

Wojciech BOGUSZ

Zakład Technologii i Organizacji Robót Inżynierskich SGGW
Technology and Engineering Management Division WULS

Informatyczne systemy wspomagające analizę ryzyka w procesie budowlanym

Computer systems supporting risk analysis in the building process

Słowa kluczowe: zarządzanie projektem, zarządzanie ryzykiem, MS Project, Pertmaster

Key words: the project management, the risk management, MS Project, Pertmaster

Wprowadzenie, czyli probabilistyka w projektowaniu realizacji procesu budowlanego

Inżynierowie i managerowie projektu (Project Manager) coraz dokładniej muszą przewidywać cały proces realizacji przedsięwzięć budowlanych. Wynika to w znacznej mierze z faktu, iż inwestorzy chcą znać przewidywany czas oraz koszt realizacji danej inwestycji. Oczekiwania te pociągają za sobą pewne ryzyko związane z precyzją co do rzeczywistego przebiegu nadchodzących zdarzeń (Połoński 2005).

Ze względu na indywidualny charakter przeważającej części budów odchodzi się zatem od deterministycznego (pewnego) podejścia do planowania realizacji przedsięwzięć inżynierskich

na rzecz planowania probabilistycznego (losowego, niepewnego, a zatem ryzykownego). Obecnie coraz częściej podaje się, przewidując termin realizacji danego przedsięwzięcia budowlanego, przedział czasowy oraz odpowiednie prawdopodobieństwo zajścia takiego zdarzenia. Prowadzi to do precyzyjniejszego określenia zapotrzebowania czasowo-kosztowego realizacji planowanego przedsięwzięcia (Połoński i Pruszyński 2006). Podobna sytuacja dotyczy także zasobów takich, jak: robotnicy, materiały czy sprzęt.

Narzędzia informatyczne wspierające proces zarządzania projektem z uwzględnieniem elementów ryzyka

Obecnie planowanie pełnego cyklu realizacji robót inżynierskich wspomagane jest przez odpowiednie oprogramowanie. Stosowana w tym celu na przykład metoda planowania sieciowego pozwala

na planowanie przedsięwzięć jednostkowych (Bogusz, i in. 2006). Powstałe w ten sposób harmonogramy mogą być w łatwy i szybki sposób korygowane czy nawet łączone z innymi.

Na rynku dostępnych jest wiele takich programów. Pozwala to na wybór najwłaściwszego pod względem zarówno merytorycznym, jak i finansowym. Powstaje jednak problem decyzyjny – który z nich wybrać?

Duże korporacje budowlane stosują oprogramowania złożone, które pozwalają kompleksowo obsłużyć realizację robót inżynierskich. Są to tzw. systemy ERP (Enterprise Resource Planning), na przykład oprogramowanie SAP R3. Są one jednak bardzo kosztowne, dlatego też szerszym uznaniem cieszą się programy typu OpenSource, na przykład tekstowy OpenSched, PyGantt lub QtGantt z graficznym interfejsem, wszystkie przeznaczone do pracy w środowisku Linux (Drozd i Surmacz 2007).

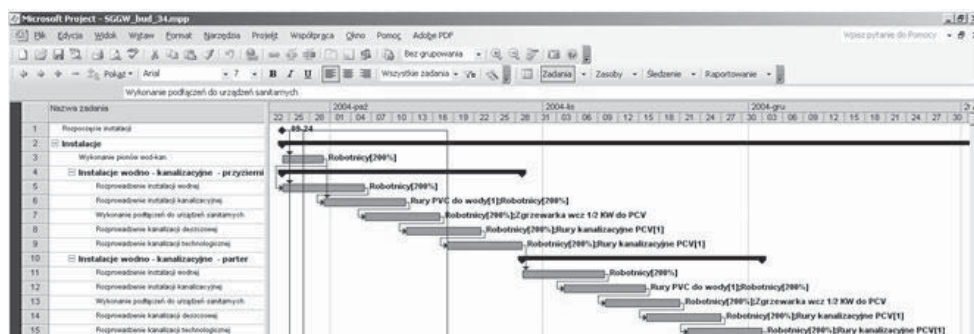
Przykładami programów do zarządzania projektami są: Primavera, POWERPROJECT teamplan, TILOS oraz Sure Trak, Pertmaster Project Pisk, Mic-

rosoft Project (Połośki i Pruszyński 2007).

W niniejszej pracy uwaga została skupiona na programach: Microsoft Project 2003, w wersji Professional, oraz Pertmaster Project Risk, wersja 7.6. W pracy przedstawiono wyniki testów, które zostały przeprowadzone w związku z próbą oceny wymiany danych pomiędzy nimi.

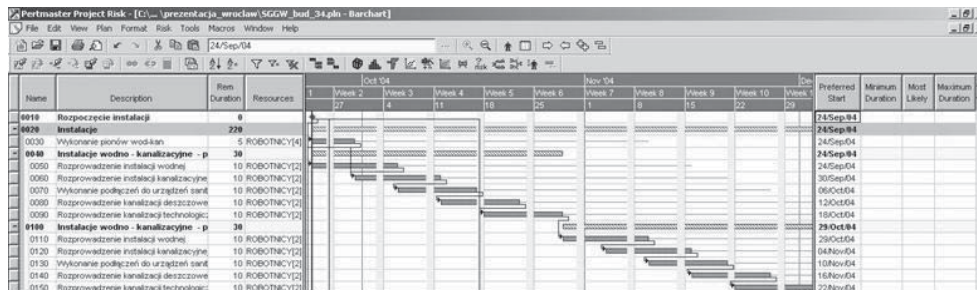
Program MS Project służy do zarządzania projektami – pozwala tworzyć harmonogramy i śledzić postęp kolejnych czynności (rys. 1). W ten sposób daje możliwość kierowania i nadzorowania realizacji przedsięwzięcia (Bogusz 2004). Czytelne menu, znany interfejs z programów spod znaku Microsoft oraz stosunkowo niska cena sprawiają, że jest to jeden z najpopularniejszych i najbardziej rozpowszechnionych programów w tej dziedzinie.

Pertmaster to program bardziej specjalistyczny, przeznaczony głównie do zarządzania projektami inżynierskimi (rys. 2). Jest to system elastyczny, który łączy funkcje arkusza kalkulacyjnego z funkcjami planowania i kontroli przedsięwzięć. Pozwala na tworzenie wielopo-



RYSUNEK 1. Okno główne programu MS Project 2003 (Bogusz i in. 2006)

FIGURE 1. The main window of MS Project



RYSUNEK 2. Okno główne programu Pertmaster Project Risk 7.6 (Bogusz i in. 2006)
 FIGURE 2. The main window of Pertmaster Project Risk 7.6

ziomowych zadań zbiorczych i hamakowych czy zasobów hierarchicznych (Bogusz 2004).

W tabeli 1 przedstawiono zestawienie innych, poza wymienionymi, funkcji obydwu programów.

W dobie coraz częstszej wymiany informacji między każdą ze stron uczestniczących w procesie realizacji danego przedsięwzięcia bardzo ważne jest, by tworzone dokumenty (pliki) mogły być otwierane i importowane przez inne pro-

gramy komputerowe. Przeprowadzone w Zakładzie Technologii i Organizacji Robót Inżynierskich SGGW testy wymiany danych pomiędzy MS Project i Pertmaster wykonano na podstawie krótkich harmonogramów, tworzonych specjalnie do analizy konkretnych przypadków. Ich pełną funkcjonalność oraz praktyczne możliwości sprawdzono na podstawie analizy harmonogramu nowo wybudowanego budynku dydaktycznego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskie-

TABELA 1. Zestawienie podstawowych funkcji w MS Project 2003 i Pertmaster Project Risk 7.6
 TABLE 1. The presentation of basic functions of MS Project and Pertmaster Project Risk 7.6

MS Project 2003	Pertmaster Project Risk 7.6
Duża liczba widoków umożliwia wybór właściwej perspektywy.	Oblicza zapotrzebowanie czasowe i ilościowe na materiały.
Kreator tworzenia projektu.	Brak kreatora tworzenia projektu.
Dostępność złożona we wprowadzaniu zasobów.	Dostępność złożona we wprowadzaniu zasobów.
Informacja o zadaniu oraz zadaniach poprzedzających i następujących w dodatkowym widoku.	Pełna informacja o zadaniu oraz zadaniach poprzedzających i następujących.
Brak możliwości wielokrotnego cofania.	Możliwość przywracania ostatnich operacji.
Automatyczna funkcja Project Server.	Manualna opcja Project Server.
Ograniczona możliwość zapisu (tylko formaty: Access, Excel, MS Project 98, wybrane formaty tekstowe oraz sieć WEB).	Kompatybilny w zapisie z MS Project oraz z innymi programami wykorzystującymi format pliku MPX 4.0 Plan.
Import danych z plików Excel.	Bardzo czytelny widok diagramu sieciowego.
Problemy z drukowaniem wielkoformatowym (ustawienie formatu kartki, obszaru drukowania oraz niezgodność podglądu z samym wydrukiem).	Bezproblemowe drukowanie.

go. Analiza dotyczyła fragmentu harmonogramu z zakresu instalacji sanitarnych i elektrycznych, który uzupełniono o dodatkowe informacje: czynności, zasoby oraz powiązania. Czas trwania poszczególnych czynności, powiązania między nimi oraz zasoby dobrano tak, by były identyczne bądź co najmniej zbliżone do tych, które zostały zdefiniowane w oryginalnym harmonogramie ogólnym. Termin rozpoczęcia prac ustalono w obu przypadkach na 24.09.2004 rok. Planowanym terminem zakończenia prac był 08.06.2005 rok. Harmonogram zbudowany był ze 136 zadań, połączonych między sobą głównie powiązaniem typu FS (Finish to Start) oraz FS-5 (tj. z wcześniejszym rozpoczęciem zadań następujących). Wprowadzone również zostały powiązania typu SS (Start to Start). Do każdego z zadań przypisano zasoby niezbędne do ich realizacji. Harmonogram został wprowadzony oddzielnie do obu programów.

Ocena wymiany informacji dotyczyła:

- porównania wyników czasu i zasobów przy ograniczonych środkach,
- analizy projektu pod względem struktury sieci, zdefiniowanych powiązań między zadaniami, terminu rozpoczęcia, terminu zakończenia, czasu trwania, przebiegu ścieżki krytycznej oraz dostępności i zapotrzebowania na zasoby utworzonego w programie MS Project i otwartego w programie Pertmaster,
- analizy projektu pod względem struktury sieci, zdefiniowanych powiązań pomiędzy zadaniami, terminu rozpoczęcia, terminu zakończenia, czasu trwania, przebiegu ścieżki krytycznej oraz dostępności i zapotrzebowania na zasoby utworzonego

w programie Pertmaster i otwartego w programie MS Project,

- analizy projektu pod względem struktury sieci, zdefiniowanych powiązań między zadaniami, terminu rozpoczęcia, terminu zakończenia, czasu trwania, przebiegu ścieżki krytycznej oraz dostępności i zapotrzebowania na zasoby utworzonego w Pertmaster, zapisanego w formacie pliku *.MPP zgodnego z MS Project i otwartego w MS Project,
- analizy projektu pod względem struktury sieci, zdefiniowanych powiązań między zadaniami, terminu rozpoczęcia, terminu zakończenia, czasu trwania, przebiegu ścieżki krytycznej oraz dostępności i zapotrzebowania na zasoby utworzonego w Pertmaster, zapisanego w formacie pliku MPX 4 zgodnego ze standardem MS Project i otwartego w MS Project.

Wyniki tych prac zostały opublikowane w materiałach konferencji z cyklu „Technologia i zarządzanie w budownictwie” (Bogusz i in. 2006).

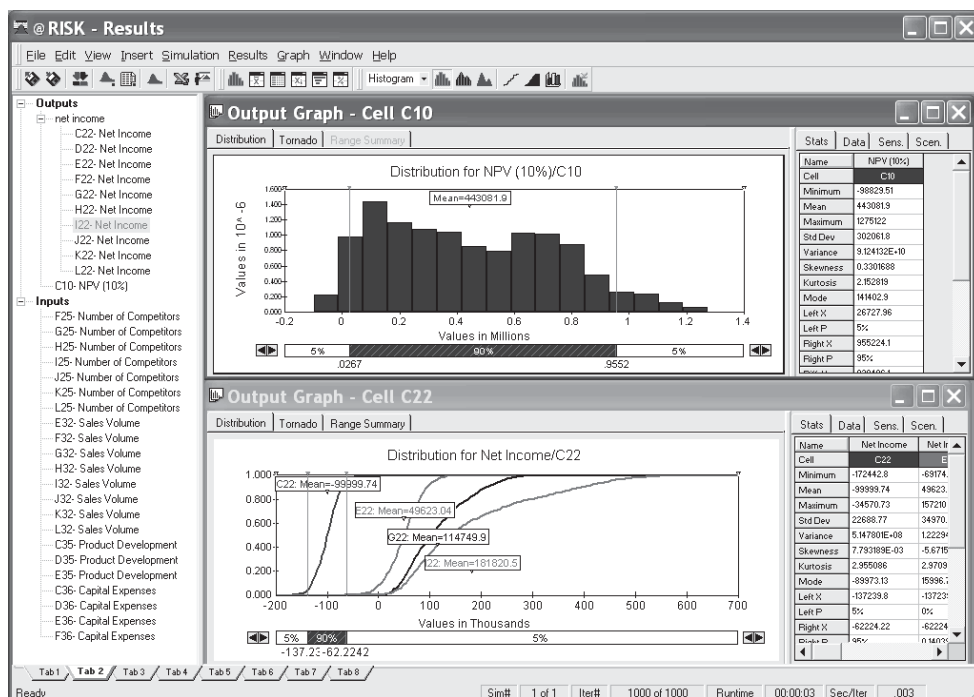
Analiza wyżej wymienionych testów pozwala stwierdzić, że zawsze po zakończonym procesie przenoszenia danych z programu do programu powinno się sprawdzić poprawność importu danych. Z problemami podczas importu danych z programu Pertmaster Project Risk 7.6 powinni liczyć się użytkownicy MS Project 2003 (Bogusz i in. 2006).

Oba programy stanowią dobre wsparcie dla zarządzających ryzykiem w projekcie. Dla programu MS Project dostępna jest tylko nakładka z analizą ryzyka pod adresem: www.palisade-europe.com/riskproject/. Przykładowy wynik testu, zamieszczony na stronie www.palisade-europe.com/riskproject/

producenta (www.palisade-europe.com/riskproject/), z uwzględnieniem elementów ryzyka, przedstawiono na rysunku 3.

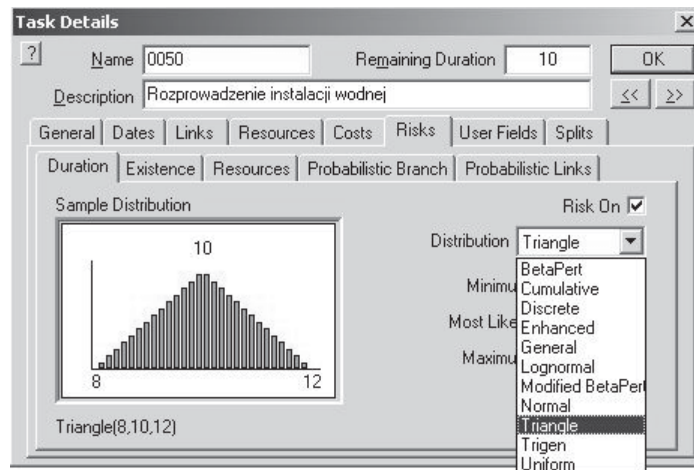
W programie Pertmaster funkcja analizy ryzyka została wbudowana w pakiet. Wykorzystuje ona modelowanie i symulację ryzyka na podstawie generatora metody Monte Carlo. Użytkownik ma możliwość wyboru typu rozkładu (BetaPert, Cumulative, Discrete, Enhanced, General, Lognormal, Modified BetaPert, Normal, Triangle, Trigen, Uniform) oraz jego parametrów. Szczegóły dotyczące definiowania rozkładu przedstawiono na rysunku 4. Przykładowy wynik takiego testu, z elementami analizy ryzyka, przedstawiono na rysunku 5.

Obydwa programy MS Project i Pertmaster nie zakładają końca realizacji danego przedsięwzięcia w jednym, konkretnym (deterministycznym) terminie. Dzięki przeprowadzonej analizie ryzyka, mając terminy i przypisane im prawdopodobieństwa, można określić termin zakończenia danej inwestycji jako funkcję losową o znanym rozkładzie prawdopodobieństwa. Pozwala to uniknąć m.in. różnego rodzaju niejasności, jakie wiązałyby się z wyznaczeniem jednego terminu dla końca przedsięwzięcia. Obecnie zarówno projektant, wykonawca, jak i inwestor mogą mieć podane (z analizy ryzyka) prawdopodobieństwo, które dotyczy wyznaczonej daty zakoń-

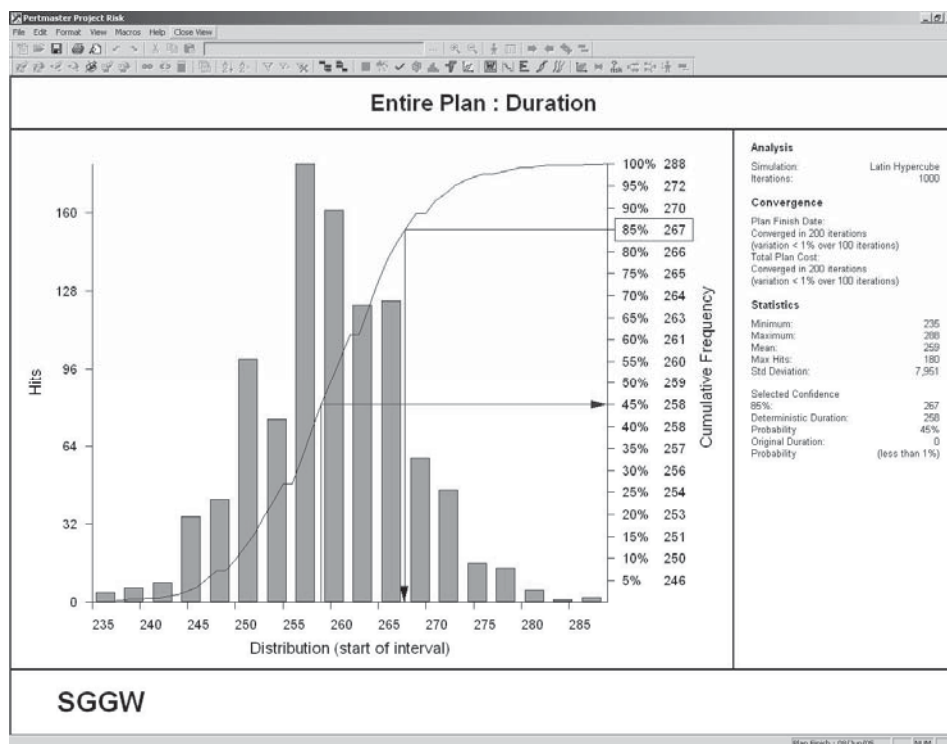


RYSUNEK 3. Przykładowy wynik analizy ryzyka w programie MS Project 2003 z nakładką @RISK for Project (www.palisade-europe.com/riskproject/)

FIGURE 3. The example of an outcome of the risk analysis in the MS Project and @RISK for Project for MS Project



RYSUNEK 4. Okno definiowania parametrów analizy ryzyka w programie Pertmaster Project Risk 7.6
 FIGURE 4. The main window of the parameters risk analysis Pertmaster Project Risk 7.6



RYSUNEK 5. Przykładowy wynik analizy ryzyka czasu w programie Pertmaster Project Risk 7.6
 FIGURE 5. The example of an outcome of the time risk analysis in the Pertmaster Project Risk 7.6

czenia realizacji projektu, pozostawiając wybór konkretnego terminu na przykład inwestorowi. W ten sposób o wiele wiarygodniej i co najważniejsze bardziej efektywniej prowadzi się realizację przedsięwzięć inżynierskich.

Podsumowanie

Przedstawiona w niniejszym artykule analiza dotyczy projektowania realizacji budowy. Jest to ważny etap w procesie przygotowania dokumentacji projektowej (Bogusz 2004). Ze względu na probabilistyczny charakter realizacji większości przedsięwzięć w celu pełniejszej kontroli oraz wiarygodności prowadzonych obliczeń i późniejszego ich monitoringu zachodzi potrzeba wykonywania analizy ryzyka. Doprowadzi to do efektywniejszego zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi, w których w znacznej mierze występują elementy losowe.

Analizowane zagadnienia stają się obecnie standardami w organizacji i zarządzaniu projektami. Zaprezentowana charakterystyka oprogramowania MS Project 2003 i Pertmaster Project Risk 7.6 skupiona jest na analizie ryzyka. Algorytm, jakim się te programy posługują, oparty jest na regułach heurystycznych. Dlatego też efektywność tego algorytmu nie jest jeszcze do końca poznana (Połowski 2005).

Literatura

BOGUSZ W. 2004: Zastosowanie programów komputerowych Microsoft Project i Pertmaster do budowy harmonogramów obiektów inżynierskich. Praca magisterska. SGGW, Warszawa.

BOGUSZ W., POŁOWSKI M., PRUSZYŃSKI K. 2006: Analiza możliwości wymiany danych pomiędzy programami MS Project i Pertmaster. Materiały konferencyjne „Technologia i zarządzanie w budownictwie”. *Prace Naukowe Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej* 87: 85–92.

DROZD K., SURMACZ T. 2007: Narzędzia informatyczne w liniowym i nieliniowym zarządzaniu projektami – MS Project i MindManager. Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów.

POŁOWSKI M. 2005: Rozkład czasu trwania czynności a termin zakończenia przedsięwzięcia z uwzględnieniem elementów analizy ryzyka. *ACTA Scientiarum Polonorum, Architectura* 4(2): 95–106.

POŁOWSKI M., BOGUSZ W. 2005: Analiza zasobów przedsięwzięcia inżynierskiego w harmonogramie sieciowym na podstawie programu Pertmaster Professional+Risk. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 2: 126–133.

POŁOWSKI M., PRUSZYŃSKI K. 2006: Problematyka ryzyka w projektowaniu realizacji robót budowlanych. *Przegląd Budowlany* 11.

Summary

Computer systems supporting risk analysis in the building process. The article introduces latest solutions of building realization, probabilistic approach to the planning of engineering enterprises depending on time and resources. The main part of the article was focused on computer software of the project's management with regard of the risk elements. The most appropriate software was elaborated in this article: MS Project and Pertmaster.

Author's address:

Wojciech Bogusz
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Zakład Technologii i Organizacji Robót Inżynierskich
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
e-mail: wojciech_bogusz@sggw.pl