementów

Lekkie konstrukcje stalowe mogą być zakupione w postaci pojedynczych elementów i zmontowane jako kompletny budynek mieszkalny. Taki sposób wykonawstwa często określa się mianem „budownictwa szkieletowego”, przejmując nazwę od rodzaju konstrukcji budynków drewnianych. W praktyce, elementy stalowe są nabywane od wytwórcy i cięte na długość. Z uwagi na rozwój niewielkich przenośnych giętarek, jak np. giętarki Scottsdale, istnieje także możliwość wytwarzania w ekonomiczny sposób gotowych elementów stalowych na placu budowy.

Typowy wolnostojący dom o powierzchni od 80 do 100 m<sup>2</sup> jest wykonywany przy użyciu od 350 do 400 pojedynczych elementów, takich jak słupki, belki stropowe, krokwie i płatwie. Budynek skonstruowany przy użyciu takich elementów, dostarczanych pojedynczo, może zostać wzniesiony w ciągu 3-4 dni, przez zespół składający się z dwu lub trzech osób.

„Budynek szkieletowy”, przedstawiony na Rys.2.1 jest najprostszym sposobem wznoszenia lekkiego budynku stalowego. Zazwyczaj w Europie taka metoda wznoszenia jest stosowana tylko do niewielkich obiektów; w Stanach Zjednoczonych są z sukcesem wykonywane w ten sposób całkiem duże konstrukcje. Ograniczenie do niewielkich obiektów w Europie wynika z wyższych kosztów pracy. Dodatkowo, w dużych kilkukondygnacyjnych obiektach szkielet jest tylko konstrukcją wypełniającą, podczas gdy konstrukcję nośną stanowią kształtowniki walcowane lub rama żelbetowa.

Metoda ta nie wymaga wysokich kwalifikacji wykonawców. Wystarczające jest wykonywanie połączeń na placu budowy; tolerancje wykonania są takie, jak w budownictwie tradycyjnym, z regulacją ustawienia za pomocą pionu i poziomicy, w miarę postępu robót.



*Rys. 2.1 Konstrukcja budynku mieszkalnego z pojedynczych elementów*

### **3. Montaż paneli**

Drugim sposobem dostawy lekkiego budownictwa stalowego jest prefabrykacja w postaci paneli i kaset o różnej wielkości i kształcie, wykonywanych za pomocą łoża montażowych. Są one później montowane w gotowy budynek mieszkalny. Określenie „panel” odnosi się ogólnie do elementów ścian, natomiast „kaset” do elementów stropów i dachu.

Istnieje wiele metod składania elementów stalowych w panele i operacja taka może być dokonywana zarówno w wytwórni, jak i na placu budowy. Produkcja paneli jest dokładna, zwykle osiąga się dokładność wykonania od +0 mm do -2 mm. Bardzo ważne jest zaprojektowanie odpowiedniego łoża montażowego. Wytwórcy najczęściej używają łoża montażowych własnej produkcji, służących do określonego celu produkcji. Typowe łoże montażowe pokazane jest na Rys. 3.1.

Elementy stalowe wewnątrz panelu mogą być mocowane za pomocą spawania, nitowania, przy użyciu wkrętów lub zgniatanych zakładki.

Najbardziej rozpowszechnione jest obecnie nitowanie i stosowanie wkrętów. Obecny rozwój technologii gięcia pozwala na wykonywanie otworów na nity podczas gięcia elementów, a taka metoda zapewnia dokładność wykonania panelu. Panele mogą mieć charakter konstrukcyjny tj. gdy są zaprojektowane do przejścia obciążeń, lub być elementami przepierzeń, spełniającymi tylko rolę ścian niekonstrukcyjnych.



**Rys. 3.1**      *Typowe łóże montażowe do wytwarzania paneli*

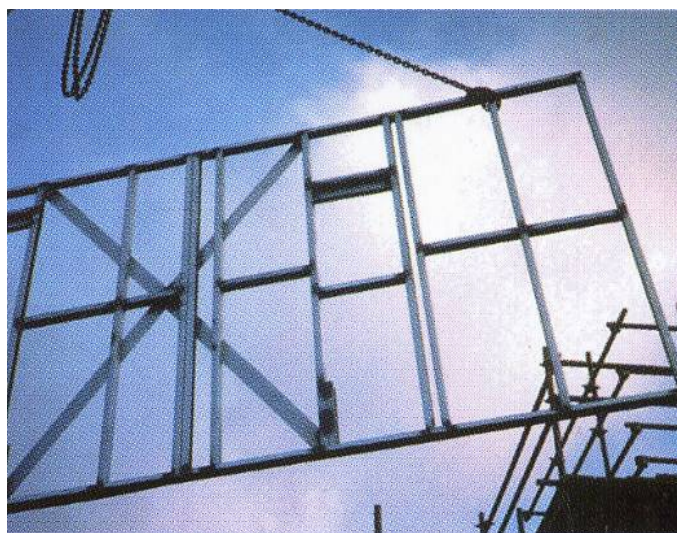
Wielkość wytwarzanych paneli jest jedną z decyzji do podjęcia podczas projektowania. Niektórzy wytwórcy optują za niewielkimi ich wymiarami, które umożliwiają montaż bez użycia dźwigów, tylko za pomocą siły rąk ludzkich. Inni wytwórcy preferują panele o dużych rozmiarach, które mogą być montowane jedynie przy użyciu dźwigów. Obie metody są skuteczne, jednak mniejsze panele zasadniczo są przeznaczone do budynków jedno lub dwukondygnacyjnych. Ciężary paneli różnią się od siebie zależnie od wielkości i przygotowania. Nieduży panel może ważyć niewiele, bo tylko 50 kg, zaś duża kasetka podłogowa może mieć masę nawet 600 kg.

Zależnie od rozmiarów paneli, typowy dom o powierzchni 80 – 100 m<sup>2</sup> składa się z od 28 do 60 paneli. Używając dźwigu i dużych paneli (8 do 10 m długości i 2,8 m wysokości) oraz zależnie od warunków montażu takich jak dostęp, konstrukcja nośna pojedynczego domu mieszkalnego może zostać zbudowana w ciągu od 6 do 8 godzin. Dla celów planowania można przyjąć, że panele na dom jednorodzinny mogą zostać zapakowane na jedną ciężarówkę naczepową.

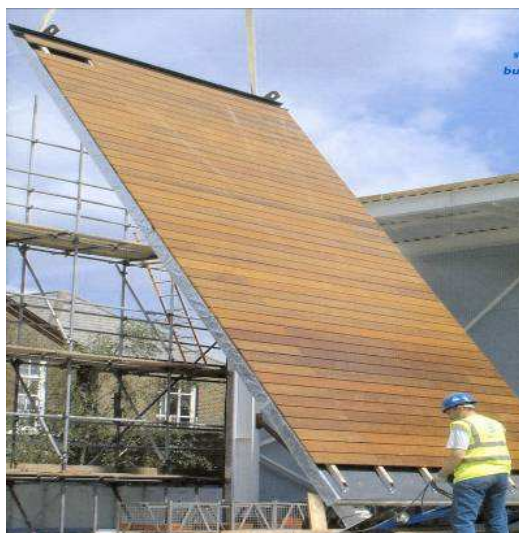
W większości wypadków panele są łączone ze sobą podczas montażu na placu budowy za pomocą wkrętów samogwintujących różnych rozmiarów i rodzajów. Ponieważ elementy lekkiego budownictwa stalowe są z natury cienkie, należy skupić uwagę na wyborze odpowiednich wkrętów mocujących. Niektóre systemy paneli wymagają stosowania połączeń śrubowych.

Nieustający postęp w dziedzinie technologii CAD-CAM umożliwia łatwe planowanie, rysowanie i wytwarzanie paneli. Podczas gdy zaawansowane sposoby produkcji umożliwiają projektowanie i wytwarzanie unikalnych paneli, największą możliwością zmniejszenia kosztów podczas wytwarzania i montażu daje powtarzalność produkcji paneli. Szczególne oszczędności wynikające z takiej powtarzalności powstają także podczas koordynacji projektu i jego logistyki. Rozsądną miarą przy projektowaniu panelu jest zapewnienie dziesięciokrotnej (lub większej) jego powtarzalności w obrębie projektu. Jednakże w wielu przypadkach powtarzalność jest ograniczona, co wynika z wielkości obiektu, wymagań projektowych i planowania budowy.

Panele mogą być wytwarzane jako „otwarte” lub „zamknięte”. Panele „otwarte”, Rys. 3.2, to takie w których występują wyłącznie elementy stalowe, jako części konstrukcyjne lub niekonstrukcyjne. Panele „zamknięte”, Rys. 3.3, to takie które zostały wzbogacone przez fabryczne mocowanie do elementów konstrukcyjnych panelu dodatkowych elementów budowlanych, takich jak izolacja, płyta ścienna i/lub okna. Niektóre przyłącza mogą być także włączone do panelu. W miarę dodawania elementów budowlanych panel staje się coraz to bardziej skomplikowany i mocowanie jednego panelu do innego staje się kluczowym elementem podczas projektowania, od którego zależy sukces lub porażka całego systemu konstrukcyjnego. Korzyść stosowania paneli „zamkniętych” leży w prostocie konstrukcji i oszczędnościach w czasie budowy. Tam, gdzie „zamknięte” systemy technologiczne zostały stosowane z sukcesem, ukończenie całego budynku odbywało się w przeciągu trzech do pięciu dni, wyłączając roboty ziemne. Zastosowanie systemów „zamkniętych” powoduje, że elementy stają się bardzo wrażliwe na złe warunki pogodowe podczas montażu. Tam gdzie taki system jest stosowany, wyspecjalizowany podwykonawca staje się tak naprawdę głównym wykonawcą.



**Rys. 3.2**      *Panel konstrukcyjny „otwarty”*



**Rys. 3.3**      *Panel „zamknięty, zawierający płyty, izolację i instalacje”*

## 4. Montaż elementów trójwymiarowych

Trzecią metodą stosowania lekkich konstrukcji stalowych w budownictwie mieszkaniowym jest wykorzystywanie przestrzennych form, zmontowanych w wytwórni. Takie przestrzenne kształty są określane mianem modułów, jeśli zawierają w sobie kilka pomieszczeń, lub też określane mianem kontenerów, jeśli ograniczone są do jednego pomieszczenia, np. kuchni lub łazienki. Moduły, lub kontenery, są wytwarzane przez wyspecjalizowanych podwykonawców lub wytwórców tylko jako elementy konstrukcyjne, jak pokazano to na Rys. 4.1, do wykończenia przez innych wykonawców, lub mogą być dostarczone w stanie wykończonym, jako kompletny fragment budynku, Rys. 4.2 i Rys. 4.3. Można dyskutować czy konstrukcje modułowe są najwyższym stadium rozwoju w prefabrykacji budynku mieszkalnego, możliwym do wykonania przez zakład produkcyjny, celem uzyskania największych korzyści w wykonawstwie. Dostrzegalne wady takiej formy budownictwa to ograniczenia projektowe, koszty transportu i ograniczenia związane z potencjałem i zbytem w ramach miejscowego rynku budowlanego.



*Rys. 4.1 Jednostka modułowa ograniczona tylko do konstrukcji*



*Rys. 4.2 Trzy fotografie pokazują system modularny „Open House”. Moduły są wytwarzane w wytwórni i są montowane wraz z słupkami na placu budowy*



**Rys. 4.3**      *Kontener zawierający łazienkę podnoszony na budowie Beaufort House - Londyn*

Wymiary modułów wynikają z wymagań architektonicznych oraz, co częstsze, z ograniczeń transportowych. Ograniczenia takie to nie tylko przepisy wydane przez odpowiednie władze, lecz również ograniczenia wynikające z praktycznego dostępu do miejsca budowy. Pomimo tego, moduły mogą pokonywać znaczne odległości. Na Rys. 4.4 pokazano moduły przetransportowane z Polski do Londynu.

W budowie opartej na modułach, całkowity czas wykonania konstrukcji na placu budowy jest zredukowany do minimum, lecz odpowiedzialność za wykonanie projektu leży w rękach wytwórcy lub wyspecjalizowanego podwykonawcy, który powinien właściwie zaplanować, dostarczyć i wykończyć obiekt.



**Rys. 4.4**      *Moduły zostały wyprodukowane w Polsce i zmontowane w Londynie*



## 5. Konstrukcje hybrydowe

Czwarta metoda dostawy polega na połączeniu dwu lub trzech wcześniej opisanych systemów, możliwie z dodatkiem elementów wykonanych z kształtowników walcowanych na gorąco lub elementów żelbetowych. Takie konstrukcje określa się mianem hybrydowych. W zasadzie, konstrukcje hybrydowe wykorzystują zalety każdej z poprzednich metod, a dołączenie kształtowników walcowanych lub elementów żelbetowych powiększa zakres stosowania lekkiego budownictwa do większych i wyższych budynków mieszkalnych. Często spotka się takie budynki zawierające od 6 do 9 kondygnacji, a czasami bywają wykonywane budynki posiadające 22 kondygnacje.

Budynek Lingham Court w Londynie, Rys, 5.1, jest przykładem dużego obiektu o konstrukcji hybrydowej. W budynku posiadającym 80 lokali różnego przeznaczenia, użyto paneli konstrukcyjnych do wykonania głównej bryły budynku i dużych kontenerów, jako łazienek i kuchni. Konstrukcja klatki schodowej i szybu windowego została prefabrykowana za pomocą trójwymiarowych elementów, z kształtowników walcowanych na gorąco. Ośmiokondygnacyjna część budynku została wykonana z pojedynczych elementów, ponieważ tej części konstrukcji nie można było inaczej zaprojektować w ekonomiczny sposób.



*Rys. 5.1 Lingham Court, Londyn*

## 6. Wybór systemu

Który z czterech systemów jest najbardziej odpowiedni w przypadku danego projektu?

Konstrukcja wykonywana z elementów w praktyce jest budownictwem tradycyjnym, lecz w którym lekkie elementy stalowe zastępują drewno, cegły i kamień. Wykonywanie z pojedynczych elementów jest dobrym rozwiązaniem w przypadku jednokrotnego

budowania jedno-, lub dwukondygnacyjnego budynku mieszkalnego. W Stanach Zjednoczonych z powodzeniem stosuje się takie budownictwo w dużej skali, do wykonawstwa niskich obiektów mieszkalnych, gdzie cały plac budowy staje się de facto wytwórnią. W większości przypadków, montaż z pojedynczych elementów wyklucza korzyści wynikające z oszczędności czasu i kosztów, a także jakości wykonania, jako pochodnej prefabrykacji.

Okoliczności sprzyjające wyborowi budownictwa opartego na pojedynczych elementach to:

- Dostępni są odpowiedni podwykonawcy (montażysty)
- Projekt jest odpowiedni dla lekkiego budownictwa, lecz zbyt trudny do prefabrykacji
- Wykluczona jest powtarzalność obiektu
- Nie ma możliwości wykonania prefabrykacji
- Czas wykonania konstrukcji nie jest kluczowym priorytetem

Metoda montażu paneli (otwartych lub zamkniętych) jest pośrednią formą lekkiego budownictwa, pomiędzy montażem z pojedynczych elementów a montażem elementów trójwymiarowych. Metoda taka pozwala zmniejszać czas budowy i w ten sposób związane z tym koszty. Jednakże konstrukcja budynku mieszkalnego stanowi jedynie około 15% kosztów całej budowy, więc oszczędności wynikające z powtarzalności i prefabrykacji w wytwórni są skromne i mogą być zrównoważone przez koszty transportu.

Okoliczności sprzyjające wyborowi budownictwa opartego na panelach to:

- Dostępność wykwalifikowanych podwykonawców
- Odpowiedni specjaliści posiadający możliwości dostawy w czasie realizacji budowy
- Czas wykonania na budowie jest kluczowym priorytetem
- Projekt umożliwia rozsądną (albo jeszcze większą) powtarzalność paneli
- Wymogi architektoniczne uniemożliwiają stosowania elementów trójwymiarowych
- Koszty transportu akceptowalne w ramach całkowitych kosztów budowy

Konstrukcje trójwymiarowe lub modułowe zapewniają najszybszy czas budowy i w ten sposób powstają związane z tym największe oszczędności. Pomyślne stosowanie konstrukcji modułowych zależy od projektu. W oczywisty sposób konstrukcje modułowe wymagają rozważenia tam, gdzie projekt zawiera dużą liczbę powtarzających się fragmentów, jak w hotelach, domach studenckich.

Jakość w konstrukcjach modułowych zależy w znacznej mierze od specyfikacji projektowych. Używając tej samej specyfikacji, produkt wbudowany w wytwórni prawdopodobnie będzie lepszej jakości, niż ten wbudowany na placu budowy.

Konstrukcje modułowe mają dwa dostrzegalne ograniczenia, oba wynikające z dużego rozmiaru modułu, jako „klocka” do wbudowania. W pierwszym przypadku rozmiar „klocka” może ograniczać kreatywność projektanta. W drugim przypadku ograniczenia transportowe skutecznie wyznaczają wymiary pomieszczenia. Jednak, mimo tych ograniczeń są możliwe bardzo dobre projekty z zastosowaniem konstrukcji modułowych.

Okoliczności sprzyjające wyborowi konstrukcji modularnych to:

- Dostępność odpowiednich wytwórców
- Ich zdolność produkcyjna w odpowiednim czasie
- Odpowiedni projekt architektoniczny
- Ograniczenia związane z czasem budowy
- Rozsądna (lub lepsza) sieć transportu

Konstrukcje hybrydowe mają najbardziej elastyczne możliwości z punktu widzenia projektowania. Są one szczególnie odpowiednie w przypadku złożonych obiektów wielokondygnacyjnych, lecz także mogą być stosowane do niewielkich jedno lub dwukondygnacyjnych budynków. Można zilustrować to dwoma przykładami.

Pierwszym jest budynek Beaufort House wykonany dla spółki Peabody Trust w Londynie, pokazany poniżej (Rys. 6.1). Jest to przykład konstrukcji hybrydowej, zastosowanej w wielkomiejskim obiekcie sześciokondygnacyjnym, o 76 jednostkach mieszkalnych. Lekkie prefabrykowane panele stanowią główny układ konstrukcyjny. W miejscach działania znacznych obciążeń skupionych panele są wzmocnione elementami z kształtowników walcowanych na gorąco. Prefabrykowane stalowe klatki z kształtowników są użyte jako szyby windowe i klatki schodowe. Rama z kształtowników walcowanych jest także zastosowana w konstrukcji fasady i balkonów. Ukończeniem konstrukcji hybrydowej jest wykorzystanie kontenerów łazienkowych, najdroższych składowych budynku, wykonanych w wytwórni.

Drugim przykładem (Rys. 6.2) jest projekt Advance Housing, którego inwestorem jest Barrett & Terrapin. W projekcie realizowano tylko budynki jednorodzinne. Konstrukcję hybrydową stanowi dwukondygnacyjna rama, na pierwszy rzut oka przecząca wyrafinowaniu konstrukcji. W konstrukcji na główną część budynku zastosowano system ścian i przestrzenne elementy stanowiące łazienkę i kuchnię. W rezultacie powstał stworzony w wytwórni budynek o wysokiej jakości, powtarzalny, możliwy do zabudowy w każdym stosownym miejscu. Te dwa projekty, mimo różnicy w wielkości mają bardzo wiele wspólnych rozwiązań.



**Rys. 6.1** *Beaufort House: Sześciokondygnacyjny budynek mieszkalny, Londyn*



**Rys. 6.2** *Hybrydowy budynek mieszkalny wyprodukowany przez Advance Housing Ltd, dla Barratt Developments, Wielka Brytania*

Okoliczności sprzyjające wyborowi konstrukcji hybrydowych to:

- Dostępność wykwalifikowanych podwykonawców – należy zauważyć, że kwalifikacje wymagane w przypadku konstrukcji hybrydowych są prawdopodobnie wyższe od tych wymaganych w prostszych metodach konstrukcji
- Czy projekt jest właściwy dla konstrukcji hybrydowej, tj. może być łatwo podzielony na obszary o wysokim standardzie wykończenia, gdzie właściwe jest stosowanie kontenerów i obszary o prostszym wykończeniu, gdzie preferowane są panele
- Czas budowy jest istotnym parametrem, uzasadniającym wysiłek włożony w prefabrykację
- Czy wyższe koszty projektowania mogą być zrównoważone oszczędnościami podczas budowy?

W Tabelicy 6.1 podsumowano najbardziej prawdopodobne metody budownictwa stalowego w przypadku różnych typów budynków. Jest to rozsądny przewodnik, lecz rzeczywiste sytuacje mogą różnić się stosownie do wymagań projektowych.

**Tablica 6.1** *Formy konstrukcji budynków i dobór układu konstrukcyjnego*

Forma budynku	Układ konstrukcyjny			
	z elementów	z paneli	przestrzenny	hybrydowy
Budowa własnymi siłami	✓✓	✓		
Jednorodzinny	✓✓	✓✓		✓
Szeregowy	✓	✓✓		
Apartament (1 – 4 kond.)		✓✓	✓✓	
Apartament (4+ kond.)		✓	✓	✓
Hotele, domy studenta itp.		✓	✓✓	✓
✓✓ Optymalny    ✓ Możliwy				

## 7. Opcje kontraktu i usługi konsultingowe

Zaraz po wyborze systemu konstrukcyjnego należy określić warunki współpracy pomiędzy stronami odpowiedzialnymi za dostarczenie produktu. W rzeczywistości najlepiej jest, gdy warunki współpracy są określane jednocześnie z wyborem systemu konstrukcyjnego. Podane poniżej uwagi odnoszą się do ogólnych zasad związanych z wyborem i szczegółami dotyczącymi współpracy w ramach określonego kontraktu, które mogą zmieniać się zależnie od kraju inwestycji i żądań klienta. Niektórymi z bardziej istotnych problemów do rozstrzygnięcia są:

- Kto jest głównym zleceniobiorcą?
- Jaka jest zależność pomiędzy głównym wykonawcą a specjalistami od konstrukcji stalowej?
- Kto zapewnia usługi projektowe?
- Jaki jest związek pomiędzy architektem i specjalistami od konstrukcji stalowej? Kto dostarcza szczegóły rozwiązań architektonicznych?

Uwagi i komentarze dotyczące każdej z metod montażu są następujące.

**Metoda montażu z elementów:** Występuje w niej najprostsza forma organizacji przy realizacji projektu. W tym przypadku, specjalista od konstrukcji stalowej jest prawdopodobnie wybranym podwykonawcą, lub może być wyłoniony w trakcie przetargu. Projekty architektoniczne i konstrukcyjne są najczęściej zapewniane w sposób konwencjonalny, chociaż podwykonawca konstrukcji stalowej może mieć na nie pewien wpływ.

**Metoda montażu paneli:** Taka metoda wykonania obiektu jest bardziej złożona, pod względem organizacji od metody montażu z elementów. Może się ona stać jeszcze bardziej skomplikowana, gdy wytwórca konstrukcji stalowej używa specjalistycznych systemów do jej projektowania. Zależnie od wymagań takiego systemu, dostawca konstrukcji może być wykonawcą projektu konstrukcyjnego i być zaangażowany w rozwiązania detali. W tym przypadku, obszary odpowiedzialności i zakres odpowiedzialności za projekt konstrukcyjny powinny być skrupulatnie określone. Architekt zatrudniony przez zleceniodawcę powinien dostarczyć podstawowy projekt budynku, lecz z uwzględnieniem ograniczeń i szczegółów wynikających z zastosowania metody montażu z paneli. Inżynier konstruktor zatrudniony

przez zleceniodawcę może jedynie zapewnić ogólny nadzór nad wykonaniem. Kontrola i określenie zakresu pracy każdej ze stron jest sprawą kluczową.

Metoda montażu elementów przestrzennych lub modułów: W tej metodzie wytwórca elementów przestrzennych staje się w praktyce głównym wykonawcą. Usługi związane z inżynierią budowlaną są najczęściej podejmowane przez wytwórcę elementów przestrzennych. Architekt zatrudniony przez zleceniodawcę powinien ściśle współpracować z wytwórcą elementów przestrzennych. W najlepszym przypadku współpraca taka układa się harmonijnie, w najgorszym staje się walką pomiędzy nimi.

Metoda hybrydowa: Metoda ta tworzy potencjalnie najbardziej złożone stosunki podczas realizacji projektu. Specjalista od lekkiej konstrukcji może, lub nie, podjąć odpowiedzialność dostarczenia wszystkich elementów konstrukcji. Zagadnienia projektowania poszczególnych elementów konstrukcji są złożone i mogą zostać podejmowane przez specjalistów dla całości obiektu lub dla poszczególnych jego fragmentów. Sprawami kluczowymi są określenie obszarów wzajemnego oddziaływania i koordynacja, które muszą zostać rozwiązane przez głównego wykonawcę.

Sumując, zakres usług dostarczanych przez specjalistów od lekkich konstrukcji stalowych będzie się różnił, zależnie od ich umiejętności i wymogów rynku. Usługi z tego zakresu zwykle zawierają:

- Produkcję, projektowanie i detalowanie
- Dostarczenie stali wymaganej przez każdy z czterech systemów montażu
- Wzniesienie elementów konstrukcyjnych

Usługi dodatkowe mogą uwzględniać:

- Kompletne usługi projektowe z zakresu konstrukcji
- Zaopatrywanie w elementy dodatkowe: tj. ściany działowe, balkony, schody, szyby windowe,
- Zapatrywanie w elementy związane z systemem konstrukcyjnym, takie jak izolacje, obudowy ścian, systemy fasadowe itp.

Inne usługi projektowe związane z systemem konstrukcyjnym np. szczegóły związane z izolacją cieplną i akustyczną, zabezpieczeniem przeciwogniowym itp. często muszą być wykonywane przez wyspecjalizowanych podwykonawców.

Metody dostawy lekkiego budownictwa stalowego rozwijają się i specjaliści z tej branży reagują na zapotrzebowanie rynku. Tablica 7.1 wskazuje na najbardziej odpowiednie metody dostarczania różnych rodzajów konstrukcji.

**Tablica 7.1 Układ kontraktu i dostarczenie lekkiej konstrukcji stalowej**

Układ kontraktu	Obowiązki podwykonawcy	Układ konstrukcyjny			
		z elementów	z paneli	przestrzenny	hybrydowy
Deweloperski (projekt, budowa i finansowanie)	Pełny projekt całego systemu, jaki ustalił architekt	✓	✓✓	✓✓	✓✓
Główny wykonawca (projekt, budowa)	Koordinacja projektowania przez wyspecjalizowanego podwykonawcę	—	✓	✓✓	✓
	Projektowanie i instalacja wyspecjalizowanych elementów przez podwykonawcę	✓	✓✓	✓✓	✓
	Instalacja jedynie wyspecjalizowanych elementów przez podwykonawcę	—	—	—	—
	Dostawa jedynie wyspecjalizowanych elementów	✓	✓	—	—
Kontrakt konwencjonalny	Wykonanie budynku	✓	—	—	—
	Dobór podwykonawcy (Projektowanie i wykonanie)	✓✓	✓✓	✓	✓
✓✓ prawdopodobny    ✓ możliwy    — mało prawdopodobny					

Podana tablica jest jedynie pewnym drogowskazem – doświadczenia pokazują, że niemal każdy układ kontraktu jest możliwy pomiędzy zainteresowanymi stronami. Wnioskami z tablicy mogą być trzy istotne kwestie:

- Im bardziej złożony sposób dostarczenia konstrukcji, tym mniej prawdopodobne jest to, że najlepsza oferta zostanie wyłoniona w ramach przetargu – lepszą formą są negocjacje.
- Wykorzystanie zalet wynikających z danej formy dostarczania konstrukcji może być osiągnięte przez dobór metody i wykonawców we wczesnym etapie projektowania.
- Korzyści z innowacyjnych metod budowy i dostarczenia konstrukcji są możliwe pod warunkiem zachowania prawdziwego partnerstwa pomiędzy właścicielem, głównym wykonawcą i podwykonawcami robót specjalistycznych.

## Protokół jakości

<b>Tytuł zasobu</b>	Plan rozwoju: Systemy konstrukcyjne i preferowane metody dostarczania konstrukcji stalowych w lekkim budownictwie mieszkaniowym		
<b>Odniesienie</b>			
<b>ORIGINAŁ DOKUMENTU</b>			
	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Instytucja</b>	<b>Data</b>
<b>Stworzony przez</b>	J Baker	SCI	
<b>Zawartość techniczna sprawdzona przez</b>	G W Owens	SCI	
<b>Zawartość redakcyjna sprawdzona przez</b>			
<b>Zawartość techniczna zaaprobowana przez:</b>			
<b>1. Wielka Brytania</b>	G W Owens	SCI	18/4/06
<b>2. Francja</b>	A Bureau	CTICM	18/4/06
<b>3. Szwecja</b>	B Uppfeldt	SBI	11/4/06
<b>4. Niemcy</b>	C Müller	RWTH	18/4/06
<b>5. Hiszpania</b>	J Chica	Labein	18/4/06
<b>Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego</b>	G W Owens	SCI	20/7/06
<b>TŁUMACZENIE DOKUMENTU</b>			
<b>Tłumaczenie wykonał i sprawdził:</b>	L. Ślęczka, PRz		
<b>Tłumaczenie zatwierdzone przez:</b>	B. Stankiewicz	PRz	



## Informacje ramowe

<b>Tytuł*</b>	<b>Plan rozwoju: Systemy konstrukcyjne i preferowane metody dostarczania konstrukcji stalowych w lekkim budownictwie mieszkaniowym</b>	
<b>Seria</b>		
<b>Opis*</b>	W opracowaniu opisano główne systemy konstrukcyjne lekkiego stalowego budownictwa mieszkaniowego, mianowicie: konstrukcje z elementów, z paneli, z elementów przestrzennych i konstrukcje hybrydowe. Podano również zalecenia co do doboru systemu konstrukcyjnego oraz organizacji wykonawstwa.	
<b>Poziom dostępu*</b>	Umiejętności specjalistyczne	Specjalista
<b>Identyfikator*</b>	Nazwa pliku	D:\ACCESS_STEEL_PL\SS\SS022a-PL-EU.doc
<b>Format</b>	Microsoft Word 9.0; 17 stron; 1870kb;	
<b>Kategoria*</b>	Typ zasobu	Plan rozwoju
	Punkt widzenia	Architekt, inżynier
<b>Temat*</b>	Obszar stosowania	Budynki mieszkalne
<b>Daty</b>	Data utworzenia	30/06/2009
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
<b>Język(i)*</b>	Polski	
<b>Kontakt</b>	Autor	J Baker, SCI
	Sprawdził	G W Owens, SCI
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
<b>Słowa kluczowe*</b>	Projektowanie koncepcyjne, Budynki mieszkalne, Rozwój, Elementy stalowe gięte na zimno	
<b>Zobacz też</b>	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inne</i>	
<b>Sprawozdanie</b>	Przydatność krajowa	EU
<b>Instrukcje szczególne</b>		