

## Studium przypadku: Le Sequana

*Wyróżniający się, siedmiopiętrowy budynek handlowy na lewym brzegu Sekwany, Paryż.*



Le Sequana – impresja artystyczna

### Spis treści

1. Uzyskane efekty	2
2. Punkt widzenia klienta	3
3. Punkt widzenia architekta	4
4. Punkt widzenia inżyniera	7
5. Punkt widzenia generalnego wykonawcy	9
6. Punkt widzenia wykonawcy konstrukcji stalowej	11
7. Zespół projektowy	13

## 1. Uzyskane efekty

- ❑ 25 000 m<sup>2</sup> wyjątkowej jakości powierzchni biurowej w sercu nowego centrum handlowego Ville de Paris.
- ❑ Nie dzielone słupami wewnętrznymi przestrzenie 18 m x 36 m z widokiem na Sekwanę.
- ❑ 33% wstępnie wynajęte z góry, przed rozpoczęciem budowy.
- ❑ . W pełni klimatyzowany z indywidualnym sterowaniem dla każdego 12 m<sup>2</sup> powierzchni.
- ❑ Budowa zakończona w 22 miesiące zgodnie z planem i budżetem, włączając w to 12-to tygodniowy montaż 2000 tonowej stalowej konstrukcji nośnej.



*Rys. 1.1 Stan przed zakończeniem – styczeń 2005*

## 2. Punkt widzenia klienta

*Bertrand Nicholas, Dyrektor techniczny C & C*



Capital & Continental uważa się za wiodącego developera budującego najwyższej jakości budynki biurowe w Paryżu. Atrakcyjne, wolne od słupów wewnętrzne przestrzenie uzyskane przy użyciu najnowszych technologii stalowych konstrukcji o dużej rozpiętości są naszym istotnym wyróżnikiem jakościowym na zróżnicowanym rynku developerskim.

We francuskim wykonawstwie budowlanym od ubiegłego wieku dominują konstrukcje betonowe. Prawdą jest, że rozwiązanie oparte o konstrukcję żelbetową o niewielkich rozpiętościach mogłoby zostać zaoferowane o 10% taniej niż konstrukcja podziemna i nadziemna wybrana przez nas. (Porównywalne rozwiązanie konstrukcji żelbetowej o dużej rozpiętości byłoby nadmiernie kosztowne!) Jednakże, gdy bierze się pod uwagę inne koszty inwestycji, to wzrost kosztu stanowi jedynie 3% całkowitego kosztu i ma niewielkie znaczenie w stosunku korzyści płynących z wyższej jakości, możliwości przystosowania i rynkowej oceny jakie osiągnęliśmy.

Można wymienić trzy kolejne argumenty finansowe uzasadniające wykorzystanie stali::

- ❑ Stal jest mniej zależna od warunków pogodowych niż konstrukcja betonowa i dlatego oferuje większą pewność dotrzymania terminu zakończenia budowy. Jest to bezcenne przy wstępnym najmie.
- ❑ Wykonawstwo konstrukcji stalowej jest szybsze. W „Le Sequana” zyskaliśmy jeden miesiąc na prace wstępne ( przygotowanie ) i kolejny miesiąc na prace wykonawcze w porównaniu z rozwiązaniem wykorzystującym konstrukcję żelbetową o niewielkich rozpiętościach.
- ❑ Nowoczesna konstrukcja z wykorzystaniem stalowych belek ażurowych, w połączeniu ze scentralizowanymi urządzeniami klimatyzacyjnymi (najbardziej komfortowa forma klimatyzacji i najefektywniejsze rozwiązanie ze względu na konserwację), pozwala na pełną integrację konstrukcji nośnej i systemów instalacyjnych. Oszczędza to 200 mm na wysokości kondygnacji. Skumulowane oszczędności na wysokości znacznie zmniejszają koszty obudowy budynku i mogą przewyciężyć ograniczenia planistyczne w krytycznych lokalizacjach.

Dla mnie osobiście praca nad tym projektem była przyjemnością. Kluczowi członkowie zespołu projektantów i zespołu konstruktorów pracują razem przez dziesięć lat. Problemy były nieliczne, jeżeli się zdarzały to podejście „można zrobić, to zrobimy” pozwalało na szybkie ich rozwiązanie.

Konstrukcje stalowe i ten zespół projektowy będą preferowane przy następnych prestiżowych realizacjach dla C & C.





Rys. 2.1 Typowa kondygnacja biurowa. Wolna od słupów przestrzeń zwiększa walory użytkowe.

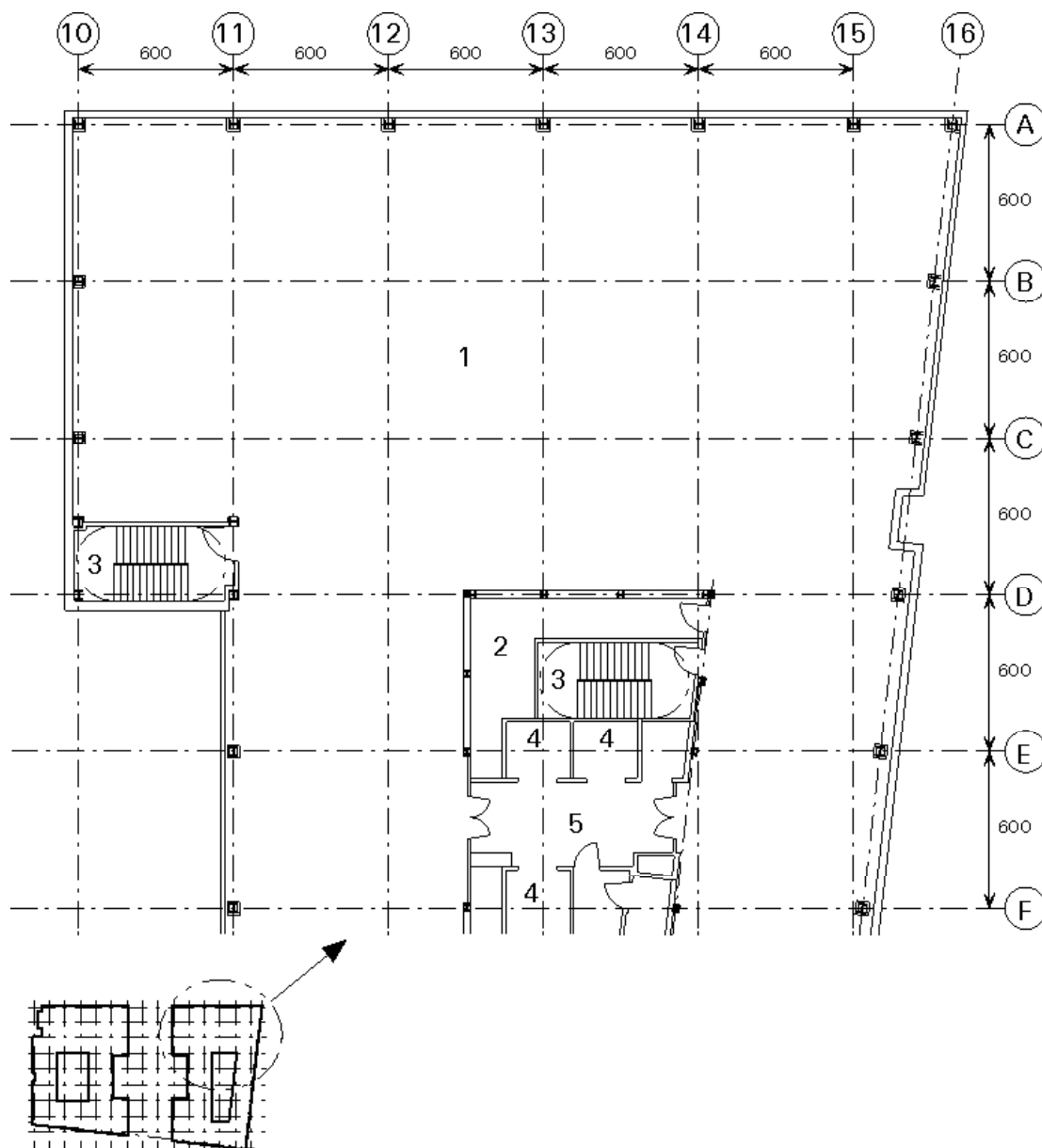
### 3. Punkt widzenia architekta

*Emmanuel Georin, autor projektu architektonicznego, Arte Charpentier et Associés*

Klient dał nam bardzo jasne wytyczne projektowe tego budynku:

- Najwyższej jakości układ architektoniczny, wykonanie i wykończenie.
- Brak wewnętrznych podpór w najważniejszych przestrzeniach biura.
- Najwyższa jakość komfortu środowiskowego.
- Urządzenia klimatyzacyjne powinny być zgrupowane w maszynowniach na każdym piętrze w oddzielnych pomieszczeniach i powinny umożliwiać niezależne sterowanie klimatyzacją w strefach o powierzchni 12 m<sup>2</sup>. Cała instalacja z wodą służącą do schładzania i/ po ogrzewania/e powinna zostać wyłączony z przestrzeni biura. Nieświeże powietrze ma zostać usunięte poprzez instalację wentylacyjną umieszczoną w przestrzeni stropów, w pobliżu rdzenia.

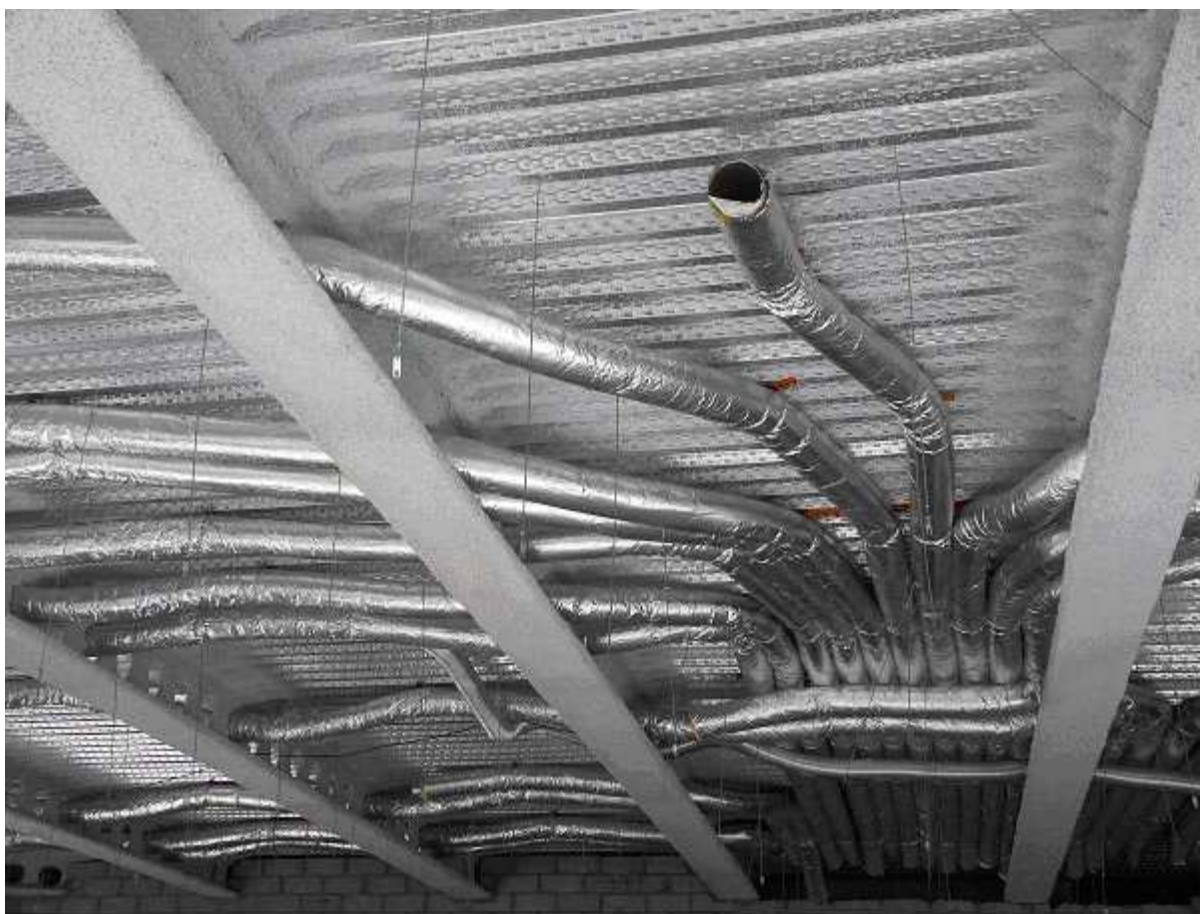
Elastyczność stalowej ramy umożliwiła nam „narysowanie tego, co chcieliśmy”. Dwie oddzielne wieże o wymiarach 36 m x 50 m mają rdzenie przesunięte ku tyłowi, aby uzyskać lepszy widok na Sekwanę. Trakty o rozpiętości 18 m wychodzące na rzekę są unikalne w Paryżu. Przestrzenie są tak otwarte, że naturalnie wydaje się pytanie „jak to możliwe ?” Intrygują, zachwycają i stanowią dla klientowi dużą wartość.



- 1 = Biura
- 2 = Oranżerie
- 3 = Schody
- 4 = Windy
- 5 = Pomieszczenia dla niepełnosprawnych

**Rys. 3.1 Rzut typowej, wolnej od słupów kondygnacji biurowej, wychodzącej na Sekwanę**

Wymóg spełnienia najwyższych standardów środowiskowych wpłynął mocno na specyfikację architektoniczną. Idea centralizacji instalacji klimatyzacyjnej była początkowo dużym wyzwaniem. Końcowym rezultatem są w każdym przypadku dwa pomieszczenia maszynowni na każdym piętrze. Zawierają one zespół małych agregatów z węzownicami i wentylatorami które obsługują poprzez proste rurowe kanały poszczególne strefy kondygnacji, każda o powierzchni 12 m<sup>2</sup>, z indywidualnym sterowaniem. To usystematyzowane, skoncentrowane na lokalnych potrzebach podejście do projektowania instalacji klimatyzacyjnej dało dużą korzyść przy stosowaniu stalowych belek ażurowych i na odwrót, istnieje naturalne współdziałanie między nimi.



***Rys. 3.2 Kanaly wentylacyjne z centralnego pomieszczenia technicznego – zapewniają lokalną klimat wewnętrznego***

Spółeczeństwo wymaga teraz od budynków wyższych standardów akustycznych niż kiedykolwiek wcześniej. Przy tej prestiżowej realizacji został zaangażowany specjalista inżynier akustyki, by zapewnić, że zarówno zewnętrzne dźwięki zostaną wyciszone i wewnętrzne odgłosy osłabione. Pomimo lekkości konstrukcji, ogólne właściwości wydajności są całkowicie zadowalające.

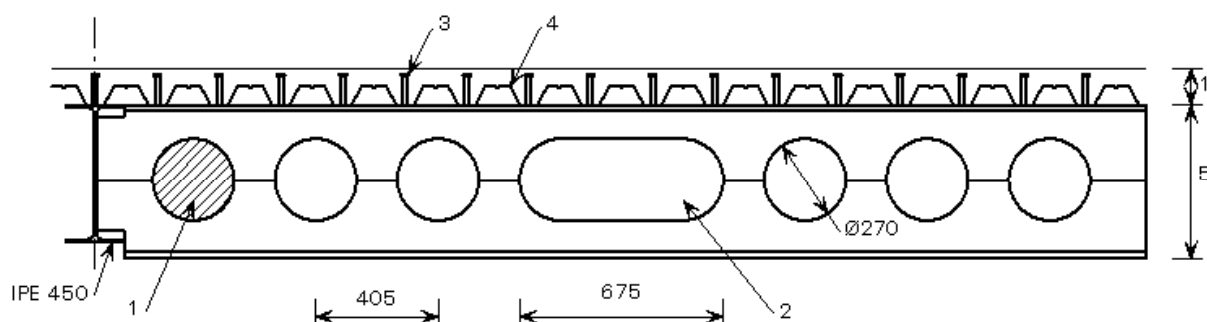
Kolejnym kluczem do wspaniałego sukcesu tego budynku była uwaga skierowana na tolerancję i kluczowe połączenia. Konstrukcja stalowa jest wykonywana z większą dokładnością niż betonowa, ale nadal ważna jest możliwość łatwego korygowania odchyłek montażowych pomiędzy konstrukcją i obudową, która jest montowana z użyciem laserowych narzędzi pomiarowych! Krawędzie żelbetowej płyty stropowej są solidniejsze niż zazwyczaj, ale ta inwestycja odpłaciła się hojnie przez umożliwienie użycia bardzo prostego połączenia obudowy.



## 4. Punkt widzenia inżyniera

*Guillaume Maurin, inżynier projektu, Terrell International*

Nasza współpraca z C & C sięga dziesięciu lat wstecz i mieliśmy przyjemność pracować z nimi przy optymalizacji projektu stropowych zespolonych belek ażurowych o rozpiętości 18 m, które są sercem udoskonalonego rozwiązania konstrukcyjnego zastosowanego w tym budynku. Prosta konstrukcja tych belek bez dodatkowych podpór i zespolona płyta stropowa przyczynia się zasadniczo do całkowitej szybkości powstawania.

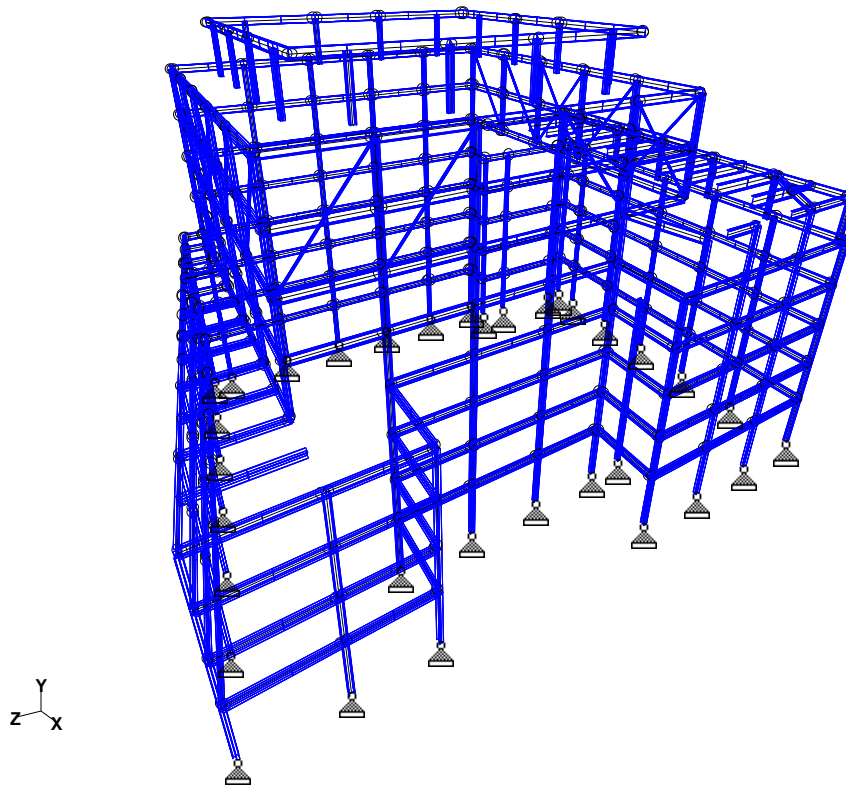


- 1 = otwór wypełniony
- 2 = Otwór podłużny
- 3 = 100mm sworznie
- 4 = deskowanie z blach fałdowych o wysokości 59mm
- 5 = Teownik górny wycięty z kształtownika walcowanego
- 6 = Teownik dolny wycięty z kształtownika walcowanego

**Rys. 4.1** Typowa 18-to metrowa belka drugorzędna

Konstrukcja budynku zawierała dwie powiązane cechy, które były dużym wyzwaniem i doprowadziły do nowatorskich rozwiązań.

Po pierwsze, skokowe zmniejszenie wymiarów rzutu górnych kondygnacji (w stronę trzonu) wymaga zaprojektowania 6m wewnętrznych wsporników końcowych do uzyskania 18 m rozpiętości przez całą wysokość budynku. To wymagało pełnej trójwymiarowej analizy zwykle niekoniecznej przy projektowaniu biurowca. Wymagało to również solidnego rdzenia (konstrukcja stalowa ze stężeniami) by zapobiec względnym ruchom kondygnacji i ścinaniu. Ten „rdzeń zewnętrzny” został zmontowany wraz z pozostałą częścią głównej stalowej konstrukcji nośnej.



**Rys. 4.2** Model prętowy, pokazujący uskoki i belki wspornikowe

Po drugie, wymagania dla tego zewnętrznego rdzenia doprowadziły do zastosowania standardowego, wykonanego w deskowaniu ślizgowym wewnętrznego trzonu na szyby windowe i pionowe kanały instalacyjne. To rozdzielenie funkcji doprowadziło do dużego uproszczenia konstrukcji wewnętrznego rdzenia, jego wykonania i połączeń pomiędzy oboma rdzeniami. Układ ten miał kluczowe znaczenie dla tej konstrukcji. Dodatkowe korzyści w uproszczeniu i przyspieszeniu wykonania sugerują, że układ ten mógłby być zaadoptowany w innych budynkach.



## 5. Punkt widzenia generalnego wykonawcy

*Fadi Sawan, koordynator projektu i kierownik budowy, GTM Construction*

Ten potencjalnie skomplikowany budynek okazał się prosty, szybki i bezproblemowy w wykonaniu.

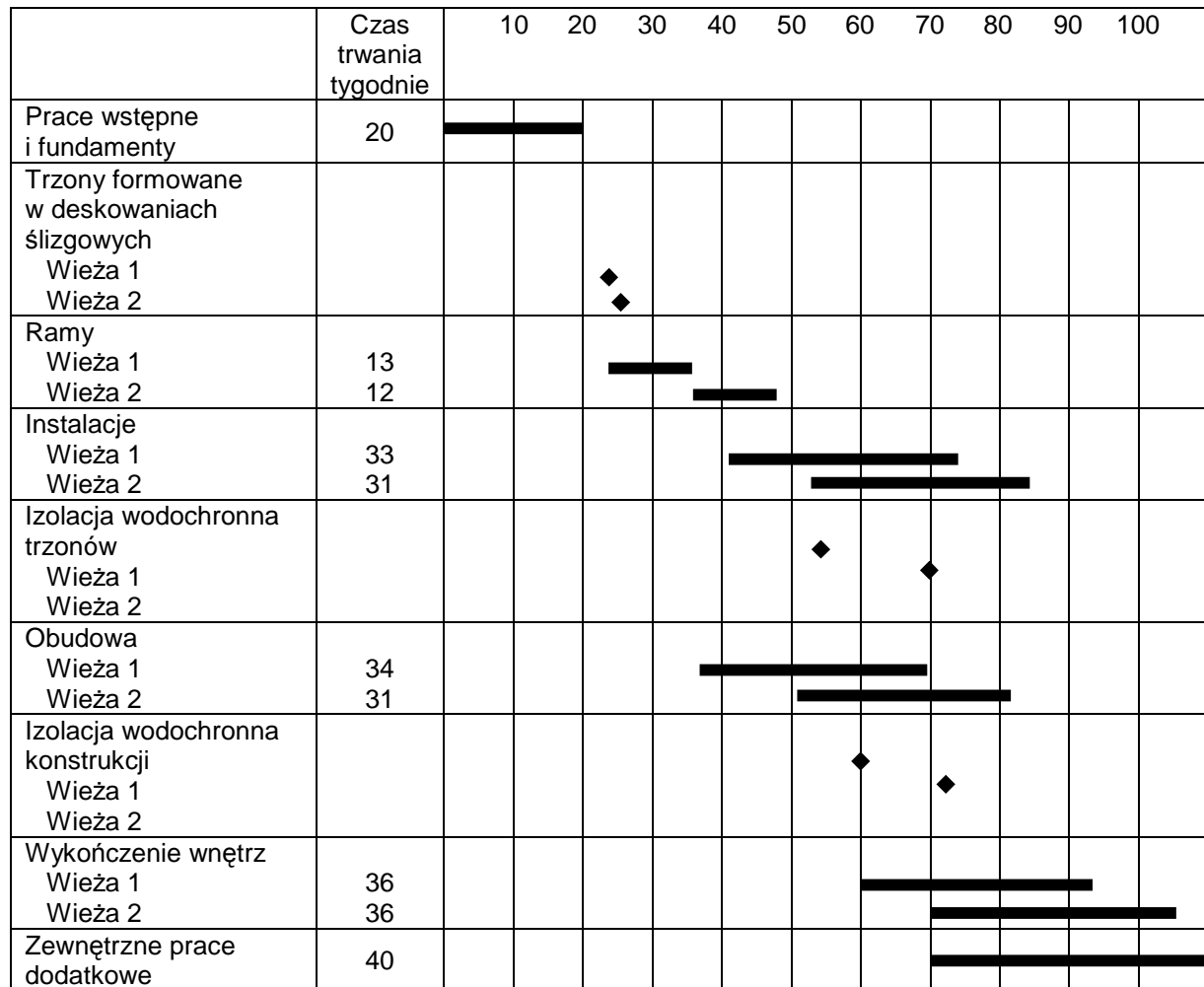
Każdy z siedmiopiętrowych trzonów betonowanych w formach ślizgowych został wykonany w ciągu jedenastu dni. Brak jakichkolwiek złożonych wstawek potrzebnych do wykonania dalszych połączeń z elementami stalowymi znacząco przyspieszył powstawanie konstrukcji.



*Rys. 5.1 Siedmio piętrowe trzony betonowane w deskowaniach ślizgowych*

Każda nadziemna część konstrukcji wieży została zbudowana w dwóch połowach. Stalowy żuraw o wysokości dwóch kondygnacji został na początku wzniesiony na jednej połowie budynku. Następnie wykonano w tej połowie płytę stropową, a równolegle montowano szkielet stalowy drugiej połowy. Wznoszenie stalowej konstrukcji i wykonywanie stropów

następowało naprzemiennie, prace były rozdzielone i nie było żadnych niekorzystnych wpływów jednego rodzaju prac na inne..



**Rys. 5.2 Program ogólny**

Pracowaliśmy zarówno z zespołem projektantów jak i wykonawcami konstrukcji stalowej łącznie przez dziesięć lat i przez siedem lat z C & C. To jest bardzo pozytywny przykład współpracy. Szczególnie doceniam sposób przepływu informacji w tym projekcie.

Wykonawca konstrukcji stalowej zawsze dostarczał wszystkich szczegółowych informacji dla innych branż, punktualnie i wyczerpująco.

Wiem, że kultura betonu nadal dominuje we Francji, ale osobiście, z punktu widzenia wykonawcy, preferuję stal przy tej formie konstrukcji:

- Konstrukcja stalowa jest elastyczniejsza w praktyce niż konstrukcja betonowa, szczególnie, jeżeli próbuje się rozwiązać problemy z różnymi opóźnieniami w programie budowy.
- Przy zachowaniu właściwej uwagą dla detali i planowania, montaż konstrukcji stalowej i wykonanie konstrukcji betonowej (zarówno trzonów jak i stropów) może postępować równocześnie bez negatywnych oddziaływań wzajemnych.

## 6. Punkt widzenia wykonawcy konstrukcji stalowej

*André Vangroenweghe, Kierownik projektu, De Meestere*

Jesteśmy także dumni, że zostaliśmy związani z tym udanym, prestiżowym projektem. Pracowaliśmy z zarówno generalnym wykonawcą jak i inżynierem projektu przez 10 lat.

Jednym z krytycznych czynników do uzyskania sukcesu jest przepływ informacji. We Francji wykonawca konstrukcji stalowej bierze odpowiedzialność za końcowy projekt stalowej ramy. Otrzymaliśmy informację o projekcie na etapie przetargu i opracowaliśmy na ich podstawie trójwymiarowy model prętowy do końcowych obliczeń oraz trójwymiarowy model wykonawczy uwzględniający szczegóły geometrii. Z taką wszechstronną, opartą na technice komputerowej wiedzą, było nam łatwo zapewnić szczegółowe informacje dla wszystkich powiązanych wykonawców i profesji, jak i kiedy było to konieczne.



*Rys. 6.1 Układ ogólny stalowych belek kondygnacji biurowej. Stężenia przenoszą obciążenia przekazywane przez wewnętrzne wsporniki.*

Wznoszenie postępowało ogólnie bez kłopotów, mimo nieznacznych komplikacji spowodowanych przez potrzebę zastosowania tymczasowych ważnych stężeń dużych wewnętrznych belek wspornikowych. Osiągnęliśmy tempo montażu 25 do 30 elementów na dzień na każdej wieży używając jednego żurawia. Znaczna rozpiętość konstrukcji i duże rozmiary elementów umożliwiły budowanie ze średnią prędkością 100 m<sup>2</sup>/dzień. Jestem pewny, że bez wsporników i tymczasowych stężeń moglibyśmy osiągnąć tempo 120 m<sup>2</sup>/dzień.



***Rys. 6.2 Typowy szczegół krawędzi dla złożonego piętra: prosty, solidny, bezpieczny i opłacalny***

Byliśmy też odpowiedzialni za dostarczenie, składowanie i mocowanie metalowego szalunku stropów. Montaż został zlecony podwykonawcy. Istotnym utrudnieniem było ukształtowanie krawędzi płyt w taki sposób, by jak najłatwiejszy był montaż końcowy. Jak pokazano powyżej opracowaliśmy wcześniej efektywny szczegół krawędzi, zastępując bardziej konwencjonalne opasanie z cienkich blach. Dodatkowo zapewniliśmy utrzymanie współliniowości płyt i ich właściwy poziom, oraz byliśmy również w stanie wykorzystać te opaski jako oparcie gniazd tymczasowych poręczy, które mogły być usunięte natychmiast po zmontowaniu ścian osłonowych. To proste rozwiązanie zwiększyło znacznie bezpieczeństwo wykonywanych na budowie prac.



## 7. Zespół projektowy

Klient:	Capital and Continental
Kierownictwo pracami:	SAS Tolbiac Sequana Rive Gauche Albion
Generalny wykonawca:	GTM Construction
Architekt:	Arte Charpentier et Associés
Konstruktor:	Terrell International
Inżynier odpowiedzialny za instalacje:	OCI
Nadzór budowlany:	SOCOTEC
Doradca finansowy:	CEGETER Management
Koordynator:	ODM SA

---

## Protokół jakości

<b>TYTUŁ ZASOBU</b>	Studium przypadku: Le Sequana		
<b>Odniesienie</b>			
<b>DOKUMENT ORYGINALNY</b>			
	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Instytucja</b>	<b>Data</b>
<b>Stworzony przez</b>	Graham Owens	SCI	
<b>Zawartość techniczna sprawdzona przez</b>	Bertrand Nicholas	Capital & Continental	
<b>Zawartość redakcyjna sprawdzona przez</b>			
<b>Zawartość techniczna zaaprobowana przez:</b>			
<b>1. Wielka Brytania</b>	G W Owens	SCI	20/7/05
<b>2. Francja</b>	A Bureau	CTICM	17/8/05
<b>3. Szwecja</b>	A Olsson	SBI	12/8/05
<b>4. Niemcy</b>	C Muller	RWTH	10/8/05
<b>5. Hiszpania</b>	J Chica	Labein	12/8/05
<b>Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego</b>	G W Owens	SCI	20/04/06
<b>TŁUMACZENIE DOKUMENTU</b>			
<b>Tłumaczenie wykonał i sprawdził:</b>		B. Stankiewicz, PRz	
<b>Tłumaczenie zatwierdzone przez:</b>		PRz	

## Informacje ramowe

<b>Tytuł *</b>	<b>Studium przypadku: Le Sequana</b>	
<b>Seria</b>		
<b>Opis*</b>	Wybitny siedmio piętrowy budynek handlowy na lewym brzegu Sekwany, Paryż.	
<b>Poziom dostępu*</b>	Ekspertyza	Jawny
<b>Identyfikator*</b>	Nazwa pliku	D:\ACCESS_STEEL_PL\SP\SP001a--PL-EU.doc
<b>Format</b>	Microsoft Word 9.0; 15 Pages; 4118kb;	
<b>Kategoria*</b>	Typ zasobu	Przewodniki klienta
	Punkt widzenia	Klient, Architekt. Inżynier
<b>Temat*</b>	Obszar stosowania	Budynki wielokondygnacyjne
<b>Daty</b>	Data utworzenia	26/08/2009
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
<b>Języki*</b>		Angielski
<b>Kontakty</b>	Autor	Graham Owens, SCI
	Sprawdzony przez	Bertrand Nicholas, Capital & Continental
	Zatwierdzony przez	
	Wydawca	
	Ostatni zmienione przez	
<b>Słowa kluczowe*</b>	Budynki wielokondygnacyjne; Biura; Projektowanie architektoniczne; Projektowanie koncepcyjne	
<b>Zobacz także</b>	Odniesienie do Eurokodu	
	Opracowane przykłady	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inny</i>	
<b>Obszar stosowania</b>	Narodowa Przydatność	Europa
<b>Specjalne Instrukcje</b>		