Dariusz Wieczorek
Uniwersytet Gdański

SYSTEMY MONITOROWANIA W PROCESACH KONTROLI KOSZTÓW PROJEKTÓW

Wstęp

Plany projektu są zazwyczaj sporządzane w celu zapewnienia, że przedsięwzięcie będzie wykonywane zgodnie z oczekiwaną jakością, w określonym terminie i zgodnie z budżetem. Specyfika projektów sprawia, że często występują odchylenia od planów, które są szczególnie często spotykane w projektach budowlanych. Odchylenia te są powszechne, co wynika z charakteru prac budowlanych i związanej z nimi niepewności. W przypadku, gdy różnice między planem a rzeczywistymi postępami pracy są duże, oczekuje się jednak zwykle podejmowania określonych działań kontrolnych, ukierunkowanych na próbę doprowadzenia poszczególnych parametrów do pożądanego poziomu.

W konsekwencji oznacza to konieczność monitorowania postępów w realizacji projektu i dokonywania porównań w celu umożliwienia identyfikacji i pomiaru odchyleń. Wykonywanie pomiarów jest zazwyczaj ograniczone, z powodu kosztów związanych z gromadzeniem danych. Istnieje jednakże kilka systemów, które są tradycyjnie stosowane w budownictwie do monitorowania i raportowania postępów prac. Niektóre z nich opierają się na informacjach związanych z działaniami, inne bazują na wybranych rodzajach nakładów. Mimo że wszystkie systemy zakładają korzystanie z różnych mierników postępów, prezentowanych w ujęciu finansowym lub w inny sposób, założenia tych mierników i interpretacja wyników pracy różni się w każdym z nich. Dlatego można się spodziewać, w szczególności w praktyce, że w sytuacji niewłaściwej realizacji planu, gdy niektóre z systemów monitorowania będą generowały wskaźniki sugerujące konieczność podjęcia działań kontrolnych, inne nie będą informowały o nieprawidłowościach.

W niniejszym artykule przedstawiono przegląd powszechnie stosowanych systemów monitorowania i ich cechy charakterystyczne. W końcowej części przedstawiono rozważania na temat efektywności systemów monitorowania kosztów projektu, w tym także propozycję podstawowych założeń modelu projektu, użytecznego w ocenie efektywności.

1. Monitorowanie i kontrola

Z praktyki gospodarczej wynika, że zrealizowanie projektu całkowicie zgodnie z planem jest wysoce nieprawdopodobne, zwłaszcza gdy plan ten został opracowany w sposób szczegółowy. Na jednym poziomie plan stanowi w istocie model metody pracy, zaś odstępstwa od planu mogą być traktowane jako przejawy wad modelu. Na innym poziomie plan może reprezentować dokument kontraktu, stanowiąc porozumienie między dwiema stronami odnośnie do sposobu realizacji projektu. Odchylenia od planu w tym drugim przypadku stanowią uchybienia w stosunku do umowy, które mogą, choć niekoniecznie, odnosić się do stron. Małe różnice pomiędzy planem a rzeczywistymi wynikami mogą być postrzegane zarówno w kategoriach skutków niepewności występującej w procesie budowy modelu, jak i jako niezbyt wysokie z punktu widzenia realizacji głównych celów projektu. Większe różnice mogą jednak wymagać zmiany modelu pracy w przyszłości dla zapewnienia jego realności. W przypadku gdy plan reprezentuje umowę, taka zmiana może wskazywać, że główne cele projektu nie są już osiągalne, a zmiany zarówno metod, jak i celów, mogą okazać się niezbędne.

Klasyczny cykl kontroli według K. Ogata (1967) obejmuje trzy etapy:

- pomiar stanu systemu,
- porównanie uzyskanych wyników pomiaru z pożądanym stanem systemu,
- podjęcie odpowiednich działań, w celu przywrócenia system do pożądanego stanu lub zminimalizowania niektórych strat.

W idealnej sytuacji system kontroli powinien charakteryzować się stabilnością, szybko reagować na zmiany oraz być relatywnie niewrażliwy na nieliczne zakłócenia i nieścisłości. Opóźnienia czasowe w takich systemach mogą prowadzić do spadku wydajności (Ogata 1967).

W kontekście projektu budowlanego można wyszczególnić następujące etapy cyklu kontroli:

1) sporządzenie planu,
2) wdrożenie planu,
3) monitorowanie rzeczywistych postępów i ich ewidencja,
4) raportowanie rzeczywistych i planowanych parametrów i ich odchyleń,
5) podjęcie działań korygujących lub zapobiegawczych.

Pierwsze cztery etapy stanowią kontrolną część procesu. Dzięki monitorowaniu dostarczane są informacje ilościowe, na których mogą być oparte działania będące skutkiem kontroli. Informacje te z reguły charakteryzują się niepełną dokładnością, co oznacza, że podejmując działania kontrolne, należy pamiętać o możliwości występowania w rzeczywistości większych błędów. Wysoką dokładność można zwykle osiągnąć jedynie kosztem opóźnienia uzyskania informacji do stopnia niedopuszczalnego z zarządczego punktu widzenia. Kierownicy z reguły oczekują możliwości podejmowania działań kontrolnych na podstawie uzyskiwanych

informacji. W przypadku braku formalnych informacji z systemu monitorowania menedżerowie podejmują działania kontrolne na podstawie wykorzystanych przez nich nieformalnych systemów informacyjnych, np. przeczuć, przekonań i porad. Nie ulega wątpliwości, że niektórzy menedżerowie są bardzo skuteczni w korzystaniu z nieformalnych systemów informacji, jednakże taka skuteczność nie może być w żaden sposób uznana za uniwersalną. Z drugiej strony, nie ma powodów, aby twierdzić, że nieformalne układy powinny być całkowicie zaniechane na rzecz systemów formalnych. W praktyce działania kontrolne są podejmowane na podstawie wszystkich informacji dostępnych dla menedżera.

2. Metody monitorowania projektów

Jak wcześniej zauważono, monitorowanie realizacji projektu obejmuje wykonywanie pomiarów w trakcie realizowania projektu i porównywanie uzyskanych pomiarów z pożądanymi lub oczekiwanymi wartościami. Wykonywanie pomiarów jest z reguły ograniczane ze względu na koszty zbierania danych, ale także często z uwagi na politykę firmy. Wynik jest w projekcie pojęciem kompleksowym, zaś stosunkowo niewielka liczba mierników jest zwykle wystarczająca dla uzyskania w miarę przejrzystego obrazu wyniku i wydajności w projekcie lub w odniesieniu do poszczególnych jego części. Ten częściowy obraz może być, choć nie jest to regułą, wystarczający do celów kontroli.

Większość dostępnych prac poświęconych mierzeniu wyników projektu koncentruje się na działaniach w zakresie kontroli projektu. Jednocześnie jednak można zauważyć, że zagadnienie metod pomiaru postępów projektu nie zostało do tej pory rozwinięte w sposób satysfakcjonujący, zwłaszcza dla praktyków. Parametry wykorzystywane do oceny skuteczności są zazwyczaj wskaźnikami finansowymi, ponieważ przynajmniej w teorii łatwo można je obliczyć i zinterpretować. Są one również bardzo ważne dla osób zajmujących się gromadzeniem danych i analizy. W dalszej części przedstawiono trzy najczęściej stosowane techniki monitorowania kosztów projektu.

2.1. Technika wiodącego parametru

Podobnie jak „rachunek kosztów jednostkowych" (Gobourne 1980; Pilcher 1992), technika wiodącego parametru jest metodą bazującą na założeniu polegającym na wyborze jednego lub kilku głównych rodzajów prac jako środków pomiaru realizacji całego projektu. Przykładowo, w projekcie, w którym betonowanie filarów stanowi znaczącą część pracy, ilość wylanego betonu może być stosowana jako miernik wykonanej pracy w dowolnym momencie realizacji projektu. Rzeczywisty koszt, według wiodącego parametru, oraz całkowity koszt projektu są porównywane z wartościami planowanymi na dany moment. Technika ta może być rów-

nież wykorzystana do projektu złożonego z wielu części o zróżnicowanym charakterze prac. W takiej sytuacji można użyć różnych parametrów do pomiaru wydajności dla każdej grupy zadań.

Dużym problemem tej metody jako skutecznego narzędzia kontroli kosztów jest fakt, że realizacja projektów zwykle wiąże się z wykonywaniem wielu „istotnych" rodzajów prac oraz że „wiodący charakter" pojedynczego parametru dla oceny realizacji projektu może również zmieniać się z czasem. W celu rozwiązania tego problemu, czasem stosowane są różne parametry na różnych etapach projektu, co może jednak wprowadzać trudności w trakcie przechodzenia od jednego parametru do następnego. Ponadto, mimo że w tej metodzie możliwe jest pokazanie odchylenia od wykonania planu, nie ma w niej możliwości wskazania przyczyn tych odchyleń (Al-Jibouri i Mawdesley 2001).

2.2. Technika wskaźników opartych na działalności (ABR – *activity based ratios)*

Mawdesley i in. (1997) oraz Al-Jibouri (2003) stwierdzają, że jest to technika kontroli finansowej, która wykorzystuje jako mierniki wyniku proporcje pomiędzy dochodami a wydatkami generowanymi w ramach realizacji projektu. Model ten może być wykorzystany zarówno do oceny efektywności całego projektu, jak i poszczególnych działań. System monitorowania kosztów projektu opiera się na trzech wskaźnikach:

$$\text{planowana wydajność} = \text{planowane dochody/planowane wydatki}, \quad (1)$$

$$\text{rzeczywista wydajność} = \text{rzeczywiste dochody/rzeczywiste wydatki}, \quad (2)$$

$$\text{efektywność} = \text{rzeczywista wydajność /planowana wydajność}. \quad (3)$$

Wskaźniki te mogą być obliczane w dowolnym momencie i dotyczyć dowolnego okresu. Zarówno planowane, jak i rzeczywiste prace muszą być oceniane przy wykorzystaniu tych samych wskaźników dochodów i wydatków. Jeżeli wskaźniki dochodów pochodzą z pierwotnej prognozy, mierniki wydajności przedstawione powyżej dają możliwość oceny wydajności w porównaniu z szacunkiem, zaś wskaźnik efektywności umożliwia porównanie realizacji projektu w stosunku do planu. Teoretycznie wszystkie wartości powinny przyjmować jednakowe wartości, jednakże ze względu na tendencję do zbyt optymistycznego planowania, zapewne należałoby dążyć do poziomu 1,05 dla planowanej wydajności i efektywności (Al-Jibouri 2003).

Mierniki zastosowane w tej technice są proste do obliczenia i proste w interpretacji. Wymagają one stosunkowo niedużej liczby danych i mogą być stosowane na różnych poziomach projektu. Mogą na przykład zostać obliczone dla całego projektu lub jego części i z tego powodu mogą być przydatne przy ocenie wkładu poszczególnych podwykonawców projektu.

Na tej podstawie można stwierdzić, że mierniki stosowane w tej metodzie dobrze sprawdzają się jako narzędzia komunikacji i są szczególnie użyteczne w przypadku krótkotrwałych projektów. Z drugiej jednakże strony, wykonywane tą techniką prognozy opierają się wyłącznie na planie i z tego względu nie mogą być uznane za statystycznie wiarygodne.

2.3. Analiza odchyleń i analiza wartości uzyskanej *(earned value analysis)*

Na temat techniki analizy odchyleń pisało w przeszłości wielu autorów, m.in.: (Staffurth 1975; Lockyer i Gordon 1996; Harrison 1992). Odchyleniami są w tym kontekście różnice między dwiema wartościami. W pomiarze i kontroli projektu występują zazwyczaj różnice między wydatkami planowanymi i rzeczywistymi, choć mogą być tu także wykorzystane dochody lub inne wartości (np. wskaźniki).

Wykorzystanie odchyleń do mierzenia wydajności projektu jest prawdopodobnie jedną z najstarszych i najczęściej stosowanych technik. Biorąc pod uwagę aktualny i ostateczny stan faktyczny oraz plan, możliwe jest zbudowanie dość szczegółowego obrazu projektu. W rzeczywistości, ze względu na możliwość wygenerowania powyższych danych dla całego projektu, ale także dla każdej części projektu, technika ta jest powszechnie stosowana do oceny całego projektu, jego części lub na przykład dla oceny wydajności poszczególnych podwykonawców. Zasadniczo przez wykreślenie krzywych różnych wielkości, takich jak koszty pierwszego budżetu projektu, ostatniego szacunkowego kosztu, najnowszych szacowanych wydatków i budżetowej wartości wykonanej pracy, możliwe jest określenie dwóch głównych rodzajów odchyleń. Są to: odchylenie od zweryfikowanego budżetu *(budget revision variance)* i odchylenie od całkowitego zweryfikowanego kosztu projektu *(total cost review variance)*. Są to główne odchylenia, mogące wskazywać na wzrost kosztów projektu w porównaniu z wydatkami planowanymi w budżecie. Nie identyfikują one jednak przyczyn ewentualnego wzrostu.

Możliwe jest przeniesienie tych dwóch głównych odchyleń w dół projektu, do bardziej szczegółowych części, w celu wspomagania procesu rozpoznawania przyczyn zmian w kosztach. Na przykład odchylenie od całkowitego zweryfikowanego kosztu projektu *(total cost review variance)* można podzielić na aktualne i przyszłe odchylenia od budżetu. Aktualne odchylenie budżetu na przykład oznacza, że poniesione koszty prac są większe niż planowano. Nie pokazuje to jednak, czy projekt jest opóźniony, bądź nastąpiło przekroczenie wydatków. W dalszej kolejności można dokonać podziału tego odchylenia na dwa komponenty:

$$\text{odchylenie wydajności} = \text{budżetowa wartość wykonanej pracy} - \text{wydatki planowane w budżecie (do momentu analizy)}, \tag{4}$$

$$\text{odchylenie efektywności} = \text{poniesione koszty} - \text{budżetowa wartość wykonanej pracy}. \tag{5}$$

Odchylenie wydajności wskazuje, że postęp w realizacji projektu jest szybszy niż planowano (przy odchyleniu dodatnim) lub wolniejszy (przy odchyleniu ujemnym). Z drugiej strony, odchylenie efektywności wskazuje na nadmierne wydatki, jeśli odchylenie jest dodatnie, oraz wydatki niższe od planowanych, jeśli odchylenie jest ujemne.

Rozszerzeniem idei metody odchyleń jest technika analizy wartości uzyskanej *(earned value analysis)*. W systemie tym pierwotne wartości budżetowe wraz z harmonogramem są stosowane do ustalenia, co powinno zostać wydane (lub uzyskane) w dowolnym momencie realizacji projektu. W toku prac mogą zostać skalkulowane normalne odchylenia, jednakże dodatkowo wykonane prace są oceniane przy użyciu wyjściowych danych ofertowych, na podstawie których obliczana jest budżetowa wartość wykonanej pracy. Korzystanie z planowanych i rzeczywistych wartości wykonywanej pracy pozwala na porównanie obecnych i przyszłych stanów przy wykorzystaniu obiektywnych mierników.

Technika ta jest stosunkowo popularna, zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych. Wymaga ona jednak dość dużej ilości danych i znacznego wysiłku w porównaniu z innymi przedstawionymi wcześniej systemami. Generuje ona także dużą liczbę parametrów opisujących stan projektu, co sprawia, że jest ona trudniejsza do zastosowania oraz do komunikowania się z pracownikami różnych szczebli. Dlatego też stosunkowo rzadko technika ta jest wykorzystywana w odniesieniu do projektów krótkotrwałych oraz niskokosztochłonnych, choć formalnie nie ma przeszkód do stosowania *earned value analysis* w odniesieniu do takich projektów. Prognozy sporządzane tą techniką, podobnie jak w przypadku poprzednich systemów, oparte są wyłącznie na planie, co sprawia, że nie mogą być uznane za statystycznie wiarygodne.

3. Mierniki efektywności kontroli

W praktyce system kontroli składa się z utworzonych mierników wydajności, ich oceny zgodnie ze standardami oraz podejmowania wszelkich niezbędnych działań w zakresie kontroli. Skuteczność kontroli, jako funkcji zarządzania, jest zależna od skuteczności w realizacji każdego z tych elementów.

W działaniach kontrolnych bazuje się na standardach, zaś skuteczność systemu kontroli jest bezpośrednio związana z treścią i przejrzystością informacji dostarczanych przez system monitoringu. Istnieje wiele różnych środków, dzięki którym system kontroli kosztów może wskazywać na obszary efektywności lub nieefektywności. Dla zapewnienia skuteczności, system kontroli kosztów musi koncentrować się na różnych obszarach problemowych zarządzania projektami. Szczegółowość i wiarygodność, na których dany system może polegać, mogą być uznane za miernik jego skuteczności. Na przykład system, który może jedynie wskazać zysk

lub stratę projektu, można uznać za mniej efektywny niż ten, który jest w stanie stwierdzić fakt, że cieśle pracują poniżej normy w trakcie szalowania. Jednakże tak zdefiniowana efektywność nie musi być jedynym czynnikiem dokonywania wyboru danego systemu.

System kontroli powinien również brać pod uwagę ilość danych wymaganych w raportach, różniących się w zależności od poziomu zarządzania, dla którego są adresowane. Zazwyczaj wyższy poziom zarządzania będzie zainteresowany ogólnym obrazem realizacji projektu, natomiast poziom zarządzania projektami będzie wymagał szczegółowych raportów, ale jeszcze wyższej szczegółowości będzie oczekiwał inżynier budowy.

Innym obszarem decydującym o skuteczności każdego systemu kontroli kosztów jest dostarczanie informacji do prognoz. Dane te powinny obejmować koszty pracy wraz z opisami szczegółowych warunków i zaangażowanej pracy. Warunki pracy w branży budowlanej są znaczące w różnych kontraktach, a zatem pojawia się potrzeba korzystania z tych informacji w sposób rozsądny. Wydaje się, że najbardziej przydatne są informacje generowane bezpośrednio na miejscu realizacji zadania. System kontroli kosztów powinien także dostarczać danych do oceny odchyleń, które mogą wystąpić w trakcie realizacji kontraktu, w celu wspomagania wykonawcy w korygowaniu harmonogramów prac zgodnie z tą informacją. Działania kontrolne bazują na informacjach dostarczanych przez system kontroli, a zatem informacje te powinny w jasny i wiarygodny sposób pokazywać wszelkie odchylenia od planowanych wyników dla różnych poziomów zarządzania. Na podstawie analizy literatury można postawić hipotezę, że technika wskaźników opartych na działalności (ABR) daje bardziej przejrzyste informacje o ogólnych postępach w pracy niż pozostałe dwa systemy. Hipoteza ta wymaga jednakże zweryfikowania.

Wydaje się, że ocena efektywności systemów monitorowania kosztów projektu, przedstawionych w artykule, wymaga przeprowadzenia szczegółowych badań, poprzez stworzenie odpowiedniego modelu projektu, przy wykorzystaniu którego możliwe byłoby przeprowadzenie rachunku symulacyjnego (Kolisch 1996; Al-Jibouri 2003). Model ten powinien być zaprojektowany tak, aby mógł dostarczać danych na temat postępów w realizacji projektu przy wykorzystaniu różnych systemów monitoringu. Zasadniczą trudnością konstrukcji takiego modelu jest konieczność uwzględnienia całej złożoności i specyfiki projektów, narzędzi zarządzania projektami przy jednoczesnym zapewnieniu jego realności i adekwatności. W szczególności model taki musi uwzględniać zasady harmonogramowania i planowania projektów (m.in. poprzez zastosowanie technik sieciowych), a także zaproponować modelowe ujęcie zasobów (materiałów, robocizny, sprzętu, podwykonawców itd.) oraz kosztów pośrednich projektu.

Zakończenie

W artykule przedstawiono kilka technik monitorowania i ich zastosowanie w kontroli kosztów projektu. Porównania tych systemów, dokonane na podstawach teoretycznych, wykazały, że różne systemy są użyteczne w różnych sytuacjach. Technika wskaźników opartych na działaniach (ABR) na przykład jest bardziej odpowiednia dla krótkotrwałych przedsięwzięć niż technika analizy odchyleń. Wyniki porównania wykazały również, że niektóre techniki są prostsze i bardziej przejrzyste w interpretacji, inne zaś bardziej skomplikowane. W doborze systemu monitorowania kosztów projektu konieczne jest ponadto uwzględnienie ilości informacji wymaganych przez system, a tym samym możliwości ich wykorzystania jako narzędzi komunikacji.

Bibliografia

Al-Jibouri S, Mawdesley M. (2001), *Comparisons of Systems for Measuring Project Performance*, Proceedings CIB World Building Conference, New Zealand.

Al-Jibouri S.H. (2003), *Monitoring systems and their effectiveness for project cost control in construction*, International Journal of Project Management, No 21, s. 145-154.

Gobourne J.(1980), *Cost Control in Construction Industry*, Newnes, Butterworths, London.

Harrison F. (1992), *Advanced Project Panagement: a Structured Approach*, Gower Publishing, UK.

Kolisch R. (1996), *Serial and parallel resource-constrained project scheduling methods revisited: theory and computation*, European Journal of Operation Research, No 90, s. 320-333.

Lockyer K.G., Gordon J.H. (1996), *Project Management and Project Network Techniques*, Pitman Publishing, London.

Mawdesley M.J., Askew W.H., O'Reilly M.P. (1997), *Planning and Controlling Construction Projects, Best Laid Plan*, Longmann, UK.

Ogata K. (1967), *State Space Analysis of Control Systems*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.

Pilcher R. (1992), *Principles of Construction Management*, McGraw-Hill, UK.

Staffurth C. (1975), *Project Cost Control Using Networks*, The OR Society and The Institute of Cost and Management Accountants, London.

MONITORING SYSTEMS IN THE PROCESSES OF PROJECT COST CONTROL

Summary

The article presents the scientific achievements in the field of testing the effectiveness of commonly used systems of monitoring and detecting deviations from the planned cost and efficiency. Monitoring systems presented in this paper are a leading parameter technique, variances analysis method, ABR technique (Activity Based Ratios). The article describes monitoring systems, their characteristics, measures used in these systems and their effectiveness in performance assessing. The systems were evaluated on the theoretical base. According to the analysis of literature the paper presents a reflection on the effectiveness of systems for project cost control, including the proposition of the basic assumptions of the model project, useful in assessing effectiveness.