

Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa  
Warsztaty Inżynierów Budownictwa  
**PROBLEMY PRZYGOTOWANIA I REALIZACJI  
INWESTYCJI BUDOWLANYCH**  
Puławy 22-24.10.2008

---

**STOSOWANIE ROZSZERZONYCH TYPÓW RELACJI W  
HARMONOGRAMACH PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH**

*Mieczysław Połoński<sup>1</sup>  
Kamil Pruszyński<sup>2</sup>*

**STRESZCZENIE**

W pracy przedstawiono wpływ stosowania typów relacji pomiędzy zadaniami w harmonogramie budowlanym (standardowych ZR i rozszerzonych RR i ZZ) na układ czynności w harmonogramie Gantta, termin końcowy oraz przebieg ścieżki krytycznej w przedsięwzięciu. Do analizy wykorzystano najbardziej rozpowszechniony w Polsce program do zarządzania projektami MS Project. Zamieszczono szereg przykładów pokazujących efekty wywołane stosowaniem relacji RR i ZZ na układ czynności i przebiegu ścieżki krytycznej. Zwrócono szczególną uwagę na konsekwencje stosowania tego typu relacji na zmiany w harmonogramie podczas przyszłej jego aktualizacji.

**1. WPROWADZENIE**

W czasach, kiedy komputery wkraczają do coraz to nowszych obszarów życia, warto zastanowić się nad efektami ich pracy. Zauważa się bowiem tendencję bezgranicznego zawierzenia użytkowników w poprawność wykonywanych przez maszyny obliczeń. Jednak coraz bardziej złożone algorytmy i rozbudowane możliwości poszczególnych programów z jednej strony umożliwiają prowadzenie zaawansowanych analiz, z drugiej jednak wymagają dobrego przygotowania i zrozumienia założeń i reguł, które legły u podstaw danego programu oraz wpływu licznych opcji na ostateczny wynik obliczeń. W przeciwnym razie niewprawy użytkownik może być zaskakiwany niespodziewanymi efektami wykonywanych obliczeń lub co gorzej nawet ich nie zauważyć.

Planowanie przedsięwzięć budowlanych, jako dziedzina inżynierii procesów budowlanych stanowi bardzo istotny element całego procesu przygotowania dokumentacji projektowej [2]. Na rynku dostępnych jest szereg aplikacji do zarządzania przedsięwzięciami, w tym także do zarządzania projektami budowlanymi. Istnieje szereg mniej lub bardziej rozbudowanych programów komputerowych, dedykowanych przedsięwzięciom inżynierskim lub dotyczących generalnie zarządzania projektami, które ułatwiają uzyskanie pełnego obrazu realizowanego przedsięwzięcia i w szybki sposób pozwalają planować i na bieżąco kontrolować, a tym samym zarządzać projektami. Programy te (lub ich całe pakiety) to m. in.: Primavera, PowerProject Teamplan, TurboProject, ConceptDraw PROJECT czy też Pertmaster i bodaj najbardziej znany w Polsce MS Project [4,1].

W referacie, zastosowano program MS Project 2003. Został on stworzony do zarządzania różnego rodzaju przedsięwzięciami. Na szeroką skalę jest on wykorzystywany do tworzenia projektów z branży informatycznej, telekomunikacyjnej czy ekonomicznej, jak również do sprawniejszego zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi.

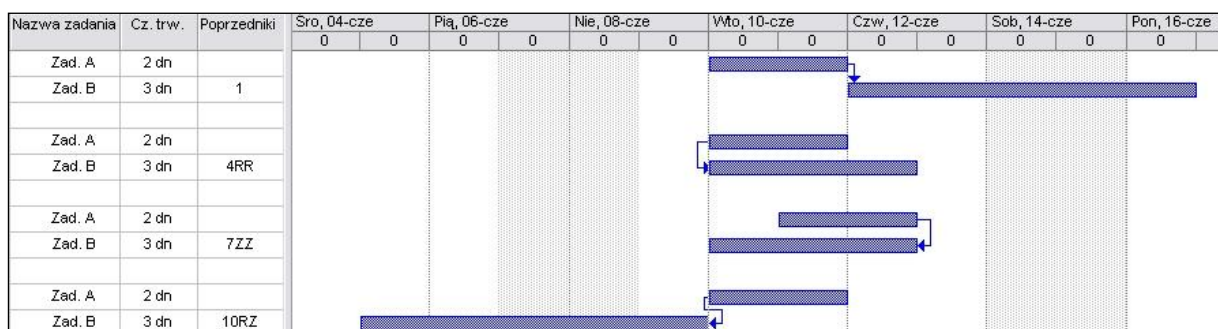
---

<sup>1</sup> dr hab. inż., prof. nadzw. SGGW, Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska SGGW Warszawa

<sup>2</sup> mgr inż., Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska SGGW Warszawa

## 2. STANDARDOWA RELACJA ZR A RELACJE ROZSZERZONE

Historycznie pierwsze sieci zależności były konstruowane na podstawie tzw. sieci dwupunktowych, w których czynności reprezentowały strzałki a zdarzenia pomiędzy nimi oznaczały fakt ich zakończenia lub rozpoczęcia. Taki sposób notacji dopuszczał tylko jeden typ relacji pomiędzy dwoma następującymi po sobie czynnościami (rozdzielonymi zdarzeniem): całkowite zakończenie poprzednika umożliwiało rozpoczęcie następnika. Ten typ relacji oznaczono jako tzw. ZR (zakończenie - rozpoczęcie). Z chwilą opracowania założeń tzw. metody jednopunktowej, w której czynność reprezentuje prostokątny blok a strzałka relację zachodzącą pomiędzy łączonymi zadaniami, wprowadzono trzy dodatkowe typy relacji. Oprócz standardowej relacji ZR przeniesionej z sieci dwupunktowych wprowadzono relacje: rozpoczęcie - rozpoczęcie (tzw RR), zakończenie - zakończenie (tzw ZZ) oraz rozpoczęcie - zakończenie (tzw RZ). Poniżej (rysunek 1) przedstawiono zrzut ekranu z programu MS Project, obrazujący cztery wymienione typy powiązań między zadaniami w sieciach jednopunktowych umożliwiające odwzorowanie określonych uwarunkowań technologiczno-organizacyjnych realizowanego projektu [1].



Rys. 1. Schematy czterech istniejących typów relacji pomiędzy zadaniami w programie MS Project

Na rysunku 1a przedstawiono standardowe połączenie pomiędzy zadaniami typu zakończenie-rozpoczęcie (ZR), tzn. zakończenie poprzednika (Zad. A) warunkuje rozpoczęcie następnika (Zad. B). Przykłady takiej zależności można mnożyć, np. kiedy zostanie wymurowana ściana, to dopiero wówczas można ją otynkować lub kiedy zostaną wykonane ściany, to dopiero można rozpocząć roboty dachowe.

Kolejne rysunki obrazują relacje rozszerzone. Rysunek 1b przedstawia relację typu rozpoczęcie-rozpoczęcie (RR), gdzie rozpoczęcie poprzednika (Zad. A) warunkuje rozpoczęcie następnika (Zad. B). Dla przykładu rozpoczęcie wykopu fundamentowego (Zad. A) oznacza rozpoczęcie wywozu gruntu z tego wykopu (Zad. B). Należy zwrócić uwagę, że wbrew temu co sugeruje nazwa połączenia, następnik nie musi rozpoczynać się równocześnie z poprzednikiem a jedynie nie może zaczynać się wcześniej niż poprzednik, co oznacza, że może rozpoczynać się równocześnie lub później niż poprzednik. Ostateczny termin, w którym zostanie zaplanowany następnik wynika z układu połączeń z innymi zadaniami oraz domyślnie przyjętej zasady planowania czynności możliwie jak najwcześniej. Niestety, w różnych materiałach (nawet na stronach pomocy do programu MS Project - rys. 2) można spotkać inną interpretację tego typu połączenia, która może wprowadzić użytkownika w błąd.

Rysunek 1c obrazuje relację zakończenie-zakończenie (ZZ), czyli że zakończenie poprzednika (Zad. A) jest warunkiem zakończenia następnika (Zad. B). Przygotowanie instalacji do wykonania próby szczelności (Zad. B.) nie zostanie zakończone, dopóki nie zostanie całkowicie wykonany montaż elementów instalacji (Zad. A).

Rys. 2. Opis relacji pomiędzy zadaniami na stronie pomocy on line programu MS Project

Relacja ZZ nie oznacza konieczności zakończenia następnika równocześnie z poprzednikiem a jedynie konieczność zakończenia następnika nie wcześniej niż zakończenie poprzednika. Kilka wybranych przykładów relacji RR i ZZ przedstawiono na rysunku 3. Na tak prostych przykładach nie trudno jest zauważyć konsekwencje zastosowanych relacji, jednak w przypadku dużych i złożonych sieci dostrzeżenie wszystkich powiązanych wzajemnie zależności nie jest wcale takie proste.

a)

Nazwa zadania	Cz. trw.	Rozp.	Zak.	Poprzedniki	i-02	07-kwi-09	07-kwi-16	07
					S C P S N	P W S C P S N	P W S C P S N	P
1 Cały projekt	7 dn	2007-04-12	2007-04-20					
2 A	5 dn	2007-04-12	2007-04-18					
3 B	3 dn	2007-04-12	2007-04-16	2RR				
4 C	4 dn	2007-04-17	2007-04-20	3;2ZZ				

b)

Nazwa zadania	Cz. trw.	Rozp.	Zak.	Poprzedniki	i-02	07-kwi-09	07-kwi-16	07-kwi-23
					S C P S N	P W S C P S N	P W S C P S N	P W S C
1 Cały projekt	9 dn	2007-04-12	2007-04-24					
2 A	5 dn	2007-04-12	2007-04-18					
3 B	3 dn	2007-04-16	2007-04-18	2ZZ				
4 C	4 dn	2007-04-19	2007-04-24	3				
5 D	3 dn	2007-04-20	2007-04-24	3ZZ;4ZZ				

c)

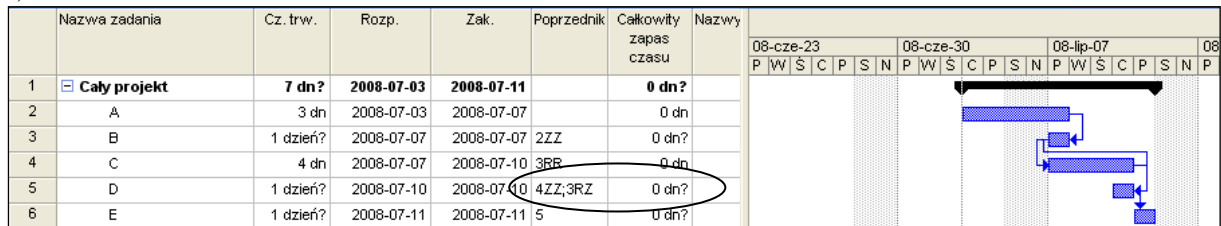
Nazwa zadania	Cz. trw.	Rozp.	Zak.	Poprzedniki	i-02	07-kwi-09	07-kwi-16	07
					S C P S N	P W S C P S N	P W S C P S N	P
1 Cały projekt	6 dn?	2007-04-12	2007-04-19					
2 A	3 dn	2007-04-12	2007-04-16					
3 B	6 dn	2007-04-12	2007-04-19	2ZZ-20 dn				
4 C	1 dzień?	2007-04-16	2007-04-16	3RR;2ZZ				

Rys. 3. Przykłady układu relacji RR i ZZ pomiędzy zadaniami w harmonogramie Gantta

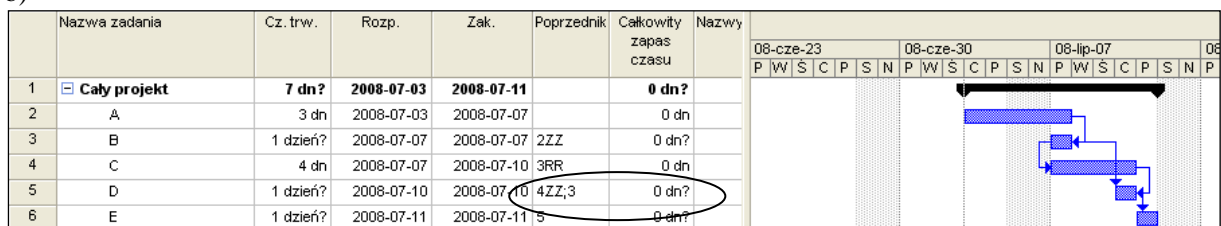
Na rysunku 1d pokazano relację typu rozpoczęcie-zakończenie (RZ), tzn. że rozpoczęcie poprzednika (Zad. A) warunkuje zakończenie następnika (Zad. B). W zamierzeniu, ten typ relacji powinien odwracać kolejność wykonania zadań (najpierw jest wykonywane zadanie B a dopiero potem A jak pokazano na rys 1d), jednak nie zawsze musi on do tego prowadzić. Na rysunku 4 pokazano przykład, gdy pomimo zastosowania relacji RZ następnik (zadanie D)

jest realizowany po poprzedniku (zadanie B). Co ciekawe, zamiana relacji RZ na standardową ZR zupełnie nie zmienia układu czynności. Ponieważ ten typ relacji poza sporadycznością zastosowań (o ile w ogóle istnieją) stwarza w harmonogramie znaczne trudności z interpretacją, dlatego też ta relacja została pominięta przy dalszych analizach.

a)



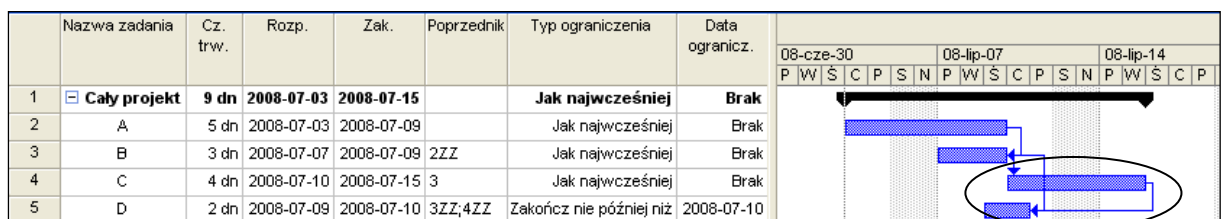
b)



Rys. 4. Przykład relacji RZ, w którym poprzednik wykonywany jest przed następnikiem

Analizując wszystkie omówione typy relacji należy zwrócić uwagę, że następnik zawsze podporządkowuje się poprzednikowi. Ma to zasadnicze znaczenie przy obliczaniu terminów wykonania czynności, ale tak naprawdę istota tej reguły zaczyna odgrywać zasadniczą rolę z chwilą przejścia do etapu realizacji projektu i jego aktualizacji. Zagadnienie to zostanie omówione w dalszej części artykułu.

Terminy wykonania czynności w harmonogramie Gantta wynikają nie tylko z relacji pomiędzy zadaniami, lecz również innych ograniczeń np. terminów dyrektywnych. Może to prowadzić do zaburzenia założonych relacji jak pokazano na rysunku 5. Jednak w tym wypadku program generuje odpowiedni komunikat, pozostawiając ostateczną decyzję użytkownikowi (rys. 6).

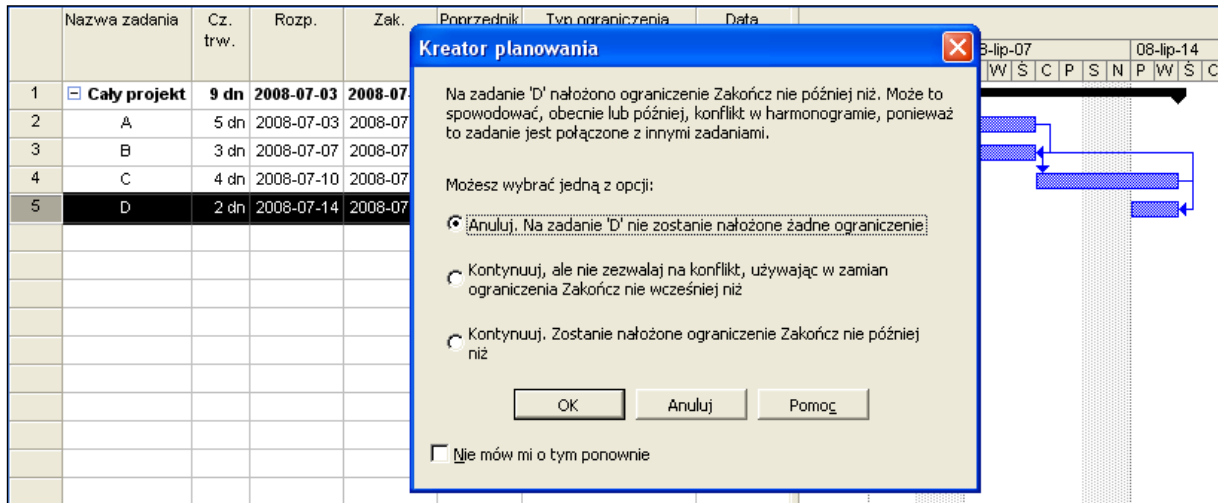


Rys. 5. Przykład braku zachowania relacji ZZ wymuszonej terminem dyrektywnym

Poza wyżej wymienionymi powiązaniem zadań istnieje także możliwość zastosowania na każdej relacji przyspieszeń bądź opóźnień. Analogicznie do wcześniejszego opisu poszczególne zadania (następniki) mogą być bądź przyspieszane (tzw. zwłoka ujemna) bądź opóźniane (tzw. zwłoka dodatnia) w stosunku do poprzednika. Ma to na celu pełniejsze odzwierciedlenie stosowanych powiązań technologiczno-organizacyjnych realizowanego przedsięwzięcia.

Na podstawie analizy dostępnych autorom harmonogramów obiektów budowlanych oraz w toku dalszych badań, jakie zostały przeprowadzone z wykorzystaniem programu MS Project 2003 stwierdzono, iż sposób budowy sieci zależności i użycie określonych relacji między zadaniami stanowi bardzo ważny element rzutujący bezpośrednio na obliczone terminy realizacji czynności, przebieg ścieżki krytycznej oraz końcowy termin realizacji

robót, nabierający szczególnego znaczenia w momencie aktualizacji realizowanego harmonogramu.



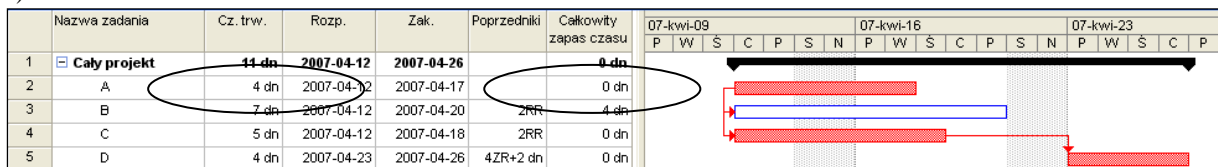
Rys. 6. Przykład komunikatu ostrzegającego przed konfliktem terminów wynikających z wprowadzanych relacji i/lub terminów dyrektywnych

### 3. PRZEBIEG ŚCIEŻKI KRYTYCZNEJ A TYPY RELACJI

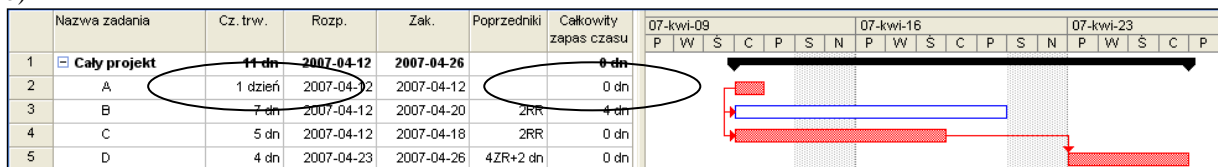
Analizując układ ścieżki krytycznej w sieci zależności, należy najpierw zdefiniować, co pod tym pojęciem rozumiemy. W sieciach dwupunktowych, bez zdefiniowanych terminów dyrektywnych, ścieżką krytyczną nazywano „nieprzerwany ciąg czynności od zdarzenia początkowego do zdarzenia końcowego sieci o zapasach całkowitych równych zero” [3]. Opóźnienie dowolnej czynności z tego ciągu prowadziło zawsze do wydłużenia realizacji całego przedsięwzięcia. Podobnie, choć mniej precyzyjnie, pojęcie to jest zdefiniowane w pomocy programu MS Project: „ścieżka krytyczna to seria zadań (lub nawet pojedyncze zadanie), które muszą być wykonane zgodnie z harmonogramem, aby projekt został zakończony zgodnie z harmonogramem; jeśli zadanie krytyczne zostanie opóźnione, data zakończenia projektu również może się opóźnić”.

Niestety, wprowadzając do struktury sieci relacje typu RR lub ZZ definicje te przestają być aktualne. Przede wszystkim, skrócenie (opóźnienie) czynności krytycznej, tzn. posiadającej zapas całkowity czasu równy zero (przy czym MS Project rozróżnia tylko jeden typ zapasu całkowitego w przeciwieństwie do programów Pertmaster czy Primavera), nie musi prowadzić do skrócenia (wydłużenia) całego przedsięwzięcia. Ilustrują to np. rysunki 7 i 13.

a)



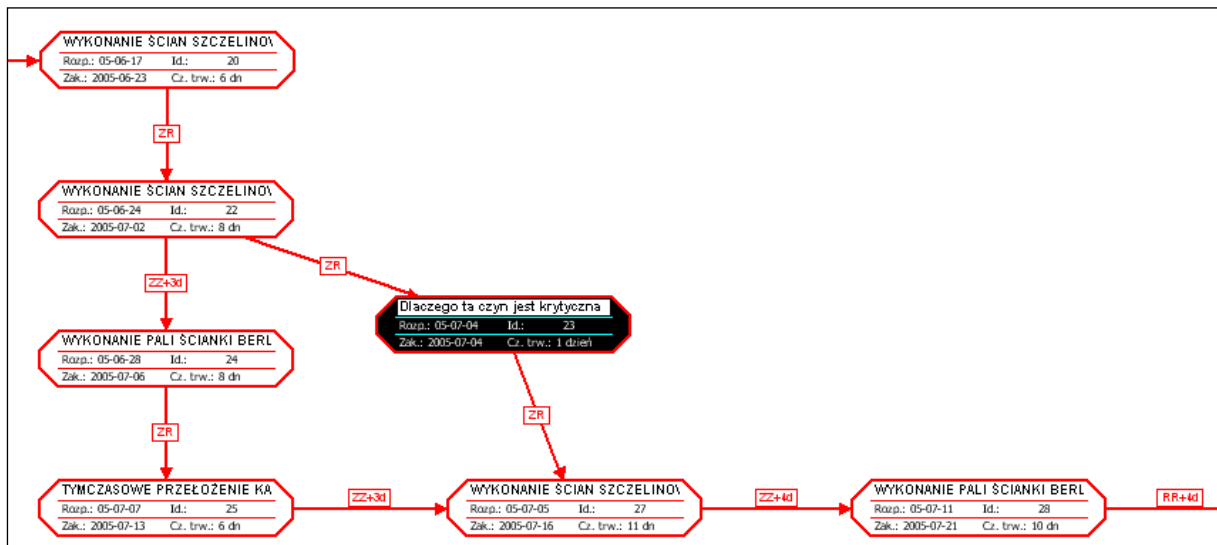
b)



Rys. 7. Przykład skrócenia czasu czynności krytycznej (A) nie rzutujący na termin zakończenia całego przedsięwzięcia

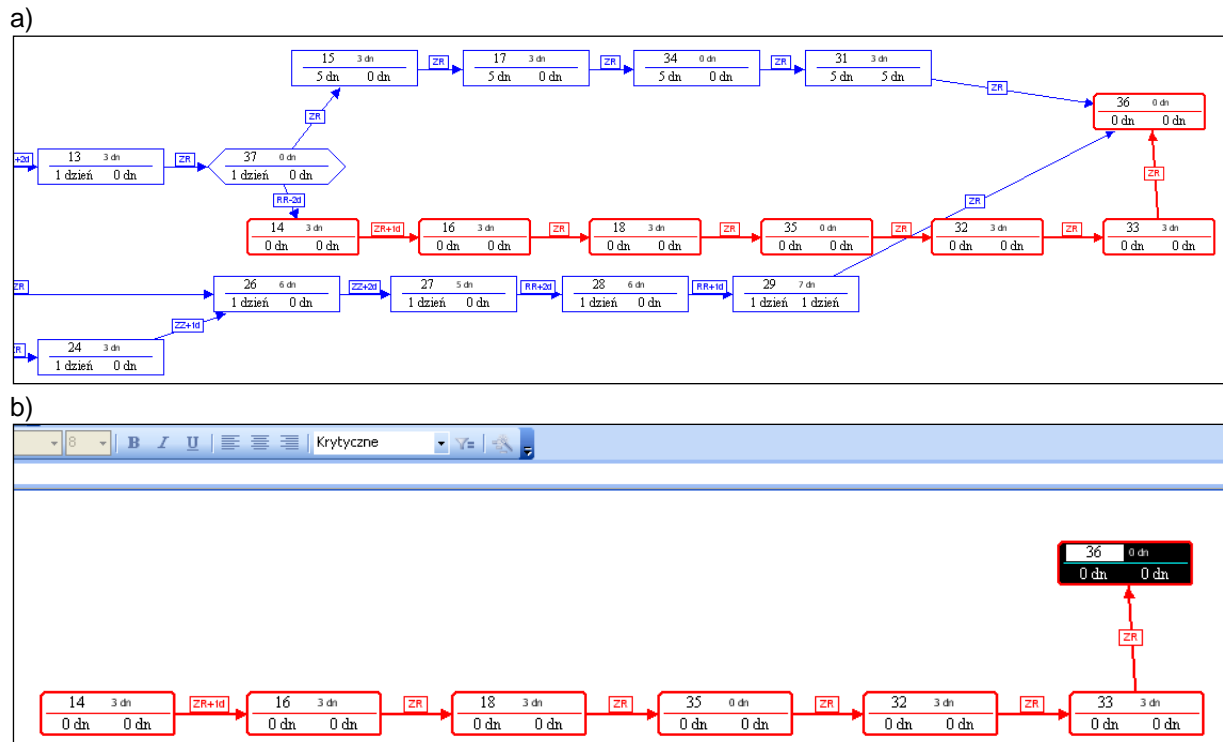
Inny przykład ukazuje rysunek 8, zaczerpnięty z oryginalnego harmonogramu budowlanego. W tym wypadku, może dziwić fakt, że przedstawiony ciąg krytyczny zawiera

również czynność ID=23, która leży na równoległym ciągu z czynnościami ID=24 i ID=25 i posiada znacznie krótszy czas trwania.



Rys. 8. Czy czynność ID=23 rzeczywiście jest krytyczna i w jakim sensie?

W jednym z harmonogramów, w którym użyto dużą liczbę nietypowych relacji napotkano również przerwanie ciągu krytycznego. Na rys. 9a pokazano fragment sieci zależności, a na rys 9b wyfiltrowaną ścieżkę krytyczną. Jak widać pierwsza czynność krytyczna tego fragmentu ścieżki (ID=14) nie jest połączona z pozostałymi czynnościami sieci.



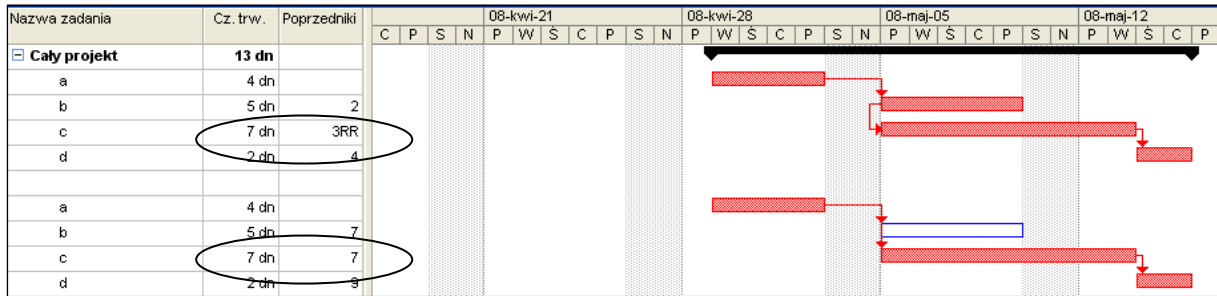
Rys. 9. Przykład fragmentu sieci zależności z przerwą ścieżką krytyczną

Ponieważ trudno jest znaleźć racjonalne wytłumaczenie takiego przebiegu ścieżki krytycznej (nie stosowano żadnych terminów dyrektywnych ani innych opcji, uzasadniających taki układ ścieżki krytycznej), prawdopodobna przyczyna leży po stronie błędnego działania programu MS Project 2003. Jednak wystąpienie takiego przypadku

świadczy o tym, że stosując nawet tak popularny program nie można bezkrytycznie zdawać się na uzyskane wyniki obliczeń, a wybór rozwiązań trudnych do interpretacji podnosi prawdopodobieństwo popełnienia błędu w obliczeniach (przez użytkownika i/lub program).

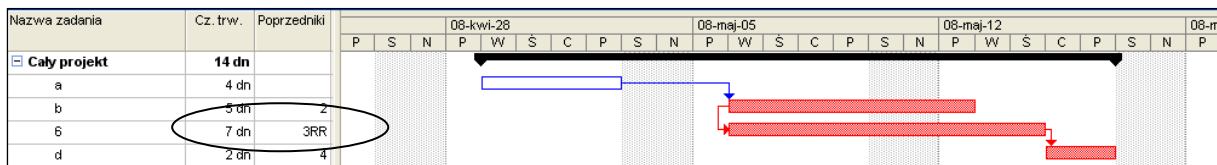
#### 4. TYP RELACJI A AKTUALIZACJA HARMONOGRAMU

Budując sieć zależności należy zwrócić uwagę, że w wielu wypadkach ten sam układ czynności w harmonogramie Gantta można uzyskać stosując różne typy relacji.



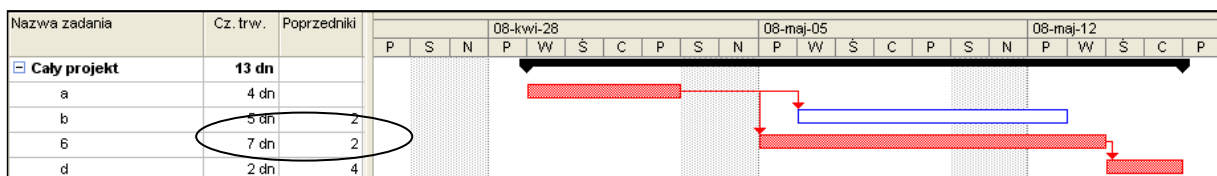
Rys. 10. Dwie wersje połączeń czynności o identycznych planowanych terminach wykonania zadań i różnym przebiegu ścieżki krytycznej (czynności krytyczne zaznaczono na czarno)

Na rysunku 10 przedstawiono dwa rozwiązania, z zastosowaniem relacji RR i bez niej, prowadzące do takich samych terminów wykonania wszystkich czynności. Na pierwszy rzut oka można przyjąć, że zastosowane rozwiązania są równoważne, jednak warto zwrócić uwagę, że program inaczej wyznaczył przebieg ścieżki krytycznej w obu wariantach. Różnice pojawiają się również, z chwilą aktualizacji tych harmonogramów. W przypadku opóźnienia rozpoczęcia czynności B o jeden dzień w harmonogramie z relacją RR opóźnieniu ulega całe przedsięwzięcie (rys. 11). W harmonogramie z relacją ZR przy takim samym opóźnieniu



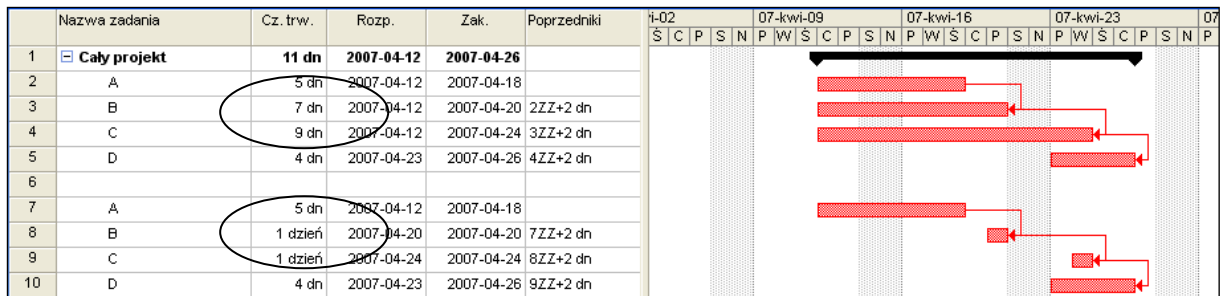
Rys. 11. Harmonogram z relacją RR po opóźnieniu rozpoczęcia czynności B o jeden dzień

czynności B termin zakończenia przedsięwzięcia nie ulega zmianie (rys.12). Użytkownik musi sam świadomie umieć zdecydować, jaki typ relacji zachodzi między zadaniami i rozumieć konsekwencje tego wyboru.



Rys. 12. Harmonogram z relacją ZR po opóźnieniu rozpoczęcia czynności B o jeden dzień

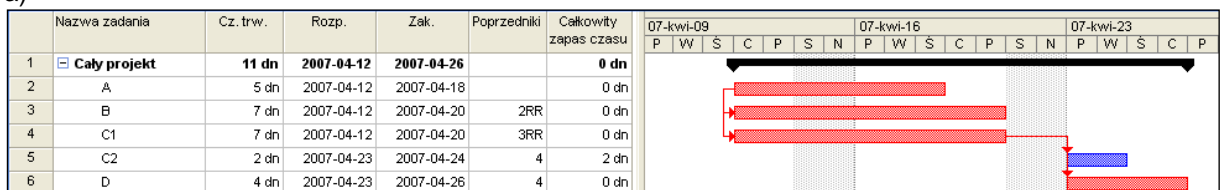
Podobną sytuację ilustruje rysunek 13. Pomimo znacznego skrócenia dwóch czynności leżących na ścieżce krytycznej (w sumie o 14 dni) termin zakończenia przedsięwzięcia nie ulega zmianie.



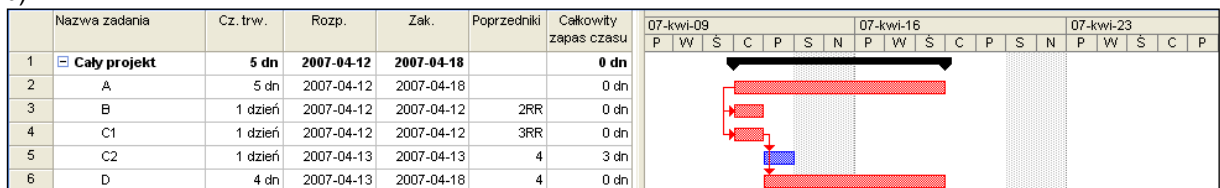
Rys. 13. Przykład braku zmiany terminu zakończenia przedsięwzięcia pomimo skrócenia czynności leżących na ścieżce krytycznej

Jednak wystarczy zmienić typy relacji i zastosować podział czynności C na dwa etapy (C1, C2), aby uzyskać ten sam układ czynności w planowanym harmonogramie Gantta, oraz znaczne skrócenie całego przedsięwzięcia po skróceniu czynności B i C (rys.14).

a)



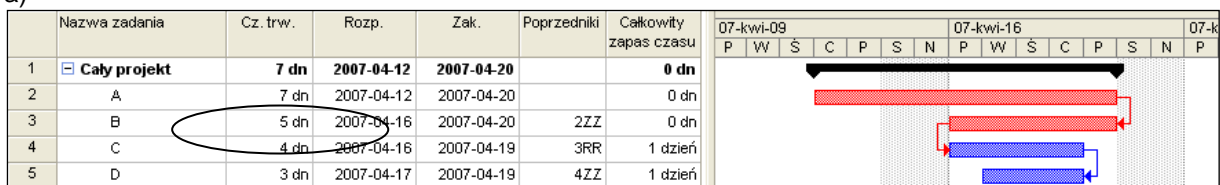
b)



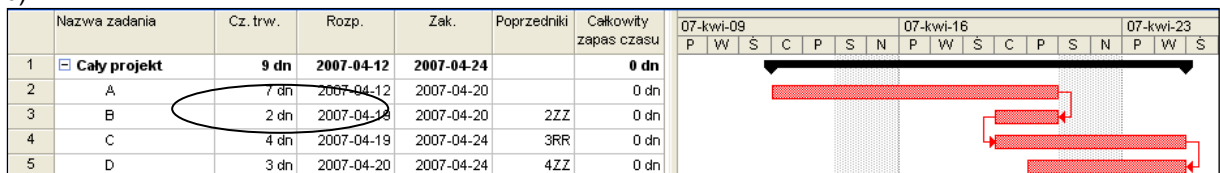
Rys. 14. Przykład skrócenia terminu zakończenia przedsięwzięcia dzięki zmianie typów relacji pomiędzy zadaniami

Jeszcze bardziej interesujący przypadek pokazano na rysunku 15. W tym wypadku skrócenie czynności B leżącej na ścieżce krytycznej z czasu 5 dni (rys. 15a) do 2 dni (rys. 15b) prowadzi do wydłużenia całego przedsięwzięcia z 7 dni do 9 dni!

a)



b)



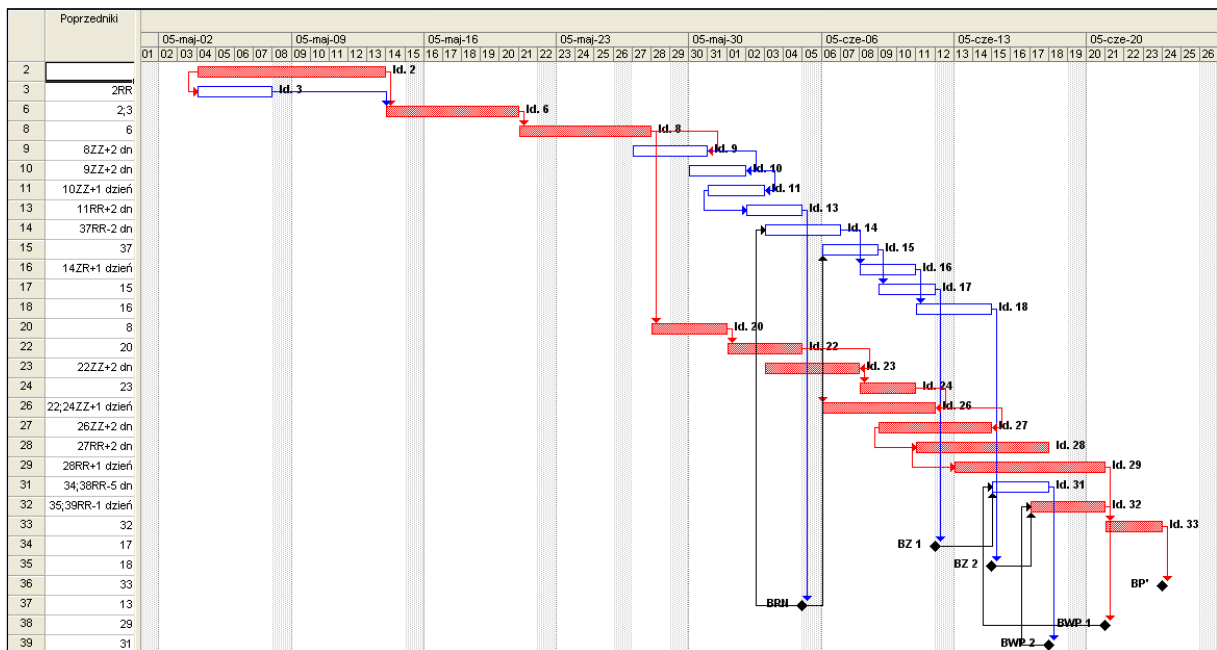
Rys. 15. Przykład wydłużenia terminu zakończenia przedsięwzięcia pomimo skrócenia czynności leżącej na ścieżce krytycznej

Jak dowodzą powyższe przykłady stosowanie nietypowych relacji pomiędzy zadaniami wymaga dobrego rozeznania reguł, jakim one podlegają, jak również ciągłego monitorowania i kontroli obliczeń, czy efekty wprowadzenia zależności między zadaniami są zgodne z oczekiwaniami, i to nie tylko na etapie planowania, ale również dalszej aktualizacji harmonogramu.



## 5. PRZYKŁAD ODWZOROWANIA DOWOLNEJ SIECI ZALEŻNOŚCI W POSTACI SIECI Z RELACJAMI ZR

Jak już napisano, dowolny układ zadań przedstawiony w układzie Gantta a zbudowany z wykorzystaniem relacji RR i ZZ można przedstawić w postaci sieci, w której występują tylko relacje ZR wzbogacone o przyspieszenia i opóźnienia. Na rysunku 16 przedstawiono fragment harmonogramu rzeczywistego obiektu budowlanego [5]. Autorzy projektu budując sieć zależności w znacznym stopniu korzystali z relacji RR i ZZ, bardzo często tworząc ciągi kilku (a nawet kilkunastu) czynności połączonych tymi relacjami. W trakcie analiz tego harmonogramu ujawniły się liczne efekty omawiane powyżej. Termin zakończenia przedsięwzięcia nie reagował na skracanie wybranych czynności krytycznych, ścieżka krytyczna się urywała, wydłużanie niektórych czynności krytycznych nie opóźniało realizacji całego przedsięwzięcia, a cały harmonogram był trudny do interpretacji.



Rys. 16. Widok harmonogramu zbudowanego z wykorzystaniem relacji RR i ZZ

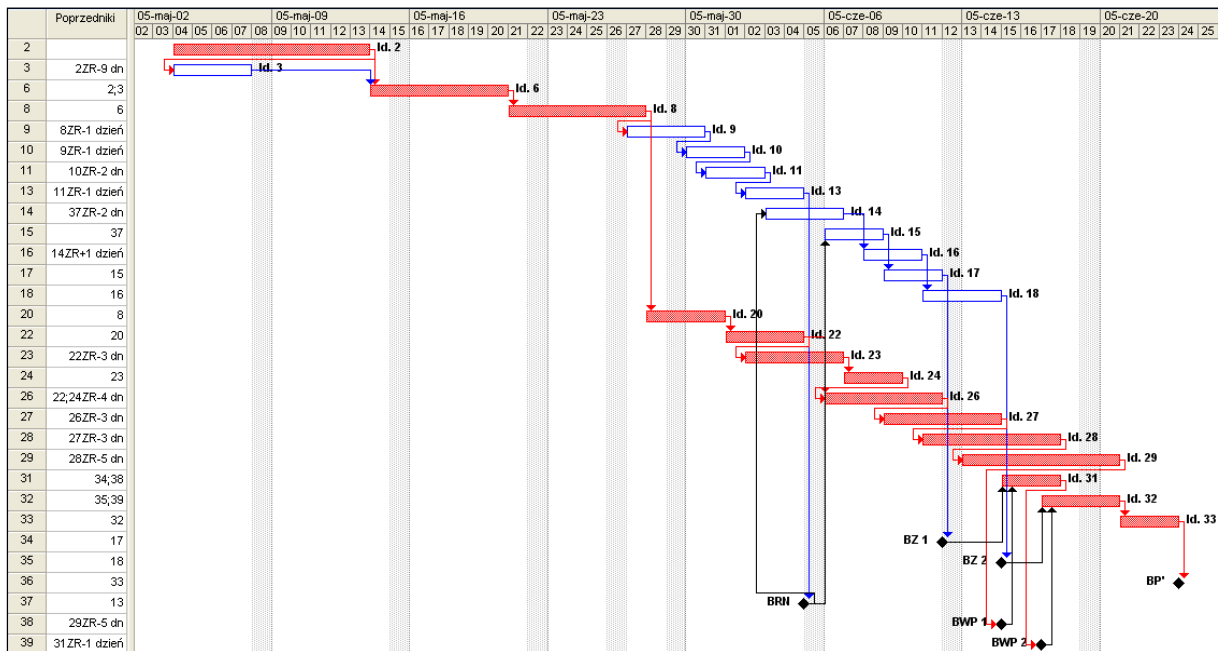
Zbudowano zmodyfikowaną wersję tego samego harmonogramu, odwzorowując pierwotną sieć zależności z użyciem tylko standardowych relacji typu ZR - z przyspieszeniami bądź opóźnieniami - (rys.17) uzyskując analogiczny układ czynności w harmonogramie Gantta. Wyznaczenie ścieżki krytycznej, aktualizacja i interpretacja wyników obliczeń nie nastroczała żadnych trudności. Naturalnie, w trakcie dalszej aktualizacji i wprowadzania zmian w czasach czynności pierwotny i zmodyfikowany harmonogram zaczęły się różnić. Rolą użytkownika jest wybór konkretnego rozwiązania, lepiej odwzorowującego istniejące warunki na budowie a przedstawiony przykład pokazuje jedynie możliwości budowy sieci zależności z użyciem różnych typów relacji, prowadzące do podobnego układu zadań w harmonogramie Gantta.

## 6. WNIOSKI I PODSUMOWANIE

Z przedstawionej analizy stosowania różnych typów relacji pomiędzy zadaniami w harmonogramie przedsięwzięć budowlanych można wyciągnąć następujące wnioski:

- nadużywanie i nieumiejętne stosowanie relacji ZZ i/lub RR może prowadzić do efektów, których skutki potrafią być zaskakujące i wymagają stałej kontroli użytkownika,

- stosowanie sekwencji zadań połączonych relacjami RR i ZZ najczęściej prowadzi do zmniejszenia przejrzystości i kontroli nad harmonogramem,



Rys. 17. Widok zmodyfikowanego harmonogramu zbudowanego z wykorzystaniem tylko relacji ZR.

- skrócenie (bądź wydłużenie) czasu pewnych czynności leżących na ścieżce krytycznej połączonej relacjami RR i/lub ZZ nie zawsze powoduje jej skrócenie (bądź wydłużenie),
- szczególnym przypadkiem stosowania nietypowych relacji jest przypadek, gdy skrócenie czynności leżącej na ścieżce krytycznej wydłuża realizację całego przedsięwzięcia,
- konsekwencje stosowania relacji RR i ZZ często są zauważalne dopiero na etapie aktualizacji harmonogramu,
- stosując tylko relacje ZR oraz opóźnienia i przyspieszenia można odwzorować w harmonogramie Gantta dowolny układ zadań, połączonych relacjami RR i ZZ.

Z powyższych wniosków wynika, że budując sieć zależności należy dobrze rozważyć zastosowanie wybranych typów relacji między zadaniami. Używanie relacji RR i ZZ rozszerza możliwości modelowania projektowanych rozwiązań technologiczno - organizacyjnych w sieci zależności, jednak stosowanie ich w nadmiernej ilości i bez uzasadnienia (szczególnie w sekwencji połączeń grupy czynności), prowadzi do trudności z interpretacją uzyskanych wyników obliczeń i wskazania czynności, których skrócenie prowadzi do skrócenia całego przedsięwzięcia. W przypadku stosowania relacji RR i ZZ należy również pamiętać o ich wpływie na zmiany planu w trakcie przyszłej aktualizacji.

## LITERATURA

- [1] Chatfield C., Johnson T.: Microsoft Office Project 2003 krok po kroku, Wydawnictwo RM, Wyd. I., Warszawa 2004
- [2] Jaworski K. M.: Metodologia projektowania realizacji budowy, PWN, Warszawa 1999
- [3] Połoński M. Harmonogramy sieciowe w robotach inżynierskich. Wydawnictwo SGGW 2001.
- [4] Połoński M., Pruszyński K.: Probabilistyczne aspekty procesu budowlanego (cz. 2), Przegląd budowlany 12/2006, str. 49-53

- [5] Połośki M., Pruszyński K.: Lokalizacja buforów czasu w metodzie łańcucha krytycznego w harmonogramach robót budowlanych (cz. 2) - praktyczne zastosowanie, Przegląd budowlany 03/2008, str. 55-62