

8. Harmonogram

8.1. Elementy harmonogramu

W tym rozdziale będą współczesne metody przygotowywania harmonogramów robót, układania planów dostaw, kontroli finansowej i sprawdzaniu wyników finansowych. Są to znane zadania, które należy wykonać przy każdym przedsięwzięciu budowlanym czy inżynierskim. Tutaj będą one oparte na rzeczywistych danych zaczerpniętych z opisu robót i przedmiaru.

Zakłada się, że czytelnik zna zasady przygotowywania harmonogramów robót budowlanych i inżynierskich, dlatego podam tylko opis metody, która prowadzi do usprawnienia tradycyjnych rozwiązań. Do tego potrzebne będzie wyjaśnienie niektórych pojęć.

Przygotowanie harmonogramów robót obejmuje następujące operacje:

- przyporządkowanie kodów czynności
- ustalenie wielkości załogi
- szkicowanie harmonogramu
- ustalenie początku czynności i przyporządkowanie zależności
- rysowanie harmonogramu

Dalej pokażemy, jak podczas planowania korzystać z dokładanych danych zawartych w opisach, przedmiarach i dokumentach umowy. Ideą przewodnią jest wielokrotnie podkreślane w tej książce przetwarzanie raz zebranych informacji do nowych celów.

Przy tradycyjnym podejściu, przygotowanie harmonogramów uważa się za zadanie niezwiązane z przygotowaniem pozostałych dokumentów budowlanych. Przygotowujący harmonogram ustala na nowo dane potrzebne do wykonania tego zadania, zamiast skorzystać z poprzednio opracowanych dokumentów.

Zasadą przyjętą przy opracowywaniu dokumentu przetargowego jest rozpatrywanie budowli jako gotowego produktu. Patrząc z punktu widzenia planowania postępu robót konieczne jest rozważenie

zadania jako cyklu czynności. Oblicza się ilości poszczególnych czynności. W ten sposób ustala się dane do oceny czasu trwania czynności i do rozrachunku budowy.

Stosowanie opisywanej tu metody pozwala na usprawnienie pracy nad harmonogramem. Polega ona na automatycznym przeniesieniu danych z opisu robót, przedmiaru i kalkulacji przetargu do zbiorów potrzebnych do przygotowania harmonogramów. Metoda ta jest opracowana jako część systemu komputerowego do zarządzania procesem inwestycyjnym. Zgodnie z tą metodą podstawą harmonogramu są cztery niezależne zbiory, uaktualniane osobno. Dane tych zbiorów są łączone w całość podczas obliczania harmonogramów i zapotrzebowania na siłę roboczą.

8.2. Definicje

Jako podstawę dalszych rozważań podajemy definicje niektórych wyrażeń:

Typ czynności oznacza rodzaj robót. Typ czynności nie podaje gdzie czynność ma być wykonana (miejsce), ani jaki jest jej zasięg (ilość). Typy czynności mogą być kodowane za pomocą symboli z norm norweskich NS 3451, NS 3420 i NS 3421. Teksty opisujące standardowe typy czynności mogą być składowane w katalogach typów czynności.

Czynność jest ograniczoną częścią robót przynależną do danego typu zadania. Czynność odbywa się w określonym miejscu (komórce) i zużywa pewne ilości zasobów: robocizny, materiałów, sprzętu i ewentualnie także zarządzania. Inaczej mówiąc, czynność jest określana poprzez przyporządkowanie typowi czynności miejsca i zasobów. Z finansowego punktu widzenia czynność jest nośnikiem kosztów.

Zasoby to wspólne określenie podstawowych elementów kosztów. Zasoby dzieli się na główne grupy: zarządzanie, materiały, robociznę i sprzęt. Zasoby koduje się zgodnie z trzecią główną tablicą systemu SfB z dodaniem numeru identyfikującego dane zasób. Trzecia tablica główna systemu SfB została szczegółowo omówiona w rozdziale 2.6. Standardowe zasoby mogą być katalogowane. Cenniki materiałów udostępniane przez dostawców i ceny jednostkowe robocizny w umowach zbiorowych są przykładami takich katalogów.

Komórka to ogólne określenie fizycznie ograniczonego pola pracy o wielkości odpowiedniej dla planowanych robót. Wielkość komórki wybiera się dla każdego przedsięwzięcia i uzależnia od typu czynności. Komórką może być blok, poziom, pomieszczenie, wykop do ułożenia rur, studzienka, odcinek drogi, ciąg kabli czy system wentylacyjny. Przy wykonywaniu przedmiaru oblicza się ilości produktów częściowych przynależnych do poszczególnych komórek. Przy kalkulacji cen przyporządkowuje się zasoby komórkom. Poprzez połączenie tych ilości z typami czynności otrzymuje się ilości zasobów przynależne do każdej czynności harmonogramu.

Sieć typów czynności jest diagramem pokazującym logiczne zależności między typami czynności. Z reguły następstwo typów czynności jest ogólnie określane przez technologię danego typu robót i może być zastosowane do wszystkich komórek wchodzących w skład przedsięwzięcia budowlanego. Sieć typów czynności nie jest określona miejscem i ilością zasobów i może być stosowana jako standardowe rozwiązanie dla określonego typu robót. Przez połączenie sieci typów czynności z danymi z przedmiaru i kalkulacji otrzymuje się czynności tylko w komórkach, które zawierają ilości zasobów. W przypadku gdy komórka nie zawiera zasobów tworzą się „czynności zerowe”.

Przedmiar jest przeglądem ilościowym zamierzenia budowlanego. Obliczone ilości materiałów i robocizny są zestawione w formie pozycji podającej zapotrzebowanie dla poszczególnych typów czynności i komórek. Robocizna jest obliczana w roboczogodzinach lub dniówkach roboczych.

Logiczne powiązanie między opisem robót i przedmiarem oraz planowaniem postępu robót prowadzi przez systematyczne obliczaniu przetargu, który pozwala stworzyć podstawę do przygotowania harmonogramu robót. Dzieje się to poprzez przyporządkowanie zasobów poszczególnym pozycjom opisu robót, jak to było szczegółowo przedstawione w rozdziale 5. Ilość robocizny jest przy tym obliczana dla każdej pozycji przedmiaru. Poszczególne czynności w harmonogramie składają się zwykle z wielu produktów częściowych opisanych w poszczególnych pozycjach przedmiaru, które grupuje się w czynnościach. Wystarczy zsumować robociznę w granicach takich grup, aby otrzymać zapotrzebowanie dla każdej czynności. W ten sam sposób określa się zapotrzebowanie na pracę sprzętu.

8.3. Czynności

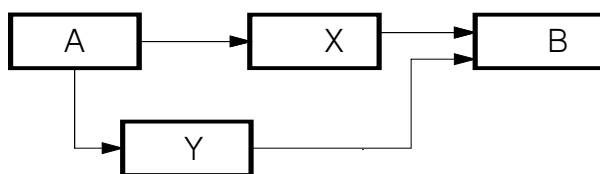
Aby opracować plan postępu robót należy najpierw przeanalizować projekt i określić z jakich czynności ma się składać harmonogram. Przez pojęcie „czynności” rozumie się tu operacje robocze o zbliżonym charakterze, wykonywane przez rzemieślników określonej specjalizacji, w danej części budowli. Czynności pochłaniają zasoby.

Aby połączyć poszczególne czynności w harmonogram należy określić ich wzajemne zależności i ewentualnie także podać daty ich rozpoczęcia.

Czynności są opisywane zwięzłymi tekstami, które można zbierać w formie katalogów czynności. Gdy się stosuje metodę komputerową, konieczne jest nadanie kodów każdej czynności. Katalog tekstów czynności można wówczas składować i uaktualniać na dysku komputera w ten sam sposób jak to było podane dla tekstów opisów robót. Nie ma normy norweskiej określającej czynności i nadane im kody.

Ciąg czynności może być oznaczony dowolnymi kodami, przykład A, X, B, Y, jak na rys. 8.01.

Takie oznaczenia są mało informatywne, nie mówią o zawartości poszczególnych czynności. Proponuje się dlatego, aby używać kodów opartych na znanych i powszechnie stosowanych symbolach z norm norweskich NS 3451, NS 3420 i NS 3421.



Rys. 8.01. Ciąg czynności z przypadkowymi kodami

Pojęcie czynności jest zawsze związane z częściami budowli, które są sklasyfikowane w tablicy podanej w normie NS 3451. Poszczególne części budowli reprezentują produkty końcowe i składają się często z wielu produktów częściowych, które są usystematyzowane za pomocą kodów podanych w normach NS 3420 i NS 3421. Przypomina się tu zależności opisane w rozdziale 3.5 i zilustrowane na rys. 3.07.

Kombinacja kodów zaczerpniętych z wyżej wymienionych norm daje interesującą możliwość logicznego kodowania czynności. Przykład takiego kodowania jest pokazany na rys. 8.02

21 F	Fundamenty, roboty ziemne								
211F1	Usunięcie ziemi uprawnej z obszaru fundamentów								
212F3	Wykopy dla fundamentów								
21 L	Fundamenty, roboty betonowe								
212L1	Deskowanie fundamentów								
212L4	Zbrojenie fundamentów								
212L5	Betonowanie fundamentów								
23 Q	Ściany zewnętrzne, roboty ciesielskie								
231Q13	Montaż szkieletu ścian zewnętrznych								
231S13	Izolacja ścian zewnętrznych								
25 L	Stropy, roboty betonowe								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 40%;">opis czynności</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: none;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">kod NS 3420</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">kod NS 3451</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table> </td> <td style="border: none;"></td> </tr> </tbody> </table>			opis czynności	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">kod NS 3420</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">kod NS 3451</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	kod NS 3420		kod NS 3451		
	opis czynności								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">kod NS 3420</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">kod NS 3451</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	kod NS 3420		kod NS 3451						
kod NS 3420									
kod NS 3451									

Rys 8.02. Kodowanie czynności zgodnie z NS 3451 i NS 3420

Pokazany tu sposób kodowania wymaga więcej zastanowienia niż to co pokazuje przykład z rys. 8.01, ale ma wiele zalet. Przy odczytaniu kodu powstaje asocjacja z pojęciami dobrze znanymi z powszechnie stosowanych norm. Logiczne kryteria zawarte w kodach pozwalają na jasne uporządkowanie czynności w harmonogramie. Kody są bezpośrednią wskazówką jak odszukać w opisie robót i przedmiarze dane dla planowania postępu robót. Wskazany tu sposób kodowania czynności daje podstawę do opracowania pojęcia ogólnego typu czynności.

Poustaleniu typów czynności trzeba określić same czynności. Wyznacza się komórki robocze i przyporządkowuje im zasoby. Używając oprogramowania robi się to przez wczytywanie kodów czynności do pozycji opisu robót.

Warto zauważyć, że ten sam typ czynności może występować w różnych częściach projektu (w wielu komórkach).

Przykładowo, w projekcie obejmującym budowę czterech domków jednorodzinnych, typ czynności

231Q13 Montaż szkieletu ścian zewnętrznych

może być aktualny dla każdego z domków. W tym przypadku byłoby celowe skopiowanie typowej czynności do wszystkich czterech części harmonogramu odpowiadającym poszczególnym obiektom:

- 231Q13 Montaż szkieletu ścian zewnętrznych - domek 1
- 231Q13 Montaż szkieletu ścian zewnętrznych - domek 2
- 231Q13 Montaż szkieletu ścian zewnętrznych - domek 3
- 231Q13 Montaż szkieletu ścian zewnętrznych - domek 4

Przy opisie projektu tego typu projektanci podaliby z reguły całkowite ilości robót dla wszystkich czterech domków. Jeżeli dokument przetargowy byłby przygotowany zgodnie z zasadami podanymi w tej książce, to wykonawca miałby możliwość przesortować dane i przygotować wydruk ułożony zgodnie z podziałem robót na poszczególne domki, zanim przystąpiłby do wczytywania kodów czynności.

Łatwo zrozumieć jak wielkie uproszczenia mogliby wykonawcy osiągnąć przy opracowywaniu harmonogramów, gdyby opisy robót i przedmiary były zawsze kodowane poprawnie i zgodnie z zaleceniami norm NS 3451, NS 3420 i NS 3421. Aby to osiągnąć trzeba większego zainteresowania architektów i inżynierów konsultantów zagadnieniami realizacji projektów, za które są odpowiedzialni. Opracowywane przez nich dokumenty przetargowe muszą być przygotowywane z myślą o wykonawstwie, zgodnie z zasadami tu opisywanymi. W dłuższej perspektywie czasu drogą do poprawy obecnej sytuacji będzie nauczanie studentów jak systematyzować dokumenty budowlane. Stowarzyszenia wykonawców, poprzez swoją współpracę ze związkami architektów i inżynierów, mogą już dziś popularyzować znaczenie nowych metod i wywierać wpływ na wprowadzanie porządkanych zmian. Przedsiębiorcy są z reguły lepiej zorganizowani niż projektanci i mają lepsze poczucie korzyści wynikających z dobrej organizacji pracy. Reprezentują tę część branży budowlanej, która najszybciej doprowadzi do racjonalizacji produkcji.

Chociaż stan obecny jest jeszcze daleki od tego co byłoby życzeniem, należy przy każdej okazji dążyć do systematycznych rozwiązań, choćby w ograniczonym zasięgu.

8.4. Zestawienia czynności

Przyporządkowywanie kodów czynności jest jakby łączeniem pozycji opisu mających wspólne cechy w „wiązki”. Przed wczytaniem kodów należy mieć sporządzone zakodowane listy typów czynności i przygotować podkład do wczytania kodów do zbioru opisu robót. Praktycznym sposobem przygotowania podkładu jest zaznaczanie kodów dla poszczególnych pozycji, lub „wiązek” pozycji, w wydruku opisu robót, jak to jest pokazane na rys. 8.03:

Dom typowy					strona 17
Podział na czynności					
* ROBOTY CIESIELSKIE		05			90.09.28
Nr. pozycji		ilość	jedn.	cena jedn.	kwota
05.24.01	24.0501 WEWNĘTRZNE LEKKIE ŚCIANY Z PŁYTAMI PIŁŚNIOWYMI I IZOLACJĄ				
	Q13.102-42 36 mm x 73 mm szkielet drewniany, bez poziomych wzmocnień, włącznie z otworami do 1,3 m długości .				
	Czynność 0501	65,70	m ²	56,00	3679,20
	Q58.211-12 12 mm x 58 mm listwa podłogowa ze świerku.				
	Czynność 0502	88,90	m	17,90	1591,31
	Q58.213-36 21 mm x 45 mm listwa podsufitowa z sosny.				
	Czynność 0502	123,80	m	20,90	2587,42
	Q63.122-10 12 mm płyty piłśniowe z klejonymi stykami.				
	Czynność 0502	117,94	m ²	55,50	6545,67
	S12.700-15 70 mm wełny mineralnej, jakość B.				
	Czynność 0501	65,70	m ²	8,60	565,02

Rys. 8.03. Oznaczanie pozycji opisu robót kodami czynności

Następna operacja polega na przeglądaniu tegoż opisu robót na ekranie komputera i wczytywaniu kodów czynności dla każdej pozycji. Specjalne procedury w oprogramowaniu ułatwiają tę pracę. Gdy kody zostaną wczytane, można dokonać przetworzenia zbioru i przeglądać na ekranie zawartość czynności, jak przykładowo pokazano na rys. 8.04:

Zawartość czynności					
23Q-01 Ściany zewnętrzne, roboty ciesielskie, odcinek 1					
kod ogólny	kody spec.	jedn.	ilość	cena jedn.	kwota
Q13.102-30	05 23 04	m ²	81,70	68,69	5611,97
Q34.102-18	05 23 04	m ²	86,42	24,52	2119,02
Q34.112-34	05 23 04	m ²	86,42	9,41	813,21
Q53.110-18	05 23 04	m ²	86,41	112,89	9754,82
S23.000-01	05 23 04	m ²	86,42	31,12	2689,39
Q34.102-16	05 23 05	m ²	15,84	21,05	333,43
Q53.110-18	05 23 05	m ²	15,84	112,89	1788,18
S22.300-21	05 23 05	m ²	15,84	8,0	0126,72
Q58.120-30	05 23 22	m	32,00	38,59	1234,88
S41.700-01	05 23 22	m	32,00	95,25	3048,00
Suma					27.519,38

Rys 8.04. Obraz na ekranie pokazujący zawartość czynności z ilościami i cenami

W wyniku opisanej operacji powstają «pakiety pozycji» z kodem i nazwą czynności jako nagłówkiem. Otrzymuje się pełen przegląd z podaniem jakie pozycje opisu wchodzi w skład każdej czynności i jakie kody specjalne są im podporządkowane. Jest to bardzo pomocne przy opracowywaniu planów postępu robót.

Zawartość czynności można przedstawić także w sposób pokazany na rys. 8.05:

Zawartość czynności		
23Q-01 Ściany zewnętrzne, roboty ciesielskie, odcinek 1		
kod ogólny	tekst	ilość godzin
Q13.102-30	36 mm x 148 mm szkielet ściany	11,00
Q34.102-18	30 mm x 48 mm listwy podkładowe	5,00
Q34.112-34	11 mm x 36 mm listwy podkładowe	2,00
Q53.110-18	deski pokrycia zewnętrznego	25,00
S23.000-01	12 mm płyta pilśniowa impregnowana asfaltem	6,00
Q34.102-16	36 mm x 48 mm listwy podkładowe	1,00
Q53.110-18	deski pokrycia zewnętrznego	5,00
Q58.120-30	45 mm x 70 mm deska podokienna	3,00
S41.700-01	okucie podokienne	5,00
S12.700-30	150 mm wełna mineralna	3,00
Suma		66,00

Rys 8.05. Zawartość czynności wyrażona w ilości godzin robocizny

Informacja pokazana w tym przypadku jest zaczerpnięta z wyników kalkulacji przetargu. Zestawienie podaje konieczną ilość robocizny dla każdej czynności i jest bezpośrednim podkładem do planowania postępu robót.

Opis robót i przedmiar z wczytanymi kodami czynności może być dalej przedmiotem opracowywania wydruków zgodnie z poprzednio opisanymi zasadami użycia generatora raportów. To samo dotyczy wyników kalkulacji.

Zadaniem wykonawcy jest wybrać jak najodpowiedniejszą formę zestawienia czynności, tak aby to pasowało do przyjętych przez niego metod opracowywania harmonogramów.

Powyższe przykłady są kolejnym potwierdzeniem jak ważnym jest zachowanie logicznych powiązań między opisem robót, kalkulacją przetargu i planowaniem postępu robót.

Jeżeli powiązania te nie są respektowane, to traci się możliwość racjonalnego przekazywania informacji dotyczących procesu inwestycyjnego. Konsekwencją tego staje się konieczność kolejnego odtwarzania raz już ustalonych danych i kopiowania informacji w nowych układach. Są to nieproduktywne operacje podrażające koszty całkowite, powodujące błędy i opóźnienia. Zadaniem wszystkich, którzy interesują się postępowaniem technicznym w budownictwie winno być propagowanie nowych metod.

8.5. Układanie harmonogramów

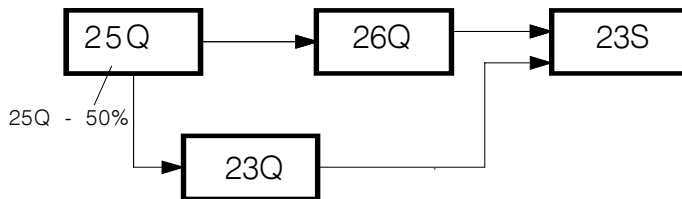
Przygotowanie harmonogramu można podzielić na następujące operacje:

- ustalenie, opisanie i zakodowanie czynności
- szkic sieci zależności
- przyporządkowanie kodów czynności do opisu robót
- określenie wielkości brygad roboczych
- obliczenie rezultatów, propozycja harmonogramu

Jest bardzo ważne, aby tekst opisujący czynności był przejrzysty i dostatecznie obszerny, aby nie powstawały wątpliwości jakie operacje są włączone w każdą czynność. Zalecenia odnoszące się do układania tekstów dla opisu robót omówione w rozdziale 3.6 dotyczą w pełni opisów czynności. Zaleca się wydrukowanie pełnej listy czynności przed przystąpieniem do dalszej pracy nad planowaniem postępu robót.

Szkic zależności można wykonać za pomocą oprogramowania lub ręcznie. Doświadczenie wykazuje, że przedstawienie czynności za

pomocą prostokątów z połączeniami jest najłatwiejsze do zrozumienia. Graficzne przedstawienie zależności ułatwia ustalenie logiki harmonogramu i jest bardzo pomocne przy wprowadzaniu kodów czynności do opisu robót. Szkic sieci zależności może mieć formę jak pokazano na rys. 8.06.



Rys. 8.06. Szkic sieci zależności

Przykładowo zaznaczono, że czynność

23Q Roboty ciesielskie w ścianach zewnętrznych

może się rozpocząć, gdy w 50% zrealizowana będzie czynność

25Q Roboty ciesielskie w stropie

Po przygotowaniu listy czynności i szkicu sieci zależności wczytuje się kody czynności do zbioru ilości. Jeżeli harmonogram jest przygotowywany na etapie przetargu, to należy za podstawę wybrać dokument przetargowy. Gdy planowanie postępu robót odbywa się po podpisaniu umowy, to należy użyć poprawionego zbioru, który był podstawą do wydruku umowy.

Jako ostatni typ informacji niezbędnej do obliczenia harmonogramu należy następnie podać liczebność stanu brygady roboczej dla każdej czynności.

Jako wynik obliczeń wykonywanych przez oprogramowanie, które jest podstawą tego opisu, otrzymuje się:

- zestawienie zawartości i czasu trwania czynności
- propozycję harmonogramu w formie diagramu Gantt'a

Zbór powstający przy obliczeniu jest nowym wariantem zbioru ilości, wzbogaconym wieloma interesującymi informacjami przydatnymi w szczegółowym planowaniu. Na podstawie tego zbioru można przygotowywać wydruki danych przydatne w kontroli postępu robót, planowaniu dostaw materiałów, rozliczeniu brygad roboczych itp. Uprzednio omówione zasady użycia generatora wydruków są aktualne i na tym etapie pracy. Doświadczony wykonawca szybko uczy się korzystać

z zalet oprogramowania przy wyszukiwaniu i przejrzystym redagowaniu potrzebnych mu w danej chwili informacji.

8.6. Planowanie dostaw

Przygotowanie harmonogramu stwarza jest podstawą planowania dostaw. To zadanie wykonuje się zwykle po ustaleniu planu postępu robót.

Materiały są zwykle dostarczane na plac budowy w ilościach pozwalających na wykonanie wielu czynności. Ale są także pewne typy dostaw, które są wyznaczane na określoną godzinę. Możliwości składowania na placu budowy i lokalne warunki ruchu decydują o wyborze rytmu i wielkości dostaw. Przedsiębiorca planujący dostawy może więc mieć znaczną pomoc ze zbioru zawierającego wszystkie niezbędne dane o zapotrzebowaniu materiałów i sprzętu w relacji do planu postępu robót.

Ustalanie planu dostaw odbywa się przez wyczytanie numeru dostawy do zbioru zawierającego przegląd zasobów niezbędnych do wykonania budowli. Wzbogacony tak zbiór zawiera przykładowo informacje pokazane na rys. 8.07:

Pokazane powyżej dane opracowano na podstawie wyników

Dom mieszkalny				strona 8		
* PRZEGLĄD ZASOBÓW						
* TARCICA I INNE MATERIAŁY DREWNIANE				I	90.10.01	
				ilość	jedn.	numer dostawy
i.1156	36 x 148 belki T.18					
	nr. poz.	05 23 04	kod Q131022	59,14	m	1
	nr. poz.	05 26 70	kod Q35400	16,44	m	2
			w całości	275,58	m	
i.1160	36 x 98 dokładne T.18					
	nr. poz.	05 23 58	kod Q13102	43,01	m	3
i.1172	23 x 48 dokładne S					
	nr. poz.	05 25 01	kod Q332021	72,83	m	1
	nr. poz.	05 25 16	kod Q51920	10,16	m	1
	nr. poz.	05 25 20	kod Q33202	190,74	m	1

Rys 8.07. Zestawienie materiałów z podaniem numeru dostawy

analizy przetargu i na zestawie kodów przyjętych dla danego projektu. Zbiór zawiera w tym wypadku szczegółowe informacje wskazujące na rozkład materiałów zgodnie z branżą rzemieślniczą,

częścią budowli, numerem pozycji w opisie i kodem ogólnym pozycji. Wystarczy wczytać odpowiednie parametry do generatora wydruków, aby otrzymać zestawienia z podaniem np. daty dostawy, miejsca użycia materiałów lub innych szczegółów przydatnych w racjonalnym zarządzaniu materiałami i sprzętem.

8.7. Plan postępu robót

W wyniku operacji opisanych w rozdziale 8.5 powstają dane do ostatecznego opracowania planu postępu robót.

Między innymi można otrzymać przegląd zależności czynności i wielkości brygad roboczych, jak pokazano na rys. 8.08:

Czynność	Poprzednik	Wykonanie %	Początek	Koniec	Załoga - ilość rob.
25Q Roboty ciesielskie - stropy					2
	Czynność początkowa		01.06.94		
23Q Roboty ciesielskie - ściany					3
	25Q	100			
26Q Roboty ciesielskie - dach					2
	25Q	50			
23S Roboty stolarskie - okna					3
	26Q	100			
	23Q	100			

Rys 8.08. Zestawienie danych do harmonogramu robót

Oprogramowanie, które jest podstawą tego opisu jest uproszczonym wariantem metody sieciowej. Plan postępu robót opiera się na obliczeniu ścieżki krytycznej. Metoda pozwala na obliczenie harmonogramu na podstawie dwóch różnych założeń:

1. wyznaczenia początku i końca robót
2. podania początku robót i wielkości załogi

W pierwszym przypadku oprogramowanie rysuje plan postępu robót i oblicza wymagany stan załogi do wykonania poszczególnych czynności.

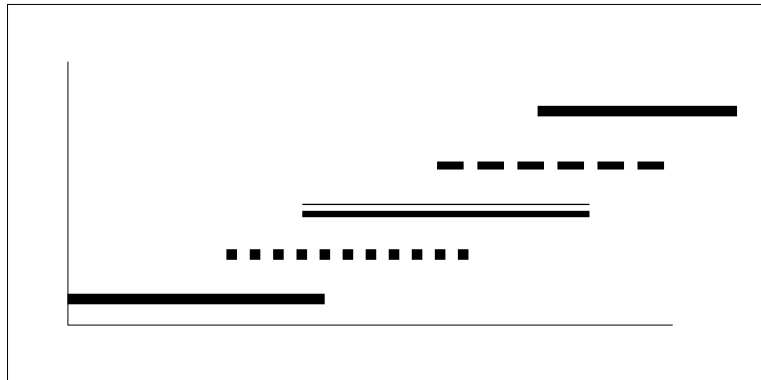
Wychodząc z drugiego założenia oprogramowanie oblicza czas trwania czynności przy zadanej załodze i rysuje zgodny z tym plan.

Na ogół żadne z przyjętych tu założeń nie prowadzi bezpośrednio do zadowalających wyników. Rozwiązanie optymalne jest zwykle

wynikiem wielu kompromisowych decyzji podejmowanych przez przedsiębiorcę, któremu inwestor często narzuca termin oddania gotowego obiektu do użytku. Prosta metoda jest wykonanie prób przy zmiennych parametrach wprowadzanych przy obu założeniach podstawowych. Oprogramowanie pracuje szybko, można więc pozwolić sobie na większą ilość iteracji. Najważniejszą zaletą tej metody jest jej przejrzystość i pewność co do poprawności wszystkich danych wyjściowych, które są niezbędne do przygotowania harmonogramu postępu robót.

Opracowanie planu postępu robót jest skomplikowanym zadaniem wymagającym dużego doświadczenia, gruntowej znajomości silnych stron własnego przedsiębiorstwa i firm współpracujących, a wreszcie indywidualnej pomysłowości tego, kto opracowuje plany. Próby pełnego zautomatyzowania zadania prowadzą z konieczności do skomplikowanych oprogramowań, gdyż każda z możliwości koniecznych do uwzględnienia musi być wyrażona w formie parametrów. Oprogramowania tego typu były w użyciu w początkach lat 60. Systemy propagowane wówczas były oparte na dwu wariantach metody sieciowej oznaczonych skótami PERT i CPM. Systemy te nigdy nie rozpowszechniły się w budownictwie. Jedną z przyczyn dla których te systemy nie znalazły szerszego zastosowania był brak powiązania pomiędzy algorytmem obliczającym plan i podstawowymi danymi o ilości robót – nie istniało żadne powiązanie obliczania sieci z danymi zebranymi w przedmiarach.

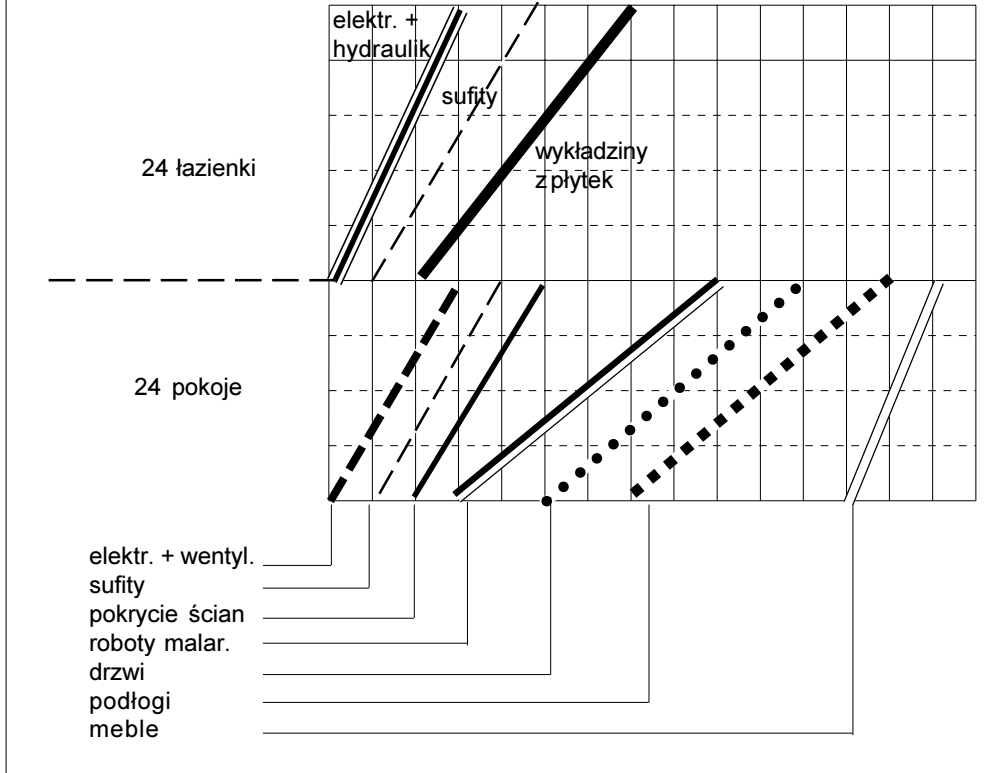
Na placach budów dominują dziś wciąż plany postępu robót w formie diagramów typu Gantt'a, jak pokazano na rys. 8.09:



Rys. 8.09. Plan postępu robót w formie diagramu Gantt'a

Jako jedną z kolejnych możliwości rozwoju metod planowania można przyjąć połączenie systemu opisu robót, zapewniającego dostęp do

Przebudowa hotelu SAS w Oslo
 Czynności dla typowego piętra z 24 pokojami
 Plan postępu robót w formie cyklogramu



Rys. 8.10. Fragment planu postępu robót w formie „cyklogramu”

podstawowych danych do planowania, z systemem planowania sieciowego wykorzystującego współczesną technikę opartą na zasadach *Microsoft Windows*. Praca nad takim rozwiązaniem wydaje się godna uwagi.

W pewnych przypadkach korzystnym jest przedstawianie planu postępu robót w formie ukośnych linii. Ta forma jest znana także pod nazwą cyklogramu. Przykład planu pokazany jest na rys. 8.10.

Czynności są przedstawione w stosunku do dwu odniesień. Pozioma linia jest osią czasu, pionowa reprezentuje przestrzeń.

Ta forma graficzna uwidacznia ruch czynności, można śledzić przemieszczanie się brygad roboczych z komórki do komórki.

Czynności przedstawione „stromymi liniami” są szybkie, małe pochylenie reprezentuje powolny postęp robót. Linie przedstawiające czynności nie mogą się krzyżować, oznaczałoby to kolizję dwu brygad roboczych. Pionowa odległość między liniami oznacza wolną przestrzeń między brygadami roboczymi.

Ta ostatnia forma wizualizacji planów postępu robót jest przydatna zwłaszcza wtedy, gdy roboty trzeba wykonywać w trudnych warunkach, i gdy brak dostępności staje się ważnym czynnikiem do uwzględnienia. Przykładem może być przebudowa dużego hotelu w centrum miasta, z wyłączeniem eksploatacji każdorazowo tylko dwu pięter. Fragment planu postępu robót pokazano na rys. 8.10.

Ta sama forma graficzna do przedstawiania planów postępów robót jest stosowana w budownictwie drogowym.