

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences (2018), 27 (1), 82–90
Sci. Rev. Eng. Env. Sci. (2018), 27 (1)
Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska (2018), 27 (1), 82–90
Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. (2018), 27 (1)
<http://iks.pn.sggw.pl>
DOI 10.22630/PNIKS.2018.27.1.8

Roman TRACH, Marzena LENDO-SIWICKA

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
Faculty of Civil and Environmental Engineering, Warsaw University of Life Sciences
– SGGW

Zastosowanie sieciowej struktury organizacyjnej w zintegrowanej realizacji przedsięwzięcia budowlanego Network organizational structure application in integrated project delivery

Słowa kluczowe: struktura organizacyjna, przedsiębiorstwo budowlane, sieć, zintegrowana realizacja przedsięwzięcia budowlanego, IPD

Key words: organizational structure, construction company, network, integrated project delivery, IPD

Wprowadzenie

Budownictwo jest jednym z najważniejszych sektorów przemysłu, od którego zależy efektywność funkcjonowania gospodarki narodowej. Dynamiczne zmiany w przemyśle, jego turbulencje wymagają ciągłego rozwoju i doskonalenia procesu zarządzania przedsiębiorstwem, rozwoju nowych progresywnych mechanizmów, które mogą zmniejszyć wpływ negatywnych czynników na ogólną wydajność przedsiębiorstwa.

W dzisiejszych realiach, uwarunkowanych jakościowo nowym systemem stosunków gospodarczych i relacji między przedsiębiorstwami, jednym z pilnych zadań dostosowania podmiotów gospodarczych do warunków niepewności jest poprawa struktury organizacyjnej przedsiębiorstw branży budowlanej. W nowych realiach gospodarczych pojawiły się główne tendencje i koncepcje, które przedstawiają nowe wymagania w stosunku do struktury organizacyjnej przedsiębiorstw budowlanych, które polegają głównie na udoskonaleniu systemu zarządzania oraz struktury organizacyjnej jako jednego z najważniejszych czynników rozwoju przedsiębiorstw.

Problemy związane z organizacją, kontrolą i zarządzaniem przedsięwzięciem budowlanym oraz kwestią optymalizacji relacji informacyjnych między

przedsiębiorstwami uczestniczącymi w realizacji projektu budowlanego są prezentowane przez wielu autorów: Asaul, Skumatov i Lokteyeva (2004), Zima (2012), Levchinsky (2015), Mesa, Molenaar i Alarcon (2016) Radziszewska-Zielina i Szewczyk (2017), Rybka, Bondar-Nowakowska, Pawluk i Połowski (2017). Zdaniem autorów artykułu nie wszystkie pytania problemowe pozostały ostatecznie rozwiązane. W szczególności istnieje potrzeba wyboru optymalnej struktury organizacyjnej przy zintegrowanej realizacji przedsięwzięcia budowlanego.

We wcześniejszej publikacji autorów (Tracz, 2017) były przeanalizowane trzy rodzaje sieciowej struktury organizacyjnej (SSO), które mogą być stosowane przy zintegrowanej realizacji przedsięwzięcia budowlanego. Wykorzystując metody optymalizacji wektorowej, zamodelowano proces negocjacji między uczestnikami przedsięwzięcia budowlanego, który jest podstawą do podjęcia decyzji zarządczych. Według kryterium lepszej zdolności komunikacyjnej określono efektywność każdej z podanych struktur organizacyjnych. W wyniku obliczeń uzyskano następujące wartości efektywności SSO: fokalna $Ff = 0,41$; dynamiczna $Fd = 0,32$; multifokalna $Fm = 0,77$. Najefektywniejsza jest multifokalna struktura organizacyjna sieci, która działa z kilkoma „zastępcami” podmiotu zarządzającego siecią.

Aby rozwinąć temat poruszony w wyżej wymienionej publikacji, autorzy podjęli się zadania określenia optymalnej liczby „zastępców” podmiotu zarządzającego multifokalną strukturą organizacyjną sieci, przy której system działa najbardziej efektywnie, co jest celem niniejszego artykułu.

Przegląd literatury

We współczesnych warunkach zarządzania i aktywizacji przedsiębiorczości zwiększa się liczba uczestników przedsięwzięcia budowlanego, rośnie liczba przepływów informacji i ich wpływu na wyniki działalności poszczególnych firm. W związku z tym bardzo ważny staje się aspekt poprawnej komunikacji między uczestnikami przedsięwzięcia budowlanego.

Realizacja projektu inwestycyjnego w budownictwie wiąże się z udziałem dość dużej liczby przedsiębiorstw i organizacji: z sektora administracji publicznej, inwestycyjnych, wykonawczych, projektowych, instalacyjnych, zarządzających nieruchomością i odpowiedzialnych za jej eksploatację. Zwiększenie liczby uczestników przedsięwzięcia budowlanego powoduje wzrost liczby związków informacyjnych, co z kolei może prowadzić do wzrostu wydatków i wydłużenia terminu wykonania robót. Przykłady przekroczenia budżetów inwestycyjnych w budownictwie podczas realizacji dużych projektów podano w tabeli.

W literaturze proponuje się wykorzystanie sieciowej struktury organizacyjnej przy realizacji przedsięwzięcia budowlanego. Melekhin i Ismailova (2004) uznają za stosowne zastosowanie podejścia sieciowego w organizacji zarządzania przedsiębiorstwem budowlanym, oferując przy tym uczestnikom sieci równość w organizacji procesu decyzyjnego. Badanie struktury połączonych przedsiębiorstw inwestycyjno-budowlanych dowodzi, że może to być sieć złożona z wielu uczestników, którzy dzięki interakcji mogą uzyskać wspólną

TABELA. Przekroczenie budżetów inwestycyjnych oraz terminów podczas budowy obiektów infrastrukturalnych w Niemczech (MliB i KPMG, 2016)

TABLE. Investment budgets exceeding and project duration exceeding in the construction of infrastructural facilities in Germany (MliB i KPMG, 2016)

Projekt Project	Przekroczenie terminów Project duration exceeding	Przekroczenie wydatków Investment budgets exceeding [%]
Lotnisko Berlin-Brandenburgia	w 2015 r. 3 lata, termin oddania do eksploatacji nie jest obecnie znany	148
Dworzec kolejowy w Stuttgarcie	w 2015 r. 2 lata, termin oddania do eksploatacji nie jest obecnie znany	54
Opera w Hamburgu	6 lat	300

korzystać. Przejście do nowoczesnych metod zarządzania budownictwem ściśle jest związane z sieciowymi strukturami organizacyjnymi.

Podejście sieciowe jako specyficzna forma organizacji biznesu zaczęło być stosowane w połowie lat sześćdziesiątych XX wieku w wyniku rewolucji naukowej i technologicznej oraz pojawienia się procesów globalizacji. Podmioty gospodarcze z najbardziej gospodarczo rozwiniętych krajów zaczęły aktywnie korzystać z różnych form połączeń przedsiębiorstw (konsorcje, holdingi, koncerny). Jednocześnie rozwój nowoczesnych technologii, który przyspieszył wymianę informacji i zapewniły komunikację między przedsiębiorstwami, znacznie rozszerzył zasięg terytorialny współpracy między firmami.

Istotnym etapem w rozwoju podejścia sieciowego jest paradygmat ułożony przez Milesa i Snowa (1994). Naukowcy zaproponowali uznanie struktur sieciowych za nowe podejście do wdrażania strategii przedsiębiorstw. Potwierdzili potrzebę współpracy i stworzenia odpowiednich struktur dla przedsiębiorstw w zakresie wymiany informacji, wiedzy

i innych zasobów, a także dzielenia się zasobami w procesie tworzenia wartości dla konsumentów. Utworzenie struktury sieci może znacznie ograniczyć koszty transakcji, ponieważ działania uczestników stają się bardziej skoordynowane, co w konsekwencji pozwala na produkcję i dystrybucję towarów w krótszym czasie ograniczonym umową. W związku z powyższym zastosowanie innowacyjnych systemów zarządzania przez uczestników przedsięwzięcia budowlanego skutkuje zmniejszeniem kosztów i skróceniem czasu realizacji inwestycji.

Narzędziami realizacji i podtrzymania sieciowej struktury organizacyjnej w budownictwie są koncepcje zintegrowanej realizacji przedsięwzięcia budowlanego – IPD (ang. *integrated project delivery*) oraz modelowania informacyjnego w budownictwie – BIM (ang. *building information modeling*) (Fernandez, 2017). Zima (2012) definiuje IPD jako zintegrowaną realizację przedsięwzięcia łączącego ludzi, systemy, struktury biznesowe i praktyki w proces, który wspólnie wykorzystuje talenty i wiedzę wszystkich uczestników w celu zmniejszenia liczby błędów, a także optymalizacji

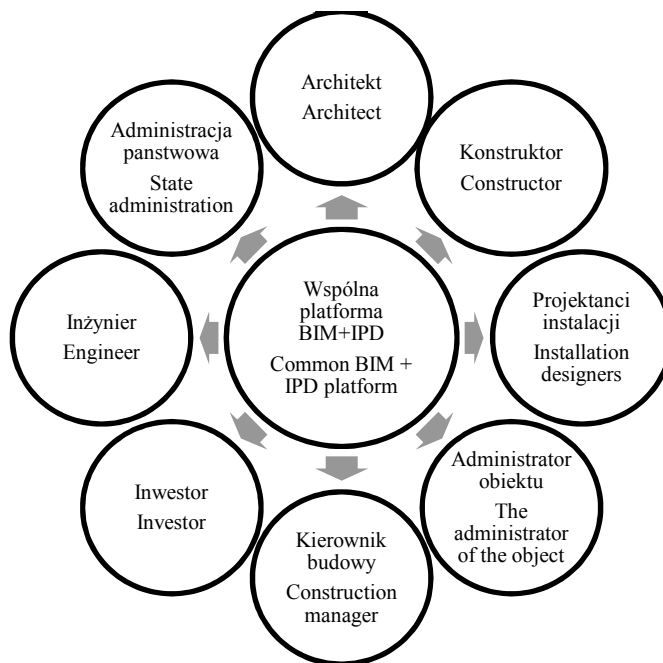
zuje wydajność na wszystkich etapach planowania, projektowania i budowy. Zintegrowana współpraca powinna być wspierana przez odpowiednią technologię informacyjną, która pozwala na nieograniczony dostęp do informacji. Wsparcie dla zintegrowanej realizacji inwestycji polega na modelowaniu informacji o obiekcie budowlanym, która pozwala na przechowywanie wszystkich informacji o obiekcie w jednym miejscu i formie dostępnej dla wszystkich użytkowników.

W publikacjach związanych ze zintegrowaną realizacją przedsięwzięć budowlanych (AIA, 2007; Trollsas, 2014) schemat współpracy uczestników biorących udział w procesie budowlanym ma

następujący lub bardzo podobny wygląd (rys. 1).

Według autorów taka forma pozwala zrozumieć, kto jest zaangażowany w proces budowlany, jednak nie odzwierciedla faktycznych związków między uczestnikami procesu budowlanego.

Dla prawidłowego funkcjonowania sieci nie wystarczy zidentyfikować i zmotywować do współpracy zainteresowane podmioty. Podczas projektowania sieci należy zwrócić szczególną uwagę na tworzenie i odtwarzanie kanałów komunikacji między uczestnikami, bez których struktura sieci jest skazana na porażkę. Schemat procesu podjęcia decyzji podczas realizacji zintegrowanego projektu w budownictwie przedstawiono na rysunku 2.



RYSUNEK 1. Model realizacji zintegrowanego projektu budowli (IPD) z wykorzystaniem BIM (AIA, 2007; Trollsas, 2014)

FIGURE 1. Integrated project delivery (IPD) with BIM using (AIA, 2007; Trollsas, 2014)

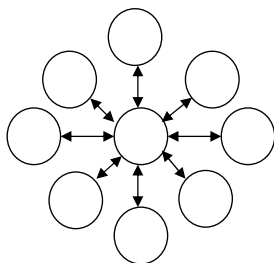


RYSUNEK 2. Schemat procesu podjęcia decyzji podczas realizacji zintegrowanego projektu w budownictwie (opracowanie własne)

FIGURE 2. Scheme of the decision-making process in the integrated project delivery in construction (own study)

Optymalność podjętych decyzji zależy od skuteczności procesu negocjacji, który z kolei zależy od struktury organizacyjnej. Na podstawie analizy literatury przedmiotu (Asaul i in., 2004; Levchinsky, 2015) wyróżniamy następujące trzy główne typy SSO, które można zastosować przy zintegrowanej realizacji przedsięwzięcia budowlanego: fokalny, dynamiczny i multifokalny.

Typ fokalny zakłada, że wszystkie decyzje są podejmowane w porozumieniu z podmiotem zarządzającym siecią (rys. 3).

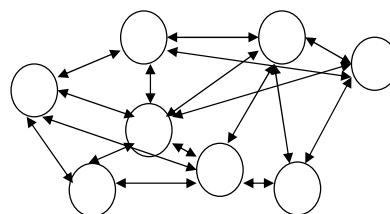


RYSUNEK 3. Schemat fokalnego typu sieciowej struktury organizacyjnej (opracowanie własne)

FIGURE 3. Scheme of focal type of network organizational structure (own study)

Typ dynamiczny, zakłada, że każdy uczestnik powinien komunikować się ze wszystkimi uczestnikami sieci (rys. 4).

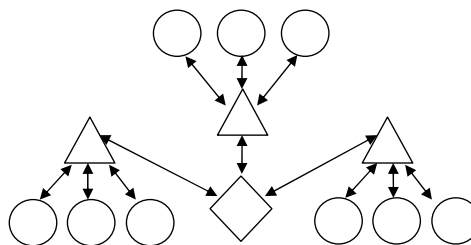
Multifokalny typ zakłada obecność kilku „zastępców” podmiotu zarządzającego siecią, których zadaniem jest



RYSUNEK 4. Schemat dynamicznego typu sieciowej struktury organizacyjnej (opracowanie własne)

FIGURE 4. Diagram of dynamic type of network organizational structure (own study)

negocjowanie i zatwierdzanie wniosków dotyczących odpowiedniego profilu działalności instytucji (rys. 5).



- ◇ podmiot zarządzający siecią
manager the network
- △ „zastępcy” podmiotu zarządzającego siecią
“assistants” manager the network
- przedsiębiorstwa – uczestniki sieci
enterprises – participants of the network

RYSUNEK 5. Schemat multifokalnego typu sieciowej struktury organizacyjnej (opracowanie własne)

FIGURE 5. The scheme of multifocal type of network organizational structure (own study)

Zastosowana metoda

W niniejszym artykule wykorzystano metodę zaproponowaną przez Grajczunasa (Milner, 2000), z badań którego wynika, że kierownik ma ograniczoną energię, wiedzę i kwalifikację, dlatego może koordynować pracę ograniczonej liczby pracowników. Grajczunas uważał, że arytmetyczne zwiększenie liczby podległych prowadzi do geometrycznego wzrostu liczby związków wzajemnych. Zaproponował on następujący wzór dla obliczenia liczby potencjalnych kontaktów kierownika z różną liczbą podległych pracowników:

$$C = n \left(\frac{2^n}{2} + n - 1 \right) \quad (1)$$

gdzie:

n – liczba podległych pracowników,
 C – liczba wzajemnych związków potencjalnych.

Kierownik może zarządzać większą liczbą pracowników przy większym stopniu jednorodności problemów, którymi się zajmuje. Uważał on, że optymalne jest następujące obciążenie – pięciu podległych pracowników na jednego kierownika. Na poziomie wyższego kierownictwa przedsiębiorstwa liczba podległych osób powinna być mniejsza. Z kolei im niżej w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa znajduje się osoba, tym liczba podległych się zwiększa.

Wyniki

Biorąc pod uwagę, że w publikacji Tracza (2017) podano, że sieć multifokalna jest najbardziej efektywną, au-

torzy skupią się na rozwiązaniu zadania obliczenia optymalnej liczby „zastępców” dla podmiotu zarządzającego siecią przy stosowaniu multifokalnego typu sieciowej struktury organizacyjnej. Można przyjąć, że system komunikacyjny funkcjonuje najbardziej efektywnie przy obciążeniu trzech podległych na jednego „zastępcę” podmiotu zarządzającego siecią, czyli $k = 1$, jeśli $n/m \leq 3$ (gdzie: k – efektywności pracy „zastępcy” podmiotu zarządzającego siecią; n – liczba uczestników projektu; m – liczba „zastępców” podmiotu zarządzającego siecią). Przy zwiększeniu liczby podległych dwukrotnie ($n/m \geq 6$), efektywność pracy systemu obniża się proporcjonalnie, czyli $k = 0,5$. Przy $3 \leq n/m \leq 6$, efektywność wyznacza się jako $k = 3 m/n$.

Podsumowując, przyjęto, że zależność współczynnika efektywności pracy „zastępcy” k od ilorazu liczby uczestników projektu n do liczby „zastępców” m ma następujący układ:

$$k = \begin{cases} 1 & \frac{n}{m} \leq 3 \\ \frac{3m}{n} & 3 \leq \frac{n}{m} \leq 6 \\ 0,5 & \frac{n}{m} \geq 6 \end{cases} \quad (2)$$

Podstawiając iloraz Ff/Fm podany przez Tracza (2017) (gdzie: Ff – potencjalna efektywności fokalnej SSO, równa 0,41; Fm – potencjalna efektywności multifokalnej SSO równa 0,77), można obliczyć minimalną liczbę „zastępców” według zależności (2).

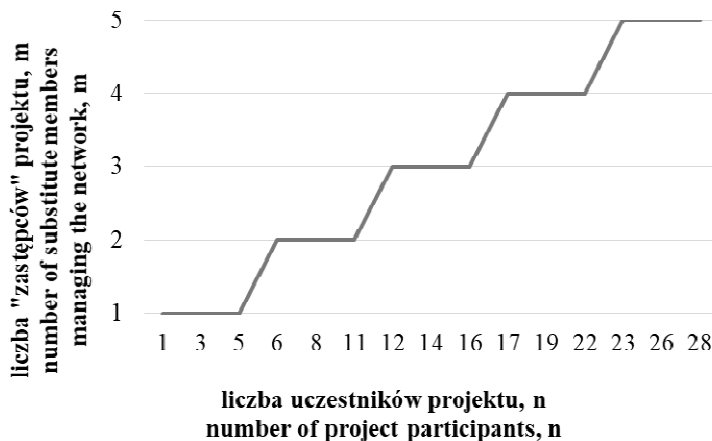
$$\frac{3m}{n} > \frac{0,41}{0,77} \quad (3)$$

skąd wychodzi warunek:

$$\frac{n}{m} < 5,63 \quad (4)$$

Przy przyjętym modelu obliczeniowym minimalna liczba „zastępców” podmiotu zarządzającego siecią wyznaczona z warunku (3) nie może przekraczać 5,63.

Zależność minimalnej liczby „zastępców” podmiotu zarządzającego siecią od liczby uczestników projektu jest przedstawiona na rysunku 6.



RYSUNEK 6. Liczba „zastępców” podmiotu zarządzającego siecią, która jest niezbędna dla efektywnego funkcjonowania multifokalnej SSO (opracowanie własne)

FIGURE 6. Number of substitute members managing the network, which is necessary for the effective operation of the multifocal network organizational structure (own study)

W związku z powyższym podmiot zarządzający siecią (przy założeniu, że liczba uczestników jest mniejsza od pięciu osób) może pracować sam lub z jednym zastępcą.

Wnioski

Przy zintegrowanej realizacji przedsięwzięcia budowlanego optymalność podjętych decyzji głównie zależy od

skuteczności procesu negocjacyjnego, który z kolei zależy od struktury organizacyjnej. W artykule zostały wydzielone trzy główne typy sieciowej struktury organizacyjnej, które mogą być stosowane podczas zintegrowanego procesu realizacji projektu budowlanego: fokalny, dynamiczny i multifokalny. Rozwiązane zadanie określenia niezbędnej liczby „zastępców” podmiotu zarządzającego siecią przy stosowaniu multifokalnej SSO pozwoliło na wyliczenie minimal-

nej liczby „zastępców” podmiotu zarządzającego siecią wyznaczoną z warunku, że iloraz liczby uczestników projektu do liczby zastępców nie może przekraczać 5,63. Przy liczbie uczestników projektu, która nie przekracza pięciu, podmiot zarządzający siecią może pracować sam lub z jednym „zastępcą”. Przy zwiększeniu liczby uczestników projektu, liczba „zastępców” rośnie według przyjętego wyżej założenia (4), czyli im większa liczba uczestników projektu, tym

większa liczba „zastępców” podmiotu zarządzającego siecią. Wyniki obliczeń zostaną wykorzystane w kolejnej analizie efektywności funkcjonowania sieci przedsiębiorstw przy stosowaniu modelu zintegrowanej realizacji przedsięwzięcia budowlanego.

Literatura

- The American Institute of Architects, AIM (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*. Sacramento, CA: The American Institute of Architects, AIA California Council.
- Asaul, A., Skumatov, E. i Lokteyeva, G. (2004). *Methodological aspects of establishment and development of enterprise networks*. Saint Petersburg: Humanistyka [in Russian].
- Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa, MIiB i KPMG (2016). *Building Information Modeling. Ekspertyza dotycząca możliwości wdrożenia metodyki BIM w Polsce*. Warszawa: MIiB i KPMG. Pobrano z lokalizacji: <https://mib.gov.pl/files/0/1797409/mozliwosciwdrozeniemetodykiBIM.pdf>.
- Fernandez, A. (2017). *Proposal for an Integrated Design-Build Project Delivery* (Master's Thesis), Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, Helsinki.
- Levchinsky, D. (2015). The mechanism of management improvement of the organizational structure of a construction company. *Zwiazstun Naukowy Uniwersytetu Narodowego w Użgorodzie*, 5, 23-26 [in Ukrainian].
- Melekhin, V.B. i Ismailova Sh.T. (2004). Network organizational structures of management of a construction enterprise. *Economics of Construction*, 7, 14-23 [in Russian].
- Mesa, H.A., Molenaar, K.R. i Alarcon L.F. (2016). Exploring performance of the integrated project delivery process on complex building projects. *International Journal of Project Management*, 34, 1089-1101. dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.05.007.
- Miles, R.E. i Snow, C.C. (1994). *Fit, failure and the hall of fame: How companies succeed or fail*. New York: Free Press.
- Milner, B. (2000). *Theory of organization*. Moskwa: INFRA. [in Russian].
- Radziszewska-Zielina, E. i Szewczyk, B. (2017). Analiza wrażliwości modelu sterowania relacjami partnerskimi na zmiany funkcji przynależności zmiennych. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 26(2), 219-225.
- Rybka, I., Bondar-Nowakowska, E., Pawluk, K., Połński, M. (2017). Risk of contractors' claims on the example of road works. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 245, ID 072009. DOI 10.1088/1757-899X/245/7/072009.
- Tracz, R. (2017). Optimization model of organizational structure of investment-building enterprises complex. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*, 3(79), 69-78. [in Ukrainian].
- Trollsas, B.C. (2014). *Implementing BIM and IPD*. Copenhagen: Copenhagen School of Design and Technology, Pobrano z lokalizacji: https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2014_kea_bo_christian_trollsas.pdf.
- Zima, K. (2012). Zarządzanie informacjami w zintegrowanej realizacji inwestycji. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Oficerskiej Wojsk Łądowych*, 4(166), 146-158.

Streszczenie

Zastosowanie sieciowej struktury organizacyjnej w zintegrowanej realizacji przedsięwzięcia budowlanego. Obecnie w trakcie integracji przedsiębiorstw przy realizacji przedsięwzięcia budowlanego kładzie się nacisk na przeprowadzenie analiz i kontroli związków komunikacyjnych uczestników procesu. Przejście do nowoczesnych metod zarządzania budownictwem ściśle jest związane z sieciową strukturą organizacyjną. Struktura sieciowa to nowy model redystrybucji zasobów intelektualnych i produkcyjnych, który pozwala podmiotom minimalizować czas i koszty. Ryzyko wzrostu czasu i kosztów zwiększa się wraz ze wzrostem liczby uczestników procesu inwestycyjnego

w budownictwie. Przy zintegrowanej realizacji projektu budowlanego optymalność podjętych decyzji głównie zależy od skuteczności procesu negocjacyjnego, który z kolei zależy od struktury organizacyjnej. W artykule zostały przedstawione trzy główne typy sieciowej struktury organizacyjnej, które mogą być stosowane podczas zintegrowanego procesu realizacji projektu budowlanego: fokalny, dynamiczny i multifokalny. Podano również sposób wyznaczenia minimalnej liczby „zastępców” podmiotu zarządzającego siecią przy stosowaniu multifokalnej sieciowej struktury organizacyjnej. Przy założeniu, że liczba uczestników projektu jest mniejsza od pięciu osób, kierownik może pracować sam lub z jednym zastępcą. Przy zwiększeniu liczby uczestników projektu, liczba „zastępców” podmiotu zarządzającego siecią rośnie według przyjętego założenia.

Summary

Network organizational structure application in integrated project delivery. The process of integrated project delivery in construction shifts towards analyzing and controlling of communications. The transition to the modern construction management methods is closely connected with network organizational structure. The network structure is a new model for intellectual and pro-

ductive resources exchange, which allows the enterprises to minimize time and expenses. The risks that time and charges will increase grow as the number of participants in the investment process in the construction rises. In the integrated project delivery, the optimality of the decisions is mainly dependent on the effectiveness of the negotiation process, which in turn depends on the organizational structure. The article presents three main types of network organizational structure that can be applied during the integrated delivery of the project: focal, dynamic and multifocal. It provides the method of determining the minimum number of “substitute members” to manage the network in applying the multifocal type of network organizational structure. Provided that the number of participants in a project is less than five, the manager may work on his own or with one alternate. When the number of project participant’s increases, the number of “substitute members” to manage the network grows in accordance with the accepted condition.

Authors’ address:

Roman Trach, Marzena Lendo-Siwicka
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Katedra Geoinżynierii
02-787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166
Poland
e-mail: roman_trach@sggw.pl