

# Kontrola kosztów budowy metodą EVM jako metodą prognozowania ryzyka przekroczenia planowanego budżetu

Dr hab. inż. Mieczysław Połoński, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

## 1. Wprowadzenie

Podstawowym dokumentem opracowywanym na etapie przygotowania obiektu budowlanego do realizacji jest harmonogram budowy. Zazwyczaj postrzegany jest on jako plan przyszłych działań, jednak nie należy zapominać, że w zależności od założeń jego rola może być znacznie szersza. Wśród zadań, do których może on być używany, można wymienić między innymi:

- koordynację prac i obowiązków poszczególnych uczestników procesu inwestycyjnego (inwestora, głównego wykonawcy, podwykonawców, menadżera kontraktu),
- podpisywanie kontraktów na wykonanie robót przez podwykonawców (terminy, zakres, koszt),
- zarządzanie realizacją i koordynację prac na obiekcie,
- planowanie przydziału prac poszczególnym brygadam roboczym czy robotnikom,
- bilansowanie zapotrzebowania na zasoby typu praca (pracownicy, sprzęt),
- planowanie zapotrzebowania na materiały w czasie trwania robót,
- kontrolę terminów wykonania planowanych zadań,
- kontrolę rzeczowego wykonania planowanych prac,
- analizę ryzyka realizacji projektu i zarządzanie ryzykiem w trakcie realizacji,
- planowanie terminów odbiorów poszczególnych etapów robót,
- planowanie zapotrzebowania na środki obrotowe podczas realizacji obiektu,
- fakturowanie kolejnych etapów robót,
- kontrolę finansową.

Jednym z ważniejszych obszarów wymienionych działań są wszelkie czynności związane z planowaniem i kontrolą kosztów podejmowanych, czy już realizowanych działań budowlanych. Praktyka wskazuje, że znaczna część obiektów budowlanych w trakcie wykonywanych robót przekracza planowany budżet. W literaturze światowej podawane były spektakularne

przykłady dużych inwestycji, których plan odbiegał znacznie od wartości uzyskanych na podstawie faktycznych nakładów określonych po zakończeniu tych inwestycji. I tak np. Reilly [7] wskazuje, że budowa linii metra Jubilee w Londynie została opóźniona o dwa lata, a koszt realizacji przekroczył koszty planowane o 67% (tzn. 1,4 mld funtów); tunel pod kanałem La Manche przekroczył o 80% planowany budżet, most nad Wielkim Bełtem w Danii to 54% przekroczenia kosztów. Takich przykładów w literaturze można spotkać więcej. Jednak dopiero badania przeprowadzone pod kierunkiem Flyvbjerga [3] zostały przeprowadzone na dużej, reprezentatywnej próbie statystycznej 258 obiektów. Wyniki tych badań jednoznacznie potwierdziły, że problem niedoszacowania planowanych inwestycji jest powszechny i dotyczy prawie 9 na 10 badanych inwestycji, przy czym średnie przekroczenie analizowanych planowanych kosztów wyniosło 28%.

Podane wyniki badań wyraźnie wskazują na wagę zagadnień dotyczących monitorowania ponoszonych kosztów od samego początku podejmowanych robót budowlanych. Z powodu stałego nacisku na coraz głębszą redukcję kosztów, poszukuje się i rozwija coraz bardziej zaawansowane techniki zarządzania i rachunkowości zarządczej oraz wprowadza się nowoczesne programy kontroli i redukcji kosztów. Jedną z takich technik jest metoda wartości wypracowanej nazywana najczęściej w literaturze Earned Value Metod (EVM). Należy podkreślić, że w metodzie EVM prognozuje się terminy i koszty zrealizowania etapów przedsięwzięcia budowlanego, analizując trzy rodzaje kosztów:

- planowane (wg harmonogramu);
- wykonane (wg harmonogramu) – wypracowane;
- aktualne (wg rzeczywistych wydatków).

## 2. Założenia metody Earned Value Metod

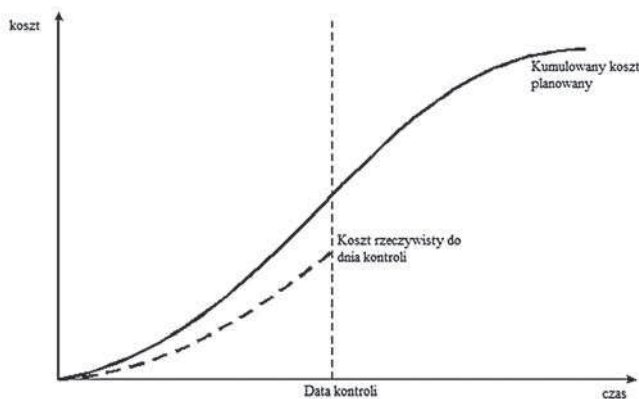
Założenia metodyki wykonywania obliczeń metodą EVM są stosunkowo dobrze opisane w literaturze, również polskiej [2, 4, 8, 9], więc w artykule podano tylko podstawowe informacje.

Do lat 60. przy ocenie projektów stosowano porównanie kosztów poniesionych z kosztami planowanymi. Chcąc przeanalizować co dzieje się z kosztami przed zakończeniem prac, musieliśmy znać rzeczywisty, poniesiony koszt robót w momencie kontroli oraz przewidzieć, jaki będzie planowany końcowy koszt wykonywanego projektu. Wyciągane na tej podstawie wnioski przedstawiały zaawansowanie prac w czasie. Idea analizy kosztów planowanych i rzeczywistych przedstawiona została na rysunku 1. Analizowanie projektów w ten sposób nie było jednak do końca prawidłowe, gdyż poziom zaawansowania projektu w czasie był oceniany tylko z uwzględnieniem poniesionych kosztów. Na podstawie tego wykresu można zaobserwować, że krzywa faktycznie poniesionych kosztów w dniu kontroli odbiega od krzywej kosztów planowanych, i że aktualne poniesione koszty są poniżej kosztów planowanych. Fakt ten może wydawać się optymistyczny, jednak jeżeli tych danych nie odniesiemy do faktycznego rzeczowego zawansowania wykonanych robót i ich planowanego kosztu, to tak naprawdę nie potrafimy poprawnie zinterpretować poniesionych wydatków. Celem opracowania metody EVM było właśnie powiązanie rzeczowego zaawansowania stanu robót i poniesionych kosztów

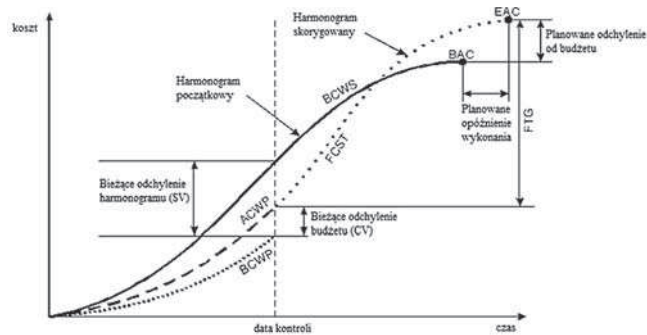
na tle wartości planowanych. Istotę założeń metody Earned Value przedstawiono na rysunku 2. Wskaźniki zilustrowane na tym rysunku przedstawione są za pomocą krzywych, gdyż są one funkcją czasu. Krzywa ilustrująca przebieg BCWS, czyli planowany koszt planowanej pracy wyznaczana jest podczas fazy planowania projektu, a jej zakończeniem jest BAC, czyli planowany budżet projektu. Krzywe ilustrujące przebieg BCWP czyli budżetowy koszt wykonanej pracy oraz ACWP, czyli rzeczywisty koszt wykonanej pracy wyznaczane są podczas realizacji projektu. W związku z tym, krzywe BCWP oraz ACWP wyznaczone mogą zostać jedynie do dnia kontroli. Na podstawie tego wykresu można również zapoznać się z odchyleniami od budżetu oraz harmonogramu zarówno w dniu kontroli, jak również wartościami prognozowanymi na zakończenie projektu. Dane z krzywych ACWP, BCWS i BCWP stanowią podstawę do obliczania dalszych wskaźników. Można je podzielić na dwie grupy: wskaźniki służące do monitorowania postępu prac oraz wskaźniki do prognozowania dalszych kosztów i postępu prac na podstawie dotychczasowych rezultatów.

Metoda EVM posiada dwie ważne zalety. Po pierwsze, pozwala łączyć czasową ocenę stanu zaawansowania realizacji robót z ich zaawansowaniem finansowym na tle wartości planowanych. Po drugie, co jest chyba jeszcze ważniejsze, pozwala szacować ostateczny koszt i termin zakończenia projektu na podstawie tendencji, jakie ujawniły się w dotychczasowej realizacji obiektu. Dzięki przeprowadzonym badaniom na ponad 700 dużych amerykańskich projektach stwierdzono, że przy niespełna 15–20% zaawansowaniu projektu, użycie metody EVM daje możliwość przewidzenia wyniku końcowego z dużą dokładnością, i to niezależnie od typu monitorowanego kontraktu, programu czy usługi [8].

Metoda EVM posiada również swoje wady. Mimo stosunkowo prostych założeń, głównym problemem jaki może zaistnieć są niezbędne do pozyskania dane, konieczne do jej zastosowania. Poprawne szacowanie zawansowania wykonania robót, szczególnie w zakresie kosztów, dostarcza niekiedy problemów metodycznych (np. w zakresie kosztów pośrednich czy rozliczenia kosztów dużej partii materiałów używanych do różnych robót). Należy także pamiętać, iż cała metoda opiera się na rzetelności danych wprowadzanych do obliczeń. Do jej wad należy również możliwość celowego, krótkoterminowego manipulowania wartościami obliczanych wskaźników, poprzez świadome podejmowanie niekrytycznych działań. Należy również zauważyć, że zastosowanie metody ma zazwyczaj sens tylko przy projektach trwających dłużej, np. powyżej roku, gdyż dopiero wówczas w pierwszym okresie realizacji projektu może się ukształtować trwała tendencja, pozwalająca na wiarygodne szacowanie danych dotyczących zakończenia całego projektu.

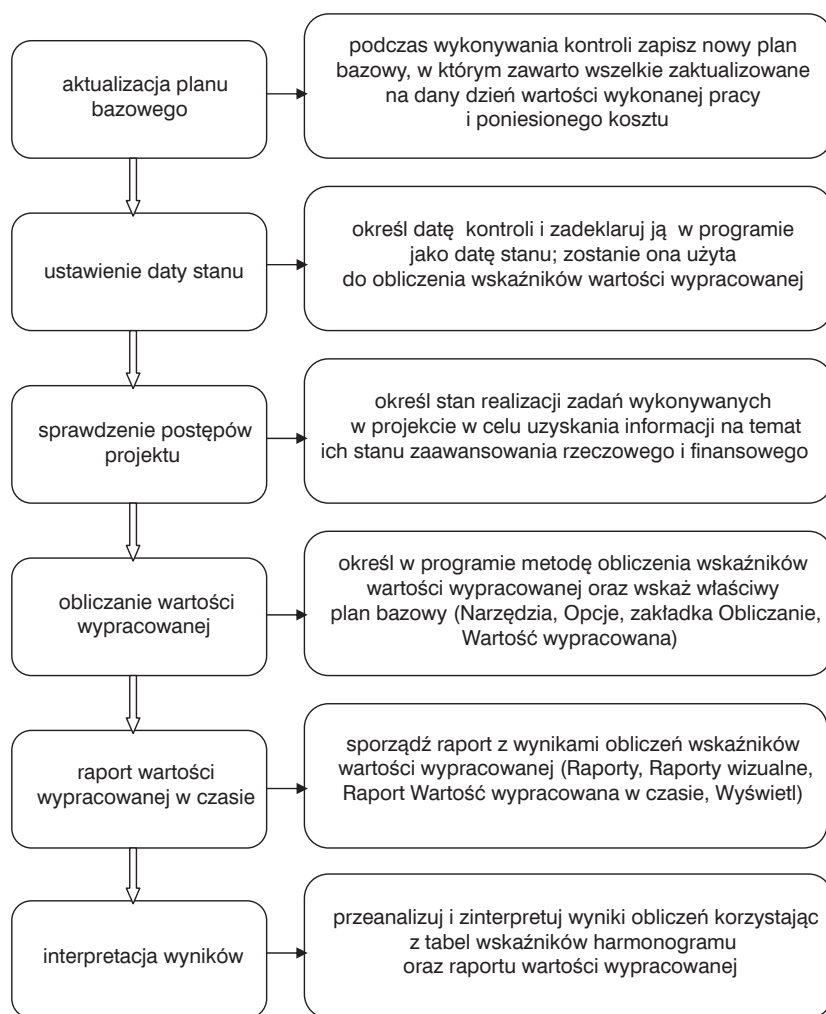


Rys. 1. Tradycyjna analiza kosztów; źródło: Wilkens, 1999



Legenda:  
 BCWS – Budgeted Cost of Work Scheduled – Budżetowy koszt pracy według harmonogramu  
 BCWP – Budgeted Cost of Work Performed – Budżetowy koszt pracy wykonanej (EV)  
 ACWP – Actual Cost of Work Performed – Rzeczywisty koszt pracy wykonanej  
 FCSF – Forecast of Remaining Work – Przewidywany kumulowany koszt (prognoza)  
 BAC – Budget At Completion – Budżet końcowy  
 EAC – Estimated Cost At Completion – Szacowany koszt końcowy (prognoza)  
 FIG – Estimate to go – Przewidywane koszty do poniesienia (prognoza)

Rys. 2. Elementy metody Earned Value; źródło: Wilkens, 1999



**Rys. 3.** Schemat wykonywania obliczeń wskaźników wartości wypracowanej podczas jednej kontroli

Ocena realizacji projektu uwzględniająca zastosowanie metody Earned Value wymaga przeprowadzenia kilku kolejnych etapów analizy. Najważniejsze z nich to:

- opracowanie struktury podziału pracy (SPP) z określonym stopniem dokładności, w celu stworzenia struktury zadaniowej, która pozwoli na dokładną analizę projektu,
- na podstawie struktury SPP określenie planu działań, tzn. wskazanie składników projektu oraz przydzielenie poszczególnych zadań konkretnym jednostkom organizacyjnym. Ostatecznym efektem tych działań jest stworzenie harmonogramu zadań,
- przydzielenie do poszczególnych zadań planowanych kosztów i opracowanie budżetu projektu,
- cykliczne, regularne monitorowanie prac jedną ze znanych metod (np. metodą kamieni milowych, obmiaru czy pomiaru pracochłonności przebiegu przedsięwzięcia) w wymiarze rzeczowym i finansowym,
- wykonywanie w wyznaczonych z góry terminach analizy przebiegu przedsięwzięcia oraz opracowanie i analiza odchyleń realizowanego przedsięwzięcia od planowanych wartości,

- analiza zgromadzonych danych, wykonanie obliczeń, zestawień i wskaźników, sporządzenie odpowiednich do sytuacji raportów, przedstawianie aktualnych informacji wykonawcom i inwestorom projektu oraz podejmowanie działań niwelujących powstające odchylenia od planu rzeczowego i finansowego.

#### Przykład zastosowania metody EVM do kontroli obiektu budowlanego

Do prezentacji metody wykorzystano harmonogram wykonany na potrzeby budowy budynku biurowego z garażem oraz hal magazynowych [5]. Na jego podstawie zasymulowano pięć aktualizacji oraz obliczono wskaźniki i ewentualne odchylenia w czasie i koszcie od planowanych prac. Obliczone wskaźniki posłużyły do sporządzenia odpowiednich raportów w formie tabelarycznej i wykresów. Całość obliczeń wykonana została w programie Microsoft Project 2007 [1]. Ponieważ metodyka wykonywania obliczeń wartości wypracowanej w tym programie została omówiona w publikacji [6], nie będzie tutaj szerzej opisywana.

Wszystkie prace wykonywane na obiekcie podzielono na trzy etapy. Pierwszy z nich zakładał wykonanie prac początkowych, drugi to budowa biura wraz z garażem, natomiast trzeci to budowa hali magazynowej.

Pierwszy etap (prace początkowe) planowano zakończyć po 71 dniach od rozpoczęcia, po wykonaniu 16 zadań przypisanych do tego etapu. W skład tych robót wchodziły m.in. roboty przygotowawcze, roboty ziemne, wykonanie fundamentów oraz ich izolacja. Drugi etap (budowa biura wraz z garażem) trwać miał 140 dni i obejmował wykonanie 21 zadań, takich jak: budowa samego budynku wraz z wykonaniem wszelkich instalacji, stolarki okiennej i drzwiowej, tynkowaniem oraz malowaniem i układaniem glazury. Etap trzeci (budowa hali magazynowej) wykonany miał zostać w 171 dni, w trakcie których zrealizowane miało zostać 14 zadań obejmujących wykonanie hali wraz z całą instalacją. W skład III etapu robót wchodziły również prace związane z końcowym odbiorem robót. Rozpoczęcie prac budowlanych planowane było na 5 lipca 2008 r., natomiast ich zakończenie na 15 maja 2009 r. Przewidywany czas trwania projektu wynosił 242 dni robocze. Koszty planowane związane z realizacją całego projektu oszacowano na 205 158 zł. Pierwszy etap planowano zrealizować za 104 350 zł

i miał on być najdroższy. Drugi etap to koszt niewiele ponad 58 tys. zł, natomiast trzeci miał zostać zrealizowany za blisko 43 tys. zł.

Aktualizacje i obliczenia wskaźników EVM wykonano w następujących okresach: 31 sierpień 2008 r., 7 październik 2008 r., 4 styczeń 2009 r., 16 marzec 2009 r., 22 maj 2009 r. Wszystkie aktualizacje zostały zapisane jako odrębne plany bazowe, co umożliwiło zdokumentowanie dokonanych w trakcie realizacji zmian oraz odchyień, jakie w wyniku tych zmian powstały.

Każda aktualizacja wymagała wykonania tych samych działań prowadzących do sporządzenia wymaganych raportów. Schemat postępowania przy każdej wykonywanej aktualizacji przedstawiono na rysunku 3.

Domyślne tabele przedstawiające obliczone wskaźniki harmonogramu składają się zasadniczo z sześciu kolumn, jednak użytkownik, korzystając z każdego widoku, ma możliwość dostosowania go do swoich potrzeb. W skład standardowo ustawionych kolumn tej tabeli wchodzi następujące wskaźniki (w nawiasie podano ich symbole używane w programie MS Project oraz ewentualnie ich angielskie nazwy):

- nazwa zadania,
- wartość planowana (WP/BCWS) – przedstawia koszty planowane w harmonogramie związane z wykonaniem poszczególnych zadań oraz sumaryczne koszty etapów i całego przedsięwzięcia,
- wartość wypracowana (WW/BCWP) – przedstawia

koszty, które w wyniku wykonanej pracy nad zadaniem zostały do czasu kontroli wypracowane,

- odchylenie harmonogramu (OHR) – przedstawia za pomocą kosztów odchylenie od ilości pracy, jaka miała zostać wykonana do dnia kontroli. Wartości dodatnie informują, że zadanie wyprzedza planowane koszty harmonogramu, natomiast ujemne, że zadanie opóźnione jest względem założeń harmonogramu z zakresu kosztów,

- procentowe odchylenie harmonogramu (OHRP) – jest to odchylenie harmonogramu wyrażone w postaci procentu zadania do wykonania, jako stosunek odchylenia harmonogramu do wartości wypracowanej. Wartości równe 0% oznaczają, że zadanie wykonywane jest zgodnie z harmonogramem, wartości dodatnie wskazują, że wykonywane prace wyprzedzają harmonogram, zaś wartości ujemne występują w zadaniach, które są opóźnione względem harmonogramu,

- wskaźnik wykonania harmonogramu (WWH) – informuje o opóźnieniach bądź wyprzedzeniach w harmonogramie. Wartości równe 1 informują o terminowym wykonaniu prac, wartości większe od 1 o wyprzedzeniu prac w stosunku do harmonogramu, a wartości mniejsze o opóźnieniu prac.

Tabela wskaźników kosztu wartości wypracowanej standardowo zawiera następujące wartości:

- wartość planowana (WP/BCWS) oraz wartość wypracowana (WW/BCWP), analogicznie jak w przypadku tabeli wskaźników harmonogramu,

**Tabela 1.** Wskaźniki harmonogramu – stan na dzień 31.08.2008

Nazwa zadania	Wartość planowana WP (BKPH) [zł]	Wartość wypracowana WW (BKPW) [zł]	OHR [zł]	OHRP	WWH
<b>PRACE BUDOWLANE W MIEJSCOWOŚCI SKIERDY</b>	<b>77 424,00</b>	<b>67 617,00</b>	<b>-9 807,00</b>	<b>-13%</b>	<b>0,87</b>
<b>I ETAP – PRACE POCZĄTKOWE</b>	<b>77 424,00</b>	<b>67 617,00</b>	<b>-9 807,00</b>	<b>-13%</b>	<b>0,87</b>
START	350,00	350,00	0,00	0%	1,00
1 Roboty przygotowawcze	1 610,00	1 610,00	0,00	0%	1,00
2 Tyczenie budynku	400,00	400,00	0,00	0%	1,00
3 Podłączenie prądu budowlanego i wody	1 230,00	1 230,00	0,00	0%	1,00
4 Usunięcie humusu	18 800,00	18 800,00	0,00	0%	1,00
5 Roboty ziemne – wykop pod fundament	5 840,00	5 840,00	0,00	0%	1,00
6 Ławy fundamentowe żelbetowe	17 664,00	17 664,00	0,00	0%	1,00
7 Izolacja pozioma łąw z wykopem	240,00	240,00	0,00	0%	1,00
8 Fundamenty z bloczków betonowych	315,00	315,00	0,00	0%	1,00
9 Izolacja pionowa fundamentów	0,00	0,00	0,00	0%	0,00
10 Założenie drenażu wokół budynku wraz ze studzienkami	1 152,00	1 152,00	0,00	0%	1,00
11 Podniesienie poziomu działki	3 996,00	1 944,00	-2 052,00	-51%	0,49
12 Budowa szamba szczelnego	672,00	672,00	0,00	0%	1,00
13 Przyłącze kanalizacyjne	480,00	480,00	0,00	0%	1,00
14 Wykonanie muru oporowego	24 675,00	16 920,00	-7 755,00	-31%	0,69
15 Budowa ogrodzenia 1	0,00	0,00	0,00	0%	0,00
16 Zasyпка i zagęszczenie wewnątrz budynku	0,00	0,00	0,00	0%	0,00
<b>II ETAP – BUDOWA BIURA WRAZ Z GARAŻEM</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0%</b>	<b>0,00</b>
<b>III ETAP – BUDOWA HALI MAGAZYNOWEJ</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0%</b>	<b>0,00</b>

**Tabela 2.** Wskaźniki kosztu – stan na dzień 7.10.2008 r.

Nazwa zadania	Wartość planowana WP (BCWS) [zł]	Wartość wypracowana WW (BCWP) [zł]	RKPW (ACWP) [zł]	OKS [zł]	OKP	WWK	BK [zł]	SKK [zł]	OKC [zł]	WW DW
<b>PRACE BUDOWLANE W MIEJSCOWOŚCI SKIERDY</b>	<b>106 748,00</b>	<b>103 774,00</b>	<b>121 420,00</b>	<b>-17 646,00</b>	<b>-17%</b>	<b>0,85</b>	<b>205 158,00</b>	<b>240 043,60</b>	<b>-34 885,60</b>	<b>1,21</b>
<b>I ETAP – PRACE POCZĄTKOWE</b>	<b>104 350,00</b>	<b>103 774,00</b>	<b>121 420,00</b>	<b>-17 646,00</b>	<b>-17%</b>	<b>0,85</b>	<b>104 350,00</b>	<b>122 093,94</b>	<b>-17 743,94</b>	<b>-0,03</b>
START	350,00	350,00	350,00	0,00	0%	1,00	350,00	350,00	0,00	1,00
1 Roboty przygotowawcze	1 610,00	1 610,00	1 610,00	0,00	0%	1,00	1 610,00	1 610,00	0,00	1,00
2 Tyczenie budynku	400,00	400,00	2 400,00	-2 000,00	-500%	0,17	400,00	2 400,00	-2 000,00	0,00
3 Podłączenie prądu budowlanego i wody	1 230,00	1 230,00	1 230,00	0,00	0%	1,00	1 230,00	1 230,00	0,00	1,00
4 Usunięcie humusu	18 800,00	18 800,00	18 800,00	0,00	0%	1,00	18 800,00	18 800,00	0,00	1,00
5 Roboty ziemne – wykop pod fundament	5 840,00	5 840,00	6 600,00	-760,00	-13%	0,88	5 840,00	6 600,00	-760,00	0,00
6 Ławy fundamentowe	17 664,00	17 664,00	30 164,00	-12 500,00	-71%	0,59	17 664,00	30 164,00	-12 500,00	0,00
7 Izolacja pozioma ław z wykopem	240,00	240,00	240,00	0,00	0%	1,00	240,00	240,00	0,00	1,00
8 Fundamenty z bloczków betonowych	1 200,00	1 200,00	1 280,00	-80,00	-7%	0,94	1 200,00	1 280,00	-80,00	0,00
9 Izolacja pionowa fundamentów	480,00	480,00	480,00	0,00	0%	1,00	480,00	480,00	0,00	1,00
10 Założenie drenażu wokół budynku wraz ze studzienkami	1 152,00	1 152,00	1 152,00	0,00	0%	1,00	1 152,00	1 152,00	0,00	1,00
11 Podniesienie poziomu działki	13 864,00	13 864,00	13 864,00	0,00	0%	1,00	13 864,00	13 864,00	0,00	1,00
12 Budowa szamba szczelnego	672,00	672,00	672,00	0,00	0%	1,00	672,00	672,00	0,00	1,00
13 Przyłącze kanalizacyjne	480,00	480,00	480,00	0,00	0%	1,00	480,00	480,00	0,00	1,00
14 Wykonanie muru oporowego	33 840,00	33 840,00	36 096,00	-2 256,00	-7%	0,94	33 840,00	36 096,00	-2 256,00	0,00
15 Budowa ogrodzenia	768,00	768,00	818,00	-50,00	-7%	0,94	768,00	818,00	-50,00	0,00
16 Zasyпка i zagęszczenie wewnątrz budynku	5 760,00	5 184,00	5 184,00	0,00	0%	1,00	5 760,00	5 760,00	0,00	1,00

- rzeczywisty koszt pracy wykonanej (RKPW/ACWP) – kolumna ta reprezentuje rzeczywiste koszty, jakie zostały poniesione w związku z wykonywanym zadaniem do daty kontroli (stanu),
- odchylenie kosztowe wartości wypracowanej (OKS) – przedstawia różnicę pomiędzy wartością wypracowaną a kosztem rzeczywistym. Wartości dodatnie w tej kolumnie informują nas, że koszt zadania w chwili kontroli jest niższy od planowanego na ten sam

moment. Wartości ujemne wskazują na fakt, iż koszty rzeczywiste zadania są wyższe niż planowano ponieść na danym etapie zaawansowania zadania. Wartości tego wskaźnika są jednym z podstawowych narzędzi do kontrolowania wykorzystania budżetu,

- odchylenie kosztów procentowe (OKP) – odchylenie wyrażone w procentach jako stosunek odchylenia kosztu rzeczywistego do wartości wypracowanej. Jeżeli koszty zadania są niższe od kosztów planowa-

**Tabela 3.** Zbiorcze zestawienie wskaźników metody EVM po pięciu aktualizacjach harmonogramu

Data kontroli	BKPH [zł]	BKPW [zł]	RKPW [zł]	OHRP	WWH	OKP	WWK	SKK [zł]	WW DW
31 sierpień 2008 r.	77 424,00	67 617,00	82877,00	-13%	0,87	23%	0,82	251458,65	1,12
7 październik 2008 r.	106 748,00	103 774,00	121420,00	-3%	0,97	-17%	0,85	240043,60	1,21
4 styczeń 2009 r.	158 758,00	156 898,96	195392,96	-1%	0,99	-25%	0,80	255492,00	4,94
16 marzec 2009 r.	178 790,00	174 770,00	213456,00	-2%	0,98	-22%	0,82	250570,50	-3,66
22 maj 2009 r.	205 158,00	205 158,00	249974,00	0%	1	-22%	0,82	249974,00	0,00

nych, OKP ma wartość dodatnią, jeśli przyjmuje wartość 0% oznacza to, że koszty rzeczywiste są równe kosztom planowanym na danym etapie realizacji przedsięwzięcia, natomiast wartości ujemne wskazują na przekroczenie planowanego budżetu,

- wskaźnik „wykonania” kosztów (WWK) – informuje użytkownika o ewentualnym przekroczeniu budżetu projektu. Wartości wskaźnika poniżej 1 wskazują na przekroczenie budżetu (wartość ACWP jest wtedy większa od wartości wypracowanej), równy 1 pokazuje zrównoważenie kosztów,

- szacowany koszt końcowy (SKK/EAC) – prognozowany koszt całego zadania i/lub projektu na podstawie obliczonych w programie tendencji zmiany kosztów,

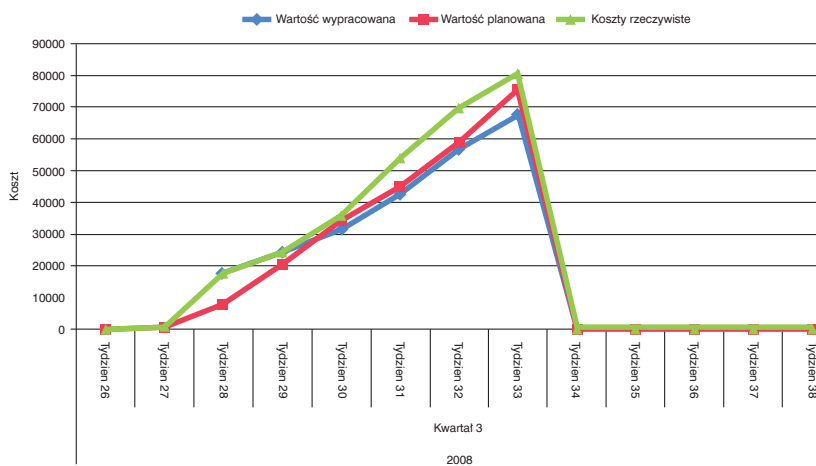
- odchylenie końcowe (OKC) – przedstawia różnicę pomiędzy kosztem wg planu bazowego i szacowanym kosztem końcowym SKK. Wartości ujemne w tej kolumnie oznaczają, iż szacowany koszt przewyższa zakładany budżet końcowy. Wartości dodatnie informują nas o niższych wartościach kosztów szacowanych w stosunku do budżetu końcowego,

- współczynnik wydajności do wykonania (WWDW) – przedstawia stosunek pracy jaka została do wykonania, do budżetu jaki został do wykorzystania. W przypadku, gdy współczynnik jest mniejszy od 1 oznacza to, że możemy pozwolić sobie na zmniejszenie wydajności, gdyż nie spowoduje to przekroczenia budżetu. Odwrotnie, gdy wartość współczynnika jest większa od 1, oznacza to, że konieczne jest zwiększenie wydajności pracy, aby nie przekroczyć budżetu.

W tabeli 1 i 2 przedstawiono przykładowe wskaźniki harmonogramu i wskaźników kosztu wartości wypracowanej uzyskane podczas kolejnych aktualizacji harmonogramu, natomiast w tabeli 3 – zbiorcze zestawienie najważniejszych wskaźników metody EVM po wszystkich aktualizacjach.

Na rysunku 4 przedstawiono jeden z możliwych raportów graficznych ilustrujących wyniki obliczeń wartości wypracowanej, na tle wartości kosztów planowanych i kosztów rzeczywistych (KP), w okresie od rozpoczęcia budowy do czasu pierwszej kontroli. Do 26 tygodnia 2008 roku nie poniesiono żadnych kosztów,

ponieważ prace na budowie jeszcze się nie rozpoczęły. Od tygodnia 27. do 29. wartość wypracowana oraz koszt rzeczywisty przekraczają wartości planowane. Oznacza to, że wykonano więcej pracy niż zakładano, ale w związku z tym, wzrosły faktycznie poniesione koszty. Od tygodnia 29. do 33. wykres wartości wypracowanej jest poniżej wartości planowanych, co oznacza, że wypracowano mniej niż zakładano. Przekroczenie wartości planowanych przez koszty rzeczywiste KP w tych tygodniach oznacza, że ponie-



**Rys. 2.** Raport graficzny wartości wypracowanej po kontroli 31.08.2008

sione faktycznie koszty rzeczywiste przekroczyły wartości planowane, przeznaczone na wykonanie zadań. Reasumując można stwierdzić, że do dnia kontroli, założony budżet został przekroczony, a planowane zadania wykonywane są mniej wydajnie i po wyższych kosztach niż zakładano.

### 3. Podsumowanie

Prace budowlane budynku biurowego z garażem i halą magazynową planowano rozpocząć 5 lipca 2008 r., a zakończyć 15 maja 2009 r. W związku z tym planowany czas realizacji przedsięwzięcia miał wynieść 242 dni. Wystąpienie w projekcie opóźnień w zadaniach etapu I i III znajdujących się na ścieżce krytycznej spowodowało wydłużenie całego projektu z 242 do 247 dni. Opóźnienie prac nastąpiło również w zadaniach etapu drugiego, jednak ponieważ zadania te nie znajdowały się na ścieżce krytycznej, nie wpłynęło to na czas trwania całego projektu. Opóźnienie

projektu prezentowane jest przez wskaźnik WWH. Podczas pierwszej kontroli w dniu 31 sierpnia 2008 r. wskaźnik był najniższy (tabela 3), co oznacza, że opóźnienia były największe. Podczas kolejnych kontroli stwierdzono, że prace odbywają się zgodnie z założeniami, ponieważ wskaźnik był nieznacznie niższy, bądź równy 1.

Planowany koszt prac budowlanych miał wynosić 205 158 zł. W związku z powstałymi opóźnieniami w pracach i nieuwzględnieniem w wyjściowym harmonogramie części niezbędnych materiałów, wzrósł koszt rzeczywisty wykonywanych robót (podczas pierwszej kontroli o ponad 5 tys. zł, natomiast na zakończenie realizowanego projektu już o blisko 45 tys. zł). Oznacza to, że koszt całego projektu wzrósł o 22 procent kosztu planowanego. Wskaźnikiem informującym o przekraczaniu kosztów w projekcie jest wskaźnik WWK. Jak można zauważyć w tabeli 3, wskaźnik ten utrzymuje się na poziomie 0,80–0,85, co oznacza, że w trakcie kolejnych aktualizacji mamy do czynienia ze wzrostem kosztów rzeczywistych wahającym się od 17 do 25% w stosunku do kosztów planowanych. Warto również zauważyć, że już pierwsza kontrola wykazała możliwość znacznego wzrostu kosztów zakończenia całości robót w stosunku do wartości planowanej.

Reasumując można stwierdzić, że metoda wartości wypracowanej w połączeniu z programem Microsoft Office Project Standard 2007 pozwoliły w stosunkowo prosty i dokładny sposób na kontrolę realizowanego

przedsięwzięcia pod względem kosztu, czasu i postępów robót. Obliczenia wykonane za pomocą programu pozwalały na bieżąco określać, czy i kiedy nastąpiło odchylenie rzeczywistych wartości projektu od planowanych oraz prognozować, jaki to będzie miało wpływ na cały realizowany projekt.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Chatfieldm C., Johnson T., Microsoft Office Project 2003 krok po kroku, Wydawnictwo RM, Wyd. I., Warszawa 2004
- [2] Czarnigowska A., Kontrola postępu realizacji przedsięwzięcia metodą Earned Value. Przegląd Budowlany nr 2 2009
- [3] Flyvbjerg, B., Holm, M.S., Buhl, S., 2002. Underestimating Costs in Public Works, Error or Lie? American Planning Association Journal, Vol. 68, No. 3, Summer, 279–295
- [4] Majewski W., Zarządzanie kosztami i doradztwo finansowe w procesie budowlanym. Inżynier budownictwa. nr 6–7 2006
- [5] Parzydło K., Kontrola kosztów budowy metodą wartości wypracowanej na wybranym obiekcie inżynierskim. Maszynopis. Warszawa 2010
- [6] Połoński M., 2009, Kontrola zaawansowania finansowego realizacji budynku biurowego metodą EVM w programie MS Project. Problemy przygotowania i realizacji inwestycji budowlanych: warsztaty inżynierów budownictwa: VI konferencja naukowo-techniczna: Puławy 19–21 października 2009 r. – Warszawa, 2009. – s. 101–110
- [7] Reilly J., McBride M., Sangrey D., MacDonald D. & Brown J., 2004. The development of CEVP® – WSDOT's Cost-Risk Estimating Process. Proceedings, Boston Society of Civil Engineers. <http://www.wsdot.wa.gov/projects/projectmgmt/riskassessment>
- [8] Szczurowski L., Zarządzanie projektem programistycznym: Metoda Earned Value – materiał wykładowy 2008/2009. < <http://www.ioz.pwr.wroc.pl/Pracownicy/szczurowski/piwz/EV.pdf>>
- [9] Webb A., Wartość wypracowana w praktyce. PROED Warszawa 2008.
- [10] Wilkens T. T., Earned Value, Clear and Simple, Primavera Systems, Materiał w formacie PDF, 1999

# O międzynarodowej kooperacji polskich przedsiębiorstw budowlanych w opinii kadry menedżerskiej

Dr inż. Jadwiga Bizon-Górecka, mgr inż. Jarosław Górecki,  
mgr inż. Krzysztof Moszkiewicz, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

## 1. Wprowadzenie

Budownictwo jest branżą szczególnie złożoną, którą kształtują zarówno wiedza teoretyczna i praktyczna o charakterze globalnym, jak też uwarunkowania o charakterze lokalnym. Dlatego działalność przedsiębiorstw tej branży musi nadążać za ogólnosiato-

wym rozwojem technologiczno-organizacyjnym i jednocześnie uwzględniać realia gospodarowania w geograficznej przestrzeni podejmowanych budowlanych projektów inwestycyjnych. Podejmowanie przez przedsiębiorstwa budowlane kooperacji międzynarodowej, jest zatem w dużej mierze celowe z punktu widzenia bezpo-

średniej obecności we wdrażaniu innowacji technologicznych, organizacyjnych i rynkowych – nawet za cenę konieczności przełamywania szeregu problemów związanych z przełamywaniem barier związanych z lokalizacją przedsięwzięć budowlanych.

Przedsiębiorstwa świadczące usługi budowlane są praktycznie ska-