

**Krzysztof S. Cichocki**

Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych w Warszawie  
Instytut Badań Systemowych PAN w Warszawie

**Michał Sitnik**

Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych w Warszawie

---

**SZACOWANIE OPTYMALNEGO CZASU  
I KOSZTU BUDOWY STADIONU NARODOWEGO  
W WARSZAWIE NA EURO 2012 Z WYKORZYSTANIEM  
OPROGRAMOWANIA MS PROJECT**

---

**Streszczenie:** Zbudowano harmonogram budowy Stadionu Narodowego (SN), oszacowano koszty oraz przeanalizowano rentowność projektu (NPV, IRR). Stosując program MS Project, pokazano, że budowa SN jest możliwa w terminie wyznaczonym przez UEFA (20.06.2011 r.). Zbilansowano zasoby projektu (pracę, materiały) i pokazano, że przydzielanie dodatkowych pracowników w celu terminowego zakończenia prac zwiększy koszty budowy (1,1 mld zł) o 3%. Na podstawie przepływów pieniężnych stwierdzono, że przy 5-procentowej stopie dyskonta próg rentowności (dodatknie NPV) budowy SN będzie osiągnięty po 26 latach. Uwzględnienie korzyści społecznych spowoduje, że próg rentowności wyniesie 17 lat. Finansowanie budowy 30-letnim kredytem przesunie próg rentowności o 80%.

Dane o budowie SN pochodzą z grudnia 2008 r., dochody i koszty utrzymania – z informacji o podobnych obiektach w Europie.

**Słowa kluczowe:** Stadion Narodowy, koszty budowy stadionu, harmonogram projektu.

## 1. Wstęp

Celem pracy jest zbadanie możliwości realizacji budowy stadionu narodowego (SN) w Warszawie, w terminie wyznaczonym przez Europejską Federację Piłkarską, oszacowanie kosztów tej budowy, przeanalizowanie rentowności projektu oraz zoptymalizowanie zasobów projektu – zbilansowanie zasobów pracy i czasu, aby zdążyć z budową SN w ustalonym terminie. Analizę finansową projektu – ustalenie wartości wskaźników efektywności finansowej projektu przeprowadzono na podstawie wytycznych Narodowych Strategicznych Ram Odniesienia 2007-2013 (2009) w zakresie wybranych zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód<sup>1</sup>. W celu określenia rentowności

---

<sup>1</sup> „Wytyczne” zostały wydane na podstawie art. 35 ust. 3 pkt 4b ustawy z dnia 6 grudnia 2006 r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju (DzU nr 227, poz. 1658, z późn. zm.).

projektu wyliczono, dla okresu 30 lat, finansową bieżącą wartość netto (FNPV/C) – sumę zdyskontowanych strumieni pieniężnych netto generowanych przez projekt oraz wewnętrzną finansową stopę zwrotu (FIRR). Stopa ta była wyższa od stopy dyskontowej dopiero po 26 latach. Oszacowano także koszty i korzyści tzw. ekonomiczne w celu ustalenia, czy projekt zasługuje na realizację ze społecznego punktu widzenia (zgodnie z metodologią Komisji Europejskiej, 2006). Otrzymano dodatnią ekonomiczną stopę zwrotu (EIRR) po 17 latach.

### 1.1. Stadiony w kraju

W Polsce, podobnie jak w wielu innych krajach, piłka nożna jest uznawana za sport o bardzo dużej popularności. Mecze eliminacyjne reprezentacji kraju do mistrzostw Europy i świata ogląda w telewizji kilka milionów ludzi, a imprezy finałowe nawet kilkanaście milionów. Natomiast na mecze ligowe przychodzi kilka, maksymalnie kilkanaście tysięcy kibiców, także dlatego, że stadiony są małe i nie mają odpowiedniej infrastruktury.

Od wielu lat planuje się wybudowanie reprezentacyjnego stadionu narodowego, na którym odbywałyby się ważne imprezy piłkarskie i sportowe, a ponadto budowy obiektów piłkarskich dla czołowych klubów ligi krajowej. Do tej pory ważne mecze reprezentacji kraju odbywały się na większych stadionach ligowych, takich jak stadion chorzowski lub śląski (wrocławski).

W Polsce wyraźnie odczuwa się brak obiektu narodowego, mimo że ostatnio polska reprezentacja piłkarska regularnie uczestniczy w imprezach mistrzowskich starego kontynentu i świata. Reprezentacje krajów światowej czołówki rozgrywają ważne mecze na wielkich, nowoczesnych stadionach narodowych w swoim kraju. Brak narodowego stadionu piłkarskiego obniża rangę dyscypliny i uniemożliwia przeprowadzanie meczów w warunkach odpowiadającym nowoczesnym standardom.

Brak odpowiednich stadionów to także brak infrastruktury towarzyszącej, takiej jak boiska treningowe, zaplecza do treningu dla szkółek piłkarskich, usługi dla piłkarzy i kibiców. Polska młodzież nie ma warunków, by zainteresować się rozwojem własnych umiejętności piłkarskich i sportowych. Obecnie bardzo pozytywną rolę odgrywa program Orlik – wspierana centralnie lokalna akcja budowy stadionów dla młodzieży.

W naszym kraju od wielu lat myślano o budowie stadionu narodowego, jednak były to tylko plany. Dodatkowo, harmonogramy budów stadionów lokalnych są na ogół minimalistyczne. Kluby zazwyczaj przebudowują stadiony, często znika część trybun dla kibiców (Legia, Wisła, Lech Poznań). Ponadto przetargi są przeprowadzane oddzielnie dla poszczególnych etapów budowy, a szacunki dotyczące kosztów są zwykle niepełne. Zadania i przydzielane im zasoby nie są dokładnie analizowane, co powoduje brak środków na realizację inwestycji i opóźnienia jej realizacji – niedokończone trybuny czekają na kontynuację prac. Nowy, niewielki stadion wybudował tylko klub Korona Kielce.

## 1.2. Organizacja Mistrzostw Europy w piłce nożnej w Polsce i na Ukrainie

W 2003 r. Polska wspólnie z Ukrainą zaczęły starania o organizację piłkarskich mistrzostw Europy w roku 2012. UEFA przyznała organizację mistrzostw Polsce i Ukrainie, dając tym samym szansę całej Europie Wschodniej. Zauważone zostały nie tylko nasze możliwości, ale także potencjał wielkiego rynku, na którym popularność dyscypliny jest bardzo wysoka. Rząd i władze Warszawy oraz pozostałych miast organizatorów mistrzostw wspierają organizację imprezy. Przygotowano projekty i plany budowy infrastruktury transportowej, hotelowej i sportowej, w tym 6 stadionów (dwa rezerwowe).

## 2. Omówienie zakresu pracy i wyników przeprowadzonej analizy

### 2.1. Opis budowanego stadionu

Stadion Narodowy ma być obiektem wielofunkcyjnym, całkowicie zadaszonym (z możliwością otwierania ruchomej części centralnej). Obiekt powstanie w niecce starego Stadionu X-lecia, który został zbudowany w 1955 r. na V Światowy Festiwal Młodzieży. Odbłyło się na nim 25 międzynarodowych meczów piłkarskich, kilkanaście mityngów lekkoatletycznych, głównie memoriałów J. Kusocińskiego, i imprez kolarskich (Wyścigów Pokoju). Budowa w niecce starego Stadionu X-lecia oznacza, że w pierwszym etapie, po rozebraniu starej warstwy obiektu, trzeba wzmocnić podłoże starego stadionu. Na wzmocnionym palami podłożu ma zostać wybudowany obiekt na 55 tysięcy miejsc, umiejscowionych na dwóch pierścieniach, pomiędzy którymi znajdować się będzie 900 miejsc dla vip-ów. Dach stadionu umocowany będzie na stalowych masztach, na których elewacja ma ozdobić wewnętrzną szklaną fasadę. Wewnątrz znajdować się będzie wiele pomieszczeń: restauracje i bary, szatnie, sale konferencyjne, pomieszczenia dla dziennikarzy. Murawa stadionu będzie znajdować się 8 metrów nad starym poziomem, a pod nią wybudowany zostanie parking. Budowa będzie podzielona na etapy:

- I – rozbiórka starego stadionu i wzmacnianie terenu palami pod ciężką konstrukcję,
- II – jednoczesna budowa fundamentów, parkingu oraz pierścienia trybun dolnych,
- III – budowa drugiego, wyższego pierścienia trybun oraz masztów utrzymujących dach,
- IV – budowa dachu (w tym części ruchomej i otwieranej),
- V – montaż elewacji, krzesełek, murawy oraz roboty drogowe i prace w otoczeniu stadionu.

Równoległe z etapami IV i V będą trwały prace wykończeniowe wewnątrz stadionu.

Budowę rozpoczęto 7.10.2008, a termin zakończenia budowy nałożony przez UEFA wyznaczono na 20.06.2011. Aby spełnić normy bezpieczeństwa i wszelkie kryteria, które są wymagane przez UEFA na wielkich imprezach piłkarskich, budowa musi być zakończona na rok przed otwarciem mistrzostw, żeby można było przeprowadzić testy bezpieczeństwa (próbne mecze).

Stadion zostanie wybudowany na terenach, które są własnością Skarbu Państwa. Przebieg prac związanych z budową Stadionu Narodowego nadzorować ma specjalnie do tego powołana spółka: Narodowe Centrum Sportu (NCS).

## 2.2. Cele realizacji budowy SN

Budowa stadionu to wielki projekt o charakterze inwestycji strategicznej, który jest wykonywany przez okres wielu lat, wymaga czytelnego, dobrze zaplanowanego i zorganizowanego harmonogramu działania [Roszkowski, Wiatrak 2005].

Priorytetowym celem projektu budowy stadionu jest zakończenie jego budowy w terminie określonym przez UEFA. Odpowiednio wczesna realizacja inwestycji budowlanej ma umożliwić poprawną weryfikację wszystkich kryteriów postawionych przez Europejską Federację Piłkarską. Są to m.in. kontrole bezpieczeństwa podczas próbnych imprez, mecze piłkarskie, testowanie systemów zabezpieczeń i systemów monitorowania, symulacja przepustowości, kontrola dróg i procedur ewakuacji. Dodatkowym celem jest zrealizowanie przez spółkę NCS budowy stadionu przy możliwie najniższych kosztach. Ponadto celem pośrednim jest, aby SN przez wiele lat po wybudowaniu służył mieszkańcom stolicy, regionu i kraju.

## 2.3. Zakres analiz

Na podstawie materiałów dotyczących projektu budowy stadionu narodowego i innych dostępnych materiałów związanych z budową SN sporządzono listę zadań (działań), które trzeba wykonać, aby zrealizować budowę stadionu w terminie. Zebrane w 2008 r. od projektanta ogólnodostępne dane dotyczące harmonogramu budowy stadionu uzupełniono o informacje dotyczące innych tego typu budowli w Europie i na ich podstawie skonstruowano harmonogram realizacji projektu budowy SN zgodnie ze sztuką budowy stadionów. Harmonogram budowy to kompletny zbiór zadań umożliwiających budowę, określenie czasu trwania wszystkich zadań oraz ustalenie kolejności ich wykonywania.

Dla każdego zadania oszacowano czas realizacji i ustalono jego miejsce w ciągu kolejno wykonywanych wszystkich zadań projektu. Ustalono „poprzedniki” i „następniki” każdego zadania, tzn. zadania, które będą wykonywane odpowiednio przed danym zadaniem oraz po nim. Wszystkie zadania połączono ze sobą. W ten sposób zbudowano harmonogram sieciowy dla projektu budowy SN, skonstruowano wykres Gantta i za pomocą oprogramowania MS Project wyznaczono ścieżkę

krytyczną<sup>2</sup>. Do każdego zadania przydzielono odpowiednie zasoby rzeczowe oraz zasoby pracy (ludzi), a także oszacowano koszty wykonania zadania.

Przedstawiony harmonogram dotyczy etapów związanych bezpośrednio z budową obiektu, nie uwzględnia prac przedprojektowych, takich jak: przygotowanie projektu przed budową (sprawy prawne, decyzje dotyczące wyboru terenów, decyzje środowiskowe, zezwolenia na budowę), projekt techniczny stadionu, procedury przetargowe i próbne badania terenu.

Najważniejszym kryterium przy układaniu harmonogramu budowy (realizacji zadań) był warunek ukończenia całej budowy w przewidzianym terminie. Aby spełnić ten warunek, należało dokonać optymalizacji zasobów i opracować tzw. optymalny harmonogram. W procesie optymalizacji zasobów zastosowano metodę analizy ścieżki krytycznej (najdłuższego możliwego przebiegu czasowego inwestycji), która pozwala na wybranie zadań newralgicznych projektu (tzw. krytycznych) oraz bilansowanie zasobów siły roboczej i czasu dla tych zadań. Optymalizacja czasu polega na autorskim podziale prac związanych z budową stadionu oraz na dopasowaniu terminu zakończenia wszystkich niezbędnych prac na 20.06. 2011 r.

## 2.4. Opis wyników analizy

Analizie poddano skonstruowany za pomocą oprogramowania MS Project harmonogram projektu pokazany na wykresie Gantta (rys. 1). Wybrane zadania poddano bilansowaniu zasobów czasu i pracy poprzez: wprowadzenie pracy w nadgodzinach, przydzielanie dodatkowych pracowników do realizacji wybranego zadania, przydzielanie nocnych bądź całodobowych prac. Wszystkie techniki doprowadziły do skrócenia „zadań krytycznych”, które mają wpływ na czas zakończenia projektu. W ramach optymalizacji czasu trwania zadań dokonano likwidacji przeciążeń zasobów, głównie ludzi, które prowadzą do opóźnień wykonania wybranych zadań.

Przeprowadzona analiza wykazała, że istnieje możliwość terminowego zakończenia budowy, także przy wystąpieniu potrzeby skrócenia większej liczby zadań, niż tylko tych, których czas realizacji skrócono w pracy. Koszt budowy rośnie proporcjonalnie do liczby skracanych zadań – do wysokości dużo wyższych płac za nadgodziny, prac nocnych i całodobowych.

Koszt budowy stadionu (realizacji harmonogramu) wyniósł 1,001 mld PLN. Po przeprowadzeniu bilansowania zasobów wzrósł o ponad 3 mln PLN. W optymalizacji uczestniczyła mała liczba zadań, dlatego koszty zmian są małym ułamkiem całości.

---

<sup>2</sup> W pracy wykorzystano oprogramowanie MS Project (MSP) oraz Excel, szeroko stosowane przy podejmowaniu strategicznych decyzji dotyczących zarządzania projektami. MSP to oprogramowanie wspomagające zarządzanie przedsięwzięciami – zasobami, czasem i finansami projektu. Pozwala na utworzenie, edytowanie i kontrolę harmonogramu, utworzenie budżetu projektu. Wsparcie wizualne projektu: wykresy, diagramy i tabele ułatwia prace na etapie planowania (i przebiegu) projektu. Pełna zgodność MSP z programami takimi jak MS Excel umożliwia przenoszenie wyników do arkuszy kalkulacyjnych i analizy finansowe.

go kosztu budowy. Wykorzystane w opracowaniu szacunkowe dane dotyczące wartości budowy Stadionu Narodowego powstały prawie dwa lata temu i nie są dobrym wyznacznikiem rzeczywistego kosztu realizacji inwestycji. Na przykład stal jest jednym z ważniejszych materiałów przy budowie stadionu, a jej cena mocno się zmieniła. Dodatkowo światowy kryzys finansowy wpłynął na zmianę cen.

W celu zbadania rentowności projektu wykorzystano metody analizy finansowej, uwzględniając zmienną wartość pieniądza w czasie. Przeanalizowano przepływy pieniężne projektu (koszty budowy SN po zoptymalizowaniu) i zbadano, czy i w jakim okresie budowa stadionu wygeneruje dodatnią stopę zwrotu (ponad stopę dyskontową). Roczne dochody i koszty utrzymania stadionu obliczono na podstawie programów marketingowych i komercyjnych podobnych obiektów w Europie (stadiony Arsenal Londyn, Stade de France w Paryżu, Allianz Arena w Monachium) oraz danych szacunkowych z rynku polskiego.

Wskaźniki bieżącej wartości netto (NPV) oraz wewnętrznej stopy zwrotu (IRR) dla przepływów finansowych zbadano najpierw dla okresu 30, a następnie 50 lat. W wyniku analizy uzyskano, że próg rentowności dla budowy SN zostanie osiągnięty po 26 latach, przy stopie dyskonta 5%. Korzystano z wytycznych Ministra Rozwoju Regionalnego (2009), z Metodologii Komisji Europejskiej (KE), 2006 oraz Przewodnika KE, 2008, dotyczących analizy kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. W punkcie d) Wytycznych zalecono stosowanie 5-procentowej stopy dyskontowej dla analizy finansowej projektów inwestycyjnych przeprowadzanej w cenach stałych. Równocześnie w punkcie e) Wytycznych zalecono stosowanie, dla sektorów innych, w tym dla obiektów sportowych, 15-letni okres analizy finansowej. Ponieważ wartość NPV dla przepływów finansowych projektu w tym okresie była ujemna, zdecydowano się przyjąć okres 30 lat, który zalecany był dla projektów budowy dróg, kolejnictwa i ochrony środowiska. Analizę rentowności dla okresu 50 lat przeprowadzono dla przypadku korzystania z kredytu jako źródła finansowania budowy SN. Przy uwzględnieniu, jako źródła finansowania stadionu, 30-letniego kredytu w wysokości 30% kosztu (300 tys. zł), próg rentowności osiągnięto po 50 latach, przy stopie dyskonta 5% i stopie oprocentowania kredytu w wysokości 5%.

Generowane, w ramach programu komercyjnego obiektu, roczne dochody przewyższyły koszty operacyjne (stałe i zmienne) związane z utrzymaniem stadionu. Stadion potrafi „na siebie zarabiać”.

Stadion i wydane na jego budowę środki publiczne będą źródłem szeroko rozumianych korzyści, np. zdrowotnych i ogólnorozwojowych mieszkańców Warszawy i regionu (tzw. korzyści ekonomicznych), które, często w sposób bezpośrednio niemierzalny, przyczynią się do rozwoju gospodarczego regionu i Polski. Przeprowadzono uproszczony szacunek kosztów i korzyści ekonomicznych, które wyceniono w pieniądzu.

Dla sumarycznych kosztów finansowych i ekonomicznych (bez zaciągania kredytu) odpowiednie wartości ENPV oraz EIRR są znacznie wyższe niż FNPV i FIRR



wyznaczonych tylko dla przepływów finansowych. Próg rentowności realizacji projektu po uwzględnieniu szacunkowej analizy kosztów i korzyści występuje mniej więcej po 17 latach.

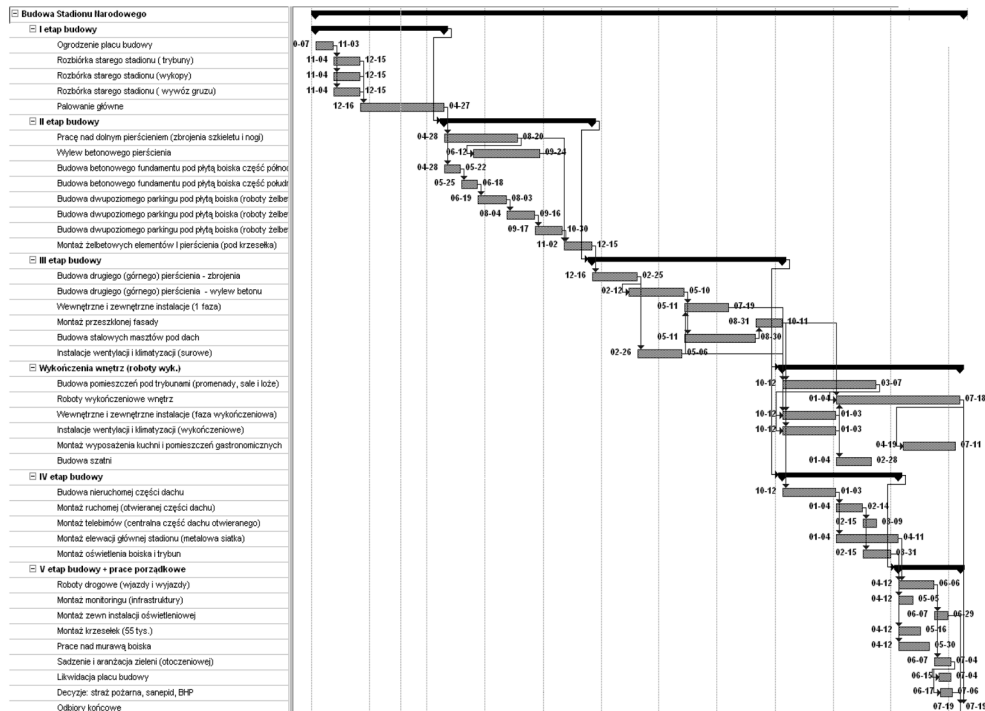
### 3. Konstrukcja harmonogramu realizacji budowy Stadionu Narodowego

#### 3.1. Działania, etapy budowy SN i szacowanie czasu trwania poszczególnych działań

Praca nad harmonogramem projektu jest równoznaczna z tworzeniem wykresu Gantta – połączeniem wszystkich działań niezbędnych do zakończenia budowy. Harmonogram tworzymy następująco:

I. Definiujemy (po analizie) wszystkie działania niezbędne do realizacji projektu (47 działań) oraz wyróżniamy etapy prac (cele etapowe).

II. Ustalamy czasy trwania poszczególnych działań oraz kolejność realizacji tych działań (otrzymujemy daty rozpoczęcia i zakończenia kolejnych działań). Gdy jest to konieczne, ustalamy „na sztywno” daty rozpoczęcia lub zakończenia wybranego działania.



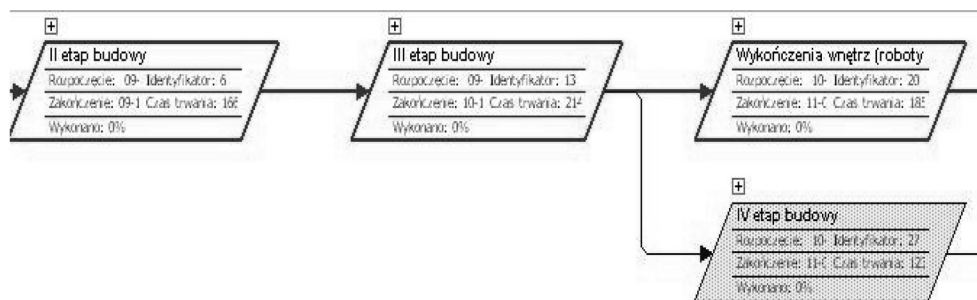
Rys. 1. Wykres Gantta: MS Project

III. Wszystkie działania umieszczamy w odpowiednich formatach programu MS Project. Wykres Gantta i wykres sieciowy, pokazujący wszystkie działania, otrzymujemy po określeniu następników i poprzedników (rys. 1).

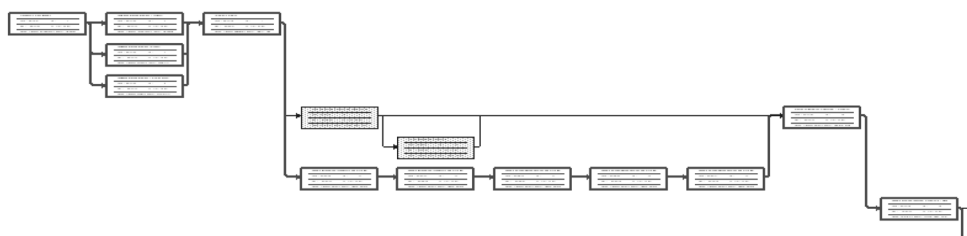
IV. Wyznaczamy ścieżkę krytyczną dzięki programowi MSP (jeżeli istnieje). Ścieżka krytyczna to zbiór działań, w sieci wszystkich działań, który umożliwia realizację projektu w najkrótszym czasie.

Podczas tworzenia wykresu Gantta dzielimy cały projekt na mniejsze, częściowe etapy prac.

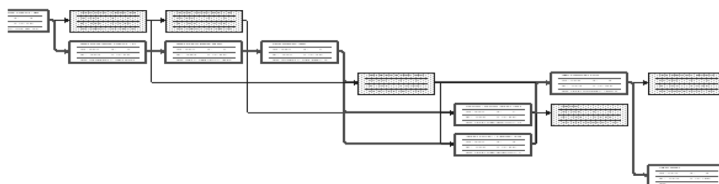
Na rys. 2 pokazano wybrane etapy budowy SN, a na rys. 3 wykres sieciowy.



Rys. 2. Wybrane etapy budowy



C.D.



Rys. 3. Wykres sieciowy budowy SN: MS Project



### 3.2. Źródła informacji o zadaniach budowy Stadionu Narodowego. Wykorzystanie wykresu Gantta

Harmonogram budowy stadionu powstał na podstawie danych dotyczących projektu budowy SN przekazywanych mediom przez spółkę Narodowe Centrum Sportu – wstępnego harmonogramu sporządzonego przez projektantów SN (<http://www.zw.com.pl>). Informacje te uzupełniono o zadania niezbędne przy budowie stadionów, a kolejność wykonywania zadań jest zgodna ze sztuką budowania stadionów [Neufert 1980].

Istnieje wiele możliwości wykorzystania wykresu Gantta i MS Project do analizy czasu realizacji projektu. Na przykład po dodaniu do arkusza zadań kolumny ‘swobodny zapas czasu’, lub ‘całkowity zapas czasu’ jesteśmy informowani o zapasie czasowym zadania – o tym, o ile może się opóźnić realizacja zadania, by nie przesunęła terminu zakończenia całego projektu.

## 4. Zasoby projektu; bilansowanie zasobów

### 4.1. Zasoby projektu: MS Project

Na podstawie dostępnych źródeł:

- ustalamy zasoby niezbędne do zbudowania stadionu (zidentyfikowano 63 zasoby),
- przydzielamy zasoby (pracy i materiałów) do poszczególnych działań,
- bilansujemy zasoby.

Tabela 1. Zasoby projektu

f	Nazwa zasobu	Typ	Maks. jednostek	Stawka zasad.	Stawka za nadg.	Koszt każdego	Naliczenie	Kalendarz bazowy
1	Pracownik porządkowy	Praca	1 000%	20,00 zł/godz.	40,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
2	Pracownik rozbiorczy	Praca	2 700%	35,00 zł/godz.	55,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
3	Pracownik wykopy	Praca	2 700%	35,00 zł/godz.	55,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
4	Pracownik wywóz	Praca	5 400%	30,00 zł/godz.	60,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
5	Inżynier palowanie (nadzór)	Praca	1 500%	75,00 zł/godz.	100,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
6	Pracownik palowanie	Praca	3 600%	40,00 zł/godz.	60,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
7	Operator palownice	Praca	2 400%	50,00 zł/godz.	70,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
8	Ogrodzenie (materiały)	Materiał		150 000,00 zł		0,00 zł	Proporcjonalne	
9	Koparki	Materiał		5 000 000,00 zł		0,00 zł	Proporcjonalne	
10	Palownice	Materiał		28 000 000,00 zł		0,00 zł	Proporcjonalne	
11	Pały	Materiał		57 000 000,00 zł		0,00 zł	Proporcjonalne	
12	Narzędzia rozbiorcze	Materiał		2 880 000,00 zł		0,00 zł	Proporcjonalne	
13	Wywrotki	Materiał		12 000 000,00 zł		0,00 zł	Proporcjonalne	
14	Beton do palowania	Materiał		12 000 000,00 zł		0,00 zł	Proporcjonalne	
15	Operator dźwigu	Praca	1 500%	50,00 zł/godz.	90,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
16	Zbrzajarz	Praca	3 000%	32,00 zł/godz.	60,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
17	Inżynier nadz. Zbrojenia	Praca	1 000%	60,00 zł/godz.	90,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
18	Inżynier nadzorca instalacji	Praca	1 000%	60,00 zł/godz.	90,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
19	Nadzór betonu	Praca	1 000%	60,00 zł/godz.	90,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
20	Pracownik beton	Praca	3 000%	30,00 zł/godz.	60,00 zł/godz.	0,00 zł	Proporcjonalne	Standardowy
21	Zbrojenia	Materiał		80 000 000,00 zł		0,00 zł	Proporcjonalne	

W tab. 1 pokazano część zasobów projektu (tabela z MS Project). Materiały przydzielamy procentowo do odpowiednich zadań. Na jednego pracownika przydzielamy 100% zasobu pracy (np. przy „zbrojarzu” mamy 3000%, bo pracuje 30 zbrojarzy). W tabeli pokazano także stawki zasadnicze pracowników i stawki za nadgodziny. W 2007 r. zarobki w budownictwie wzrosły o 12% i na początku 2008 r. o kolejne 20% (z powodu braku pracowników). W 2008 r. przekraczały wyraźnie średnie płace dla całego przemysłu (GUS: stat.gov.pl).

#### 4.2. Bilansowanie zasobów i optymalizacja harmonogramu

Bilansowanie zasobów polega na usunięciu przeciążenia określonego zasobu<sup>3</sup>. Optymalizacja zasobów polega na takim dopasowaniu zasobów do poszczególnych zadań, aby zakończyć budowę SN w wyznaczonym przez UEFA terminie. W tym celu, po wykonaniu harmonogramu w MS Project, przydzieleniu zasobów i poznaniu czasu wykonania projektu, dokładnie analizujemy zadania leżące na ścieżce krytycznej. Następnie:

- 1) sprawdzamy swobodne zapasy czasu,
- 2) wybieramy zadania krytyczne do optymalizacji,
- 3) dokonujemy optymalizacji zasobów i harmonogramu: a) dodajemy nadgodziny, b) wprowadzamy 24-godzinny czas pracy, c) wprowadzamy nocną pracę, d) przydzielamy dodatkowe zasoby, e) zadania z zapasami czasu wykonujemy równolegle, aby zmniejszyć czas realizacji projektu i liczbę pracowników,
- 4) ponownie sprawdzamy przeciążenia zasobów i analizujemy czas realizacji projektu.

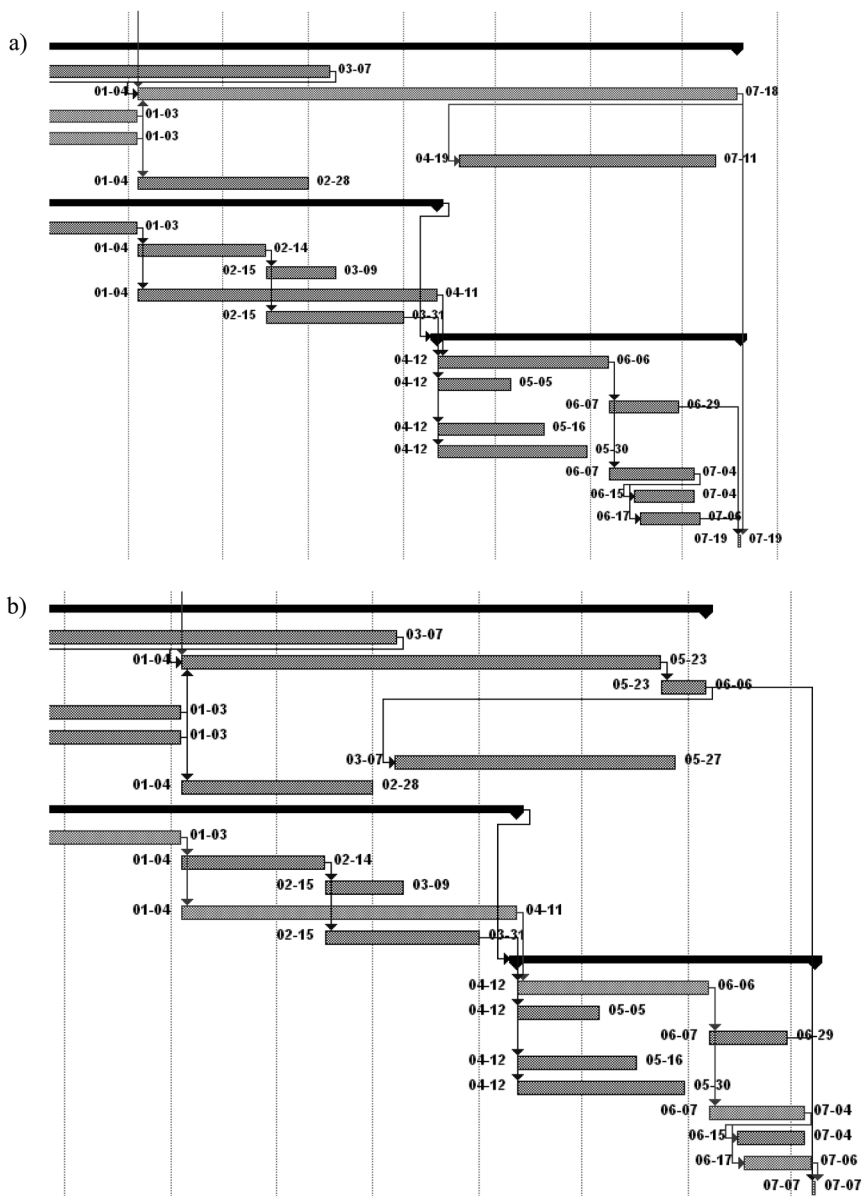
Pokazane w MS Project ostatnie zadanie budowy SN przed optymalizacją kończy się 19.07. 2011. Realizacja projektu jest opóźniona o 28 dni roboczych (łącznie czas budowy – 740 dni). Najdłuższym zadaniem w harmonogramie jest ‘Wykończenie wnętrza’ (Ww), w III etapie budowy. Analiza tego zadania pozwoli sprawdzić, czy można skrócić jego czas realizacji. Etap wykończeń trwa 140 dni, odpowiednio skrócony zmieni przebieg ścieżki krytycznej i przeniesie ją na trwające równoległe etapy IV i V. Na rys. 4a) pokazano ścieżkę krytyczną przebiegającą przez zadanie Ww, a na rys. 4b) – nową ścieżkę krytyczną, która nie przebiega już przez zadanie Ww, lecz przez zadania IV i V etapu. Czas realizacji projektu się skraca – z 19.07 do 07.07.

Następnie analizujemy zapasy czasu w etapach IV i V, aby zidentyfikować nowe zadania krytyczne do zbilansowania. Wyszukujemy takie zadania, dla których możliwe jest skrócenie czasu ich realizacji.

Analiza przeciążeń to kolejny krok po skróceniu zadań. Najdłuższe zadanie wykończeń wnętrza, trwające 140 dni, zostało podzielone na dwie części: pierwszą,

---

<sup>3</sup> Zasób przeciążony ma do zrealizowania więcej pracy, niż informuje o tym jego dostępność w programie MS Project [*MS Project 2003...; A Guide... 2004*]. Projekt z przeciążeniami skazany jest z góry na opóźnienia, pracownicy mają do wykonania za dużo pracy.



Rys. 4. a) Ścieżka krytyczna przed optymalizacją zasobów,  
b) Nowa ścieżka krytyczna po optymalizacji zasobów w III etapie projektu

trwającą 120 dni, z ośmiogodzinnym kalendarzem pracy, i drugą, trwającą 20 dni, z dwudziestoczerogodzinnym kalendarzem pracy. Dzięki temu czas wykończeń wewnątrz skraca się o 14 dni. Wzrasta koszt wykonania zadania z uwagi na wyższe stawki pracowników pracujących cały dzień. Zespół 38 pracowników w części

pierwszej ma do wypracowania dziennie 304 godziny. Ta sama liczba pracowników, przy 24-godzinnym kalendarzu pracy, ma 3 razy więcej godzin do przepracowania – 912 godzin.

Zadania krytyczne w etapach IV i V to: ‘Budowa nieruchomej części dachu’, ‘Montaż elewacji głównej’, ‘Roboty drogowe’ oraz ‘Sadzenie i aranżacja zieleni’. Po przydzieleniu zadaniom 24-godzinnego kalendarza możliwe jest przydzielenie, do zadań, dodatkowych pracowników na nocną zmianę [*MS Project 2003...*]. Całkowity czas pracy zwiększa się, ale czas trwania zadania jest krótszy.

Optymalizacji zasobów poddano jeszcze dwa zadania:

- Montaż przeszklonej fasady – trzydziestu pracowników jest wspomaganych przez siedmiu na nocnej zmianie; czas montażu fasady skraca się z 60 do 51 dni.
- Budowa stalowych masztów – dziesięciu pracowników na nocnej zmianie wspomaga grupę trzydziestu pracowników z dziennymi godzinami pracy; budowa masztów skraca się o kolejne 10 dni.

Nie wszystkie zadania w harmonogramie mogą być realizowane w nocy. Niebezpieczna i skomplikowana budowa dachu lub wybrane roboty drogowe są realizowane wyłącznie w ciągu dnia.

## 5. Koszty i przychody

### 5.1. Koszty budowy

Koszty budowy stadionu, wyliczone z wykorzystaniem MS Project, po uwzględnieniu cen materiałów i płac w latach 2007 i 2008, wyniosły przed optymalizacją 1 001 587 840 PLN, natomiast po optymalizacji, gdy SN zostanie wybudowany w terminie, 1 004 493 189 PLN. Na przykład koszt budowy 1 krzeselka wynosi 18 272 zł i jest o blisko 50% niższy niż dla stadionów Emirates Stadium oraz Wembley w Londynie i o 15% niższy niż dla stadionu Allianz Arena w Monachium.

Jeśli chodzi o źródła finansowania projektu, to zgodnie z <http://www.msport.gov.pl>, Fundusz Rozwoju Kultury Fizycznej (budżet państwa) ma wyasygnować 80% środków, pozostałe 20% sfinansuje miasto Warszawa. Zaproponowano wydatkowanie środków po równo w latach 2010 i 2011, a w roku 2009 przewidziano wydatki większe o 20%.

### 5.2. Dlaczego warto budować stadiony?

Stadion Narodowy powinien zarabiać na sobie, ale, poprzez lokalizację i wielofunkcyjność, winien też przynosić korzyści społeczeństwu całego kraju. Stadion jest areną wydarzeń sportowych, ma przynosić korzyści rozwojowe dla młodzieży i osób pracujących związanych ze sportem. Powinien także zachęcać do czynnego uprawiania sportu i udziału w imprezach sportowych, podnosić zdrowotność społeczeń-

stwa. Zadaszony stadion może być areną imprez masowych, koncertów, pokazów, targów i zjazdów. Dobrze promowane imprezy będą zachęcać mieszkańców miasta i kraju oraz gości zagranicznych do przyjazdu. Stadion, na którym organizacja imprez jest bezpieczna i nie zakłóca spokoju mieszkańcom, może się stać regularnym przystankiem na trasach wielkich grup muzycznych i artystycznych. SN będzie prezentował kraj na wydarzeniach międzynarodowych i zachęcał do przyjazdu do Polski – to promocja turystyczna kraju. Fakty te uwzględniono w analizie kosztów i korzyści społecznych.

SN stanie się obiektem, który połączy turystycznie oba brzegi Wisły i będzie integralną częścią ścieżki turystycznej po mieście. Umieszczenie SN nad rzeką wpłynie na zagospodarowanie brzegów Wisły obok stadionu. SN i jego otoczenie wymuszą poprawę komunikacji w mieście – drogowej, torowej i dla pieszych. SN jest szansą na skok cywilizacyjny dla dzielnic prawobrzeżnej Warszawy. Dzielnice się wzbogacą, poprawi się jakość infrastruktury, druga linia metra połączy miasto ze stadionem, a stolica przyciągnie nowych inwestorów.

Budowa stadionu prowadzi do powstawania nowych miejsc pracy, aktywizuje bezrobotnych przy pracach związanych z Euro 2012 zarówno przed mistrzostwami, jak i potem. Dzięki Euro 2012 powstają warsztaty wolontariatu dla młodzieży, która będzie pracować w czasie mistrzostw. Program stwarza szansę kontynuacji niesienia pomocy przez zainteresowaną młodzież także w akcjach po roku 2012. Organizacja imprez towarzyszących piłkarskim ME zaktywizuje organizacje pozarządowe.

Zagadnienia te warto uwzględnić w dokładnej ekonomicznej analizie rentowności budowy stadionu.

### 5.3. Koszty i przychody eksploatacyjne

**Koszty.** W wyniku szacunków przyjęto, że roczne koszty operacyjne (stałe i zmienne), po roku 2012, będą równe 35 mln zł.

**Przychody.** W wyniku poniższych szacunków roczne przychody wyniosą 97,2 mln zł.

10-letnia sprzedaż nazwy Stadionu Narodowego  $5 \text{ mln euro} \times 4,5^4 \text{ zł} = 22,5 \text{ mln zł}$ .

5-letnia dzierżawa 90 łóż prywatnej firmie –  $10 \text{ mln euro} \times 4,5 \text{ zł} = 45 \text{ mln zł}$   
 $5 = 9 \text{ mln zł}$  rocznie.

Okolo 20 imprez rocznie (koncertów, wystaw, spektakli, meczów) –  $20 \times 0,5 \text{ mln euro} = 10 \text{ mln euro} \times 4,5 \text{ zł} = 45 \text{ mln zł}$ .

Zwiedzanie stadionu –  $200 \text{ tys. (osób/rok)} \times 8 \text{ euro} = 1,6 \text{ mln euro} \times 4,5 \text{ zł} = 7,2 \text{ mln zł}$ .

Wynajem sal konferencyjnych –  $1 \text{ mln euro} \times 4,5 \text{ zł} = 4,5 \text{ mln zł}$ .

Pozostałe dochody (reklamy, restauracje, sklepy) –  $2 \text{ mln euro} \times 4,5 \text{ zł} = 9 \text{ mln zł}$ .

<sup>4</sup> Obliczenia wykonywano w styczniu 2009 r.

Dochody roczne oraz koszty zmienne w latach 2011 i 2012, z uwagi na niepełny rok eksploatacji oraz okres przed i po ME, będą inne. W 2011 roku uda się zorganizować 5-6 imprez, a więc dochody zmniejszą się do ok. 35 mln zł. W roku 2012, w uwagi na organizację ME, dochody będą wyższe.

## 6. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wykazała, że zakończenie budowy Stadionu Narodowego jest możliwe w terminie wyznaczonym przez UEFA. Skonstruowany za pomocą programu MS Project harmonogram projektu udowodnił, że przydzielanie dodatkowych pracowników do prac całodobowych (optymalizacja czasowa), w warunkach rzeczywistych, zwiększy koszty budowy o nie więcej niż 2%. W wyniku analizy finansowej stwierdzono, że próg rentowności dla budowy SN zostanie osiągnięty po 26 latach, przy stopie dyskonta 5%. Finansowanie budowy 30-letnim kredytem przesunie próg rentowności o ponad 80%.

Uwzględnienie korzyści społecznych spowoduje, że próg rentowności budowy SN wyniesie poniżej 20 lat. Inwestycje prospołeczne, takie jak budowa Stadionu Narodowego, mimo wysokich kosztów finansowych, mogą ekonomicznie rekompensować i przewyższać poniesione nakłady. Stadion Narodowy może być początkiem zmian, stać się ważnym elementem budowy społeczeństwa obywatelskiego, rozwoju miasta Warszawy i kraju.

## Literatura

- A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Project Management Institute, 3rd ed. 2004.
- Bereska B., *Encyklopedia zarządzania*, [http://mfiles.pl/pl/index.php/Wykres\\_Gantt](http://mfiles.pl/pl/index.php/Wykres_Gantt) (17.12.2008).
- Chatfield C.S., Johnson T.D., *Microsoft Project 2002; Krok po kroku*, Read Me, 2003.
- Cichocki K.S., *Materiały do wykładów i laboratorium: Zarządzanie projektami, MS Project*; na podstawie kilku projektów przygotowanych do finansowania z UE, Warszawa 2008.
- Cichocki K., *Analiza finansowa i ekonomiczna projektu. Budowa kanalizacji w Budach Głogowskich oraz modernizacja oczyszczalni ścieków*, IBS PAN, RB/ 35/2008, Warszawa.
- Grzyb R., *28 mld zł mniej na inwestycje związane z Euro 2012*, „Gazeta Prawna”, biznes (18.04.2008). [http://www.zw.com.pl/temat/48\\_Stadion\\_Narodowy.html](http://www.zw.com.pl/temat/48_Stadion_Narodowy.html).
- <http://www.stat.gov.pl/>.
- Komisja Europejska (a), *Metodologia przeprowadzania analizy kosztów i korzyści. Wtyczne. Nowy okres programowania 2007-2013*, Dokument roboczy nr 4, Bruksela, 2006, (*Guidance on the methodology for carrying out cost-benefit analysis*).
- Komisja Europejska (b), *Przewodnik do analizy kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych*, Bruksela, 2008 (*Guide to cost-benefit analysis of investment projects*).
- MS Project 2003 Standard PL*, Praca zbiorowa, Wydawnictwo CSS EDUSOFT.
- Neufert E., *Podręcznik projektowania architektoniczno-budowlanego*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1980.
- Roszkowski H., Wiatrak A., *Zarządzanie projektem*, SGGW, Warszawa 2005.

Sitnik M., *Optymalizacja zasobów harmonogramu budowy Stadionu Narodowego oraz analiza finansowa obiektu przy użyciu narzędzi informatycznych*, praca dyplomowa, PJWSTK, Warszawa, 2009.

*Wytyczne w zakresie wybranych zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód*, Minister Rozwoju Regionalnego MRR/H/ 14(2)01/2009, Warszawa, 15 stycznia 2009 r., w ramach Narodowych Strategicznych Ram Odniesienia 2007-2013.

## **ASSESSING OPTIMAL TIME AND COST OF BUILDING NATIONAL SPORTS STADIUM IN WARSAW FOR EURO 2012 WITH THE USE OF MS PROJECT SOFTWARE**

**Summary:** The authors of the article make a detailed network diagram for the construction of national sports stadium (SN), assess costs and evaluate profitability of the project (NPV, IRR). Using MS Project they show that the construction of NS can be completed on time (20 June 2011) which was set by UEFA. The authors balance project resources (work and supplies) and show that assigning new employees to complete the works on time will increase the costs of construction (1,1 billion) by 3%. Based on financial cash flows it has been stated that at 5% discount rate break-even point (positive NPV) of SN construction will have been completed after 26 years. Including social benefits will cause that the break-even point will be 17 years. Financing the construction by a 30 year credit will change the break-even point by 80%. The data for the construction of SN come from December 2008, and NS profits and operating costs from the information about similar sports facilities in Europe.