



Spis treści

Wstęp.....	1
<i>Agnieszka Zakrzewska-Bielawska: Potencjał relacyjny a innowacyjność przedsiębiorstwa – w kierunku open innovation / Relational potential and enterprises' innovativeness – towards the open innovation</i>	3
<i>Jakub Drzewiecki: Zmienność modelu biznesowego w kontekście innowacyjności organizacji / Business model volatility – context of the innovativeness of organization</i>	11
<i>Waldemar Glabiszewski: Proekologiczny wizerunek przedsiębiorstwa jako czynnik jego konkurencyjności / Company's pro-ecological image as a factor shaping its competitiveness</i>	17
<i>Rafał Kozłowski: Przedsiębiorcze przywództwo – opis zjawiska i próba oceny / Entrepreneurial leadership – description of the concept and an attempt to assessment</i>	25
<i>Wioletta Suszek: Uwarunkowania zachowań pro jakościowych a innowacyjność w sferze usług / Determinants of pro-quality behaviour vs. innovativeness in the sphere of services</i>	33
<i>Anna Starosta: Faza przedkryzysowa w strategiach innowacji / Pre-crisis phase in innovation strategies</i>	43
<i>Emil Bukłaha: Planowanie i kontrola projektów z zastosowaniem linii równowagi (line of balance) / Planning and controlling of projects using the line of balance technique</i>	48

Wstęp

Oddajemy w Państwa ręce kolejny numer czasopisma „Management Forum”. Jak zawsze proponowana problematyka jest zróżnicowana – podejmuje zagadnienia dotyczące zarządzania w ujęciu teoretycznym, a także przedstawia wyniki badań empirycznych.

Innowacyjność przedsiębiorstw w dzisiejszym świecie ma kluczowe znaczenie dla rozwoju ich samych, ale także gospodarki. W pierwszym artykule zaprezentowano wyniki badań przeprowadzonych w przedsiębiorstwach *high-tech*, które pokazały, że im bardziej zróżnicowany podmiotowo jest ich potencjał relacyjny oraz im bardziej korzystne są poszczególne relacje, tym silniej firmy współpracują z podmiotami zewnętrznymi w zakresie tworzenia nowych technologii oraz tym większa jest ich zdolność do tworzenia, wdrażania i komercjalizacji innowacji.

Tematem kolejnego opracowania jest zmienność modelu biznesowego. Przedstawiono w nim propozycję – będącą efektem badań empirycznych – czynników ilościowych i jakościowych umożliwiających określenie zmienności modelu. Zaprezentowana w artykule koncepcja powinna ułatwić planowanie i wdrażanie zmian w modelu biznesowym innowacyjności.

Kolejną interesującą kwestią z zakresu zarządzania jest próba teoretycznego i praktycznego połączenia ze sobą trzech zagadnień, a mianowicie ekologii, wizerunku przedsiębiorstwa i jego konkurencyjności. Autor próbuje określić rolę i znaczenie proekologicznej aktywności przedsiębiorstwa w budowaniu jego konkurencyjności przez celowe kształtowanie społecznie akceptowanego wizerunku firmy przyjaznej środowisku. Przeprowadzone badania pokazują, że wysoka świadomość w tym zakresie nie przekłada się na intensywną aktywność menedżerów.

Ciekawie prezentuje się również koncepcja połączenia przedsiębiorczości z przywództwem na potrzeby uzyskiwania poprawy efektywności organizacyjnej oraz rezultaty badań dotyczących przedsiębiorczego przywództwa i problematyki wielowymiarowej efektywności organizacji.

Przedstawiono także analizy będące próbą poszukiwania związku pomiędzy cechami osobowościowymi pracowników a ich projakościowymi postawami i innowacyjnością w środowisku pracy. Spośród wskazanych 50 cech osobowości, zdefiniowanych w pięciu dwubiegunowo scharakteryzowanych czynnikach, wyłoniono 19 cech o pozytywnym, w opinii respondentów, wpływie na zachowania projakościowe, oraz 18 – o negatywnym wpływie, dla 13 cech zaś nie określono zdecydowanego rodzaju wpływu.

Na koniec warto również zwrócić uwagę na artykuł omawiający działania operacyjne w ramach fazy przedkryzysowej, które pozwolić mają uniknąć kryzysu przy jednoczesnym realizowaniu wybranej strategii innowacyjnej, a także opracowanie opisujące praktyczny przykład zastosowania techniki linii równowagi (LoB, *Line of Balance*) w procesie planowania i kontroli wielu projektów realizowanych równocześnie. Technika LoB należy do technik zarządzania wieloma powtarzalnymi zadaniami wykonywanymi w określonym porządku w celu realizacji cyklu takich samych projektów zgodnie z przyjętym harmonogramem

W imieniu redakcji „Management Forum” życzę Państwu interesującej lektury, jak również zachęcam do publikowania na naszych łamach.

Joanna Kacała



Planowanie i kontrola projektów z zastosowaniem linii równowagi (*line of balance*)

Planning and controlling of projects using the line of balance technique

Emil Bukłaha

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, e-mail: ebukla@sgh.waw.pl

Streszczenie

Celem artykułu jest omówienie przydatności i przedstawienie na praktycznym przykładzie zastosowania techniki linii równowagi (LoB, *Line of Balance*) w procesie planowania i kontroli wielu projektów realizowanych równocześnie. Technika LoB należy do technik zarządzania wieloma powtarzalnymi zadaniami wykonywanymi w określonym porządku w celu realizacji cyklu takich samych projektów zgodnie z przyjętym harmonogramem. Jest szczególnie użyteczna jako uzupełnienie standardowych technik planistycznych, takich jak harmonogram, analiza łańcucha krytycznego (CCPM), macierz zasobów czy kosztorysowanie wstępne. Służy również do kontroli postępów pracy, pozwalając osobom odpowiedzialnym za ich realizację zorientować się w tempie wykonywanych zadań, wymaganych do zakończenia realizacji całego cyklu projektów zgodnie z przyjętym planem. Jest szczególnie polecana jako wsparcie planowania i monitorowania postępów pracy powtarzalnych projektów o zdefiniowanej strukturze i przebiegu dającym się przewidzieć z wysokim prawdopodobieństwem.

Słowa kluczowe: zarządzanie projektami, planowanie projektów, controlling projektów, linia równowagi, LoB.

Abstract

Managing multiple projects is one of the major challenges for project managers, with only a few techniques known worldwide. Therefore the aim of the article is to discuss and present a practical example application of the technique known as a Line of Balance (LoB) in the managing multiple projects planning process. The LoB is one of the techniques used to manage multiple repeated tasks performed in a specific order to carry out the same series of project results in accordance with the approved schedule. It is particularly useful as a supplement to standard techniques of planning, such as scheduling, analysis of critical chain (CCPM), the matrix of resources or a preliminary cost estimations. It is also used to control the work progress, allowing those responsible for its implementation to figure out the tasks pace required for the completion of the whole planned project cycle. The LoB technique is especially recommended as a support for the planning and monitoring of the repetitive projects work progress with defined structure and highly predictable progress.

Keywords: project management, project planning, project controlling, Line of Balance, LoB.

Wstęp

Zarządzanie wieloma projektami stanowi istotne wyzwanie dla kierowników projektów, techniki temu służące zaś są nie-liczne i słabo rozpowszechnione. Dlatego popularyzacja rozwiązań w tym zakresie jest zdaniem autora cenna naukowo i przydatna praktycznie. Celem artykułu będzie omówienie przydatności i przedstawienie na praktycznym przykładzie zastosowania techniki linii równowagi (LoB, *Line of Balance*) w procesie planowania i kontroli wielu projektów realizowanych równocześnie jako przykładu jednej z ważniejszych technik z zakresu zarządzania wieloma projektami. Jako metodę badawczą autor zastosował badania literaturowe oraz studium przypadku.

1. Technika *Line of Balance* w zarządzaniu projektami

LoB (technika linii równowagi, technika planowania linii równowagi) jest deterministyczną techniką planowania i kontroli postępów prac stosowaną do powtarzalnych projektów lub grup powtarzalnych czynności w ramach pojedynczego, złożonego projektu, opartą na planowaniu struktury i czasu trwania zadań w warunkach wysokiej pewności. Należy do tzw. grupy metod planowania procesów jednokierunkowych (LSM, *Linear Scheduling Methodes*). Prezentuje skumulowany postęp prac, opierając się na analizowaniu informacji o zadaniach pod kątem czasu ich wykonania, ich krotności, relacji przyczynowo-skutkowych między zadaniami i rzeczywistego zakresu wykonanych prac. Została wynaleziona w roku 1941 w firmie Goodyear Tire & Rubber Company przez zespół pod kierownictwem George E. Foucha. Początkowo stosowano ją do planowania produkcji, jednak z czasem zaczęto jej używać również w zarządzaniu projektami. Od połowy ubiegłego wieku jest w rozwiniętej formie powszechnie stosowana m.in. do planowania operacji logistycznych marynarki wojennej armii amerykańskiej.

Zastosowanie techniki LoB wymaga przyjęcia pewnych założeń:

- w realizacji projektu muszą występować wyodrębnione, identyfikowalne fazy, nad którymi możliwa jest kontrola kierownicza,
- czasy realizacji poszczególnych faz muszą być znane,
- znany jest harmonogram dostaw,
- zasoby wykorzystywane w realizacji projektów są nieograniczone [Trocki, Grucza, Ogonek 2003, s. 262].

Technika LoB może być stosowana w projektach składających się z wielu czynności powtarzalnych lub w programach projektów powtarzalnych, np. budowa wielu jednakowych domów, wznoszenie budynków biurowych z taką samą konstrukcją poszczególnych pięter, układanie rurociągów, budowa jednakowych stacji metra, tuneli, hal produkcyjnych itp. (inne przykłady jej zastosowań zostaną podane w dalszej części artykułu). Pozwala menedżerom projektu monitorować postęp wszystkich prac i sprawdzać, które realizowane iteracyjnie zadania (lub projekty) są realizowane zgodnie z planem (są w równowadze), a które wymagają korekty.

W ramach planowania przebiegu projektu technika LoB dostarcza następujących informacji (na podstawie: [Badukale, Sabihuddin 2014, s. 47]):

- definiuje zakres prac do wykonania na każdym etapie projektu z podziałem na jednostki czasu,
- porównuje aktualny postęp prac (dla powtarzalnych zadań czy projektów) z planowanym postępowaniem do dnia kontroli,
- wizualizuje lokalizacje i produktywność zespołów realizujących powtarzalne czynności na dzień kontroli,
- w wyraźny sposób identyfikuje odchylenia od planu wykonanego zakresu prac,
- dostarcza aktualnych informacji o odcinkach projektu realizowanych niezgodnie z planem i wskazuje miejsca, w których należy podjąć działania korygujące,
- na podstawie zidentyfikowanych odchyleń pozwala oszacować wydajność pozostałej części prac.

Technika LoB koncentruje się na zapewnieniu ciągłości pracy zespołów realizujących powtarzalne zadania przez właściwą organizację pracy i zagwarantowanie im stałego dostępu do niezbędnych zasobów. Zespoły zadaniowe wykorzystywane do realizacji powtarzalnych czynności w technice LoB są przydzielane do wykonywania poszczególnych czynności w taki sposób, żeby czas ich przestojów pomiędzy poszczególnymi zadaniami był jak najkrótszy. Ich sposób pracy polega na jednozadaniowości, tj. najpierw wykonują pierwsze z cyklu powtarzalnych zadań, potem kolejne itd. aż do zakończenia ostatniego ciągu zadań przewidzianych dla nich w projekcie (np. budowa kolejnych pięter budynku, kładzenie instalacji na poszczególnych jego poziomach, ale także np. przeprowadzka 100 stanowisk biurowych składająca się ze skatalogowania dokumentów, zapakowania w kartony, złożenia i zabezpieczenia mebli biurowych, przewiezienia w miejsce docelowe, ustawienia mebli, dostarczenia i rozpakowania kartonów, organizacji cyklu powtarzalnych szkoleń itp.).

Technika LoB realizowana jest w dwóch fazach oraz kilku krokach:

Faza I – analiza wykonania pojedynczych projektów w serii projektów powtarzalnych

- 1) identyfikacja czynności składających się na wykonanie każdego z powtarzalnych projektów. Ewentualnie na tym etapie następuje również przydział zasobów i zespołów zadaniowych do realizacji powtarzalnych czynności,
- 2) określenie czasu realizacji powtarzalnych czynności w projekcie,
- 3) sporządzenie wykresu sieciowego typu czynność–łuk, ilustrującego powiązania logiczne projektu i opisującego czynności powtarzalne,
- 4) wyznaczenie tzw. równoważnych numerów tygodni dla czynności powtarzalnych,
- 5) uporządkowanie czynności według malejących równoważnych numerów tygodni i opracowanie cyklogramu – wykresu sieciowego z uwzględnieniem skali czasu.

Faza II – analiza wykonania serii projektów powtarzalnych zgodnie z kontraktem

- 6) przygotowanie kalendarza i tablicy skumulowanej liczby dostaw gotowego produktu projektu zgodnie z ustalonym kontraktem,

- 7) wyznaczenie linii równowagi dla powtarzalnych zadań według ustalonego harmonogramu zgodnie z kontraktem,
- 8) opracowanie tablicy bilansowej dla wszystkich powtarzalnych projektów zgodnie z kontraktem,
- 9) cykliczne wykorzystywanie tablicy bilansowej i cyklogramu do kontroli postępu realizacji powtarzalnych projektów (na podstawie: [Trocki, Grucza, Ogonek 2003, s. 262-263; Bhushan, Srinivasa Raghavan 2013, s. 162; Pai, Vergeuse, Rai 2013, s. 94-95; Scheduling Guide... 2001, s. 65-67]).

Powyższe kroki techniki LoB zostaną zastosowane poniżej do zaplanowania i kontroli powtarzalnych projektów szkoleniowych wykonywanych według określonego harmonogramu, zgodnie z poniższym opisem przypadku.

2. Opis sytuacji projektowej

Duże przedsiębiorstwo państwowe z branży usługowej zgłosiło się do firmy szkoleniowej „Optimum Training”, wyspecjalizowanej w organizacji szkoleń zawodowych, w celu realizacji cyklu takich szkoleń dla pracowników wybranych działów tej

- podstaw zarządzania projektami jako bazy do sprawniejszego niż dotychczas sposobu realizacji projektów w firmie zlecającej szkolenia,
- nauki obsługi wybranego programu komputerowego wspierającego zarządzanie projektami (PMS, *Project Management Software*).

Harmonogram realizacji cyklu szkoleń po uzgodnieniach ze zleceniodawcą i uwzględnieniu planów urlopowych pracowników firmy X objętych szkoleniem został przedstawiony w tab. 1.

W firmie „Optimum Training” zlecenie od tak dużego klienta jest traktowane priorytetowo, tym bardziej że konkurencja na lokalnym rynku szkoleniowym jest ogromna. Dlatego zarząd firmy zlecił zaplanowanie tego przedsięwzięcia doświadczonemu kierownikowi działu szkoleń. Powinien on zorganizować pracę trenerów oraz obsługę administracyjną tak, aby realizacja całego cyklu szkoleń była wykonana bez zakłóceń. Po zaznajomieniu się z wyzwaniem kierownik działu szkoleń postanowił zastosować technikę linii równowagi LoB w celu zaplanowania **fazy wykonawczej** realizacji wielu podobnych projektów o takiej samej liczbie zadań, strukturze czynności

Tabela 1. Harmonogram realizacji cyklu szkoleń dla zleceniodawcy projektu

Data	1.07.	8.07.	15.07.	22.07.	29.07.	5.08.	12.08.	19.08.	26.08.
Kolejny numer tygodnia szkoleń	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Liczba wykonanych kompletów szkoleń	1	2	3	3	3	2	3	1	2
Skumulowana liczba wykonanych szkoleń od początku kontraktu	1	3	6	9	12	14	17	18	20

Źródło: opracowanie własne.

firmy. Zleceniodawca oczekuje, że po zakończeniu cyklu szkoleń ich uczestnicy będą lepiej przygotowani do wyzwań stawianych przez obecny rynek pracy w stopniu umożliwiającym im wykonywanie dotychczasowej pracy w sposób bardziej profesjonalny lub ułatwiający im zmianę miejsca pracy w ramach organizacji poprzez przeniesienie na inne stanowisko, odpowiadające lepiej ich kwalifikacjom zawodowym. Ma to przede wszystkim przeciwdziałać zwiększonej w ostatnim okresie rotacji pracowników i silniej związać ich karierę zawodową z firmą zlecającą przeprowadzenie cyklu szkoleń.

W fazie przygotowawczej projektu wykonano przede wszystkim następujące działania:

- badanie potrzeb szkoleniowych grupy docelowej w zakresie potrzeb zawodowych związanych z pełnionymi funkcjami,
- stworzenie autorskiego programu szkoleń uwzględniających wymogi zleceniodawcy,
- ustalenie terminów szkoleń z uwzględnieniem planu urlopowego uczestników szkoleń i ograniczeń zasobowych po stronie wykonawcy,
- wybór i rezerwacja ośrodka szkoleniowego.

W wyniku wykonanych analiz ustalono, że zakres tematyczny szkoleń będzie dotyczył dwóch zagadnień:

i czasie trwania w nakładających się na siebie terminach realizacji kompletów szkoleń zapisanych w kontrakcie.

3. Zastosowanie techniki LoB w fazie wykonawczej cyklu szkoleń dla zleceniodawcy projektu

Faza I

Krok 1 i 2. Identyfikacja czynności składających się na wykonanie każdego z powtarzalnych projektów. Określenie czasu realizacji powtarzalnych czynności w projekcie

Na podstawie wymagań zleceniodawcy, po analizie przebiegu podobnych projektów szkoleniowych wykonywanych dotychczas w firmie „Optimum Consulting” oraz dzięki wykorzystaniu wewnętrznej bazy wiedzy na temat procedur szkoleniowych, kierownik projektu ustalił listę czynności, powtarzalnych przy każdym cyklu szkoleń, czas ich trwania oraz przydzielił do ich wykonania odpowiednie zasoby.

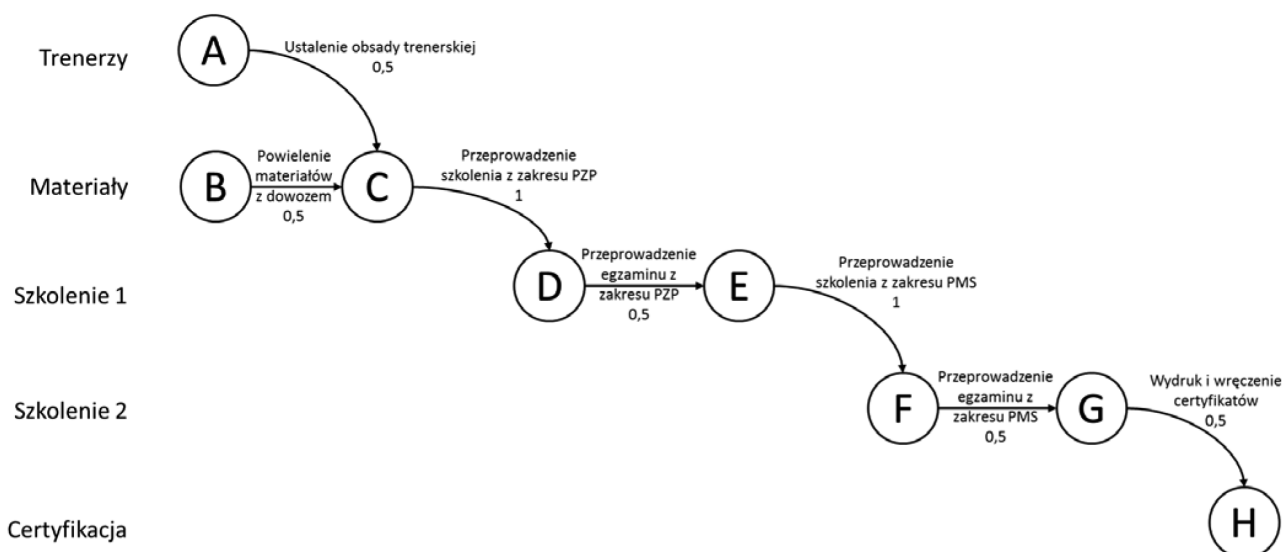
Krok 3. Sporządzenie wykresu sieciowego typu czynność–łuk, ilustrującego powiązania logiczne projektu i opisującego czynności powtarzalne

Na podstawie zebranych w tab. 2 informacji na temat sposobu organizacji pojedynczego szkolenia w cyklu szkoleń dla firmy X

Tabela 2. Wykaz czynności wchodzących w skład projektu organizacji pojedynczego szkolenia w cyklu szkoleń dla firmy X

Nazwa czynności w fazie wykonawczej pojedynczego projektu szkoleniowego	Etap projektu	Czas realizacji czynności (w tyg.)	Poprzedniki	Następniki
Ustalenie obsady trenerskiej dostępnej na dane szkolenie	ustalenie obsady („trenerzy”)	0,5	-	3
Powielenie materiałów dla słuchaczy z dowozem na miejsce szkolenia	przygotowanie materiałów („materiały”)	0,5	-	3
Przeprowadzenie szkolenia z zakresu podstaw zarządzania projektami	organizacja szkolenia 1 („szkolenie 1”)	1	1, 2	4
Przeprowadzenie egzaminu z zakresu podstaw zarządzania projektami		0,5	3	5
Przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi PMS	organizacja szkolenia 2 („szkolenie 2”)	1	4	6
Przeprowadzenie egzaminu z zakresu obsługi PMS		0,5	5	7
Wydruk i wręczenie certyfikatów uczestnikom szkolenia	przekazanie uczestnikom certyfikatów („certyfikacja”)	0,5	6	-

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 1. Wykres sieciowy projektu organizacji pojedynczego szkolenia w cyklu szkoleń

Źródło: opracowanie własne.

sporządzono wykres sieciowy typu czynność–łuk (AoA, *Activity on Arrow*). Literami oznaczono zdarzenia oznaczające moment rozpoczęcia i zakończenia czynności składających się na pojedynczy projekt.

Krok 4. Wyznaczanie tzw. równoważnych numerów tygodni (RNT) dla czynności powtarzalnych

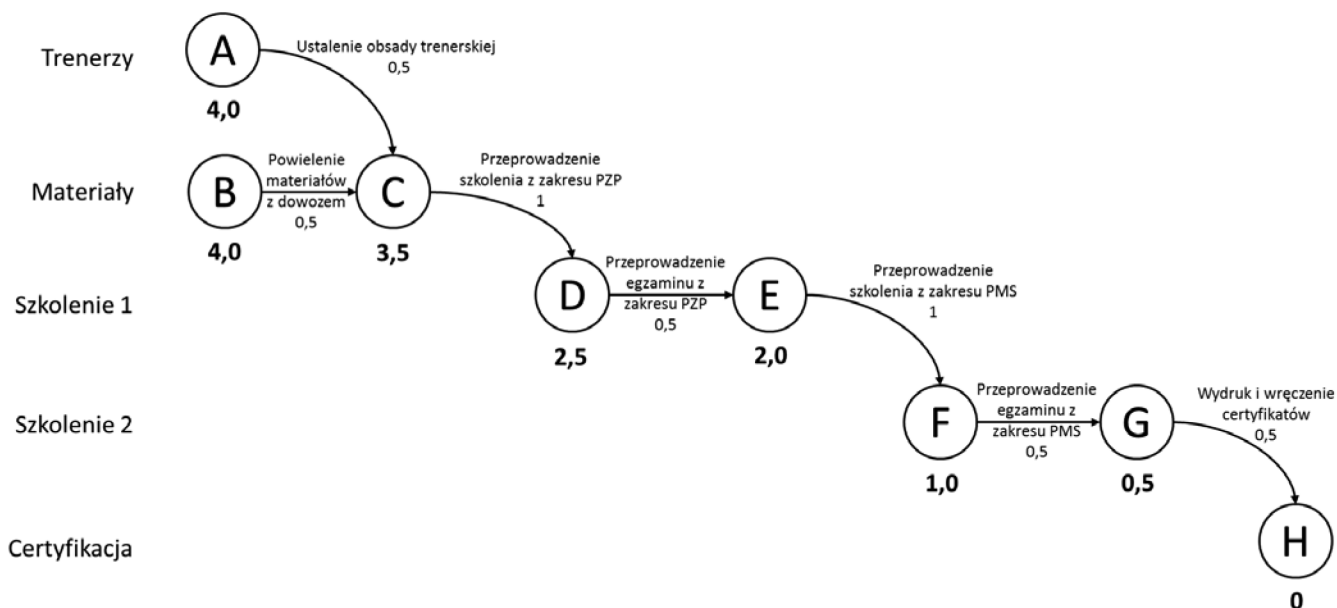
Równoważne numery tygodni (RNT) w technice LoB oznaczają moment **najpóźniejszego dopuszczalnego zakończenia** każdej z analizowanych czynności, pozwalający wykonać je bez opóźnienia całości prac w projekcie. Aby je uzyskać, należy przeprowadzić obliczenia wstecz (od zakończenia do początku pojedynczego projektu) – przy założeniu czasu równego 0 dla ostatniej czynności w projekcie.

Przyjmując za termin zerowy moment zakończenia zadania „Wydruk i wręczenie certyfikatów”, któremu na sieci odpowiada

węzeł oznaczony literą H, terminy równoważnych numerów tygodni dla pozostałych zadań wyznacza się w kolejnych węzłach sieci, dodając do nich czasy realizacji łączących je czynności.

Obliczenia dla poszczególnych węzłów zestawiono w tab. 3, a następnie przeniesiono na wykres sieciowy na rys. 2 (wyniki obliczeń wpisuje się pod danym węzłem sieci).

Na przykład: równoważny numer tygodnia dla węzła sieci F równy 1,0 oznacza, że zadanie kończące się w tym węźle (przeprowadzenie szkolenia z zakresu PMS) **musi zakończyć się nie później niż 1 tydzień przed czasem 0** (czyli rozdaniem certyfikatów), aby zdążyć z realizacją całego pojedynczego projektu szkoleniowego w cyklu szkoleń. To zadanie może skończyć się oczywiście wcześniej, jednak nie później niż 1 tydzień przed czasem 0. Równoważny numer tygodnia dla węzła C równy 3,5 oznacza, że zadania kończące się w tym węźle,



Rys. 2. Wykres sieciowy projektu organizacji pojedynczego szkolenia w cyklu szkoleń z naniesionymi terminami wystąpienia zdarzeń liczonymi od momentu zakończenia ostatniej czynności w projekcie

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Równoważne numery tygodni dla czynności projektu organizacji pojedynczego szkolenia w cyklu szkoleń

Węzeł sieci	Termin wystąpienia
H	0
G	$0 + 0,5 = 0,5$
F	$0,5 + 0,5 = 1,0$
E	$1,0 + 1,0 = 2,0$
D	$2,0 + 0,5 = 2,5$
C	$2,5 + 1,0 = 3,5$
B	$3,5 + 0,5 = 4,0$
A	$3,5 + 0,5 = 4,0$

Źródło: opracowanie własne.

tj. „Ustalenie obsady trenerskiej” i „Powielenie materiałów z dowozem”, muszą zakończyć się nie później niż 3,5 tygodnia przed czasem 0, aby zdążyć z realizacją całego pojedynczego projektu w serii itd.

Krok 5. Uporządkowanie czynności według malejących równoważnych numerów tygodni i opracowanie cyklogramu – wykresu sieciowego z uwzględnieniem skali czasu

W tym kroku sortuje się czynności pojedynczego projektu z cyklu realizowanych projektów według malejącej wartości równoważnych numerów tygodni. W przypadku, gdy kilka czynności ma ten sam RNT, nie ma znaczenia kolejność ich umieszczenia na docelowej liście – ważne jest tylko, aby zachowano przy tym zasadę malejących RNT dla całego projektu.

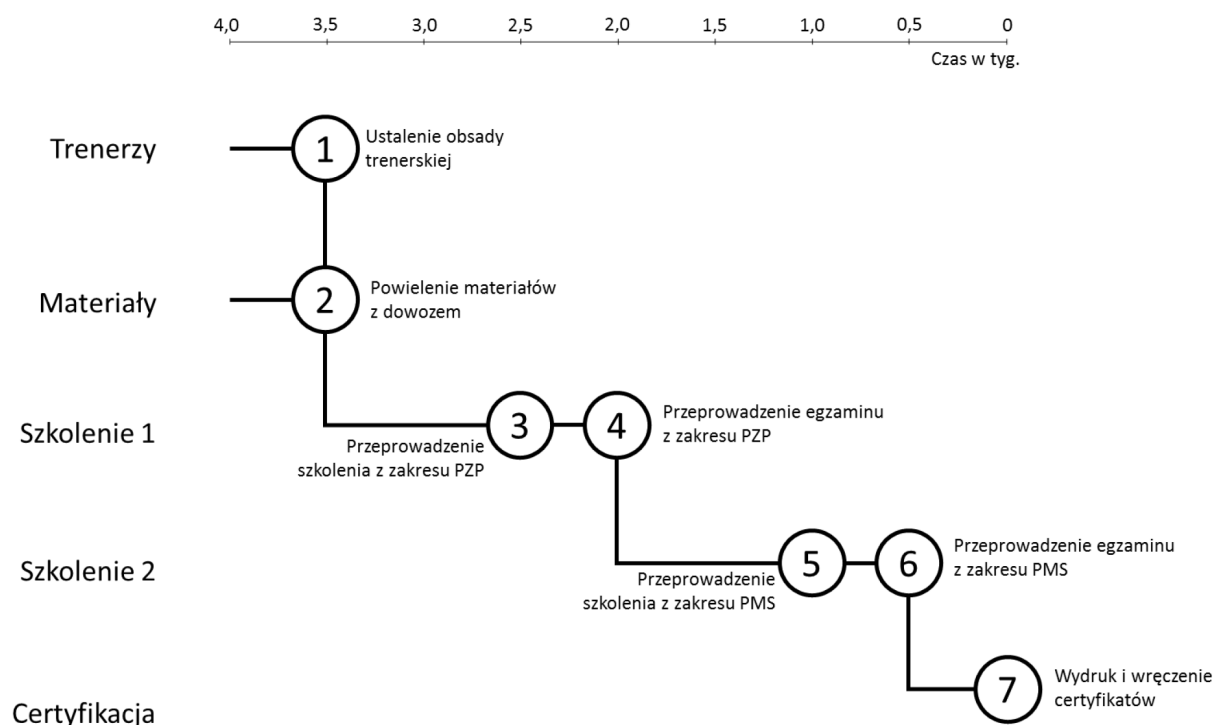
Po uzyskaniu uporządkowanej listy czynności przenosi się je na tzw. cyklogram, czyli graficzny schemat przebiegu pojedynczej iteracji projektu, uwzględniający czas ich realizacji oraz zależności przyczynowo-skutkowe między nimi.

Tabela 4. Czynności w pojedynczym projekcie uporządkowane według malejących równoważnych numerów tygodni

Lp.	Nazwa czynności	Równoważny numer tygodnia (RNT)	Czas realizacji czynności (w tyg.)
1	Ustalenie obsady trenerskiej dostępnej na dane szkolenie	3,5	0,5
2	Powielenie materiałów dla słuchaczy z dowozem na miejsce szkolenia	3,5	0,5
3	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu podstaw zarządzania projektami	2,5	1
4	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu podstaw zarządzania projektami	2,0	0,5
5	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi PMS	1,0	1
6	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu obsługi PMS	0,5	0,5
7	Wdruk i wręczenie certyfikatów uczestnikom szkolenia	0	0,5

Źródło: opracowanie własne.

W technice LoB cyklogram tworzy się na podstawie etapów projektu i zależności między zadaniami zidentyfikowanych w kroku 1 tej techniki, dodając do ich przebiegu oś czasu, rozpoczynając się RNT o najwyższej wartości, a kończąc się na RNT równym 0. Dzięki temu dla każdej iteracji projektu w cyklu powtarzalnych projektów można zidentyfikować najpóźniejsze dopuszczalne terminy rozpoczęcia i zakończenia realizacji zadań, aby zdążyć je wykonać przed czasem 0, czyli



Rys. 3. Cyklogram projektu organizacji pojedynczego szkolenia w cyklu szkoleń wraz z osią czasu

Źródło: opracowanie własne.

momentem zakończenia realizacji ostatniej czynności w pojedynczej iteracji projektu.

Na cyklogramie linie poziome oznaczają czas trwania poszczególnych czynności, natomiast węzły sieci – zakończenie poszczególnych zadań z punktu widzenia momentu zakończenia ostatniego zadania w pojedynczym projekcie (numeracja węzłów pochodzi z tab. 4).

Jest to już ostatni krok analizujący przebieg realizacji pojedynczego projektu w serii – od tej pory, na podstawie dotychczas uzyskanych informacji, przechodzi się do fazy drugiej tej techniki w celu przeanalizowania wszystkich projektów o powtarzalnym charakterze, wynikających z zawartego ze zleceniodawcą kontraktu.

Faza II

Krok 6. Przygotowanie kalendarza i tablicy skumulowanej liczby dostaw gotowego produktu projektu zgodnie z ustalonym kontraktem

Aby przygotować kalendarz realizacji cyklicznych projektów w technice LoB, należy zestawić ze sobą dwie informacje:

- termin najpóźniejszego rozpoczęcia czynności w projekcie o największym RNT w stosunku do czasu 0, czyli do momentu zakończenia realizacji ostatniej czynności w projekcie (tu: tygodnie od -4 do -1),
- uzgodniony harmonogram realizacji cyklu projektów, wynikający z kontraktu ze zleceniodawcą (tu: tygodnie 1-9, na podstawie tab. 1).

Tabela 5. Tablica skumulowanej liczby realizacji powtarzalnych czynności wraz z kalendarzem dla cyklu projektów szkoleniowych

-4	3 czerwca								
-3	10 czerwca								
-2	17 czerwca								
-1	24 czerwca								
1	1 lipca								
2	8 lipca								
3	15 lipca								
4	22 lipca								
5	29 lipca								
6	5 sierpnia								
7	12 sierpnia								
8	19 sierpnia								
9	26 sierpnia								
		Ustalenie obsady trenerskiej dostępnej na dane szkolenie	Powielenie materiałów dla słuchaczy z dowozem na miejsce szkolenia	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu podstaw zarządzania projektami	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu podstaw zarządzania projektami	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi PMS	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu obsługi PMS	Wydruk i wręczenie certyfikatów uczestnikom szkolenia	

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6. Obliczenie krotności wystąpienia powtarzalnych czynności dla czwartego tygodnia realizacji cyklu szkoleń

Lp.	Nazwa czynności	Równoważny numer tygodnia (RNT) [1]	Tydzień, dla którego sprawdzamy liczbę wykonanych zadań [2]	Suma [1] + [2]	Krotność czynności dla danego tygodnia
1	Ustalenie obsady trenerskiej dostępnej na dane szkolenie	3,5	4	7,5	17
2	Powielenie materiałów dla słuchaczy z dowozem na miejsce szkolenia	3,5	4	7,5	17
3	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu podstaw zarządzania projektami	2,5	4	6,5	14
4	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu podstaw zarządzania projektami	2,0	4	6	14
5	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi PMS	1,0	4	5	12
6	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu obsługi PMS	0,5	4	4,5	9
7	Wydruk i wręczenie certyfikatów uczestnikom szkolenia	0	4	4	9

Źródło: opracowanie własne.

Harmonogram realizacji cyklu szkoleń dla zleceniodawcy projektu

Data	1.07.	8.07.	15.07.	22.07.	29.07.	5.08.	12.08.	19.08.	26.08.
Kolejny numer tygodnia szkoleń	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Liczba wykonanych kompletów szkoleń	1	2	3	3	3	2	3	1	2
Skumulowana liczba wykonanych szkoleń	1	3	6	9	12	14	17	18	20

Tabela 7. Tablica bilansowa dla wszystkich zadań powtarzających się w cyklu projektów szkoleniowych wypełniona dla czwartego tygodnia realizacji cyklu projektów szkoleniowych

-4	3 czerwca								
-3	10 czerwca								
-2	17 czerwca								
-1	24 czerwca								
1	1 lipca								1
2	8 lipca								3
3	15 lipca								6
4	22 lipca	17	17	14	14	12	9		9
5	29 lipca								12
6	5 sierpnia								14
7	12 sierpnia								17
8	19 sierpnia								18
9	26 sierpnia								20
		Ustalenie obsady trenerskiej dostępnej na dane szkolenie	Powielenie materiałów dla słuchaczy z dowozem na miejsce szkolenia	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu podstaw zarządzania projektami	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu podstaw zarządzania projektami	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi PMS	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu obsługi PMS	Wydruk i wręczenie certyfikatów uczestnikom szkolenia	

Źródło: opracowanie własne.

Tak przygotowana tablica bilansowa jest podstawą do wykonania ostatnich dwóch kroków na etapie planowania wielu powtarzalnych projektów o takim samym przebiegu oraz stanowi punkt odniesienia do kontroli postępów pracy przy

realizacji wszystkich powtarzalnych czynności we wszystkich projektach w cyklu.

Krok 7. Wyznaczenie linii równowagi dla powtarzalnych zadań według ustalonego harmonogramu zgodnie z kontraktem

Aby określić, ile razy w każdym analizowanym okresie powinna być wykonywana każda z czynności składająca się na realizację ustalonych projektów w cyklu, należy wykonać następujące kroki:

- 1) ustalić, dla którego tygodnia realizacji cyklu projektów prowadzone będą obliczenia,
- 2) zidentyfikować RNT dla każdej powtarzalnej czynności w cyklu projektów (wykonane w kroku 5),
- 3) zsumować RNT dla każdej czynności i numer tygodnia, dla którego należy sprawdzić krotność jego wykonania według wzoru:

$$RNT_i + nr \text{ tygodnia realizacji cyklu projektów,}$$

- 4) powstały wynik należy odnaleźć w skumulowanej tablicy realizacji cyklu projektów ustalonej ze zleceniodawcą (zob. tab. 1), odszukując w niej numer tygodnia realizacji projektów równy obliczonej w poprzednim kroku sumie,
- 5) krotność wykonania każdej czynności równa będzie skumulowanej liczbie realizacji gotowych projektów w cyklu dla analizowanego tygodnia.

Przykład: należy określić, ile razy trzeba wykonać każdą z czynności w projekcie dla czwartego tygodnia realizacji cyklu szkoleń.

Jeśli dla analizowanych zadań suma [1] + [2] okaże się ułamkowa (tu: zadania 1, 2, 3, 6), należy odnaleźć w tabeli harmonogramu realizacji cyklu projektów dla zleceniodawcy najwyższy całkowity okres realizacji projektów (tu: tydzień), zawierający się w ułamkowej sumie (np. jeśli suma [1]+[2] wynosi 7,5, należy odnieść się w dalszych obliczeniach do skumulowanej liczby wykonanych szkoleń dla tygodnia 7).

Uzyskany wynik wpisuje się do tabeli bilansowej cyklu projektów (tab. 7).

Krok 8. Opracowanie tablicy bilansowej dla wszystkich zadań powtarzających się w cyklu projektów

W ten właśnie sposób, powtarzając krok 7 techniki LoB dla wszystkich okresów realizacji cyklu projektów (w omawianym przykładzie: dla kolejnych tygodni przeprowadzania szkoleń), uzyskuje się pełną tabelę bilansową. Pozwala ona na sprawdzenie, ile razy w każdym okresie realizacji cyklu projektów należy ukończyć każdą z powtarzalnych czynności.

Oznaczenie „S” na tablicy oznacza najpóźniejszy dopuszczalny termin rozpoczęcia danej czynności, umożliwiający terminowe wykonanie całego cyklu projektów i zależy od długości trwania danego zadania przyjętego do obliczeń w tab. 2.

Krok 9. Cykliczne wykorzystywanie tablicy bilansowej i cyklogramu do kontroli postępu realizacji powtarzalnych projektów

Technikę LoB można również wykorzystać do kontroli postępów realizacji powtarzalnych czynności projektowych, z któ-

Tabela 8. Tablica bilansowa projektu organizacji cyklu szkoleń dla firmy X

-4	3 czerwca	S	S					
-3	10 czerwca	1	1	S	S			
-2	17 czerwca	3	3	1	1	S		
-1	24 czerwca	6	6	3	3	1	S	S
1	1 lipca	9	9	6	6	3	1	1
2	8 lipca	12	12	9	9	6	3	3
3	15 lipca	14	14	12	12	9	6	6
4	22 lipca	17	17	14	14	12	9	9
5	29 lipca	18	18	17	17	14	12	12
6	5 sierpnia	20	20	18	18	17	14	14
7	12 sierpnia			20	20	18	17	17
8	19 sierpnia					20	18	18
9	26 sierpnia						20	20
		Ustalenie obsady trenerskiej dostępnej na dane szkolenie	Powielenie materiałów dla słuchaczy z dowozem na miejsce szkolenia	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu podstaw zarządzania projektami	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu podstaw zarządzania projektami	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi PMS	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu obsługi PMS	Wydruk i wręczenie certyfikatów uczestnikom szkolenia

Źródło: opracowanie własne.

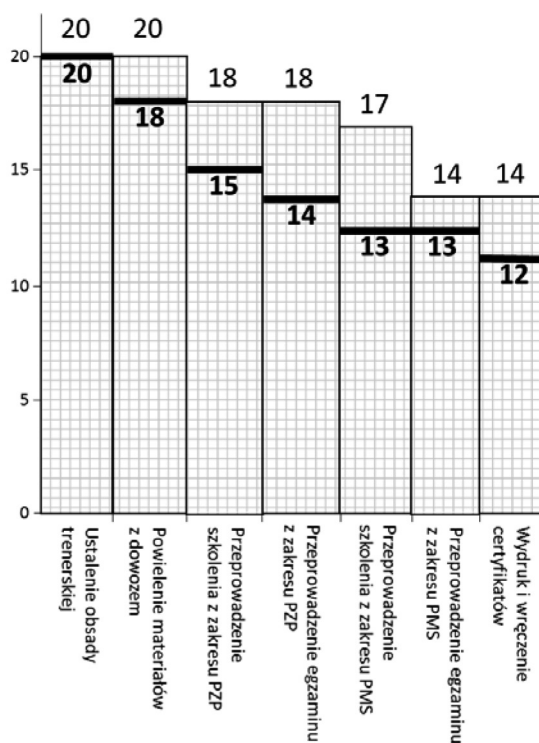
rych składa się cykl projektów. Uzyskane wyniki można porównać do pożądaných, planowych ilości wykonanych czynności i na tej podstawie kontrolować tempo realizacji całego cyklu projektów w stosunku do harmonogramu uzgodnionego ze zleceniodawcą.

Przykład: do 5 sierpnia w projekcie organizacji cyklu szkoleń dla firmy X stan zaawansowania poszczególnych czynności w stosunku do planowego harmonogramu wyglądał w sposób przedstawiony w tab. 9.

Tabela 9. Stan realizacji zadań w cyklu projektów względem planowego harmonogramu

Nazwa czynności	Zaplanowano	Wykonano
Ustalenie obsady trenerskiej dostępnej na dane szkolenie	20	20
Powielenie materiałów dla słuchaczy z dowozem na miejsce szkolenia	20	18
Przeprowadzenie szkolenia z zakresu podstaw zarządzania projektami	18	15
Przeprowadzenie egzaminu z zakresu podstaw zarządzania projektami	18	14
Przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi PMS	17	13
Przeprowadzenie egzaminu z zakresu obsługi PMS	14	13
Wydruk i wręczenie certyfikatów uczestnikom szkolenia	14	12

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Wykres linii równowagi projektu organizacji cyklu szkoleń dla firmy X z naniesionym stanem zaawansowania zadań na 5 sierpnia

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 10. Tablica bilansowa projektu organizacji cyklu szkoleń dla firmy X z naniesionymi odchyleniami od planu na dzień 5 sierpnia

-4	3 czerwca	S	S							
-3	10 czerwca	1	1	S	S					
-2	17 czerwca	3	3	1	1	S				
-1	24 czerwca	6	6	3	3	1	S	S		
1	1 lipca	9	9	6	6	3	1	1		
2	8 lipca	12	12	9	9	6	3	3		
3	15 lipca	14	14	12	12	9	6	6		
4	22 lipca	17	17	14	14	12	9	9		
5	29 lipca	18	18	17	17	14	12	12		
6	5 sierpnia	20	20	18	18	17	14	14		
7	12 sierpnia			20	20	18	17	17		
8	19 sierpnia					20	18	18		
9	26 sierpnia						20	20		
				Ustalenie obsady trenerskiej dostępnej na dane szkolenie	Powielenie materiałów dla słuchaczy z dowozem na miejsce szkolenia	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu podstaw zarządzania projektami	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu podstaw zarządzania projektami	Przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi PMS	Przeprowadzenie egzaminu z zakresu obsługi PMS	Wydruk i wręczenie certyfikatów uczestnikom szkolenia

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie powyższej analizy można wywnioskować, że tylko zadanie „Ustalenie obsady trenerskiej dostępnej na dane szkolenie” realizowane jest zgodnie z planowanym harmonogramem. Pozostałe zadania są opóźnione w stosunku do planu odpowiednio o: 1 tydzień (zadanie: „Powielenie materiałów dla słuchaczy z dowozem na miejsce szkolenia”), 2 tygodnie (zadania: „Przeprowadzenie szkolenia z zakresu podstaw zarządzania projektami”, „Przeprowadzenie egzaminu z zakresu podstaw zarządzania projektami”, „Przeprowadzenie szkolenia z zakresu obsługi PMS”) oraz o 1 tydzień (zadania: „Przeprowadzenie egzaminu z zakresu obsługi PMS”, „Wydruk i wręczenie certyfikatów uczestnikom szkolenia”). Na tej podstawie kierownik cyklu projektów może podejmować bardziej racjonalne decyzje dotyczące m.in. realokacji zasobów między zadaniami czy intensywności ich kontroli.

Podsumowanie

Technika LoB należy do technik zarządzania wieloma powtarzalnymi zadaniami wykonywanymi w określonym porządku w celu realizacji cyklu takich samych projektów zgodnie z przyjętym harmonogramem. Jest ona szczególnie użyteczna jako uzupełnienie standardowych technik planistycznych, takich jak harmonogram, analiza łańcucha krytycznego (CCPM), macierz zasobów czy kosztorysowanie wstępne. Służy również do kontroli postępów pracy, pozwalając osobom odpowie-

działnym za ich realizację zorientować się w tempie wykonywanych zadań, wymaganych do zakończenia realizacji całego cyklu projektów zgodnie z przyjętym planem.

Pomimo swoich unikatowych zalet, technika LoB – jak się wydaje – nie zyskała należnego uznania, głównie z powodu szybkiego rozwoju technik planowania sieciowego opartego na identyfikacji i analizie ścieżki krytycznej, a także z powodu niewielkiej ilości dostępnego oprogramowania komputerowego ją wspierającego (Asta Powerproject, ProBalance, Q. Scheduling). Do jej wad można zaliczyć m.in. to, że:

- nie odzwierciedla wystarczająco wiarygodnie postępów powtarzalnych projektów, w których struktura zadań jest bardzo rozbudowana,
- jest nieskuteczna w monitorowaniu postępów prac złożonych projektów, które są trudne do monitorowania lub modyfikacji struktury w trakcie jego trwania,
- identyfikuje opóźnienia w realizacji prac w projekcie z opóźnieniem w stosunku do postępów projektu.

Na podstawie wybranej metody badawczej – analizy źródeł literaturowych – można stwierdzić, że jej zastosowanie jest szczególnie zalecane przy realizacji takich przedsięwzięć, jak: plan przeglądów/remontów takich samych maszyn w hali fabrycznej, budowa identycznych kondygnacji w budynku, przeprowadzka szeregu stanowisk biurowych, wymiana wyposażenia firmy (mebli, komputerów itp.) zgodnie z przyjętym harmonogramem. Z całą pewnością można ją polecić osobom odpowiedzialnym za planowanie i monitorowanie postępów pracy powtarzalnych projektów o przebiegu (tzn. liście i kolejności zadań oraz czasie ich trwania) dającym się przewidzieć z wysokim prawdopodobieństwem.

Literatura

- Al Sarraj Z.M., 1990, *Formal development of line-of-balance technique*, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, vol. 116(4).
- Ammar M., 2013, *LoB and CPM integrated method for scheduling repetitive projects*, Journal of Construction and Engineering Management, vol. 139(1).
- Arditi D., Tokdemir O. I in., 2002, *Challenges in line-of-balance scheduling*, Journal of Construction and Engineering Management, vol. 128(6).
- Badukale P.A., Sabihuddin S., 2014, *Line of balance*, International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), vol. 4, iss. 3, Mar.
- Bhushan R.S., Srinivasa Raghavan V., 2013, *Line of balance – a contractor friendly scheduling technique, engineering*, Indian Journal of Applied Research, vol. 3, issue 6, June.
- Haugan G.T., 2002, *Project Planning and Scheduling*, PM Essential Library, Management Concepts Inc., Vienna.
- Pai S.K., Verguese P., Rai S., 2013, *Application of Line of Balance Scheduling Technique (LoBST) for a real estate sector*, International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), vol. 2, issue 1, January.
- Pierce D.R., 2013, *Project Scheduling and Management for Construction*, fourth edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, rozdział 9.
- Scheduling Guide For Program Managers, Defense Systems Management College Press, 2001, Fort Belvoir, VA, Canada, Oct.
- Trocki M., Grucza B., Ogonek K., 2003, *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa.
- Uher T., Zantis A.S., 2012, *Programming and Scheduling Techniques*, Routledge, Mar 29.