

Z3. Przykładowe zadanie i rozwiązanie

Dane jest przedsięwzięcie o strukturze i parametrach operacji określonych w poniższej tabeli.

Przedsięwzięcie składa się z sześciu operacji, oznaczonych literami a, b, c, d, e, f. Struktura zależności między operacjami jest określona przez podanie operacji poprzedzających, które muszą zostać zakończone, żeby dana operacja mogła się rozpocząć.

Podany jest nominalny czas trwania każdej operacji oraz czas minimalny, a także liczba pracowników wykonujących tę operację. Wykonanie operacji w czasie krótszym od nominalnego wymaga użycia funduszy przeznaczonych na skracanie operacji przez wykonanie części pracy w godzinach nadliczbowych. Zasoby tych funduszy (dodatkowe „dniówki” do wykonania jako godziny nadliczbowe) dostępne w danym przedsięwzięciu są podane poniżej, bezpośrednio pod tabelą.

W celu skrócenia o jeden dzień czasu trwania operacji wymagającej n pracowników należy przydzielić jej $8n$ godzin nadliczbowych; skrócenie tej operacji o k dni wymaga $8kn$ godzin nadliczbowych. Operacje mogą być skracane wyłącznie o całkowitą liczbę dni i tylko w granicach podanego czasu minimalnego.

Operacja	Czas nominalny	Operacja poprzednia	Czas minimalny	Pracownicy
a	12		6	3
b	4		3	1
c	10	a	5	4
d	16	b	2	3
e	10	c	2	2
f	11	c, d	6	2

Liczba pracowników: 4 (dana dla polecenia 7)

Zasoby na skracanie operacji: 7 (dana dla polecenia 8 i 9)

Polecenia:

1. Wyznaczyć najkrótszy czas trwania przesiężęcia T . Narysować wykres Gantt'a.
2. Wypisać wszystkie ścieżki.
3. Wskazać ścieżkę krytyczną (odpowiadającą czasowi T); wypisać nazwy operacji leżących na ścieżce krytycznej.

4. Wyznaczyć zapasy czasu (swobodny i całkowity) dla operacji niekrytycznych.
5. Wskazać takie operacje, których wydłużenie o 2 dni (jednej na raz) w stosunku do czasu nominalnego spowoduje wydłużenie przedsięwzięcia o 1 dzień. Narysować odpowiedni wykres Gantta.
6. Wskazać takie operacje, których skrócenie o 2 dni (jednej na raz) w stosunku do czasu nominalnego spowoduje skrócenie przedsięwzięcia o 1 dzień. Narysować odpowiedni wykres Gantta.
7. Przy nominalnych czasach wykonywania operacji zaplanować przedsięwzięcie w taki sposób, żeby łączna liczba pracowników zatrudnianych w tym samym czasie nie przekroczyła (żadnego dnia) dostępnej liczby pracowników, a czas przedsięwzięcia był jak najkrótszy. Porównać dwa warianty: a) bez możliwości przerywania rozpoczętych operacji i b) z możliwością przerywania operacji. Zapisać minimalny czas trwania przedsięwzięcia dla obu wariantów oraz narysować wykres/wykresy przedstawiający liczbę pracowników zatrudnionych w kolejnych dniach.
8. Wykorzystując zasób w dostępnych granicach przydzielić go do poszczególnych operacji (w celu skrócenia pewnych operacji) tak, aby jak najwięcej skrócić czas trwania całego przedsięwzięcia. Podać uzyskany czas trwania przedsięwzięcia oraz liczbę jednostek zasobu przydzieloną poszczególnym operacjom. Narysować wykres Gantta.
9. Wyznaczyć rozkład kosztów przedsięwzięcia z punktu 8 (po skróceniu operacji) uwzględniający koszt pracy: 50 zł za godzinę pracy w czasie normalnym, 70 zł jako koszt godziny nadliczbowej przy równomiernym rozłożeniu kosztów poszczególnych operacji w czasie. Narysować wykres rozkładu kosztów w kolejnych dniach przedsięwzięcia.

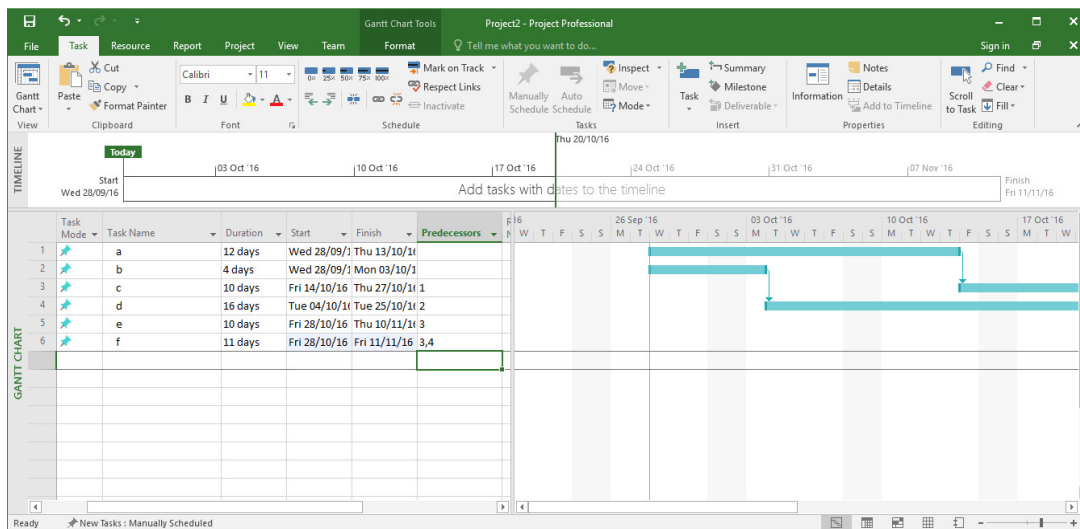
Instrukcja posługiwania się programem Ms Project w zakresie potrzebnym do wykonania zadania.

Utworzenie nowego projektu.

File/New Project

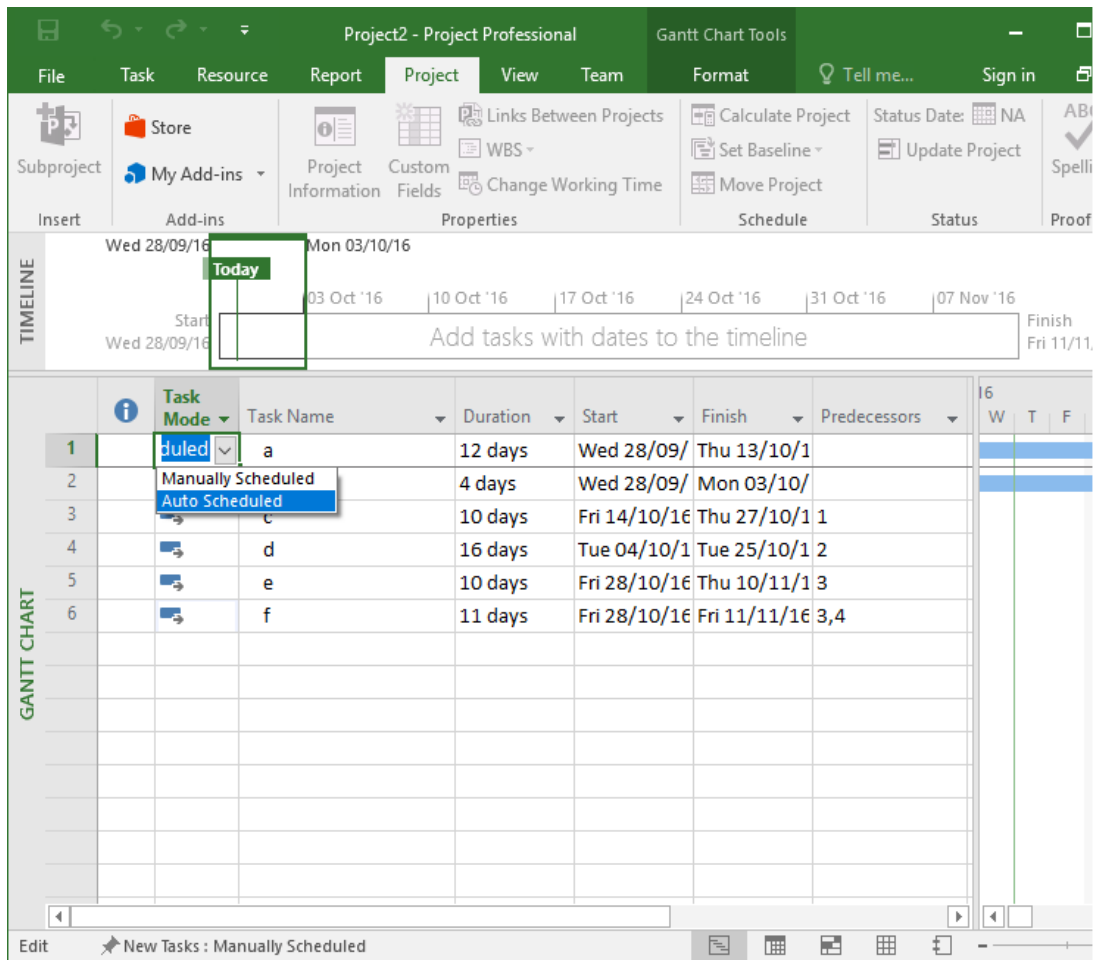
Wprowadzanie informacji o przedsięwzięciu

Wprowadzamy nazwy operacji i czasy ich trwania, a następnie wpisujemy operacje poprzedzające za pomocą identyfikatorów operacji. Wartości w kolumnach **start** i **finish** zostaną wpisane automatycznie.

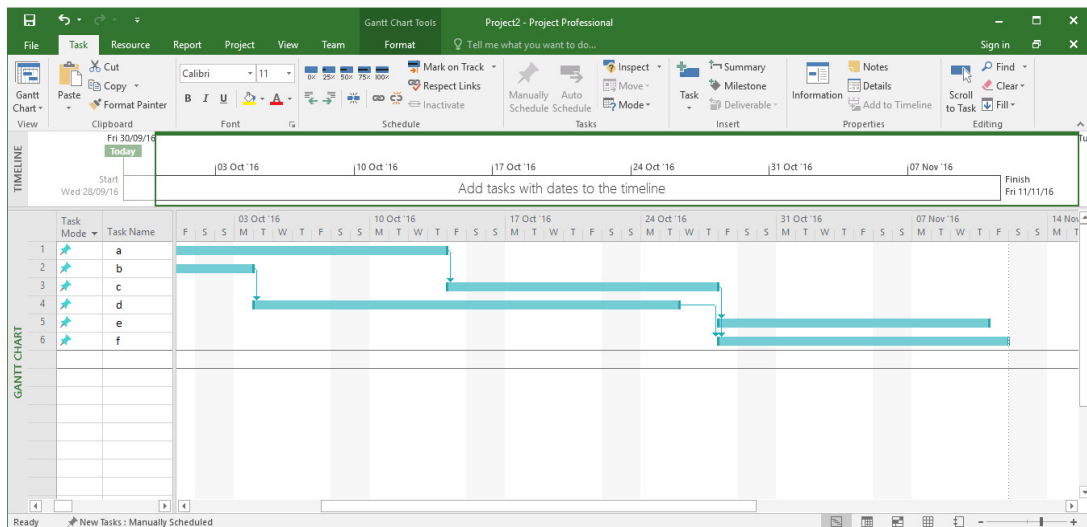


Kolumny start i finish zawierają najwcześniejsze terminy, odpowiednio, rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych operacji.

Aby umożliwić automatyczne przeliczanie parametrów przedsięwzięcia, należy dla operacji ustawić opcję **Auto Scheduled** zamiast **Manually Scheduled** w kolumnie **Task Mode**.



Harmonogram przedsięwzięcia w postaci wykresu Gantta



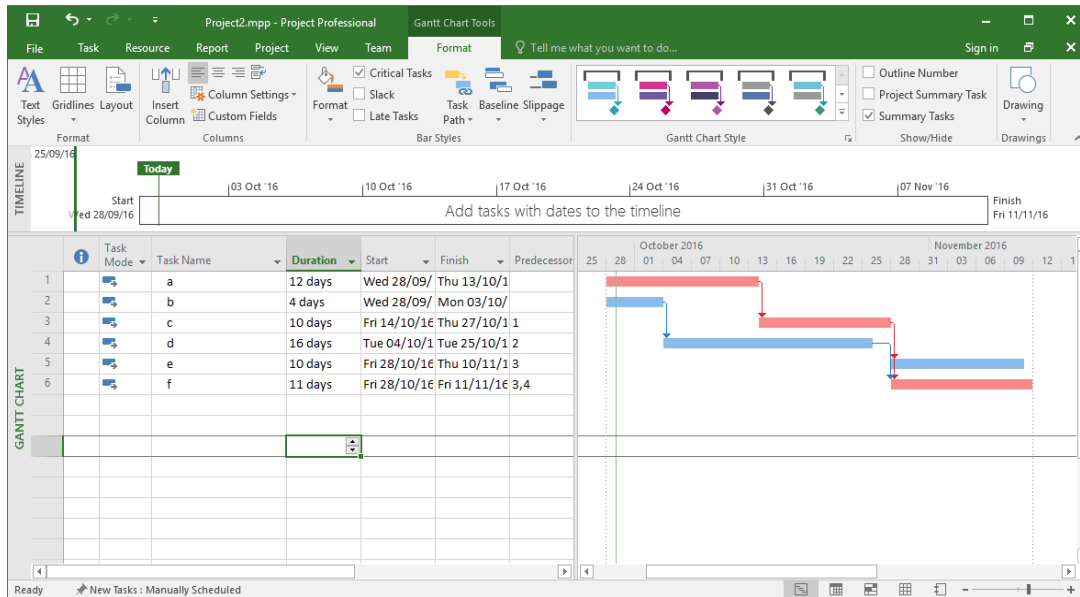
Najkrótszy czas trwania przedsięwzięcia (długość harmonogramu)
Project/Project Information/Statistics

Project Statistics for 'Project2'				×
	Start		Finish	
Current	Wed 28/09/16		Fri 11/11/16	
Baseline	NA		NA	
Actual	NA		NA	
Variance	0d		0d	
	Duration	Work	Cost	
Current	33d	0h	£0.00	
Baseline	0d	0h	£0.00	
Actual	0d	0h	£0.00	
Remaining	33d	0h	£0.00	
Percent complete:				
Duration: 0% Work: 0%				Close

Najkrótszy czas trwania przedsięwzięcia wynosi 33 dni robocze.

Wyświetlenie ścieżki krytycznej

Zaznaczyć opcję **Critical Tasks**



Operacje krytyczne: a,c,f. (Operacja krytyczna, to operacja, której wydłużenie/opóźnienie powoduje wydłużenie czasu trwania przedsięwzięcia).
Operacje niekrytyczne: b,d,e.

Ścieżka krytyczna: a-c-f

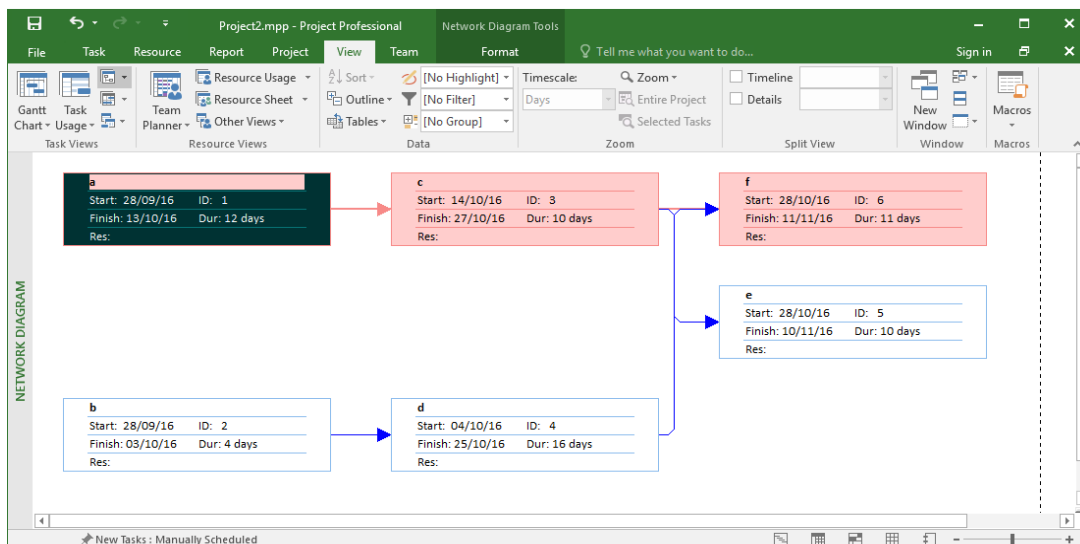
Pozostałe ścieżki:

a-c-e

b-d-f

Wszystkie ścieżki można zobaczyć na diagramie:

View/Other Views/Network Diagram



Odczytywanie zapasów czasu dla operacji

Ustaw:

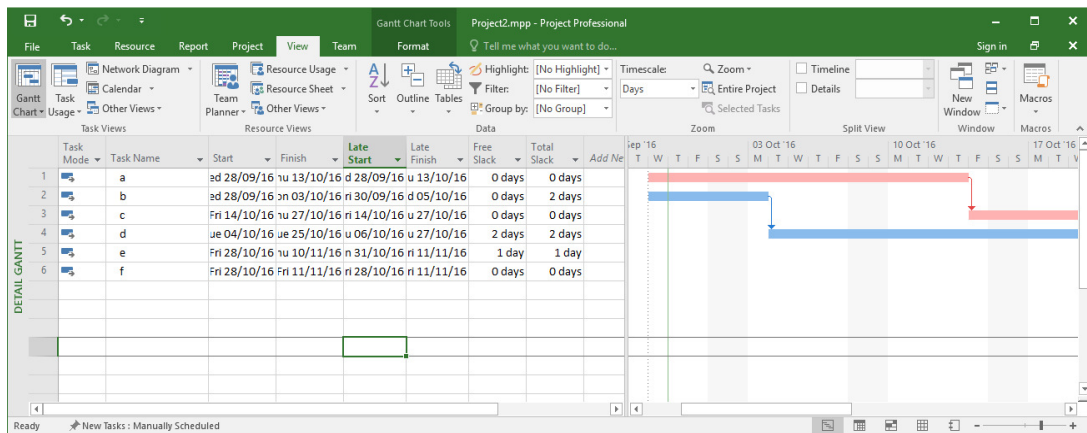
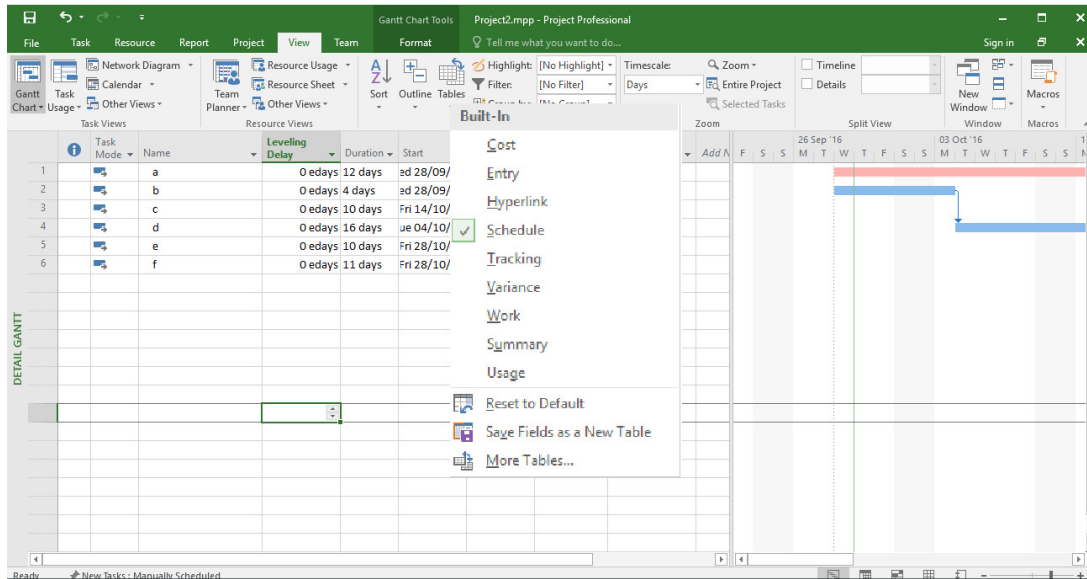
Gantt Chart/More Views/Detail Gantt

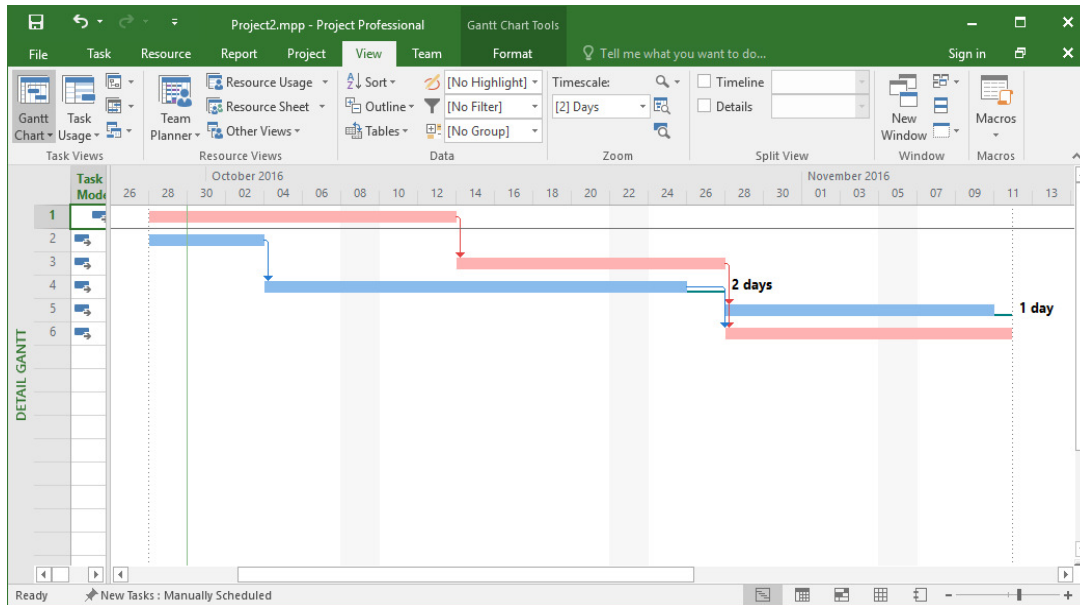
lub

Views/Other Views/More Views/Detail Gantt

Ustaw:

View/Tables/Schedule





Całkowity zapas czasu (Total Slack) dla operacji oznacza, o ile czas trwania danej operacji może zostać wydłużony albo moment jej rozpoczęcia opóźniony, aby nie wpłynęło to na najkrótszy możliwy czas realizacji przedsięwzięcia.

Swobodny zapas czasu (Free Slack) dla operacji określa, o jaki czas można wydłużyć operację nie wpływając na zapasy czasu dla operacji leżących na tej samej ścieżce.

Zawsze prawdziwa jest zależność:

Swobodny zapas czasu \leq Całkowity zapas czasu

Operacja b: ścieżka b-d-f

Operacja b ma całkowity zapas czasu = 2 -> wydłużenie/opóźnienie operacji b o 2 dni spowoduje przesunięcie czasu rozpoczęcia operacji d o 2 dni
Swobodny zapas czasu dla operacji b = 0.

Operacja d: ścieżka b-d-f

Operacja d ma swobodny zapas czasu = 2 -> wydłużenie/opóźnienie operacji d o 2 dni nie wpływa na czas rozpoczęcia operacji f

Operacja e: ścieżka a-c-e

Operacja e, wykonywana jako ostatnia na ścieżce a-c-e, ma swobodny zapas czasu = 1 -> wydłużenie/opóźnienie operacji e o 1 dzień nie wpływa na czas trwania przedsięwzięcia

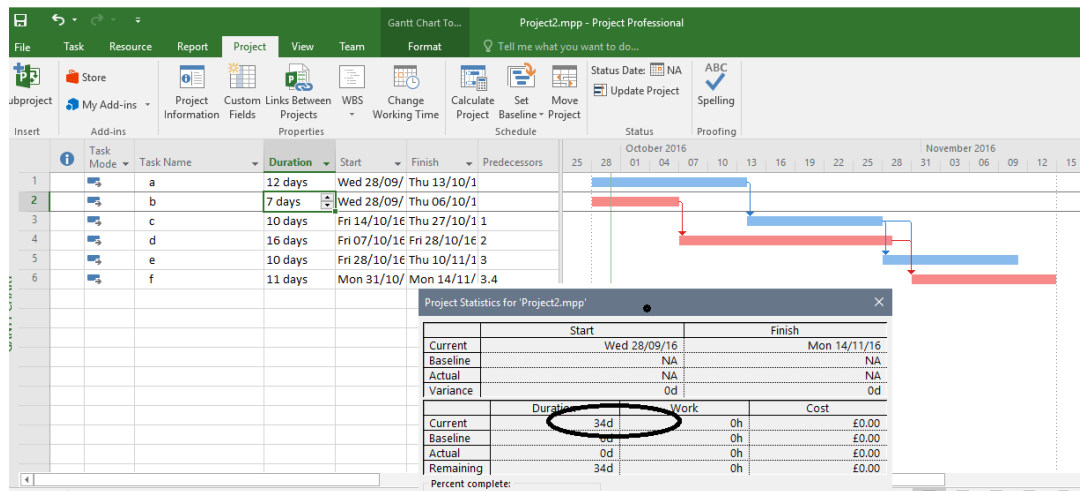
Zadania:

- Wskazać operacje, których wydłużenie o 1 dzień (jednej na raz) spowoduje wydłużenie czasu trwania przedsięwzięcia o 1 dzień.
- Wskazać operacje, których wydłużenie o 2 dni (jednej na raz) spowoduje wydłużenie czasu trwania przedsięwzięcia o 1 dzień.
- Wskazać operacje, których wydłużenie o 3 dni (jednej na raz) spowoduje wydłużenie czasu trwania przedsięwzięcia o 1 dzień.
- Wskazać operacje, których skrócenie o 2 dni (jednej na raz) spowoduje skrócenie czasu trwania przedsięwzięcia o 1 dzień.

Odpowiedzi:

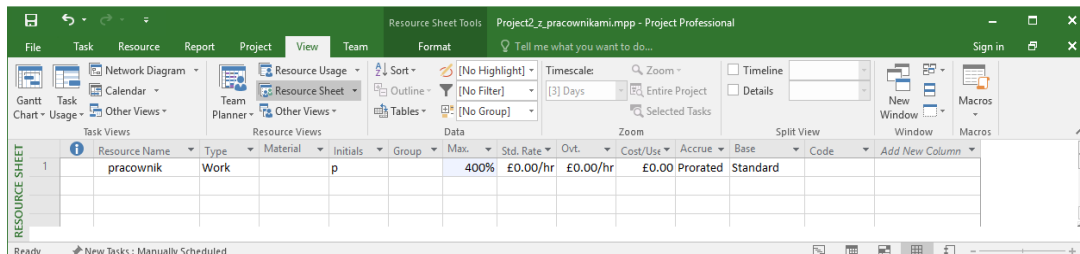
- operacje: a, c, f
- operacja e
- operacja b, d
- operacja f

Przykładowy wykres Gantta dla punktu c.



Wprowadzenie zasobów w postaci pracowników

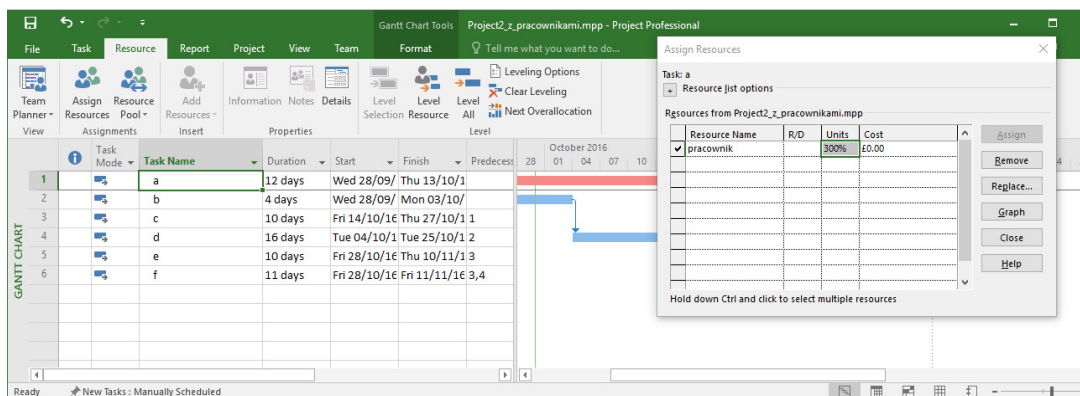
Wprowadzanie maksymalnej liczby jednostek zasobu i jego typu:
View/Resource Sheet



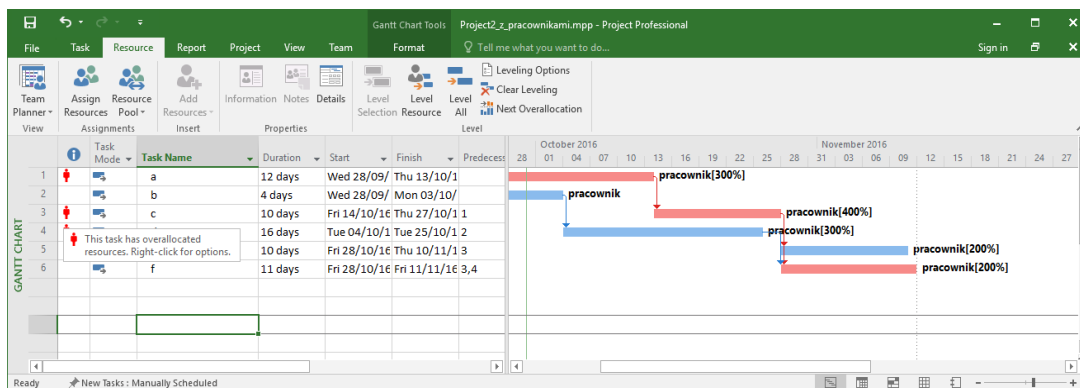
Jeżeli zasobem są pracownicy, to w polu kolumny **Type** ustawiamy **Work**. W polu kolumny **Max** należy wpisać liczbę pracowników przydzielonych do projektu. Podaje się ją w procentach, tzn. 400% oznacza 4 pracowników.

(Pracownicy są zasobem odnawialnym, tzn. po zakończeniu operacji dany pracownik może być skierowany do innej operacji -> liczba pracowników przydzielonych do projektu nie zmniejsza z powodu wykonywania operacji. Innym typem zasobu jest zasób zużywalny, który ulega zużyciu w trakcie wykonywania operacji -> staje się go co raz mniej, np. pieniądze, paliwo.)

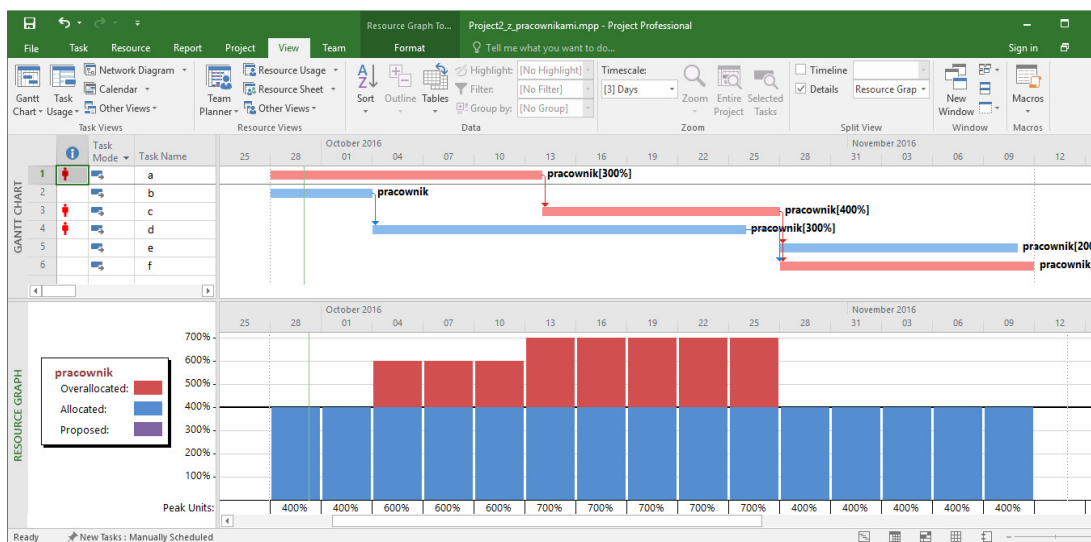
Każdej operacji można przypisać zasoby, podając ich nazwę i ilość. W tym celu należy wybrać polecenie **Resources/Assign Resources** dla zaznaczonej operacji.



Pojawia się komunikat "This task has overlocated resources" (patrz zrzut poniżej), ponieważ jednoczesne wykonywanie operacji a i d (wymagają łącznie 6 pracowników), c i d (wymagają łącznie 7 pracowników) powoduje przekroczenie dostępności zasobu (równiej 4 pracowników).



Przekroczenie dostępności zasobów można zobaczyć na diagramie **View/Resource Graph**, który najlepiej otworzyć w nowym oknie poniżej wykresu Gantta.



Zadanie:

Zaplanować przedsięwzięcie tak, aby łączna liczba pracowników zatrudnianych w tym samym czasie każdego dnia nie przekroczyła dostępnej liczby pracowników.

Wyrównywanie obciążeń dla zasobów (**Level Resource**) umożliwia rozwiązywanie konfliktów zasobowych, m.in. przekroczenia dostępności zasobów. Opcje wyrównywania można ustawić w **Resource/Leveling Options**.

Resource Leveling [X]

Leveling calculations

☒ Automatic ☐ Manual

Look for overallocations on a **Day by Day** basis

☒ Clear leveling values before leveling

Leveling range for 'Project2_z_pracownikami'

☒ Level entire project

☐ Level From: **Wed 28/09/16** To: **Mon 05/12/16**

Resolving overallocations

Leveling order: **Standard**

☐ Level only within available slack

☒ Leveling can adjust individual assignments on a task

☐ Leveling can create splits in remaining work

☐ Level resources with the proposed booking type

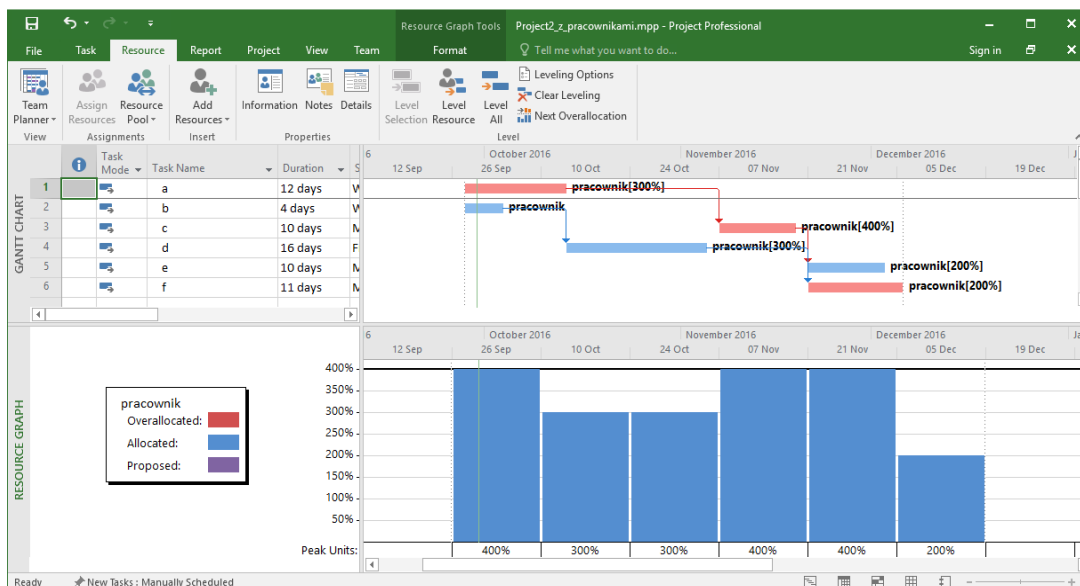
☒ Level manually scheduled tasks

Help Clear Leveling... Level All OK Cancel

Opcja **Automatic** - automatyczne wyrównywanie - na ogół daje optymalny (najlepszy) harmonogram, tzn. harmonogram o najmniejszej długości (ale należałoby jeszcze zweryfikować, czy rzeczywiście zaproponowany harmonogram jest optymalny).

Jeżeli opcja **Leveling can create splits in remaining work** jest wyłączona, to wykonywanie operacji nie będzie przerywane. W przeciwnym przypadku przerywanie operacji jest możliwe.

Harmonogram spełniający ograniczenia zasobowe bez przerywania wykonywania operacji

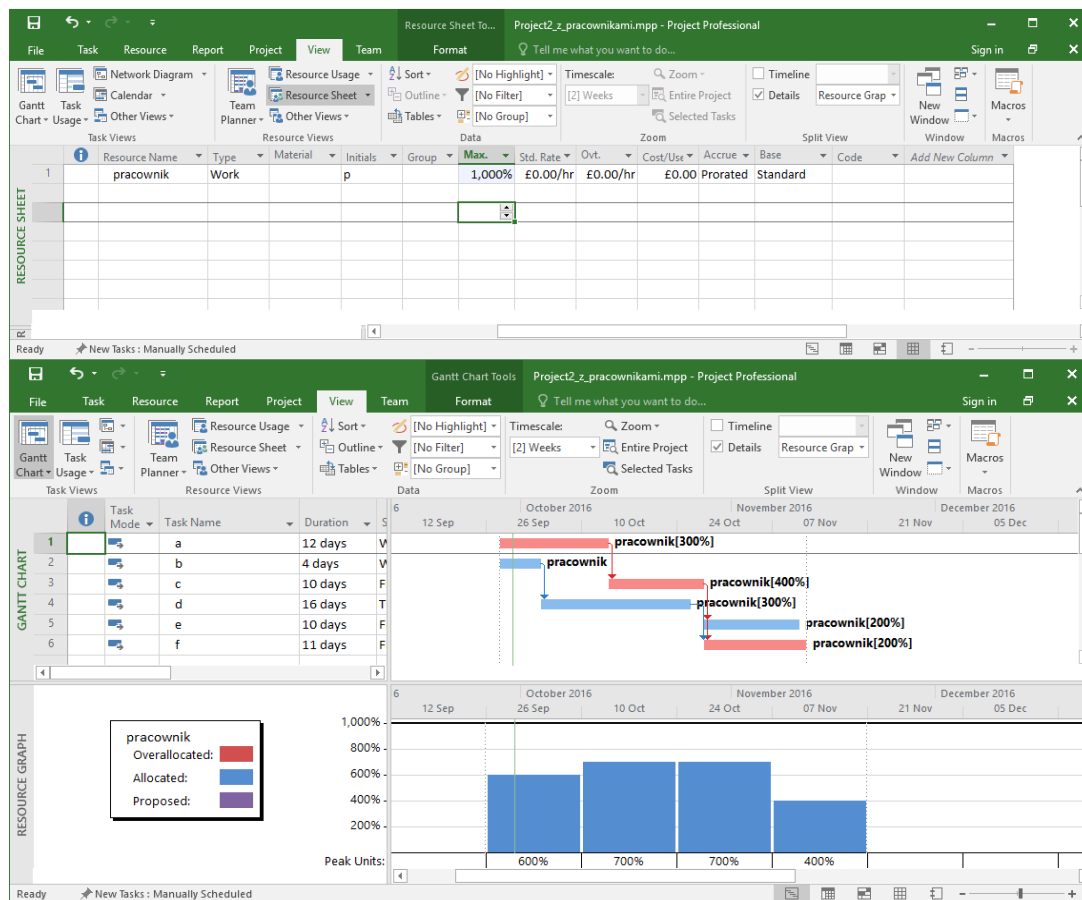


Project Statistics for 'Project2_z_pracownikami.mpp'			
	Start		Finish
Current	Wed 28/09/16		Mon 05/12/16
Baseline	NA		NA
Actual	NA		NA
Variance	0d		0d
	Duration	Work	Cost
Current	49d	1,360h	£0.00
Baseline	0d	0h	£0.00
Actual	0d	0h	£0.00
Remaining	49d	1,360h	£0.00
Percent complete:			
Duration: 0%		Work: 0%	Close

Najkrótszy czas trwania naszego przedsięwzięcia, w którym występują i są spełnione ograniczenia na dostępność zasobów (pracowników) wynosi 49 dni.

Skracanie czasu trwania przedsięwzięcia przez przydział dodatkowych zasobów w postaci funduszy, które mogą być przeznaczone na nadgodziny

Zakładamy, że brak jest ograniczeń na dostępność zasobów. Aby zamodelować taką sytuację, należy ustawić dostatecznie dużą ich dostępność, np. 1000% (**View/Resource Sheet**).



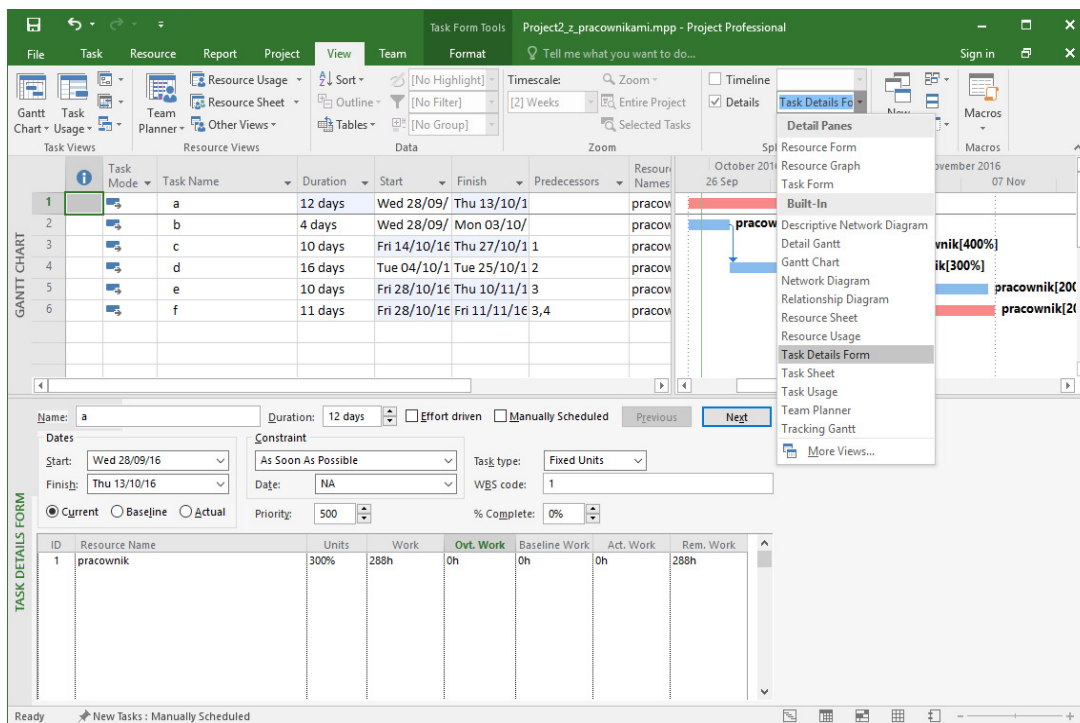
Skracać poszczególne operacje możemy przed dodanie nadgodzin pracownikom je wykonującym. Skracamy operacje o **całe dni**.

Na przykład:

Jeżeli chcemy skrócić o jeden dzień operację wykonywaną przez jednego pracownika, to musimy pracownikowi wykonującemu tę operację przydzielić 8 nadgodzin (1 dodatkowy 8-mio godzinny dzień realizowany jako nadgodziny).

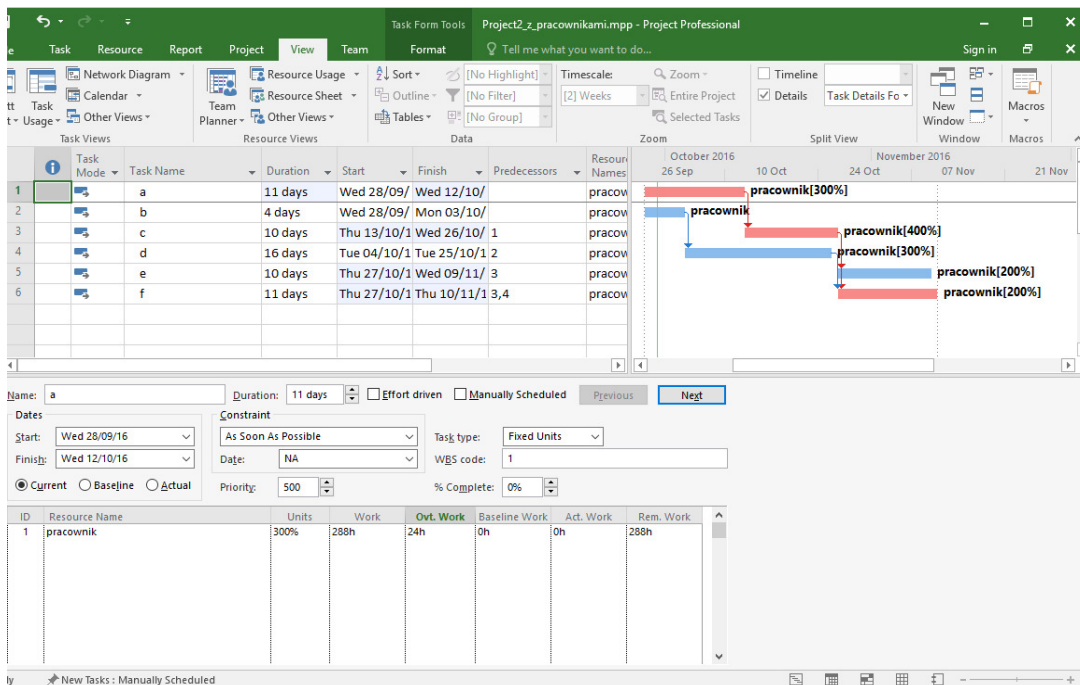
Jeżeli chcemy skrócić o jeden dzień operację wykonywaną przez trzech pracowników, to musimy każdemu z pracowników wykonujących tę operację przydzielić po 8 nadgodzin, a więc w sumie 24 nadgodziny.

Aby dodawać nadgodziny do wybranej operacji należy dla tej operacji otworzyć **Task Details Form** (uwaga: trzecią kolumnę ustawić na **work**).



Przykład:

Jeżeli chcemy skrócić o 1 dzień operację a, którą wykonuje 3 pracowników (użycie zasobu pracownik = 300%), to musimy jej przydzielić 24 nadgodziny. Nadgodziny przydzielamy w kolumnie **Ovt. Work**. Długość harmonogramu wynosi teraz 32 dni.



Project Statistics for 'Project2_z_pracownikami.mpp' X

	Start	Finish	
Current	Wed 28/09/16	Thu 10/11/16	
Baseline	NA	NA	
Actual	NA	NA	
Variance	0d	0d	
	Duration	Work	Cost
Current	32d	1,360h	£0.00
Baseline	0d	0h	£0.00
Actual	0d	0h	£0.00
Remaining	32d	1,360h	£0.00
Percent complete:			
Duration: 0%		Work: 0%	
Close			

Zadanie:

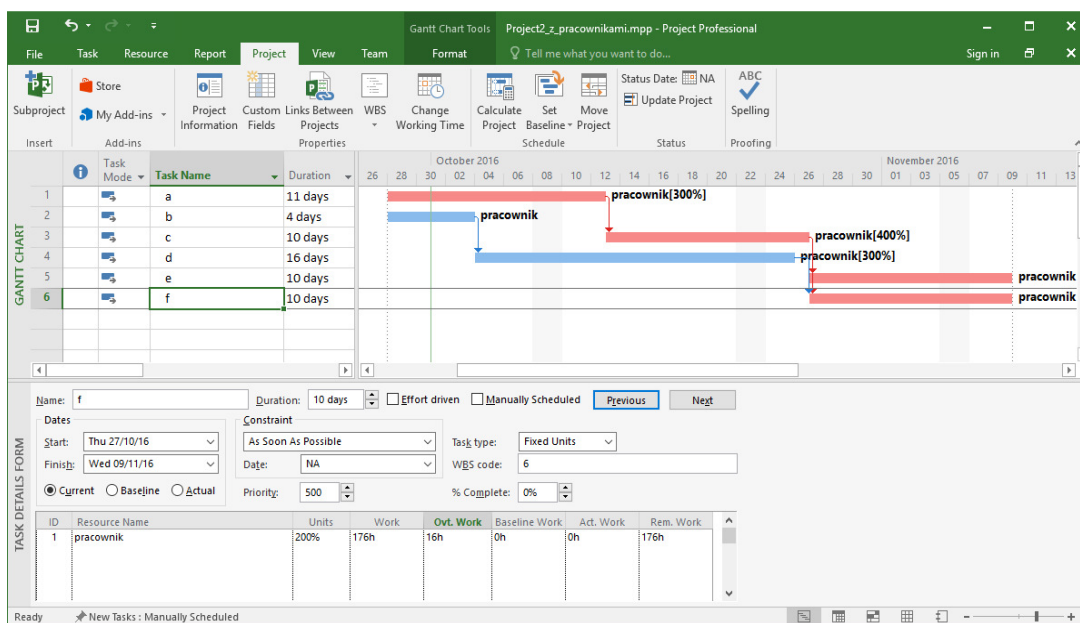
Wykorzystując zasób w postaci dodatkowych godzin (nadgodzin) przydzielić go tak do poszczególnych operacji, by jak najwięcej skrócić czas trwania przedsięwzięcia. Zakładamy, że każdą operację można skrócić tylko o całkowitą liczbę dni (nie można dokonać skrócenia operacji o np. 0.5 dnia) i tylko w granicach podanego czasu minimalnego.

Dane: dostępna liczba nadgodzin = $7 \times 8 = 56$.

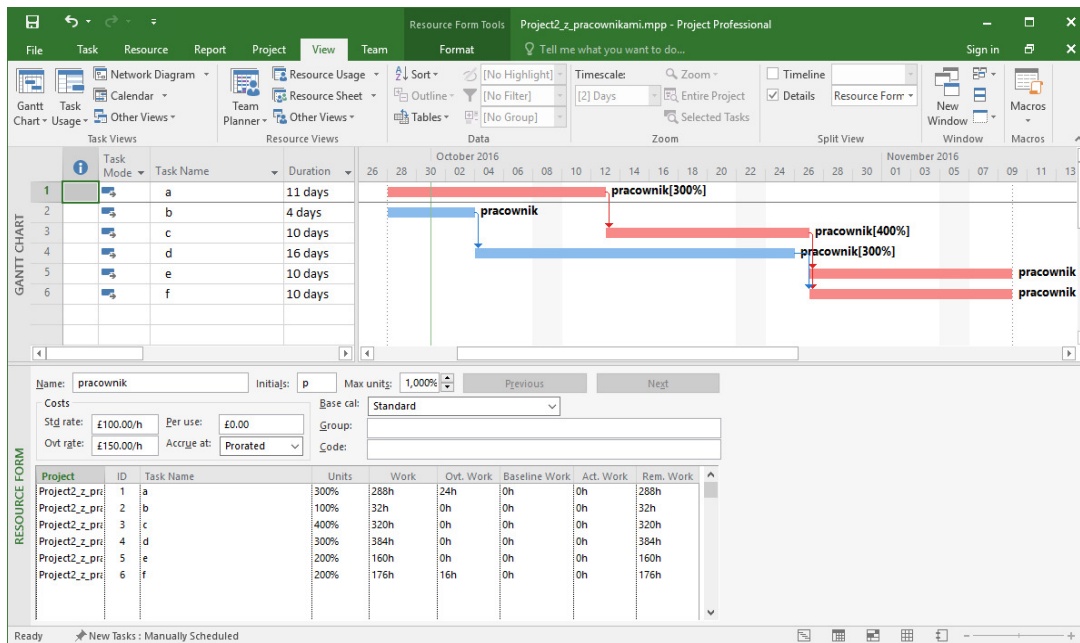
Rozwiązanie:

operacja a skrócona o 1 dzień - wykorzystanie $3 \times 8 = 24$ dodatkowych godzin pracy;

operacja f skrócona o 1 dzień - wykorzystanie $2 \times 8 = 16$ dodatkowych godzin pracy.



Przydział nadgodzin do wszystkich operacji: **Resource Form**



Project Statistics for 'Project2_z_pracownikami.mpp'

	Start	Finish
Current	Wed 28/09/16	Wed 09/11/16
Baseline	NA	NA
Actual	NA	NA
Variance	0d	0d

	Duration	Work	Cost
Current	31d	1,360h	£0.00
Baseline	0d	0h	£0.00
Actual	0d	0h	£0.00
Remaining	31d	1,360h	£0.00

Percent complete:

Duration: 0%Work: 0%

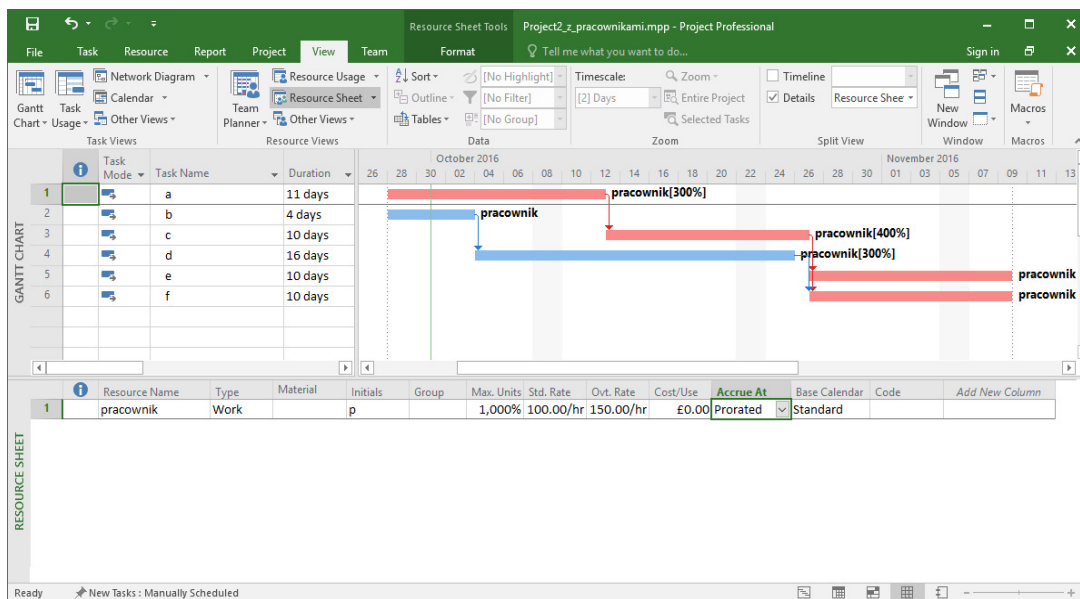
Close

Czas trwania przedsięwzięcia = 31 dni.

Rozkład kosztów

Wprowadzanie kosztów związanych z użyciem zasobów: **View/Resource Sheet**

Koszt godziny pracy - Std.Rate, koszt nadgodziny - **Ovt.Rate**, koszt stały - **Cost/Use**. Koszty te mogą być różnie rozłożone w czasie - **Accrue At**: ponoszone w całości w chwili rozpoczęcia operacji - **start**, przy jej zakończeniu - **end**, rozłożone proporcjonalnie w czasie - **prorated**.



Raport kosztów - rozkład kosztów w czasie

Report/Costs/Cash Flow

Aby zmienić jednostki czasu: kliknąć wykres, **Field List/Edit**, po czym wybrać jednostki.

