

## **BIEŻĄCA KONTROLA KOSZTÓW REALIZACJI OBIEKTU BUDOWLANEGO METODĄ EARNED VALUE**

**Mieczysław Połoński, Paweł Komendarek**

Katedra Geoinżynierii

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

e-mail: mieczyslaw\_polonski@sggw.pl, pawel\_komendarek@wp.pl

**Streszczenie:** Aktualnie, przy realizacji coraz bardziej złożonych technologicznie obiektów budowlanych problem bieżącej kontroli finansowej staje się coraz trudniejszy. Tradycyjne metody posiadają liczne wady. Metodą pozwalającą na efektywne śledzenie kosztów na tle zaawansowania rzeczowego jest metoda wartości wypracowanej (EVM). W artykule podano wyniki badań jej zastosowania do kontroli kosztów realizacji dużego budynku użyteczności publicznej. Przeanalizowano miesięczne raporty z okresu ponad trzech lat i na ich podstawie sporządzono okresowe sprawozdania finansowe zgodnie z wytycznymi EVM. Metodyka przeprowadzonych analiz została dostosowana do specyfiki rozpatrywanego obiektu budowlanego.

**Słowa kluczowe:** wartość wypracowana, EVM, kontrola finansowa, prognozowany koszt, obiekt budowlany

### **WSTĘP**

Planowanie i realizacja przedsięwzięć budowlanych jest procesem trudnym i obciążonym wieloma elementami ryzyka. Odstępstwa od planu mogą powstać z wielu powodów [Skorupka 2008, Reilly i in. 2004] w wyniku czego znaczna część obiektów budowlanych w trakcie wykonywanych robót przekracza planowany budżet. Badania wykonane na reprezentatywnej próbie 258 obiektów potwierdziły [Flyvbjerg 2002], że problem niedoszacowania planowanych inwestycji jest powszechny i dotyczy prawie 9 na 10 badanych inwestycji, przy czym średnie przekroczenie analizowanych planowanych kosztów wyniosło 28%.

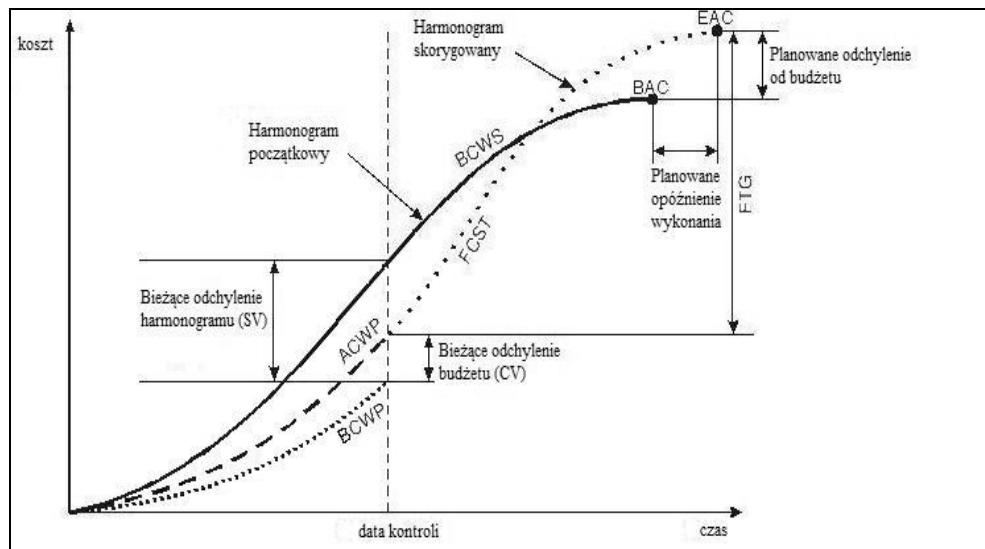
Gwarancja dotrzymania ustalonych na etapie negocjacji między wykonawcą i inwestorem zobowiązań zapisana jest w umowie. Jeżeli chodzi o koszty istnieją

dwie podstawowe formuły zawierania umowy o roboty budowlane: kosztorysowa i ryczałtowa [Bufnał i in. 2008]. W praktyce znacznie częściej stosuje się formę ryczałtową. W tym wypadku, wynagrodzenie jest ustalane z góry przez wykonawcę na podstawie przewidywanych kosztów wykonania i generalnie ma ono charakter stały. W przypadku takiej umowy prawie wszystkie ryzyka bierze na siebie wykonawca. W takim wypadku jest on żywo zainteresowany bieżącą kontrolą kosztów wykonywanych robót, tak aby na każdym etapie zaawansowania robót mógł porównać koszty planowane z ponoszonymi i przewidywać końcową opłacalność wykonywanych prac. Aktualnie, przy realizacji coraz bardziej złożonych technologicznie obiektów budowlanych, wznoszonych równocześnie przez wielu podwykonawców problem bieżącej kontroli finansowej staje się coraz bardziej złożony i trudny do wykonania. Dotychczasowe metody zarządzania operatywnego kosztami budowy mają ograniczony zasięg i posiadają liczne wady. Stąd próby poszukiwania nowych, dostosowanych do praktyki technik zarządzania, kontroli i redukcji kosztów. Jedną z takich technik jest metoda wartości wypracowanej nazywana w literaturze Earned Value Management (EVM).

## ZAŁOŻENIA METODY EARNED VALUE

Celem opracowania metody EVM było powiązanie rzeczowego zaawansowania stanu robót i poniesionych kosztów na tle wartości planowanych. Istotę założeń metody Earned Value przedstawiono na rysunku 1 (więcej informacji o metodzie EVM można znaleźć w [Webb 2008, Wilkens 1999]).

Rysunek 1. Elementy metody Earned Value



Źródło: Wilkens, 1999

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 planowany koszt wykonanej pracy oraz ACWP, czyli rzeczywisty koszt wykonanej pracy wyznaczane są podczas realizacji projektu i mogą zostać ustalone 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. Wśród pierwszej grupy można wyróżnić:

- CV (Cost Variance - Odchylenie kosztu) - jest to różnica pomiędzy wartością wypracowaną i rzeczywistymi wydatkami w badanym punkcie raportu:  $CV=BCWP-ACWP$ ,
- PCS (Percent Complete Scheduled - Planowany procent wykonania budżetu) -  $PCS=BCWS/BAC$ .
- PC (Percent Complete - Planowane zawansowanie przedsięwzięcia) -  $PC=BCWP/BAC$
- SV (Scheduled Variance - odchylenia od harmonogramu) -  $SV= BCWP - BCWS$  i jest to wskaźnik w funkcji kosztów, którego wartość ujemna oznacza opóźnienie wyrażone przez kwotę niewykorzystanego budżetu,
- CPI (Cost Performace Index - wskaźnik wykorzystania kosztu) -  $CPI= BCWP/ACWP$  i wskaźnik ten oznacza, jaka część kosztów została poniesiona zgodnie z planem;  $CPI<1$  oznacza, że koszt robót wykonanych jest większy niż planowano,
- SPI (Schedule Performace Index - wskaźnik wykonania harmonogramu) -  $SPI= BCWP/BCWS$  i jest to wskaźnik wykonania harmonogramu w funkcji czasu (mniejszy od 100 % oznacza opóźnienie).

Wśród wskaźników używanych do prognozowania najczęściej oblicza się następujące wartości:

- EAC (Estimated at Completion) - szacowany ostateczny koszt projektu,
- ETTC (Estimated Time At Completion) – szacowany całkowity czas trwania projektu.

Metoda EVM posiada dwie ważne zalety: pozwala łączyć czasową ocenę stanu zaawansowania realizacji robót z ich zaawansowaniem finansowym na tle wartości planowanych oraz, co jest chyba jeszcze ważniejsze, pozwala szacować ostateczny koszt i termin zakończenia projektu na podstawie tendencji, jakie się ujawniły w dotychczasowej realizacji obiektu. Dzięki przeprowadzonym badaniom na ponad 700 dużych amerykańskich projektach stwierdzono, że przy niespełnieniu 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 [Szczerowski 2008].

Metoda EVM posiada również swoje ograniczenia. Mimo stosunkowo prostych założeń, głównym problemem jaki może zaistnieć są niezbędne do pozyskania dane, konieczne do jej zastosowania. Gromadzenie tych danych wymaga szczegółowego zaplanowania systemu zarządzania obiegu danych finansowych, zaprojektowania wzorów raportów (arkuszy obliczeniowych), opracowania schematów obiegu dokumentów, podziału i zakresu kompetencji itp. Samo gromadzenie i opracowanie danych wymaga dużej konsekwencji i systematyczności. Opracowując system zarządzania tymi danymi w każdym wypadku indywidualnie trzeba dostosować się do specyfiki analizowanego obiektu, techniki raportowania stosowanej w danym przedsiębiorstwie, stosowanych systemów finansowych itp. W artykule pominięto ten aspekt badań, koncentrując się na metodyce prowadzonych analiz i sposobie interpretowania uzyskiwanych wyników. Jednak również na etapie samych analiz pojawiają się pewne problemy wynikające ze specyfiki samego obiektu budowlanego jak i przebiegu robót. W analizowanym przypadku takim problemem było głównie wolne tempo robót powodujące konieczność podpisywania aneksów do umowy i wprowadzanie nowych założeń do harmonogramu finansowego i rzeczowego w trakcie prowadzonych robót oraz błędne oszacowanie wartości niektórych prac na etapie planowania robót. W artykule przedstawiono zastosowany w prowadzonych badaniach sposób rozwiązania tych trudności.

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.

## BADANIA EMPIRYCZNE

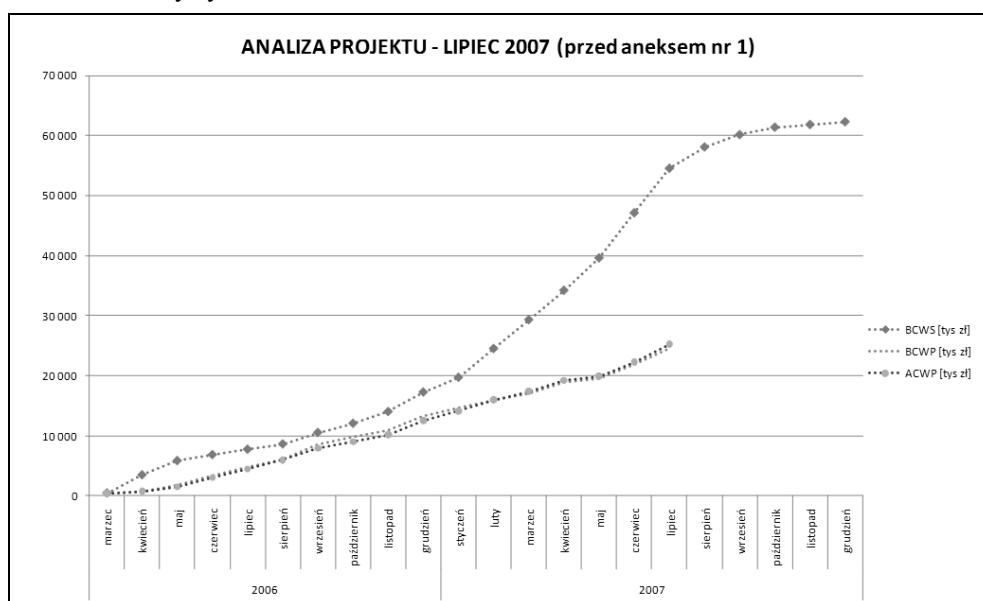
Obiekt na podstawie którego analizowano możliwość zastosowania metody EVM do kontroli kosztów robót budowlanych to samodzielny, duży budynek użyteczności publicznej wyposażony we wszystkie niezbędne instalacje. Budynek posiada dwie kondygnacje podziemne i dziewięć kondygnacji nadziemnych. Powierzchnia całkowita budynku to ok. 16500 m<sup>2</sup>, powierzchnia użytkowa - 9600m<sup>2</sup> a kubatura 75000m<sup>3</sup>. Realizacja inwestycji zaplanowana została przez Generalnego Wykonawcę (GW) na 23 miesiące a koszt realizacji na 62.267 tys. zł.

Jak już wspomniano, bardzo duży wpływ na wiarygodność danych służących do obliczenia poszczególnych wskaźników metody EVM jest sposób zbierania, gromadzenia, dokumentowania i weryfikacji danych dotyczących zaawansowania rzeczowego oraz planowanych i poniesionych kosztów w kolejnych okresach realizacji robót. W omawianym przypadku okresem rozliczeniowym był jeden miesiąc, co w praktyce oznaczało, że ok. 20-tego

następnego miesiąca znane były wszystkie ww. dane dotyczące poprzedniego miesiąca. Sporządzane miesięczne raporty były zestawiane zawsze w tym samym schemacie. Comiesięczna wycena kontraktu dokonywana była przez kadre inżynierską budowy na podstawie analizy następujących elementów:

- procentowego zaawansowanie produkcji własnej na podstawie planowanego uprzednio budżetu na poszczególne elementy robót budowlanych (belki, stropy, ściany itp.) z wyliczeniem wykonanych jednostek rzeczowych (m<sup>3</sup> betonu, kg stali itp.) i w oparciu o normy wydajności robocizny,
- analizy kosztów pośrednich (geodezja i geotechnika, transport różny, zaplecze, ochrona, koszty funkcjonowania, transport pionowy, deskowania, sprzęt, kadra techniczna, BHP),
- analizy zaawansowania prac i kosztów podwykonawców,
- bilansu budowy, czyli zestawienie wszystkich danych wynikających z zaawansowania robót oraz z kosztów rzeczywistych celem wyliczenia działalności na koniec bieżącego miesiąca.

Rysunek 2. Wykres krzywej BCWS przed pierwszym aneksem oraz przykładowy przebieg krzywych BCWP i ACWP w okresie 03.2006 do 07.2007



Źródło: obliczenia własne

Wszystkie dane i obliczone na ich podstawie wskaźniki EVM zebrano w tabelę, dla każdego z kolejnych miesięcy realizacji oddzielnie. Ze względu na bardzo dużą ilość danych i długi czas realizacji projektu analizę uzyskanych wskaźników przeprowadzono w odstępach sześciomiesięcznych. Obliczenia wskaźników projektu rozpoczęto od marca 2006 r. W artykule, ze względu na

ograniczone możliwości prezentowania bardzo bogatego, analizowanego w badaniach materiału w postaci raportów charakteryzujących zaawansowanie finansowe i rzeczowe prowadzonych robót, komentarzy do nich, wyników przejściowych obliczeń pomocniczych, itp. przedstawiono tylko najważniejsze, zagregowane wyniki przeprowadzonych analiz.

Ze względu na przebieg robót na obiekcie oraz wynikające z nich zmiany kontraktu cały okres realizacji można podzielić na trzy etapy:

- 03.2006 do 07.2007; okres od rozpoczęcia prac do podpisania pierwszego aneksu do umowy. Pierwotny planowany koszt realizacji: 62.267 tys. zł. Planowany koniec robót: XII 2007 (22 miesiące),
- 08.2007 do 10.2008; okres od podpisania pierwszego aneksu do umowy do podpisania drugiego aneksu. Planowany koszt realizacji: 65.512 tys. zł. Planowany koniec robót: V 2008 (27 miesięcy),
- 11.2008 do końca budowy tzn. 05.2009; okres od podpisania drugiego aneksu do końca robót. Planowany koszt realizacji: 65.512 tys. zł (bez zmian). Planowany koniec robót: III 2008 (37 miesięcy)

Faktyczne zakończenie robót nastąpiło w maju 2009 roku po 39 miesiącach od rozpoczęcia robót.

## ANALIZA WYNIKÓW

Śledzenie miesięcznych raportów oraz sporządzanych krzywych BCWP i ACWP (na tle znanej od początku krzywej BCWS) pozwoliło na bieżąco dokonywać oceny rzeczowego postępu robót, ponoszonych wydatków na tle wartości planowanych oraz w odniesieniu do rzeczowego zaawansowania robót jak również prognozować końcowy koszt (EAC) i termin zakończenia robót (ETTC).

Wskaźniki realizacji z pierwszych sześciu miesięcy trwania budowy (rys.2) wyraźnie wskazują na fakt, iż budowa rozpoczęła się z lekkim opóźnieniem. Od kwietnia krzywa BCWP biegnie równoległe do krzywej BCWS, co świadczy o tym, że roboty bieżą „zgodnie z planem” tyle, że o jeden miesiąc później. Przebieg krzywej ACWP pokazuje, że w pierwszych 6 miesiącach realizacji faktycznie ponoszone koszty równe są tym planowanym, czyli nie mamy do czynienia z przekroczeniem budżetu. Wskaźnik EAC z pierwszych miesięcy realizacji nie zakłada większych różnic pomiędzy zakładanym, a prognozowanym kosztem projektu. Jeśli chodzi o szacowany czas trwania projektu (ETTC) to w pierwszych miesiącach realizacji obarczony jest on dużym błędem. Decydujący wpływ miało tu opóźnienie o jeden miesiąc rozpoczęcia pozycji, która ma bardzo duży koszt jednostkowy rozłożony zaledwie na 2 miesiące. W tym wypadku bardzo ważna jest umiejętność technicznej oceny sytuacji projektu, która pozwala na właściwą interpretację tego wskaźnika.

Tabela 1. Przykładowy sumaryczny miesięczny raport wskaźników EVM budowy

WSKAŹNIKI REALIZACJI PROJEKTU - LIPIEC 2007 (przed aneksem nr I)														
	PC [%]	BCWS [tys zł]	BCWP [tys zł]	SV [tys zł]	SV [%]	SPI	ACWP [tys zł]	CV [tys zł]	CV [%]	CPI	BAC [tys zł]	EAC [tys zł]	VAC [tys zł]	ETTC [m]
<b>KOSZTY BEZPOŚREDNIE</b>														
ROBOCIZNA BEZPOŚREDNIA	100,00%	2 037	2 037	0	0%	1,00	2344	-307	-15%	0,87	2 037	2 344	-307	
BETON	100,00%	1 735	1 735	0	0%	1,00	1946	-211	-12%	0,89	1 735	1 946	-211	
STAL	100,00%	1 990	1 990	0	0%	1,00	2253	-263	-13%	0,88	1 990	2 253	-263	
MATERIAŁY RÓŻNE	80,45%	133	107	-26	-20%	0,80	209	-102	-95%	0,51	133	260	-127	
POPRAWKI POW. BETONU	0,00%	25	0	-25	-100%	0,00	0	0	0%	0,00	25	25	0	
<b>KOSZTY POŚREDNIE</b>														
ROBOCIZNA POŚREDNIA	74,22%	264	239	-25	-9%	0,91	304	-65	-27%	0,79	322	409	-87	
GEODEZJA I GEOTECHNIKA	91,11%	180	164	-16	-9%	0,91	168	-4	-2%	0,98	180	184	-4	
TRANSPORT RÓŻNY	61,63%	205	151	-54	-26%	0,74	92	59	39%	1,64	245	149	96	
ZAPLECZE	68,82%	298	234	-64	-21%	0,79	306	-72	-31%	0,76	340	445	-105	
OCHRONA	67,70%	176	153	-23	-13%	0,87	134	19	12%	1,14	226	198	28	
KOSZTY FUNKCJONOWANIA	76,08%	848	722	-126	-15%	0,85	506	216	30%	1,43	949	665	284	
TRANSPORT PIONOWY	97,97%	640	627	-13	-2%	0,98	650	-23	-4%	0,96	640	664	-24	
DESKOWANIA	100,00%	517	517	0	0%	1,00	814	-297	-57%	0,64	517	814	-297	
SPRZĘT	86,01%	173	166	-7	-4%	0,96	211	-45	-27%	0,79	193	245	-52	
KADRA TECHNICZNA	62,11%	867	708	-159	-18%	0,82	892	-184	-26%	0,79	1 140	1 439	-299	
GRZANIE BETONU	100,00%	57	57	0	0%	1,00	18	39	68%	3,17	57	18	39	
BHP	93,33%	15	14	-1	-7%	0,93	24	-10	-71%	0,58	15	26	-11	
<b>PODWYKONAWCY</b>														
ODWODNIENIE	100,00%	199	199	0	0%	1,00	115	84	42%	1,73	199	115	84	
ZIELEŃ	36,71%	39	29	-10	-26%	0,74	39	-10	-34%	0,74	79	107	-28	
WYKOP I ROZBIÓRKI	98,47%	719	708	-11	-2%	0,98	577	131	19%	1,23	719	586	133	
KONSTRUKCJA STAŁOWA	80,71%	420	339	-81	-19%	0,81	306	33	10%	1,11	420	379	41	
IZOLACJE PRZECIWWODNE	69,68%	188	131	-57	-30%	0,70	114	17	13%	1,15	188	164	24	
ROBOTY MUROWE	85,94%	441	379	-62	-14%	0,86	379	0	0%	1,00	441	441	0	
DACH	44,64%	223	100	-123	-55%	0,45	157	-57	-57%	0,64	224	351	-127	
IZOLACJE TERMICZNE	64,04%	89	57	-32	-36%	0,64	68	-11	-19%	0,84	89	106	-17	
ŚLUSARKA ZEWNĘTRZNA	19,67%	8 854	1 741	-7 113	-80%	0,20	2 017	-276	-16%	0,86	8 853	10 287	-1 434	
ELEWACJE KAMIENNE	39,63%	4 976	1 972	-3 004	-60%	0,40	1 716	256	13%	1,15	4 976	4 328	648	
TYNKI WEW. I MALOWANIE	20,54%	461	152	-309	-67%	0,33	152	0	0%	1,00	740	740	0	
SZLICHTY, POSADZKI	10,27%	690	71	-619	-90%	0,10	75	-4	-6%	0,95	691	728	-37	
STOLARKA WEWNĘTRZNA	3,07%	2 712	125	-2 587	-95%	0,05	102	23	18%	1,23	4 069	3 309	760	
WINDY I DŹWIGI	49,79%	1 458	726	-732	-50%	0,50	707	19	3%	1,03	1 458	1 418	40	
INSTALACJE SANITARNE I ELEKT.	18,12%	11 430	2 479	-8 951	-78%	0,22	2 304	175	7%	1,08	13 683	12 678	1 005	
PRZYŁĄCZA SANITARNE	92,33%	860	794	-66	-8%	0,92	812	-18	-2%	0,98	860	879	-19	
DROGI I CHODNIKI	0,00%	0	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	296	296	0	
WYKOŃCZENIA INNE	0,00%	0	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	21	21	0	
ŚCIANY SZCZELINOWE	99,79%	3 339	3 332	-7	0%	1,00	3 108	224	7%	1,07	3 339	3 115	224	
INSTALACJE TELETECHNICZNE	3,88%	3 259	177	-3 082	-95%	0,05	139	38	21%	1,27	4 566	3 595	971	
PRZYŁĄCZA ELEKTRYCZNE	87,29%	968	845	-123	-13%	0,87	847	-2	0%	1,00	968	970	-2	
GRESY, KAMIEN WEWNĘTRZNY	39,08%	900	508	-392	-44%	0,56	567	-59	-12%	0,90	1 300	1 447	-147	
WYKŁADZINA, PARKIET	0,00%	765	0	-765	-100%	0,00	0	0	0%	0,00	765	765	0	
ŚCIANKI GK I SUFITY PODW.	2,34%	1 370	32	-1 338	-98%	0,02	49	-17	-53%	0,65	1 368	2 104	-736	
WYKOŃCZENIE NIETYPOWE	0,00%	0	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	605	605	0	
WYPOSAŻENIE	0,00%	0	0	0	0%	0,00	0	0	0%	0,00	606	606	0	
<b>SUMA</b>	<b>39,37%</b>	<b>54 520</b>	<b>24 517</b>	<b>-30 003</b>	<b>-55%</b>	<b>0,45</b>	<b>25 221</b>	<b>-704</b>	<b>-2,9%</b>	<b>0,97</b>	<b>62 267</b>	<b>62 224</b>	<b>43</b>	<b>51,1</b>

Źródło: obliczenia własne

W okresie od września 2006 r do lutego 2007 r wskaźniki monitorujące przebieg realizacji wskazują na fakt, iż niestety nie udaje się nadrobić opóźnienia z początków projektu. Od początku roku 2007 różnica pomiędzy wartościami BCWS i BCWP nawet się powiększa i wskazuje na niebezpieczeństwo narastania opóźnienia. Rzeczywiste koszty projektu w dalszym ciągu równe są tym zakładanym. Z wartości wskaźnika SPI jasno wynika, iż do lutego 2007 r wykonano jedynie 65% zakładanych robót. Wskaźnik EAC nadal nie wskazuje na możliwość wzrostu kosztów całego obiektu, natomiast ETTC stabilizuje się na poziomie około 35 miesięcy, wskazując na bardzo realne wydłużenie realizacji projektu. Analiza z lipca 2007 coraz wyraźniej wskazuje na powiększające się opóźnienie robót. W okresie od lutego do lipca 2007 r wskaźnik realizacji harmonogramu SPI spadł z 0,65 do wartości 0,45 – czyli wykonano jedynie 45% zaplanowanych do tego momentu prac. Wykres krzywej BCWP wskazuje, iż opóźnienie będzie się nadal powiększać. Faktyczne koszty wykonanych robót (ACWP) nadal nie odbiegają znacząco od planowanych (BCWP). Wskaźnik ETTC wskazuje wartość ponad 55 miesięcy.

Poszukując przyczyny tak dużego opóźnienia robót należy wskazać wprowadzenie przez inwestora obiektu nowej aranżacji wnętrza. Spowodowało to renegocjację umowy i podpisanie aneksu wydłużającego zakończenie prac o 5 miesięcy do maja 2008 r i zwiększającego wynagrodzenie o 3.645 tys. zł.

Zaktualizowanie zarówno kosztu jak i terminu końcowego budowy wymusza wyznaczenie nowego przebiegu krzywych BCWS i BCWP. Zasadniczą sprawą było wyznaczenie nowej, planowanej wartości obiektu (BAC). Istnieją tutaj co najmniej dwie możliwości. Pierwsza to przyjęcie BAC równego pierwotnej wartości BAC + wynegocjowana i aneksowana wartość robót dodatkowych. Drugie i bardziej realistyczne podejście, to przyjęcie wartości BAC równej przewidywanemu kosztowi całkowitemu EAC sprzed daty zmiany planu + wartość robót dodatkowych. W literaturze można spotkać opis kilku różnych metodologii [Webb 2008]. W opisywanych badaniach przyjęto rozwiązanie, które możliwie najwierniej oddaje stan faktyczny zaawansowania rzeczowego i finansowego na budowie tak, aby nowo wyliczone wskaźniki mogły pomóc w realnym zarządzaniu budową. W obliczeniach przyjęto wydłużenie terminu realizacji do maja 2008 roku i zwiększenie budżetu projektu (BAC) do wartości 65.869 tys. zł. Wartości kosztów rzeczywistych ACWP zarejestrowane od początku realizacji do dnia aktualizacji, wprowadzono jako nowe wartości BCWS (czyli jako wartość planowaną przyjęto rzeczywiste wartości aktualnie wykonanych robót) a nową krzywą BCWS skonstruowano na podstawie planowanych, zaktualizowanych wartości nie zrealizowanych dotychczas robót zaczynając od wartości BCWS w dniu aktualizacji do wartości BAC w maju 2008 roku. Tak zmodyfikowane dane stanowią podstawę dalszych analiz.

Kolejną analizę wskaźników EVM przeprowadzono w lutym 2008, a więc po 27 miesiącach od rozpoczęcia robót. Niestety, również po aneksowaniu umowy roboty są wykonywane z lekkim opóźnieniem. Początkowo mamy do czynienia



z wykonaniem ok. 92 % planowanych robót a na koniec analizowanego okresu wykonanie spada do wartości 85%. W tym okresie zaczyna się również pojawiać dość wyraźna różnica pomiędzy planowanym, a faktycznym kosztem wykonanych do tej pory robót. W styczniu 2008 r. faktyczna nadwyżka kosztów wynosi już 2.708 tys. zł., a na koniec robót przewidywana strata może osiągnąć 4.055 tys. zł. Podobną, niekorzystną tendencję można także zaobserwować w przypadku wskaźnika ETTC czyli przewidywanego czasu trwania projektu. Jego wartość wzrasta z 27 do 31,8 miesiąca. Również w tym przypadku opóźnienie rośnie, można więc spodziewać się pogorszenia sytuacji w następnych miesiącach.

Analiza sytuacji na budowie w lipcu 2008 (po 29 miesiącach) potwierdza tą przewidywaną, niekorzystną tendencję. Aneks nr I przedłużał realizację projektu do końca maja 2008 r., lecz niestety, wciąż narastające opóźnienia spowodowały, że nie udało się ukończyć wszystkich prac w tym terminie. W lipcu 2008 r (2 miesiące po zakładanym terminie) stan realizacji jest następujący: procent ukończenia robót (PC): 89%, koszty realizacji robót przekroczone o 7.958 tys. zł. Powyższe dane najlepiej obrazują bardzo złą sytuację budowy. Wskaźniki prognozujące dalszą realizację wskazują, iż w przypadku nie wprowadzenia planu naprawczego czas realizacji może sięgnąć nawet 33 miesięcy, a koszt całkowity może zostać przekroczony o prawie 10 milionów złotych.

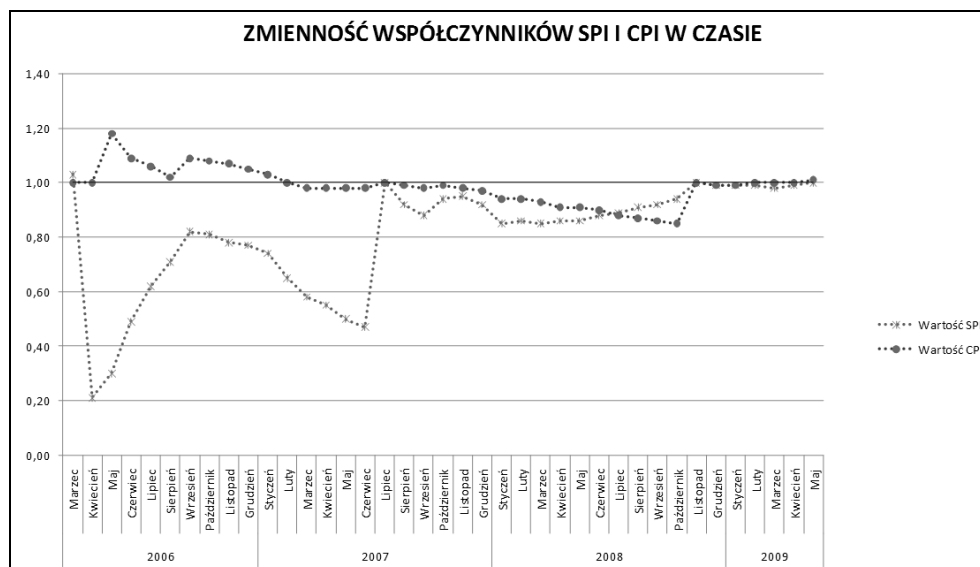
W listopadzie 2008r wykonano prawie 95% zaplanowanych do tej pory robót. Termin ustalony aneksem nr I przekroczony został już o 6 miesięcy. Odchylenie kosztów założonych (BCWP) od rzeczywistych (ACWP) na tym etapie realizacji wyniósł już 11.482 tys. zł. Największe straty generują roboty, które zostały wyraźnie niedoszacowane na etapie przygotowania oferty, a więc ślusarka zewnętrzna i elewacje kamienne. W związku z przekroczeniem założonego terminu realizacji koszty pośrednie generują miesięcznie straty w wysokości ok. 300 tys. zł. Przewidywane straty finansowe na końcu realizacji (VAC) przekraczają już 12 mln zł. Wskaźnik ETTC (przewidywany czas trwania) wskazuje prawie 35 miesięcy. W związku ze stanem realizacji i pojawieniem się robót zamiennych podpisano z inwestorem drugi aneks, wydłużający po raz kolejny czas realizacji i zwiększający wynagrodzenie. Zmiany wartości BAC, BCWP i BCWS wprowadzono w sposób analogiczny do zmian planu po aneksie nr I. Nowy, zaplanowany termin zakończenia robót to marzec 2009 r., a nowa wartość wykonywanych robót (BAC) to 78.331 tys. zł. I tak od grudnia 2008 r wartość BCWS została kolejny raz zrównana z wartością ACWP.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Ostatecznie realizacja zakończyła się w maju 2009 r., po 39 miesiącach prac. Ostateczny koszt realizacji obiektu wyniósł 77.627 tys. zł., czyli był wyższy aż o 15.360 tys. zł od pierwotnie założonej wartości robót (BAC z marca 2006). Uwzględniając oba podpisane aneksy zwiększające wartość wynagrodzenia o 3.984 tys. zł, koszt rzeczywisty robót (ACWP na końcu realizacji) jest wyższy

o 11.376 tys. zł od pierwotnie zakładanego. Jest to ogromna strata finansowa. Wynika ona z niedoszacowania czasu trwania inwestycji, niedoszacowania kosztów niektórych zadań oraz ogromnymi problemami z pozyskaniem firm podwykonawczych w związku z „boomem” budowlanym występującym w omawianym okresie.

Rysunek 3. Wartość współczynników SPI i CPI w czasie realizacji obiektu



Źródło: obliczenia własne

Bieżąca analiza wskaźników EVM wyraźnie pokazuje, jak bardzo faktyczny stan realizacji projektu odbiegał od pierwotnie założonego. Roboty były opóźnione już od samego początku realizacji i nie dość, że nie udawało się nadrobić opóźnienia, to ciągle się ono powiększało. Dwa najbardziej użyteczne wskaźniki uzyskiwane z metody EVM to wskaźnik wykonania kosztów CPI oraz wskaźnik wykonania harmonogramu SPI. Wartości CPI i SPI większe od jedności wskazują, że realizacja, zarówno w kategorii kosztów jak i harmonogramu, przebiega lepiej niż planowano, wartości mniejsze od jednego oznaczają, że nie osiąga się założonych wartości. Przebieg tych dwóch wartości w trakcie realizacji analizowanego projektu pokazano na rysunku 3.

Wartości współczynników CPI i SPI wskazują, iż projekt był opóźniony już od pierwszych miesięcy realizacji (krzywa SPI – cały czas poniżej wartość 1). Przebieg krzywej CPI informuje, że przez pierwsze kilka miesięcy realizacji budowa była prowadzona poniżej zakładanego kosztu (czyli z zyskiem). Niestety już praktycznie od początku 2007 r. koszty rzeczywiste były powyżej założonych. Bardzo ważne jest, aby przy interpretacji tych wskaźników dokładnie znać faktyczną sytuację na budowie, np. aby zdawać sobie sprawę, że drastyczny spadek

wskaźnika SPI w kwietniu 2006 r. wynika z opóźnienia krótkiego zadania o bardzo dużym koszcie jednostkowym (wykonanie ścian szczelinowych – czas trwania 2 miesiące, koszt 3.339 tys. zł). Nieznajomość sytuacji i zła ocena projektu mogłyby spowodować błędną interpretację wartości wskaźników i przełożyć się na niewłaściwe decyzje kierownictwa budowy.

Biorąc pod uwagę fakt, że opisane badania dotyczyły tylko jednego obiektu budowlanego przeprowadzone obliczenia i analizy wskaźników EVM można posumować następującymi wnioskami:

- stosowanie metody EVM w budownictwie wydaje się być w pełni uzasadnione, chociaż przeprowadzone badania na jednym, wybranym obiekcie wskazują, że szczegółowa metodyka gromadzenia danych, obliczania wskaźników EVM i sposobu ich interpretacji musi być za każdym razem dostosowywana do indywidualnych warunków panujących na analizowanej budowie,
- metoda wartości wypracowanej EVM pozwoliła w stosunkowo prosty i dokładny sposób na kontrolę danego przedsięwzięcia pod względem kosztu, czasu i postępów robót. Przeprowadzone obliczenia i analiza podstawowych wskaźników (głównie PCI i SPI) 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 (wskaźniki EAC, VAC i ETTC),
- podstawowe znaczenie przy stosowaniu metody EVM ma dokładny, szczegółowy i realistyczny harmonogram rzeczowo-finansowy, na podstawie którego tworzy się krzywą BCWS, pokazującą planowany koszt planowanych robót. Jest ona podstawą do obliczania wszystkich wskaźników pokazujących stan realizacji i prognozujących przyszły jej przebieg i ewentualne błędy przy jej opracowywaniu powodują konieczność jej aktualizacji,
- w przypadku, kiedy rzeczywisty przebieg realizacji zaczyna znacznie odbiegać od plany bazowego uzyskiwane z obliczeń wskaźniki mogą fałszować rzeczywisty stan projektu. W takiej sytuacji niezbędna wydaje się być zmiana planu bazowego i kontynuowanie obliczeń od aktualnego stanu projektu. Zastosowana w obliczeniach metoda aktualizacji krzywej BCWS i BCWP w połączeniu z wyznaczeniem nowej, realistycznej wartości BAC pozwoliły na realistyczną ocenę rzeczowych postępów prac i ponoszonych kosztów,
- zasadnicze znaczenie dla poprawnej interpretacji wskaźników EVM ma bardzo dobra znajomość analizowanego projektu i jego aktualnego stanu. Interpretacja suchych wskaźników bez znajomości realiów budowy może prowadzić do wyciągania fałszywych wniosków,
- uzasadnione jest prowadzenie dalszych badań nad możliwością kontrolowania kosztów w trakcie prowadzenia robót budowlanych metodą EVM na kolejnych, zróżnicowanych pod względem technologicznym i warunków realizacyjnych obiektach w celu wypracowania skutecznych sposobów wdrażania metody EVM w specyficznych warunkach realizacji obiektów budowlanych.

**BIBLIOGRAFIA**

- Bufnal A., Behnke M. (2008) Sposób określenia wynagrodzenia i warunków płatności w umowie o roboty budowlane. <http://www.abc.com.pl/problem/977/4>.
- 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.
- 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>.
- Skorupka D. (2008) Identification and Initial Risk Assessment of Construction Projects in Poland. *Journal of Management in Engineering*, Volume 24, Number 3, July, American Society of Civil Engineers 2008, s. 120-127.
- Szczurowski L. (2008) Metoda Earned Value - materiał wykładowy <http://www.ioz.pwr.wroc.pl/pracownicy/szczurowski/piwz/EV.pdf>.
- Webb A. (2008) Wartość wypracowana w praktyce, PROED, Warszawa.
- Wilkens T. (1999) Earned Value, Clear and Simple, Primavera Systems, Materiał w formacie PDF.

**EARNED VALUE METHOD FOR OPERATIONAL COST CONTROL OF CIVIL STRUCTURE**

**Abstract:** Realization of civil structures, which are more and more technologically complex makes operational cost control more complex and difficult to execute. Traditional methods of operational cost management have limited scope. A method used for effective cost monitoring against technical performance is Earned Value Management. This study specifies exemplify use to control costs on big public building realization. Authors analyzed monthly reports form over three years back and on their basis prepared periodical financial reports according to EVM.

**Key words:** earned value, financial control, forecasting cost, civil structure