

**BUDUJ
Z GŁOWĄ**

**WYDANIE
SPECJALNE**

www.bzg.pl

Harmonogram robót budowlanych dla początkujących

3–7

Harmonogram robót
budowlanych od podstaw

9–16

Cel harmonogramowania
robót budowlanych

17–23

BIM w harmonogramowaniu
robót budowlanych

25–33

Jak zrobić harmonogram na
podstawie kosztorysu?

SPIS TREŚCI

03 Harmonogram robót budowlanych od podstaw

- Rodzaje harmonogramów w praktyce
- Kamienie milowe jako punkty kontrolne inwestycji
- Ścieżka krytyczna bez tajemnic
- Programy do harmonogramowania robót

09 Cel harmonogramowania robót budowlanych

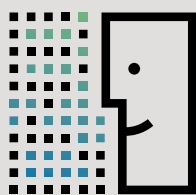
- Struktura harmonogramu
- Przygotowanie harmonogramu krok po kroku
- Powiązanie z kosztorysem
- Harmonogram a zarządzanie projektem
- Kontrola zasobów i postępu prac

17 BIM w harmonogramowaniu robót budowlanych

- Kluczowe komponenty BIM 4D
- Statyczne i dynamiczne wizualizacje
- Cztery rodzaje symulacji 4D
- Korzyści z harmonogramowania w BIM

25 Jak zrobić harmonogram na podstawie kosztorysu?

- Podstawowe ustawienia harmonogramu w Normie EXPERT
- Generowanie zadań na podstawie kosztorysu
- Planowanie terminów, zasobów i zależności
- Edycja harmonogramu i wykres Gantta



BUDUJ Z GŁOWĄ

WYDANIE SPECJALNE
HARMONOGRAM ROBÓT BUDOWLANYCH
DLA POCZĄTKUJĄCYCH

Redaktorka naczelna: Aleksandra Kuśmierczyk
Zespół redakcyjny: Anna Kamińska, Ewelina Jemioła,
Jolanta Przemieniecka, Jarosław Deja
Projekt graficzny: Piotr Piecko
Autorzy tekstów: Elżbieta Dutkiewicz, Kazimierz Stanisław Nowicki, Krzysztof Zima

Zdjęcie na okładce: Valerii Honcharuk Dreamstime.com

Data wydania: wrzesień 2026 r.

Adres redakcji: ul. Leszczynowa 7, 03-197 Warszawa
tel. 22 594 05 60, 22 614 37 17, bzg@ath.pl
www.bzg.pl

Redakcja nie zwraca materiałów niezamówionych,
zastrzega sobie prawo redagowania nadesłanych tekstów.

Dział Handlowy: tel. 22 594 05 66, 22 614 34 22,
e-mail: handlowy@ath.pl
sklep internetowy: www.ath.pl

© Copyright by ATHENASOFT SP. Z O.O.

Wszystkie materiały są objęte prawem autorskim.
Przedruk materiałów w jakiegokolwiek formie
i jakimkolwiek języku bez wcześniejszej pisemnej
zgody jest zabroniony.



Valerii Honcharuk / Dreamstime.com

Harmonogram robót budowlanych od podstaw

Harmonogram jest niezastąpiony w koordynacji przebiegu prac, czy też przewidywaniu potencjalnych zagrożeń realizacji inwestycji. Jak go dobrze przygotować?

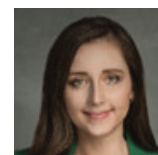
Strategia działania jest nieodzowną częścią każdego przedsięwzięcia, wszak *cel bez planu jest tylko życzeniem*, jak pisał Antoine de Saint-Exupéry.

Dla robót budowlanych harmonogram stanowi narzędzie do zarządzania całym procesem inwestycyjnym. Dokument ten w najbardziej uproszczonej wersji zawiera dane dotyczące kolejności technologicznej poszczególnych robót oraz czasu ich trwania. Z planu przebiegu prac w czasie możemy również wydobyć informacje o zapotrzebowaniu na moce przerobowe, materiały oraz sprzęt, a po dokonaniu odpowiedniej analizy, informacje o środkach potrzebnych na realizację zadania.

Rodzaje harmonogramów

Ilość danych, które powinien zawierać niezawodny harmonogram oraz mnogość zależności najczęściej wymuszają rozdzielenie dokumentu na kilka powiązanych ze sobą tabel. Wśród nich możemy wyróżnić różne grupy harmonogramów:

- **rzeczowe**, które przedstawiają kolejność technologiczną poszczególnych robót,
- **zapotrzebowania**, w tym: zatrudnienia, dostaw materiałów produkcyjnych, pracy maszyn,
- **finansowe** wynikające bezpośrednio z powyższych; pozwalają na zapewnienie środków pieniężnych niezbędnych do realizacji zadania.



Elżbieta Dutkiewicz
inżynier
budownictwa

Podstawy do opracowania rzetelnego harmonogramu

Podstawą do opracowania niezawodnego planu robót jest bez wątpienia zebranie maksymalnej ilości informacji. Zakres danych, jakie powinien zawierać harmonogram, zależy przede wszystkim od potrzeb przedsięwzięcia.

Najprostszy harmonogram, czy inaczej harmonogram wstępny lub ogólny, powinien zawierać kolejność następujących po sobie prac z podaniem przewidywanego czasu ich trwania.

W przypadku małych projektów wystarczający jest harmonogram ogólny. Przy bardziej skomplikowanych inwestycjach jest on rozbudowywany o harmonogramy szczegółowe wydzielonych etapów prac.

Dla większych projektów niezbędne będzie także zebranie informacji o dostępnych środkach produkcyjnych oraz finansowych, które można wykorzystać podczas realizacji. Powyższe należy przeanalizować pod kątem spełnienia oczekiwań zarówno zamawiającego (inwestora), jak i osiągnięcia zamierzonego poziomu produkcji w firmie.

HARMONOGRAM KROK PO KROKU

Harmonogram wstępny

Pracę nad przygotowaniem planu robót należy rozpocząć od opracowania wstępnego harmonogramu. Podaje się w nim rodzaje i ilości planowanych prac wraz z szacowanym czasem ich trwania oraz warunki brzegowe projektu, jakimi są terminy rozpoczęcia i zakończenia inwestycji (tab. 1).

Kamienie milowe

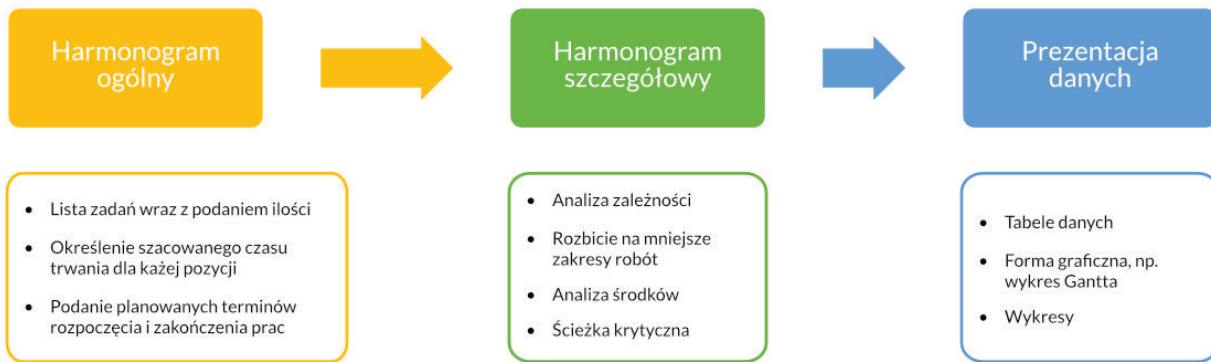
Kolejnym krokiem może być ustalenie „kamieni milowych”, czyli istotnych etapów inwestycji. Kamień milowy może być określony jako **termin zakończenia lub rozpoczęcia poszczególnej grupy prac, etapu projektu lub osiągnięcia oczekiwanego poziomu procentowego zaawansowania robót** (w rozumieniu rzeczowym lub finansowym).

Przykładowe kamienie milowe:

- Uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę oraz rozpoczęcie robót budowlanych nie później niż w ciągu 17 miesięcy od daty podpisania umowy.
- Wykonanie robót o wartości 30% w ciągu 6 miesięcy od rozpoczęcia prac.

Tab. 1 Przykładowy harmonogram ogólny dla wykonania stanu surowego zamkniętego domu jednorodzinnego

Lp.	Wyszczególnienie	Termin rozpoczęcia prac	Termin zakończenia prac	Czas trwania (dni robocze)
2	STAN ZEROWY	2021-06-01	2021-07-09	43
21	ROBOTY ZIEMNE	2021-06-01	2021-06-27	18
22	FUNDAMENTY WRAZ Z IZOLACJAMI	2021-06-07	2021-06-23	13
23	PODKŁADY	2021-06-24	2021-07-09	12
3	STAN SUROWY ZAMKNIĘTY	2021-07-10	2021-10-04	57
31	KONSTRUKCJA PARTERU	2021-07-10	2021-07-30	15
32	KONSTRUKCJA PIĘTRA	2021-08-10	2021-08-20	9
33	KLATKA SCHODOWA	2021-07-26	2021-07-27	2
34	KONSTRUKCJA DREWNIANA DACHU	2021-08-23	2021-09-06	11
35	POKRYCIE DACHU	2021-09-07	2021-09-22	12
36	STOLARKA ZEWNĘTRZNA	2021-09-23	2021-10-04	8



Rys. 1 Etapy powstawania harmonogramu

- Zakończenie wszystkich robót ziemnych do 1.06.2022 r.
- Wykonanie 50% powierzchni pokrycia dachowego do 1.10.2021 r.

Ustalenie kamieni milowych jest kolejnym – po terminie rozpoczęcia i zakończenia – warunkiem brzegowym projektu.

Zapotrzebowanie

Po uzgodnieniu rodzajów i ilości planowanych robót oraz warunków brzegowych, należy przejść do określenia niżej wymienionych właściwości projektu:

- pracochłonności poszczególnych robót,
- planowanego zużycia materiałów,
- zapotrzebowania na sprzęt.

Następnie trzeba przeanalizować możliwości ich zapewnienia – w szczególności: dostępne moce przerobowe oraz czas potrzebny na ich mobilizację, czas potrzebny na przygotowanie zamówienia, terminy dostaw materiałów i dostępność sprzętu.

Zebranie informacji

Niezawodny harmonogram dużego przedsięwzięcia budowlanego nie może powstać bez skoordynowanego współdziałania członków różnych komórek, a zwłaszcza działów: finansowego, realizacji oraz zakupów. Planista w celu zebrania niezbędnych danych powinien skonsultować z nimi założenia dotyczące zapotrzebowania działów:

- realizacji: określenie dostępności zasobów własnych (robocizny i sprzętu),

- finansowym: określenie możliwości finansowych,
- zakupów: określenie dostępności materiałów, sprzętu oraz podwykonawców.

Następnie należy określić zasoby finansowe potrzebne do realizacji inwestycji. Końcowy harmonogram rzeczowy powinien być kompatybilny z harmonogramem finansowym w celu zapewnienia płynności finansowej.

Określenie zależności

Mając wszystkie informacje wymienione w poprzednich punktach, możemy przystąpić do ustalenia zależności pomiędzy kolejnymi rodzajami prac. Zadanie jest dość proste w przypadku prac następujących po sobie, dla których rozpoczęcie kolejnej uwarunkowane jest zakończeniem poprzedniej. Sytuację komplikują wszelkie przerwy technologiczne, prace, których wykonanie nie jest uzależnione od innych i te wykonywane w trakcie trwania innych prac.

Najczęściej stosowanym narzędziem do planowania prac jest **metoda ścieżki krytycznej**. Polega ona na przedstawieniu projektu za pomocą następujących po sobie zadań, w taki sposób, aby każde kolejne rozpoczynało się po zakończeniu poprzedniego (rys. 2). W ten sposób opóźnienie jednego z zadań ze ścieżki krytycznej powoduje opóźnienie całego projektu. Zapewnienie realizacji zadań ze ścieżki krytycznej powinno być punktem wyjściowym do dalszej rozbudowy harmonogramu.



Rys. 2 Ścieżka krytyczna wykonania stanu surowego zamkniętego domu jednorodzinnego

Forma prezentacji

Dokładność harmonogramu jak również wybór formy prezentacji w dużej mierze zależy od skomplikowania projektu budowlanego. Dla małych projektów wystarczający jest harmonogram ogólny, a w przypadku większych dochodzą harmonogramy szczegółowe dla poszczególnych etapów prac.

Najczęściej spotykaną formą prezentacji harmonogramu jest plan graficzny w postaci **wykresu Gantta** (rys. 3). Wykresy pozwalają na dodatkowe sprawdzenie założeń przyjętych w części analitycznej harmonogramu. Z rysunku możemy wychwycić momenty przestoju w pracach, np. spowodowane przerwami technologicznymi. Dla tych okresów planujemy wykonanie robót niepowiązanych z innymi pracami, np. prac wykończeniowych, obróbki, zasyпки itd.

Aktualizacja harmonogramu

Przed zakończeniem prac nigdy nie ma 100% pewności, ile naprawdę będą one trwały. W momencie tworzenia harmonogramu określamy **szacowany czas trwania robót**, np. na podstawie uśrednionych nakładów rzeczowych z KNR lub danych o wydajności brygad roboczych w firmie (tego typu dane powinny być gromadzone

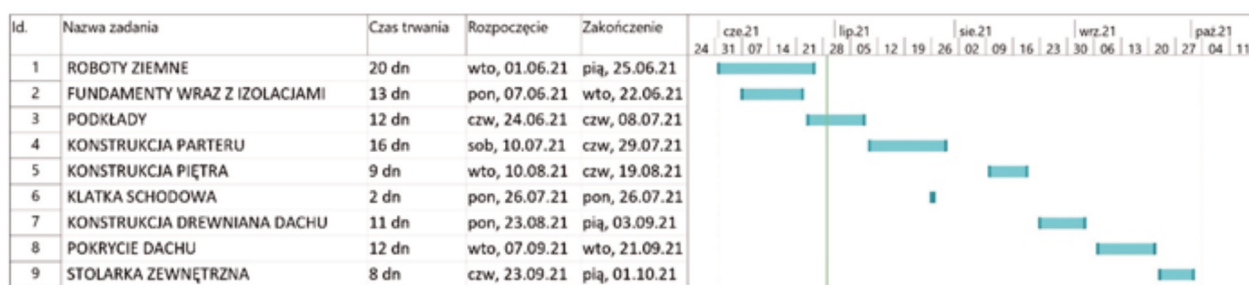
przez pracowników bezpośrednio związanych z realizacją robót).

Podczas realizacji na aktualność opracowanego harmonogramu, poza efektywnością pracowników, wpływa wiele nieprzewidywalnych czynników, wśród których możemy wyróżnić losową zmienność kadry, czynniki atmosferyczne, opóźnienia w dostawach, wszelkiego rodzaju awarie sprzętu, a coraz częściej również problemy z płynnością finansową przedsiębiorstw zaangażowanych w projekt.

Najczęściej używane programy

Konieczność systematycznego aktualizowania harmonogramów jest jednym z czynników, który sprawił, że opracowanie harmonogramu w wersji papierowej stało się niemalże niemożliwe. Zautomatyzowanie procesu harmonogramowania pozwala na zaoszczędzenie znacznej części czasu pracy wielu osób, a także pomaga uniknąć błędów.

Oprogramowanie komputerowe umożliwia wydzielenie informacji, które są potrzebne w danym momencie, w zależności od działu firmy, dla którego robiony jest harmonogram (np. dział finansowy, dział zakupów), czy też w zależności od okresu, dla którego chcemy wydzielić informacje.



Rys. 3 Przykład prezentacji harmonogramu w formie wykresu Gantta

Na rynku dostępnych jest wiele narzędzi do opracowywania harmonogramu robót. W branży budowlanej najczęściej stosowany jest program **MS Project** – aplikacja wspomagająca zarządzanie projektami, zasobami, czasem i finansami projektu. Jest to wyspecjalizowany, zaawansowany i bardzo popularny system oferujący czytelne narzędzia do planowania działań, budowy harmonogramów, nadzorowania realizacji projektów i raportowania.

Innym często używanym jest **MS Excel** – program, którego nikomu nie trzeba przedstawiać – stosowany na całym świecie do analizy różnego rodzaju danych. Opracowanie niezawodnego harmonogramu przy użyciu Excel wymaga jednak więcej wysiłku niż w przypadku użycia oprogramowania przeznaczonego specjalnie do robienia harmonogramów.

Zaplanowanie prac wymaga stworzenia od podstaw logiki, która w innych programach, tj. MS Project została już wbudowana. W moim odczuciu opracowanie harmonogramu w Excel, pomimo że jest trudniejsze, pozwala na większą dowolność w wyborze rodzajów wprowadzanych informacji, jak i w formie prezentacji.

Warto również zwrócić uwagę na dostępne na rynku **darmowe programy do zarządzania projektami**. Są to m.in.:

- **Gantt Project** – pozwala na wprowadzenie dowolnej liczby zadań, powiązanie robót z zasobami, a także na utworzenie wykresów Gantta (do których nawiązuje nazwa aplikacji).
- **Project Libre** – oprogramowanie rozwijane w formule open source; wspomaga proces zarządzania projektami. Celem autorów bazowego kodu jest stworzenie bezpłatnej alternatywy dla MS Project.

Zautomatyzowanych narzędzi do zarządzania procesami jest wiele. Przy doborze oprogramowania dla planisty warto zwrócić uwagę na koszt zakupu, a także na dostępność i umiejętność stosowania wybranego oprogramowania przez pozostałych uczestników procesu budowlanego.

Automatyzacja procesów znajduje się aktualnie w fazie szybkiego rozwoju. Prawdopodobne jest, że nawet w trakcie tworzenia niniejszego opracowania mógł trafić do sprzedaży lub zostać udostępniony kolejny program, który dla jakiegoś projektu może okazać się lepszy od wyżej wymienionych. Dlatego zawsze warto śledzić nowości z rynku.

Podsumowanie

Pomimo możliwości zautomatyzowania niektórych elementów planu robót praca planisty jest bardzo czasochłonna i dużej jej części z reguły nie sposób pominąć. Opracowanie niezawodnego harmonogramu jest zadaniem złożonym, wymagającym zaangażowania wielu uczestników procesu budowlanego.

Ze względu na wykonywany zawód liczę na dalszy rozwój oprogramowania kosztorysowego w kierunku możliwości przygotowania harmonogramu. Nie da się ukryć, że oba dokumenty – kosztorys (budżet) i harmonogram – mają na siebie istotny wpływ. **Mniej więcej połowa danych do części analitycznej harmonogramu pochodzi (jest pobierana) z kosztorysu.** Wszelkie zmiany harmonogramu mogą mieć wpływ na koszt realizacji, również wszelkie zmiany budżetu mają wpływ na modyfikacje harmonogramu.

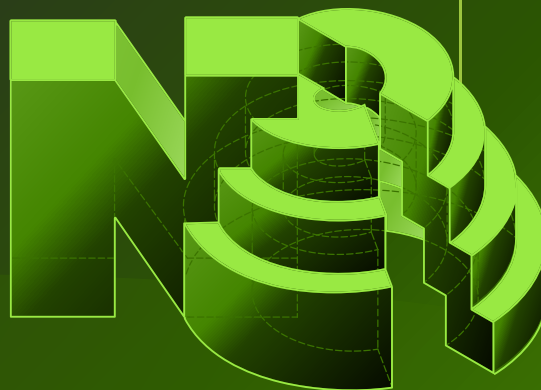
Prawidłowo przygotowany i aktualizowany na bieżąco harmonogram pozwala na regularne kontrolowanie postępów inwestycji, a to z kolei umożliwia optymalizację lub zmniejszenie kosztów projektu. ■

O AUTORCE:

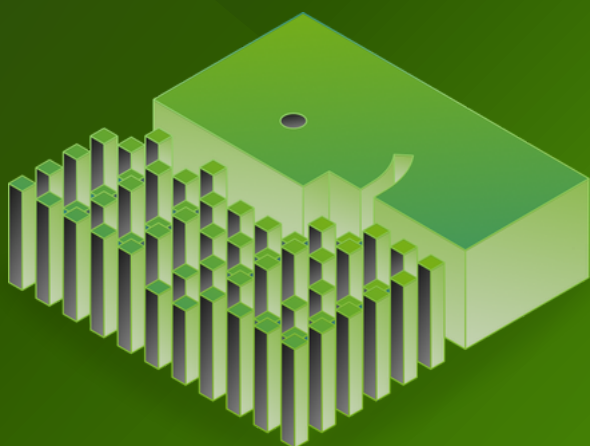
Elżbieta Dutkiewicz – absolwentka Politechniki Łódzkiej, kosztorysantka, kierownik projektów, inspektor nadzoru w spec. inżynieryjnej drogowej oraz konstrukcyjno-budowlanej. Autorka publikacji na temat kosztów inwestycji budowlanych.

Norma **EXPERT**

Najchętniej wybierane
oprogramowanie
do **kosztorysowania**



- Import przedmiarów i kosztorysów z formatu PDF + obsługa skanów
- Import obmiarów z dokumentacji projektowej
- Współpraca z programami MS Office
- Moduł do harmonogramowania
- Współpraca z innymi programami do kosztorysowania i bazami cen
- Rozbudowana baza Katalogów Nakładów Rzeczowych
- Przeglądarka modeli BIM
- Komunikacja online z bazą INTERCENBUD



Masz już Normę? **Postaw na aktualizację**

- Nowe KNR'y oraz funkcjonalności
- Abonament roczny aktualizacji
- Baza cenowa INTERCENBUD
- Magazyn branżowy „Buduj z Głową”



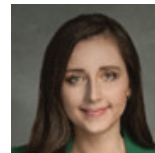
Odwiedź
naszą stronę
www.ath.pl



Fot. Janzp/ Dreamstime.com

Cel harmonogramowania robót budowlanych

Powodzenie projektu budowlanego w dużej mierze zależy od prawidłowego skonstruowania harmonogramu prac potrzebnego do realizacji zadania, a następnie właściwego zarządzania tym opracowaniem.



Elżbieta Dutkiewicz
inżynier
budownictwa

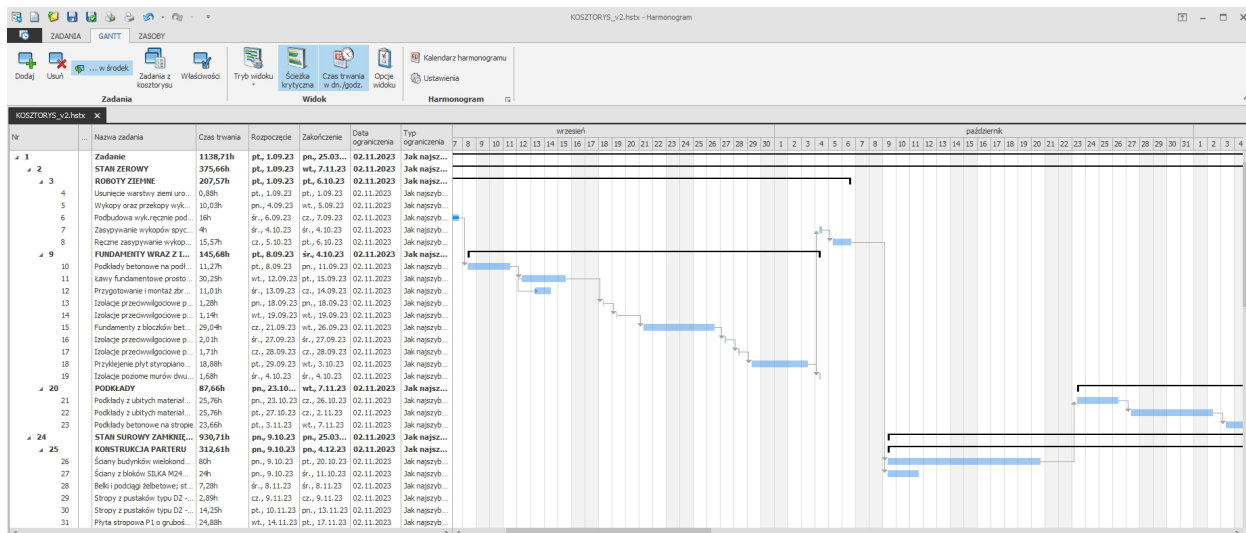
Harmonogram robót budowlanych pomaga zarządzić procesem wykonawczym. Narzędzie to stanowi złożony plan, który przedstawia czas trwania projektu oraz zależności wszystkich działań związanych z jego realizacją, włączając w to dostawy materiałów, wynajem maszyn, zapewnienie mocy przerobowych i wszystkie inne czynności potrzebne do osiągnięcia celów przedsięwzięcia.

Z czego składa się harmonogram

Harmonogramowanie robót budowlanych jest procesem planowania i organizacji prac

związanych z budową. Harmonogramy przedstawiają przebieg robót budowlanych w czasie oraz zapotrzebowanie na brygady robocze i środki produkcji w określonych dla danego projektu przedziałach czasowych. W typowym harmonogramie projektu budowlanego wyróżniamy część analityczną, graficzną oraz moduły sprawdzające.

Część analityczna powinna zawierać przynajmniej: wyszczególnienie rodzaju oraz ilości robót, określenie zależności pomiędzy nimi, planowany termin rozpoczęcia i zakończenia



Rys. 1 Wykres Gantta – fragment harmonogramu budowy domu jednorodzinnego utworzonego w programie Norma EXPERT

oraz czas wykonania poszczególnych robót. Część analityczna harmonogramu jest przedstawiana w formie tabeli (rys. 2).

Część graficzna – choć w zarządzaniu projektami stosuje się kilka form graficznej prezentacji przebiegu procesów, to w przypadku harmonogramów na roboty budowlane w części graficznej występuje najczęściej wykres Gantta (rys. 1). Nazwa pochodzi od nazwiska amerykańskiego inżyniera Henry'ego Gantta, który opracował i rozpowszechnił go na początku XX wieku.

Na tym diagramie zadania są prezentowane na osi czasu za pomocą odcinków linii prostych, o długościach odpowiadających (wg przyjętej skali) terminom realizacji poszczególnych zadań. Skala czasu uzależniona jest od stopnia szczegółowości harmonogramu (miesiące, tygodnie, dni, a nawet godziny).

Część sprawdzająca – zaliczamy do niej m.in. harmonogram zatrudnienia, harmonogram pracy maszyn czy też harmonogram dostaw. Przy czym elementy te mogą stanowić odrębny dokument.

Nr	Nazwa	Typ	J.m.	Dostępna ilość	Inicjały	Grupa	Indeks	Używany
1	robocizna	Robocizna	r-g	5	R.		999	Tak
2	bala gładkie obrzynane gr. 50 mm M.II	Materiały	m3		BOK		2600339	Tak
3	bala gładkie obrzynane gr. 63 mm M.II	Materiały	m3		BOK		2600339	Tak
4	beton zwykły	Materiały	m3		BZ		2370699	Tak
5	beton zwykły z kruszywa naturalnego	Materiały	m3		BZNI		2370699	Tak
6	blacha dachówkowa LPA gr. 0.5 mm pokryta poliestrem	Materiały	m2		BOPP		1121710	Tak
7	blacha stalowa ocynkowana płaska 0,50 mm	Materiały	kg		BSCP		1120300	Tak
8	blocki betonowe 20x20x14 cm	Materiały	stb.		BK2		2200410	Tak
9	blocki YTONG 60x20x20,0 cm	Materiały	stb.		B16		2205040	Tak
10	bloki SILKA M24	Materiały	stb.		B5		1811050	Tak
11	bramy garażowe kompletne uchwyty aluminiowe typu Horman	Materiały	m2		BKJATH		1322320	Tak
12	deski gładkie obrzynane 25 mm M.III	Materiały	m3		BOK		2600699	Tak
13	deski gładkie obrzynane 38 mm M.III	Materiały	m3		BOK		2600622	Tak
14	drewno okrągłe na stęple budowlane	Materiały	m3		DOGB		3950001	Tak
15	drut stalowy okrągły	Materiały	kg		DGO		1120699	Tak

Użyte zasoby "robocizna"	
Nr	Nazwa
4	Usługi warszt.
5	Wykopy oraz prz.
6	Podbudowa wyrk.
8	Ręczne natrypy
10	Podkłady beton.
11	Lawy Fundam.
12	Przygotowanie i.
14	Isolacje przeci.
15	Fundamenty z bl.
16	Isolacje przeci.
17	Isolacje przeci.
18	Przyklejenie płyt.
19	Isolacje posz.
21	Podkłady z ubit.

Rys. 2 Widok zasobów w module harmonogram w programie Norma EXPERT

PRZYGOTOWANIE HARMONOGRAMU

Krok 1. Analiza projektu

Pierwszą czynnością w harmonogramowaniu robót budowlanych jest dokładna analiza projektu. To ważne, ponieważ każda budowa jest inna, a planowanie musi być dostosowane do indywidualnych potrzeb. Do podstawowych parametrów projektu budowlanego zaliczamy: **czas rozpoczęcia, czas trwania, zasoby trwałe i nietrwałe oraz cele projektu**. Finalnym efektem projektu powinno być osiągnięcie zdefiniowanych wcześniej celów przy wykorzystaniu ustalonych zasobów. To właśnie cel projektu stanowi główny kierunek i jasne wytyczne, które powinny być znane wszystkim zaangażowanym w projekt. Zatem, **cel projektu jest pierwszym parametrem**, który należy ustalić planując proces realizacji.

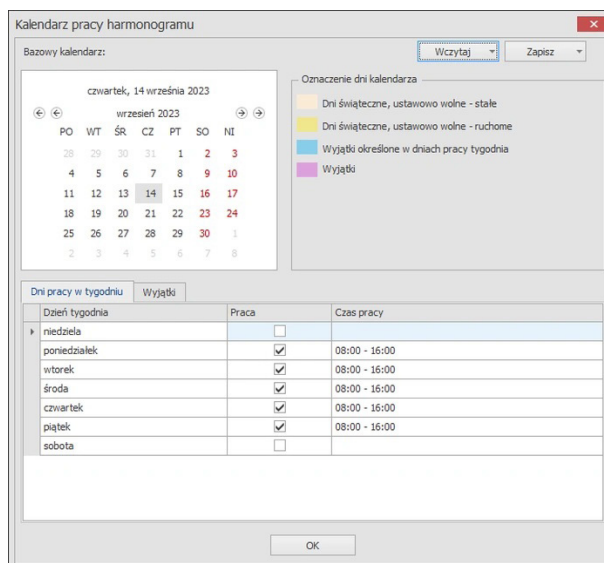
RADA: Rozważ cele i priorytety. Określ, co jest najważniejsze w projekcie. Czy termin zakończenia jest kluczowy? A może bardziej zależy ci na minimalizacji kosztów?

Krok 2. Definiowanie czasu pracy i okresu realizacji projektu

Tworzenie harmonogramu powinno rozpocząć się od kalendarza i określenia parametrów projektu, którymi są:

- **Czas pracy** – definiuje dostępność zasobów, w szczególności mocy przerobowych. W aplikacjach do tworzenia harmonogramów w celu ustalenia czasu pracy tworzymy kalendarz (rys. 3) z określeniem godzin roboczych i dni wolnych od pracy (weekendy, święta).
- **Okres realizacji projektu** – może być liczony od przodu lub od tyłu, tzn. możemy ustalać terminy rozpoczęcia poszczególnych prac na podstawie z góry założonej daty rozpoczęcia projektu lub na podstawie daty zakończenia wyliczyć, kiedy projekt powinien zostać rozpoczęty.

RADA: Ustal czas pracy oraz określ, jakie terminy są istotne dla realizacji. Czy należy z góry narzucić termin rozpoczęcia? A może należy dotrzymać konkretnego terminu zakończenia prac?



The screenshot shows the 'Kalendarz pracy harmonogramu' window. It includes a calendar for September 2023, a table for weekly work days, and a legend for holidays and exceptions.

Dzień tygodnia	Praca	Czas pracy
niedziela	☐	
poniedziałek	☒	08:00 - 16:00
wtorek	☒	08:00 - 16:00
środa	☒	08:00 - 16:00
czwartek	☒	08:00 - 16:00
piątek	☒	08:00 - 16:00
sobota	☐	

Rys. 3 Okno ustawień Kalendarz pracy harmonogramu z programu Norma EXPERT

Krok 3. Określenie zadań

Podział na mniejsze zadania

W celu opisu projektu za pomocą określonych zadań należy podzielić go na mniejsze etapy, uwzględniające cały zakres inwestycji, tzn. wszystkie prace jakie muszą zostać wykonane, aby zrealizować cele, zasoby, których należy użyć oraz wszystkie inne niezbędne działania. W podziale projektu na mniejsze, łatwiejsze do zarządzania części może pomóc stworzenie hierarchicznej struktury projektu. Zadania możemy wyodrębniać na dwa sposoby – od ogółu do szczegółu lub odwrotnie – od szczegółu do ogółu.

W metodzie **od ogółu do szczegółu** na początku wyodrębniamy główne zadania, które następnie dzielimy na coraz mniejsze. Dla projektu budowlanego zadaniami skalonymi mogą być np.:

1. Przygotowanie terenu.
2. Budowa fundamentów.
3. Montaż konstrukcji.
4. Instalacje elektryczne i sanitarne.
5. Prace wykończeniowe.
6. Testy i odbiory.

Etapy budowy domu jednorodzinnego



Rys. 4 Przykładowy podział projektu budowlanego na etapy

Tutaj istotą jest podział projektu na zadania następujące po sobie (rys. 4). Jeśli wyodrębniemy dział, taki jak np. prace izolacyjne, które nie dość, że są powiązane z wieloma etapami (konstrukcja, instalacje, wykończenia), to dodatkowo najczęściej są wykonywane przez różne brygady (zasoby). Trudno wtedy kontrolować proces ich realizacji. Zatem główne zadania wydzielamy, biorąc pod uwagę zarówno kompleksowość, specjalizację, różnorodność, jak i możliwość koordynacji oraz kontroli poszczególnych etapów.

Podział projektu bywa ułatwiony, kiedy lista zadań jest z góry narzucona np. przez kosztorys. Idąc **od szczegółu do ogółu**, łączymy mniejsze zadania w zadania sumaryczne. W kosztorysach, w celu takiego pogrupowania prac, mogą być tworzone np. działy robót lub pozycje scalone. Dużym ułatwieniem jest sytuacja, w której treść kosztorysu możemy bez mian (1:1) przenieść do harmonogramu. Wymaga to jednak współpracy i dogłębnej analizy już na etapie kosztorysowania robót.

RADA: Opisz cały projekt za pomocą zadań, które należy wykonać, aby go zrealizować. Poziom szczegółowość może być uzależniony od wielu czynników, w tym np. od rodzaju i złożoności projektu lub wymagań realizacyjnych.

Określenie zależności

Niektóre zadania będą zależały od innych, co oznacza, że muszą zostać wykonane w określonej

kolejności. Przykładowo, zadanie „wykonanie konstrukcji” nie może rozpocząć się przed zakończeniem zadania „wykonanie fundamentów”, z kolei „izolacje fundamentów” muszą zostać zakończone przed rozpoczęciem „wykonania zasypek”. Wyróżniamy cztery podstawowe typy zależności (rys. 6):

- **zakończenie – rozpoczęcie** – zadania wykonywane są jedno po drugim, np. wykonanie fundamentów musi zostać zakończone przed rozpoczęciem montażu konstrukcji,
- **zakończenie – zakończenie** – zadania, które powinny zostać zakończone w tym samym czasie, np. prace wykończeniowe w poszczególnych pomieszczeniach lub montaż konkretnych elementów konstrukcji dachu,
- **rozpoczęcie – rozpoczęcie** – zadania rozpoczynające się równocześnie, np. przygotowanie terenu i prace rozbiórkowe,
- **rozpoczęcie – zakończenie** – początek jednego zadania następuje przed ukończeniem drugiego, np. montaż instalacji wewnętrznych musi zostać rozpoczęty przed zakończeniem prac wykończeniowych.

Warto pamiętać, że opisane wyżej zależności mogą wynikać zarówno z technologii wykonywania robót, jak i z dodatkowych wymagań inwestora, dostępności zasobów lub innych dodatkowych przyczyn (np. terminów udostępnienia działek roboczych czy uwarunkowań finansowych).

Przykładowo, prace związane z betonowaniem dla niedużych projektów, w zakresie dopuszczalnym

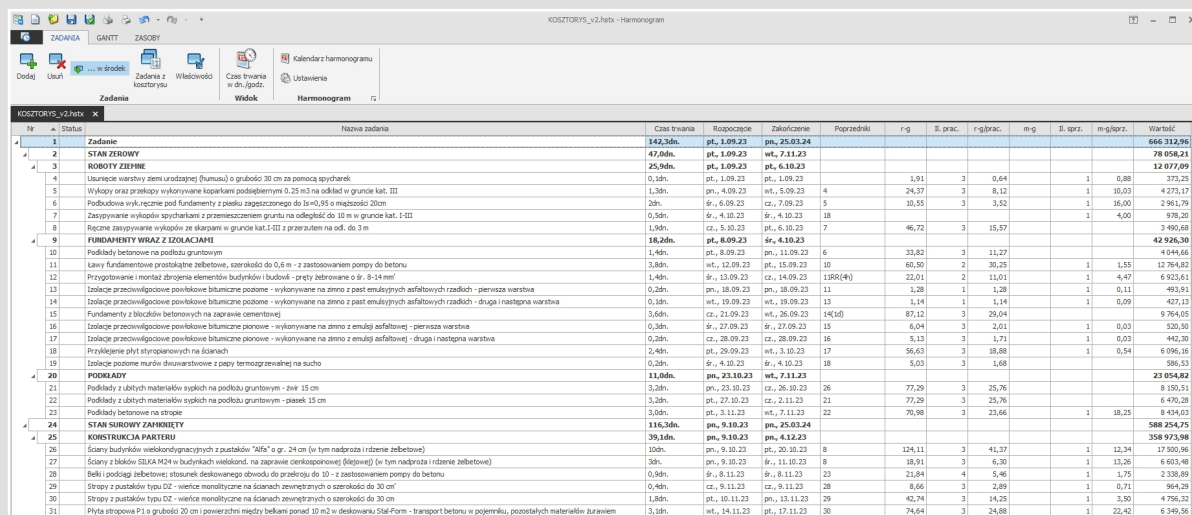
WSPÓŁZALEŻNOŚĆ KOSZTORYSU I HARMONOGRAMU

Kosztorys i harmonogram są ze sobą ściśle powiązane. Precyzyjny kosztorys dostarcza nie tylko informacji o kosztach, ale również o ilościach zasobów potrzebnych do zrealizowania poszczególnych faz projektu. Te dane mogą stanowić podstawę dla harmonogramu, pozwalając na właściwe określenie kolejności prac oraz oszacowanie czasu trwania każdej z nich. Bez dokładnych informacji o ilościach prac, będzie on nierealistyczny i podatny na błędy, co w konsekwencji prowadzi do opóźnień i przekroczenia budżetu. Dzięki uwzględnieniu informacji z kosztorysu harmonogram może być również efektywnie dopasowany do zasobów i budżetu.

Jeśli kosztorysant dokładnie oszacuje koszty i ilości, to planista i zarządzający projektem będą mieć lepszą perspektywę na skonstruowanie realistycznego i wykonalnego harmonogramu.

Program do kosztorysowania **Norma EXPERT** umożliwia eksport zadań z kosztorysu do modułu harmonogram (rys. 5). Narzędzie to pozwala na opracowanie harmonogramu w oparciu o dane pochodzące z kosztorysu robót budowlanych lub stworzenie go od podstaw, przez wprowadzanie zadań bezpośrednio w module.

Przykładowy harmonogram można pobrać ze strony www.bzg.pl.



Nr	Status	Nazwa zadania	Czas trwania	Rozpoczęcie	Zakończenie	Poprzednik	r.g	l.p.prac	r.g.prac	m.g	l.p.sprz	m.g.sprz	Wartość
1		Zadanie	142,3dn.	pt., 1.09.23	pn., 25.03.24								666 312,96
2		STAN ZEROWY	47,0dn.	pt., 1.09.23	wt., 7.11.23								78 058,21
3		ROBOTY ZIEMNE	25,0dn.	pt., 1.09.23	pt., 6.10.23								12 077,09
4		Usunięcie warstwy ziemi urodzajnej (humusu) o grubości 30 cm za pomocą spycharki	0,1dn.	pt., 1.09.23	pt., 1.09.23			1,91	3	0,64			273,25
5		Wykopy oraz przekłady wykonywane koparką podłopiętną 0,25 m ² na układ w gruncie kat. III	1,3dn.	pt., 1.09.23	wt., 5.09.23	4		24,57	3	0,12	1	10,03	4 375,17
6		Podbudowa wyk. ręczne pod fundamenty z piasku zagęszczanego do 15+0,95 o miąższości 20cm	20h	sr., 6.09.23	cz., 7.09.23	5		10,55	3	5,52			2 961,79
7		Zasypywanie wykopów spycharką z przemieszczeniem gruntu na odległość do 10 m w gruncie kat. I-III	0,5dn.	sr., 4.10.23	sr., 4.10.23	18						1	978,30
8		Ręczne zasypywanie wykopów ze skarpi w gruncie kat. I-III z przetrzaskiem na odł. do 3 m	1,9dn.	cz., 5.10.23	pt., 6.10.23	7		46,72	3	15,57			3 490,68
9		FUNDAMENTY WRAZ Z ZŁACANAMI	18,2dn.	pt., 6.09.23	śr., 4.10.23								42 806,90
10		Podkładki betonowe na podłożu gruntowym	1,4dn.	pt., 6.09.23	pn., 11.09.23	6		33,82	3	11,27			4 544,66
11		Kawki fundamentowe prostokątne żelbetonowe, szerokości do 0,6 m - z zastosowaniem pompy do betonu	3,8dn.	wt., 12.09.23	pt., 15.09.23	10		60,50	2	30,25		1,55	12 764,82
12		Przygotowanie i montaż drożnicy elementów budowlanych i budowl. - przyt. żelbetonowe o śr. 8-14 mm	1,4dn.	sr., 13.09.23	cz., 14.09.23	11R(4)		22,01	2	11,01		1,47	6 923,61
13		Łożące przeciwcieplowe powłokowe bitumiczne poronowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych rzadkich - pierwsza warstwa	0,2dn.	pn., 18.09.23	pn., 18.09.23	11		1,28	1	1,28		1	493,91
14		Łożące przeciwcieplowe powłokowe bitumiczne poronowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych rzadkich - druga i następna warstwa	0,1dn.	wt., 19.09.23	wt., 19.09.23	13		1,14	1	1,14		1	427,15
15		Fundamenty z bloków betonowych na zaprawie cementowej	3,6dn.	cz., 21.09.23	wt., 26.09.23	14(10)		87,12	3	29,04			9 764,05
16		Łożące przeciwcieplowe powłokowe bitumiczne poronowe - wykonywane na zimno z emulji asfaltowej - pierwsza warstwa	0,3dn.	sr., 27.09.23	sr., 27.09.23	15		6,04	3	2,01		1	520,50
17		Łożące przeciwcieplowe powłokowe bitumiczne poronowe - wykonywane na zimno z emulji asfaltowej - druga i następna warstwa	0,2dn.	cz., 28.09.23	cz., 28.09.23	16		5,13	3	1,71		1	440,30
18		Przyklejanie płyt styropianowych na ścianach	2,4dn.	pt., 29.09.23	wt., 3.10.23	17		56,63	3	18,88		1	6 096,16
19		Łożące posłone murów dwustronowe z papy termozgrzewalnej na suchu	0,2dn.	sr., 4.10.23	sr., 4.10.23	18		5,03	3	1,68			586,53
20		PODKŁADY	11,0dn.	pn., 23.10.23	wt., 7.11.23								23 054,82
21		Podkładki z ubitych materiałów sypkich na podłożu gruntowym - żwir 15 cm	3,2dn.	pn., 23.10.23	cz., 26.10.23	26		77,29	3	25,76			8 150,51
22		Podkładki z ubitych materiałów sypkich na podłożu gruntowym - piasek 15 cm	3,2dn.	cz., 27.10.23	cz., 2.11.23	21		77,29	3	25,76			8 470,28
23		Podkładki betonowe na stopach	3,0dn.	wt., 3.11.23	wt., 7.11.23	22		76,98	3	23,66		18,25	8 434,03
24		STAN SUROWY ZAKRYTOŚĆ	116,3dn.	pn., 9.10.23	pn., 25.03.24								588 254,75
25		KONSTRUKCJA PARTERU	39,1dn.	pn., 9.10.23	pn., 4.12.23								358 973,98
26		Ściany budowlane wielowarstwowe z pustaków "Xf6" 6 x 9 x 24 cm (w tym nadproża i rzeźby żelbetonowe)	100h	pn., 9.10.23	pt., 20.10.23	8		124,11	3	41,37		12,34	17 800,96
27		Ściany z bloków 0,6x0,2x0,24 m w budowlanych wielowarstwow. (w tym nadproża i rzeźby żelbetonowe)	30h	pn., 9.10.23	śr., 11.10.23	8		38,91	3	6,30		13,26	4 803,48
28		Belki i podłogi żelbetonowe; stosunek deskowania obwodu do przekroju do 10 - z zastosowaniem pompy do betonu	0,9dn.	śr., 8.11.23	śr., 8.11.23	23		21,84	4	5,46		1,75	2 338,89
29		Stropy z pustaków typu D2 - wielociepne monolityczne na ścianach zewnętrznych o szerokości do 30 cm	0,4dn.	cz., 9.11.23	cz., 9.11.23	28		8,66	3	2,89		1	964,29
30		Stropy z pustaków typu D2 - wielociepne monolityczne na ścianach zewnętrznych o szerokości do 30 cm	1,8dn.	pt., 10.11.23	pn., 13.11.23	29		42,74	3	14,25		1,50	4 796,32
31		Płyta stropowa P1 o grubości 20 cm; powierzchnię między belkami ponad 10 m ² w deskowaniu Stal-Form - transport betonu w pojemniku, pozostałych materiałów budowlanych	5,1dn.	wt., 14.11.23	pt., 17.11.23	30		74,64	3	24,88		1	6 346,36

Rys. 5 Widok modułu Harmonogram w programie Norma EXPERT

ze względu na technologię, powinny rozpocząć się równocześnie w celu zoptymalizowania kosztów dostawy mieszanki betonowej.

Krok 4. Określenie zasobów

Wyszczególnienie zasobów

Poszczególne zadania wymagają zasobów koniecznych do ich realizacji. W związku z tym, po dokładnym podziale projektu na zadania i określeniu zależności pomiędzy nimi, do każdej pozycji w harmonogramie należy przypisać odpowiednie zasoby (rys. 7).

Kontrola dostępności zasobów

Polega na określeniu i sprawdzeniu czy niezbędne środki trwałe i nietrwałe, takie jak pracownicy, maszyny, materiały będą dostępne w odpowiednich ilościach i terminach dla realizacji poszczególnych zadań w projekcie.

Jest to krytyczny krok w procesie planowania i zarządzania projektem, który gwarantuje, że realizacja będzie mogła odbywać się zgodnie z przyjętymi terminami i z zachowaniem wymaganych standardów.

Na tym etapie możemy również określić ryzyka realizacyjne, związane np. z dostawami materiałów lub dostępnością brygad roboczych.

Zidentyfikowanie dostępności zasobów wiąże się z:

- **Rozwiązaniem konfliktów zasobów** – za pomocą informacji uwidocznionych na diagramach sprawdzających w harmonogramie, np. wykresach zaangażowania pracowników, możemy kontrolować i korygować ewentualne konflikty zasobów, takie jak przeciążenia brygad roboczych lub brak możliwości zapewnienia kompletnych dostaw.
- **Zarządzaniem priorytetami** – w przypadku ograniczonych zasobów należy określić, które zadania są kluczowe dla projektu i wymagają realizacji w pierwszej kolejności.
- **Monitorowaniem dostępności zasobów** – sprawdzanie powinno być kontynuowane przez cały okres trwania projektu. Jeśli ilość lub osiągalność zasobów się zmienia, należy odpowiednio dostosować harmonogram projektu.

W programach komputerowych do opracowywania harmonogramów robót budowlanych mamy możliwość przypisania zasobów do zadań. Zasoby te mogą obejmować wszystko, co jest niezbędne do realizacji zadania – od materiałów i sprzętu, przez środki finansowe, po narzędzia technologiczne i siły robocze.

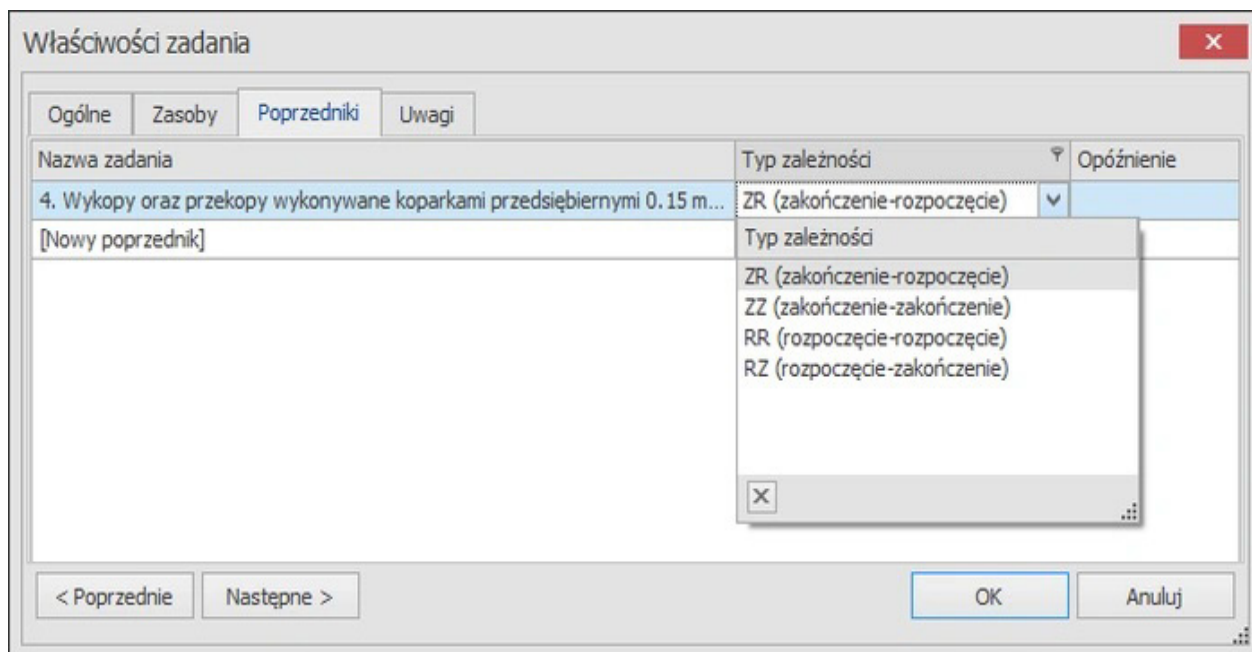
W module Harmonogram w programie Norma EXPERT służy do tego karta ZASOBY (rys. 8). Możemy w niej edytować zasoby przypisane do zadań z harmonogramu.

Program automatycznie generuje tabele zużycia dla wybranego zasobu, a tabela dostępna jest w dolnej części okna po zaznaczeniu na wstążce okienka „Pokazuj użycie zasobu”. W tym miejscu możemy dodatkowo połączyć poszczególne zasoby w grupy.

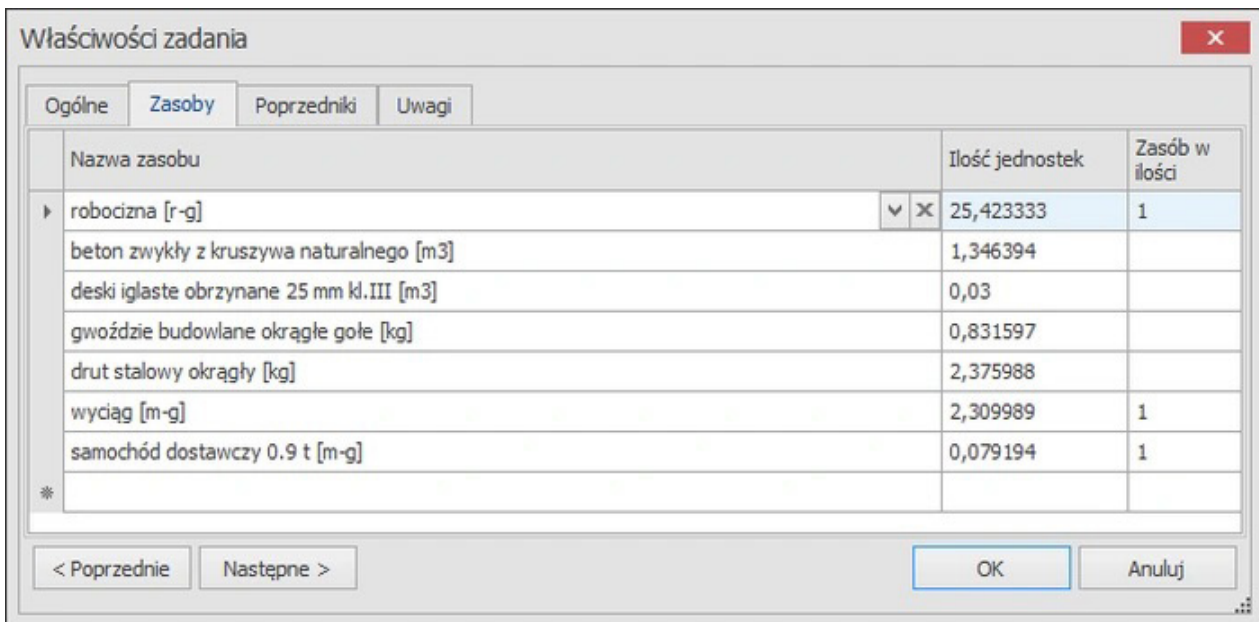
RADA: Wszystkie zadania należy połączyć ze środkami niezbędnymi do ich realizacji. Kontrolę dostaw umożliwią nam wykresy sprawdzające, np. użycie zasobu w programie Norma EXPERT.

Krok 5. Tworzenie harmonogramu

Kiedy korzystamy z dedykowanego oprogramowania komputerowego, po ustaleniu etapów projektu, czasu realizacji i pracy, wydzielaniu zadań oraz przypisaniu do nich zasobów, harmonogram tak naprawdę jest już gotowy. Programy te automatycznie generują zestawienia i wykresy. Dodatkowo zapewniają wizualizację przyjętych założeń i łatwy proces ich aktualizacji.



Rys. 6 Widok ustawień umożliwiających nadanie zależności pomiędzy zadaniami z harmonogramu w programie Norma EXPERT



Nazwa zasobu	Ilość jednostek	Zasób w ilości
roboczna [r-g]	25,423333	1
beton zwykły z kruszywa naturalnego [m3]	1,346394	
deski iglaste obrzynane 25 mm kl.III [m3]	0,03	
gwoździe budowlane okrągłe gołe [kg]	0,831597	
drut stalowy okrągły [kg]	2,375988	
wyciąg [m-g]	2,309989	1
samochód dostawczy 0.9 t [m-g]	0,079194	1

Rys. 7 Okno ustawień w programie Norma EXPERT umożliwiające przypisanie zasobów do danego zadania lub ich edycję

Krok 6. Monitorowanie postępu

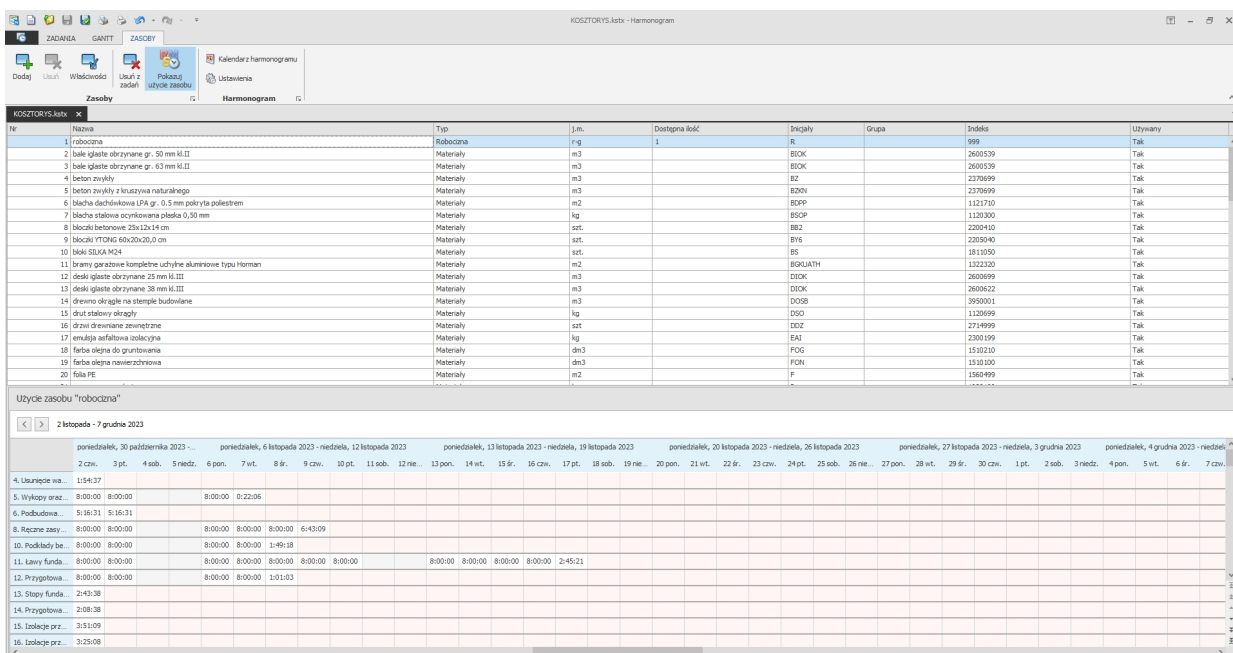
W zarządzaniu projektem kontrola harmonogramu to kluczowa czynność. Nie powinien być on dokumentem statycznym. Regularne aktualizowanie harmonogramu, z uwzględnieniem postępu prac, wszelkich zmian oraz nowych informacji, zapewnia sprawną koordynację projektu. Programy komputerowe znacznie ułatwiają modyfikację opracowania – możemy kontrolować dostępność zasobów, zarządzać ścieżką krytyczną, automatycznie generować raporty, śledzić zależności czy też prognozować terminy realizacji.

W czym pomaga harmonogram

Przygotowanie harmonogramu robót budowlanych jest kluczowym elementem skutecznego zarządzania projektem budowlanym.

To nie tylko terminarz robót – opracowanie spełnia wiele ważnych funkcji, z których najważniejsze to:

- **Kontrola kosztów** – harmonogram pozwala precyzyjnie oszacować koszty i dostosować je do dostępnych środków finansowych, a także uniknąć ich nadmiernego rozdysponowania lub niespodziewanych wydatków.



Nr	Nazwa	Typ	J.m.	Dostępna ilość	Znaczący	Grupa	Indeks	Używany
1	roboczna	Robocizna	r-g	1	R		999	Tak
2	bale gładkie obrzynane gr. 50 mm kl.III	Materiały	m3		BOK		2600539	Tak
3	bale gładkie obrzynane gr. 63 mm kl.III	Materiały	m3		BOK		2600539	Tak
4	beton zwykły	Materiały	m3		BZ		2376699	Tak
5	beton zwykły z kruszywa naturalnego	Materiały	m3		BZON		2376699	Tak
6	blacha dachówkowa LPA gr. 0,5 mm pokryta poliestrem	Materiały	m2		BOPP		1121740	Tak
7	blacha stalowa ocynkowana płaska 0,50 mm	Materiały	kg		BSP		1120300	Tak
8	blocki betonowe 20x20x24 cm	Materiały	szt.		BK2		2200410	Tak
9	blocki YTONG 60x20x20,0 cm	Materiały	szt.		BK6		2200440	Tak
10	bloki SILKA M24	Materiały	szt.		BS		1811050	Tak
11	bramy garażowe kompletne uchylne aluminiowe typu Horman	Materiały	m2		BGRUATH		1322320	Tak
12	deski gładkie obrzynane 50 mm kl.III	Materiały	m3		DOK		2600699	Tak
13	deski gładkie obrzynane 38 mm kl.III	Materiały	m3		DOK		2600622	Tak
14	drewno okrągłe na stęple budowlane	Materiały	m3		DOSB		3950001	Tak
15	drut stalowy okrągły	Materiały	kg		DSO		1120699	Tak
16	drut drutowany żelazny	Materiały	kg		DSZ		2714999	Tak
17	emalia emulsyjna izolacyjna	Materiały	kg		EAI		2300199	Tak
18	farba olejna do gruntowania	Materiały	dm3		FOG		1530210	Tak
19	farba olejna nawierzchniowa	Materiały	dm3		FOH		1530100	Tak
20	folia PE	Materiały	m2		F		1540499	Tak

Rys. 8 Karta ZASOBY jest dostępna z poziomu wstążki w module Harmonogram w programie Norma EXPERT



Fot. MoonSafari/Dreamstime.com

W programie *Norma EXPERT* można opracować harmonogram na podstawie danych pochodzących z kosztorysu robót budowlanych lub stworzyć go od podstaw

- **Kontrola czasu realizacji** – umożliwia określenie realnych dat zakończenia różnych etapów budowy, co jest kluczowe, zwłaszcza jeśli inwestorzy muszą przestrzegać określonych terminów, np. związanych z wynajmem mieszkania czy sprzedażą poprzedniego domu.
- **Optymalizacja zasobów** – można efektywnie zarządzać dostępnością pracowników, materiałów i innych środków potrzebnych do realizacji projektu, a także uniknąć opóźnień spowodowanych brakiem dostępności zasobów.
- **Efektywne zarządzanie** – dobrze przygotowany harmonogram umożliwia skuteczne zarządzanie projektem, z jego pomocą łatwiej monitorować postęp prac i porównywać go z pierwotnymi założeniami, co umożliwia wcześnie wychwycenie ryzyka realizacyjnego i podejmowanie odpowiednich działań naprawczych.
- **Dostosowanie do zmian** – bieżąca aktualizacja opracowania jest niezbędna w celu zapewnienia płynności procesu budowlanego. Pozwala na uniknięcie opóźnień czy też nadmiernego wzrostu kosztów oraz zapewnia efektywne wykorzystanie zasobów. ■

HARMONOGRAM ADAMIECKIEGO

Już na początku XX wieku polski inżynier Karol Adamiecki stwierdził, że „powodzenie projektu zależy od poprawnego uzgodnienia pracy urządzeń i ludzi”. Kierując się tą zasadą stworzył on znany do dziś harmonogram Adamieckiego. Jego podejście opierało się na przedstawieniu sekwencji i czasu trwania poszczególnych etapów budowy przy wykorzystaniu schematycznych grafik. Rozwiązanie to jest łączone z diagramem Gantta, choć różni się od niego sposobem prezentacji oraz możliwościami zastosowania. Harmonogram Adamieckiego jest w większym stopniu oparty na tabelach i opisach, a diagram Gantta – prezentacją graficzną przy użyciu poziomych pasków na osi czasu. Harmonogram Adamieckiego, choć mniej powszechny, nadal znajduje zastosowanie w projektach, dla których wymagane jest szczegółowe opisanie zadań i ich atrybutów.





Fot. Jjfarq/Dreamstime.com

BIM w harmonogramowaniu robót budowlanych

BIM 4D, dzięki dodaniu wymiaru czasu do modelu 3D, umożliwia symulację postępu robót i wyeliminowanie wielu problemów, z którymi można spotkać się w trakcie realizacji. Ułatwia organizację inwestycji, począwszy od zarządzania harmonogramem przez planowanie logistyki budowy, unikanie kolizji i optymalizację pracy sprzętu.

Modelowanie informacji o budynku w przypadku harmonogramowania robót budowlanych, tzw. **BIM 4D**, polega na integracji informacji związanych z czasem oraz trójwymiarowego modelu BIM. Wymiar „4D” dodaje aspekt czasowy do trójwymiarowej reprezentacji modelu budowlanego lub infrastrukturalnego. Integracja ta pozwala na wizualizację i analizę procesu budowy w czasie, zapewniając lepsze planowanie, koordynację i zarządzanie przedsięwzięciami budowlanymi. W modelu BIM 4D każdy komponent jest powiązany z określonymi ramami czasowymi, co umożliwia wykonanie symulacji robót i dzięki temu lepsze zrozumie-

nie kolejnych sekwencji budowy. BIM 4D może obejmować wspomaganie planowania zadań, śledzenie „kamieni milowych” oraz identyfikację potencjalnych kolizji lub konfliktów technologiczno-organizacyjnych w procesie budowy w widokach 3D.

Harmonogramowanie robót z wykorzystaniem BIM

Planowanie i harmonogramowanie inwestycji stanowi ważną część zarządzania procesem budowlanym. **Odgrywa wręcz kluczową rolę w powodzeniu przedsięwzięcia, ponieważ**



dr hab. inż.
Krzysztof Zima
prof. PK, Katedra
Zarządzania
w Budownictwie,
Wydział Inżynierii
Łądowej, Politechnika
Krakowska

ułatwia przydział zasobów (takich jak sprzęt, materiały i siła robocza) do poszczególnych czynności w czasie, aby zapewnić ukończenie zadania na czas i w ramach budżetu [3]. Harmonogramy robót budowlanych pozwalają na określenie czasu wykonywania robót, powiązań technologicznych i organizacyjnych pomiędzy poszczególnymi pracami, wskazując także ograniczenia projektowe oraz zapasy czasu. Poprawne planowanie umożliwia uczestnikom inwestycji weryfikację wykonalności przedsięwzięcia, optymalizację wykorzystania zasobów, a także monitorowanie i kontrolowanie postępów prac na bieżąco oraz sprawdzenie, czy roboty przebiegają sprawnie. Co więcej, niedociągnięcia w planowaniu i harmonogramowaniu [5] oraz słaba komunikacja między uczestnikami projektu [2] zostały zidentyfikowane jako główne czynniki, które mogą prowadzić do opóźnień w realizacji projektu i przekroczenia kosztów, a ostatecznie do roszczeń i sporów [1].

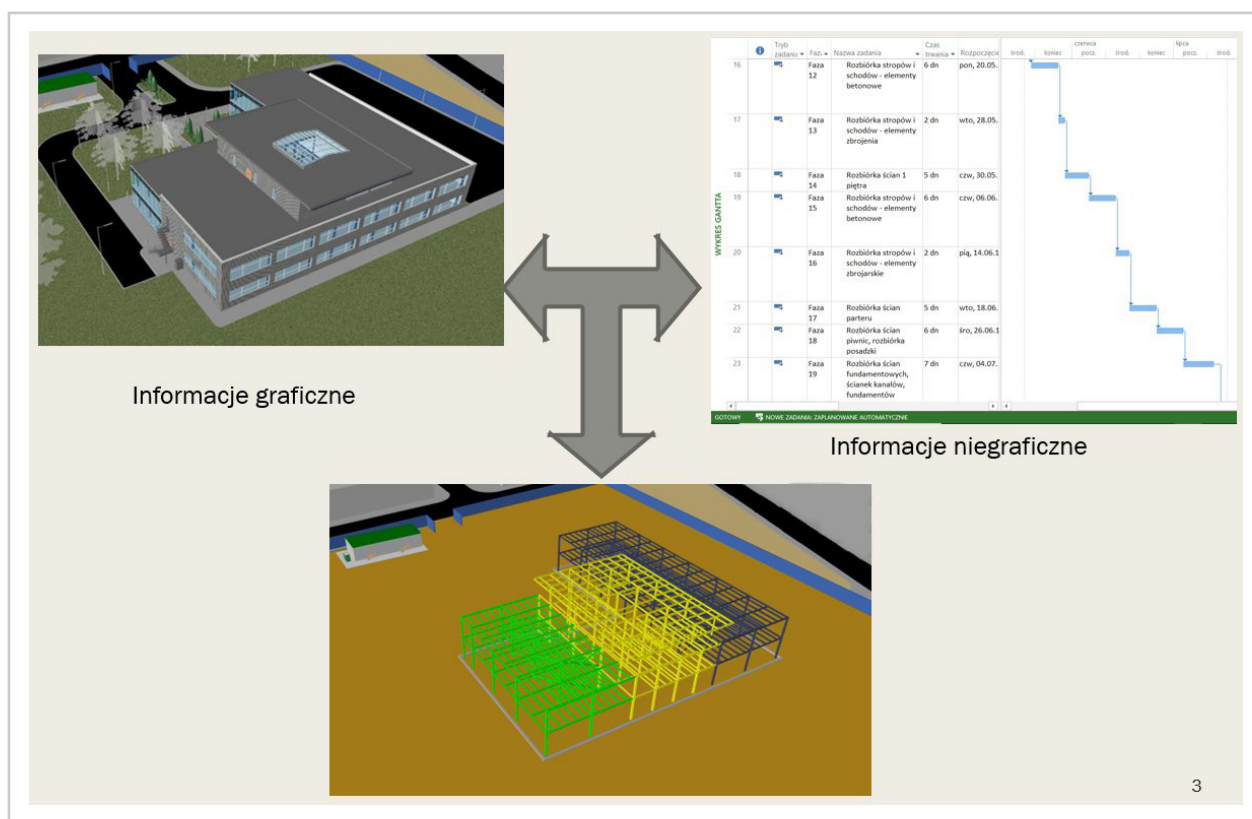
Trzeba zauważyć, że model 3D, jakkolwiek przydatny do wizualizacji planowanego obiektu budowlanego, jest statyczny i nie pozwala na wyraźne zro-

zumienie realizacji procesu i jego dynamiki, która charakteryzuje kolejne etapy robót. Aby uczynić sekwencje pracy dynamicznymi konieczne jest dodanie czwartego wymiaru, czyli czasu.

W praktyce odpowiada to powiązaniu elementów 3D modelu BIM z harmonogramem przedsięwzięcia budowlanego. Trzeba wziąć pod uwagę, że **wzbogacenie modelu 3D o dane czasowe w dużym stopniu poprawia jakość procesu planowania budowy** poprzez rozwój i integrację wielu informacji. Symulacja postępu robót w czasie może być skutecznym narzędziem komunikacyjnym w celu wyjaśnienia inwestorowi postępu prac oraz zastosowanych metod i technologii budowlanych. Wizualizacje oparte na BIM 4D zapewnią intuicyjne zrozumienie procesu budowlanego, co umożliwi skuteczniejszą komunikację, a tym samym lepszą współpracę między uczestnikami przedsięwzięcia.

Kluczowe komponenty BIM 4D

Powiązanie czynności pokazanych w klasycznym harmonogramie z elementami modelu 3D pozwala na stworzenie wizualizacji kolejnych etapów realizacji (rys. 1).



Rys. 1. Powiązanie informacji graficznych 3D z informacjami niegraficznymi w formie klasycznego harmonogramu; źródło: opracowanie własne

Takie wizualizacje statyczne czy nawet animacje (symulacje) mogą okazać się przydatne m.in. do:

- lepszego zrozumienia poszczególnych etapów i całego procesu budowy,
- monitorowania postępu robót na budowie,
- porównywania rzeczywistego stanu zaawansowania budowy z planowanym,
- wizualizacji obiektów w wybranym terminie/dacie w kalendarzu.

Kluczowe komponenty BIM 4D, które mogą stanowić o zaletach harmonogramowania z wykorzystaniem modelu obejmują:

- **Geometrię modelu pokazaną w 3D.** Model BIM powinien zawierać trójwymiarowe reprezentacje geometryczne wszystkich komponentów modelu, takich jak: ściany, podłogi i elementy konstrukcyjne.
- **Informacje o czasie.** Dane związane z czasem są dodawane do modelu, kojarząc każdy element z określoną fazą lub ramami czasowymi w harmonogramie budowy.
- **Harmonogram robót.** BIM 4D często obejmuje integrację informacji o harmonogramie przedsięwzięcia, umożliwiając wizualizację kolejnych sekwencji robót budowlanych.
- **Wizualizacje.** Integracja czasu pozwala na tworzenie wizualizacji, które pomagają lepiej zrozumieć bieżący stan obiektu.
- **Symulacje i analizy.** Modele BIM 4D umożliwiają symulację procesu budowy w czasie, identyfikując potencjalne problemy, kolizje lub opóźnienia. Może to prowadzić do bardziej efektywnego zarządzania i podejmowania decyzji.

Włączając wymiar czasu do modelu BIM, można zoptymalizować procesy budowlane, poprawić współpracę między uczestnikami projektu oraz zmniejszyć prawdopodobieństwo opóźnień lub błędów na etapie budowy.

BIM 4D jest obecnie częścią szerszego trendu w kierunku kompleksowego i zintegrowanego podejścia do zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi, gdy uwzględniane są również informacje związane z kosztami (tzw. BIM 5D).

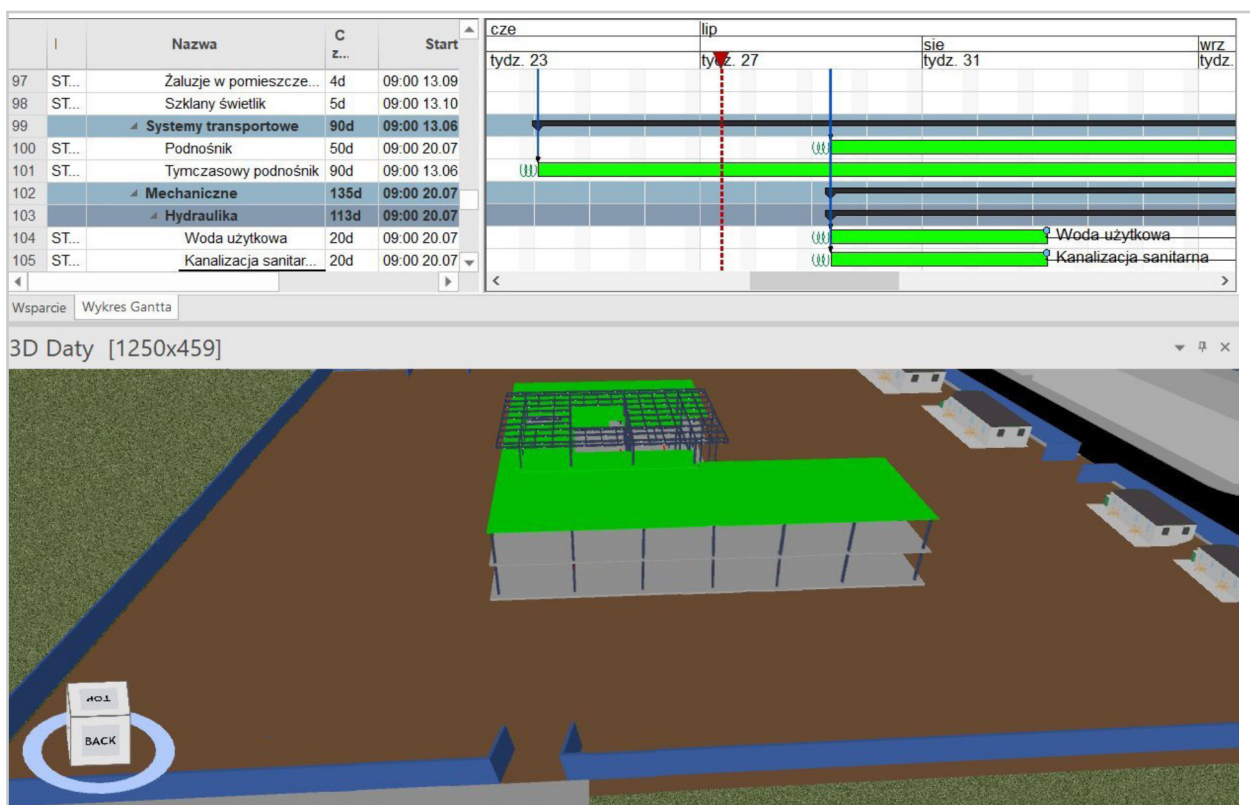
Efekty modelowania 4D

Efekt zastosowania modelowania 4D może być różny. Typowym i prostym zadaniem jest stworzenie widoku statycznego, pokazującego jedynie postęp prac w wybranym terminie. Większym wyzwaniem jest zrobienie wizualizacji dynamicznej, która zasymuluje wykonywanie robót z większą lub mniejszą ich szczegółowością. Istotnym jest, żeby wizualizacja była przydatna do realizacji przedsięwzięcia budowlanego, a nie tylko celem samym w sobie.

Wizualizacja statyczna

Połączenie modelu trójwymiarowego z harmonogramem robót pozwala na stworzenie obrazu wykonywanych robót lub stanu obiektu w konkretnym wybranym terminie. Aby harmonogram był czytelny i wygodny w interpretacji, istotna jest jego odpowiednia wizualizacja. Sam widok w postaci znanego wszystkim wykresu Gantta lub w formie modelu sieciowego czy też w postaci LOB (Line of Balance – technika linii równowagi), często nie pozwala na odpowiednią interpretację pod względem kolejności technologicznej i organizacyjnej robót budowlanych. Oprogramowanie BIM (np. Navisworks Manage, Synchro 4D Pro, BEXEL Manager, Fuzor itp.) pozwala na odpowiednie wyświetlanie niezbędnych elementów harmonogramów oraz przygotowanie przejrzystego widoku. Dzięki wykorzystaniu odpowiedniego oprogramowania możliwe jest stworzenie bardzo dokładnych i realistycznych wizualizacji przebiegu robót budowlanych na podstawie modelu BIM.

Problemem wizualizacji statycznej jest **możliwość przedstawienia jedynie obrazu robót, bez pokazania ruchu**. W zarządzaniu przedsięwzięciem kontrola harmonogramu to kluczowa czynność. Nie powinien być on dokumentem statycznym. Regularne aktualizowanie harmonogramu, z uwzględnieniem postępu prac, wszelkich zmian oraz nowych informacji, zapewnia sprawną koordynację projektu [4]. Oczywiście można wykorzystywać takie wizualizacje do oceny postępu robót,



Rys. 2. Przykład wizualizacji statycznej w programie Synchro 4D Pro – połączenie widoku wykresu Gantta z modelem BIM w wybranym terminie prowadzonych robót budowlanych; źródło: opracowanie własne

np. przez inspektora nadzoru inwestorskiego, czy kierownika robót, ale wyłapanie kolizji harmonogramowych jest już praktycznie niemożliwe.

Przykład wizualizacji statycznej został pokazany na rys. 2.

Wizualizacja dynamiczna/symulacja

Symulacje i animacje mogą być wykorzystywane do lepszego zrozumienia procesu budowy. Te dotyczące wykonywania robót budowlanych pozwalają wyeliminować błędy organizacyjne, roboty zbędne oraz konflikty związane ze złą kolejnością technologiczną prowadzenia prac. Takie podejście do wykonania obiektów w sposób cyfrowy, zanim zdecydujemy się na rzeczywiste działanie, umożliwia wyeliminowanie większości problemów, z którymi można spotkać się w trakcie realizacji. Przełoży się to na zdecydowanie niższe nakłady kosztowe i krótszy czas wykonywania robót w związku z wprowadzonymi zmianami już na etapie modelu cyfrowego. Często symulacje prac budowlanych pozwalają na dostrzeżenie takich problemów jak kolizje sprzętów w trakcie wykonywania robót, przykładowo kolizje żura-

wi wieżowych, które są doskonale widoczne w środowisku 3D, a czasami trudno je wyłapać na rysunkach płaskich w związku z różnicami wysokości samych żurawi. Podobnym problemem są zderzenia z istniejącym otoczeniem, np. z drzewami czy innymi obiektami. Często jedynie w trakcie symulacji można dostrzec trudności w manewrowaniu sprzętu związane z małą ilością wolnego miejsca na placu budowy, zwłaszcza w momencie, kiedy wznoszony obiekt budowlany jest już powyżej poziomu terenu.

Symulacje 4D

Modelowanie 4D, dzięki dodaniu wymiaru czasu do modelu 3D, pozwala na tworzenie symulacji. Zasadniczo w BIM można wyróżnić cztery rodzaje symulacji 4D:

- logistyki budowy,
- trasowania sprzętu,
- robót budowlanych,
- przedsięwzięcia budowlanego.

Wymienione powyżej rodzaje symulacji 4D zostaną pokrótce scharakteryzowane w dalszej części artykułu.

BIMWASHING

BIM 4D w branży budowlanej to często rozwiązania wyłącznie pokazowe. Na budowie inżynierowie dosyć rzadko wdrażają 4D w sposób, który może poprawić i ułatwić komunikację oraz efektywność na budowie. Określenie „BIMwashing” odnosi się do sytuacji, w której produkt lub usługa są sprzedawane albo pokazywane jako w pełni zgodne z panującymi standardami, w tym przypadku zasadami modelowania informacji o budynku, ale w rzeczywistości tych standardów nie spełniają ani nie zapewniają oczekiwanego poziomu interoperacyjności i współpracy. Termin nawiązuje do pojęcia „greenwashing”, kiedy produkty są promowane jako przyjazne dla środowiska, ale ich rzeczywisty wpływ może być ograniczony. W kontekście BIM, który jest procesem obejmującym generowanie i zarządzanie cyfrową reprezentacją fizycznych

i funkcjonalnych cech obiektu budowlanego, BIMwashing może obejmować przesadzone twierdzenia o poziomie jego wprowadzenia, interoperacyjności lub możliwości oferowanych przez wykonawcę robót lub projektanta. Istotnym jest więc, aby branża budowlana i projektowa doceniła prawidłowość wprowadzanych rozwiązań BIM, rzeczywiście spełniła wymagane standardy i zapewniła oczekiwane korzyści w zakresie współpracy, wykorzystania i wydajności zastosowanych rozwiązań w ramach technologii BIM. W przypadku harmonogramowania opartego na modelu BIM ważne jest, aby nie był to jedynie chwyt marketingowy, czyli żeby symulacje robót budowlanych były tworzone nie tylko po to, aby zaimponować klientowi, ale także w celu wykorzystania ich do rozwiązywania rzeczywistych problemów inżynierskich na budowie.

Symulacja logistyki budowy

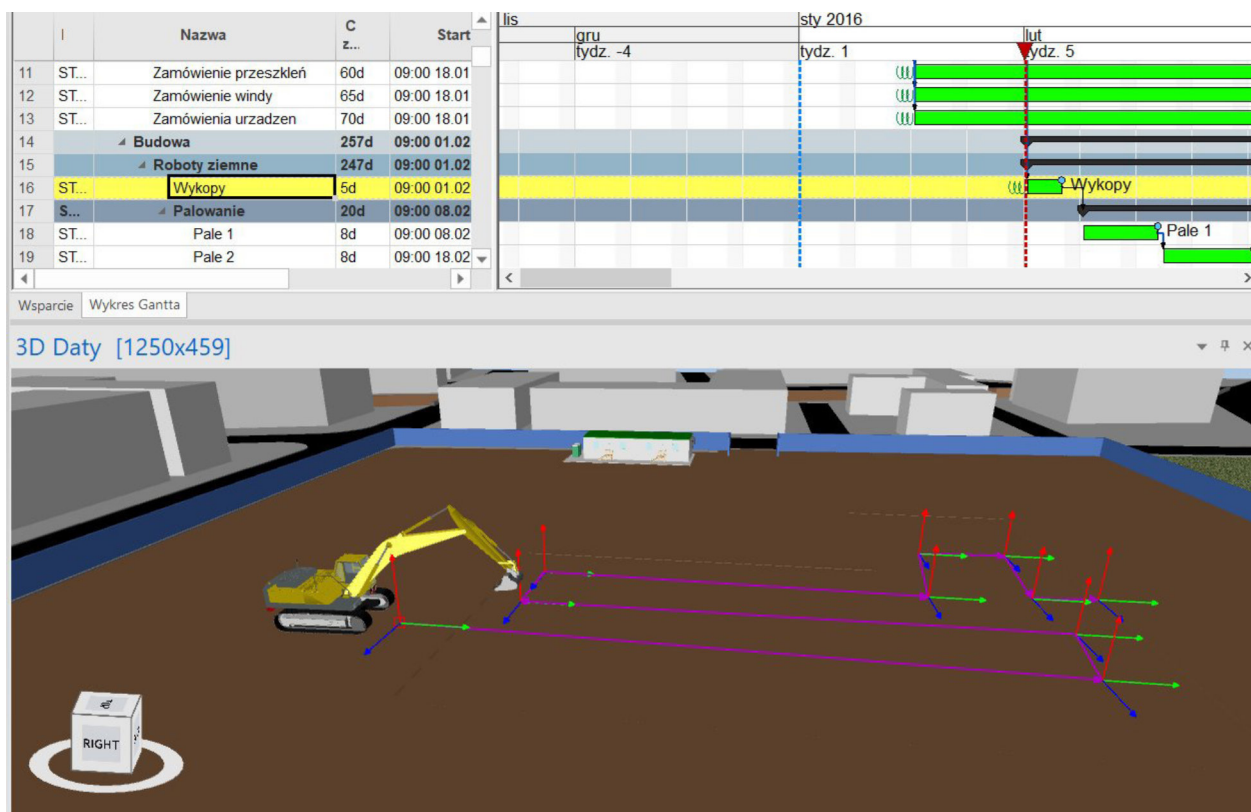
Modelowanie informacji o budynku ma znaczący wpływ na logistykę branży budowlanej ze względu na lepsze planowanie i koordynację. Model BIM zawiera informacje o różnych komponentach obiektu oraz ich wymiarach i relacjach, co pomaga w optymalizacji planowania logistycznego i alokacji zasobów. BIM może być także wykorzystywany do śledzenia i zarządzania materiałami w trakcie procesu budowy. Jeżeli połączymy model BIM z bazą danych materiałowych, można będzie monitorować na bieżąco status i lokalizację materiałów.

Biorąc pod uwagę, że model BIM pozwala na tworzenie planów zagospodarowania placu budowy, które uwzględniają rozmieszczenie sprzętu, placów magazynowych i punktów dostępowych, można usprawnić logistykę na placu budowy, zmniejszając zatory i poprawiając ogólną wydajność pracy. Trzeba zauważyć, że wykorzystując modelowanie informacji o budynku, tworząc wizualną reprezentację harmonogramu budowy i łącząc go z BIM 5D (wymiarem kosztowym) otrzymamy model z informacjami o kosztach rozłożonymi

w czasie. Wykorzystanie tych informacji także pomoże w lepszym planowaniu, zapewniając kompleksowy wgląd w harmonogram i budżet przedsięwzięcia budowlanego. Zastosowanie zintegrowanego systemu zarządzania łańcuchami dostaw z użyciem modelu BIM usprawnia także komunikację i współpracę z dostawcami i wykonawcami.

Można również wspierać prefabrykację i budownictwo modułowe (popularne w ostatnim czasie), pozwalając na szczegółowe zarządzanie i koordynację produkcji, dostawy i montażu na placu budowy prefabrykowanych komponentów. Usprawnienie logistyki transportu takich wstępnie wykonanych elementów na plac budowy skraca czas montażu na miejscu. Taki rodzaj modelu BIM może stanowić wartość dodaną przy planowaniu obszarów roboczych, jak również w koordynacji składowania materiałów na placu budowy.

BIM oczywiście można zintegrować z innymi źródłami danych o sprzęcie, takimi jak czujniki GPS czy urządzenia Internetu rzeczy (IoT), w celu dostarczenia informacji w czasie rzeczywistym o lokalizacji i stanie sprzętu do transportu materiałów.



Rys. 3. Symulacja ruchu koparki przy wykonywaniu wykopu w programie Bentley Synchro 4D Pro; źródło: [6]

Taka integracja dodatkowo zwiększa dokładność symulacji i pozwala na podejmowanie lepszych decyzji logistycznych o dostawach.

Symulacja trasowania sprzętu

Animacja trasowania sprzętu jest zdecydowanie najwartościowszym i powszechnym rodzajem symulacji 4D w BIM. Ma ona zastosowanie do opisywania wszystkiego, co porusza się po placu budowy. Ograniczenia, jakie posiada, sprowadzają się do tego, co można przewidzieć na temat rzeczywistych właściwości danych sprzętów oraz warunków na placu budowy.

Przykład planowania pracy koparki w trakcie tworzenia symulacji pokazano na rys. 3.

BIM może być cennym narzędziem do planowania, analizy i optymalizacji w aspekcie przemieszczania się sprzętu na placu budowy i prowadzenia robót budowlanych. Pomaga w przestrzennym zrozumieniu obiektu poprzez jego wizualizację, a co za tym idzie ułatwia zaplanowanie optymalnego rozmieszczenia sprzętu w celu zapewnienia wydajnego ruchu. Wykorzystując oprogramowanie BIM do

wykrywania kolizji, można także zidentyfikować potencjalne konflikty pomiędzy sprzętami, jak również z istniejącymi konstrukcjami.

Takie wykrywanie kolizji już na etapie planowania pomaga zapobiegać istotnym problemom technologiczno-organizacyjnym podczas faktycznej pracy sprzętu na placu budowy lub podczas jego przemieszczania.

BIM pomaga w symulacji ścieżek ruchu sprzętu na placu budowy – planiści definiując trasy i analizując potencjalne przeszkody, mogą zoptymalizować ruch sprzętu, zmniejszyć ryzyko kolizji i ogólnie poprawić jego wydajność. Taka optymalizacja pomaga w zapobieganiu przestojom maszyn lub ich skracaniu oraz w zapewnieniu bezpieczeństwa pracy. Podobnie jak w przypadku logistyki dostaw, BIM może wykorzystać inne źródłowe dane o sprzęcie (czujniki urządzenia GPS, urządzenia Internetu rzeczy) w celu dostarczenia informacji o jego lokalizacji i stanie w czasie rzeczywistym. Taka integracja dodatkowo zwiększa dokładność symulacji i pozwala na lepsze podejmowanie decyzji podczas przemieszczania sprzętu. Model BIM można także wykorzystać do celów planowania czynności konserwacyjnych. Wizualizując sprzęt budowlany w środowisku BIM, można tak



Rys. 4. Symulacja robót ziemnych z dużą szczegółowością obrazu w programie Fuzor; źródło: opracowanie własne

zoptymalizować harmonogramy konserwacji, aby minimalizować zakłócenia w bieżących robotach.

Symulacja robót lub budowy obiektu

Symulacja robót budowlanych może dotyczyć wybranych prac, szczegółowo prezentując np. roboty ziemne (rys. 4), albo pokazać pracę w sposób globalny, symulując wykonanie całego obiektu i rezygnując przy tym ze zbyt dużej szczegółowości wizualizacji prac. Pytanie brzmi: *na jakim poziomie szczegółowości, możemy/chcemy rozpatrywać symulacje i czy zbytnia szczegółowość obrazu przekładająca się na prędkość wykonania nie jest tylko sztuką dla sztuki?* Pamiętajmy, że celem jest znalezienie kolizji technologiczno-organizacyjnych, a nie „nakręcenie filmu”.

Symulacja całego przedsięwzięcia budowlanego

Symulacja osi czasu przedsięwzięcia jest najbardziej rozbudowaną symulacją 4D. Stanowi połączenie wszystkich trzech symulacji: logistyki budowy, trasowania sprzętu i budowy obiektu. Stanowi swoistą wartość dodaną poprzez możliwość wizualnego śledzenia zadań lub wymagań dotyczących gotowości placu budowy, które nie mogą być łatwo przekazane w samym modelu 3D.

Wnioski

Wizualizacje statyczne i dynamiczne oparte na modelu BIM są niewątpliwie bardzo atrakcyjną formą przekazu wizualnego ukazującą postęp robót budowlanych w czasie. Trzeba pamiętać

jednak, że nie mogą stać się jedynie ciekawostką pozwalającą uatrakcyjnić produkt, jakim jest obiekt budowlany. Powinny być wykorzystywane w konkretnym celu: przeprowadzenia analizy procesu budowy w czasie, co umożliwi lepsze planowanie, koordynację i zarządzanie przedsięwzięciami budowlanymi. W przeciwnym razie nie ma potrzeby wykonywania modelu 4D. ■

Bibliografia

- [1] Aravindhan C., Santhoshkumar R., Bonny K., Vidhya K., Manishankar S., Dhamodharam P., Delay Analysis in Construction Project Using Primavera & SPSS. Mater. Today Proc. 2021, 7, 186
- [2] Chen G.-X., Shan M., Chan A.P.C., Liu X., Zhao Y.-Q., Investigating the Causes of Delay in Grain Bin Construction Projects: The Case of China. Int. J. Constr. Manag. 2019, 19, 1–14
- [3] Conlin J., Retik A., The Applicability of Project Management Software and Advanced IT Techniques in Construction Delays Mitigation. Int. J. Proj. Manag. 1997, 15, 107–120
- [4] Dutkiewicz E., Podstawy harmonogramowania robót budowlanych, „Buduj z Głową” nr 4/2023, str. 33-40
- [5] Egwim C.N., Alaka H., Toriola-Coker L.O., Balogun H., Sunmola F., Applied Artificial Intelligence for Predicting Construction Projects Delay. Mach. Learn. Appl. 2021, 6, 100166
- [6] Zima K., BIM na budowie, „Buduj z Głową” nr 4/2023, str. 63-68



Ekoszt

Aplikacja online do zarządzania zleceniami budowlanymi z funkcją kosztorysowania.

Pracuj szybko, wygodnie i skutecznie.



-  Zlecenia pod kontrolą
-  Dokumentacja pod ręką
-  Szybkie i precyzyjne kosztorysowanie
-  Wygodny dostęp

Aktualne dane zapewnia baza cen

Jak zrobić harmonogram na podstawie kosztorysu?

Głównym zadaniem kosztorysanta jest ustalenie zakresu robót i ich ilości oraz określenie kosztów inwestycji.

Do powyższych prac bardzo często dochodzi także harmonogram robót. Można go przygotować w programie **Norma EXPERT**.

Kazimierz S.
Nowicki

Na początek odpowiedzmy sobie na pytanie, czym jest harmonogram robót budowlanych. Przede wszystkim jest to dokument, który przedstawia zakres robót (co będzie wykonywane), kolejność i zależności między zadaniami, czas trwania etapów, wreszcie termin rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych robót oraz całej inwestycji. Do tego może również dojść harmonogram finansowy, w którym określimy, jaki budżet w danym okresie powinniśmy zapewnić do zachowania ciągłości prac.

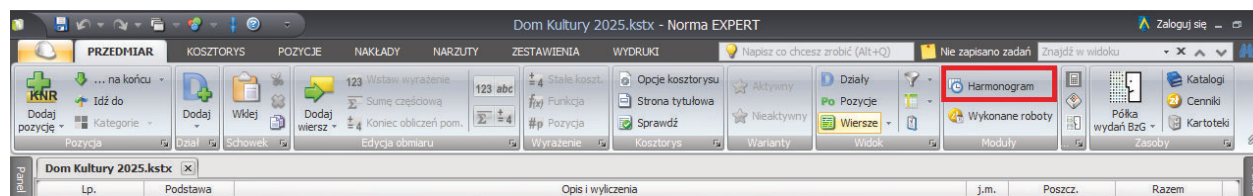
Jak wyglądają poszczególne kroki, które należy podjąć przy sporządzeniu harmonogramu robót budowlanych:

- gromadzimy dokumentację projektową i kosztorysową,

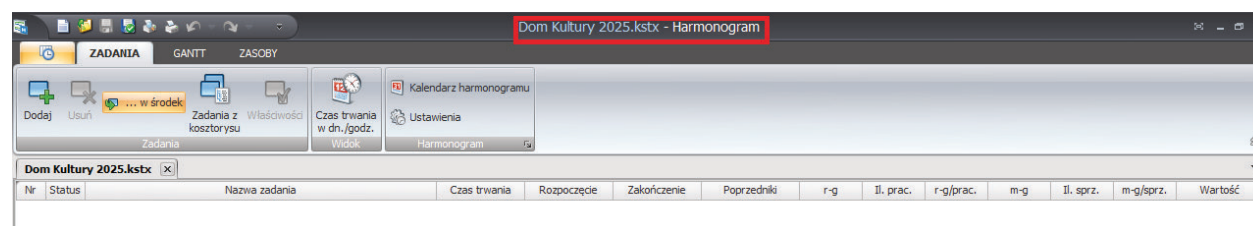
- dzielimy inwestycję na logiczne etapy,
- określamy kolejność i zależności między zadaniami,
- szacujemy czas trwania każdego zadania,
- ustalamy terminy rozpoczęcia i zakończenia prac,
- projektujemy harmonogram,
- planujemy zasoby każdego etapu,
- regularnie monitorujemy i aktualizujemy harmonogram w trakcie realizacji inwestycji.

Dobrze przygotowany harmonogram nie tylko porządkuje przebieg prac, ale także pozwala efektywnie zarządzać zasobami i zmniejszyć ryzyko opóźnień. Czy harmonogram uda się przygotować w programie **Norma EXPERT**? Tak, właśnie do tego przyda się nam moduł **Harmonogram**.

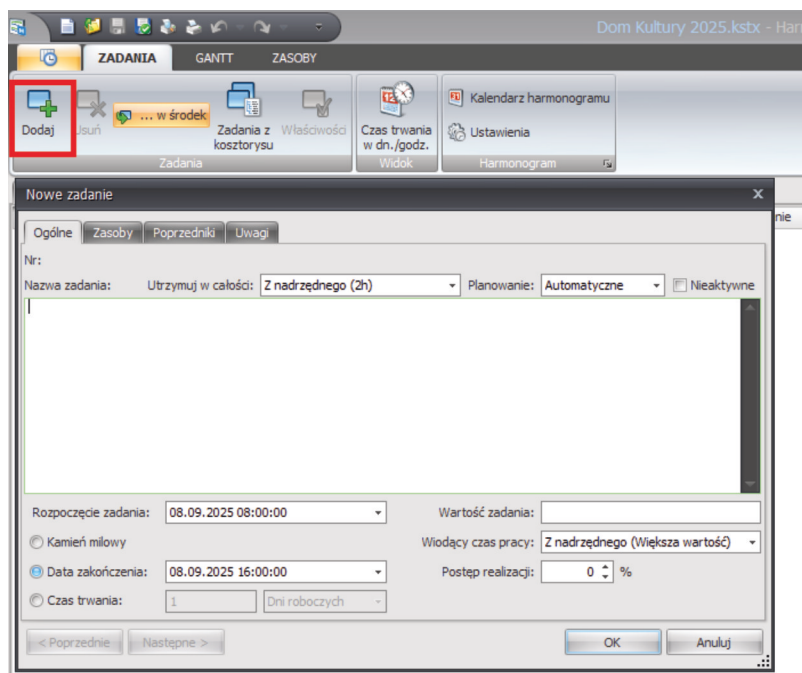
Ustawienia podstawowe harmonogramu



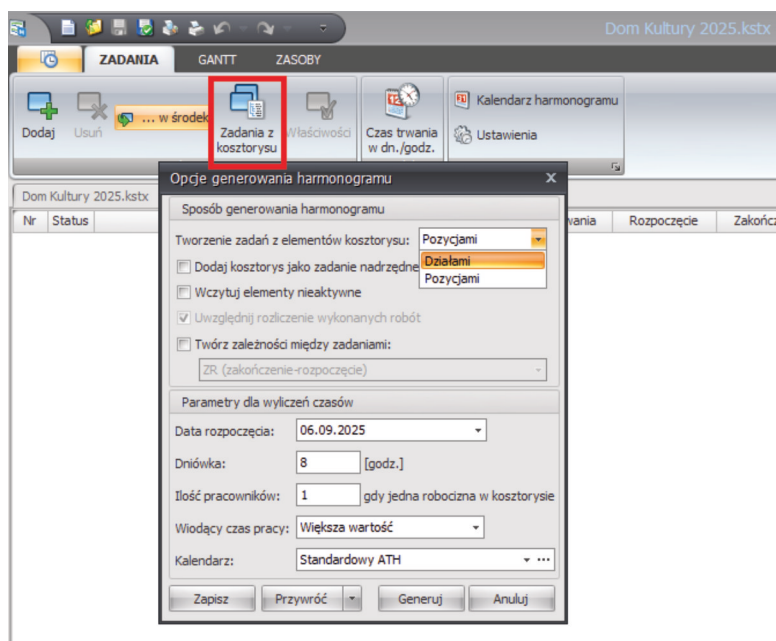
Uruchomienie modułu **Harmonogram** spowoduje pojawienie się okna z pustym harmonogramem o nazwie bieżącego kosztorysu.



Teraz możemy przystąpić do tworzenia harmonogramu. Harmonogram utworzymy **ręcznie**, wprowadzając kolejne zadania i budując w ten sposób strukturę drzewa zadań, będącą podstawą do utworzenia diagramu Gantta

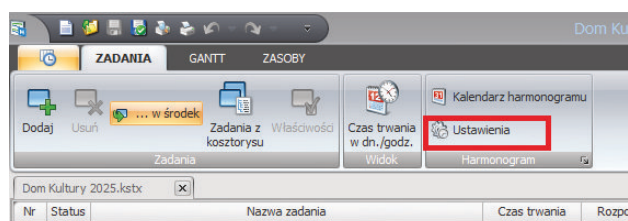


lub na podstawie danych pobranych z kosztorysu – to nas będzie interesować.

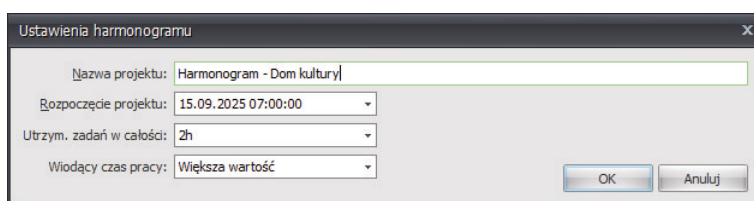


Do harmonogramu utworzonego na podstawie kosztorysu można dodawać nowe zadania, zmieniać ich kolejność, usuwać je oraz modyfikować. Z zadaniami związane są zasoby: materiały, sprzęt i robocizna, które również pochodzą z kosztorysu, o ile pozycje kosztorysowe były sporządzone metodą szczegółową. W przypadku pozycji uproszczonych uzyskamy tylko wartość. Przy wyborze sposobu generowania harmonogramu możemy wybrać **Tworzenie zadań z elementów kosztorysu Pozycjami** lub **Działami**.

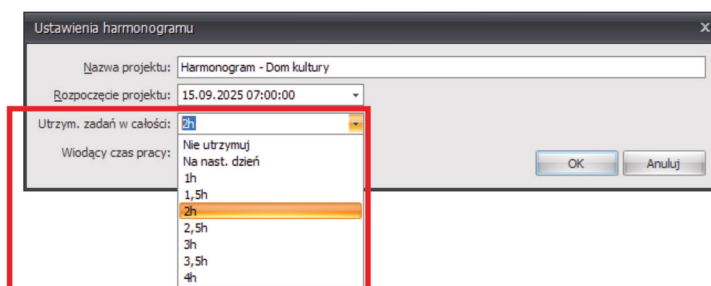
Zanim zaczniemy pracę nad naszym harmonogramem powinniśmy określić datę rozpoczęcia projektu. Wprowadzamy ją w oknie **Ustawienia harmonogramu**.



Po kliknięciu na przycisk **Ustawienia** pojawi się nam okno służące do definiowania parametrów harmonogramu: nazwy projektu, daty jego rozpoczęcia, domyślnego czasu utrzymania zadań w całości oraz wiodącego czasu pracy.

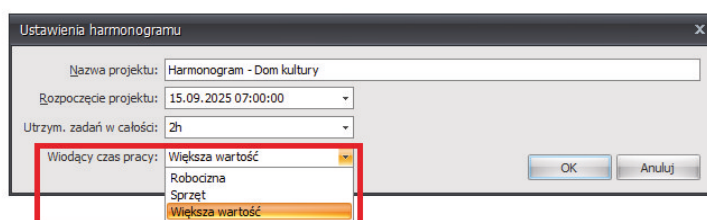


W polu **Nazwa projektu** wpisujemy nazwę harmonogramu. Do pola **Rozpoczęcie projektu** wprowadzamy datę i godzinę rozpoczęcia. Zmiana daty rozpoczęcia projektu pociąga za sobą zmianę daty rozpoczęcia i zakończenia pierwszego zadania na nowy termin. Z kolei w polu wyboru **Utrzym. zadań w całości** możemy zdecydować, czy jest i ewentualnie jaki będzie domyślny minimalny czas wykonania zadania.



Opcja **Nie utrzymuj** oznacza, że zadanie nie musi być utrzymywane w całości i bez ograniczeń jego część może zostać wykonana w następnym dniu, jeśli nie zmieści się w swojej dniówce.

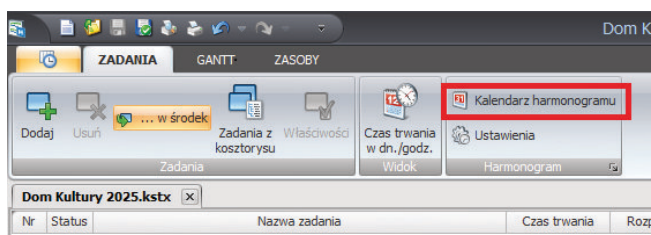
Opcję **Na nast. dzień** wybieramy, gdy chcemy wymusić rozpoczęcie zadania następnego dnia po tym, w którym wypada jego początek wynikający z automatycznego planowania. Wybór jednej z opcji godzinowych **1h, 2h, 4h...** definiuje minimalną liczbę godzin wykonania zadania. W przypadku, gdy wyliczona ilość czasu pracy (od początku zadania do końca dniówki) jest mniejsza niż minimalna, zadanie jest przenoszone na następny dzień i rozpoczyna się w godzinie rozpoczęcia dnia pracy.



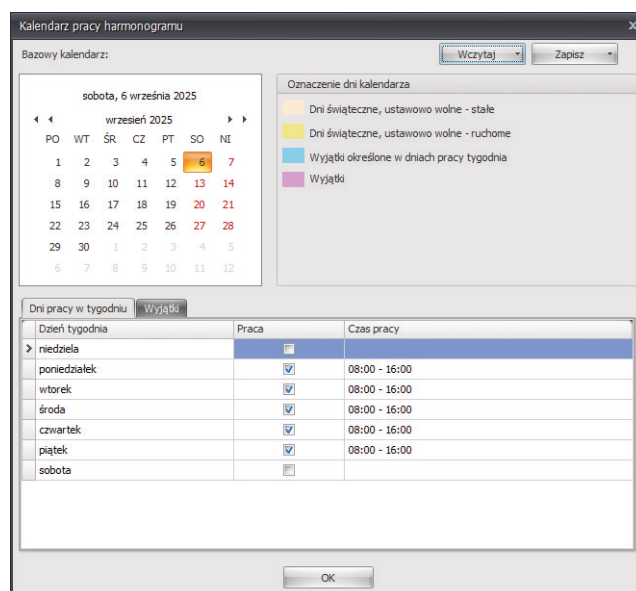
W polu **Wiodący czas pracy** ustalamy domyślny czas pracy, gdy w zadaniu robocizna i czas pracy sprzętu różnią się od siebie. Może to być wartość **Robocizny**, **Sprzętu** lub **Większa wartość**. Podczas tworzenia zadań z pozycji lub działów kosztorysu, czas trwania zadania jest wyliczany domyślnie na podstawie najdłuższego czasu pracy nakładu związanego z pozycją lub działem, czyli realizowana jest opcja **Większa wartość**.

Po wprowadzeniu i wybraniu określonych parametrów klikamy na klawisz **OK**.

Do ustawienia mamy jeszcze **Kalendarz harmonogramu**.



Znajdziemy go w grupie **Harmonogram**.

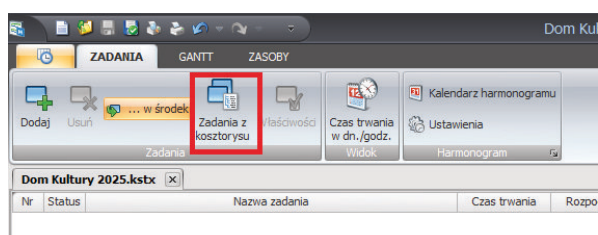


W zależności od specyfiki prac, które będą realizowane, a także możliwości firmy prowadzącej roboty, możemy powyższy kalendarz odpowiednio zmodyfikować dla poszczególnych miesięcy roku.

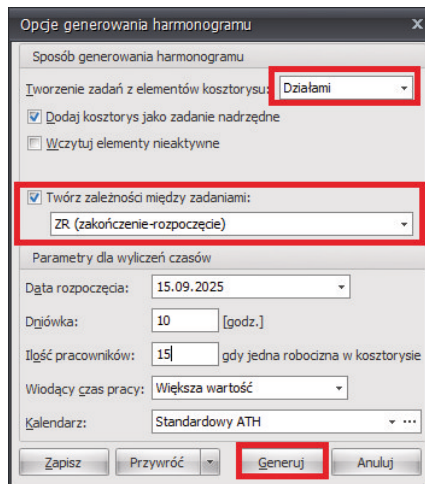
Import zadań z kosztorysu

Skoro ustawiliśmy pierwotne parametry naszego harmonogramu, możemy przystąpić do jego generowania i wprowadzenia połączeń zadań zależnościami.

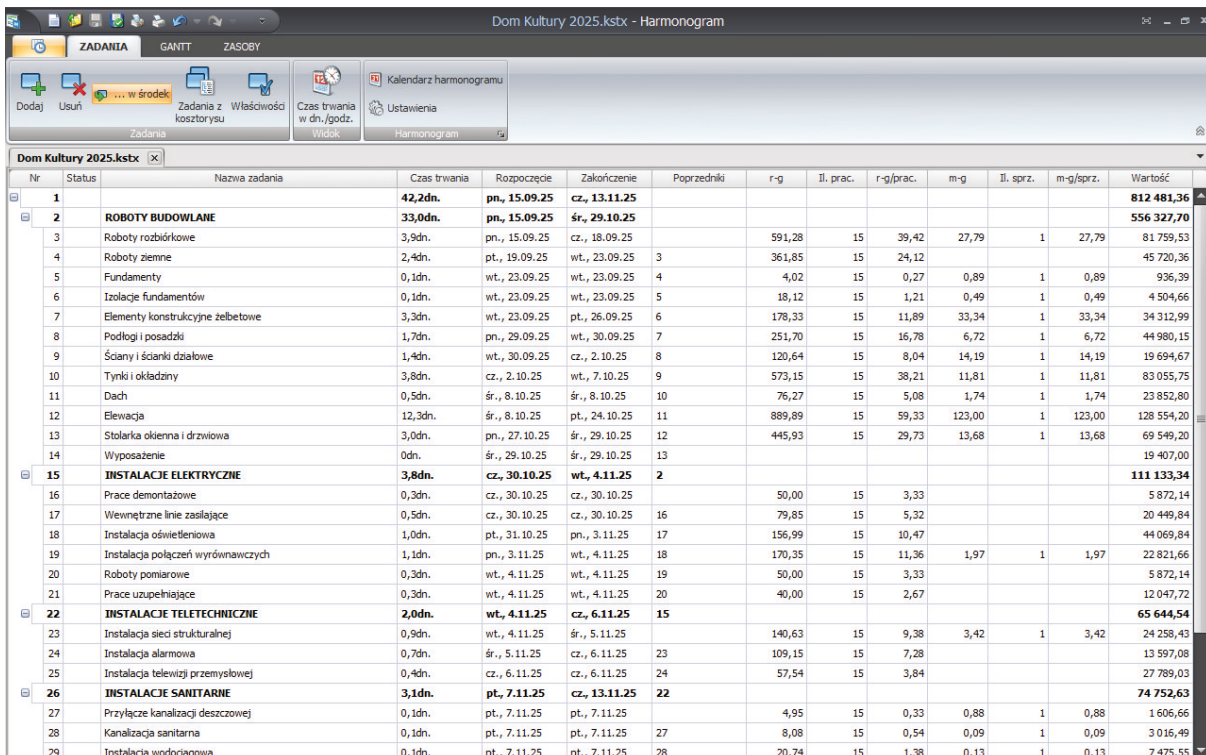
Chcąc wykorzystać kosztorys, na którym pracujemy, klikamy na klawisz **Zadania z kosztorysu**



W zależności od tego, jak szczegółowy harmonogram będzie nas interesował, wybieramy Tworzenie zadań z elementów kosztorysu: Działami lub Pozycjami.



Zanim klikniemy na przycisk **Generuj**, warto wprowadzić dodatkowe parametry generowania harmonogramu. Zaznaczamy **Twórz zależności między zadaniami**, wydłużamy **Dniówkę** (albo zmodyfikujemy ją w **Kalendarzu**) oraz zwiększamy **Ilość pracowników** – co przyspieszy okres wykonywania prac. Po wprowadzeniu zmian klikamy na **Generuj**. Otrzymamy poniższy harmonogram.

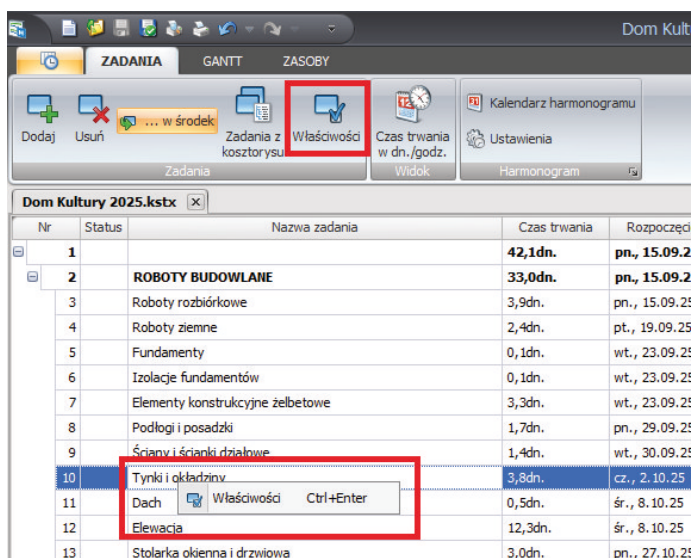


Nr	Status	Nazwa zadania	Czas trwania	Rozpoczęcie	Zakończenie	Poprzedniki	r-g	Il. prac.	r-g/prac.	m-g	Il. sprz.	m-g/sprz.	Wartość
1			42,2dn.	pn., 15.09.25	cz., 13.11.25								812 481,36
2		ROBOTY BUDOWLANE	33,0dn.	pn., 15.09.25	śr., 29.10.25								556 327,70
3		Roboty rozbiórkowe	3,9dn.	pn., 15.09.25	cz., 18.09.25		591,28	15	39,42	27,79	1	27,79	81 759,53
4		Roboty ziemne	2,4dn.	pt., 19.09.25	wt., 23.09.25	3	361,85	15	24,12				45 720,36
5		Fundamenty	0,1dn.	wt., 23.09.25	wt., 23.09.25	4	4,02	15	0,27	0,89	1	0,89	936,39
6		Izolacje fundamentów	0,1dn.	wt., 23.09.25	wt., 23.09.25	5	18,12	15	1,21	0,49	1	0,49	4 504,66
7		Elementy konstrukcyjne żelbetowe	3,3dn.	wt., 23.09.25	pt., 26.09.25	6	178,33	15	11,89	33,34	1	33,34	34 312,99
8		Podłogi i posadzki	1,7dn.	pn., 29.09.25	wt., 30.09.25	7	251,70	15	16,78	6,72	1	6,72	44 980,15
9		Ściany i ścianki działowe	1,4dn.	wt., 30.09.25	cz., 2.10.25	8	120,64	15	8,04	14,19	1	14,19	19 694,67
10		Tynki i okładziny	3,8dn.	cz., 2.10.25	wt., 7.10.25	9	573,15	15	38,21	11,81	1	11,81	83 055,75
11		Dach	0,5dn.	śr., 8.10.25	śr., 8.10.25	10	76,27	15	5,08	1,74	1	1,74	23 852,80
12		Elewacja	12,3dn.	śr., 8.10.25	pt., 24.10.25	11	889,89	15	59,33	123,00	1	123,00	128 554,20
13		Stalarka okienna i drzwiowa	3,0dn.	pn., 27.10.25	śr., 29.10.25	12	445,93	15	29,73	13,68	1	13,68	69 549,20
14		Wypośażenie	0dn.	śr., 29.10.25	śr., 29.10.25	13							19 407,00
15		INSTALACJE ELEKTRYCZNE	3,8dn.	cz., 30.10.25	wt., 4.11.25	2							111 133,34
16		Prace demontażowe	0,3dn.	cz., 30.10.25	cz., 30.10.25		50,00	15	3,33				5 872,14
17		Wewnętrzne linie zasilające	0,5dn.	cz., 30.10.25	cz., 30.10.25	16	79,85	15	5,32				20 449,84
18		Instalacja oświetleniowa	1,0dn.	pt., 31.10.25	pn., 3.11.25	17	156,99	15	10,47				44 069,84
19		Instalacja połączeń wyrównawczych	1,1dn.	pn., 3.11.25	wt., 4.11.25	18	170,35	15	11,36	1,97	1	1,97	22 821,66
20		Roboty pomiarowe	0,3dn.	wt., 4.11.25	wt., 4.11.25	19	50,00	15	3,33				5 872,14
21		Prace uzupełniające	0,3dn.	wt., 4.11.25	wt., 4.11.25	20	40,00	15	2,67				12 047,72
22		INSTALACJE TELETECHNICZNE	2,0dn.	wt., 4.11.25	cz., 6.11.25	15							65 644,54
23		Instalacja sieci strukturalnej	0,9dn.	wt., 4.11.25	śr., 5.11.25		140,63	15	9,38	3,42	1	3,42	24 258,43
24		Instalacja alarmowa	0,7dn.	śr., 5.11.25	cz., 6.11.25	23	109,15	15	7,28				13 597,08
25		Instalacja telewizji przemysłowej	0,4dn.	cz., 6.11.25	cz., 6.11.25	24	57,54	15	3,84				27 789,03
26		INSTALACJE SANITARNE	3,1dn.	pt., 7.11.25	cz., 13.11.25	22							74 752,63
27		Przyłącze kanalizacji deszczowej	0,1dn.	pt., 7.11.25	pt., 7.11.25		4,95	15	0,33	0,88	1	0,88	1 606,66
28		Kanalizacja sanitarna	0,1dn.	pt., 7.11.25	pt., 7.11.25	27	8,08	15	0,54	0,09	1	0,09	3 016,49
29		Instalacja wodociągowa	0,1dn.	pt., 7.11.25	pt., 7.11.25	28	20,74	15	1,38	0,13	1	0,13	7 475,55

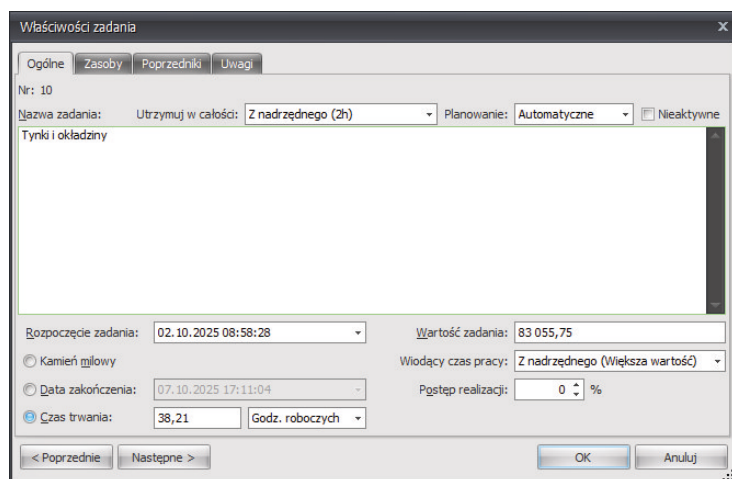
Jak widzimy powyżej, przeniesione zostały z naszego kosztorysu **Działy** wraz z informacją o ilości roboczogodzin, maszynogodzin oraz wartość. Wygenerowana została informacja o czasie trwania inwestycji (poszczególnych działów), data rozpoczęcia i zakończenia zadania. Mamy również ustalone zależności pomiędzy Działami. W przypadku prostego kosztorysu można by uznać, że harmonogram jest gotowy. Jednak zdarza się to niezmiernie rzadko, dlatego będziemy musieli jeszcze trochę nad nim popracować.

Edytowanie harmonogramu – widok ZADANIA

Pora na korektę. Możemy jej dokonać na poszczególnych elementach harmonogramu, w oknie **Właściwości zadania**, które wywołujemy, klikając na ikonę **Właściwości** lub z menu kontekstowego, naciskając **prawy klawisz myszki** lub **klawisze Ctrl+Enter**.



Ukaże się nam okno **Właściwości zadania**.



W oknie **Właściwości zadania** znajdują się cztery karty: **Ogólne**, **Zasoby**, **Poprzedniki** oraz **Uwagi**.

Na karcie **Ogólne** przeglądamy, wprowadzamy lub edytujemy podstawowe dane zadania.

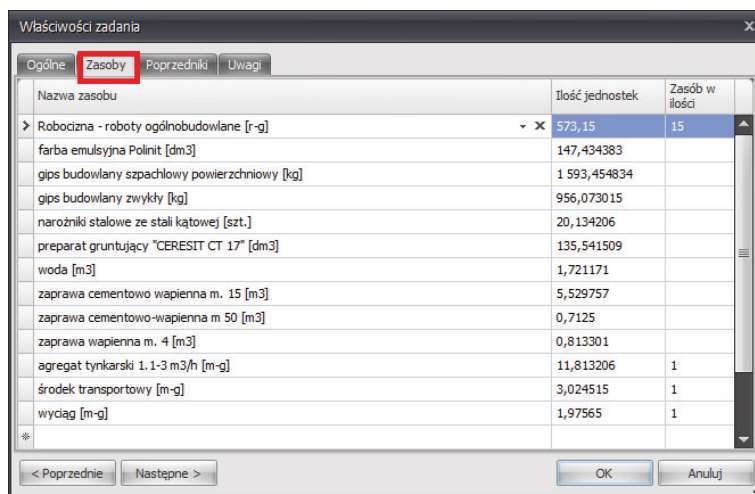
- **Nr** oznacza kolejny numer zadania w drzewie i nie podlega edycji. Numer ten jest wyświetlany w widoku **ZADANIA**, w drzewie zadań w kolumnie **Poprzedniki**, gdy zadanie jest zależne od innych zadań.
- W polu **Utrzymuj w całości** określamy, jak zadanie ma być rozplanowane w ciągu kolejnych dni. Przykładowo, niektóre zadania muszą być wykonane w całości, a inne w określonych interwałach czasowych, nie krótszych niż np. kilka godzin. Po ustawieniu daty rozpoczęcia zadania program sprawdza, ile czasu zostało do końca dnia pracy. Jeśli wyliczona ilość godzin jest mniejsza od tej wprowadzonej do pola **Utrzymuj w całości**, to zostaje narzucona nowa data rozpoczęcia, która jest początkiem następnego dnia roboczego. Jeśli zadanie może zostać kontynuowane następnego dnia bez żadnych warunków, w polu wybieramy opcję **Nie utrzymuj**.

Gdy natomiast chcemy wymusić rozpoczęcie zadania następnego dnia po swoim poprzedniku, wybieramy **Na nast. dzień**. Opcja **Z nadrzędnego** przejmie dane tego ustawienia z zadania nadrzędnego.

- Pole **Planowanie** określa, czy czasy rozpoczęcia i zakończenia wyliczane są **Automatycznie** przez program, czy ustawiane **Ręcznie przez użytkownika**. Ustawienie zadania na ręczne sprawia, że nie zmienia ono swoich dat, nawet gdy zmieniają się wymagania poprzedników. Nie podlega też mechanizmowi utrzymywania w całości. Również zadania zbiorcze można przestawić w ten tryb i przesuwać je na wykresie oraz zmieniać czas ich trwania.
- Pole **Nazwa zadania** jest nazwą działu lub pozycji, gdy harmonogram został utworzony na podstawie kosztorysu.
- Zaznaczenie opcji **Nieaktywne** informuje, że to zadanie jest nieaktywne.
- Pole **Rozpoczęcie zadania** zawiera datę i godzinę początku zadania. Datę tę można wybrać z kalendarza, klikając na strzałce obok pola albo wprowadzić ręcznie, bezpośrednio z klawiatury. Jednak **tego pola nie powinno się edytować, ponieważ jego wartość powinna wynikać z zależności i ograniczeń nałożonych na zadania**. Data rozpoczęcia pierwszego zadania będzie tożsama z datą rozpoczęcia projektu harmonogramu, a daty kolejnych zadań zostaną automatycznie wyliczone po zdefiniowaniu zależności i wprowadzeniu ograniczeń. Datę i godzinę można edytować, gdy w polu **Planowanie** wybrano opcję **Ręcznie**.
- **Wartość zadania** jest pobierana z kosztorysu dla działu lub pozycji albo wprowadzana z klawiatury, szczególnie w przypadku gdy zadania dodajemy ręcznie.
- Opcję **Kamień milowy** zaznaczamy, gdy zadanie występuje jednorazowo i ma szczególne znaczenie w projekcie, wskazując na ważny moment w jego cyklu życia. Przykładowo takim kamieniem milowym może być zatwierdzenie koncepcji realizacji projektu lub podpisanie protokołu odbioru obiektu budowlanego. Kamień milowy jest zdarzeniem i nie zajmuje czasu, dlatego nie ma daty zakończenia.
- Opcję **Zakończenie zadania** zaznaczamy, gdy możemy wyraźnie podać taką datę lub gdy wynika ona z zależności między zadaniami.
- W polu **Postęp** realizacji możemy wprowadzić procentową część wykonania zadania.

Uwaga! Daty rozpoczęcia i zakończenia zadań nie powinny być wprowadzane ręcznie, tylko wynikać z czasu trwania zadań, zależności między nimi i ewentualnych ograniczeń. Ręcznie deklarujemy tylko datę rozpoczęcia projektu, która automatycznie staje się datą rozpoczęcia pierwszego zadania. Wszystkie pozostałe daty rozpoczęcia i zakończenia zadań wyliczane są przez program. Data zakończenia ostatniego zadania będzie zarazem datą zakończenia całego projektu.

Na karcie **Zasoby** znajduje się informacja o tym, jakie zasoby zostały przydzielone do zadania. Dane zasobów możemy edytować bezpośrednio na liście.

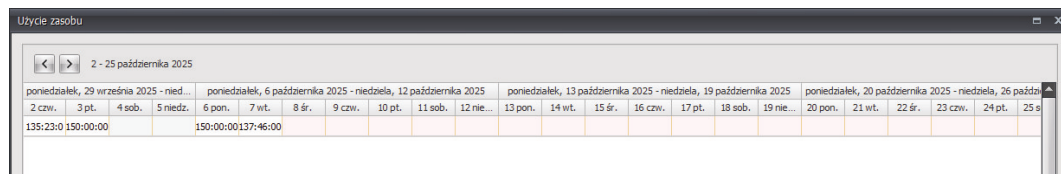


Nazwa zasobu	Ilość jednostek	Zasób w ilości
Robocizna - roboty ogólnobudowlane [r-g]	573,15	15
farba emulsyjna Polinit [dm3]	147,434383	
gips budowlany szpachlowy powierzchniowy [kg]	1 593,454834	
gips budowlany zwykły [kg]	956,073015	
narożniki stalowe ze stali kątownej [szt.]	20,134206	
preparat gruntujący "CERESIT CT 17" [dm3]	135,541509	
woda [m3]	1,721171	
zaprawa cementowo-wapienna m. 15 [m3]	5,529757	
zaprawa cementowo-wapienna m. 50 [m3]	0,7125	
zaprawa wapienna m. 4 [m3]	0,813301	
agregat tynkarski 1.1-3 m3/h [m-g]	11,813206	1
środek transportowy [m-g]	3,024515	1
wyciąg [m-g]	1,97565	1

- W kolumnie **Nazwa zasobu** wyświetlana jest nazwa zasobu wraz z jednostką miary. Jeśli klikniemy na nazwę, rozwinie się lista wszystkich zasobów występujących w harmonogramie. Możemy wtedy podmienić istniejący zasób na inny. Przycisk **X** na końcu kolumny służy do usunięcia zasobu z listy zasobów zadania.
- Na końcu listy znajduje się pusty wiersz, który służy do dodania nowego zasobu. Jeśli chcemy dodać zasób, którego nie ma na liście, należy przejść na widok **ZASOBY** i tam kliknąć przycisk **Dodaj z grupy Zasoby**.

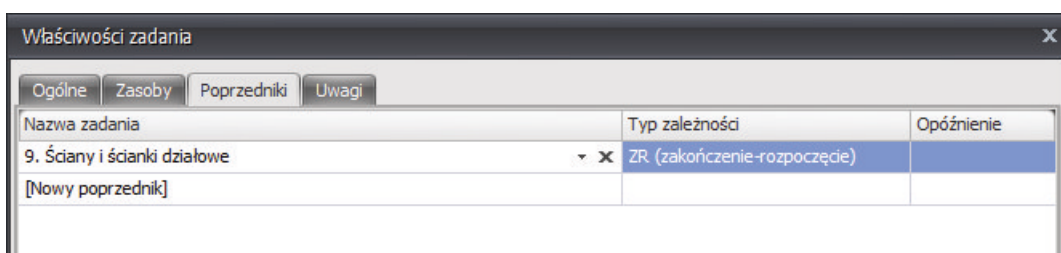


- Jeśli w zadaniu występuje przeciążenie zasobu robocizny lub sprzętu, wiersz tego zasobu jest wyróżniany czerwonym kolorem.
- W kolumnie **Ilość jednostek** znajduje się informacja o ilości zasobu przydzielonego do zadania. Wartość w tym polu można zmienić bezpośrednio w kolumnie. Kliknięcie ikonki lupy wywołuje panel **Użycie zasobu**.



- Kolumna **Zasób w ilości** zawiera informację, ile jednostek robocizny lub sprzętu jest użytych w zadaniu. Gdy klikniemy w tej kolumnie i pojawi się kursor tekstowy, można będzie zmienić ilość zasobu.

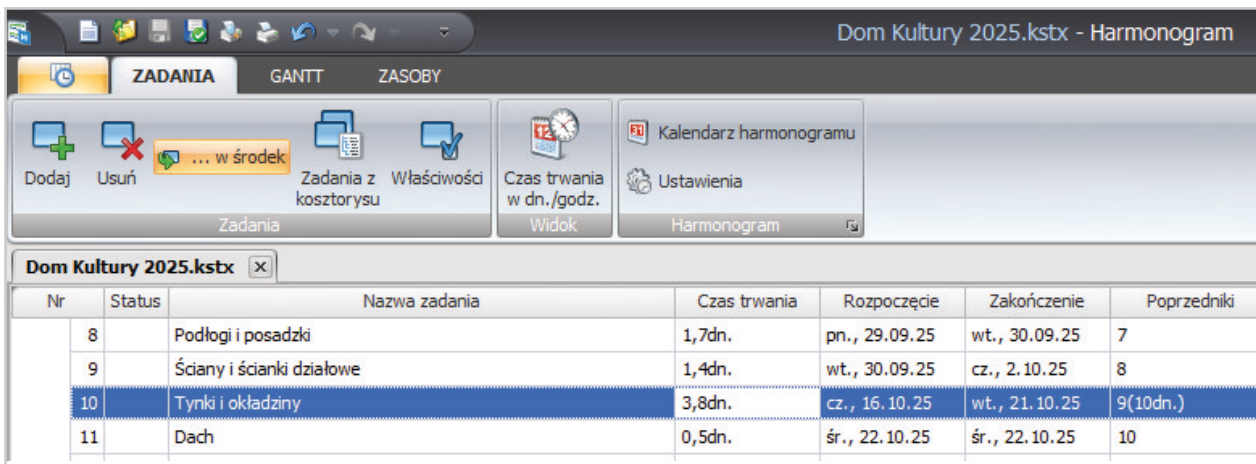
Przechodząc na kartę **Poprzedniki**, otrzymamy listę zadań – poprzedników, od których zależne jest bieżące zadanie.



- Na liście znajduje się kolumna **Nazwa zadania** zawierająca nazwę zadania – poprzednika. Gdy w niego klikniemy, zostanie wyświetlona lista wszystkich dostępnych zadań harmonogramu, z której wybieramy poprzednika. Gdy już poprzednik zostanie wybrany, możemy go usunąć z listy przyciskiem **X**.
- W kolumnie **Typ zależności** zdefiniowany jest rodzaj zależności między poprzednikiem, a bieżącym zadaniem. Możemy wybrać jedną z następujących zależności: **ZR**, **RR**, **ZZ** i **RZ**. **ZR** – Zakończenie-Rozpoczęcie oznacza, że zadanie zależne nie może się rozpocząć, dopóki nie zakończy się zadanie poprzednie, od którego zależy. Ten typ zależności występuje w harmonogramach

najczęściej. **ZZ** – Zakończenie-Zakończenie oznacza, że zadanie zależne nie może się zakończyć, dopóki nie zakończy się zadanie, od którego zależy. **RR** – Rozpoczęcie-Rozpoczęcie oznacza, że zadanie zależne nie może się rozpocząć, dopóki nie rozpocznie się zadanie, od którego zależy. **RZ** – Rozpoczęcie-Zakończenie oznacza, że zadanie zależne nie może się zakończyć, dopóki nie rozpocznie się zadanie, od którego zależy.

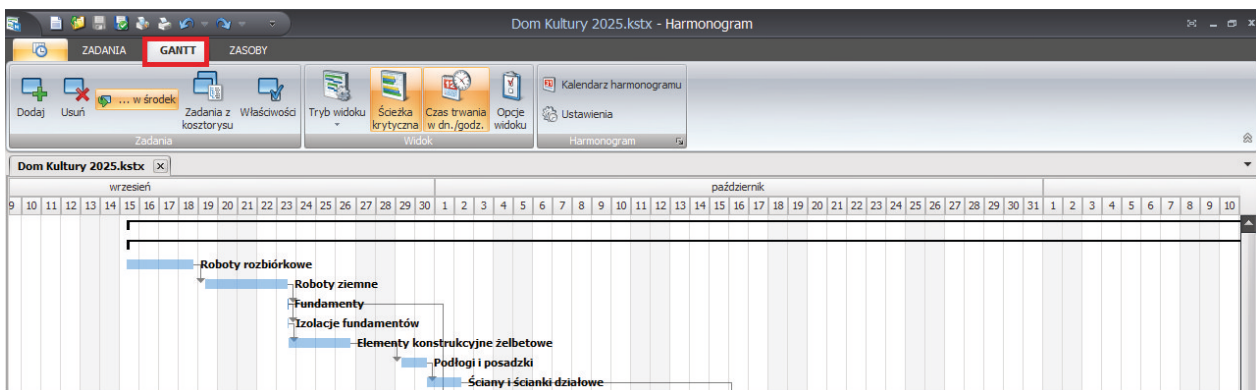
- W kolumnie **Opóźnienie** wpisujemy wartość opóźnienia rozpoczęcia zadania. Opóźnienie takie powinno być wprowadzone wtedy, gdy chcemy lub musimy mieć przerwę między zadaniem, a jego poprzednikiem. Opóźnienie to pokazane jest w liście zadań w kolumnie **Poprzedniki** za numerem poprzednika.



Nr	Status	Nazwa zadania	Czas trwania	Rozpoczęcie	Zakończenie	Poprzedniki
8		Podłogi i posadzki	1,7dn.	pn., 29.09.25	wt., 30.09.25	7
9		Ściany i ścianki działowe	1,4dn.	wt., 30.09.25	cz., 2.10.25	8
10		Tynki i okładziny	3,8dn.	cz., 16.10.25	wt., 21.10.25	9(10dn.)
11		Dach	0,5dn.	śr., 22.10.25	śr., 22.10.25	10

Powyżej opóźnienie w stosunku do wyliczonego czasu rozpoczęcia o 10 dni.

Zależności zdefiniowane na tej karcie uwidocznione są na wykresie Gantta w **widoku GANTT**.



Wykonanie harmonogramu wymaga sporej uwagi i wprowadzania korekt. Pamiętajmy, że sporządzając kalkulację kosztorysową, ustawiamy cały plan działania zgodnie z technologią wykonywania prac, rozdzielając m.in. roboty budowlane od instalacyjnych itp. (umieszczamy je na końcu kosztorysu lub stanowią oddzielny kosztorys). Z kolei w harmonogramie roboty budowlane prze mieszane są z robotami instalacyjnymi itp.

O edytowaniu harmonogramu na widokach **GANTT** i **ZASOBY** oraz o przygotowaniu wydruku można przeczytać w pełnej wersji artykułu na bzg.pl.