

Projektowanie konstrukcji stalowych w wirtualnej organizacji gospodarczej Studium przypadku

Prof. dr hab. inż. Anna Sobotka, mgr inż. Aleksandra Radziejowska

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii

Rozwój technologii informatycznych jest jednym z czynników globalizacji gospodarki światowej, swobodnego przepływu towarów i usług, współpracy gospodarczej, tworzenia przedsiębiorstw międzynarodowych, współpracy, wspólnej pracy na odległość. Dzięki Internetowi organizacje gospodarcze transformują wiedzę w procesy tworzące wartość dodaną w przestrzeni rynkowej. Dzieje się tak, ponieważ z informatyzowane technolo-

gie komunikowania się stworzyły warunki do działalności ludzi w tzw. wirtualnej rzeczywistości, a efektem są rzeczywiste produkty: niematerialne (usługi) i materialne (wyroby).

Znaczenie określenia „organizacja wirtualna” nie uzyskało jednoznacznego zrozumienia i zastosowania. Literatura odnosząca się do tego tematu jest mocno niespójna i często pojęcie koncepcji organizacji wirtualnej jest poddawane nadinterpretacji [2].

W niniejszym artykule przyjęto możliwie uniwersalną definicję organizacji wirtualnej, która określa jej tworzenie na zasadzie dobrowolności form kooperacji niezależnych przedsiębiorstw wykorzystujących nowoczesne technologie informatyczne. Artykuł zawiera omówienie znaczenia organizacji wirtualnej oraz opis zastosowania tej formy funkcjonowania przedsiębiorstw w realizacji produkcji budowlanej na przykładzie wykonywania obiektów budowlanych w specyficznej technologii konstrukcji stalowej.

DEFINIOWANIE ORGANIZACJI WIRTUALNEJ

Organizacje gospodarcze (dochodowe), zwane też przedsiębiorstwami, podlegają rozwojowi. Struktury ich ewoluują od tradycyjnych sformalizowanych modeli mechanistycznych w spontaniczne modele organiczne sieciowe oraz coraz powszechniejsze organizacje wirtualne [7]. W sposobach definiowania organizacji wirtualnej można wyróżnić dwa ujęcia: procesowe i strukturalne [8]. Pierwsze z nich identyfikuje organizację wirtualną w sensie czynnościowym jako mechanizm koordynacyjny przebiegu działań ukierunkowanych na realizację określonego celu powodujących zmianę właściwości systemu lub jego otoczenia. W przypadku organizacji wirtualnej oznacza to, że jeśli wystąpi zmiana w jej otoczeniu bądź też wewnątrz, powodująca spadek jej efektywności, to organizacja podejmie konsekwentnie działania skutkujące zmianą otoczenia lub stanu wewnętrznego [1]. Organizacja wirtualna ukierunkowuje się na ciągle projektowanie i wdrażanie nowych procesów, cały czas poddawana jest przekształceniom i rekonstrukcji w zależności od postępu technologicznego [2]. W literaturze jest wiele definicji takiego ujęcia, np. według Hale i Whittlam [4] „organizacja wirtualna to taka organizacja, która podlega ciągłej ewolucji, przekształcając się i odtwarzając do coraz to nowych celów biznesowych”.

Podejście strukturalne w definiowaniu organizacji wirtualnej koncentruje się na elementach składowych organizacji oraz ich właściwościach i relacjach. W tej koncepcji organizacja wirtualna postrzegana jest jako sieć, sztuczny twór niezależnych podmiotów (uczestników) i tworzona jest na zasadzie dobrowolności przez organizacje, które wchodzą ze sobą w różnego rodzaju związki do realizacji celu, który ma za zadanie przyniesienie im korzyści większych niż wtedy, gdyby działały w sposób tradycyjny [5]. Za składowe organizacji wirtualnej przyjmuje się także dodatkowo kluczowe kompetencje, zasoby, a nawet działania. Warunkiem koniecznym funkcjonowania takiej organizacji gospodarczej jest rozwój technologii informacyjno-komunikacyjnej (TIK).

W literaturze funkcjonuje określenie „wirtualne przedsiębiorstwo” rozumiane jako forma współpracy (dzięki TIK) prawnie niezależnych przedsiębiorstw (instytucji i/lub osób fizycznych, które dostarczają na rynek wspólnie wytworzone produkty, występując przy tym wobec innych podmiotów gospodarczych jako jednolite przedsiębiorstwo. Natomiast Grudzewski i Hejduk [3] używają pojęcia „wirtualna organizacja gospodarcza”, określając nim zbiór jednostek organizacyjnych przestrzennie rozproszonych (nawet w skali globalnej), realizujących wspólne przedsięwzięcie gospodarcze, wybieranych dynamicznie – według kryterium procesowego – do realizacji i na czas realizacji

określonych zadań. Na potrzeby artykułu przyjmuje się, nawiązując do wyżej wymienionych definicji, za organizację wirtualną (także gospodarczą) możliwy do zaistnienia zbiór elementów tworzących całość realizującą wspólny cel, bazującą na wykorzystaniu nowoczesnych technologii informacyjnych we wszystkich obszarach działalności organizacji, jak i w jej zarządzaniu, stworzoną zarówno do wykonania wyznaczonego zadania, jak i stałej współpracy partnerskiej poszczególnych podmiotów biorących udział w realizacji zleconych przedsięwzięć.

Warunkiem koniecznym działalności gospodarczej w formie organizacji wirtualnej jest rozwój i wykorzystywanie TIK oraz stosowanie różnych nowoczesnych koncepcji zarządzania, takich jak: zarządzanie procesowe, w tym business process reengineering, TQM – jako metody doskonalenia efektów procesów, lean management, outsourcing, tj. wykonywanie zadań wymagających kluczowych umiejętności i powierzanie wykonania pozostałych zadań zewnętrznym kompetentnym zespołom, kontroling – polegający na integracji procesów planowania i kontroli oraz na wykorzystaniu sprzężeń zwrotnych i wyprzedzających – „uczenie się przyszłości”, partnerstwo – oparte na długotrwałym i wzajemnym zaufaniu, tworzenie silnych więzów ekonomicznych, technicznych i społecznych.

Jako aktualne i potencjalne obszary zastosowania w budownictwie wirtualnej rzeczywistości i wirtualnych organizacji wymienić można [7]:

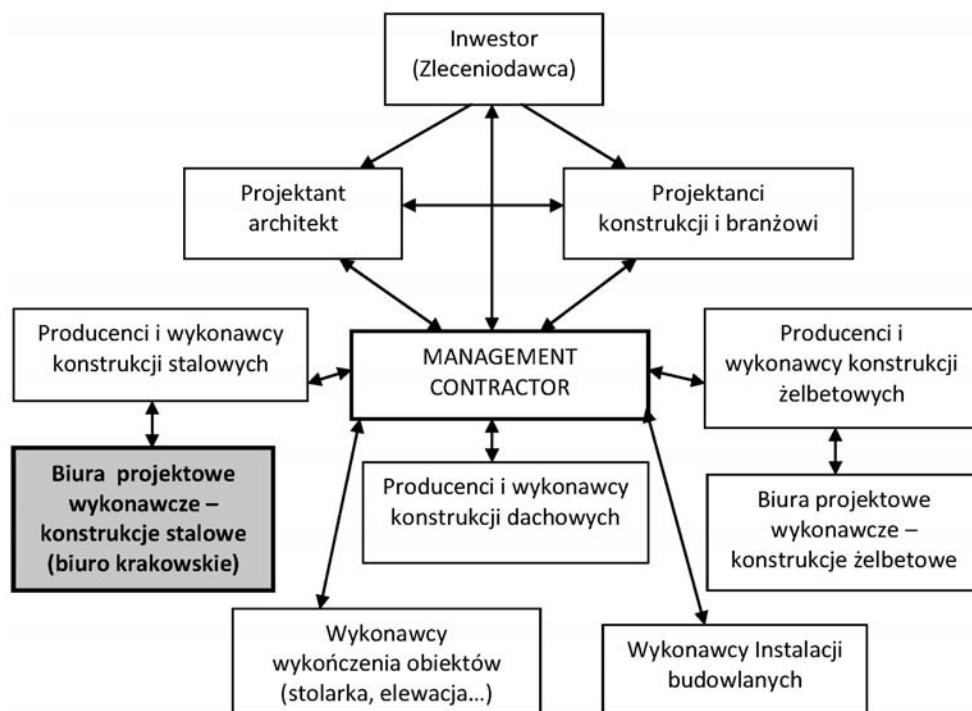
- w projektowaniu: sfera modelowania, projektowanie wnętrza, oświetlenia, ogrzewania i wentylacji, spełnianie wymagań ergonomicznych i funkcjonalnych, sfera sprzedaży, ocena ryzyka pożaru, kształtowanie krajobrazu itp.,
- w wykonawstwie: planowanie zagospodarowania placu budowy, planowanie i monitorowanie realizacji procesów budowlanych, ocena scenariusza (koncepcji) projektu technologii i organizacji budowy.

Prezentowany w artykule przypadek dotyczy organizacji wirtualnej, której działalność obejmuje zarówno sferę projektowania, jak i wykonawstwo konstrukcji stalowych, i stanowi przykład nowoczesnej formy organizacji działalności biznesowej w budownictwie.

STUDIUM PRZYPADKU – WYKONYWANIE DOKUMENTACJI WYKONAWCZEJ KONSTRUKCJI STALOWYCH

W rozdziale tym autorki przedstawiają przykład jednego z biur projektowych w Polsce z siedzibą w Krakowie, które funkcjonuje jako jeden z elementów w strukturze organizacji wirtualnej, wykonując dokumentację wykonawczą dla producentów konstrukcji stalowych. Biuro to uczestniczy w przedsięwzięciach realizowanych w oparciu o model organizacji wirtualnej, których efektem są obiekty budowlane wykonywane w USA na terenach sejsmicznych. Schemat ideowy struktury tej organizacji przedstawia rys. 1.

Każde z ogniw tej organizacji uczestniczy w realizacji tylko danego przedsięwzięcia inwestycyjnego lub jednocześnie w kilku. Z kolei współpraca pomiędzy poszczególnymi przedsiębiorstwami ma charakter jednorazowy lub w dłuższym okre-



Rys. 1. Schemat działania organizacji wirtualnej pojedynczej inwestycji (opracowanie własne)

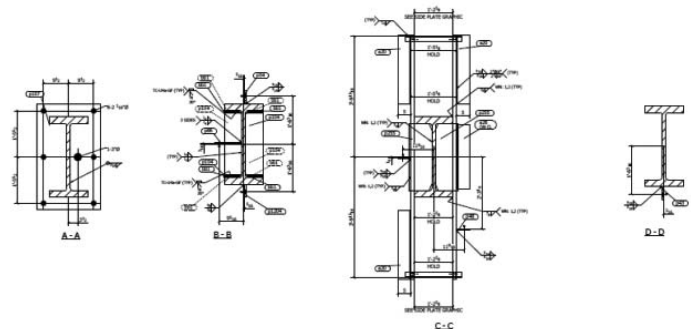
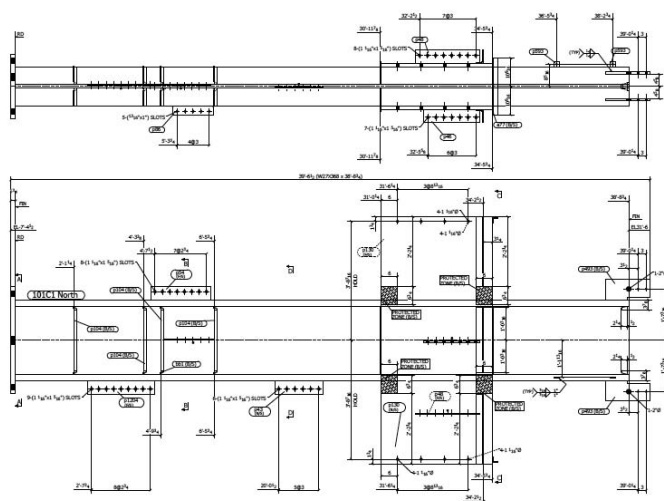
sie o charakterze stałym (także przy innych inwestycjach). Zaznaczone na rysunku biuro krakowskie prowadzi długoletnią współpracę z producentami konstrukcji stalowych w Stanach Zjednoczonych. Jest to współpraca na zasadzie partnerstwa, w której każde z przedsiębiorstw stanowi autonomiczny podmiot gospodarczy. Wykonuje ono na zlecenia producentów konstrukcji stalowych rysunki wykonawcze i montażowe. Zwykle, tak jak wskazano na rys. 1, przedsięwzięcia te realizowane są w systemie typu CM – *management contracting*, który bierze na siebie obowiązki zarządzania przedsięwzięciem, zawiera również umowy z wykonawcami. Taki uczestnik przedsięwzięcia jak omawiane biuro jest podwykonawcą producenta konstrukcji stalowych i z nim związane umową. Realizuje w tej organizacji wirtualnej fragment (niewielki) jednego z zadań, składających się na całość przedsięwzięcia.

Biuro krakowskie współpracuje w większości z jednostkami znajdującymi się w USA. Warunkiem tej współpracy jest korzystanie z Internetu i specjalistycznego systemu informatycznego BIM (*Building Information Modeling*) wykorzystywanego przez program do projektowania Tekla Structures. Dzięki temu na bieżąco projektanci biura mogą kontaktować się i współpracować z projektantami w USA. System BIM, czyli modelowanie informacji o obiekcie budowlanym, umożliwia w sposób ciągły i natychmiastowy dostęp do informacji w projekcie. W modelu wykonanym w systemie BIM przedstawia się w postaci cyfrowej właściwości fizyczne i funkcjonalne obiektu budowlanego. Wprowadzane zmiany w elementach tworzących obiekt odzwierciedlane są w trójwymiarowym modelu. System ten pozwala na poprawę wydajności projektowania i utrzymanie go na odpowiednim poziomie. Wykonywanie wielkogabarytowych obiektów inżynierskich wymaga wykorzystania zintegrowanych metod projektowania oraz współpracy architektów, konstruktorów, zleceniodawców, rzeczoznawców majątkowych i klientów. BIM umożliwia zintegrowane planowa-

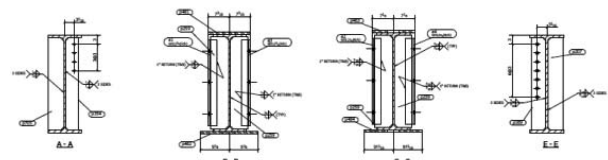
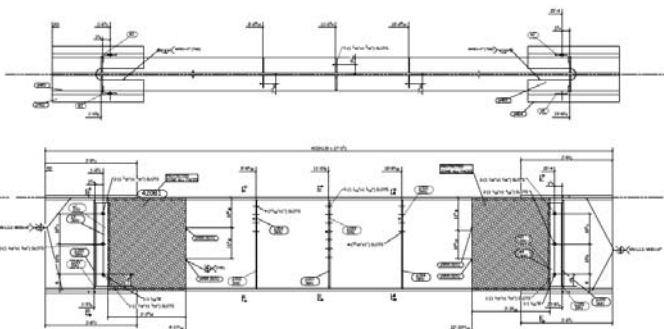
nie i projektowanie wszystkim zainteresowanym. BIM pozwala uwzględnić cały cykl życia obiektu i na wstępnym jego etapie przeanalizować wpływ decyzji projektowych na późniejsze użytkowanie i zarządzanie obiektem budowlanym. Cyfrowy model wirtualnego obiektu budowlanego zarządza i łączy różne części i komponenty obiektu z odpowiednimi jego aspektami, tj. geometria, użyte materiały, koszty i wyniki analizy strukturalnej. BIM umożliwia także zastosowanie rachunku optymalizacyjnego całego cyklu życia budynku – od projektowania i wykonawstwa, po użytkowanie. Model budynku składający się w całości z inteligentnych komponentów tworzy idealną podstawę, pozwalającą korzystać z potencjału BIM. W ciągu całego procesu projektowego użytkownicy mają do dyspozycji prostsze opcje zmiany i aktualizacji, jak również większy wybór dodatkowych metod prezentacji wyników swojej pracy. Projekty są krok po kroku wzbogacane o informacje, a następnie można je wykorzystać do tworzenia różnych raportów i analiz, tj. widoki skojarzone, przekroje, listy i wizualizacje, jak również do sporządzania zintegrowanych kosztorysów [8]. BIM umożliwia realizację złożonych procesów i analiz, które nie były dotąd wykonywane ze względu na duże koszty i czasochłonność. Dzięki BIM uproszczono zarówno proces projektowy, jak proces testowania różnych rozwiązań, tak aby móc w praktyce zastosować rozwiązanie optymalne. Praca w tym systemie pozwala na operowanie na jednym modelu obiektu (model 3D) projektantów z różnych branż, którzy na bieżąco mogą koordynować swoje prace. Taki sposób projektowania pozwala na znaczne zwiększenie efektywności oraz zmniejszenie liczby błędów występujących w czasie tworzenia pełnej dokumentacji. Obecnie biuro funkcjonuje w pełni wirtualnie poprzez zastosowanie serwerów, szybkie łącze oraz najnowszą, udoskonaloną wersję programu. W ramach możliwości część prac jest zautomatyzowana, co pozwala na znaczne przyspieszenie niektórych procesów wykonywania projektu.



Rys. 2. Przykład zastosowania połączeń typu SidePlate (<http://www.sideplate.com>, 04.2013)



Rys. 3. Przykład słupa z zastosowaniem połączenia typu SidePlate (opracowanie: biuro krakowskie)



Rys. 4. Przykład belki dwuteowej z zastosowaniem połączenia typu SidePlate (opracowanie: biuro krakowskie)

Biura projektowe wykonują dokumentację przekazywaną następnie producentowi konstrukcji stalowych. Dokumentacja ta zawiera między innymi schematy połączeń stosowanych na budowie i w fabryce, schematy rysunków wykonawczych, montażowych, model trójwymiarowy, pliki dostosowane specjalnie

dla maszyn CNC, zestawienia stali i elementów montażowych, raporty sprawdzające poprawność itp.

Wykonanie dokumentacji montażowej wymaga koordynacji nie tylko z wytycznymi projektanta, ale również zgodności z dokumentacją zawartą w normach budowlanych dotyczących stali

oraz wytycznymi klienta, który stosuje pewne określone wewnętrznie w swojej fabryce standardy. W zależności od lokalizacji miejsca, gdzie wykonany ma być dany obiekt, uwzględnia się również sejsmiczność terenu. Sejsmika wpływa na wymogi dotyczące konstrukcji, które należy uwzględnić podczas detalowania projektu. Przykładem specjalnego rodzaju połączeń stosowanych w konstrukcjach stalowych realizowanych na obszarach o wysokiej sejsmiczności są połączenia typu SidePlate (rys. 2). Niejednokrotnie biura wykonawcze dostają dodatkowe wytyczne od firmy SidePlate. Poprzez kontakt mailowy na bieżąco pracownicy oddziału w Polsce uzyskiwali informacje niezbędne do modelowania połączeń dostarczanych następnie wykonawcom elementów stalowych (zakupienie patentu przez Inwestora pozwoliło na uzyskanie dostępu do pełnej dokumentacji związanej z ich projektowaniem). Dzięki udostępnieniu obszernej dokumentacji technicznej można zamodelować rysunki wykonawcze poszczególnych elementów. Przy opracowaniu rys. 3 i 4 brała udział jedna z autorek artykułu.

ZAKOŃCZENIE

Rozwój technologii informatycznych i komunikacyjnych pozwala na podejmowanie coraz większych wyzwań w branży budowlanej, zarówno w odniesieniu do projektowania, jak i wytwarzania wyrobów budowlanych oraz wykonawstwa, stosując charakterystyczne dla organizacji wirtualnej koncepcje i metody zarządzania. Budowanie obiektów przez wirtualne organizacje gospodarcze, wykorzystujące tzw. „wirtualną rzeczywistość” pozwala wdrażać innowacyjne rozwiązania, umożliwiając oraz ułatwiając współpracę i komunikację pomiędzy twórcami, projektantami, producentami i wykonawcami rozproszonych geograficznie. Są jednak i wady. Praca w organizacji wirtualnej ogranicza w znaczący sposób bezpośrednią komunikację z współpracownikami. Niejednokrotnie zdarzają się pomyłki w interpretacji internetowej korespondencji. Automatyzacja wielu prostych procesów często powoduje „uśpienie czujności” projektanta. Stosowanie utworzonych przez program gotowych

rozwiązań prowadzi do pewnej rutyny, a tym samym coraz częściej nie zastanawia się on nad mechanizmem działania, np. połączeń. Coraz większa wiara w nieomyślność stosowanych algorytmów często powoduje brak chęci zrozumienia ich działania. Doświadczenia z pracy jednej z autorek artykułu potwierdzają te spostrzeżenia.

Pomimo różnych trudności liczni badacze przewidują rozwój prowadzenia działalności gospodarczej (i nie tylko) w przedsiębiorstwach o modelu organizacji wirtualnej. Przedstawiony przykład w artykule wskazuje na duże możliwości wykorzystania tej formy w działalności projektowej w budownictwie.

LITERATURA

1. Appel W., Behr R.: Towards the theory of Virtual Organizations: A description of their formation and figure. www.virtual-organization.net, Newsletter 1998, nr 2.
2. Brzozowski M.: Ewolucja pojmowania wirtualności i definiowanie organizacji wirtualnej, AE w Poznaniu. Management Forum 2020: Nowoczesne koncepcje i metody zarządzania strategicznego. Mat. Konf. 12-14.05.2006, Warszawa.
3. Grudzewski W., Hejduk I.: Przedsiębiorstwo wirtualne. Difin, Warszawa 2002.
4. Hale R., Whitlam P.: Towards the Virtual Organization, The McGraw-Hill Companies, London 1997.
5. Kisielnicki J., Wirtualna organizacja jako wytwór ery informacyjnego społeczeństwa, Organizacja i Kierowanie 1997, nr 4.
6. Saabeel W., Verduijn T. M., Hagdorn L., Kumar K.: A Model of Virtual Organization – A Structure and Process Perspective. Electronic Journal of Organizational Virtualness 2002, nr 1, www.virtual-organization.net.
7. Sobotka A., Biruk S., Jaśkowski P.: Zarządzanie w budownictwie. Wydawnictwa Uczelniane, Politechnika Lubelska, 2003.
8. <http://www.inzynierbudownictwa.pl/>, 05.2013.

Pracę wykonano w ramach badań statutowych nr 11.11.100.197, wykonywanych w AGH Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.