

Mieczysław POŁOŃSKI, Wojciech BOGUSZ

Zakład Technologii i Organizacji Robót Inżynierskich SGGW

Technology and Engineering Management Division WAU

Analiza zasobów przedsięwzięcia inżynierskiego w harmonogramie sieciowym na podstawie programu Pertmaster Professional +Risk

Resource analysis of the schedule of engineering work applying of the Pertmaster Professional +Risk computer application

Słowa kluczowe: Pertmaster, harmonogram, harmonogram sieciowy, analiza zasobów, zarządzanie projektem

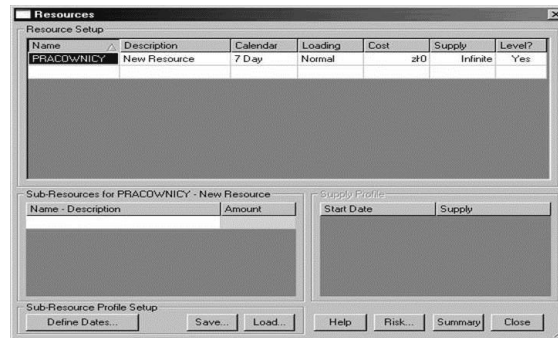
Key words: Pertmaster, schedule, network schedule, resource analysis, project management

Wprowadzenie

Z chwilą wprowadzenia harmonogramów sieciowych do praktyki inżynierskiej szybko stwierdzono, że oprócz analizy czasu konieczne jest wprowadzenie powiązania terminów wykonania poszczególnych czynności z dostępnością zasobów, zużywanych w trakcie wykonania planowanych prac [Połowski 1985]. W związku z tym podjęto badania nad poszukiwaniem algorytmu analizy środków, pozwalającego na połączenie okresu realizacji wszystkich czynności harmonogramu sieciowego z posiadanymi zasobami, przy zachowaniu ograniczeń technologiczno-organizacyjne zawartych w sieci zależności i terminach dyrektywnych czynności [Połowski 1995]. Jednak problem analizy zasobów pozostał zagadnieniem bardzo złożonym [Połowski 2003]. Dotychczas nikomu nie udało się opracować efektywnego algorytmu rozwiązania tego zagadnienia, a te, które istnieją są na tyle ogólne i ograniczone tak dużą liczbą założeń, że nie znajdują zastosowania przy rozwiązywaniu wielu praktycznych problemów. W związku z tym opracowano szereg algorytmów heurystycznych, które nie zapewniają co prawda rozwiązania optymalnego ze względu na przyjęte kryterium, jednak pozwalają na modelowanie realizacji dowolnego przedsięwzięcia z uwzględnieniem wielu wymaganych ograniczeń [Połowski 1994a]. Jednym z programów, który umożliwia wykonanie analizy zasobów jest program Pertmaster [Połowski, Bogusz 2005].

Deklarowanie informacji o zasobach i definiowanie ich dostępności

Do realizacji każdego przedsięwzięcia niezbędne są środki, które posłużą do wykonania danego zadania, takie jak np. pracownicy, sprzęt lub materiały. W programie Pertmaster wszystkie te elementy zostały potraktowane jako zasoby [Bogusz 2004]. Lista zasobów nie jest ograniczona i może podlegać edycji w trakcie dalszej analizy harmonogramu.



Rys. 1. Okno definiowania zasobów

Fig. 1. The resources view.

Ze względu na specyfikę różnych zasobów, można zdefiniować dla każdego z nich odrębne kalendarze.

W programie Pertmaster istnieje możliwość przydzielania zasobów jako: normal, spread, front, i back. Normalne przydzielenie zasobu oznacza, że każdego dnia jest on przyporządkowany do zadania w tej samej ilości, a więc przedłużenie wykonania czynności wpłynie na zwiększenie zużycia tego zasobu. Zasoby z przydzieleniem spread (rozłożonym), pozwalają na przypisanie danego zasobu do zadania w stałej ilości, niezależnie od czasu trwania tej czynności. Zasoby przypisane do zadania jako front, zostaną przydzielone na początku realizacji tego zadania, natomiast przypisane jako Back, zostaną przydzielone w ostatnim dniu realizowanego zadania. Zasobem przypisanym jako normal może być np. liczba robotników, która będzie potrzebna do realizacji danego zadania każdego dnia trwania czynności. Natomiast zasobem przypisanym w sposób rozłożony, może być np. farba lub piasek. Niezależnie od czasu trwania danej czynności zawsze do realizacji tego zadania będzie zużyta taka sama ilość materiału, np. na pomalowanie jednego pomieszczenia zużyta będzie zawsze taka sama ilość farby niezależnie od czasu trwania tej czynności. Do zmiany sposobu przypisywania zasobu do czynności, służy okno zasobów, w którym przy wybranym zasobie w kolumnie Loading należy ustawić żądany typ.

W oknie informacji o zasobach, w kolumnie Supply, definiuje się jak wiele zasobów jest dostępnych w trakcie realizacji robót. Wszystkie środki zdefiniowane jako materiały mają nieograniczoną dostępność (Infinite), ponieważ w każdej chwili można z nich skorzystać, a w

razie potrzeby kupić dodatkowe ilości. Pracownicy, stanowią ograniczony zasób, dlatego w kolumnie Supply wpisuje się konkretną wartość dostępności. Często w trakcie realizacji inwestycji konieczne jest zadeklarowanie zmiany tej wartości. Można to uwzględnić, wprowadzając informacje o dostępności w określonych przedziałach czasowych, tzn. zadeklarować dostępność złożoną. Dokonuje się tego w oknie, w którym wprowadzane są wszystkie informacje o środkach, wskazując zasób, którego to dotyczy. W kolumnie Supply po wybraniu opcji Profile można wprowadzić informacje o zmiennej dostępności, wpisując daty, od kiedy następuje zmiana oraz poziom dostępności środka w deklarowanym okresie.

W tym samym oknie, można wprowadzić informacje dotyczące kosztów wykorzystania poszczególnych środków. Program Pertmaster można skonfigurować tak, aby koszt ten był podawany w złotych. Wyliczenia kosztów zużycia danego materiału, uzależnione są od zdefiniowanej podstawowej jednostki czasu w projekcie. Program pozwala zdefiniować z ilu części ma się składać dzień roboczy, oraz jak długo ma trwać każda z tych części. Jeżeli przykładowo zostanie zdefiniowane, że dzień składa się tylko z jednej części, która trwa 8 godzin, wtedy podana stawka będzie stawką za dzień pracy robotnika, czyli tzw. dniówką. Jeśli natomiast zostanie określone, że każdy dzień składa się z ośmiu części, a każda z nich będzie trwać godzinę, wtedy pracownicy rozliczani będą wg wypracowanych godzin. W celu ułatwienia analiz przy obliczaniu kosztów użycia każdego materiału, w zestawieniach można dodać kolumnę kosztów całkowitych (Total cost), w której podawane będą łączne koszty użycia danego środka w wybranym przedziale czasu.

Przydzielanie zasobów do zadań.

Po zdefiniowaniu listy analizowanych zasobów można przystąpić do przydzielania wymaganych zasobów oraz ich ilości do odpowiednich zadań. Niestety w trakcie przydzielania zasobów do zadań, nie ma możliwości zdefiniowania zapotrzebowania złożonego. Istnieje natomiast możliwość rozbicia danej czynności na kilka i przypisania każdej z nich zasobu z niezbędnym zapotrzebowaniem. Jeżeli w projekcie zadanie zdefiniowane jest do realizacji np. w weekend a przydzielony zasób, pracuje według odrębnego, przypisanego mu kalendarza i nie jest przeznaczony do realizacji w tym czasie, wtedy zadanie takie ma przestój, co oznaczone jest na wykresie szarym paskiem.

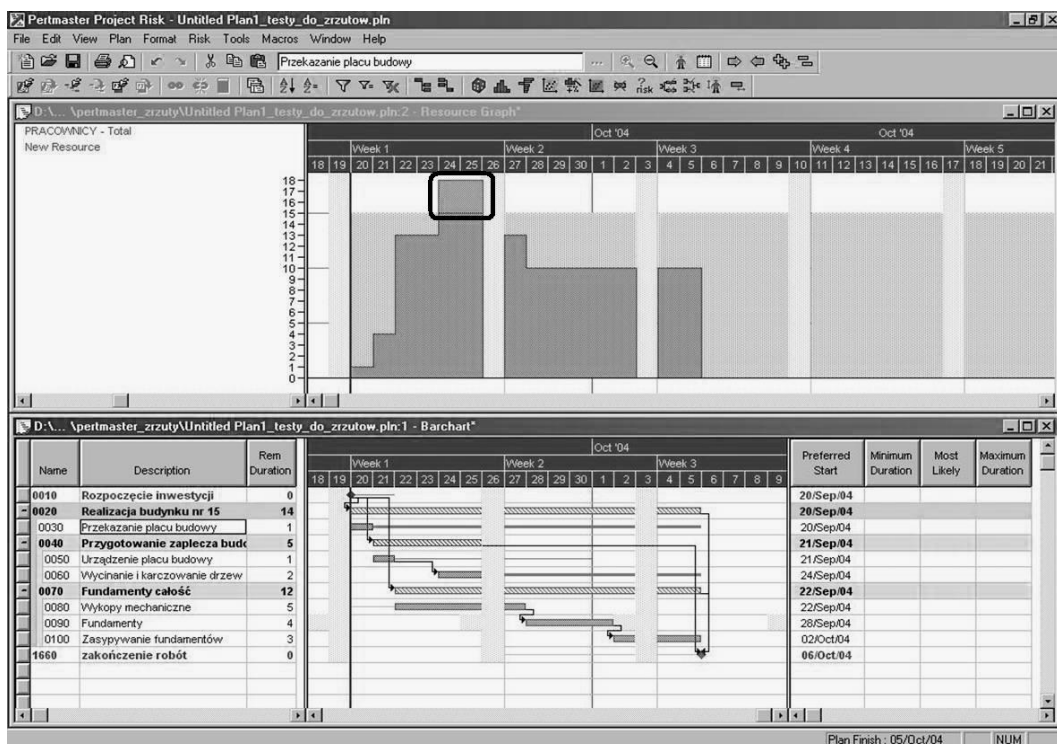
W trakcie przydzielania zasobów, nie ma możliwości rozróżnienia czasu pracy na nadgodziny czy części etatów. Jest to wyraźne ograniczenie programu, ponieważ praktykę taką dość często stosuje się w trakcie prac budowlanych, w szczególności, kiedy następuje opóźnienie w terminach realizacji robót. Można jedynie w ustawieniach czasu pracy zmienić

godziny i ze zwykłej ośmiogodzinnej zmiany roboczej przejść na np. dwunastogodzinną. Nie uwzględnia się jednak wtedy zmiany stawki godzinowej za pracę w nadgodzinach.

Analiza przydzielonych zasobów

Przy projektowaniu przedsięwzięcia budowlanego często zdarzają się sytuacja, że łączne zapotrzebowanie na zasoby, na wszystkich realizowanych w danym dniu czynnościach przewyższa ich dostępność. Można w łatwy sposób kontrolować takie sytuacje używając do tego celu widoku Resource Graph – wykresu zasobów. Wykres ten pozwala prześledzić ile i które zasoby są potrzebne każdego dnia, oraz czy zapotrzebowanie to nie przekracza zaplanowanej dostępności. Do tego celu wygodnie jest uruchomić widok w dwóch oknach.

Na rys. 2 pokazane jest zapotrzebowanie na zasób, oraz jego dostępność. W miejscach, gdzie zapotrzebowanie przekracza dostępność, następuje deficyt oznaczony innym kolorem (na rys. 2 zaznaczono ten obszar czarna ramką). W dolnej części okna pokazano czynności, których realizacja wymaga wykorzystania przeciążonego zasobu.

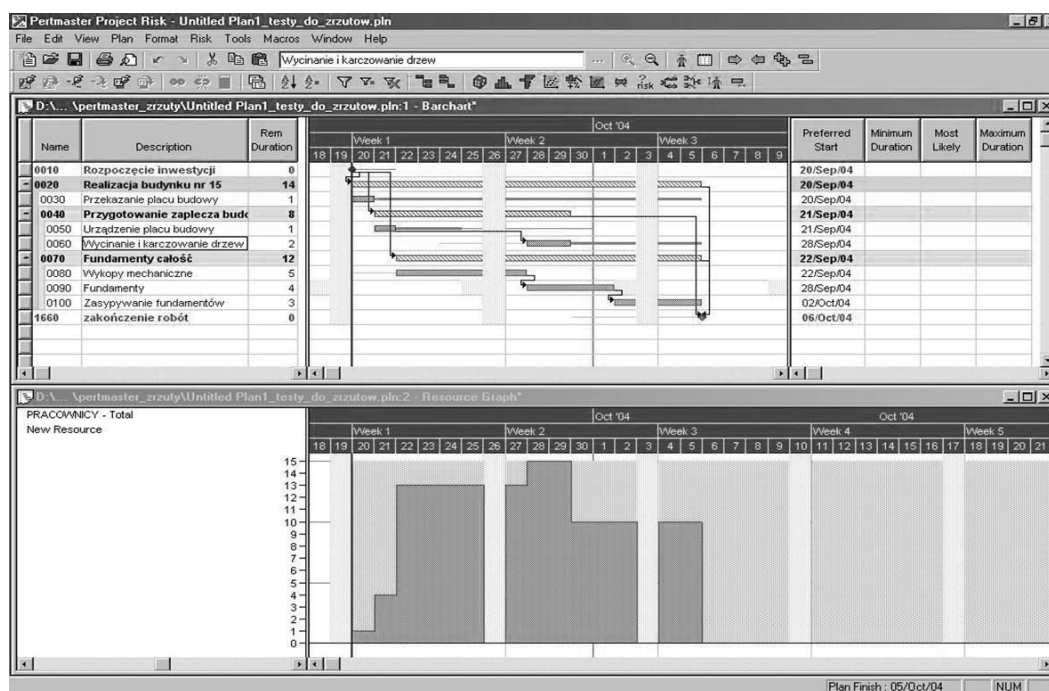


Rys. 2. Widok Barchart i wykres Resources Graph z przekroczoną dostępnością.

Fig. 2. Barchart view and Resources Graph with availability exceeded.

W przypadku przekroczenia dostępności, można temu zapobiec, wprowadzając dodatkowe zasoby, lub wydłużając czas realizacji zadania. Program Pertmaster pozwala wykonać to na dwa sposoby: dokonując ręcznej korekty alokacji zasobów, zmieniając

dostępne środki lub wydłużając czas realizacji zadania i obserwując jak wprowadzone zmiany wpływają na wyniki, bądź wykonać to automatycznie.

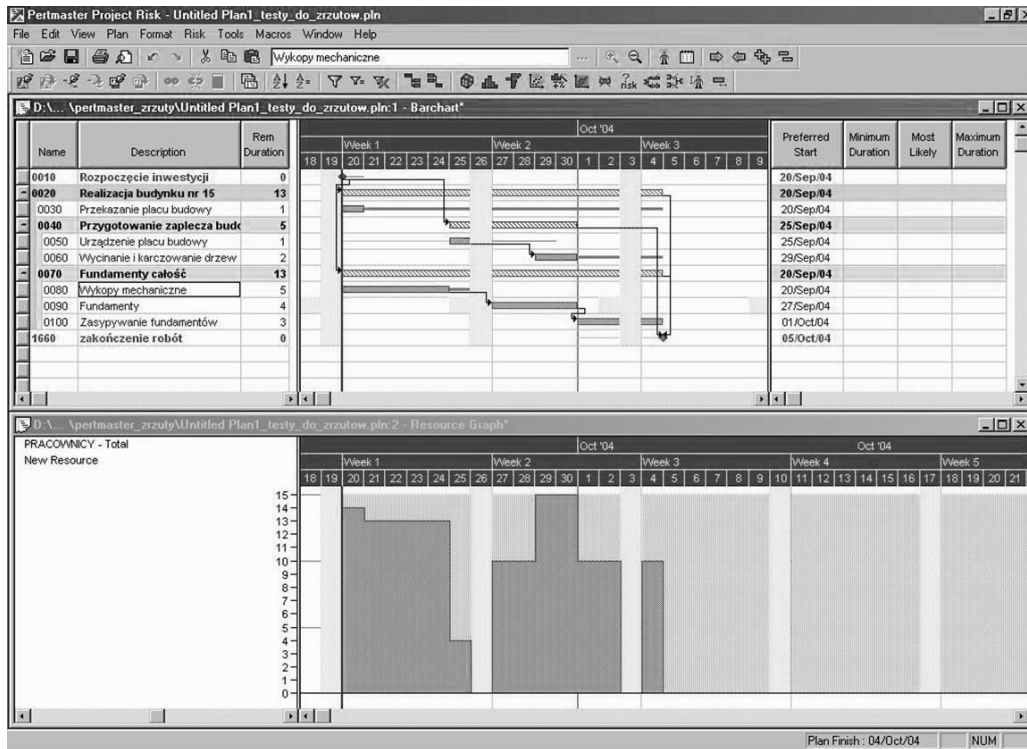


Rys. 3. Okno programu po wprowadzeniu zmian w realizacji projektu.

Fig. 3. The program window after introduction of changes in realization of project

Jak widać na rysunku 3, po wprowadzeniu zmian w terminach realizacji, w trakcie trwania inwestycji nie występuje już przekroczenie w zapotrzebowaniu na analizowany zasób.

Wprowadzenie zmian w terminach realizacji czynności można również powierzyć programowi, co jest znacznie wygodniejsze, szczególnie przy analizowaniu większej ilości zasobów. Ustalone w ten sposób nowe terminy wykonania czynności gwarantują dostępność zasobów bez przekroczenia ich dopuszczalnych poziomów. Wykonując analizę zasobów można wybrać jeden z dwóch priorytetów w dostępie do środków. Priorytety te uzależnione są od zapasów czasu czynności i mogą mieć wpływ na sytuację, kiedy zapotrzebowanie przekracza dostępność danego zasobu. Ciekawą opcją w programie Pertmaster jest również możliwość deklarowania, indywidualnie dla każdej czynności, czy dana czynność może być wykonywana etapami, w ilu etapach oraz określać długości tych etapów. Tego rodzaju możliwości brakuje np. w popularnym programie Microsoft Project.

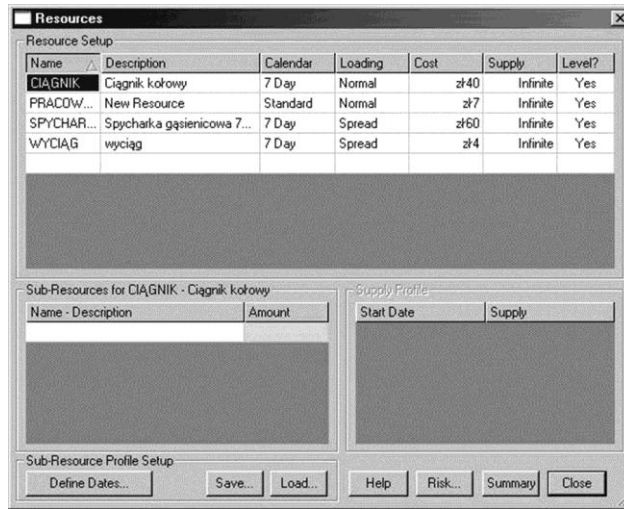


Rys. 4. Widok projektu po zastosowaniu automatycznego wyrównywania zasobów

Fig. 4. The view of project after use the automatic leveling of resources

Analiza kosztów projektu

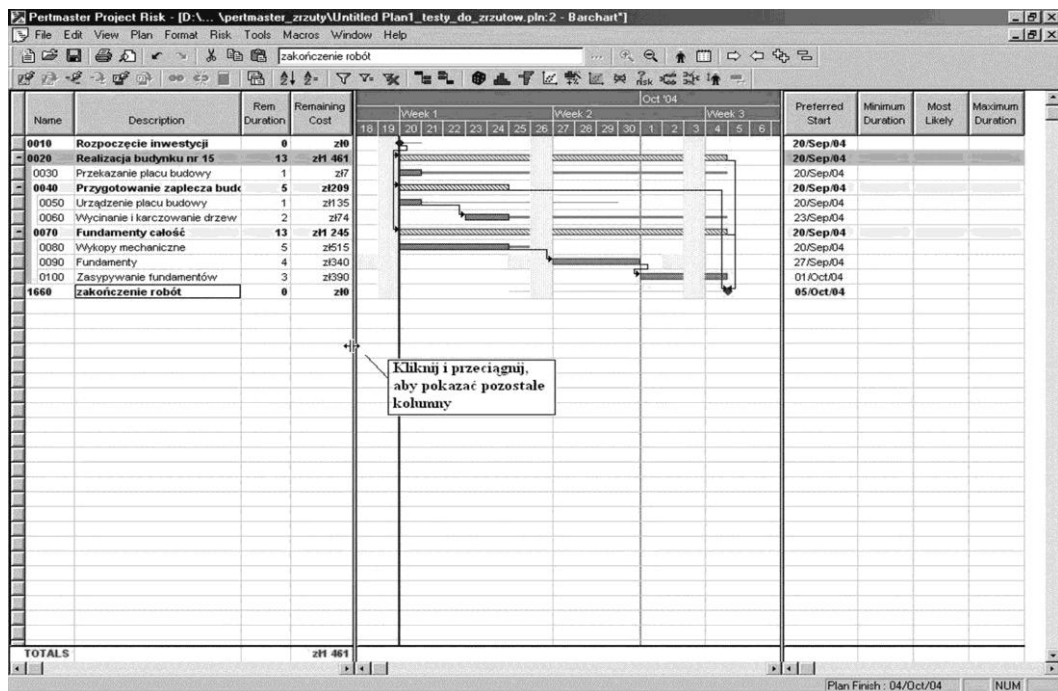
Każdy zasób może mieć zdefiniowany koszt jego użycia. Sposób definiowania kosztów zależy od rodzaju zasobu. W przypadku zasobów przypisywanych jako Normal (np. robotników), koszt użycia będzie naliczany jako iloczyn stawki za godzinę pracy i czasu pracy. W przypadku materiałów (przypisanych jako Spread), niezależnie od czasu trwania danej czynności, ilość przypisanego materiału pozostanie niezmienna a więc i koszt pozostanie stały. Koszt użycia materiałów pozostanie również ten sam w przypadku, kiedy zasoby zdefiniujemy jako Back i Front. Zmieni się jedynie termin naliczania kosztów użycia materiału. W celu zdefiniowania kosztów zasobów, należy wykorzystać okno zasobów wprowadzając odpowiednią wartość w kolumnie Cost.



Rys. 5. Okno informacji o zasobach

Fig. 5. The window with information about resources

W celu śledzenia kosztów w widoku Barchart należy wstawić kolumnę zawierającą informacje o kosztach. Dodatkowo można zaznaczyć opcję, która pozwoli pokazać zsumowane wartości z całej kolumny, czyli całkowite koszty projektu. Widok okna tabeli z kosztami przedstawiono na rys. 6. U dołu kolumny [Remaining Cost] widoczny jest całkowity koszt projektu [Totals].



Rys. 6. Widok okna z kolumną kosztów projektu.

Fig. 6. The view of window with column of project costs

Przykład zastosowania

W celu lepszego rozpoznania opisywanego programu zbudowano i przeanalizowano harmonogram sieciowy opracowany na podstawie dokumentacji projektowej, dotyczącej jednego z najnowszych budynków dydaktycznych SGGW przy ulicy Nowoursynowskiej w Warszawie [Połowski, Bogusz 2005]. Budynek składa się z pięciu kondygnacji o kubaturze prawie 150 tys. m³ i powierzchni użytkowej 28784 m². Harmonogram analizowany za pomocą programu Pertmaster dotyczył prac instalacyjnych. Sieć zależności liczyła 136 czynności, a okres planowanych robót ponad dziewięć miesięcy. Lista analizowanych zasobów liczyła dziesięć pozycji i obejmowała zarówno pracowników jak i materiały. Na ich podstawie wykonano szereg wariantów analizy zasobów modyfikując poziomy dostępności, terminy dostępności poszczególnych zasobów, zapotrzebowanie czynności na środki itp. równocześnie śledząc ich wpływ na termin zakończenia przedsięwzięcia oraz terminy realizacji poszczególnych czynności. Pozwoliło to na wybór rozwiązania, w którym czas trwania inwestycji najbardziej odpowiada wykonawcy z jednoczesnym ograniczeniem kosztów realizacji tego przedsięwzięcia.

Podsumowując należy stwierdzić, że program Pertmaster, jest zaawansowanym narzędziem przeznaczonym dla osób, które dobrze orientują się w tematyce harmonogramów sieciowych i analizie zasobów. Dzięki rozbudowanym opcjom, pozwalającym modyfikować zarówno deklarowane dane do analiz jak i sam ich przebieg prowadzenia, użytkownik może przeanalizować szereg różnych, zmodyfikowanych wariantów wykonania planowanych prac. Z drugiej strony rozbudowane możliwości programu wymagają uwagi w operowaniu nimi oraz uważnego śledzenia wpływu kolejnych modyfikacji na ostateczny wynik obliczeń. Dodatkowym utrudnieniem dla części użytkowników może być angielskojęzyczny interfejs programu.

Podsumowanie

Przedstawiony w artykule program Pertmaster Professional +Risk obejmuje analizą czas wykonania przedsięwzięcia, przydział zasobów do poszczególnych zadań niezbędnych do ich wykonania, ich łączną analizę w świetle zadeklarowanych dostępności oraz analizę kosztów użycia tych zasobów. W zakresie gospodarowania zasobami program umożliwia wykonanie wszystkich niezbędnych analiz wymaganych w codziennej praktyce inżynierskiej. Zarówno sposób deklarowania danych, prowadzenia samych analiz oraz dokumentowania wyników przeprowadzonych obliczeń nie sprawia większych problemów. Pewnym ograniczeniem programu jest brak możliwości deklarowania zapotrzebowania złożonego oraz

pracy w nadgodzinach. Oczywiście, jak w każdym dużym programie przed wykonaniem większego projektu trzeba dobrze rozpoznać sam program i jego możliwości obliczeniowe. Użytkownikowi zaznajomionemu z podstawowymi zasadami harmonogramów sieciowych, a w szczególności wykonywania analizy zasobów nie powinno to jednak przysporzyć większych kłopotów. Ponieważ algorytm wykonania tej analizy, tak jak w innych tego typu programach, oparty jest regułach heurystycznych otwarte pozostaje pytanie o efektywność tego algorytmu [Połowski 1994b]. Problem ten autorzy mają zamiar włączyć do swoich badań w najbliższej przyszłości.

Literatura

BOGUSZ W. 2004: Zastosowanie programów komputerowych Microsoft Project i Pertmaster do budowy harmonogramów obiektów inżynierskich. Maszynopis pracy magisterskiej. SGGW str. 68-71.

POŁOŃSKI M., 1985: Planowanie realizacji inwestycji melioracyjnych w funkcji czasu i środków na podstawie harmonogramów sieciowych, SGGW. Rozprawa doktorska str. 184 str. 76-79.

POŁOŃSKI M. 1994a: Ocena efektywności algorytmów analizy środków w systemach Project 3.0, Time Line 5.0 i PRIM. Materiały z I konferencji naukowej "Wspomaganie komputerowe w zarządzaniu" Politechnika Świętokrzyska, Kielce 5-7 wrzesień 1994 str. 71-75.

POŁOŃSKI M., 1994b: Poszukiwanie kryteriów oceny wyników analizy środków w harmonogramach sieciowych. Przegląd Naukowy Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska, z. 6, SGGW, str. 129-136.

POŁOŃSKI M. 1995: Planowanie realizacji inwestycji melioracyjnych w funkcji czasu i środków na podstawie harmonogramów sieciowych. Wydawnictwo SGGW str. 46-48.

POŁOŃSKI M., 2003: Poszukiwanie maksymalnej liczby terminów wykonania czynności w harmonogramach sieciowych. Acta Scientiarum Polonorum Architectura 2 (1) 2003 str. 79-87

POŁOŃSKI M., BOGUSZ W., 2005: Zastosowanie programu Pertmaster Professional +Risk do analiza czasu harmonogramu robót inżynierskich. Przegląd Naukowy Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska, z. 31, SGGW.

Summary

Resource analysis of the schedule of engineering work applying of the Pertmaster Professional +Risk computer application. The correct analysis requires the schedule of the

realization of the project to carry the analysis of resources out. The method of defining and lead of counts of network schedules with resources limited in conditions was given in the article on the basis of the Pertmaster Professional +Risk application. The method of determining the list resources, the chance to define data about every resource and determining availability of the resource in the time was given. Special remark they turned to defining of the expense of usage of every resource in project. Then the method of allocating resources to the activity and the possibility to execute how many variations of the analysis of the schedule was given. Lead of the analysis of resources limited in conditions was described.

Author's address:
M. Połośki, W. Bogusz
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Katedra Geionżynierii
02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166
Poland
Email: mieczyslaw_polonski@sggw.pl

Streszczenie

Poprawna analiza harmonogramu realizacji przedsięwzięcia wymaga przeprowadzenia analizy zasobów. W artykule podano sposób definiowania i projektowania harmonogramów sieciowych w warunkach ograniczonych zasobów na podstawie programu Pertmaster Professional +Risk. Podano sposób określania listy analizowanych zasobów, możliwości definiowania danych o każdym zasobie, ustalania dostępności zasobu w czasie. Szczególną uwagę zwrócono na sposób definiowania kosztu użycia każdego zasobu. Następnie podano sposób przydzielania zasobów do czynności oraz możliwości wykonania wielowariantowej analizy harmonogramu.