

„If you fail to plan, you plan to fail”
Benjamin Franklin

Planowanie, albo jak to trafnie ujmują autorzy opracowania „preparacja działań” jest bardzo ważnym aspektem w zarządzaniu projektami. Większość problemów pojawiających się w fazie realizacji projektów ma swoją przyczynę w niewłaściwym lub wręcz w braku planowania przebiegu projektów. Można zaobserwować, że szczególnie w warunkach ryzyka i niepewności organizacje nie podejmują działań mających na celu preparację działań lub podejmują je w sposób dalece nieskuteczny.

Dlatego też podjęcie badań w temacie planowania przebiegu projektów należy uznać za ważne zarówno dla rozwoju dyscypliny nauk o zarządzaniu, jak i dla wypracowania praktycznych wskazówek dla przedsiębiorstw realizujących niejednokrotnie złożone przedsięwzięcia w burzliwym, zmiennym otoczeniu.

Recenzowane opracowanie pod redakcją naukową Michała Trockiego i Pawła Wyrozębskiego w istotny sposób poszerza stan aktualnej wiedzy z zakresu zarządzania projektami i może stanowić wzorzec dla bardzo dobrze przeprowadzonych badań naukowych.

z recenzji dr. hab. Seweryna Spatka

OFICyna WYDAWNICZA
SZKOŁA GŁÓWNA HANDLOWA W WARSZAWIE
02-554 Warszawa, al. Niepodległości 162
tel. 22 564 94 77, 22 564 95 46
www.wydawnictwo.sgh.waw.pl
e-mail: wydawnictwo@sgh.waw.pl



PLANOWANIE PRZEBIEGU PROJEKTÓW

PLANOWANIE PRZEBIEGU PROJEKTÓW

REDAKCJA NAUKOWA
MICHAŁ TROCKI PAWEŁ WYROŻĘBSKI



OFICyna WYDAWNICZA
SZKOŁA GŁÓWNA HANDLOWA W WARSZAWIE

PLANOWANIE PRZEBIEGU PROJEKTÓW

PLANOWANIE PRZEBIEGU PROJEKTÓW

REDAKCJA NAUKOWA
MICHAŁ TROCKI PAWEŁ WYROZĘBSKI



OFICyna WYDAWNICZA
SZKOŁA GŁÓWNA HANDLOWA W WARSZAWIE
WARSZAWA 2015

**Publikacja wydana w ramach działalności statutowej Kolegium Zarządzania i Finansów SGH
w 2014 roku (nr badania KZiF/S/16/14)**

Autorzy rozdziałów

Michał Trocki: 1, 2, 4, 9, 11

Paweł Wyróżębski: 4, 6, 8, 10, 11

Emil Bukłaha: 3

Bartosz Grucza: 5, 7.1–7.3

Mateusz Juchniewicz: 3

Witalij Metelski: 7.4–7.5

Recenzent

Seweryn Spałek

Redaktor

Magdalena Rokicka

© Copyright by Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa 2015
Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, przedrukowywanie i rozpowszechnianie całości
lub fragmentów niniejszej publikacji bez zgody wydawcy zabronione.

Wydanie I

ISBN 978-83-7378-997-5

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie – Oficyna Wydawnicza

02-554 Warszawa, al. Niepodległości 162

tel. +48 22 564 94 77, 22 564 95 46

www.wydawnictwo.sgh.waw.pl

e-mail: wydawnictwo@sgh.waw.pl

Projekt i wykonanie okładki

Monika Trypuz

Skład i łamanie

DM Quadro

Druk i oprawa

QUICK-DRUK s.c.

tel. +48 42 639 52 92

e-mail: quick@druk.pdi.pl

Zamówienie 81/VI/15

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
1. PODSTAWY PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW	9
1.1. Projekty i zarządzanie projektami	9
1.2. Zagadnienia ogólne planowania	20
1.3. Planowanie w zarządzaniu projektami	42
1.4. Charakterystyka głównych procesów/etapów planowania przebiegu projektu ...	46
1.5. Sytuacje planistyczne przebiegu projektu	61
Bibliografia	63
2. KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW	67
2.1. Przegląd koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	67
Bibliografia	74
3. DETERMINISTYCZNE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW	75
3.1. Geneza deterministycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	75
3.2. Charakterystyka deterministycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	76
Bibliografia	114
4. KRYTYKA KLASYCZNYCH, DETERMINISTYCZNYCH KONCEPCJI I MODELI PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW	119
4.1. Uwarunkowania i przyczyny krytyki klasycznych, deterministycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	119
4.2. Krytyka klasycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów z punktu widzenia dziedzin planowania	122
Bibliografia	132
5. STOCHASTYCZNE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW	135
5.1. Geneza stochastycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów ...	135
5.2. Charakterystyka stochastycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	135
Bibliografia	154
6. ZASOBOWE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW	157
6.1. Geneza zasobowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	157
6.2. Wprowadzenie do metody łańcucha krytycznego	158

6.3. Planowanie projektu według metody CCPM	163
6.4. Szacowanie buforów w metodzie CCPM	169
6.5. Zmiany w kulturze organizacyjnej zespołów projektowych zgodnie z CCPM	177
6.6. Monitorowanie i kontrola projektu według metody CCPM	180
6.7. Podsumowanie	184
Bibliografia	185
7. MACIERZOWE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW	187
7.1. Geneza macierzowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	187
7.2. Charakterystyka macierzowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	188
7.3. Modyfikacje macierzowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów – LFA-M	202
7.4. Przyczyny i próby łączenia macierzowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów z innymi narzędziami	203
7.5. Podsumowanie	206
Bibliografia	207
8. ZWINNE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW	209
8.1. Poziomy planowania projektów agile	214
8.2. Podsumowanie	225
Bibliografia	227
9. HEURYSTYCZNE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW	229
9.1. Geneza heurystycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	229
9.2. Charakterystyka heurystycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	230
9.3. Modyfikacje koncepcji i modeli heurystycznego planowania przebiegu projektów	238
Bibliografia	239
10. BADANIA PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW	241
10.1. Założenia i model badawczy	241
10.2. Charakterystyka próby badawczej	246
10.3. Analiza wyników	251
10.4. Weryfikacja hipotez badawczych	272
10.5. Bibliografia	282
PODSUMOWANIE I ZAKOŃCZENIE	285
SPIS RYSUNKÓW	289
SPIS TABEL	293

WSTĘP

Projekty to narzędzia kształtowania przyszłości. To na skutek realizacji projektów dokonuje się postęp cywilizacyjny: zarówno materialny – obejmujący rozwój obiektów gospodarczych, dóbr publicznych, infrastruktury, nowych produktów itd. – jak i niematerialny – obejmujący nowe koncepcje i rozwiązania społeczne i polityczne, nowe rozwiązania organizacyjne, nowe usługi, dobra kultury itd.

Aby projekty mogły być skutecznym narzędziem kształtowania przyszłości, muszą stosować profesjonalne zasady, sprawdzone w praktyce. Jedną z takich zasad jest zasada preparacji działania. „Preparacja, czyli przygotowanie działania, jest walorem dobrej roboty o tyle, że każde działanie wymaga przygotowania i nieprawidłowe przygotowanie musi zmniejszyć jego prawidłowość”¹.

Podstawowym sposobem preparacji działania jest planowanie: „kreacyjne myślenie o przyszłości”², „projektowanie przyszłości, jakiej pragniemy, oraz skutecznych sposobów jej realizacji”³. Znajduje ono szerokie zastosowanie w zarządzaniu projektami. Przedmiotem planowania w zarządzaniu projektami są różnorodne zagadnienia: funkcjonalne, czyli dotyczące przebiegu projektu, instytucjonalne, dotyczące organizacji projektowej, a także personalne, dotyczące uczestników projektów.

Spśród obszernych i różnorodnych problemów planistycznych zarządzania projektami jako przedmiot rozważań niniejszej monografii zostały wybrane problemy planowania przebiegu projektów. Są to bowiem kluczowe i pierwotne wobec innych problemy planistyczne zarządzania projektami.

Opracowanie składa się z trzech części. W części pierwszej zostały omówione podstawowe zagadnienia planowania, planowanie w zarządzaniu projektami, w tym zwłaszcza planowanie przebiegu projektu. W tej części dokonano charakterystyki typowych sytuacji planistycznych – planowania w warunkach pewności, planowania w warunkach ryzyka i planowania w warunkach niepewności – i określono koncepcje i modele planistyczne znajdujące zastosowanie w poszczególnych sytuacjach planistycznych. W części drugiej zostały scharakteryzowane najważniejsze koncepcje

¹ J. Zieleniewski, *Organizacja zespołów ludzkich. Wstęp do teorii organizacji i kierowania*, PWN, Warszawa 1972, s. 279.

² D. Adam, *Kurzlehrbuch Planung*, Wiesbaden 1983, s. 11.

³ R.L. Ackoff, *Zasady planowania w korporacjach*, PWE, Warszawa 1993, s. 35.

i modele planowania przebiegu projektu stosowane w deterministycznych, stochastycznych i innowacyjnych sytuacjach planistycznych:

- deterministyczne koncepcje i modele (CPM, MPM i inne),
- stochastyczne koncepcje i modele (PERT, GERT i inne),
- zasobowe koncepcje i modele (CCPM),
- macierzowe koncepcje i modele (GOPP/ZOPP, PCM/LFA),
- zwinne koncepcje i modele (Agile, SCRUM i inne),
- heurystyczne koncepcje i modele (PATTERN, CPE i inne),

W części trzeciej został dokonany przegląd wyników badań obcych i wyników własnych badań empirycznych z zakresu planowania przebiegu projektów w polskich organizacjach.

Niniejsza monografia powstała w wyniku realizacji badań statutowych pt. *Planowanie przebiegu projektów w warunkach ryzyka i niepewności – przegląd koncepcji i modeli*, wykonanych w 2014 r. przez zespół pracowników naukowych Katedry Zarządzania Projektami Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie pod kierunkiem prof. dr. hab. Michała Trockiego.

Michał Trocki, Paweł Wyróżębski

1. PODSTAWY PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW

1.1. Projekty i zarządzanie projektami

1.1.1. Projekty i ich znaczenie

Według powszechnie przyjętej definicji projekty są to niepowtarzalne przedsięwzięcia o wysokiej złożoności, określone co do okresu ich realizacji – z wyróżnionym początkiem i końcem – wymagające zaangażowania znacznych, lecz limitowanych środków rzeczowych, ludzkich i finansowych, realizowane zespołowo przez wysoko kwalifikowanych wykonawców różnych dziedzin (interdyscyplinarnie) w sposób względnie niezależny od powtarzalnej działalności, związane z wysokim ryzykiem technicznym, organizacyjnym i ekonomicznym i w związku z tym wymagające zastosowania specjalnych metod ich przygotowania i realizacji⁴.

Badania opinii kadry kierowniczej prowadzone w skali międzynarodowej wykazują wysokie i stale rosnące znaczenie projektów w zarządzaniu organizacjami. Przykładowo w 2002 r. na bardzo duże znaczenie projektów w kierowanych przez nich organizacjach wskazywało 33% kadry kierowniczej, na duże znaczenie – 37%, na średnie znaczenie – 28%, a na małe znaczenie – zaledwie 2%⁵. Podobne badania przeprowadzone sześć lat później, w 2008 r. i potwierdzone badaniami w 2012 r. wykazały wzrost znaczenia projektów w zarządzaniu organizacjami. Na bardzo duże znaczenie projektów w organizacjach wskazywało 47% kadry kierowniczej, na duże znaczenie – 36%, na średnie znaczenie – 17%, a na małe – 0%⁶.

Wzrostowi znaczenia projektów w organizacjach towarzyszy zapotrzebowanie na profesjonalną wiedzę z zakresu zarządzania projektami. Świadczą o tym badania rynku pracy. Według badań międzynarodowej firmy doradztwa personalnego Manpower z 2009 r. zawód menedżera projektów należy do najbardziej poszukiwanych zawodów w Polsce, wyprzedzając zawody handlowe, inżynierskie, finansowe i bankowe⁷.

⁴ *Nowoczesne zarządzanie projektami*, red. M. Trocki, PWE, Warszawa 2012.

⁵ Według badań Project Management Solutions z 2002 r.

⁶ Według badań Strascheg Institute z 2008 i 2012 r.

⁷ Raport Manpower, czerwiec 2009.

Tak wysokie zapotrzebowanie na specjalistów zarządzania projektami wynika z kilku okoliczności. Po pierwsze, z rozpowszechnienia i znaczenia projektów. Projekty występują bowiem we wszystkich dziedzinach aktywności ludzkiej: w gospodarce, w administracji publicznej i samorządowej, w obronności, w edukacji, w kulturze, w sporcie itd. Projekty są realizowane zarówno na rzecz klientów i innych partnerów organizacji (jako tzw. projekty zewnętrzne), jak i dla rozwiązania własnych problemów (jako tzw. projekty wewnętrzne). Po drugie, wynika to z rosnącej złożoności i różnorodności problemów i przedsięwzięć niezbędnych do ich rozwiązania oraz oczekiwania ich oryginalnych rozwiązań. Można to uzyskać dzięki zastosowaniu profesjonalnej wiedzy z zakresu zarządzania projektami. Po trzecie, znaczenie projektów wynika ze złożoności problemów zarządzania projektami i trudności wiedzy, która musi być zastosowana.

Skuteczna i efektywna realizacja projektów, polegająca na dostarczeniu pożądanego rezultatu projektu na określonym poziomie jakościowym, na czas i w ramach założonego budżetu, jest wyjątkowo trudnym zadaniem. Wynika to z cech charakterystycznych projektów.

Tabela 1.1. Wpływ cech charakterystycznych projektów na ich sukces

Cechy charakterystyczne projektów	Konsekwencje dla zarządzania projektami	Możliwe skutki negatywne
wyjatkowość	niepewność	odchylenia od pożądanej jakości, przekroczenia kosztów terminów
złożoność	trudności rozpoznania potencjalnych problemów	trudności koordynacyjne na etapie planowania i realizacji
długotrwałość	nieprzewidywalność	odstępstwa od planów
szeroki zakres oddziaływania	konieczność uwzględnienia sprzecznych interesów	utrudnianie realizacji projektu ze strony negatywnych interesariuszy
wysokie i zróżnicowane wymagania kompetencyjne	konieczność angażowania wykonawców zewnętrznych	trudności skutecznej kontroli i współdziałania
wysokie ryzyko	szczególna kontrola ze strony naczelnego kierownictwa, oczekiwanie sukcesu	unikanie odważnych decyzji, kunktatorstwo

Źródło: opracowanie własne.

Skutkiem tego jest utrzymujący się od lat znaczny udział projektów, które kończą się niepełnym sukcesem lub wręcz niepowodzeniem. Według badań dotyczących projektów IT przeprowadzonych przez Standish Group w 2008 r. zaledwie 32% stanowiły projekty zakończone pełnym sukcesem, 24% projektów zakończyło się niepełnym sukcesem, tj. odchyleniami od założonej jakości, terminów lub/i budżetu, a 44% projektów zostało zaniechanych lub zakończyło się niepowodzeniem⁸. Sposobem

⁸ CHAOS Report 2008, The Standish Group.

na zmianę tej niekorzystnej tendencji jest zastosowanie profesjonalnego zarządzania projektami.

1.1.2. Obszary problemowe i procesy zarządzania projektami

Zarządzanie projektami (ang. *project management*) jest to dziedzina zarządzania zajmująca się zastosowaniem dostępnej wiedzy, umiejętności, metod i narzędzi w celu osiągnięcia założonych celów projektu, tj. jakości zamierzonego rezultatu, terminu i kosztów. Na profesjonalną wiedzę z zakresu zarządzania projektami składają się trzy obszary problemowe: funkcjonalne zarządzanie projektami, obejmujące problemy przebiegu projektu i sposoby ich rozwiązywania, instytucjonalne zarządzanie projektami, obejmujące problemy organizowania działalności projektowej i sposoby ich rozwiązywania, i personalne zarządzanie projektami, obejmujące problemy doboru i współdziałania uczestników projektu i sposoby ich rozwiązywania⁹.

Podstawowe znaczenie dla zarządzania projektami ma **przebieg projektu**, obejmujący różnorodne procesy. Podejście procesowe, na którym opiera się zarządzanie projektami, nakazuje rozpatrywać całokształt procesów związanych z projektem: zarówno **procesy przebiegu projektu**, określane także jako procesy podstawowe lub operacyjne, polegające na transformacji wielkości wejściowych projektu na oczekiwany jego rezultat, procesy wspierające przebieg projektu, **określane także jako procesy pomocnicze, niemające bezpośredniego udziału w tworzeniu rezultatu projektu, lecz stwarzające warunki niezbędne dla jego osiągnięcia**, a także procesy zarządzania przebiegiem projektu, polegające na harmonizowaniu procesów przebiegu projektu i procesów wspierających ten przebieg w celu uzyskania zamierzonego rezultatu projektu¹⁰.

Procesy przebiegu projektu dzielą się na dwie grupy: procesy projektowania rezultatu projektu i procesy realizacji projektu. **Procesy projektowania rezultatu projektu** (preparacyjne) to procesy obmyślenia i opisywania zamierzonych rezultatów projektu w postaci dokumentacji, a **procesy realizacji projektu** to procesy urzeczywistnienia zamierzonych i opisanych w dokumentacji rezultatów projektu. Procesy te są przedmiotem zainteresowania dziedziny wiedzy określanej jako rozwój projektów (ang. *project development*)¹¹. Procesy wspierające przebieg projektu obejmują różnorodne procesy wsparcia: prawnego, kadrowego, finansowo-księgowego,

⁹ M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003, s. 32–33.

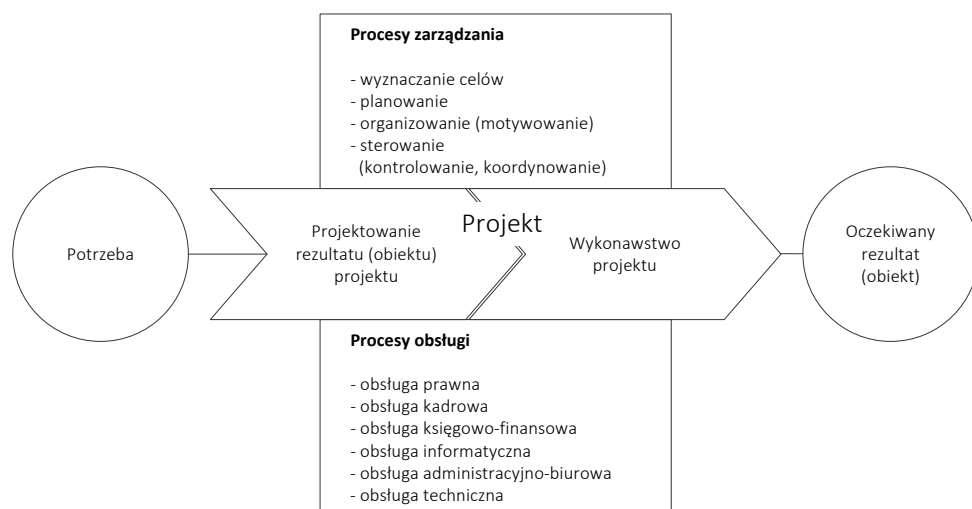
¹⁰ M. Trocki, *Podejście procesowe w zarządzaniu*, w: *Wyzwania zarządcze w zmieniającym się otoczeniu*, red. A. Skowronek-Mielczarek, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2010, s. 129–144.

¹¹ W. Nasierowski, *Project Development: Why does it really Matter to Companies?*, „Economics and Organisation of Enterprise” 2008, nr 8.

informacyjnego, administracyjno-biurowego, technicznego itd. Procesy zarządzania przebiegiem projektu dotyczą zgodnie z ich klasycznym podziałem: wyznaczania celów, planowania, organizowania, motywowania, kontroli i koordynacji.

Ten ogólny podział konkretyzowany jest w różny sposób w różnych metodykach zarządzania projektami. Przykładowo metodyka Project Management Body of Knowledge, autorstwa Project Management Institute¹², określa 47 procesów wchodzących w skład pięciu grup procesów (ang. *process groups*) i *dziesięciu obszarów wiedzy* (ang. *knowledge areas*).

Rysunek 1.1. Model procesowy zarządzania projektami



Źródło: opracowanie własne na podstawie Nowoczesne zarządzanie projektami, red. M. Trocki, PWE, Warszawa 2012, s. 67.

Procesy inicjacji (ang. *initiating*) służą zdefiniowaniu projektu lub jego fazy oraz zatwierdzeniu projektu w organizacji i obejmują: tworzenie karty projektu i rozpoznanie interesariuszy.

Procesy planowania (ang. *planning*) mają na celu odpowiedzenie na pytania: jak, w jaki sposób zrealizować zamierzone cele, jakimi środkami, kiedy, w jakiej kolejności itp., i obejmują: opracowanie planu zarządzania projektem, zbieranie wymagań, precyzowanie zakresu, tworzenie struktury podziału pracy, określanie działań, określenie kolejności działań, szacowanie zasobów działań, szacowanie czasu trwania

¹² A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBoK), 5 edition, Project Management Institute 2013.

działań, opracowywanie harmonogramu, szacowanie kosztów, określanie budżetu, planowanie jakości, opracowywanie planu zasobów ludzkich, planowanie komunikacji, planowanie zarządzania ryzykiem, rozpoznawanie ryzyka, przeprowadzanie jakościowej analizy ryzyka, przeprowadzanie ilościowej analizy ryzyka, planowanie reakcji na ryzyko, planowanie zamówień.

Procesy wykonawcze (ang. *executing*) grupują i koordynują wykorzystanie zasobów i ludzi w projekcie w celu wykonania założonego planu i obejmują: kierowanie i zarządzanie realizacją projektu, przeprowadzanie zapewniania jakości, pozyskiwanie zespołu projektu, kształtowanie zespołu projektu, zarządzanie zespołem projektu, dostarczanie informacji, kształtowanie oczekiwań interesariuszy, dokonywanie zamówień.

Procesy monitoringu i sterowania (ang. *monitoring*) monitorują postępy prac w projekcie, badają ewentualne odchylenia, aby w razie konieczności uruchomić odpowiednie działania zapobiegawcze lub/i korygujące, i obejmują: monitorowanie i kontrolowanie prac w projekcie, przeprowadzenie zintegrowanej kontroli zmian, weryfikację zakresu, kontrolowanie zakresu, kontrolowanie harmonogramu, kontrolowanie kosztów, kontrolowanie jakości, przekazywanie raportów z wykonania, monitorowanie i kontrolowanie ryzyka, administrowanie zamówieniami.

Procesy zamykające (ang. *closing*) składają się z działań wykonywanych w celu zamknięcia i rozliczenia wszystkich czynności podejmowanych w projekcie lub jego fazie i obejmują: zamykanie projektu lub etapu, zamykanie zamówień.

Obszary wiedzy to przekrojowe zagadnienia zarządzania projektami występujące w różnych grupach procesów. Należą do nich zarządzanie: integracją, zakresem, czasem, kosztami, jakością, zasobami ludzkimi, komunikacją, ryzykiem, zamówieniami i interesariuszami¹³. Struktura procesów zarządzania projektami w podziale na grupy procesów i obszary wiedzy została przedstawiona w tabeli 1.2.

Tabela 1.2. Struktura procesów zarządzania projektami według PMBoK

Grupy procesów	Liczba procesów
procesy inicjacji (ang. <i>initiating</i>)	2
procesy planowania (ang. <i>planning</i>)	24
procesy wykonawcze (ang. <i>executing</i>)	8
procesy monitoringu i sterowania (ang. <i>monitoring</i>)	11
procesy zamykające (ang. <i>closing</i>)	2
łącznie	47

¹³ P. Wyrozębski, *PMI; Project Management Body of Knowledge*, w: *Metodyki zarządzania projektami*, Bizarre, Warszawa 2011, s. 56–58.

Obszary wiedzy	Procesy planowania (jakość procesów planowania ¹⁴)	Produkty planowania	Liczba procesów
zarządzanie integracją	opracowanie planu projektu	plan projektu	6
zarządzanie zakresem	planowanie zakresu definiowanie zakresu	rezultaty projektu, struktura hierarchiczna projektu – WBS	6
zarządzanie czasem	definiowanie czynności sekwencjonowanie czynności szacowanie czasów czynności planowanie przebiegu projektu	czynności projektu, harmonogram lub wykres sieciowy projektu szacunki czasów czynności dane początku i końca czynności	7
zarządzanie kosztami	planowanie zasobów szacowanie kosztów budżetowanie kosztów	zasoby wymagane dla czynności koszty zasobów budżet projektu	4
zarządzanie jakością	planowanie jakości	plan zarządzania jakością	3
zarządzanie zasobami ludzkimi	planowanie organizacyjne pozyskanie pracowników	ustalenie ról i obowiązków ustalenie zespołu pracowników	4
zarządzanie komunikacją	planowanie komunikacji	plan zarządzania komunikacją	3
zarządzanie ryzykiem	planowanie zarządzania ryzykiem	plan zarządzania ryzykiem	6
zarządzanie zamówieniami	planowanie zamówień	plan zarządzania zamówieniami	4
zarządzanie interesariuszami	planowanie zarządzania interesariuszami	plan zarządzania interesariuszami	4
Łącznie			47

Źródło: PMBOK 5 and the New Knowledge Area, The Project Box, A Human Performance Consulting Company 2012, s. 1.

Zestawienie podane w kolejnej tabeli wykazuje szczególne znaczenie problematyki planowania w zarządzaniu projektami (24 procesy na 47).

Tabela 1.3. Schemat metodyki PRINCE2 (*Projects in Controlled Environments*)

Principia	Tematy
ciągła zasadność biznesowa korzystanie z doświadczeń zdefiniowane role i obowiązki zarządzanie etapowe zarządzanie z wykorzystaniem tolerancji koncentracja na produktach dostosowanie do warunków projektu	uzasadnienie biznesowe organizacja jakość plany ryzyko zmiana postępy
Procesy	Techniki
przygotowanie projektu inicjowanie projektu zarządzanie strategiczne projektem sterowanie etapem zarządzanie wytwarzaniem produktów zarządzanie zakresem etapu zamykanie projektu	planowanie oparte na produktach przeglądy jakości podejście do sterowania zmianami

Źródło: OGC PRINCE2 *Skuteczne zarządzanie projektami*, Londyn TSO, s. 11, 16.

¹⁴ S. Globerson, O. Zwickael, *The Impact of the Project Manager on Project Management Planning Process*, „Project Management Journal” 2002, nr 9; O. Zwickael, S. Globerson, *Evaluating the Quality of Project Planning – a Model and Field Results*, „International Journal of Production Research” 2014, nr 4.

W metodyce PRINCE2 wyróżnia się siedem procesów: przygotowanie projektu, zarządzanie strategiczne projektem, inicjowanie projektu, sterowanie etapem, zarządzanie dostarczaniem produktów, zarządzanie końcem etapu i zamykanie projektu.

Przygotowanie projektu to proces, którego zadaniem jest opracowanie inicjatywy projektu zgłaszanej przez kierownictwo organizacji. W skład procesu przygotowania projektu wchodzi sześć kroków: mianowanie przewodniczącego komitetu sterującego i kierownika projektu, zaprojektowanie i mianowanie zespołu zarządzającego projektem, zgromadzenie doświadczeń projektowych, opracowanie zarysu uzasadnienia biznesowego, wybór formuły realizacji projektu i opracowanie jego założeń, opracowanie planu etapu inicjowania.

Zarządzanie strategiczne projektem jest realizowane przez komitet sterujący i polega na zarządzaniu i sterowaniu realizacją projektu na poziomie strategicznym. W skład procesu strategicznego zarządzania projektem wchodzi pięć kroków: zezwolenie na rozpoczęcie inicjowania projektu, zezwolenie na realizację projektu, zezwolenie na realizację planu etapu lub planu nadzwyczajnego, wydanie decyzji doraźnych, zezwolenie na zamknięcie projektu.

Inicjowanie projektu polega na konkretyzacji i uszczegółowieniu informacji dotyczących inicjatywy projektu. W skład procesu inicjowania projektu wchodzi osiem kroków: opracowanie strategii zarządzania ryzykiem, opracowanie strategii zarządzania konfiguracją, opracowanie strategii zarządzania jakością, opracowanie strategii komunikacji projektu, wprowadzenie elementów sterowania, opracowanie planu projektu, doprecyzowanie uzasadnienia biznesowego, skompletowanie dokumentacji inicjującej projekt.

Sterowanie etapem określa zadania stojące przed kierownikiem projektu w ramach bieżącego zarządzania etapem zarządczym projektu. W skład procesu sterowania etapem wchodzi osiem kroków: wydanie zgody na wykonanie grupy zadań, przegląd statusu grupy zadań, odbiór wykonanej grupy zadań, przegląd stanu etapu, raportowanie okresowe, identyfikowanie i analizowanie zagadnienia i ryzyka, przenoszenie zagadnienia i ryzyka, podejmowanie działań korygujących.

Zarządzanie dostarczaniem produktów ma za zadanie umożliwienie współpracy między kierownikiem projektu i liderami zespołów poprzez ustanowienie formalnych wymagań akceptowania, wykonywania i dostarczania rezultatów wykonanych zadań projektowych. W ramach zarządzania dostarczaniem produktów wyróżniamy następujące kroki: przyjmowanie grupy zadań do wykonania, wykonanie grupy zadań, zdanie wykonanej grupy zadań.

Zarządzanie końcem etapu ma na celu zapewnienie kontrolowanego rozpoczęcia i zakończenia każdego z etapów zarządczych projektu. W skład procesu zarządzania końcem etapu wchodzi pięć kroków: opracowanie planu kolejnego etapu,

aktualizowanie planu projektu, aktualizowanie uzasadnienia biznesowego, raportowanie końca etapu, opracowanie planu nadzwyczajnego.

Zamykanie projektu ma zapewnić zakończenie projektu w sposób metodyczny i uporządkowany. W ramach procesu zamykania projektu znajdziemy pięć kroków: przygotowanie planowanego zamknięcia, przygotowanie nieplanowanego zamknięcia, przekazanie produktów, przeprowadzenie ewaluacji projektu, zlecenie zamknięcia projektu¹⁵.

Interesującą systematyzację problemów i procesów zarządzania projektami, syntetyzującą inne koncepcje, przedstawia model tzw. kostki zarządzania projektami¹⁶.

Tabela 1.4. Systematyzacja problematyki zarządzania projektami – model kostki zarządzania projektami

Obszary problemowe	Zagadnienia twarde (ang. <i>hardfacts</i>)	Zagadnienia miękkie (ang. <i>softskills</i>)
Podstawy	<ol style="list-style-type: none"> 1. Projekt 2. Zarządzanie projektami 3. Menedżerowie projektu 4. Typologia projektów 5. Czynniki sukcesu projektów 6. Nauka o pracy 	
Poziom strategiczny Problemy strategiczne	<ol style="list-style-type: none"> 1. Strategiczne zarządzanie projektami 2. Budżetowanie projektu 3. Zarządzanie programem 4. Zarządzanie portfelem projektów 5. Zarządzanie wieloma projektami 6. Zarządzanie zmianą 7. Akwizycje/przejęcia 8. Przetargi/zlecenia 9. Zarządzanie kontraktami 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zarządzanie personelem 2. Rozwój personelu
Poziom operatywny Problemy operatywne	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planowanie projektu 2. Sterowanie projektem 3. Zarządzanie kosztami 4. Zarządzanie zasobami 5. Zarządzanie terminami 6. Zarządzanie interesariuszami 7. Zarządzanie zakłóceniami i kryzysem 8. Zamknięcie projektu 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zarządzanie konfliktami 2. Motywacja pracowników
Poziom integracyjny Problemy integracyjne	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zarządzanie ryzykiem 2. Controlling projektu 3. Zarządzanie informacjami 4. Zarządzanie komunikacją 5. Zarządzanie wiedzą 6. Organizacja projektowa 7. Zarządzanie jakością 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rozwój zespołów 2. Kształtowanie stanowiska pracy

Źródło: K. Spang, S. Oezcan, *GPM-Studie 2008/2009 zum Stand Und Trend des Projektmanagement*, GPM/Universität Kassel Fachgebiet Projektmanagement, 2009, s. 2.

¹⁵ P. Wyrozębski, *Metodyka PRINCE2*, w: *Metodyki zarządzania projektami*, Bizarre, Warszawa 2011, s. 111–118.

¹⁶ Nazwa pochodzi od graficznego przedstawienia modelu (niem. *Projektmanagement-Wuerfel*). K. Spang, S. Oezcan, *GPM-Studie 2008/2009 zum Stand Und Trend des Projektmanagement*, GPM/Universität Kassel Fachgebiet Projektmanagement, 2009, s. 2.

Dla potrzeb dalszych rozważań przyjmiemy opartą na podejściu procesowym modelową strukturę przebiegu projektu, stanowiącą uogólnienie struktur przyjętych w różnych metodykach i standardach zarządzania projektami. Według tej modelowej struktury przebieg na zarządzanie przebiegiem projektami składają się cztery fazy.

Faza definiowania obejmuje procesy **inicjowania projektów i definiowania projektu**, której uczestnikami są inicjatorzy projektu, potencjalni sponsorzy, potencjalni użytkownicy i specjaliści wewnętrzni. Trwa ona zazwyczaj krótko – od kilku dni do kilku tygodni.

Faza przygotowania obejmuje procesy organizacji zespołu projektowego, planowania struktury projektu, planowania terminów projektu, planowania zasobów projektu i organizowania wykonawstwa projektu, której głównym uczestnikiem jest zespół projektowy współpracujący ze sponsorem projektu, jego przyszłymi użytkownikami, potencjalnymi wykonawcami i dostawcami oraz specjalistami wewnętrznymi i zewnętrznymi. Okres trwania tej fazy liczy się w tygodniach, miesiącach, a nawet w latach.

Faza wykonawcza obejmuje procesy **sterowania projektem (kontroli i koordynacji projektu)**, a jej głównymi uczestnikami są wykonawcy, podwykonawcy i dostawcy projektu oraz zespół projektowy sterujący wykonawstwem projektu. Angażuje ona zazwyczaj najwięcej czasu i kosztów projektu.

Faza zakończenia obejmuje procesy **zamknięcie projektu** i angażuje wszystkich wcześniejszych uczestników projektu. Trwa zazwyczaj tygodnie lub miesiące¹⁷.

Przedmiotem dalszych rozważań zawartych w niniejszej publikacji będą problemy planowania przebiegu projektów oraz koncepcje, zasady i metody ich rozwiązywania. Planowanie jest ogólną funkcją zarządzania, stosowaną zarówno do zarządzania organizacjami statycznymi – instytucjami – jak i organizacjami dynamicznymi – procesami, przedsięwzięciami, projektami. Jakość planowania przebiegu projektów, przekładająca się na sprawność i efektywność ich realizacji, wymaga zastosowania obszernej, wartościowej wiedzy ogólnej dotyczącej planowania. Jej najważniejsze elementy zostaną przedstawione w kolejnych rozdziałach niniejszego opracowania.

¹⁷ M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, op.cit., s. 32–33.

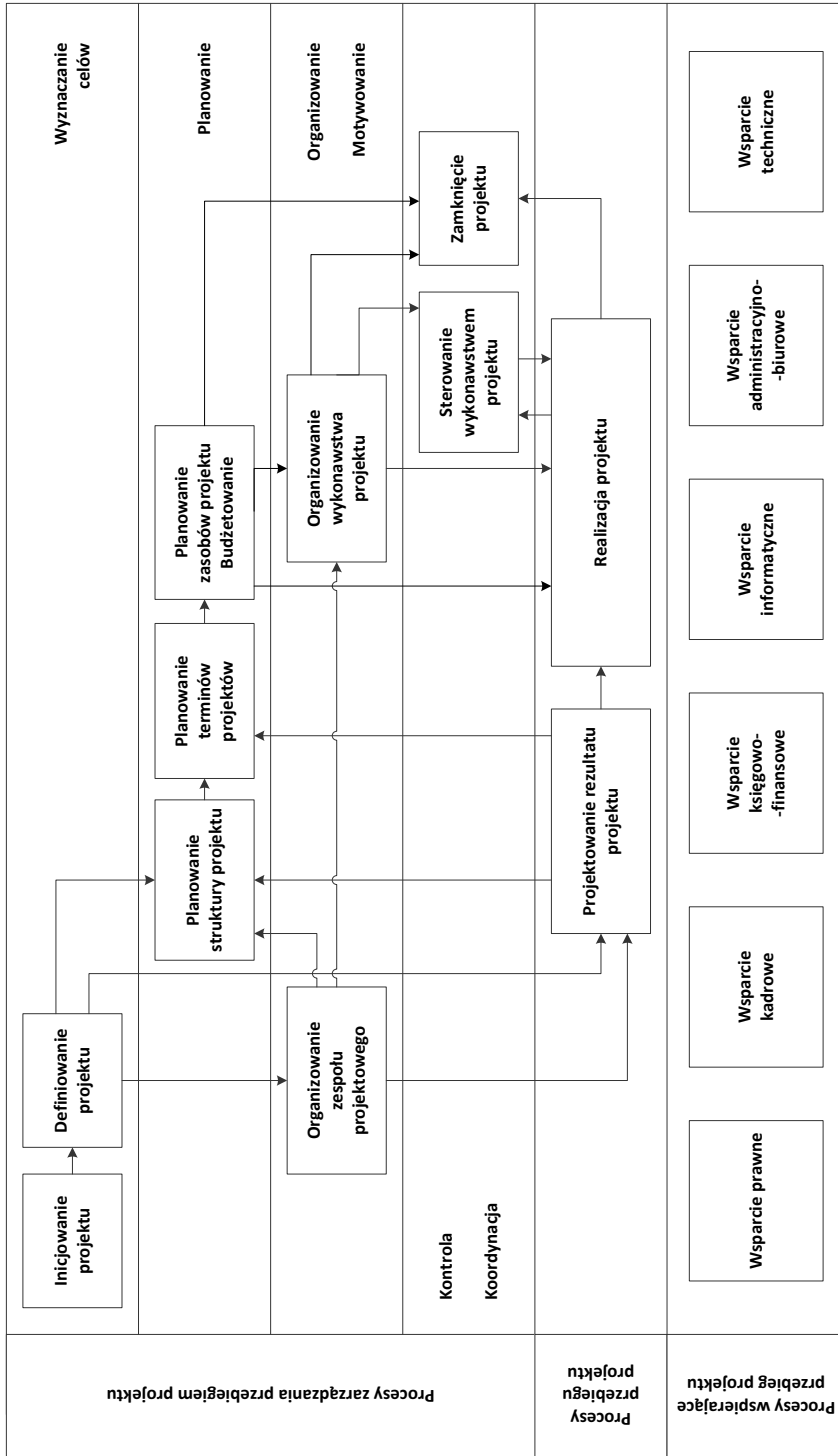
Tabela 1.5. Charakterystyka faz zarządzania przebiegiem projektu

Opis	Faza	Faza definiowania	Faza przygotowania	Faza wykonawstwa	Faza zakończenia
Charakter działalności		działalność koncepcyjna	działalność planistyczna i organizacyjna	działalność projektowa i realizacyjna	działalność wdrożeniowa i sprawozdawcza
Cel		zdefiniowanie projektu	zorganizowanie i zaplanowanie prac projektu	wykonanie projektu, kontrola i koordynacja prac projektu	wdrożenie, odbiór i rozliczenie projektu, ocena doświadczeń projektowych
Procesy		– inicjowanie projektu – definiowanie projektu	– organizowanie zespołu projektowego – planowanie struktury projektu – planowanie terminów projektów – planowanie zasobów projektu – budżetowanie projektu – organizowanie wykonawstwa projektu	– projektowanie rezultatu projektu – realizacja projektu – sterowanie wykonawstwem projektu (kontrola, koordynowanie)	– zamknięcie projektu
Uczestnicy		inicjator, sponsor, użytkownicy, specjaliści	zespół projektowy, sponsor, użytkownicy, wykonawcy, dostawcy, specjaliści, eksperci	wykonawcy, podwykonawcy, dostawcy, zespół projektowy, sponsor, użytkownicy, specjaliści, eksperci	wykonawcy, zespół projektowy, sponsor, użytkownicy, specjaliści, eksperci
Nakłady, koszty ¹⁸		niskie, 12%	średnie, 20%	wysokie, 61% (43% wykonawstwo i 18% monitorowanie i kontrola)	niskie, 7%

Źródło: M. Trocki, B. Gruzca, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003, s. 32.

¹⁸ Według badań przeprowadzonych przez Project Management Institute wśród 364 praktyków zarządzania projektami z organizacji, które w okresie od listopada 2005 r. do listopada 2006 r. zrealizowały 16110 projektów na łączną kwotę 29,8 mld USD. PM Network, PMI, December 2006.

Rysunek 1.2. Model procesowy przebiegu projektu



Źródło: opracowanie własne na podstawie M. Trocki, B. Gruca, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003, s. 35. Zagadnienia ogólne planowania

1.2. Zagadnienia ogólne planowania

1.2.1. Plany

Pojęcie planu jest pojęciem wieloznacznym. Słownik wyrazów obcych wymienia sześć znaczeń tego pojęcia w języku polskim. Z punktu widzenia zarządzania projektami istotne są dwa znaczenia: „program zadań, prac w jakiejś dziedzinie, które mają być wykonane w określonym czasie; porządek, rozkład czynności przewidzianych do wykonania” i „schematycznie odwzorowany obraz jakiegoś (...) obiektu”¹⁹. Pojęcie planu odnosi się do stanów przyszłych. Plany, zarówno w ich pierwszym znaczeniu – jako zbiory czynności – jak i w znaczeniu drugim – jako odwzorowania obiektów – są opracowywane przez planistów dla potrzeb podejmowania decyzji przez dysponenta. Według teorii zarządzania **plan** to zaakceptowany „opis możliwego w przyszłości doboru i układu czynności zjednoczonych wspólnym celem lub możliwego w przyszłości doboru i układu części składowych wytworu czynności tak zjednoczonych”²⁰, czyli „myślowa symulacja przyszłych działań”.

Wychodząc od przedstawionych powyżej dwóch znaczeń planu, można wyróżnić za J. Regulskim plany przedmiotowe i plany działania. **Plany przedmiotowe** dotyczą procesów podstawowych projektu (systemów sterowanych według terminologii systemowej) i „mają na celu ich opis, opis ich składników czy sposobu działania. Odpowiadają więc na pytanie, jak sterowany system ma wyglądać w przyszłości, jak ma funkcjonować, jakie cechy ma posiadać lub jaki sposób ma się rozwijać”²¹. Plany przedmiotowe J. Regulski dzieli dalej na: plany struktury, plany funkcjonowania i plany rozwoju. **Plan struktury** stanowi odwzorowanie całokształtu relacji między elementami projektu i między tymi elementami a projektem traktowanym jako całość; pokazuje jak ma projekt wyglądać w przyszłości, z jakich elementów ma się składać i jak elementy te mają być ze sobą powiązane. **Plan funkcjonowania** jest to opis sposobu użytkowania pewnego przedmiotu lub współdziałanie jego części składowych. **Plan rozwoju** natomiast opisuje przekształcenia struktury systemu: kolejne fazy przekształceń, środki i sposób ich użycia, współdziałanie różnych ludzi, instytucji itp.²².

Z zarządzaniem projektami jest związane pojęcie **planu działania**, czyli opisu tego, co należy zrobić dla osiągnięcia zamierzonych rezultatów projektu (w ujęciu cyber-

¹⁹ Słownik wyrazów obcych, PWN, Warszawa 1980, s. 576.

²⁰ T. Kotarbiński, *Traktat o dobrej robocie*, Ossolineum, Wrocław 1958, s. 74.

²¹ J. Regulski, *Cybernetyka systemów planowania*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1974, s. 28.

²² Ibidem, s. 28–31.

netycznym – zamierzonych zmian strukturalnych systemu sterowanego). Wszystkie wymienione wyżej rodzaje planów są ze sobą ściśle powiązane. „Jeśli projektujemy np. budynek biurowy, to najpierw trzeba określić potrzeby przyszłego użytkownika i sposób, w jaki będzie on ten budynek użytkować. Trzeba więc stworzyć plan funkcjonowania danej instytucji w projektowanym budynku, oczywiście w takim zakresie, w jakim funkcjonowanie to wpłynie na projekt budynku. Projekt techniczny budynku – to właśnie plan struktury. Określa on bowiem położenie poszczególnych części obiektu do siebie i ich wzajemne powiązanie. Następną fazą jest plan rozwoju – w tym przypadku plan organizacji budowy czy też montażu budynku. Wreszcie ostatnim opracowaniem będzie plan działania, a więc określenie zadań dla poszczególnych instytucji i ludzi związanych z budową i jej przygotowaniem”²³.

W praktyce zarządzania mamy do czynienia z różnorodnymi rodzajami planu, których warianty przedstawia poniższa tabela morfologiczna.

Tabela 1.6. Rodzajów planów

Kryteria	Rodzaje planów				
A. Horyzont, znaczenie	A1: plan krótkookresowy, operatywny	A2: plan średniookresowy, taktyczny	A3: plan długookresowy, strategiczny		
B. Przedmiot	B1: plan strukturalny (struktura)	B2: plan czasowy (terminy)	B3: plan zasobowy (zasoby)	B4: plan przestrzenny (miejsca)	B5: plan organizacyjny (wykonawcy)
C. Działalność	C1: plan badań i rozwoju	C2: plan inwestycji	C3: plan produkcji/ świadczenia usług	C4: plan sprzedaży	C5: plan finansowy itd
D. Powtarzalność	D1: plan jednorazowy	D2: plan powtarzalny			
E. Szczegółowość	E1: plan ogólny, zgrubny	E2: plan szczegółowy			

Źródło: opracowanie własne.

Z punktu widzenia horyzontu planów i ich znaczenia plany dzielimy na: **plany krótkookresowe, operatywne**, dotyczące realizacji celów krótkoterminowych (zazwyczaj < 1 roku) oraz utrzymania ciągłości i efektywności bieżącej działalności, **plany średniookresowe, taktyczne**, dążące do realizacji celów średniookresowych (zazwyczaj 1–3 lata) i korzystnych wyników działalności oraz **plany długookresowe, strategiczne**, dążące do realizacji celów długookresowych (zazwyczaj > 3 lat) i utrzymania lub rozwoju działalności. Z punktu widzenia przedmiotu planowania plany dzieli się na: **plany strukturalne**, przedstawiające struktury celów, zadań, działań, obiektów itd.,

²³ Ibidem, s. 32–33.

plany czasowe, przedstawiające realizację celów, zadań, działań i obiektów w czasie, **plany zasobowe**, przedstawiające rozdział zasobów na poszczególne cele, zadania, działania i obiekty oraz ich rozkład w czasie i przestrzeni, **plany przestrzenne**, przedstawiające realizację celów, zadań, działań i obiektów w przestrzeni, i **plany organizacyjne**, przedstawiające podział celów, zadań, działań, obiektów i zasobów pomiędzy poszczególnych wykonawców i ich relacje. Z punktu widzenia rodzaju działalności ujętej planem wyróżnia się: **plany inwestycyjne**, **plany badawczo-rozwojowe**, **plany produkcji**, **plany sprzedaży**, **plany finansowe** itd. Z punktu widzenia ich **powtarzalności** dzielimy plany na **plany jednorazowe** i **plany powtarzalne**. Z punktu widzenia ich **szczegółowości** plany dzieli się na **plany ogólne**, **zgrubne** i **plany szczegółowe**.

1.1.2. Cechy dobrego planu

Cechy dobrego planu sformułował T. Kotarbiński, wybitny polski filozof, twórca prakseologii²⁴, nauki o sprawnym działaniu stanowiącej podstawę teoretyczną zarządzania. Według T. Kotarbińskiego plan jest dobry wtedy, kiedy prowadzi do działania sprawnego, a w szczególności, gdy jest: celowy, wykonalny, zgodny wewnętrznie, giętki, należyście szczegółowy, odpowiednio długodystansowy, czasowo określony, kompletny, racjonalny i operatywny.

Plan **celowy** to plan wskazujący właściwe środki do celu, któremu służy, i doprowadzający do postawionego celu. Dobry plan musi być **wykonalny**, czyli możliwy do zrealizowania. Ale należy pamiętać, że o wykonalności planu można się przekonać dopiero *ex post*, czyli dopiero wtedy, kiedy plan będzie już niepotrzebny. Oceniając wykonalność planu, „jesteśmy zmuszeni poprzestawać na domysłach wykonalności częściowo tylko uzasadnionych, rozumując albo na podstawie wiedzy indukcyjnej o zależności zdarzeń i na podstawie znajomości aktualnego terenu, albo rozumując przez analogię za przewodem wypróbowanych podobnych zamierzeń wykonanych w warunkach podobnych, albo wreszcie zdobywając umyślnie doświadczenie tego rodzaju przez wykonywanie prób działania według danego planu, zanim się przystąpi do zrealizowania go w ścisłym tego słowa znaczeniu”²⁵. Plan powinien być **zgodny wewnętrznie**, ponieważ sprzeczność wewnętrzna planu uniemożliwia jego wykonalność. Oznacza to, że plan musi być **teoretycznie konsekwentny**, czyli zgodny wewnętrznie, niezawierający sprzeczności, i **praktycznie konsekwentny**, czyli zawierający tylko takie elementy, które nawzajem sobie nie przeszkadzają, a czyny wcześniejsze są zamierzonym przygotowaniem późniejszych. Ponieważ plan

²⁴ T. Pszczołowski, *Zasady sprawnego działania. Wstęp do prakseologii*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1982; T. Kotarbiński, *Dzieła wszystkie. Prakseologia. Część II*, Ossolineum, Wrocław 2003.

²⁵ T. Kotarbiński, *Sprawność i błąd. Ogólne pojęcie planu*, PZWS, Warszawa 1966, s. 113–114.

dotyczy zdarzeń przyszłych, które nie mogą być w pełni rozpoznane w czasie jego opracowywania, jego zakres i treść muszą dopuszczać modyfikacje. Inaczej mówiąc: plan powinien być **giętki**, plastyczny. Dobry plan to plan **należyście szczegółowy** – nie za szczegółowy i niezbyt ogólny, czyli dostosowany do wiarygodności informacji dotyczących przyszłych warunków realizacji planu. Ponieważ wiarygodność informacji planistycznych maleje wraz z wydłużaniem horyzontu planowania, dobry plan powinien być **odpowiednio długodystansowy**, obejmujący możliwie najdłuższy przedział czasu stosownie do rozpoznania przyszłych okoliczności działania. Każdy plan, a więc i wszelki dobry plan, musi być **czasowo określony**, musi mieć termin prekluzyjny wykonania. Dobry plan powinien być **kompletny**, obejmować całość zagadnień planistycznych, uwzględnić wszystko, co potrzebne do tego, żeby planowane działanie doprowadziło do osiągnięcia założonego celu. Dobry plan to plan **racjonalny**, ugruntowany poznawczo, tj. oparty na rzetelnej wiedzy. I wreszcie, na koniec, dobry plan to plan **operatywny**, dający się sprawnie zrealizować. Inaczej mówiąc „dobry plan musi być planem dobrej roboty”²⁶.

W sposób syntetyczny wymagania dobrego planu określił polski klasyk zarządzania Z. Rytel. „Jeśli chcemy osiągnąć określony cel, to musimy iść do tego celu wyznaczoną drogą według określonego planu, nie możemy jednocześnie kroczyć paroma drogami i pracować według kilku planów; jest to aksjomat, który nam narzuca doświadczenie. Ustalać ten plan i czuwać nad jego wykonaniem winien również jeden ośrodek. Plan powinien być wykonany konsekwentnie i zawsze należy nieć na oku zamierzony cel, tym bardziej, że najekonomiczniejsza droga prowadząca do celu nie będzie nigdy drogą zupełnie prostą i zachodzi niebezpieczeństwo zejścia z raz obranej drogi na załamaniach i zakrętach”²⁷.

Plany umożliwiają pozyskanie przez organizację środków potrzebnych do realizacji jej celów, spowodowanie działania jej członków zgodnie z przyjętymi celami i procedurami, śledzenie i pomiar stopnia realizacji celów, co umożliwia podjęcie działań korygujących, jeśli postępy są niezadowalające²⁸.

1.2.3. Planowanie

„Jeśli nie chcemy postępować według zasady prób i błędów, licząc na szczęśliwy traf, działanie nasze należy odpowiednio ukierunkować. Fazę ukierunkowania działań określa się zwykle mianem planowania. Planowanie jest zabiegiem umysłowym, który poprzedza właściwą czynność, jest zatem działaniem zorientowanym na przyszłość.

²⁶ T. Kotarbiński, *Sprawność i błąd. Ogólne pojęcie planu*, PZWS, Warszawa 1966, s. 113–118.

²⁷ Z. Rytel, *Kierownictwo*, konspekt wykładu, maszynopis niepublikowany, Warszawa 1947, s. 9.

²⁸ J.A.F. Stoner, Ch. Wankel, *Kierowanie*, PWE, Warszawa 1992, s. 33.

Ponieważ kierunek działania nie jest wytyczany po to, żeby sytuację pogorszyć, lecz aby ją poprawić lub co najmniej pozytywnie ukształtować, przeto planowanie jest nie tylko działaniem zorientowanym na przyszłość, ale i odniesionym do ocenianych pozytywnie określonych przyszłych sytuacji. Z uwagi na złożoność i dynamikę świata, planowania nie można analitycznie zdeterminować. Pozostaje ono zawsze selektywne, a więc nieokreślone w swoich implikacjach²⁹.

„Każde działanie powinno być poprzedzone namysłem (...). Kiedy zamierzony cel wymaga złożonego działania, zjawia się potrzeba przygotowania planu. Im zaś indywidualny lub zespołowy czyn jest bardziej skomplikowany, tym planowanie staje się bardziej konieczne. Uprzedni namysł i planowanie pozwalają na działanie dalekowzroczne³⁰. „Przewidywanie powinno wyjawiać zawczasu, to jest przed podjęciem decyzji, konsekwencje przyszłych działań. Przewidywanie powinno spełniać przy tym swojego rodzaju funkcję zabezpieczającą przed pochopnymi decyzjami. Decyzje i działania podlegają oddziaływaniu wcześniejszych rozważań, ale nie są przez nie zastępowane. Planowanie sprzyja sukcesom, ponieważ stwarza szansę zabezpieczenia przed niepożądanymi niespodziankami w przyszłości, nie generalnie, ale do pewnego stopnia. Z drugiej zaś strony trzeba także pamiętać, że planowanie pochłania z reguły energię, czas i pieniądze, w związku z czym konieczne jest rozważenie zalet i wad (jego sporządzania), co zazwyczaj ma miejsce, gdy działanie nie jest poddane presji czasu³¹.”

Planowanie – obok wyznaczania celów i zadań, organizowania, motywowania, kontroli i koordynacji – to jedna z głównych funkcji zarządzania. Istnieje wiele definicji planowania, ich przegląd daje wyobrażenie o jego złożonej naturze. Planowanie może być bowiem rozpatrywane z różnych perspektyw, różnorodnych aspektów, np. celu i przedmiotu planowania, zasięgu czasowego, szczegółowości itd.

Planowanie można określić jako zbiór uporządkowanych procesów informacyjnych, odniesionych do przyszłości, prowadzących do wypracowania wariantowych rozwiązań osiągnięcia założonych celów³². Planowanie to kreatywne myślenie o przyszłości³³. Jest co do istoty prospektywną działalnością myślową, w ramach której jest dokonywana myślowa antycypacja i wyznaczenie przyszłych faktycznych

²⁹ H. Steinmann, G. Schreyoegg, *Zarządzanie. Podstawy kierowania przedsiębiorstwem*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1995, s. 107.

³⁰ T. Pszczołowski, *Zasady sprawnego działania. Wstęp do prakseologii*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1982, s. 26, 204, 218.

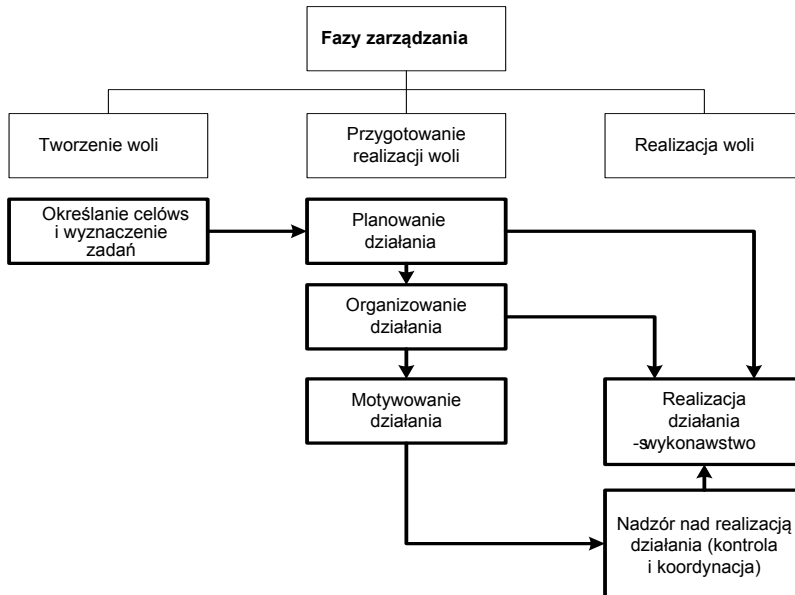
³¹ W. Mag, *Planung und Kontrolle*, w: M. Bitz, K. Dellman, M. Domsch, E.W. Wagner, *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre. Band 2*, Verlag Franz Vahlen, Muenchen 1999, s. 3.

³² M. Schweitzer, *Planung und Kontrolle*, w: *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Band 2: Fuerung*, red. F.X. Bea, E. Dichtl, M. Schweitzer, Gustaw Fischer Verlag, Stuttgart 1991, s. 18–19.

³³ D. Adam, *Kurzlehrbuch Planung*, Wiesbaden 1983, s. 11.

działań³⁴. Planowanie jest systematyczno-metodycznym procesem rozpoznawania i rozwiązywania przyszłościowych problemów³⁵.

Rysunek 1.3. Planowanie na tle faz i funkcji zarządzania



Źródło: opracowanie własne.

W wyniku analizy istoty definicji przedstawionych wyżej i innych można przyjąć na użytek rozważań zawartych w niniejszej książce poniższą definicję planowania.

Planowanie to sporządzanie planów jako etap przygotowawczy złożonych działań³⁶, to myślowa antycypacja przyszłych działań, wydających się koniecznymi dla efektywnego osiągnięcia wyznaczonych celów, poprzez rozważenie różnych ich wariantów i zdecydowanie o najkorzystniejszym z nich³⁷.

Celem planowania jest stworzenie skutecznego instrumentu osiągnięcia celów – w postaci planu – to znaczy rozpoznawanie zawczasu warunków (szans i ryzyka), środków i alternatyw osiągnięcia celów i wybór odpowiednich przedsięwzięć zmierzających do ich osiągnięcia. Z tego głównego celu wynikają cele cząstkowe planowania:

³⁴ E. Kosiol, *Zur Problematik der Planung in der Unternehmung*, Zeitschrift fuer Betriebswirtschaft, 1967, s. 79.

³⁵ J. Wildt, *Grundlagen der Unternehmensplanung*, Opladen 1982, s. 13.

³⁶ T. Pszczołowski, *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Ossolineum, Wrocław 1978, s. 162.

³⁷ G. Woehe, *Einfuehrung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, Verlag Vahlen, Muenchen 1986, s. 125.

- **orientacja na cele** – przy pomocy planowania są uzgadniane cele podrzędne i sposoby ich powiązania z celami nadrzędnymi,
- **wczesne ostrzeżenie** – planowanie dzięki przewidywaniu przyszłych problemów umożliwia podjęcie zawczasu rozwiązań i przedsięwzięć przeciwdziałających,
- **koordynacja planów cząstkowych** – przy pomocy planowania są uzgadniane wspólnie rozwiązania problemów cząstkowych; unika się nieprzewidywalnych zakłóceń ich realizacji,
- **przygotowanie decyzji** – w procesie planowania są analizowane problemy i badane alternatywy, które mogą doprowadzić do rozwiązania problemów (osiągnięcia celów); w ten sposób wybór najbardziej korzystnej alternatywy działania ma podstawy racjonalne,
- **podstawy kontroli** – dzięki planowaniu staje się możliwe porównywanie wielkości pożądaných i oczekiwanych z wielkościami zrealizowanymi i jednocześnie kontrolowanie przesłanek planowania; dzięki temu planowanie może stanowić podstawę rzetelnej kontroli,
- **informowanie współpracowników** – dzięki planowaniu współpracownicy mogą być skutecznie poinformowani o celach, alternatywach działania, zużyciu środków, ograniczeniach i terminach,
- **motywowanie współpracowników** – dzięki uczestnictwu w procesie sporządzania planu współpracownicy mogą być zmotywowani do działania zgodnego z planem, tj. do osiągnięcia wyznaczonych planem celów organizacji i celów indywidualnych³⁸.

Planowanie powinno mieć **charakter**:

- **informacyjny**, ponieważ jego treścią jest gromadzenie, przetwarzanie i wymiana informacji,
 - **przyszłościowy**, ponieważ dotyczy przyszłych okoliczności,
 - **sprawczy**, ponieważ nie ogranicza się do poznania przyszłości, ale implikuje jej zmiany, dotyczy aktywnego kształtowania przyszłości w określonej dziedzinie,
 - **procesowy**, ponieważ przebiega w kolejnych, powiązanych ze sobą fazach, etapach i operacjach,
 - **racjonalny**, ponieważ opiera się na podejściu celowym, metodycznym³⁹.
- Planowanie powinno pełnić **funkcję**:
- **ostrzegawczą** poprzez wyprzedzające rozpoznania ryzyka przyszłych działań, związanych z nim problemów i ich potencjalnych konsekwencji,
 - **kreacyjną** poprzez opracowywanie twórczych propozycji przyszłych działań,

³⁸ J. Wildt, *Grundlagen der...*, op.cit., s. 19.

³⁹ P.P. Le Breton, D.A. Henning, *Planning Theory*, Prentice Hall 1961, s. 7.

- **orientacyjną** (optymalizacyjną) poprzez wskazywanie możliwych (najlepszych) przyszłych działań,
 - **koordynacyjną** poprzez uwzględnienie różnych zależności na wszystkich poziomach działania,
 - **moderacyjną** poprzez identyfikowanie i rozwiązywanie potencjalnych konfliktów⁴⁰.
- Należy podkreślić, że planowanie jest jednym z głównych – obok poleceń osobistych, autoostrajania, programów⁴¹, rynków wewnątrzorganizacyjnych, kultury i ról – instrumentów koordynacji⁴². Zalety i wady koordynacji przy pomocy planów przedstawia tabela 1.7.

Tabela 1.7. Koordynacja przy pomocy planów – zalety i wady

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> • jest bardziej elastyczne niż w przypadku programów • daje swobodę pracownikom, ponieważ często opiera się tylko na wytycznych dotyczących celów • umożliwia samokontrolę • umożliwia kontrolę opartą na porównaniu stanu istniejącego i pożądanego • pozwala na delegację zadań planistycznych do specjalistów • powoduje zwiększenie stabilności i rezygnację z koordynacji <i>ad hoc</i> dzięki analitycznemu rozpoznaniu planowanych zagadnień • redukuje zapotrzebowanie na inne instrumenty koordynacji (np. polecenia osobiste) dzięki koordynacji wstępnej 	<ul style="list-style-type: none"> • jest bezosobowa • wymaga nakładów na uzgodnienia planów czasowo i rzeczowo różnicowanych • jest złożona • jest mało elastyczna w przypadku ekstremalnie dynamicznego otoczenia • wymaga częstych modyfikacji w niektórych przypadkach w ramach zinstytucjonalizowanego procesu planowania (planowanie kroczące) • wymaga koordynacji różnych planów, o ile dotyczą one tych samych zasobów lub zagadnień

Źródło: R. Bergmann, M. Garrecht, *Organisation Und Projektmanagement*, Physica-Verlag, Heidelberg 2008, s. 40–41.

W zależności od zastosowanego momentu doboru i opracowania mechanizmów koordynacji oraz stosowanych mechanizmów koordynacji wyróżniamy różne formy koordynacji.

„Najistotniejszą treść funkcji planowania – według L. Krzyżanowskiego – można sprowadzić do:

- formułowania celów organizacji, które powinny uwzględniać preferencje ogólnospołeczne oraz (...) jej bliższego i dalszego otoczenia (...),
- dokonywania wyborów sposobów osiągnięcia celów spośród zbioru możliwych metod ich realizacji, określonych przez aktualne i przyszłe zewnętrzne i wewnętrzne warunki funkcjonowania organizacji, takie zwłaszcza jak stan i przewidywany

⁴⁰ W. Mag, *Planung und Kontrolle*, op.cit., s. 6.

⁴¹ Programy rozumiane są tu jako sztywne lub warunkowe procedury postępowania w przypadku ustalonych sytuacji decyzyjnych, mające zazwyczaj pisemną postać podręczników, wytycznych itp.

⁴² R. Bergmann, M. Garrecht, *Organisation und Projektmanagement*, Physica-Verlag, Heidelberg 2008, s. 35–54.

rozwój wiedzy merytorycznej (przedmiotowej) i metodologicznej dotyczącej wytwarzania określonych dóbr, usług czy wartości, stopień opanowania technologii ich wytwarzania oraz uwarunkowania ekologiczno-demograficzne, ekonomiczne i inne determinujące dostępność nośników działań,

- określenia niezbędnych zasobów nośników działań (czynników produkcji) oraz źródeł i sposobów ich pozyskiwania.

Tabela 1.8. Formy koordynacji

		Rodzaje mechanizmów koordynacji	
		Tworzenie systemów współdziałania	Uzgadnianie współdziałania elementów
Moment doboru i opracowania mechanizmów koordynacji	Sytuacyjny (<i>ad hoc</i>) – towarzyszący działaniu	Koordynacja polegająca na sytuacyjnym doborze systemów współdziałania	Koordynacja polegająca na sytuacyjnym uzgadnianiu współdziałania elementów
	Presytuacyjny – poprzedzający działania	Koordynacja polegająca na projektowaniu systemów współdziałania (np. organizacji)	Koordynacja polegająca na planowaniu współdziałania

Źródło: M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003, s. 68.

Tak więc »produktem« funkcji planowania jest wzorzec działania (funkcjonowania) organizacji w określonym przedziale czasu, czyli jej plan na dany okres⁴³.

Istotą procesów planistycznych jest przetwarzanie informacji wejściowych w informacje wyjściowe w kolejnych operacjach. Z informacyjnego charakteru procesów planistycznych wynika, że najbardziej istotną cechą określającą sytuacje planistyczne jest **pewność informacji planistycznej**, dotyczącej głównych zagadnień planistycznych: celów, problemów, warunków, zasobów, czasu, terminów, działań, instrumentów itd. Patrząc na sytuacje planistyczne z tego punktu widzenia, możemy wyróżnić trzy typowe przypadki. Pierwszy przypadek to **planowanie w warunkach pełnej informacji** (sytuacja deterministyczna), gdy informacje dotyczące wszystkich głównych zagadnień planistycznych są kompletne i pewne. W tej sytuacji można jednoznacznie określić przyszłe działanie. Następne przypadki to **planowanie w warunkach niepełnej informacji**. Drugi przypadek, określane jako **planowanie w warunkach ryzyka**, ma miejsce wówczas, gdy informacje dotyczące głównych zagadnień planistycznych, np. czasu trwania działań, nie są kompletne i pewne. W tej sytuacji należy liczyć się z koniecznością wzięcia pod uwagę kilku wariantów działań powodujących różne skutki, dla których da się określić – obiektywnie bądź subiektywnie – prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Trzeci przypadek, określane jako **planowanie w warunkach niepewności**, występuje wtedy, gdy informacje doty-

⁴³ L. Krzyżanowski, *Podstawy nauki zarządzania*, PWN, Warszawa 1985, s. 227.

czące głównych zagadnień planistycznych, podobnie jak w przypadku drugim, nie są kompletne i pewne, są możliwe różne warianty działania i różne ich skutki, ale nie można określić – ani obiektywnie, ani subiektywnie – prawdopodobieństwa ich wystąpienia. W zależności od pewności informacji planistycznej stosuje się różne koncepcje i metody planowania. Będą one omówione szczegółowo w dalszej części niniejszego opracowania⁴⁴.

1.2.4. Planowanie a standaryzacja działań

Wyjaśnienie istoty dwóch zasadniczych podejść do planowania presytuacyjnego i sytuacyjnego wymaga odwołania do problematyki standaryzacji⁴⁵. Jest to problematyka wchodząca w skład ogólnej teorii zarządzania, określająca w istotny sposób wiele problemów i rozwiązań z zakresu zarządzania.

Aby zrealizować jakieś złożone działanie, trzeba znać i zastosować właściwy sposób jego wykonania, na który składają się informacje dotyczące:

- pożądanego wyniku działania,
- zasad realizacji działania,
- składu działania, tj. jego podziału na czynności składowe,
- układu działania, tj. powiązania jego czynności składowych: logicznego, czasowego, przestrzennego,
- zestawu środków realizacji poszczególnych czynności składowych działania (wykonawców, wyposażenia, materiałów, środków finansowych itd.).

Te informacje niezbędne do realizacji złożonego działania mogą być pozyskane w dwojaki sposób. Po pierwsze, mogą być określone swobodnie przez wykonawcę działania w oparciu o jego wiedzę, doświadczenie i intuicję. Po drugie, mogą zostać mu narzucone z zewnątrz przez przełożonego w postaci wzorca działania określonego przez niego ewentualnie przy pomocy specjalistów. Te wzorce działania mogą mieć różną postać: poleceń ustnych bądź pisemnych, instrukcji, planów, procedur itd. o różnym zakresie merytorycznym. Standaryzacja zajmuje się zakresem i treścią merytoryczną tych wzorców działania oraz ich wpływem na skuteczność i efektywność działań.

Pod pojęciem standaryzacji w teorii zarządzania rozumie się sposób i zakres trwałych, czyli obowiązujących w dłuższym czasie, regulacji działań realizowanych w organizacji. W praktyce zarządzania mamy do czynienia z rozległym polem standaryzacji działań, obejmującym różnorodne kombinacje swobodnie dobieranych

⁴⁴ M. Schweitzer, *Planung und Kontrolle*, op.cit., s. 27–28.

⁴⁵ Opis ogólnych zagadnień standaryzacji na podstawie: M. Trocki, *Standaryzacja procesów a zarządzanie procesowe*, w: *Podejście procesowe w zarządzaniu. Tom I*, red. M. Romanowska, M. Trocki, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2004, s. 63–70.

i narzucanych (regulowanych) elementów sposobu działania. Określają one poziomy standaryzacji. Ich zakres merytoryczny został przedstawiony w tabeli 1.9.

Tabela 1.9. Poziomy standaryzacji i ich zakres merytoryczny

Treść zaleceń	Pożądany rezultat działania, brak zaleceń	Zasady ogólne działania	Fazy i etapy działania oraz ogólny opis ich treści, bez narzuconej kolejności	Etapy i kroki działania i szczegółowy opis ich treści oraz alternatywna kolejność	Etapy i kroki działania i szczegółowy opis ich treści oraz jednoznaczna kolejność
Poziomy standaryzacji	Brak regulacji				
	Reguły heurystyczne				
	Regulacje ramowe				
	Regulacje szczegółowe, alternatywne				
	Regulacje szczegółowe, jednoznaczne („sztywne“)				
Oznaczenia:					
Sposób działania narzucony zewnątrz przez przełożonego w postaci wzorca działania			Swobodny wybór sposobu działania przez wykonawcę		

Źródło: opracowanie własne.

Standaryzacja jest jednym z podstawowych instrumentów zarządzania. Możliwość wyznaczania przez przełożonego sposobu realizacji działań przekazanych do wykonania podwładnemu (inaczej mówiąc – zadań) pozwala bowiem na realizację woli przełożonego, będącej istotą zarządzania.

Do zalet wysokiej standaryzacji działania należy zaliczyć:

- wzrost wydajności pracy dzięki uwolnieniu wykonawcy od rozważań nad sposobem realizacji działania i szybszemu pojawieniu się efektów wprawy,
- podniesienie jakości wyników na skutek zastosowania przemyślanych i wypróbowanych sposobów działania, opracowanych przez wysoko kwalifikowanych specjalistów,
- zapewnienie lepszej synchronizacji działań i uniknięcie dzięki temu konfliktów organizacyjnych,
- szybsze podejmowanie decyzji związanych z realizowanym działaniem,
- ułatwienie kontroli przebiegu działania i kontroli jego wyników,
- obiektywna ocena rezultatów działania,
- zwiększenie pewności działania,
- ograniczenie ryzyka itd.

Do wad wysokiej standaryzacji działania można zaliczyć:

- niebezpieczeństwo schematycznego traktowania pracy przez jej wykonawców,
- niepełne wykorzystanie twórczych możliwości wykonawców,
- pomijanie nieuregulowanych, lecz istotnych aspektów działania,

- koncentrowanie uwagi na działaniach typowych, lekceważenie działań nietypowych,
- osłabienie samokontroli wykonawców,
- osłabienie motywacji wykonawców wynikające z monotonii, braku możliwości wykazania własnej inicjatywy itd.

Zalety i wady standaryzacji działań ujawniają się w zależności od konkretnych okoliczności. Wynika z tego konieczność doboru poziomu standaryzacji działania właściwego z punktu widzenia specyficznych okoliczności jego realizacji, maksymalnie wykorzystującego zalety standaryzacji i minimalizującego jej wady⁴⁶.

Standaryzacja wyznacza zakres i treść planowania, ponieważ plany są najważniejszymi i najbardziej rozpowszechnionymi wzorcami działania. Zgodnie z powyższym można wskazać poziom planowania w zależności od przyjętego poziomu standaryzacji działań.

Pierwszy poziom, odpowiadający poziomowi standaryzacji określanej jako brak regulacji, oznacza brak jakiegokolwiek planowania. Przełożony określa wykonawcy jedynie pożądaną wynik działania i nie reguluje w żaden sposób sposobu wykonania procesu. Wybór i zastosowanie sposobu realizacji procesu lub jego części w odniesieniu do wszystkich jego składowych są pozostawione wykonawcy. Na skutek tego możemy mieć do czynienia z teoretycznie nieograniczoną, a praktycznie bardzo dużą różnorodnością sposobów realizacji procesów. Różnorodność ta przekłada się zazwyczaj na zróżnicowanie wyników, a to może oznaczać, że niektóre wyniki nie osiągną zadowalającego poziomu.

Drugi poziom odpowiada poziomowi standaryzacji określanej jako regulacja oparta na zasadach działania lub inaczej – na regułach heurystycznych. Zakres regulacji zewnętrznej działania jest w tym przypadku niewielki. Sprowadza się do określenia przez przełożonego pożądanego wyniku procesu i przekazania wykonawcy zasad działania (reguł heurystycznych), którymi powinien się kierować, realizując działania. Zasady działania nie wyznaczają schematu działania, lecz jedynie jego ogólny kierunek poprzez wskazanie, do czego należy dążyć, co należy, a czego nie należy robić itd. Skład i układ czynności składających się na proces oraz dobór środków ich realizacji jest pozostawiony decyzji wykonawcy pod warunkiem respektowania określonych zasad działania. Różnorodność stosowanych sposobów realizacji procesów jest duża pomimo wprowadzonych ograniczeń. W ślad za tym mamy do czynienia z dużym zróżnicowaniem wyników realizacji działań. Działania na tym poziomie standaryzacji mają charakter innowacyjny.

Trzeci poziom, odpowiadający poziomowi standaryzacji określanej jako regulacje ramowe, znacznie zawęży wykonawcom zakres swobody. Przełożony określa im,

⁴⁶ M. Trocki, *Metody organizatorskie a standaryzacja działań*, „Przegląd Organizacji” 1985, nr 8.

podobnie jak w poprzednich przypadkach, pożądaný wynik i ogólne zasady realizacji procesu, a dodatkowo określa ogólny, tzw. ramowy schemat realizacji działań, czyli ich skład i układ. Określenie „ramowy” oznacza, że zarówno skład, jak i układ działań muszą być uwzględniane przez wykonawcę, ale mogą być przez niego zmienione w zależności od specyficznych okoliczności realizacji działań. Swoboda działania wykonawcy jest tu wprawdzie ograniczona, ale możliwa w ramach wyznaczonych ograniczeń. W sumie jest określana jako średnia. Ograniczenia, o których była mowa powyżej, wpływają na ograniczenie różnorodności sposobów realizacji procesów i wyników. Realizacja działań na tym poziomie standaryzacji ma charakter adaptacyjny.

Poziomy czwarty i piąty odpowiadają poziomom standaryzacji określanych jako regulacje szczegółowe. Oznacza to, że wszystkie składowe działania są objęte regulacjami zewnętrznymi: pożądaný wynik, zasady realizacji, skład i układ czynności, a także dobór środków działania. Wpływ wykonawcy na sposób realizacji działań jest bardzo ograniczony lub nawet w ogóle wykluczony, co ma miejsce w przypadku tzw. sztywnych regulacji szczegółowych. Mamy tu do czynienia z najwyższym możliwym poziomem standaryzacji działań, zakładającym całkowite oddzielenie określenia sposobu wykonawstwa od samego wykonawstwa. W przypadku tzw. alternatywnych regulacji szczegółowych swoboda działania wykonawcy jest bardzo mała i ogranicza się do wyboru określonych zewnętrznie alternatywnych dróg realizacji działań w zależności od konkretnych okoliczności jego realizacji. Takie rozwiązanie ogranicza znacznie zróżnicowanie sposobów realizacji procesów i ich wyników. Realizacja procesów na tym poziomie standaryzacji ma charakter rutynowy.

Odnosząc powyższe rozważania do planowania, można wskazać na następujące rodzaje planowania z punktu widzenia przyjętego poziomu standaryzacji działań:

- planowanie heurystyczne,
- planowanie ramowe, zgrubne,
- planowanie szczegółowe, alternatywne,
- planowanie szczegółowe, jednoznaczne (sztywne).

Na tym tle można wyjaśnić pojęcia presytuacyjnego (proaktywnego) i sytuacyjnego (reaktywnego) podejścia do zarządzania. Z podejściem presytuacyjnym mamy do czynienia wówczas, gdy zarządzanie opiera się w większości przypadków na opracowanych z góry szczegółowych wzorcach działania (np. planach), a z podejściem sytuacyjnym – wtedy, gdy wzorce działania są rzadko stosowane i mają ogólny charakter.

Istotnym zagadnieniem standaryzacji jest wybór jej właściwego poziomu, ponieważ określa on rodzaj planowania. Na wybór właściwego poziomu standaryzacji działań mają wpływ zarówno cele zewnętrzne (elastyczność – wydajność), jak i cele wewnętrzne (samodzielność – poczucie bezpieczeństwa). Oprócz tego powinny

być uwzględnione warunki zadaniowe (złożoność, stabilność i określoność zadań), a także warunki osobowe (wiedza, doświadczenie i kreatywność wykonawców)⁴⁷.

Tabela 1.10. Rodzaje planowania z punktu widzenia standaryzacji działań

Poziomy standaryzacji	Brak regulacji	Regulacje heurystyczne	Regulacje ramowe	Regulacje szczegółowe alternatywne	Regulacje szczegółowe jednoznaczne
Treść zaleceń metody	Pożądaný rezultat działania, brak zaleceń	Zasady ogólne działania	Fazy i etapy działania oraz ogólny opis ich treści bez narzuconej kolejności	Etapy i kroki działania i szczegółowy opis ich treści oraz alternatywna kolejność	Etapy i kroki działania i szczegółowy opis ich treści oraz jednoznaczna kolejność
Rodzaje planowania	Brak planowania				
	Planowanie heurystyczne				
	Planowanie ramowe, zgrubne				
	Planowanie szczegółowe, alternatywne				
	Planowanie szczegółowe, jednoznaczne („sztywne“)				

Oznaczenia:

Presytuacyjne określenie wzorca przyszłych działań – planowanie	Sytuacyjne, swobodne reagowanie na bieżące okoliczności
---	---

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku, gdy wśród celów procesów dominuje dążenie do wysokiej elastyczności działań, wówczas powinny być preferowane niższe poziomy standaryzacji: regulacje ramowe, regulacje oparte na zasadach działania lub nawet brak regulacji. Natomiast wtedy, gdy dominuje dążenie do wysokiej wydajności działań, powinny być preferowane wyższe poziomy ich standaryzacji: szczegółowe regulacje alternatywne lub sztywne. Dominacja potrzeby samodzielności działania wykonawców procesów powinna skłaniać do wyboru niższych poziomów ich standaryzacji, natomiast dominacja potrzeb bezpieczeństwa – do wyboru wyższych poziomów standaryzacji procesów. Gdy procesy są bardzo złożone, zmienne o słabo określonych metodach ich realizacji, wówczas poziom standaryzacji procesów powinien być niski, natomiast wtedy, gdy procesy są proste, stabilne, o dobrze określonych metodach ich realizacji, poziom standaryzacji takich procesów powinien być wysoki. Jeśli przy realizacji procesów są zatrudnieni wykonawcy odznaczający się dużą wiedzą, bogatym doświadczeniem i wysoką kreatywnością, wówczas akceptowany może

⁴⁷ Interpretacja przedstawionych tu celów i warunków realizacji procesów wywodzi się z sytuacyjnego podejścia do projektowania organizacji opisanego między innymi w: M. Trocki, *Podejście sytuacyjne w projektowaniu systemów zarządzania*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej” 1988, nr 14.

być niski poziom standaryzacji procesów, w przeciwnym przypadku – zatrudnienia wykonawców o niskich kwalifikacjach, ubogim doświadczeniu i małej kreatywności – konieczny staje się wysoki poziom standaryzacji procesów.

Niewłaściwy poziom standaryzacji procesów ma wiele negatywnych konsekwencji dla zarządzania. Zbyt niski poziom standaryzacji, tj. pozostawienie wykonawcom nadmiernej swobody działania, może spowodować:

- ryzyko niezyskania zamierzonych wyników,
- nadmierne zróżnicowanie wyników,
- konieczność zatrudnienia pracowników o kwalifikacjach wyższych niż wynika to z charakteru powierzonej im pracy, a co za tym idzie wzrost kosztów pracy,
- trudności kontroli i koordynacji realizacji działań,
- nadmierne obciążenie kierownictwa czynnościami kontrolnymi i koordynacyjnymi itd.

Ogólnie rzecz ujmując: zbyt niski poziom standaryzacji powoduje stan „niedorganizowania”.

Zbyt wysoki poziom standaryzacji, tj. nadmierne ograniczenie swobody działania wykonawców poprzez narzucanie im gotowych schematów realizacji działań, może spowodować:

- zakłócenia realizacji działań w przypadku wystąpienia niestandardowych sytuacji,
- ponoszenie nakładów na opracowanie regulacji działań nieproporcjonalnych do efektów uzyskiwanych dzięki temu,
- osłabienie motywacji pracowników do ciągłego doskonalenia swojej pracy,
- schematyczne traktowanie kontroli i koordynacji działań.

Podsumowując: zbyt wysoki poziom standaryzacji powoduje stan „przeorganizowania” procesów.

Do wyboru właściwego poziomu standaryzacji procesów może być przydatna znajomość symptomów niewłaściwej ich standaryzacji. Symptomami zbyt niskiego poziomu standaryzacji działań mogą być:

- znaczne obciążenie przełożonego wyjaśnieniami sposobu realizacji działań udzielanymi podwładnym,
 - konieczność wielokrotnego wyjaśniania sposobu realizacji działań dla podobnych lub identycznych sytuacji,
 - częste przypadki zakłóceń funkcjonowania organizacji spowodowane wyborem niewłaściwego sposobu realizacji działań,
 - częste wątpliwości pracowników co do sposobu realizacji działań,
 - trudności adaptacyjne nowych pracowników.
- Symptomami zbyt wysokiego poziomu standaryzacji działań mogą być:
- częste skargi pracowników na monotonną pracę,

- duża liczba instrukcji, regulaminów, formularzy itp. stosowanych przy realizacji działań, czyli ich nadmierna formalizacja,
- częste skargi na zbyt małą elastyczność obowiązujących regulacji dotyczących realizacji działań,
- duża liczba specjalnych przypadków działań wymagających indywidualnego potraktowania,
- częste skargi na ograniczenie samodzielności działania⁴⁸.

1.2.5. Tryb planowania

Istnieje wiele schematów opisujących proces planowania. Przedstawiony w tabeli 1.11 ogólny schemat trybu planowania przedstawia planowanie w powiązaniu z funkcją sterowania (kontroli i koordynacji). Według D. Hahna, zgodnie z szerszą interpretacją planowanie obejmuje cztery fazy: fazę formułowania problemu, fazę poszukiwań, fazę oceny i fazę decydowania. Według interpretacji węższej planowanie obejmuje wyłącznie fazy opracowywania planu, tj. fazę formułowania problemu, fazę poszukiwań i fazę oceny.

Faza formułowania problemu obejmuje procesy formułowania problemu planistycznego i związanych z nim problemów decyzyjnych:

- sformułowanie problemu w postaci porównania stanu pożądanego i istniejącego,
- analiza przyczyn problemu,
- sformułowanie celów istotnych dla rozwiązania problemu,
- określenie problemów decyzyjnych powiązanych z wyznaczonymi celami.

Faza poszukiwań obejmuje procesy określenia wariantów działania:

- zestawienie możliwych wariantów działania,
- rozpoznanie przyszłych okoliczności i ich wpływu na poszczególne warianty działania,
- wybór określonych szczegółowo wariantów działania.

Faza oceny obejmuje procesy oceny wariantów działania z punktu widzenia osiągnięcia istotnych celów:

- ocena przewidywanego oddziaływania wariantów działania na osiągnięcie założonych celów w warunkach pewności co do przyszłej sytuacji otoczenia,
- ocena przewidywanego oddziaływania wariantów działania na osiągnięcie założonych celów w warunkach niepewności co do przyszłej sytuacji otoczenia,
- symulacja obejmująca cele, warianty działania i warunki ramowe.

⁴⁸ W. Hill, R. Fehlbaum, P. Ulrich, *Organisationslehre I*, Verlag Paul Haupt, Bern-Stuttgart 1974.

Faza decydowania obejmuje procesy wyboru wariantu działania:

- porównanie i dyskusja ocenianych wariantów działania,
- analiza i dyskusja wyników symulacji,
- wybór wariantu działania o najwyższym stopniu spełnienia założonych celów i podjęcie decyzji o jego realizacji⁴⁹.

Tabela 1.11. Schemat trybu planowania według D. Hahna

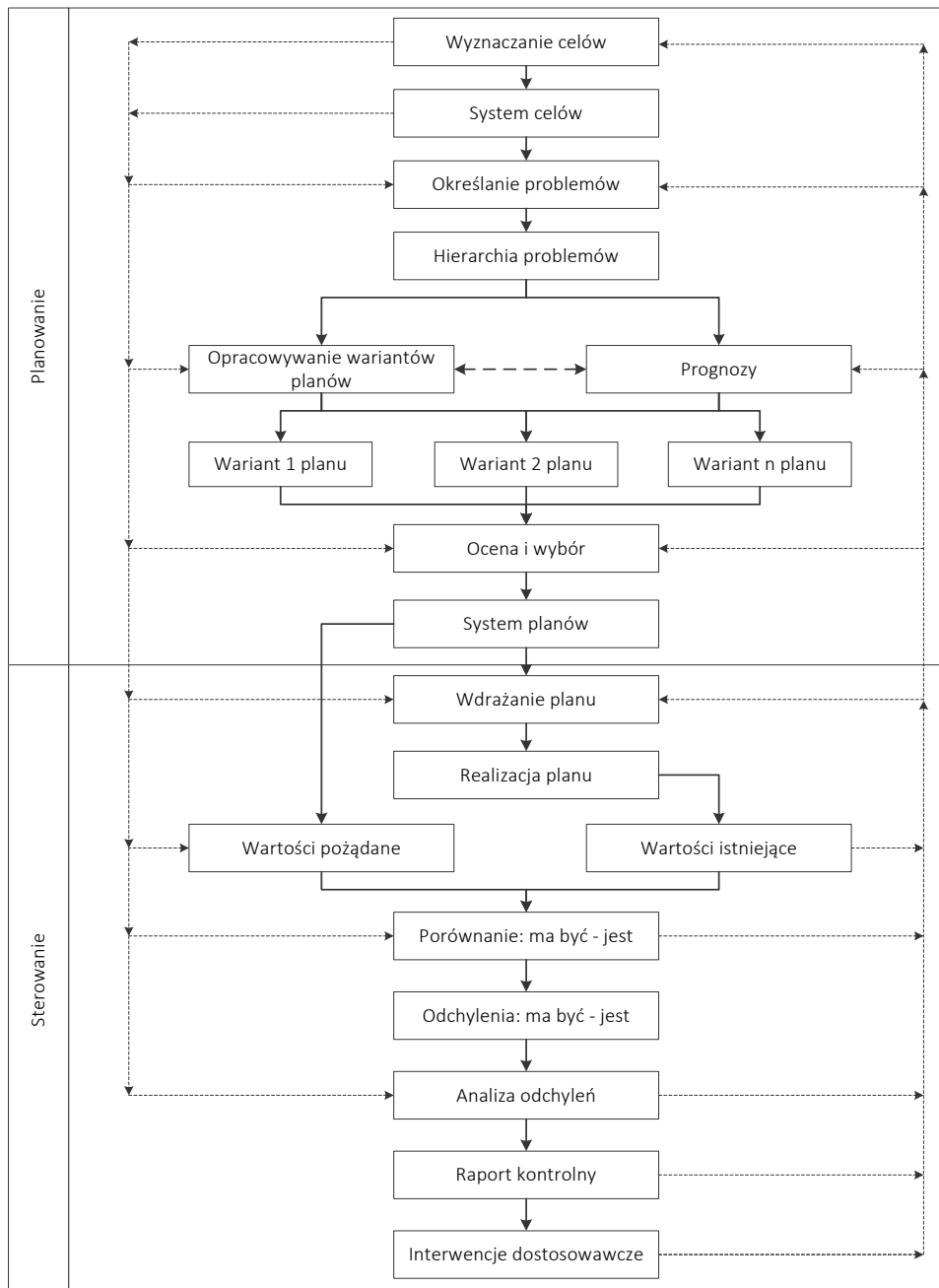
Fazy	Proces decyzyjny	Pojęcie planowania	Powiązanie z funkcjami zarządzania
1. Faza formułowania problemu	Przygotowanie decyzji	Opracowanie planu Planowanie w węższym rozumieniu	Planowanie w szerszym rozumieniu
2. Faza poszukiwań			
3. Faza oceny			
4. Faza decydowania	Podjęcie decyzji	Przyjęcie/uchwalenie planu	
5. Faza realizacji	Szczegółowe określenie sposobu realizacji Decyzja i polecenie realizacji planu	Sterowanie realizacją planu	Realizacja planu
6. Faza kontroli	Porównanie rezultatów realizacji planu (jest/powinno być)	Kontrola realizacji planu	

Źródło: D. Hahn, *Planung und Kontrolle*, w: *Handwoerterbuch der Betriebswirtschaft. Band 1/2*, Scaeffler-Poeschel Verlag, Stuttgart 1993, s. 3185–3186.

Na rysunku 1.4 został przedstawiony zintegrowany schemat planowania i sterowania.

⁴⁹ D. Hahn, *Planung und Kontrolle*, w: *Handwoerterbuch der Betriebswirtschaft. Band 1/2*, Scaeffler-Poeschel Verlag, Stuttgart 1993, s. 3186–3187.

Rysunek 1.4. Zintegrowany schemat planowania i sterowania



Źródło: opracowanie własne na podstawie M. Schweitzer, *Planung und Kontrolle*, w: *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Band 2: Fuerung*, red. F.X. Bea, E. Dichtl, M. Schweitzer, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1991, s. 24.

1.2.6. Dylematy planowania

Przedstawione powyżej rozważania dotyczące ogólnych zasad planowania zakładały, zgodnie z szeroko podzielanym poglądem, że planowanie jest działaniem sprzyjającym, a nawet niezbędnym dla skutecznego i efektywnego zarządzania. Nie oznacza to jednak braku świadomości wad planowania i jego krytyki. Świadczy o tym zestawienie cytatów, myśli i aforyzmów wybitnych filozofów, literatów i biznesmanów na temat planowania.

Tabela 1.12. Cytaty myśli i aforyzmy o planowaniu

„Najpierw nakreśl plan, nim udasz się w drogę; poznaj, do jakiego celu dążysz, przedtem nim wyruszysz”. H. Kaufmann
„Zestawienie zawczasu ścisłego planu czy systemu pracy jest jednym z najważniejszych warunków otrzymania dobrego rezultatu”. K. Adamiecki
„Mądrość planów polega na uprzedzeniu trudności wykonawczych”. L. de Claptier Vauvenargues
„Tym krótsza będzie końcowa, uwieńczona realizacją celu, im dłużej się ślęczy nad ogółem przygotowań”. T. Kotarbiński
„Gdy brak jest zgodności co do spraw zasadniczych, bezcelowe jest ustalanie wspólnych planów”. Konfucjusz
„Plany są niczym, planowanie jest wszystkim”. Bell Atlantic
„Planowanie jest projektowaniem przyszłości, jakiej pragniemy, oraz skutecznych środków jej realizacji. Jest ono narzędziem, którym posługują się ludzie mądrzy, ale nie tylko mądrzy. Gdy zajmują się nimi ludzie mniejszego pokroju, często staje się pustym rytuałem, którego produktem jest spokój ducha na krótką metę, ale nie przyszłość, do jakiej się tęskni”. R.L. Ackoff
„Na papierze plany wyglądają imponująco i zawsze funkcjonują – ale właśnie na papierze”. L. Icocca
„Nie można się spodziewać, by przedsięwzięcie w pełni rozwoju było zgodne z pierwotnym jego planem. Równie dobrze można by próbować ukołysać dorosłego w kołysce dziecięcej”. E. Burke
„Plany nie zmieniają rzeczywistości, zmieniają tylko świadomość planujących”. A. Kwiatkowski
„Nawet najlepszy plan bitwy nie przetrwa kontaktu z wrogiem”. H. von Moltke
„W przygotowaniu do walki zawsze potwierdza się, że plany są bezużyteczne, natomiast samo planowanie nieodzowne”. D.D. Eisenhower
„Im bardziej planowo postępują ludzie, tym skuteczniej dotyka ich przypadek”. F. Duerrenmatt
„Planowanie to zastępowanie przypadku pomyłką”. Autor nieznan
„Najbardziej bezsensownymi rzeczami w dziejach świata były konsekwentnie przeprowadzone plany”. K. Capek
„Zaplanuj bycie spontanicznym”. Steven Wright

Źródło: opracowanie własne.

Głosy krytyczne dotyczące planowania wynikają z jego istoty. Planowanie opiera się bowiem na tzw. **podejściu presytuacyjnym**, zakładającym potrzebę wnikliwego i szczegółowego przygotowania działania przed jego rozpoczęciem. Wyrazem tego podejścia jest myśl przytoczona przez twórcę prakseologii T. Kotarbińskiego: „Tym krótsza będzie czynność końcowa, uwieńczona realizacją celu, im dłużej się ślęczy nad ogółem przygotowań”, od dawna istniejąca jako przysłowie: „Im więcej potu na ćwiczeniach, tym mniej krwi w boju”. Podejście presytuacyjne stanowi podstawę współczesnego zarządzania, z czego wynika jego specjalna rola. Istnieje wiele argumentów przemawiających za planowaniem, ale także wiele, które kwestionują jego użyteczność.

„Sporządzenie planu jest tym bardziej niezbędne, im złożone działanie wybiega bardziej w przyszłość. Ale zbyt odległa przyszłość nie pozwala przewidzieć warunków, przez co plan staje się niekompletny albo komplikuje się poprzez uwzględnienie rozwiązań alternatywnych. Plan ma obowiązek przewidzieć przyszłość i zapobiec niepożądanym wpływom sytuacji nieprzewidzianych. Plany »usztynwiają« przyszłość, opisując pracę jako określony ciąg niezmiennych czynów. Tymczasem praca jest ciągle usprawniana zgodnie z cyklem działania zorganizowanego, co znajduje odbicie dopiero w sprawozdaniach z wykonania planów. Plany więc zawsze w pewnym stopniu odbiegają od rzeczywistości mimo uwzględnianej *a priori* ich giętkości”⁵⁰.

Zestawienie głównych argumentów za i przeciwko planowaniu zawiera tabela 1.13.

Tabela 1.13. Argumenty za i przeciwko planowaniu

Argumenty za planowaniem	Argumenty przeciwko planowaniu
Tak dużo planowania, jak to możliwe, ponieważ planowanie: <ul style="list-style-type: none"> - podnosi efektywność działania, - pozwala określić z góry ryzyka i szanse, - zmniejsza presję czasu przy podejmowaniu decyzji, - redukuje złożoność projektu, - ogranicza niepewność i konflikty, - daje lepszy przegląd sytuacji, - usprawnia współdziałanie. 	Tak mało planowania, jak to możliwe, ponieważ planowanie: <ul style="list-style-type: none"> - opóźnia działanie, - jest pracochłonne, - jest kosztowne, - ogranicza elastyczność działania, - jest skomplikowane przy dużym zakresie projektu, - wywołuje sztuczne problemy, - ogranicza kreatywność.

Źródło: M. Bundschuh, *Projekterfolgs- und -misserfolgskriterien*, w: *Projektmanagement Fachmann. Band 1*, RKW-Verlag, Eschborn 2003, s. 203.

Jak wynika z treści tabeli, nie chodzi o całkowitą rezygnację z planowania, lecz dostosowanie treści i formy planów do specyfiki planowanych okoliczności⁵¹. Ten

⁵⁰ T. Pszczołowski, *Mała encyklopedia prakseologii...*, op.cit., s. 160.

⁵¹ Chodzi tu o wybór właściwego poziomu standaryzacji planowania. Zagadnienie standaryzacji, podstawowe dla sprawności i efektywności zarządzania, jest jednak rzadko brane pod uwagę – zarówno w teorii, jak i w praktyce – co jest źródłem wielu niesprawności, również z zakresu planowania. Informacje na temat standaryzacji można znaleźć w: M. Trocki, *Standaryzacja procesów...*, op.cit., s. 63–70.

postulat jest często ignorowany, ponieważ w praktyce mamy najczęściej do czynienia z sytuacją planowania w warunkach niepełnej informacji, a większość koncepcji planistycznych upraszcza tę sytuację do przypadku planowania w warunkach pełnej informacji. „Powodów tego można się doszukiwać w praktyce planowania, która:

- ograniczona jest w znacznym stopniu uproszczonym myśleniem modelowym,
- już w trakcie pozyskiwania informacji sprowadza wielowartościowe (niepewne) oczekiwania do jednowartościowych (pewnych) poprzez stosowanie różnorodnych rezerw ze względu na ryzyko,
- formułuje warianty planów dla różnych oczekiwań przyszłości,
- zakłada, że dokładne uwzględnienie wszystkich niepełnych informacji o przyszłym rozwoju tylko w nieistotnym stopniu wpływa na określone deterministycznie wyniki planowania”⁵².

Powody leżące u podstaw krytyki planowania wyjaśnia J. Pasieczny. „O ile konieczność uświadomienia sobie głównych i częściowych celów jest zupełnie oczywista, o tyle wiele kontrowersji (przynajmniej w praktyce) budzi postulat tworzenia planu i to w rozbudowanej formie pisemnej. Istnieje wiele czynników zniechęcających do planowania. Są nimi brak czasu i cierpliwości, chęć natychmiastowej realizacji zamierzeń, niechęć do papierkowej roboty, przekonanie, że jakoś to będzie. W przypadku małych przedsiębiorstw takim czynnikiem jest również brak odpowiedniej wiedzy i umiejętności planistycznych”⁵³. Zastrzeżenia co do planowania – obiektywnej i subiektywnej natury – nie powinny być powodem rezygnacji z planowania, ponieważ planowanie działalności ma niezaprzeczalne zalety. „Planowanie nie jest przeciwieństwem elastyczności – jest wrogiem kosztownego chaosu. Dzięki niemu można oszacować konsekwencje przyjęcia różnych strategii, taktyk i sekwencji działań bez ponoszenia kosztów i nadmiernego ryzyka. Dzięki temu pracujemy mądrzej – określony efekt uzyskujemy przy niższych nakładach. (...) Planowanie sprzyja koncentracji na najważniejszych celach – wiąże się to z hierarchizacją celów w biznesplanach. Planowanie daje większą pewność, że nie zostanie pominięta żadna z ważnych czynności – co wynika z odpowiedniej analizy przedsięwzięcia w trakcie sporządzania planu. Wrażenie, że w trakcie tworzenia firmy lub przedsięwzięcia o wszystko zadbano i o wszystkim się pamięta, jest złudne. Planowanie zapobiega myśleniu życzeniowemu. Niejednokrotnie przedsiębiorcy świadomie unikają analizowania nieprzyjemnych bądź trudnych aspektów przyszłej działalności. Koncentrują się wyłącznie na przyszłych dochodach i zyskach. Jednak tworząc plan, są zmuszeni przeanalizować wszystkie koszty, jakie będą

⁵² M. Schweitzer, *Planung und Kontrolle*, op.cit., s. 28.

⁵³ J. Pasieczny, *Biznesplan*, PWE, Warszawa 2007, s. 15.

musieli ponieść. Zbyt optymistyczne założenia przyjęte przy opracowywaniu planu mogą być zweryfikowane przez oceniających ten dokument. Planowanie zwiększa motywację do osiągania celów – plan jest nie tylko wiążącym dokumentem, lecz rodzajem zobowiązania do podjęcia określonych działań. Planowanie z definicji wymusza orientację na przyszłość – wszelkiego rodzaju działania uwzględnione w planie służą osiągnięciu przyszłych celów. Dzięki temu zarówno autorzy planu, jak i wykonawcy »przyzwyczajają się« do myślenia w dłuższym horyzoncie czasu. Jest to szczególnie ważne, gdyż niezwykle często jesteśmy przytłoczeni sprawami bieżącymi (albo wręcz zaległymi) i nie myślimy o przyszłości. Planowanie ogranicza strach przed przyszłością. Wiąże się to z koniecznością prognozowania – badania przyszłości na potrzeby biznesplanów. Badanie przyszłości i budowanie scenariuszy postępowania zmieniają optykę wielu osób – przyszłość jest już nie tylko źródłem zagrożeń, lecz staje się również źródłem szans⁵⁴.

Krytyka podejścia presytuacyjnego doprowadziła do rozwoju koncepcji planowania w dwóch kierunkach: po pierwsze, do ulepszenia tradycyjnego/klasycznego podejścia presytuacyjnego, a po drugie, do rozwoju podejścia sytuacyjnego.

Tabela 1.14. Rozwój podejścia presytuacyjnego do planowania

Podejście tradycyjne/klasyczne	Podejście współczesne
Planistą jest jedna osoba (przedsiębiorca)	Planistami są członkowie zespołu, działający w warunkach podziału pracy i hierarchicznej zależności
Planowanie jest rozciągnięte nieskończenie w czasie, ciągłe	Proces planowania jest sekwencją różnych ustrukturyzowanych procesów cząstkowych (faz planowania), angażujących czas o zróżnicowanym zasięgu czasowym
Planowanie służy osiągnięciu pojedynczego celu, jednoznacznie sformułowanego (najczęściej jako maksymalizacja zysku)	Planowanie służy osiągnięciu systemu celów obejmującego uporządkowany zbiór pojedynczych celów zróżnicowanych w odniesieniu do czasu i zawartości konfliktów, a także o zróżnicowanych priorytetach, szczegółowości, akceptacji itd.
Planiście znany jest w pełni zbiór wariantów działania możliwych do realizacji	Każdy wariant rozwiązania problemu możliwy do realizacji jest z reguły kombinacją zmiennych decyzyjnych, których liczba i powiązania nie zawsze są znane planiście. Dla zbioru alternatyw możliwych do realizacji oznacza to (dopuszczalny obszar), że może być on zredukowany lub nawet otwarty.
Prognoza parametrów (danych) potrzebnych do planowania może być określona jednowartościowo (pewnie)	Prognoza parametrów (danych) potrzebnych do planowania w wielu przypadkach może być określona tylko wielowartościowo (niepewnie)
Prognoza skutków realizacji celu każdego wariantu działania może być określona jednowartościowo (pewnie)	Prognoza skutków realizacji celów każdego wariantu działania w wielu przypadkach może być określona tylko wielowartościowo (niepewnie)

⁵⁴ Ibidem, s. 15–16.

Podejście tradycyjne/klasyczne	Podejście współczesne
Warianty działania są uznawane za optymalne, gdy powodują ekstremalne skutki realizacji celu	Warianty działania są uznawane za optymalne, gdy wybrane są według akceptowanych reguł decyzyjnych (w warunkach pewności, ryzyka, niepewności), przy czym ekstremalny wariant jest optymalny tylko w specjalnych przypadkach
Dla określenia rozwiązania problemu istnieje efektywna (obliczeniowa) metoda prowadząca do optimum	Dla określonych problemów istnieją efektywne (obliczeniowe) metody prowadzące do optimum, dla innych brak jest odpowiednich algorytmów lub, jeśli są, nie prowadzą do optymalnych rozwiązań. Planowanie musi się posługiwać heurystykami istniejącymi lub opracowanymi od nowa i rozwiązywać złożone problemy planistyczne przy pomocy symulacji prowadzących do przybliżonych rozwiązań

Źródło: M. Schweitzer, *Planung und Kontrolle*, op.cit., s. 28–30.

Podejście sytuacyjne to podejście zakładające ograniczenie przygotowania działania do określenia celu i ogólnego kierunku działania oraz reagowania stosownie do pojawiających się, nieprzewidywalnych okoliczności. Zarządzanie oparte na tym podejściu jest określane jako adaptacyjne, zwinne zarządzanie (ang. *agile management*). Powyższe rozważania należy odnieść do szerszych zagadnień teorii zarządzania i teorii koordynacji.

Argumenty przeciwko planowaniu podważają sens planowania tylko w odniesieniu do nielicznych specyficznych sytuacji. W zdecydowanej większości przypadków przeważają argumenty za planowaniem, w rezultacie czego planowanie jest traktowane jako podstawowe narzędzie zarządzania we wszystkich jego dziedzinach, także w zarządzaniu projektami.

1.3. Planowanie w zarządzaniu projektami

1.3.1. Znaczenie planowania dla zarządzania projektami

Większość wyników badań czynników sukcesu i niepowodzeń projektów jako jeden z kluczowych czynników wskazuje profesjonalne planowanie projektu. Przykładowo badania przeprowadzone w 2008 r. przez *GPA Deutsche Gesellschaft fuer Projektmanagement* określiły planowanie jako jeden z pięciu kluczowych czynników sukcesu projektów obok kwalifikacji uczestników projektu, dobrej komunikacji, jasnych celów i wymagań oraz doświadczenia i zaangażowania naczelnego kierownictwa⁵⁵.

⁵⁵ C. Engel, A. Tamljidi, N. Quadejacob, *Erfolge und Scheitern im Projektmanagement*, GPA/PA Consulting Group 2008, s. 8.

W innym badaniu przeprowadzonym przez tę organizację 55,6% uczestników badania jako pierwszorzędny deficyt wiedzy z zakresu zarządzania projektami wskazało procesy i metody planowania⁵⁶.

Pozytywny wpływ profesjonalnego planowania na sukces projektu potwierdzają także badania przeprowadzone przez S. Spółkę w polskich przedsiębiorstwach. W projektach zakończonych sukcesem faza planowania trwała średnio 7 miesięcy, podczas gdy realizacja – średnio 13 miesięcy. Natomiast w projektach zakończonych porażką (przekroczony czas, budżet lub zakres niekompletny) faza planowania trwała średnio 5 miesięcy, podczas gdy realizacja – średnio 24 miesiące⁵⁷. Badania przeprowadzone wśród kierowników projektów wykazały, że określenie daty zakończenia projektu na podstawie bardzo dokładnie zaplanowanej pracochłonności zadań jest czynnikiem wpływającym na sukces projektu⁵⁸.

Powszechne jest przekonanie, że „powodzenie wszystkich projektów zależy jednak od tego, jak zostały zaplanowane i rozpoznane od samego początku, a zatem pierwsze etapy każdego projektu są najważniejsze i trzeba im poświęcić wiele uwagi. (...) Badania jasno wykazały, że warto poświęcić czas na te etapy, ponieważ:

- uzyskuje się znaczne skrócenie czasu realizacji projektu oraz jest możliwa radykalna redukcja kosztów,
- precyzyjniej ustala się cele i plany, które potem łatwiej osiągnąć i wykonać,
- ustala się styl reszty procesu, gdyż decyzje podjęte na wczesnych etapach projektu mają dalekosiężne następstwa,
- minimalizuje się ryzyko konieczności wprowadzania zmian w trakcie projektu, co mogłoby być bardzo kosztowne.

Przygotowując mocne fundamenty, zmniejszamy ryzyko katastrofy”⁵⁹.

1.3.2. Miejsce planowania projektów w systemie planowania organizacji

Przedmiotem planowania w organizacji jest przede wszystkim jej powtarzalna działalność. Planowanie działalności organizacji obejmuje dwa poziomy: planowania strategicznego i planowania operatywnego. Na planowanie strategiczne składają się

⁵⁶ *Potentiale und Bedeutung des Projektmanagements aus der Perspektive des Topmanagements*, GPM/Straschag Institute, European Business School, 2008, s. 30.

⁵⁷ S. Spółka, *Zarządzanie projektami w wybranych przedsiębiorstwach – wyniki badań*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej”, Seria: Organizacja i Zarządzanie, z. 23, Politechnika Śląska, Gliwice 2004, s. 76–77.

⁵⁸ S. Spółka, *Rekomendacje dla skutecznego zarządzania projektami w przedsiębiorstwie*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej”, Seria: Organizacja i Zarządzanie, z. 36, Politechnika Śląska, Gliwice 2006, s. 174.

⁵⁹ R. Buttrick, *Zarządzanie projektami w firmie, w: Zarządzanie firmą. Część 1*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 21.

trzy grupy zagadnień planistycznych: planowanie strategii ogólnej organizacji, planowanie jej strategii biznesowych i planowanie strategii funkcjonalnych. **Planowanie strategii ogólnej** (ang. *corporate level strategy*) ma na celu zapewnienie utrzymania i rozwoju organizacji poprzez określenie docelowego zestawu działalności biznesowej organizacji (ang. *strategic business unit* – SBU). Wyniki planowania strategii ogólnej stanowią podstawę **planowania strategii biznesowych** (ang. *business level strategy*), wyznaczającego cele biznesowe i drogi rozwoju poszczególnych dziedzin działalności biznesowej organizacji. Strategie biznesowe rozwijane są następnie w trakcie **planowania strategii funkcjonalnych** (ang. *functional level strategy*) w przedsięwzięcia z zakresu poszczególnych obszarów funkcjonalnych zarządzania organizacją, służące rozwojowi potencjałów organizacji⁶⁰. Strategie, aby było skuteczne, muszą być przekształcone w działania operatywne, czyli dotyczące bieżącej działalności. Służy temu **planowanie operatywne, wykonawcze organizacji**. Obejmuje ono planowanie poszczególnych dziedzin działalności bieżącej organizacji: sprzedaż, produkcję/świadczenie usług, zaopatrzenie, zatrudnienie itd.

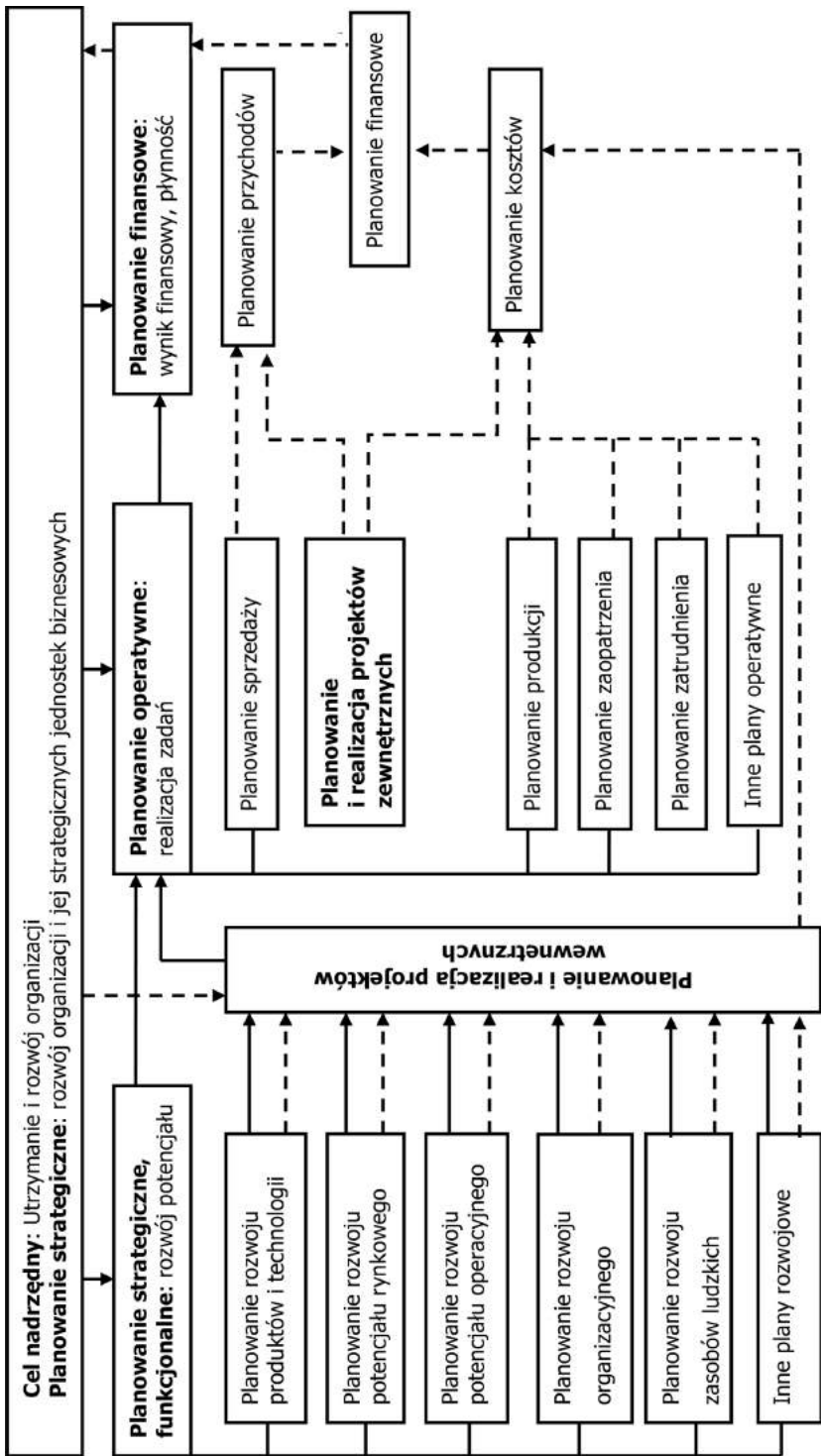
Planowanie projektów jest jedną z wielu dziedzin planowania organizacji. Ponieważ dotyczy ono niepowtarzalnych działalności, jest realizowane niejako obok planowania działalności powtarzalnej organizacji, musi jednak brać je pod uwagę. Obydwa przypadki planowania są zorientowane na realizację wspólnych celów organizacji, dotyczą tego samego środowiska organizacyjnego i korzystają, w znacznym stopniu, z tych samych zasobów. Miejsce planowania projektów w systemie planowania organizacji zostało przedstawione na rysunku 1.5.

Powiązania planowania projektów z planowaniem działalności organizacji jest odmienne dla tzw. projektów wewnętrznych i zewnętrznych. Projekty wewnętrzne to projekty podejmowane dla rozwiązania wewnętrznych problemów organizacji, najczęściej dotyczące rozwoju jej zasobów, finansowane ze środków organizacji i z tego powodu określane często jako kosztowe. Projekty zewnętrzne to projekty wykonywane na zlecenie klientów organizacji i przez nich opłacane, z tego względu określane jako dochodowe. Powiązanie planowania działalności organizacji i planowania projektów stanowi złożoną problematykę określaną jako strategiczne zarządzanie projektami⁶¹.

⁶⁰ Szczegółowe omówienie problemów zarządzania strategicznego i ich rozwiązań można znaleźć m.in. w: G. Gierszewska, M. Romanowska, *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 2002; M. Romanowska, *Planowanie strategiczne w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2009.

⁶¹ Więcej informacji na ten temat można znaleźć np. w: *Strategiczne zarządzanie projektami*, red. M. Trocki, E. Sońta-Drączkowska, Bizarre, Warszawa 2009.

Rysunek 1.5. Miejsce planowania projektów w systemie planowania organizacji



Źródło: opracowanie własne.

1.3.3. Dziedziny i rodzaje planowania projektów

Planowanie jako centralna funkcja zarządzania odgrywa istotną rolę również w zarządzaniu projektami. Z punktu widzenia przedmiotu planowania w zarządzaniu projektami mamy do czynienia przede wszystkim z **planowaniem przebiegu projektu**, obejmującym **planowanie struktury projektu** (przedstawiające zadania projektu i niezbędne do ich realizacji czynności), **planowanie terminów projektu** (przedstawiające przebieg projektu w czasie), **planowanie zasobów projektu** (przedstawiające rozdział zasobów na poszczególne zadania i czynności projektu oraz ich rozkład w czasie), a także **planowanie kosztów projektu** (czyli budżetowanie). Poza tym przedmiotem planowania w zarządzaniu projektami mogą być, choć w różnym zakresie, zagadnienia przekrojowe, np. ryzyko (**planowanie ryzyka projektu**), jakość (**planowanie jakości projektu**), komunikacja (**planowanie komunikacji projektu**), zaopatrzenie (**planowanie zaopatrzenia projektu**) itd. Z punktu widzenia zasięgu czasowego (horyzontu) i skutków planowanie w zarządzaniu projektami jest to przede wszystkim **planowanie strategiczne** (dążące do realizacji celów długookresowych), **planowanie taktyczne** (dążące do realizacji celów średniookresowych) i rzadziej **planowanie operatywne** (dążące do realizacji celów krótkoterminowych).

Planowanie projektów może być realizowane przez stopniowe przechodzenie od **planowania wstępnego** (ogólnego), poprzez **planowanie zgrubne** do **planowania szczegółowego**. Ten ostatni podział oznacza nie tylko alternatywne zastosowanie planów o różnym poziomie szczegółowości, lecz także stopniowość planowania zadań i środków oraz powiązanej z tym selekcji. Z istoty projektu wynika, że jest to **planowanie niepowtarzalne**. W rezultacie planowania powstaje **plan projektu**, czyli zaakceptowany opis możliwego w przyszłości doboru i układu części składowych (czynności) projektu zjednoczonych wspólnym celem. Plan opracowany przed rozpoczęciem wykonawstwa projektu jest określany jako **plan bazowy projektu**. Plan bazowy w trakcie realizacji projektu podlega zazwyczaj licznym modyfikacjom wynikającym ze zmian okoliczności nieznanych w trakcie jego opracowywania.

1.4. Charakterystyka głównych procesów/etapów planowania przebiegu projektu

1.4.1. Procesy poprzedzające planowanie przebiegu projektu

Miejsce planowania na tle cyklu zarządzania przebiegiem projektu przedstawiono na rysunku 1.6.

Rysunek 1.6. Planowanie projektu na tle cyklu zarządzania przebiegiem projektu



Źródło: opracowanie własne.

Planowanie przebiegu projektu jest poprzedzone procesami/etapami⁶² inicjowania projektów, definiowania projektu i organizowania zespołu projektowego. Na planowanie przebiegu projektu składają się trzy powiązane ze sobą procesy: planowanie struktury projektu, planowanie terminów projektu i planowanie zasobów projektu, w tym planowanie kosztów projektu, czyli budżetowanie. W planowaniu przebiegu projektu są wykorzystywane wyniki projektowania zamierzonego rezultatu projektu. Dokumentacja projektowa rezultatu projektu, wyniki planowania przebiegu projektu w postaci planu bazowego i budżetu projektu oraz organizacja wykonawstwa projektu stanowią podstawę do realizacji projektu. Realizacja projektu podlega sterowaniu, tj. kontroli i koordynacji. Po osiągnięciu zamierzonego rezultatu projektu następuje zamknięcie projektu.

Procesy planowania przebiegu projektu są poprzedzone procesami inicjowania i definiowania projektu. Inicjowanie projektów polega na poszukiwaniu pomysłów projektów, formułowaniu i zgłaszaniu tych pomysłów w formie inicjatyw projektów, ocenie przydatności zgłoszonych inicjatyw i decydowaniu o ich dalszym losie. Inicjatywy projektów uznane za wartościowe są poddawane definiowaniu, czyli takiemu opisowi, który byłby właściwy z punktu widzenia dalszych procesów zarządzania projektami.

Definiowanie projektu polega na: określeniu celów projektu (pożądanych rezultatów, terminu i kosztów) i zakresu projektu, dokonaniu oceny celowości, wykonalności i korzystności (efektywności) oraz ryzyka projektu. Proces definiowania projektu kończy opracowanie specyfikacji wymagań projektu. Wymaganą zawartość definicji projektu określa się ogólnie akronimem BOSCARD, który oznacza, że powinna ona

⁶² Procesy, czyli celowe ciągi działań, mogą być traktowane jako etapy, gdy zostanie określona ich logiczna kolejność w ramach szerszego przedsięwzięcia, np. w cyklu zarządzania projektem, tak jak ma to miejsce w omawianym przypadku.

obejmować co najmniej następujące informacje: tło projektu (ang. *background*), jego cele (ang. *objectives*), zakres (ang. *scope*), ograniczenia (ang. *constraints*), założenia (ang. *assumptions*), ryzyko (ang. *risks*) i rezultaty (ang. *deliverables*). „Specyfikacja projektu jest to nadrzędna i centralna techniczna dokumentacja przedsięwzięcia. Zawarte są w niej główne dane projektowanego systemu. Specyfikacja jest dokumentem stanowiącym punkt odniesienia dla systemowych dziedzin projektu i służy jako dokument referencyjny dla planowania terminów i kosztów projektu. Ponadto stanowi ona podstawę dla negocjacji kontraktów. Kierownictwu projektu specyfikacja służy nie tylko jako podstawa planowania, lecz także jako instrument sterowania przebiegiem projektu”⁶³. Zakres i forma specyfikacji wymagań zależą od rodzaju projektu, w niektórych dziedzinach są w wysokim stopniu sformalizowane, w innych możliwe do swobodnego kształtowania. Niektóre elementy definiowania projektu – określanie zamierzonych rezultatów i specyfikowanie wymagań – bywają włączane do planowania przebiegu projektu jako tzw. **planowanie celów projektu**.

Tabela 1.15. Wymagania wobec celów projektu

Kategoria wymagań	Opis szczegółowy wymagań
Zgodność ze strategią	Cele projektu nie mogą być sprzeczne z nadrzędnymi założeniami strategii przedsiębiorstwa
Neutralność w sferze rozwiązań	Cele projektu muszą dopuszczać różne możliwości rozwiązania, nie mogą wyznaczać tylko jednego rozwiązania
Brak rozwlekłości	Tych samych celów nie powinno określać się wielokrotnie (także za pomocą innych pojęć)
Brak sprzeczności	Cele nie powinny być sprzeczne. Należy określić priorytety poszczególnych celów, co pomoże uniknąć konfliktów
Realizowalność	Musi istnieć możliwość korekty celów w ramach projektu
Wymierność	Cele należy formułować tak, aby już na początku realizacji projektu było jasne, za pomocą jakich kryteriów i mierników jest określane osiągnięcie celów
Kompletność	Wszystkie istotne cele powinny być precyzyjnie określone i wymierne
Istotność	Cel powinien leżeć w sferze prac danego projektu
Aktualność	Cele należy na bieżąco kontrolować i szczegółowo dostosowywać do aktualnej sytuacji i stanu wiedzy

Źródło: B. Lent, *Zarządzanie procesami prowadzenia projektów. Informatyka i telekomunikacja*, Difin, Warszawa 2005, s. ZOC-4.

Sporządzenie definicji projektu pozwala na podjęcie realizacji następujących procesów zarządzania przebiegiem projektu. Ponieważ są to procesy wymagające specjalistycznej wiedzy, której nie posiadają dotychczasowi uczestnicy projektu, konieczne jest utworzenie zespołu specjalistów kompetentnych w zakresie proble-

⁶³ B.J. Madauss, *Handbuch Projektmanagement*, Schaeffer-Poeschel, Stuttgart 2000, s. 147–148.

matyki projektu, czyli zespołu projektowego. **Organizowanie zespołu projektowego** jest w związku z tym procesem zarządzania przebiegiem projektu. Obejmuje ono następujące zagadnienia: określenie miejsca i roli zespołu projektowego w strukturze organizacji realizującej projekt, powołanie kierownika projektu i ewentualnie innych instancji kierowniczych (np. komitetu sterującego), powołanie zespołu projektowego, zorganizowania pracy zespołu projektowego (struktura organizacyjna, podział obowiązków, plan prac, wyposażenie, komunikacja, finansowanie itd.), opracowanie instrumentów motywacyjnych, uzgodnienie zasad współpracy z interesariuszami projektu. Zespół projektowy zajmuje się całokształtem prac przygotowawczych, w tym również planowaniem. Opis kompetencji uczestników projektów można znaleźć w literaturze przedmiotu⁶⁴.

Tabela 1.16. Podział obowiązków z zakresu planowania – przykład

Kierownik projektu	<ul style="list-style-type: none"> • opracowanie szczegółowego planu projektu, dostosowanie metod planowania do potrzeb projektu • zapewnienie zaangażowanie kierownictwa, użytkowników i kontrahentów/wykonawców w projekcie
Sponsor projektu	<ul style="list-style-type: none"> • udział w czynnościach planistycznych • zatwierdzanie finansowania wraz z komitetem sterującym
Komitet sterujący projektu	<ul style="list-style-type: none"> • dokonywanie przeglądów i zatwierdzanie planu projektu • dokonywanie przeglądów/ocena znaczenia i zatwierdzanie analizy ryzyka projektu • budżetowanie i ustanawianie rezerw finansowych w oparciu o analizy ryzyka
Członkowie zespołu projektowego	<ul style="list-style-type: none"> • wykonywanie czynności planistycznych związanych z planowaniem przebiegu projektu • udział w opracowywaniu planu jakości i planu konfiguracji projektu • identyfikowanie narzędzi podnoszenia produktywności dla projektu
Specjalista zarządzania konfiguracją	<ul style="list-style-type: none"> • pomoc w opracowywaniu planu konfiguracji projektu • pomoc w identyfikowaniu obiektów objętych zarządzaniem konfiguracją projektu • pomoc w identyfikowaniu narzędzi zarządzania konfiguracją dla wspierających potrzeby projektu
Specjalista zapewnienia jakości	<ul style="list-style-type: none"> • weryfikowanie, czy plany były opiniowane przez wszystkich interesariuszy projektu • dokonywanie przeglądów procesów szacowania i planowania
Użytkownik końcowy	<ul style="list-style-type: none"> • dokonywanie przeglądów planu projektu w ramach komitetu sterującego
Specjaliści IT	<ul style="list-style-type: none"> • dokonywanie przeglądów i udzielanie pomocy w zakresie identyfikowania ryzyka projektów • weryfikowanie definicji celów projektu • nadzorowanie projektów wysokiego ryzyka

Źródło: *Project Management Methodology – Section 1: Project Management Overview*, State of Kansas 1999, s. 10–20.

Utworzenie zespołu projektowego umożliwia rozpoczęcie prac projektowych w dwóch kierunkach: projektowania zamierzonego rezultatu projektu i planowania

⁶⁴ *Zarządzanie wiedzą w projektach. Metodyki, modele kompetencji i modele dojrzałości*, red. M. Trocki, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2011.

przebiegu projektu. **Projektowania zamierzonego rezultatu projektu** obejmuje następujące zagadnienia: sprecyzowanie wymagań odnośnie do zamierzonego rezultatu projektu, określonych w procesie definiowania projektu, opracowanie systemowych rozwiązań obiektu projektu, opracowanie szczegółowych rozwiązań dla części składowych (podsystemów, części elementarnych) obiektu projektu, przyjęcie zakresu i formy dokumentacji rozwiązań projektowych, weryfikowanie rozwiązań projektowych i ich zatwierdzenie.

Rozpoczęcie procesów planistycznych zarządzania przebiegiem projektu jest możliwe dopiero po przyjęciu systemowych rozwiązań projektu (struktury obiektu projektu), ponieważ stanowią one podstawę pierwszego procesu planistycznego, czyli planowania struktury projektu.

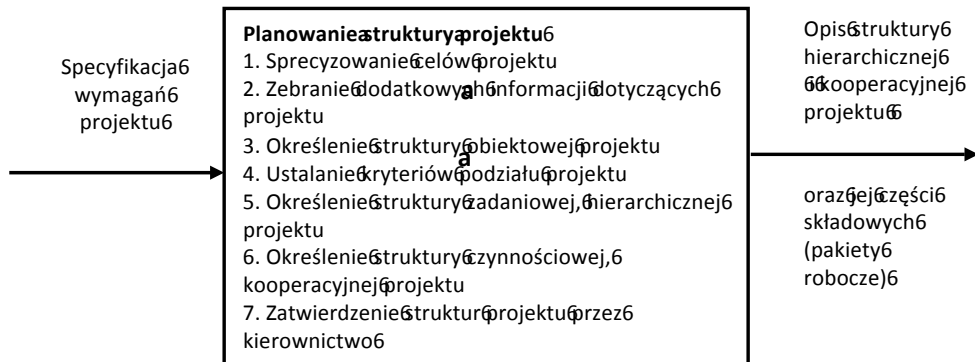
1.4.2. Planowanie struktury projektu

Specyfikacja wymagań projektu stanowi dane wejściowe pierwszego procesu planistycznego zarządzania przebiegiem projektu, mianowicie planowania struktury projektu. Schemat tego procesu został przedstawiony na rysunku 1.7.

Planowanie struktury projektu polega na odpowiedzi na następujące pytania.

- 1) Czy cele projektu są zrozumiałe i dokładnie określone?
- 2) Jakie informacje są niezbędne dla opisu struktury projektu?
- 3) Czy znana jest struktura obiektu powstającego w wyniku projektu?
- 4) W jakim zakresie struktura projektu powinna odzwierciedlać strukturę obiektu?
- 5) Według jakich kryteriów należy dzielić projekt na części składowe?
- 6) Jak głęboki ma być podział, kiedy trzeba go zakończyć?
- 7) Jaka ma być ostateczna postać (treść i forma) struktury zadaniowej (hierarchicznej) projektu?
- 8) Jakie związki przyczynowo-skutkowe występują pomiędzy częściami elementarnymi projektu?
- 9) Jaka ma być ostateczna postać (treść i forma) struktury czynnościowej (koopeacyjnej) projektu?
- 10) Jak powinny być opisane części elementarne projektu?
- 11) Jaki powinny być powiązane zadania i czynności projektu ze strukturą organizacyjną projektu?

Rysunek 1.7. Schemat procesu planowania struktury projektu



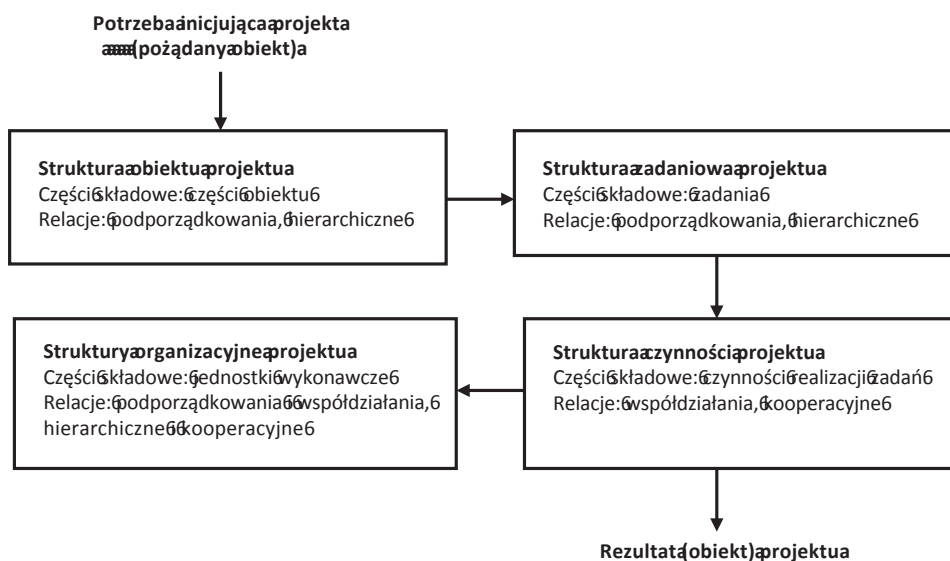
Źródło: opracowanie własne.

Informacje przekazywane z procesu definiowania projektu są zazwyczaj niewystarczające dla planowania struktury projektu. Z tego względu proces planowania struktury projektu rozpoczyna się od sprecyzowania celów projektu i zebrania dodatkowych informacji dotyczących projektu. Celem planowania w ramach tego procesu jest określenie struktury projektu, czyli zestawu jego części składowych i ich wzajemnych relacji. Wynikają z tego dwa pytania wymagające odpowiedzi: o jakie części składowe i o jakie relacje chodzi? Odpowiedź na powyższe pytania jest następująca:

- celem projektu jest osiągnięcie zamierzonego rezultatu w postaci obiektu spełniającego wyspecyfikowane wymagania,
- obiekt jest złożony z powiązanych ze sobą hierarchicznie (relacjami podporządkowania) części składowych, a więc niezbędna jest znajomość **struktury obiektowej projektu**,
- stworzenie tych części składowych i powiązanie ich w całość tworzącą zamierzony obiekt projektu wyznacza **strukturę zadaniową projektu**; struktura ta jako pochodna struktury obiektu projektu ma także charakter hierarchiczny⁶⁵,
- realizacja poszczególnych zadań projektu wymaga realizacji odpowiednich czynności powiązanych ze sobą relacjami kooperacyjnymi (przyczynowo-skutkowymi), tworzących **strukturę czynnościową projektu**,
- struktura zadań i czynności projektu stanowi podstawę do opracowania **struktur organizacyjnych projektu**; struktury te mają zarówno charakter hierarchiczny, jak i kooperacyjny.

⁶⁵ Struktura ta jest często określana jako struktura podziału pracy (ang. *work breakdown structure* – WBS).

Rysunek 1.8. Rodzaje struktur projektu i ich wzajemne powiązania



Źródło: opracowanie własne.

Problemem do rozstrzygnięcia w ramach planowania struktury projektu jest dobór kryteriów podziału i głębokość podziału hierarchicznego projektu na jego części składowe, czyli zadania elementarne. Przy doborze kryteriów podziału należy pamiętać, że podział ten stanowi podstawę planowania realizacji projektu oraz kontroli i koordynacji jego wykonawstwa, a więc musi być dogodny z tych punktów widzenia. Jako kryteria podziału przyjmuje się podobieństwo rodzajowe działań (podział funkcjonalny), związek działań z określonym przedmiotem działania (podział przedmiotowy) lub z określonym terytorium działania (podział terytorialny). Zazwyczaj podział obejmuje od trzech do pięciu poziomów. Podział powinien doprowadzić do wyodrębnienia elementarnych części składowych, których realizacja może stanowić oddzielne zadania charakteryzujące się jednością wykonawcy, czasu, miejsca i stosowanych środków oraz powinien zapewniać skuteczne i efektywne zarządzanie projektem.

„Złożoną działalność należy dzielić i przenosić na coraz mniejsze zespoły, ale zawsze tak, ażeby mogły powstać zamknięte komórki, jako określoną, chociaż niewielką całość z określonym, dla niej obowiązującym celem podrzędnym. Dzielenie w ten sposób całość, dochodzimy do indywidualnych wykonawców, już zdawałoby się niepodzielnych: oni również muszą mieć określone ustalone zadanie, plan swoich czynności i określoną zależność od jednego kierownika. (...) Widzimy, że zasada

jedności planu i jej konsekwencji – jedności rozkazodawstwa – jest powszechna od góry aż do dołu, od czynności skomplikowanych zespołowych do mniej złożonych indywidualnych”⁶⁶.

Jako komentarz można podać zasady dowodzenia sformułowane przez Carla von Clausewitza: „Jeśli całość ma zbyt mało jednostek, jest niesterowalna. Jeśli jednostki całości są zbyt duże, wówczas osłabia to władzę najwyższego dowództwa. Jeśli linia dowodzenia ma zbyt wiele szczebli, wówczas siła rozkazów jest podwójnie osłabiona na skutek rozwodnienia i straty czasu”⁶⁷.

Struktury zadaniowe (hierarchiczne) projektu są zazwyczaj opisywane w postaci listy strukturalnej hierarchicznej, jako pomocniczy może być stosowany zapis w formie graficznego schematu strukturalnego. Nie stanowi ona zwykle wystarczającej podstawy dla dalszych procesów planowania przebiegu projektu, służy określeniu struktury zadań projektu i elementarnych części składowych projektu. Właściwą podstawą dla dalszych czynności planistycznych jest struktura czynnościowa (kooperacyjna). Powiązanie struktury zadaniowej (hierarchicznej) i czynnościowej (kooperacyjnej) projektu przedstawia rysunek 1.9.

Struktury czynnościowe (kooperacyjne) projektów są opisywane w postaci list strukturalnych kooperacyjnych lub wykresów sieciowych. Wykresy sieciowe są to graficzne przedstawienia struktury kooperacyjnej projektów w postaci elementów graficznych dwojakiego rodzaju – kół lub prostokątów oraz łączących je strzałek. W zależności od sposobu oznaczania elementów struktury – czynności i łączących je relacji przyczynowo-skutkowych – mamy do czynienia z dwoma rodzajami wykresów sieciowych. W **wykresach sieciowych pierwszego rodzaju AoA** (ang. *activity on arrow*) czynności są przedstawione jako krawędzie grafu w postaci strzałek (łuków), natomiast ich relacje (zdarzenia) są przedstawione jako węzły grafu w postaci kół lub rzadziej prostokątów. W **wykresach sieciowych drugiego rodzaju AoN** (ang. *activity on node*) czynności są przedstawione jako węzły grafu w postaci prostokątów, natomiast łączące je relacje są przedstawione jako krawędzie grafu w postaci strzałek (łuków). Obydwa rodzaje wykresów sieciowych są stosowane w zarządzaniu projektami.

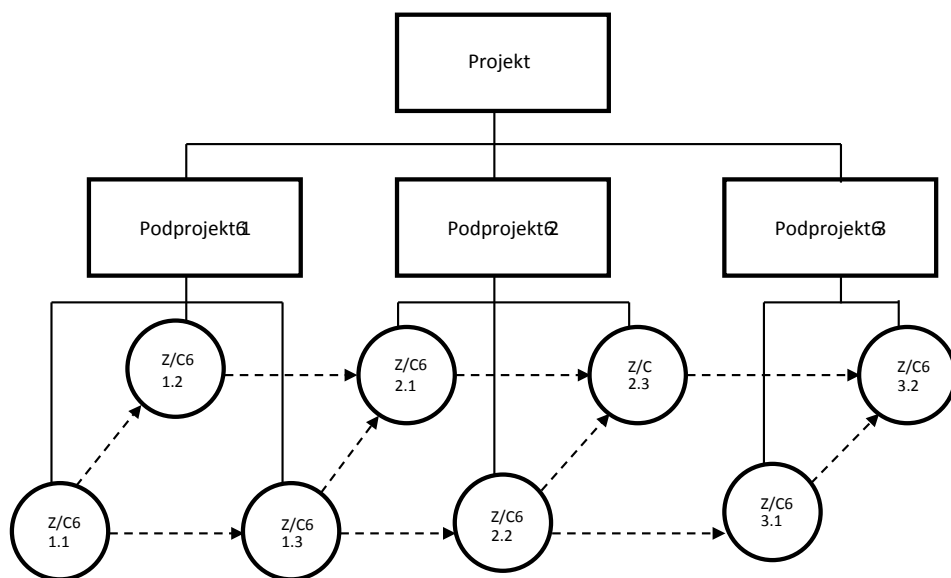
Ponieważ przedmiotem planowania są przyszłe struktury projektu, istotna dla postaci planowanej struktury jest pewność informacji planistycznej. W zależności od niej w zarządzaniu projektami możemy mieć do czynienia ze **strukturami deterministycznymi** lub **strukturami alternatywnymi (stochastycznymi)**⁶⁸ projektu.

⁶⁶ Z. Rytel, *Kierownictwo*, op.cit., s. 10.

⁶⁷ C. von Clausewitz, *O wojnie. Biografia*, Muza, Warszawa 2009.

⁶⁸ Stochastyczność struktury projektu oznacza, że poszczególnym wariantom przebiegu projektu mogą być przypisane prawdopodobieństwa stanowiące podstawę wyboru właściwego wariantu.

Rysunek 1.9. Powiązanie struktury hierarchicznej i kooperacyjnej projektu



Struktury: — hierarchiczna, - - - -> kooperacyjna

Elementarne części składowe projektu: Z – zadania, C6 – czynności

Źródło: opracowanie własne.

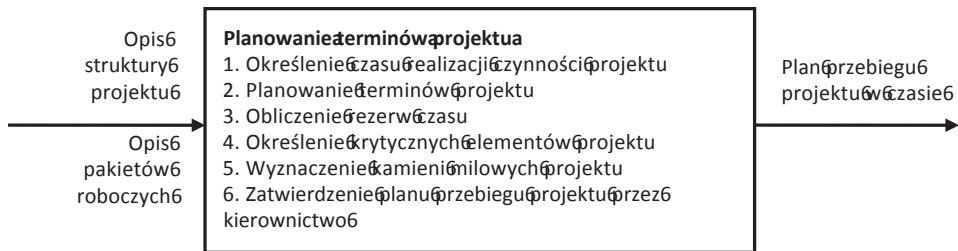
Po ustaleniu ostatecznej wersji struktury projektu jest dokonywany opis czynności składających się na projekt w sposób umożliwiający zlecenie ich wykonania poszczególnym wykonawcom w postaci tzw. pakietów roboczych (ang. *work packages*). Pakiety robocze mogą obejmować jedną lub kilka czynności i stanowią powiązanie struktury zadaniowej projektu ze strukturą organizacyjną. Do opisu struktur projektu są stosowane różnorodne techniki⁶⁹.

1.4.3. Planowanie terminów projektu

Struktura projektu stanowi podstawę planowania przebiegu w czasie określanego skrótowo jako planowanie terminów projektu. Schemat tego procesu przedstawiono na rysunku 1.10.

⁶⁹ Ich opis można znaleźć w literaturze przedmiotu, np. M. Trocki, *Określenie struktury projektu*, Euro Expert, Warszawa 2003; M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, op.cit.

Rysunek 1.10. Schemat procesu planowania terminów projektu



Źródło: opracowanie własne.

Planowanie terminów projektu polega na odpowiedzi na następujące pytania.

- 1) Ile czasu potrzeba na wykonanie elementarnych części (czynności, pakietów roboczych) projektu?
- 2) Jakie powinny być terminy rozpoczęcia i zakończenia czynności projektu?
- 3) Jaki jest możliwy termin zakończenia projektu, a jaki konieczny termin rozpoczęcia projektu?
- 4) Jakie występują w projekcie rezerwy czasu?
- 5) Jaka jest ścieżka krytyczna projektu?
- 6) Jakie są kamienie milowe projektu?

Pierwszym problemem do rozwiązania jest oszacowanie czasu potrzebnego na wykonanie czynności (pakietów roboczych) projektu⁷⁰. Skala trudności tego problemu jest zależna od sytuacji projektowej. W przypadku projektów standardowych – o niewielkiej oryginalności, niezbyt złożonych, krótkotrwałych – określenie czasów czynności projektu jest zazwyczaj proste, ponieważ możemy skorzystać z doświadczeń ich realizacji w podobnych projektach. Doświadczenia takie umożliwiają jednoznaczne (deterministyczne) określenie czasów trwania czynności projektu. W przypadku projektów o wysokim poziomie innowacyjności, gdzie brak jest takich doświadczeń, muszą być stosowane inne techniki. Wykorzystują one zazwyczaj zasady rachunku prawdopodobieństwa i są określane w związku z tym jako stochastyczne. Przegląd najczęściej stosowanych technik szacowania czasów realizacji czynności projektu zawiera tabela 1.17.

Dokładne określenie czasów trwania czynności projektu ma podstawowe znaczenie zarówno dla planowania, jak i kontroli realizacji projektów. Znając bowiem strukturę projektu i szacunki czasów potrzebnych na realizację składających się na niego czynności, możemy przystąpić do obliczeń opisujących przebieg projektu w czasie.

⁷⁰ *Practice Standard for Project Estimating*, Project Management Institute 2011.

Obejmuje on przede wszystkim **obliczenie terminów rozpoczęcia i zakończenia czynności projektu**. Na tej podstawie można obliczyć termin rozpoczęcia i zakończenia projektu. Obliczenia terminów projektu mogą być rozszerzone w ten sposób, że dla rozpoczęcia i zakończenia czynności projektu są obliczane dwa terminy: najwcześniejszy możliwy – ze względu na przyjęty termin rozpoczęcia projektu, jego strukturę i czasy trwania czynności – i najpóźniejszy dopuszczalny – ze względu na przyjęty termin zakończenia projektu, jego strukturę i czasy trwania czynności. Terminy mogą być wyrażone w **neutralnych**, czyli niezależnych od kalendarza, i **kalendarzowych jednostkach czasu** (konkretnych datach). Obliczenia mogą być oparte, w zależności od sytuacji projektowej, na rachunku deterministycznym lub stochastycznym. Znajomość czasów i terminów realizacji czynności projektu pozwala na obliczenie rezerw czasu w projekcie. Ciąg czynności w projekcie posiadający najmniejsze rezerwy czasu ma krytyczne znaczenie dla osiągnięcia zamierzonego terminu zakończenia projektu i z tego względu jest określany jako ścieżka krytyczna projektu.

Tabela 1.17. Techniki określania czasu realizacji czynności projektu

Techniki	Charakterystyka
Techniki analityczne/parametryczne	Nakłady czasu są określane na podstawie szczegółowych danych pochodzących z wcześniejszych projektów i ich odpowiednich przeliczeń z wykorzystaniem parametrów analizowanego projektu
Techniki analogii	Nakłady czasu są określane na podstawie analogii do rzeczywistych nakładów czasu w podobnych projektach realizowanych w przeszłości z uwzględnieniem specyfiki projektu
Techniki ocen eksperckich	Nakłady czasu są określane przez ekspertów – indywidualnych lub zespołowych – czyli osoby lub instytucje mające wysokie kwalifikacje i bogate, wszechstronne doświadczenie w dziedzinie będącej przedmiotem oceny
Techniki multiplikacyjne	Nakłady czasu są określane poprzez przemnożenie produktów cząstkowych będących wynikiem czynności projektu przez nakłady określone dla tych produktów
Techniki oceny ważonej	Nakłady czasu są określane poprzez zestaw czynników wpływających na czas trwania czynności, określenie ich wagi i obliczenie wyniku przy pomocy specjalnych wzorów
Techniki procentowe	Nakłady czasu są określane na podstawie struktury procentowej nakładów w oparciu o zrealizowane wcześniej, podobne projekty

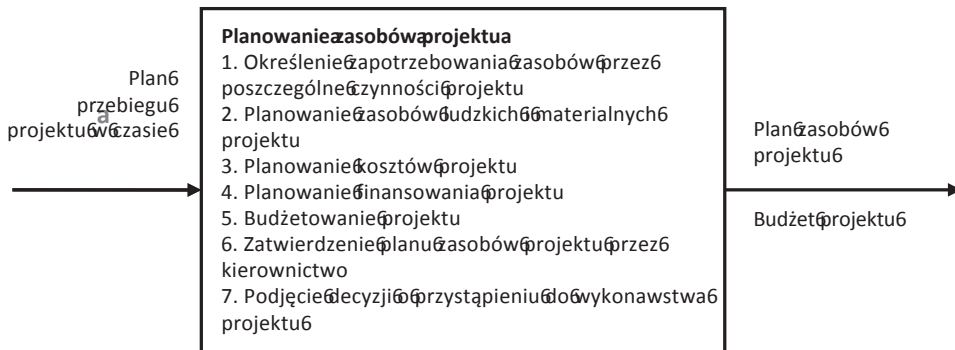
Źródło: Wg H.-D. Litke, *Projektmanagement, Methoden. Techniken. Verhaltenweisen*, Hanser Verlag, Muenchen 1995.

1.4.4. Planowanie zasobów projektu

Następnym procesem planowania projektu jest planowanie zasobów projektu. Proces ten przedstawiony na rysunku 1.11 jako następujący sekwencyjny po procesie planowania terminów jest w rzeczywistości równoległy do niego. Procesy te są bowiem powiązane ze sobą sprzężeniem zwrotnym: czasy trwania czynności i terminy ich realizacji wyznaczają z jednej strony zapotrzebowanie na zasoby, zaś z drugiej strony

dysponowane zasoby wpływają na czas realizacji i terminy poszczególnych czynności projektu i, co za tym idzie, projektu jako całości.

Rysunek 1.11. Schemat procesu planowania zasobów projektu



Źródło: opracowanie własne

Planowanie zasobów projektu polega na odpowiedzi na następujące pytania.

- 1) Jakie zasoby są potrzebne do realizacji poszczególnych czynności (pakietów roboczych) projektu?
- 2) Jakie koszty realizacji poszczególnych czynności wynikają z tego zapotrzebowania?
- 3) Jakie jest łączne zapotrzebowanie na zasoby i jakie są łączne koszty realizacji projektu w trakcie jego przebiegu?
- 4) Czy respektowane są limity dysponowanych zasobów?
- 5) Jeśli nie, to jak należy wyrównać zużycie zasobów?
- 6) Jaki to będzie miało wpływ na przebieg projektu?
- 7) Jakie koszty projektu należy przewidzieć?
- 8) Jakie będą źródła finansowania projektu?
- 9) Jaki powinien być budżet projektu?

Przedmiotem planowania zasobów są zasoby wszelkiego rodzaju, określane często jako **7M**: **zasoby ludzkie** (ang. *manpower*), **kierownictwo i specjaliści** (ang. *management, professionals and specialists*), **surowce, materiały, półfabrykaty, podzespoły i komponenty** itp. (ang. *materials*), **towary i usługi** (ang. *merchandise*), **maszyny, aparatura, urządzenia, narzędzia, przyrządy** itp. (ang. *machinery*), **środki finansowe** (ang. *money*) i **ruch** (ang. *movement*)⁷¹. Do tego można dodać jeszcze dobra niematerialne w postaci **energii, informacji** itp. oraz dobra nominalne: **prawa, koncesje, licencje, certyfikaty** itp.

⁷¹ R. Keeling, *Project Management. An International Perspective*, St. Martin Press, New York 2000, s. 67.

Podobnie jak w przypadku planowania terminów planowanie zasobów rozpoczyna się od szacowania zapotrzebowania na zasoby poszczególnych czynności projektu i może być dokonywane przy pomocy takich samych lub podobnych technik. Poza tym przy szacowaniu zasobów projektu należy mieć na uwadze następujące kwestie:

- zapotrzebowanie na zasoby określone przez ludzi jest zazwyczaj niedoszacowane,
- wykorzystanie zasobów nie przekracza zazwyczaj 80%,
- zasoby wykorzystywane w wielu projektach są trudniej dostępne, ponieważ wymagają przestawienia na realizację nowych zadań,
- należy korzystać z własnych doświadczeń i doświadczeń innych ludzi,
- należy korzystać z ocen eksperckich,
- należy uwzględnić nie tylko zasoby potrzebne do prac wykonawczych projektu, lecz także do zarządzania projektem,
- należy tworzyć rezerwy zasobów na nieprzewidziane prace,
- szacowania zasobów nie należy odnosić do całego projektu, lecz do jego elementarnych zadań,
- należy ustalić ze zleceniodawcą sposób postępowania w przypadku wystąpienia nieprzewidywalnych okoliczności zmieniających zapotrzebowanie na zasoby projektu,
- wszystkie takie zmiany należy komunikować niezwłocznie zlecającemu projekt,
- należy w sposób ciągły monitorować zużycie zasobów, aby być świadomym aktualnej sytuacji i przygotowanym na zmiany.

„Szacowanie i określanie w przybliżeniu – czy w powiązaniu z planami, czy z budżetami lub harmonogramami – to ciemniejsze strony zarządzania projektem. Występuje bowiem tak wiele niewiadomych – szczegóły, które mogą się zmienić, problemy, które mogą się pojawić, zdarzenia, które mogą wystąpić. Jednocześnie są to jedne z najważniejszych umiejętności wymaganych od kierownika projektu, mające znaczenie dla jego powodzenia”⁷².

Badanie zapotrzebowania na zasoby dotyczy możliwości pozyskania zasobów kluczowych, przede wszystkim limitowanych, o odpowiedniej jakości, w odpowiedniej ilości, w określonym terminie, na właściwy okres. Po określeniu zapotrzebowania na zasoby dla poszczególnych czynności projektu sporządza się **plan zapotrzebowania na zasoby projektu**. Zapotrzebowanie na zasoby wyrażone w jednostkach naturalnych może być przeliczone na jednostki pieniężne – w ten sposób tworzy się **plan kosztów projektu**. Plan ten stanowi podstawę do **planowania finansowania projektu**, czyli określania właściwych źródeł i form finansowania projektu.

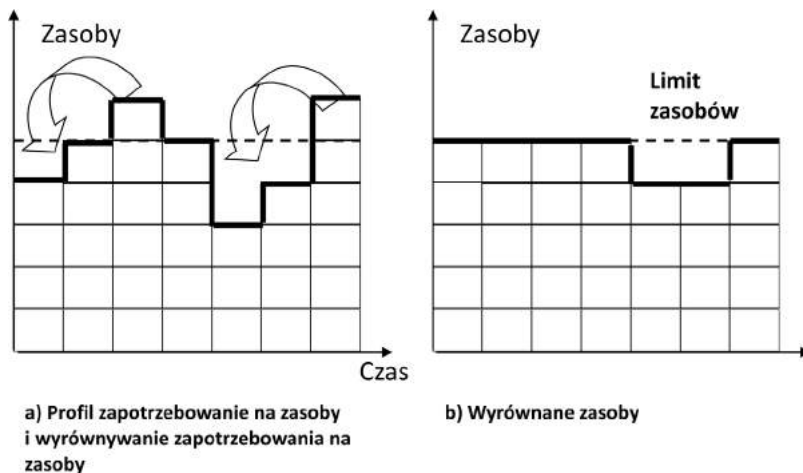
⁷² *Zarządzanie projektami w firmie*, op.cit., s. 31.

Graficzny obraz zapotrzebowania na zasoby projektu w czasie jego realizacji jest nazywany **profilem zapotrzebowania na zasoby** (rysunek 1.12). Profil ten może być porównany z **limitem dysponowanych zasobów**, z czego można wyciągnąć wnioski odnośnie do możliwości realizacji przyjętego planu projektu w czasie z punktu widzenia dostępności zasobów. Jeśli zapotrzebowanie na zasoby przekracza dysponowany limit, wówczas należy doprowadzić do **wyrównania zapotrzebowania na zasoby**. Dokonuje się tego poprzez zmiany terminów realizacji czynności leżących na ścieżkach projektu, na których występują rezerwy czasu, w taki sposób, aby sumaryczne zapotrzebowanie na zasoby spadło do poziomu limitu zasobów lub poniżej.

Jeśli wyrównanie zasobów projektu dla określonych wcześniej celów – jakości rezultatu, terminu i kosztów – okaże się niemożliwe, wówczas należy dokonać **wyrównania zasobów ze zmianą celów**. W przypadku projektów, dla których priorytetowe znaczenie ma jakość rezultatu i termin zakończenia projektu, konieczne będzie poniesienie dodatkowych kosztów. Natomiast w przypadku projektów, dla których priorytetowe znaczenie ma jakość rezultatu i utrzymanie limitu kosztów projektu (budżetu), konieczne będzie przesunięcie terminu realizacji projektu.

Po wyrównaniu zapotrzebowania na zasoby należy uwzględnić zmiany przebiegu projektu w czasie, czyli skorygować odpowiednio plan terminów projektu.

Rysunek 1.12. Wyrównywanie zasobów projektu



Źródło: opracowanie własne.

Dysponując rzeczowym planem zasobów projektu, można przejść do opracowania budżetu projektu. **Budżet projektu** to zestawienie środków finansowych przewidzianych na realizację projektu, obejmujące cały okres jego realizacji. Budżety

projektów spełniają zwykle następujące funkcje: nakierowują wykonawców projektu na ustalone cele, koordynują i integrują działania różnych wykonawców, dyscyplinują wykonawców w zakresie zużycia środków, stanowią podstawę i narzędzie kontroli, motywują do oszczędnego działania⁷³.

Na początku jest opracowywany zazwyczaj **budżet finansowy** (ang. *financial budget*), określanej potocznie jako **montaż finansowy projektu**, zestawiający środki finansowe potrzebne na realizację projektu i wskazujący źródła ich pozyskania. Po pozyskaniu środków finansujących projekt może być sporządzany **budżet kosztów projektu**. Określa on możliwości i ograniczenia finansowe, które muszą być respektowane w trakcie realizacji projektu, zgodnie z jego celami. Taki budżet bywa potocznie określanej jako preliminarz kosztów, tj. zestawienie dopuszczalnych wydatków na realizację poszczególnych zadań i czynności projektu. Służy on także jako instrument zewnętrznej kontroli.

Budżetowanie projektu zazwyczaj obejmuje następujące kroki postępowania:

- 1) określenie okresu objętego budżetem,
- 2) określenie rodzajów, miejsc powstawania i nośników kosztów objętych budżetem,
- 3) opracowanie budżetu kosztów projektu,
- 4) sprawdzenie możliwości realizacji budżetu z punktu widzenia dostępności środków finansowych,
- 5) sprawdzenie możliwości realizacji budżetu z punktu widzenia płynności finansowej,
- 6) zatwierdzenie budżetu projektu⁷⁴.

W rezultacie planowania zasobów projektu dysponujemy planem wykorzystania zasobów projektu, uzgodnionym planem przebiegu projektu w czasie i budżetem projektu.

1.4.5. Procesy następujące po planowaniu przebiegu projektu

Po procesach/etapach planowania przebiegu projektu następuje proces **organizowania wykonawstwa projektu**, tj. zapewnienia wszystkich sił i środków niezbędnych do rozpoczęcia wykonawstwa projektu. W trakcie tego procesu są pozyskiwane środki rzeczowe i finansowe niezbędne dla realizacji projektu, są pozyskiwani wykonawcy i dostawcy projektu, są negocjowane kontrakty z nimi, są tworzone rozwiązania organizacji projektowej⁷⁵ i plany komunikacji zewnętrznej oraz są opracowywane inne niezbędne rozwiązania.

⁷³ I. Goepfert, *Budgetierung*, w: *Handwoerterbuch der Betriebswirtschaft. Teilband 1*, Schaeffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1993, s. 595.

⁷⁴ Ibidem.

⁷⁵ M. Trocki, *Organizacja projektowa. Podstawy, modele, rozwiązania*, PWE, Warszawa 2014.

W rezultacie zrealizowanych prac przygotowawczych – planistyczno-organizacyjnych – w tym momencie cyklu zarządzania przebiegiem projektu dysponujemy następującymi uzgodnionymi ze sobą dokumentami: planem przebiegu projektu i planem wykorzystania jego zasobów, które składają się na plan bazowy projektu, budżetem projektu, kontraktami na wykonawstwo i dostawy projektu oraz dokumentacją organizacyjną i ewentualnie inną. Pozwala to na rozpoczęcie procesów wykonawstwa projektu, którym towarzyszą procesy sterowania projektem. Po zakończeniu procesów wykonawczych powstaje zamierzony rezultat projektu. Zarządzanie przebiegiem projektu kończą procesy **zamknięcia projektu**: dokumentacji, odbioru, rozliczenia, sprawozdawczości i gromadzenia doświadczeń projektowych⁷⁶.

Opis procesów planowania przebiegu projektu przyjętych w najważniejszych metodykach i standardach zarządzania projektami można znaleźć w literaturze przedmiotu⁷⁷.

1.5. Sytuacje planistyczne przebiegu projektu

Planowanie jest procesem informacyjnym. Polega na przetwarzaniu informacji w kolejnych operacjach: od wyznaczania celów, formułowania problemów, do rozwiązania, prognozowania warunków działania, opracowania wariantowych działań, oceny i wyboru najlepszego wariantu działania i na tej podstawie przyjęcia ostatecznego planu działania. Z informacyjnego charakteru planowania wynika, że najistotniejszą cechą sytuacji planistycznych jest **pewność informacji planistycznych** (czyli niezbędnych w planowaniu), dotyczących głównych zagadnień planistycznych: celów, problemów, warunków, czasów, terminów, zasobów, działań, instrumentów itd.

Patrząc na sytuacje planistyczne z tego punktu widzenia, możemy wyróżnić trzy typowe przypadki. Pierwszy przypadek to **planowanie w warunkach pełnej informacji** (sytuacja deterministyczna), inaczej – **planowanie w warunkach pewności**. Ma on miejsce wówczas, gdy informacje dotyczące wszystkich głównych zagadnień planistycznych są kompletne i pewne. W tej sytuacji można jednoznacznie określić przyszłe działania. Dalsze przypadki to **planowanie w warunkach niepełnej informacji**. Drugi przypadek, określane też jako **planowanie w warunkach ryzyka**, ma miejsce wówczas, gdy informacje dotyczące głównych zagadnień planistycznych nie są kompletne i pewne. W tej sytuacji należy się liczyć z koniecznością wzięcia pod uwagę kilka wariantów działań powodujących różne skutki, dla których da się

⁷⁶ Dokładny opis procesów/etapów przebiegu projektu można znaleźć w: *Nowoczesne zarządzanie projektami*, red. M. Trocki, PWE, Warszawa 2012, s. 79–172.

⁷⁷ *Metodyki zarządzania projektami*, op.cit.

określić – obiektywnie bądź subiektywnie – prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Trzeci przypadek, określane jako **planowanie w warunkach niepewności** ma miejsce wówczas, gdy informacje, dotyczące głównych zagadnień planistycznych, podobnie jak w przypadku drugim, nie są kompletne i pewne, możliwe są różne warianty działania i różne ich skutki, ale nie można określić – ani obiektywnie, ani subiektywnie – prawdopodobieństwa ich wystąpienia. W zależności od pewności informacji planistycznych są stosowane różne koncepcje i metody planowania⁷⁸.

W tabeli 1.18 została przedstawiona charakterystyka **sytuacji planistycznych** dla planowania przebiegu projektu. Planowanie przebiegu projektu musi uwzględniać specyfikę sytuacji planistycznej i jej konsekwencje.

Tabela 1.18. Sytuacje planistyczne planowania przebiegu projektu – schemat

Planowanie przebiegu projektu w warunkach pewności Decydent zna możliwy przebieg projektu i jego wynik	
Problem	Przebieg projektu 1 → Wynik A
Planowanie przebiegu projektu w warunkach ryzyka Decydent zna możliwe warianty przebiegu projektu, rozpatruje je i ich wyniki w kategoriach prawdopodobieństwa (p)	
Problem	Przebieg projektu 1 Wynik A (0,7) Przebieg projektu 2 Wynik B (0,5) Przebieg projektu n Wynik N (0,2)
Planowanie przebiegu projektu w warunkach niepewności Decydent nie zna wszystkich możliwości przebiegu projektu ani ich wyników nawet w kategoriach prawdopodobieństwa	
Problem	Przebieg projektu 1? Wynik A (0,4?) Przebieg projektu 2? Wynik? Przebieg projektu n?

Źródło: J.R. Schermerhorn, *Zarządzanie*, PWE, Warszawa 2008, s. 121.

⁷⁸ M. Schweitzer, *Planung und Kontrolle*, op.cit., s. 27–28. Według H.A. Simona w pierwszym przypadku mamy do czynienia z problemami dobrze ustrukturalizowanymi (ang. *well-structured*), a w następnych przypadkach – z problemami źle ustrukturalizowanymi (ang. *ill-structured*).

Bibliografia

- Ackoff R.L., *Zasady planowania w korporacjach*, PWE, Warszawa 1973.
- Betge P., *Investitionsplanung. Methoden – Modelle – Anwendungen*, Gabler, Wiesbaden 1991.
- Bundschuh M., *Projekterfolgs- und -misserfolgskriterien*, w: *Projektmanagement Fachmann. Band 1*, RKW-Verlag, Eschborn 2003.
- Clark W., *Wykresy Gantta jako środek organizacji*, Komitet Wykonawczy Zrzeszeń Naukowej Organizacji Pracy w Polsce, Warszawa 1925.
- Drews G., Hillebrand N., *Lexikon der Projectmanagement-Methoden*, Hayfe, Freiburg 2007.
- Dźwignia Archimedesesa, czyli metody i techniki zarządzania. Teoria i praktyka*, red. S. Duchniewicz, Wydawnictwo Menedżerskie PTM, Warszawa 2004.
- Engel C., Tamljidi A., Quadejacob N., *Erfolge und Scheitern im Projektmanagement*, GPA/PA Consulting Group 2008.
- Goepfert I., *Budgetierung*, w: *Handwoerterbuch der Betriebswirtschaft. Teilband 1*, Schaeffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1993.
- Griffin R.G., *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa 1996.
- Hahn D., *Planung und Kontrolle*, w: *Handwoerterbuch der Betriebswirtschaft. Band 1/2*, Scaffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1993.
- Heeg F.-J., *Projektmanagement. Grundlagen der Planung und Steuerung von betrieblichen Problemloeseprozessen*, REFA. Fachbuchreihe Betriebsorganisation, Carl Hanser Verlag, Muenchen 1993.
- Hill W., Fehlbaum R., Ulrich P., *Organisationslehre I*, Verlag Paul Haupt, Bern-Stuttgart 1974.
- Kaestner R., *Systemdenken und Projektmanagement*, w: *Projektmanagement Fachmann Band 1*, RKW-Verlag, Eschborn 2003.
- Kisielnicki J., *Zarządzanie*, PWE, Warszawa 2008.
- Kotarbiński T., *Traktat o dobrej robocie*, Ossolineum, Wrocław 1958.
- Kotarbiński T., *Walory dobrego planu*, „Nauka Polska” 1961, nr 1(33).
- Kotarbiński T., *Ogólne pojęcie planu*, w: *Sprawność i błąd*, Warszawa 1970.
- Kotarbiński T., *Dzieła wszystkie. Prakseologia. Część II*, Ossolineum, Wrocław 2003.
- Kowalewski S., *Uwagi o planowaniu*, „Organizacja. Metody. Technika” 1966, nr 3.
- Krzakiewicz K., *Funkcja planowania w procesie zarządzania*, w: *Teoretyczne podstawy organizacji i zarządzania*, red. K. Krzakiewicz, Wydawnictwo AE w Poznaniu, Poznań 2008.
- Krzyżanowski L., *Podstawy nauki zarządzania*, PWN, Warszawa 1985.
- Le Breton P.P., Henning D.A., *Planning Theory*, Prentice Hall 1961.
- Mag W., *Planung und Kontrolle*, w: *Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre. Band 2*, Verlag Vahlen, Muenchen 1999.

- Metody i techniki organizatorskie*, red. J. Skalik, Wydawnictwo AE we Wrocławiu, Wrocław 2001.
- Metodyki zarządzania projektami*, Bizarre, Warszawa 2011.
- Mikołajczyk Z., *Techniki organizatorskie w rozwiązywaniu problemów zarządzania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
- Milosevic D.Z., *Project Management ToolBox. Tools and Techniques for the Practicing Project Manager*, John Wiley & Sons, Hoboken 2003.
- Nasierowski W., *Project Development: Why Does It Really Matter to Companies?*, „Economics and Organisation of Enterprise” 2008, nr 8.
- Nowoczesne zarządzanie projektami*, red. M. Trocki, PWE, Warszawa 2012.
- uPlanung Und Steuerung. Teil 1. REFA Methodenlehre der Betriebsorganisation*, Carl Hanser Verlag, Muenchen 1991.
- Potentiale und Bedeutung des Projektmanagements us der Perspektive des Topmnagements*, GPM/Straschag Institute, European Business School, 2008.
- Pszczółowski T., *Zasady sprawnego działania. Wstęp do prakseologii*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1982.
- Pszczółowski T., *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Ossolineum, Wrocław 1978.
- Regulski J., *Cybernetyka systemów planowania*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1974.
- Schweitzer M., *Planung und Kontrolle*, w: *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Band 2: Fuerung*, red. F.X. Bea, E. Dichtl, M. Schweitzer, Gustaw Fischer Verlag, Stuttgart 1991.
- Spałek S. *Rekomendacje dla skutecznego zarządzania projektami w przedsiębiorstwie*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej”, Seria: Organizacja i Zarządzanie, z. 36, Politechnika Śląska, Gliwice 2006.
- Spałek S., *Zarządzanie projektami w wybranych przedsiębiorstwach – wyniki badań*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej”, Seria: Organizacja i Zarządzanie, z. 23, Politechnika Śląska, Gliwice 2004.
- Spang K., Oezcan S., *GPM-Studie 2008/2009 zum Stand Und Trend des Projekmanagement*, GPM/Universitaet Kassel Fachgebiet Projektmanagement, 2009.
- Steinmann H., Schreyoegg G., *Zarządzanie. Podstawy kierowania przedsiębiorstwem*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1995.
- Stoner J.A.F., Wankel Ch., *Kierowanie*, PWE, Warszawa 1992.
- Trocki M., *Metody organizatorskie a standaryzacja działań*, „Przegląd Organizacji” 1985, nr 8.
- Trocki M., *Organizacja projektowa. Podstawy, modele, rozwiązania*, PWE, Warszawa 2014.
- Trocki M., *Podejście systemowe i problemowe w zarządzaniu projektami*, w: *Ekonomia, nauki o zarządzaniu, finanse i nauki prawne wobec światowych przemian kulturowych, społecznych, gospodarczych i politycznych*, red. J. Ostaszewski, R. Bartkowiak, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2011.
- Trocki M., Grucza G., Ogonek K., *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003.

- Trocki M., *Podejście procesowe w zarządzaniu*, w: *Wyzwania zarządcze w zmieniającym się otoczeniu*, red. A. Skowronek-Mielczarek, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2010.
- Trocki M., *Podejście sytuacyjne w projektowaniu systemów zarządzania*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej” 1988, nr 14.
- Walczak W., *Uwarunkowania i czynniki wpływające na sukces projektu*, „e-mentor” 2010, nr 3.
- Wildt J., *Grundlagen der Unternehmensplanung*, Opladen 1982.
- Woehe G., *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*, Vahlen, Muenchen 1986.
- Wren A., *The Project Management A – Z. A Compendium of Project Management Techniques and How to Use Them*, Gower 2006.
- Young T.L., *The Handbook of Project Management. A Practical Guide to Effective Policies, Techniques and Procedures*, Kogan Page, Londyn 2007.
- Zarządzanie projektami w firmie*, w: *Zarządzanie firmą. Część 1*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

2. KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW

2.1. Przegląd koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

2.1.1. Podział koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów według sytuacji planistycznych

Zróźnicowanie sytuacji planistycznych projektów doprowadziło do powstania różnorodnych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów dostosowanych do możliwości i ograniczeń sytuacji planistycznych, dla których zostały opracowane. Możliwości i ograniczenia te dotyczą dostępności odnośnie do: celów projektu, struktury projektu, czasów realizacji czynności projektu, zasobów projektu i kosztów projektu. Przekłada się to na poziom standaryzacji planowania i stosowane metody.

Pierwszą grupę stanowią tzw. **deterministyczne koncepcje i modele planowania przebiegu projektu** znajdujące zastosowanie w warunkach pełnej informacji, czyli pewności. Ich wyrazem są przede wszystkim tzw. klasyczne, deterministyczne metody planowania przebiegu projektów – metoda harmonogramów/wykresów Gantta (ang. *Gantt Chart*) oraz metody sieciowe: metoda ścieżki krytycznej CPM (ang. *Critical Path Method*), metoda MPM (fr. *Metra Potential Methode*), a także metoda łańcucha krytycznego CCPM (ang. *Critical Chain Project Management*). Dodatkowo do tej grupy można zaliczyć metodę linii równowagi LOB (ang. *Line of Balance*). Opis sytuacji planistycznej planowania przebiegu projektu w warunkach pewności zawiera tabela 2.1.

Oprócz wyżej wymienionych metod do metod deterministycznych planowania przebiegu projektu można zaliczyć także mniej znane i rzadko stosowane metody i modyfikacje metod: PCS (ang. *Project Control System*), HMN (niem. *Hamburger Methode der Netzplantechnik*), RAMPS lub RAMS (ang. *Resource Allocation and Multiproject Scheduling*), RSM (ang. *Repetitive Scheduling Method*), LSM (ang. *Linear Scheduling Method*), RDM (ang. *Relationship Diagramming Method*), GPM (ang. *Graphical Path Method* lub *Graphical Planning Method*), GRASP (ang. *General Resource Allocation and Scheduling Program*), RPSM (ang. *Resource Planning and Scheduling*

Method), SINETIK (niem. *Siemens Netzplantechnik*), ASTRA (ang. *Automated Scheduling and Time-Integrated Resources Allocation*), MILORD (fr. *Programme d'ordonancement avec limitation des ressources*). Najważniejsze metody tej grupy są opisane w dalszej części niniejszego opracowania.

Tabela 2.1. Charakterystyka planowania przebiegu projektu w warunkach pewności

Przedmiot planowania	Charakterystyka
Cele	Cele mogą być wyznaczone jednoznacznie i szczegółowo.
Struktura	Możliwe określenie zarówno struktury hierarchicznej, jak i kooperacyjnej. Struktury projektu możliwe do jednoznacznego i pewnego (deterministycznego) określenia.
Czas	Czasy trwania czynności projektu mogą być oszacowane deterministycznie. Terminy projektu i rezerwy czasu w projekcie mogą być wyznaczone deterministycznie. Ścieżka krytyczna może być określona deterministycznie.
Zasoby	Zasoby projektu mogą być oszacowane deterministycznie. Zasoby kluczowe projektu i ich limity mogą być określone deterministycznie. Zapotrzebowanie na zasoby – co do rodzaju i czasu – może być wyznaczone deterministycznie.
Koszty	Koszty projektu mogą być oszacowane deterministycznie. Zapotrzebowanie projektu na środki finansowe – co do rodzaju i czasu – może być wyznaczone deterministycznie.
Poziom standaryzacji	Szczegółowe regulacje jednoznaczne
Metody	Metody deterministyczne planowania przebiegu projektu Metoda harmonogramów/wykresów Gantt'a Metody sieciowe CPM i MPM i ich modyfikacje Metoda łańcucha krytycznego CCPM Metoda LOB

Źródło: opracowanie własne.

Drugą grupę stanowią tzw. **stochastyczne koncepcje i modele planowania przebiegu projektu**, znajdujące zastosowanie w planowaniu projektów w warunkach ryzyka. Ich wyrazem są przede wszystkim tzw. stochastyczne metody planowania przebiegu projektów: metoda PERT (ang. *Program Evaluation and Review Technique*), metoda GERT (ang. *Graphical Evaluation and Review Technique*) i metoda GERTS (ang. *Graphical Evaluation and Review Technique Simulation*). Opis sytuacji planistycznej planowania przebiegu projektu w warunkach ryzyka zawiera tabela 2.2.

Oprócz wyżej wymienionych metod do stochastycznych metod planowania przebiegu projektu można zaliczyć także mniej znane i rzadko stosowane metody i modyfikacje metod: GAN (ang. *Generalized Activity Networks*), LESS (ang. *Least Cost Estimating Scheduling*), PEP (ang. *Program Evaluation Procedure*), DB (*Decision Boxes*).

Trzecią grupę stanowią tzw. **sytuacyjne koncepcje i modele planowania przebiegu projektu**, znajdujące zastosowanie w planowaniu projektów w warunkach niepewności. Ich wyrazem są przede wszystkim tzw. heurystyczne i adaptacyjne metody planowania przebiegu projektów: metoda drzewa istotności (ang. *Relevance Tree*)

i metody zwinne APM (ang. *Agile Project Management*). Opis sytuacji planistycznej planowania przebiegu projektu w warunkach niepewności zawiera tabela 2.3.

Tabela 2.2. Charakterystyka planowania przebiegu projektu w warunkach ryzyka

Przedmiot planowania	Charakterystyka
Cele	Cele mogą być wyznaczone wariantowo z określeniem prawdopodobieństwa ich osiągnięcia.
Struktura	Możliwe określenie zarówno struktury hierarchicznej, jak i kooperacyjnej. Struktury projektu niemożliwe do określenia deterministycznego. Konieczne określenie alternatywnych struktur z określeniem prawdopodobieństwa ich realizacji.
Czas	Czasy trwania czynności projektu mogą być oszacowane stochastycznie. Terminy projektu i rezerwy czasu w projekcie mogą być wyznaczone stochastycznie. Ścieżka krytyczna może być określona stochastycznie.
Zasoby	Zasoby projektu mogą być oszacowane stochastycznie. Zasoby kluczowe projektu i ich limity mogą być określone stochastycznie. Zapotrzebowanie na zasoby – co do rodzaju i czasu – może być wyznaczone stochastycznie.
Koszty	Koszty projektu mogą być oszacowane stochastycznie. Zapotrzebowanie projektu na środki finansowe – co do rodzaju i czasu – może być wyznaczone stochastycznie.
Poziom standaryzacji	Szczegółowe regulacje alternatywne.
Metody	Metody stochastyczne Metoda PERT Metoda GERT Metoda GERTS

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2.3. Charakterystyka planowania przebiegu projektu w warunkach niepewności

Przedmiot planowania	Charakterystyka
Cele	Cele nie mogą być jednoznacznie wyznaczone. Wyznaczony może być kierunek działania.
Struktura	Niemożliwe jest określenie zawczasu przyszłej struktury projektu lub możliwe tylko określenie jego struktury hierarchicznej.
Czas	Niemożliwe jest oszacowanie zawczasu czasów trwania czynności projektu. Terminy projektu i rezerwy czasu w projekcie nie mogą być wyznaczone zawczasu. Ścieżka krytyczna nie może być określona zawczasu.
Zasoby	Niemożliwe jest oszacowanie zawczasu zasobów projektu. Limity zasobów mogą być określone zawczasu. Zapotrzebowanie na zasoby – co do rodzaju i czasu – nie może być wyznaczone zawczasu.
Koszty	Koszty projektu nie mogą być oszacowane zawczasu. Zapotrzebowanie projektu na środki finansowe – co do rodzaju i czasu – nie może być wyznaczone zawczasu.
Poziom standaryzacji	Reguły/zasady działania (reguły heurystyczne), regulacje ramowe
Metody	Metody sytuacyjne Metoda drzewa istotności Metody zwinne APM

Źródło: opracowanie własne.

Adaptacyjne metody obejmują obszerną grupę metod, np.: SCRUM, XP (ang. *Extreme Programming*), RAD (ang. *Rapid Application Development*), DSDM (ang.

Dynamic Systems Development Methodology), FDD (ang. *Feature Driven Development*), AUP (ang. *Agile Unified Process*), ASD (ang. *Adaptive Software Development*), Spiral itd. Najważniejsze metody tej grupy są opisane w dalszej części niniejszego opracowania.

Rozwój metod planowania przebiegu projektu od deterministycznych do sytuacyjnych wynika z możliwości i ograniczeń przewidywania przyszłości. „Planowanie nabiera nowego znaczenia poprzez rezygnację z przewidywania przyszłości w długim okresie na rzecz przewidywania krótkookresowego opartego na znajomości faktów w kolejnych iteracjach wzbogacania wiedzy”⁷⁹.

2.1.2. Przegląd metod i technik planowania przebiegu projektów

Na przestrzeni kilkudziesięciu już lat rozwoju nowoczesnego zarządzania projektami powstało wiele metod planowania przebiegu projektów. Ich rozwój przedstawia tabela 2.4.

Tabela 2.4. Rozwój metod planowania przebiegu projektów

Metody	Rok	Charakterystyka/twórcy	Sytuacje planistyczne		
			A	B	C
Prawo harmonii/Harmonogramy	1903	Opracowane przez K. Adamięckiego prawo harmonii i wykreślna metoda planowania pracy w postaci harmonogramów.	x		
Metoda wykreślna planowania/wykresy Gantta	1910	Opracowany przez H.L. Gantt system planowania i wynagradzania pracy i wykreślna metoda planowania pracy w postaci tzw. wykresów Gantta	x		
Metoda linii równowagi (ang. <i>Line of Balance</i> – LOB)	1940–1950	Metoda planowania przebiegu projektów opracowana dla Goodyear Company i rozwinięta w zastosowaniach dla US Navy	x		
Metoda ścieżki krytycznej (ang. <i>Critical Path Method</i> – CPM)	1957	Metoda planowania przebiegu projektów opracowana przez M.R. Walkera i J.E. Kelley'ego Jr z Remington Rand dla amerykańskiej firmy chemicznej DuPont	x		
Metoda MPM (ang. <i>Metra Potential Methode</i>)	1958	Metoda planowania przebiegu projektów opracowana przez B. Roya dla projektu budowy pierwszej elektrowni atomowej we Francji	x		
Metoda PERT (ang. <i>Program Evaluation and Review Technique</i>)	1958	Metoda planowania przebiegu projektów opracowana przez W. Fazara ze Special Project Office amerykańskiej marynarki wojennej, pracowników firmy doradczej Booz, Allen & Hamilton i wydziału rakietowego Lockheeda dla planowania i kontroli Fleet Ballistic Missile Programs		x	
GAN (ang. <i>Generalized Activity Network</i>)	1962	Metoda planowania przebiegu projektów, wyjściowa, uproszczona wersja metody GERT		x	

⁷⁹ R.K. Wysocki, R. McGary, *Efektywne zarządzanie projektami*, Helion, Gliwice 2005, s. 268–269.

Metody	Rok	Charakterystyka/twórcy	Sytuacje planistyczne		
			A	B	C
Metoda PERT/COST	1963	Rozszerzenie metody PERT opracowane przez G.T. Haughana z koncernu Martin Marietta w grupie roboczej Department of Defense/NASA		x	
Struktury hierarchiczne projektu (ang. <i>Work Breakdown Structures – WBS</i>)	1964	Metoda planowania struktury projektów opracowana przez G.T. Haughana, referowana na posiedzeniu American Management Association	x		
Metoda diagramów pierwszeństwa (ang. <i>Precedence Diagramming Method – PDM</i>)	1964	Metoda planowania przebiegu projektów wykorzystująca opis struktury w postaci grafu węzeł – czynność (ang. <i>Activity on Node – AON</i>)	x		
Metoda drzewa celów PATTERN	1965	Metoda opracowana przez V. Sigforda i R.H. Parnima przez firmę Honewell dla planowania przebiegu misji Apollo			x
GERT (ang. <i>Graphical Evaluation and Review Technique</i>)	1966	Metoda planowania przebiegu projektów opracowana przez A.B. Pritskera z Purdue University i W.W. Happa		x	
Podejście matrycy logicznej (ang. <i>Logical Framework Approach – LFA</i>)	1980–1981	Opracowana dla US Agency for International Development (USAID) metoda planowania i ewaluacji projektów pomocowych	x		
Zorientowane na cele planowanie projektów (niem. <i>Zielorientierte Projektplanung – ZOPP</i>) / (ang. <i>Goal Oriented Project Planning – GOPP</i>)	1983–1987	Metoda opracowana przez GTZ – Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit dla planowania przebiegu i ewaluacji projektów pomocowych	x		
Zarządzanie cyklem projektu (ang. <i>Project Cycle Management – PCM</i>)	1992–1995	Metoda planowania przebiegu i ewaluacji projektów rozwojowych opracowana na zlecenie Komisji Europejskiej na podstawie metody ZOPP, postępująca się podejściem matrycy logicznej	x		
Metoda łańcucha krytycznego (<i>Critical Chain Project Management – CCPM</i>)	1997	Opracowana przez E. Goldratta metoda planowania przebiegu projektów	x		
Adaptacyjne zarządzania projektami (ang. <i>Agile Project Management – APM</i>)	2001	Opracowany przez zespół specjalistów zarządzania projektami informatycznymi zestaw zasad zwinnego zarządzania projektami (ang. <i>Agile Manifesto</i>)			x
Liniowa metoda planowania przebiegu (ang. <i>Linear Scheduling Method – LSM</i>)	1981	Metoda planowania przebiegu projektów opracowana przez W. Johnstona dla budowy autostrad	x		
SCRUM	1993–1995	Opracowana przez J. Sutherlanda z firmy Easel Corporation i K. Schwabera, Dyrektora Zarządzającego firmy Advanced Development Methods			x
Metoda diagramów powiązań (<i>Relationship Diagramming Method – RDM</i>)	2006	Opracowana przez F. Plotnicka metoda planowania przebiegu projektów	x		
Metoda planowania graficznego (<i>Graphical Planning Method/Graphical Path Method – GPM</i>)	2008	Opracowana przez G. Ponce de Leon metoda planowania przebiegu projektów	x		

Źródło: opracowanie własne.

Tak jak to przedstawiono powyżej, w poszczególnych sytuacjach planistycznych są stosowane różne metody planowania przebiegu projektu. Z punktu widzenia zakresu techniki te można podzielić na dwie grupy: **kompleksowe metody planowania przebiegu projektu**, obejmujące swoim zakresem większość (lub nawet całość) problemów planowania przebiegu projektu, i **wycinkowe metody planowania przebiegu projektu**, których zakres obejmuje tylko część tych problemów.

Z punktu widzenia sytuacji planistycznych i rozwiązań stosowanych do spełnienia ich wymagań kompleksowe metody planowania przebiegu projektów można przypisać do deterministycznych, stochastycznych, zasobowych, macierzowych, zwinnych i heurystycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów. Ich szczegółowy opis jest zawarty w dalszej części niniejszego opracowania.

Przegląd najważniejszych metod planowania przebiegu projektu odniesiony do procesów planowania przebiegu projektu został zamieszczony w tabeli 2.5.

Tabela 2.5. Przegląd najważniejszych metod planowania przebiegu projektu

Procesy planowania przebiegu projektu Metody	Planowanie celów projektu	Planowanie struktury projektu	Planowanie terminów projektu	Planowanie zasobów projektu	Planowanie kosztów (budżetowanie) projektu	Sterowanie projektem
Kompleksowe metody planowania przebiegu projektu						
Metody deterministyczne						
Metoda harmonogramów/wykresów Gantta (ang. <i>Gantt Chart</i>)		X	X	X		X
Metoda ścieżki krytycznej CPM (ang. <i>Critical Path Method</i>)		X	X	X		X
Metoda MPM (fr. <i>Metra Potential Methode</i>)		X	X	X		X
Metoda LOB (ang. <i>Line of Balance</i>)		X	X	X		X
Metody stochastyczne						
Metoda PERT (ang. <i>Program Evaluation and Review Technique</i>)		X	X	X		X
Metoda GERT (ang. <i>Graphical Evaluation and Review Technique</i>)		X	X	X		X
Metoda GERTS (ang. <i>Graphical Evaluation and Review Technique Simulation</i>)		X	X	X		X
Metody zasobowe stochastyczne						
Metoda łańcucha krytycznego CCPM (ang. <i>Critical Chain Project Management</i>)		X	X	X		X
Metody macierzowe						
Metoda PCM/LFA (ang. <i>Project Cycle Management/Logframe Approach</i>)	X					
Metody zwinne						
Metody adaptacyjne/zwinne APM (ang. <i>Agile Project Management</i>)		X	X	X		X

Procesy planowania przebiegu projektu Metody	Planowanie celów projektu	Planowanie struktury projektu	Planowanie terminów projektu	Planowanie zasobów projektu	Planowanie kosztów (budżetowanie) projektu	Sterowanie projektem
SCRUM		X	X	X		X
Metody heurystyczne						
Metoda drzewa istotności (ang. <i>Relevance Tree</i>)	X	X	X	X		X
Wycinkowe metody planowania przebiegu projektu						
Intuicyjne metody poszukiwania pomysłów	X					
Metody oceny	X					
Analiza morfologiczna	X					
Arkusz krytycznej oceny i analizy	X					
Metoda badania opinii ekspertów	X					
Podejście maczyi logicznej	X	X				
Listy strukturalne hierarchiczne i kooperacyjne		X				
Graficzne schematy strukturalne: zwykłe, blokowe		X				
Wykresy sieciowe typu AoA i AoN		X				
Schematy (mapy) procesów		X				
Macierze powiązań		X				
Schematy powiązań		X				
Wykresy Ishikawy		X				
Metody szacowania czasów			X			
Metody szacowania zasobów				X		
Wykresy funkcjonalne				X		
Metoda wyrównywania zasobów				X		
Metoda CPM-COST					X	
Metoda PERT-COST					X	
Metody szacowania kosztów					X	
Rachunek kosztów					X	
Metody budżetowania					X	X
Metoda <i>Earned Value</i>					X	X

Źródło: opracowanie własne.

Kompleksowe metody planowania przebiegu projektu zostaną omówione szczegółowo w dalszych rozdziałach niniejszego opracowania. Opisy wycinkowych metod stosowanych w planowaniu przebiegu projektu można znaleźć w obszernej literaturze przedmiotu⁸⁰.

⁸⁰ Na przykład: Z. Mikołajczyk, *Techniki organizatorskie w rozwiązywaniu problemów zarządzania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998; D.Z. Milosevic, *Project Management ToolBox. Tools and Techniques for the Practicing Manager*, John Wiley & Sons, Hoboken 2003; G. Drews, N. Hilbrand, *Lexikon der Projectmanagement-Methoden*, Hayfe, Freiburg 2007.

Bibliografia

Drews G., Hillebrand N., *Lexikon der Projektmanagement-Methoden*, Hayfe, Freiburg 2007.

Mikołajczyk Z., *Techniki organizatorskie w rozwiązywaniu problemów zarządzania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.

Milosevic D.Z., *Project Management ToolBox. Tools and Techniques for the Practicing Manager*, John Wiley & Sons, Hoboken 2003.

Wysocki R.K., McGary R., *Efektywne zarządzanie projektami*, Helion, Gliwice 2005.

3. DETERMINISTYCZNE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW

3.1. Geneza deterministycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

Wraz ze wzrostem złożoności realizowanych przedsięwzięć pojawiła się potrzeba opracowania narzędzi, które wspierałyby planowanie przebiegu projektu i jego późniejszą koordynację.

Najpopularniejsze techniki sieciowe planowania projektu zostały opracowane w latach 50. XX wieku. Powszechnie uważa się, że pierwszą techniką sieciową planowania przebiegu projektu w warunkach deterministycznych była metoda ścieżki krytycznej (ang. *Critical Path Method* – CPM). Po raz pierwszy została zastosowana w Wielkiej Brytanii w pierwszej połowie lat 50. XX wieku⁸¹. Rozpowszechniono ją w drugiej połowie lat 50. w Stanach Zjednoczonych w firmie DuPont i Remington Rand. Rok później w ramach prac nad programem Polaris opracowano rozwinięcie techniki CPM – technikę PERT (ang. *Program Evaluation and Review Technique*). Równocześnie we Francji prowadzono prace nad techniką MPM (ang. *Metra Potential Method*). Została ona zastosowana przy planowaniu budowy elektrowni atomowych. W latach 60. powstało wiele technik opartych przede wszystkim na CPM i MPM. Większość z nich to modyfikacje, które nie wprowadzają istotnych zmian w metodzie. Część z nich stanowi jednak pewną nowość ze względu na sposób tworzenia wykresów lub dokonywanie obliczeń. Szczególnym rodzajem techniki sieciowej jest technika LOB (ang. *Line of Balance*). Opiera się ona na koncepcji techniki CPM i jest przeznaczona do planowania serii takich samych projektów. Wszystkie istotne techniki deterministyczne zostały opisane w poniższym rozdziale.

Na bazie doświadczeń z technikami sieciowymi deterministycznymi opracowano narzędzia do planowania w warunkach ryzyka i niepewności. Najważniejsze z nich to wspomniana technika PERT i technika GERT (ang. *Graphical Evaluation and Review Technique*).

⁸¹ T. Uher, *Programming and Scheduling Techniques*, UNSW 2003, s. 38.

Charakterystyka deterministycznych koncepcji planowania z perspektywy najważniejszych parametrów jest następująca.

- 1) **Cele** są jednoznacznie zdefiniowane.
- 2) **Struktura projektu** jest znana i precyzyjnie określona. Lista zadań do wykonania w projekcie jest zamknięta.
- 3) **Czasy realizacji** czynności projektu są jednoznacznie oszacowane, terminy projektu i rezerwy czasu w projekcie są możliwe do wyznaczenia.
- 4) **Zasoby** projektu są limitowane w znacznym zakresie, można precyzyjnie oszacować zapotrzebowanie poszczególnych czynności na zasoby.
- 5) **Koszty** projektu są limitowane, można precyzyjnie oszacować koszt realizacji każdej czynności w projekcie.
- 6) **Regulacje** są jednoznaczne. Dotyczą zasad tworzenia wykresów sieciowych, wyznaczania terminów realizacji i zapotrzebowania na zasoby.
- 7) **Podejście** właściwe dla planowania w tych warunkach to podejście presytuacyjne.

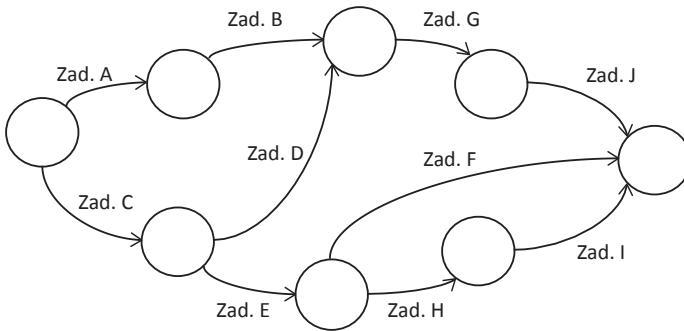
3.2. Charakterystyka deterministycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

Najważniejszym elementem technik sieciowych planowania przebiegu projektu są wykresy sieciowe. Są to graficzne ilustracje struktury projektu. W grupie technik deterministycznych stosuje się dwa podstawowe rodzaje wykresów w zależności od sposobu wizualizacji czynności i zdarzeń.

Pierwszy rodzaj to tzw. wykresy typu AoA (ang. *Activity on Arrow*). Na wykresach tego rodzaju czynności są oznaczane jako strzałki (krawędzie grafu), natomiast zdarzenia jako koła bądź prostokąty (wierzchołki grafu). Są to tzw. grafy skierowane. Czynności są to określone działania w projekcie, które trwają określoną liczbę jednostek czasu. Zdarzenie to stan w projekcie oznaczający zakończenie jednej lub kilku czynności. Każda czynność musi się zaczynać i kończyć w zdarzeniu. Na rysunku 3.1 przedstawiono przykładowy wykres typu AoA. Literami oznaczono poszczególne czynności w projekcie.

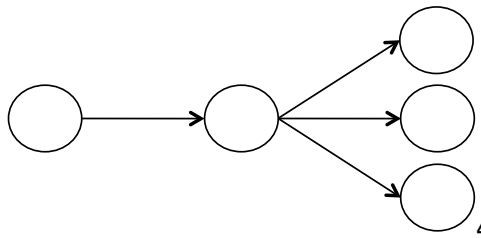
Wykres typu AoA sporządza się według ściśle określonych reguł. Przede wszystkim może mieć wyłączenie jedno zdarzenie początkowe i jedno zdarzenie końcowe. Jeśli zakończenie jednej czynności warunkuje rozpoczęcie kilku innych czynności, wówczas rozpoczynają się one w zdarzeniu końcowym czynności poprzedzającej. Zostało to przedstawione na rysunku 3.2.

Rysunek 3.1. Przykładowy wykres typu AoA



Źródło: opracowanie własne.

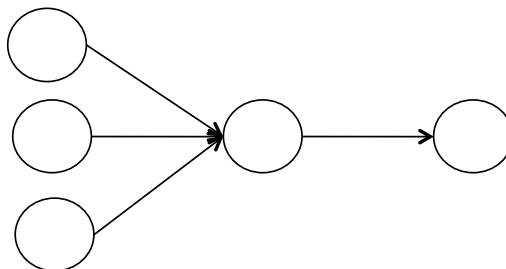
Rysunek 3.2. Zasady tworzenia wykresów typu AoA - rozpoczęcie kilku czynności po równocześnie



Źródło: opracowanie własne.

Natomiast jeśli rozpoczęcie danej czynności jest uwarunkowane zakończeniem wielu innych czynności, wówczas przedstawia się to na wykresie sieciowym w sposób prezentowany na rysunku 3.3.

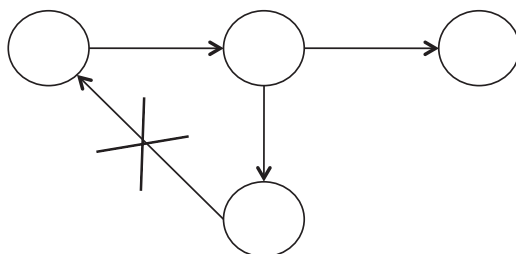
Rysunek 3.3. Zasady tworzenia wykresów typu AoA - zakończenie wielu czynności równocześnie



Źródło: opracowanie własne.

Ponadto niedopuszczalne są sprzężenia zwrotne – oznacza to, że każda czynność w projekcie jest realizowana tylko raz. Niedozwolona czynność została przedstawiona na rysunku 3.4.

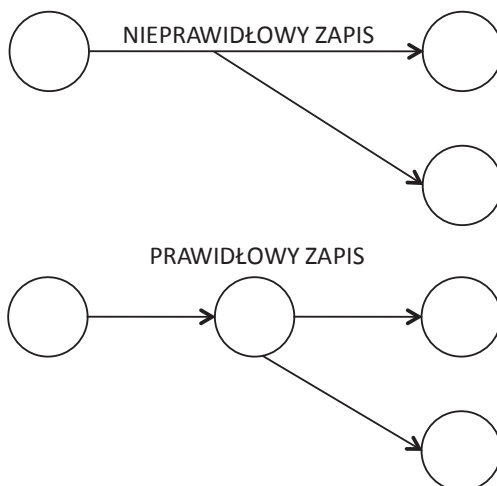
Rysunek 3.4. Zasady tworzenia wykresu typu AoA – pętle zwrotne



Źródło: opracowanie własne.

Jeśli w trakcie trwania jednej czynności niezbędne jest rozpoczęcie drugiej, wówczas konieczne jest rozdzielenie czynności poprzedzającej zdarzeniem. Zostało to przedstawione na rysunku 3.5.

Rysunek 3.5. Zasady tworzenia wykresu typu AoA – rozpoczynanie czynności w trakcie innej czynności

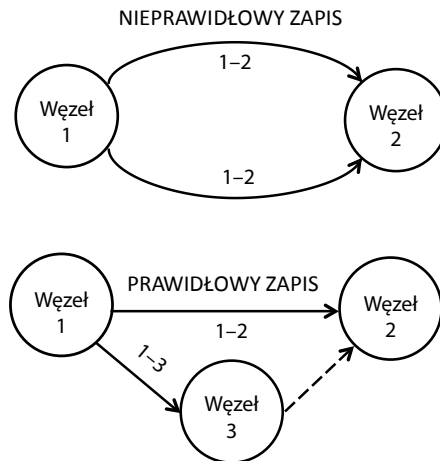


Źródło: opracowanie własne.

Bardzo ważnym elementem wykresu typu AoA są tzw. czynności pozorne (ang. *dummy activities*). Służą one do jednoznacznego określenia czynności na wykresie i do pokazania zależności logicznych. Czynności na wykresie sieciowym są identy-

fikowane na podstawie zdarzenia początkowego i końcowego. W sytuacji, gdy co najmniej dwie czynności mają to samo zdarzenie początkowe i końcowe, wówczas należy wprowadzić czynności pozorne, które pozwolą na jednoznaczną identyfikację czynności. Sytuacja ta została przedstawiona na rysunku 3.6.

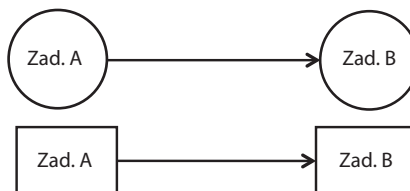
Rysunek 3.6. Zasady tworzenia wykresu typu AoA – czynności pozorne



Źródło: opracowanie własne.

Drugi typ wykresów sieciowych jest określany mianem AoN (ang. *Activity on Node*). Na tego typu wykresach czynności są odzwierciedlone w węzłach grafu, natomiast strzałki łączące węzły służą jedynie do wskazania zależności między czynnościami. Na rysunku 3.7. przedstawiono podstawowe elementy wykresu typu AoN.

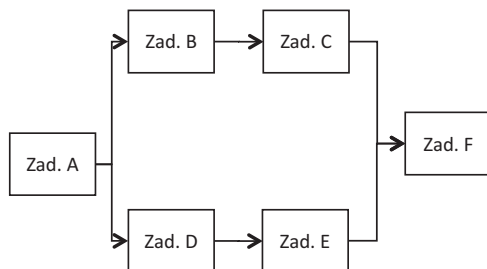
Rysunek 3.7. Podstawowe elementy wykresu typu AoN



Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku węzły A i B oznaczają czynności. Najczęściej w procesie wizualizacji wykresu typu AoN węzły oznaczają się prostokątami. Na rysunku 3.8. przedstawiono przykładowy wykres sieciowy typu AoN.

Rysunek 3.8. Przykładowy wykres typu AoN



Źródło: opracowanie własne.

Przedstawienie struktury projektu w postaci sieci umożliwia wizualizację jego struktury zadaniowej, wskazanie i sprawdzenie poprawności relacji następstw między czynnościami. Jest także warunkiem koniecznym do rozpoczęcia rachunków pozwalających na określenie terminów wykonania zadań i terminu ukończenia projektu. W dalszej części zostały omówione kluczowe metody obliczeń sieci projektu.

3.2.1. *Critical Path Method (CPM)*

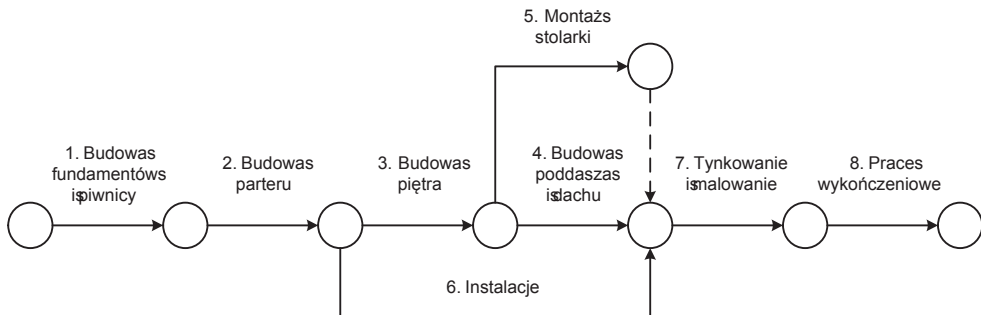
Technika CPM została opracowana w latach 50. XX wieku w Wielkiej Brytanii i w Stanach Zjednoczonych. Jej podstawą jest wykres sieciowy, na którym są dokonywane obliczenia czasu trwania projektu i rezerw. W technice CPM stosuje się wykres typu AoA. Do zastosowania techniki CPM jest niezbędna lista wszystkich czynności w projekcie (która musi mieć skończoną liczbę pozycji) i informacja o zapotrzebowaniu każdej z nich na zasoby, w szczególności czas trwania. Ponadto jest niezbędna informacja o zależnościach między czynnościami. Najczęściej określa się je, sporządzając listę strukturalno-kooperacyjną projektu.

Technika CPM składa się z następujących etapów:

1) Sporządzenie wykresu sieciowego

W ramach techniki CPM sporządza się wykres typu czynność – łuk. Metoda sporządzania tego typu wykresu zakłada stosowanie określonych reguł i respektowania ograniczeń przedstawionych w poprzednim podrozdziale. Wykres sieciowy w technice CPM może mieć tylko jedno zdarzenie początkowe i jedno zdarzenie końcowe. Jest to więc sieć zamknięta. Najczęściej na wykresie sieciowym węzły są oznaczane kółkiem, a czynności – strzałkami, tak, jak to pokazano na rysunku 3.9.

Rysunek 3.9. Przykład wykresu sieciowego w technice CPM

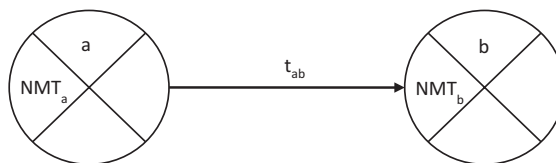


Źródło: opracowanie własne.

2) Wylczenie terminów wystąpienia zdarzeń sieci

Następnym krokiem jest wyznaczenie terminów wystąpienia poszczególnych zdarzeń (węzłów sieci) i terminów realizacji kolejnych zadań mających w nich początek lub koniec. Oblicza się je, dokonując tzw. przeliczenia sieci. Aby móc przeprowadzić ten krok, należy wcześniej określić czasy trwania poszczególnych czynności. Zgodnie z zaleceniami techniki wartości czasów przyjęte do przeliczeń powinny być wiarygodne, pewne i przedstawione w postaci konkretnej wartości w przyjętych jednostkach czasu (np. 3 tygodnie). Sieć przelicza się w dwóch krokach. Pierwszy obejmuje przeliczenie sieci „w przód”, co polega na wyznaczeniu tzw. najwcześniejszych możliwych terminów wystąpienia zdarzeń (NMT). Drugi krok obejmuje przeliczenie sieci „w tył”, co pozwala określić tzw. najpóźniejsze dopuszczalne terminy wystąpienia zdarzeń (NDT). Na rysunku 3.10 przedstawiono część wykresu sieciowego z umieszczonymi danymi niezbędnymi do wykonania obliczeń „w przód”.

Rysunek 3.10. Przeliczanie sieci w technice CPM – wyznaczenie najwcześniejszych możliwych terminów



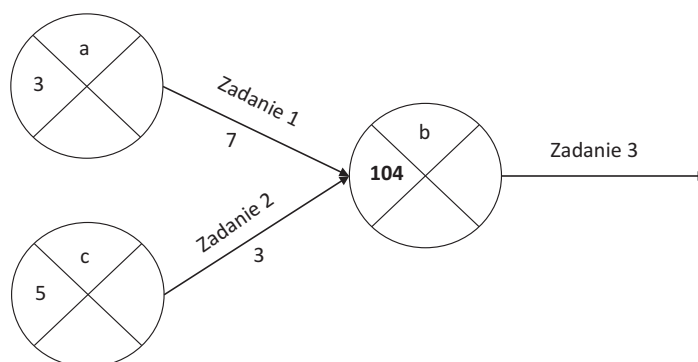
Źródło: opracowanie własne.

Najwcześniejsze możliwe terminy (NMT) wyznacza się według wzoru:

$$NMT(b) = t(ab) + NMT(a)$$

Jeżeli do danego zdarzenia (węzła sieci) zbiega się realizacja kilku równoległych czynności, wówczas przy obliczaniu NMT wybiera się wartość najmniejszą dla tego węzła.

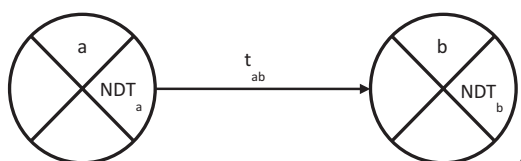
Rysunek 3.11. Przeliczenie sieci w technice CPM – wyznaczenie najwcześniejszych możliwych terminów dla zdarzeń węzłowych



Źródło: opracowanie własne.

W przypadku przeliczania sieci „w tył” przeprowadza się działania odejmowania. Dla ostatniego (końcowego) zdarzenia w projekcie nie oblicza się NDT. Powinien on zostać ustalony w konsekwencji przeliczania sieci od początku do końca projektu i w zależności od maksymalnego czasu na jego realizację wyznaczonego najczęściej przez zleceniodawcę projektu. Wówczas zazwyczaj jako wartość NDT przyjmuje się obliczony dla zdarzenia końcowego NMT.

Rysunek 3.12. Przeliczenie sieci w technice CPM – wyznaczenie najpóźniejszych dopuszczalnych terminów



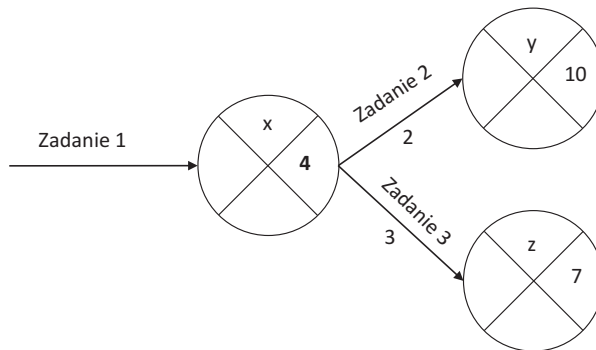
Źródło: opracowanie własne.

Najpóźniejsze dopuszczalne terminy (NDT) wyznacza się według wzoru:

$$NDT(a) = NDT(b) - t(ab)$$

Jeżeli do danego zdarzenia (węzła sieci) zbiega się realizacja kilku równoległych czynności, wówczas przy obliczaniu NDT wybiera się wartość najmniejszą dla tego węzła.

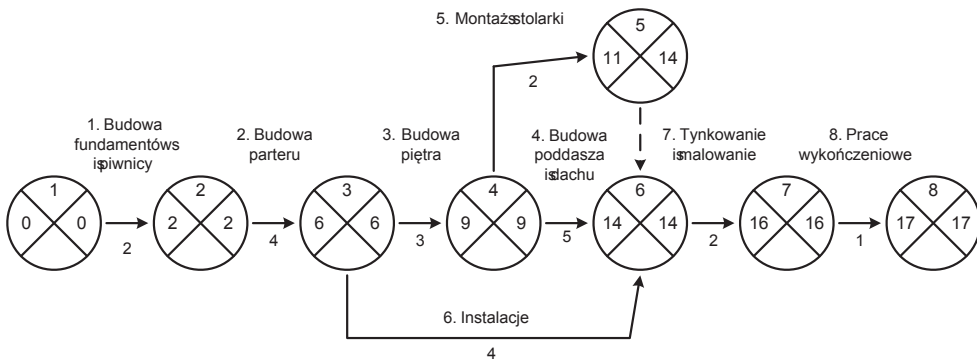
Rysunek 3.13. Przeliczenie sieci w technice CPM – wyznaczenie najpóźniejszych dopuszczalnych terminów dla rozgałęzień sieci



Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 3.14 przedstawiono przykładowy projekt wraz z oznaczonymi zadaniami, czasami trwania i niezbędnymi przeliczeniami.

Rysunek 3.14. Przykład wykresu sieciowego w technice CPM

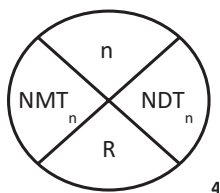


Źródło: opracowanie własne.

3) Wyznaczenie rezerw czasu i ścieżki krytycznej

Wyznaczenie NMT i NDT dla zdarzeń pozwala wyznaczyć rezerwy czasu w projekcie. Informacje o rezerwach oznacza się typowo w dolnej ćwiartce węzłów sieci, zgodnie z poniższym rysunkiem.

Rysunek 3.15. Rezerwy czasu w technice CPM



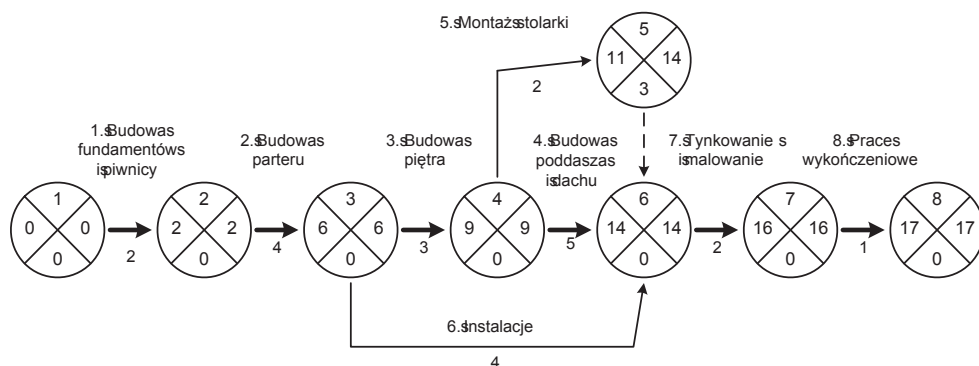
Źródło: opracowanie własne.

Rezerwy stanowią zapas czasu będący różnicą między najpóźniejszym dopuszczalnym terminem osiągnięcia węzła a najwcześniejszym możliwym. Wyznacza się je według wzoru:

$$R(n) = NDT(n) - NMT(n)$$

Ciąg czynności łączących zdarzenia o najmniejszej (najczęściej zerowej) rezerwie czasu określa się mianem ścieżki krytycznej. Czynności znajdujące się na ścieżce krytycznej powinny być obiektem szczególnej kontroli ze strony kierownika projektu. Jakikolwiek opóźnienia w ich realizacji, o ile nie zostaną nadrobione w przyszłości, mogą przełożyć się na opóźnienie terminu zakończenia całego projektu.

Rysunek 3.16. Przykład planu przebiegu projektu wykonanego zgodnie z techniką CPM



Źródło: opracowanie własne.

Technika CPM znajduje zastosowanie w planowaniu przebiegu projektów, których przebieg i obciążenia są znane. Jest powszechnie stosowana praktycznie w każdym sektorze gospodarki. Istnieje wiele programów wspierających planowanie projektów

przy pomocy techniki CPM. Do najpopularniejszych należą: Microsoft Project, Primavera, Turbo Gantt, OpenProj i inne. Technika CPM stanowi także podstawę wielu innych technik sieciowych. Najważniejsza z nich to technika PERT, która opiera się na probabilistycznym podejściu do szacowania czasu trwania czynności.

3.2.2. *Metra Potential Method (MPM)*

Technika MPM została opracowana we Francji w 1958 r. przez stowarzyszenie SEMA (fr. *Societe d'Economie et de Mathematique Appliquees*). Po raz pierwszy została zastosowana przy planowaniu budowy elektrowni atomowej w Loire. Słowo *metra* pochodzi od nazwy grupy organizacji doradczych zrzeszonych w SEMA, natomiast *potential method* ma wskazywać na analogię do systemu potencjałów w układach elektrycznych.

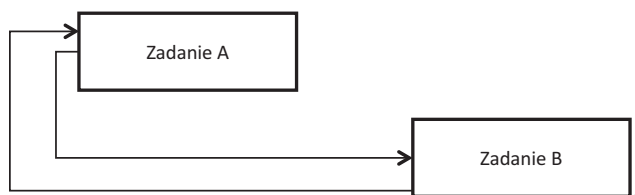
Technika MPM opiera się na wykresie sieciowym typu AoN (czynność – węzeł), co oznacza, że czynności są oznaczone jako węzły (najczęściej prostokąty), a strzałki odzwierciedlają relacje między nimi. Podobnie jak w przypadku techniki CPM do jej zastosowania jest niezbędna lista wszystkich czynności w projekcie i informacja, ile jednostek czasu trwa każda z nich. Ze względu na notację zadań w węzłach grafu technika MPM i inne techniki powstałe na jej bazie z biegiem czasu zyskały większą popularność w stosunku do techniki CPM. Sieci budowane na ich potrzeby są pozbawione m.in. czynności pozornych, zaś sposób oznaczania zadań wydaje się być bardziej intuicyjny niż w przypadku sieci typu czynność – łuk. Co ważne, technika MPM wzbogaca wykres sieciowy o dodatkowe informacje związane z relacjami między zadaniami. Możliwe jest m.in. uwzględnienie przerw między wykonywaniem zadań, opóźnianie i przyspieszanie ich rozpoczęcia itp. Informacje te zapisuje się przy strzałkach łączących zadania.

W ramach techniki MPM wyróżnia się następujące etapy:

1) **Sporządzenie wykresu sieciowego**

Podobnie jak w przypadku techniki CPM dla każdej czynności w projekcie należy wskazać czynność bezpośrednio ją poprzedzającą lub bezpośrednio po niej następującą. Pozwoli to jednoznacznie określić zależności między czynnościami. Kolejnym krokiem jest stworzenie wykresu sieciowego. Wykres w technice MPM ma tzw. węzeł początkowy. Następnie od tego węzła tworzy się sieć, która odwzorowuje zależności między czynnościami. Niedopuszczalne są pętle zwrotne – każda czynność w projekcie jest realizowana tylko raz. Cechą charakterystyczną techniki MPM w swojej oryginalnej, pierwotnej postaci jest występowanie na wykresie tylko jednego rodzaju relacji między czynnościami. Jest to relacja typu początek – początek. Została one przedstawiona na rysunku 3.17.

Rysunek 3.17. Relacje typu początek – początek w technice MPM



Źródło: opracowanie własne.

2) Wyznaczenie najwcześniejszych terminów rozpoczęcia każdej czynności i zakończenia projektu

Kolejnym krokiem jest przeliczenie sieci i wyznaczenie najwcześniejszych terminów rozpoczęcia czynności. Informacje dotyczące terminów umieszcza się w węzłach grafu według schematu pokazanego na rysunku 3.18.

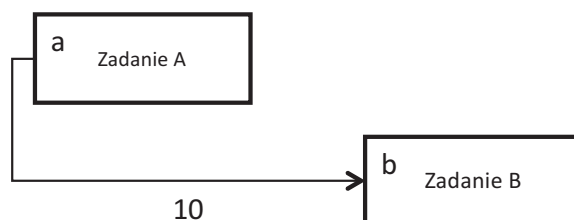
Rysunek 3.18. Schemat umieszczania informacji o terminach w technice MPM

Najwcześniejszy możliwy termin rozpoczęcia zadania	Czas trwania zadania	Najwcześniejszy możliwy termin zakończenia zadania
Nazwa zadania		
Najpóźniejszy dopuszczalny termin rozpoczęcia zadania	Rezerwa	Najpóźniejszy dopuszczalny termin zakończenia zadania

Źródło: opracowanie własne.

Na tej podstawie możliwe będzie określenie czasu trwania projektu. Przeliczenie sieci odbywa się według schematu przedstawionego na rysunku 3.19. Jest to tzw. relacja pozytywna.

Rysunek 3.19. Schemat przeliczania sieci „w przód” w technice MPM



Źródło: opracowanie własne.

W przedstawionym przykładzie czynność B może się rozpocząć najwcześniej 10 jednostek czasu po rozpoczęciu czynności A. Oznacza to, że najwcześniejszy możliwy termin rozpoczęcia czynności B oblicza się według wzoru:

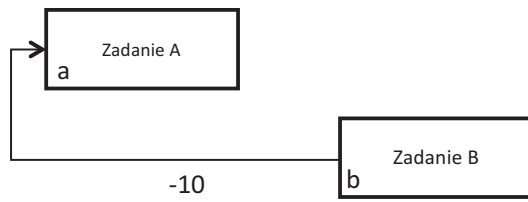
$$NMTR(b) = NMTR(a) + 10$$

Najwcześniejszy możliwy termin wyznaczony dla ostatniego węzła na wykresie sieciowym jest jednocześnie najkrótszym możliwym czasem realizacji projektu.

3) Wyznaczenie najpóźniejszych terminów zakończenia każdej czynności

Po przeliczeniu sieci i wyznaczeniu najwcześniejszych możliwych terminów rozpoczęcia wyznacza się najpóźniejsze dopuszczalne terminy zakończenia. Postępowanie jest analogiczne do wcześniejszych obliczeń. Na rysunku 3.20 przedstawiono schemat postępowania. Jest to tzw. relacja negatywna.

Rysunek 3.20. Schemat przeliczania sieci „w tył” w technice MPM



Źródło: opracowanie własne.

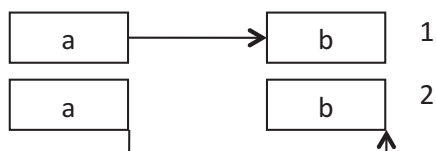
Sytuacja przedstawiona na rysunku oznacza, że czynność B musi się rozpocząć nie później niż 10 jednostek czasu po rozpoczęciu czynności A. Ostatnim krokiem techniki jest:

4) Wyznaczenie rezerw czasu i czynności krytycznych

Technika MPM znajduje zastosowanie w planowaniu przebiegu projektów, których przebieg i obciążenia są znane. Jest powszechnie stosowana praktycznie w każdym sektorze gospodarki. Najpopularniejszym programem wykorzystującym technikę MPM jest Microsoft Project.

Na podstawie techniki MPM opracowano mniej popularne techniki planowania w warunkach pewności, np. HMN, opisana w dalszej części publikacji. Ponadto powszechnie stosowana jest technika EMPM – *Extended MPM*. W technice tej wprowadzono dodatkowe relacje między czynnościami w celu uproszczenia sieci i minimalizacji możliwości popełnienia błędu.

Rysunek 3.21. Relacje między czynnościami w technice EMPM



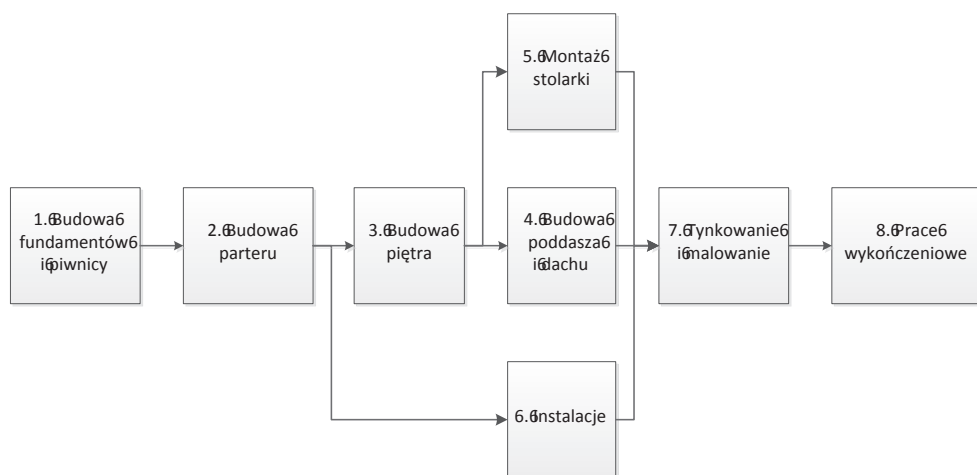
Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku przedstawiono następujące relacje:

- Sytuacja 1: relacja koniec – początek. Czynność b może się rozpocząć po zakończeniu czynności a.
- Sytuacja 2: relacja koniec – koniec. Czynność b może się zakończyć po zakończeniu czynności a.

Na kolejnych rysunkach przedstawiono wykres sieciowy projektu z wykorzystaniem techniki EMPM. Dla lepszego zobrazowania różnic w posługiwaniu się technikami sieciowymi poniższy przykład opiera się na identycznych założeniach jak w przypadku wcześniejszej ilustracji wykorzystania techniki CPM.

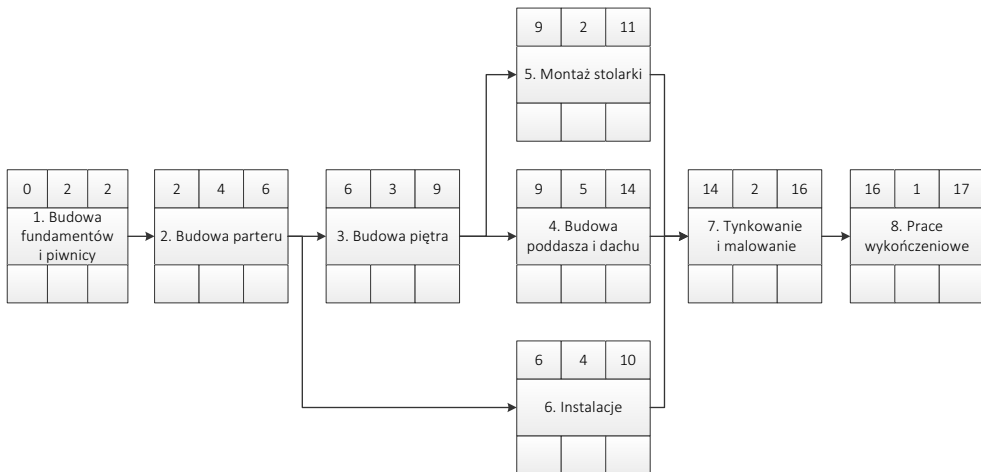
Rysunek 3.22. Przykład wykresu sieciowego w technice EMPM



Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z opisem kolejnym krokiem jest wyznaczenie najwcześniejszych możliwych terminów rozpoczęcia czynności. Obliczenia zostały przedstawione na rysunku 3.23.

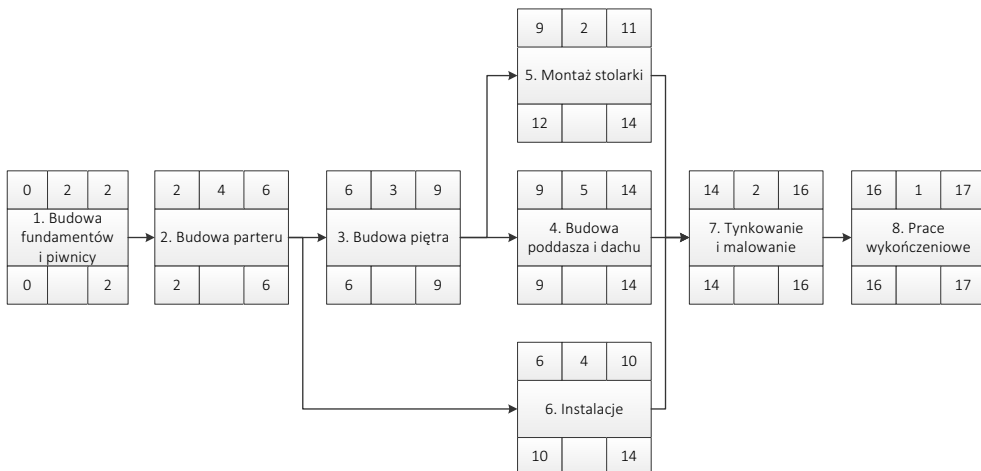
Rysunek 3.23. Wyznaczenie najwcześniejszych możliwych terminów w technice EMPM



Źródło: opracowanie własne.

Następnie wyznaczane są najpóźniejsze możliwe terminy rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych czynności. Obliczenia zostały przedstawione na rysunku 3.24.

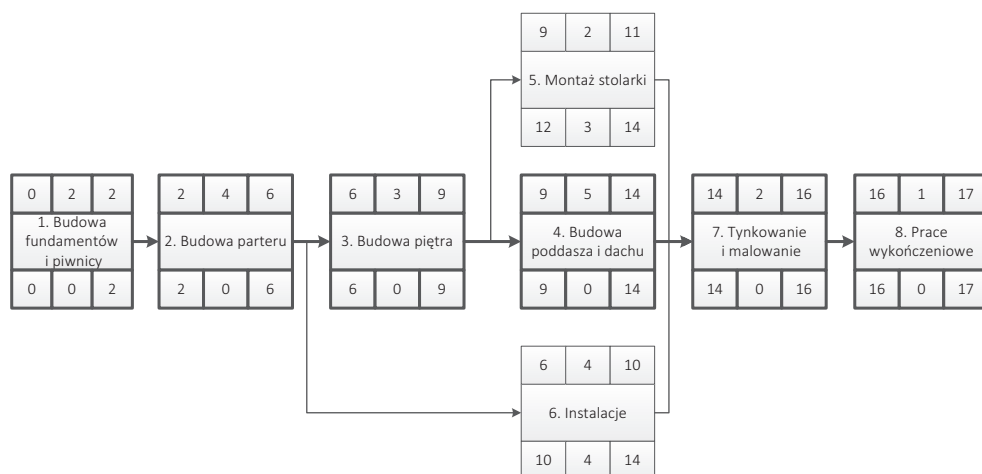
Rysunek 3.24. Wyznaczenie najpóźniejszych dopuszczalnych terminów w technice EMPM



Źródło: opracowanie własne.

Ostatnim krokiem jest wyliczenie rezerw czasu dla czynności i wyznaczenie ścieżki krytycznej. Na rysunku 3.25 czynności na ścieżce krytycznej zostały zaznaczone pogrubioną kreską.

Rysunek 3.25. Wyznaczenie rezerw czasu dla czynności i ścieżki krytycznej w technice EMPM



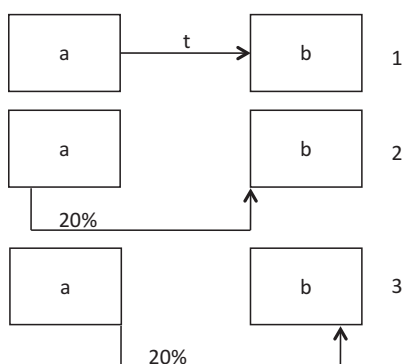
Źródło: opracowanie własne.

Obecnie najczęściej mianem techniki MPM określa się jej rozszerzoną wersję – EMPM. Jedną z istotnych modyfikacji techniki EMPM jest przedstawiona dalej technika *Project Control System* (PCS).

3.2.3. Project Control System (PCS)

Project Control System jest modyfikacją techniki EMPM, wprowadzającą dodatkowe relacje poza podstawowymi relacjami, co zostało przedstawione na rysunku 3.26.

Rysunek 3.26. Relacje między czynnościami w technice PCS



Źródło: opracowanie własne.

Na schematach przedstawiono następujące relacje:

- Sytuacja 1: Czynność b może się rozpocząć, gdy upłynie czas t od zakończenia czynności a.
- Sytuacja 2: Czynność b może się rozpocząć, kiedy czynność a zostanie zrealizowana w 20%.
- Sytuacja 3: Określona część czynności b może się rozpocząć po zakończeniu czynności a.

3.2.4. Technika harmonogramów

Harmonogramowanie jest obecnie jedną z najważniejszych deterministycznych technik planowania przebiegu projektu w czasie stosowanych w zarządzaniu projektami. Dotyczy planowania w warunkach pewności i jest wykorzystywane zarówno w fazie planowania, jak i kontroli projektu. Harmonogram (często nazywany wykresem Gantta) został stworzony w latach 1905–1906 przez amerykańskiego inżyniera Henry'ego Gantta, choć niektóre źródła jako pierwszego autora tej techniki podają polskiego profesora Karola Adamieckiego, który opisał ją już w 1903 r.⁸². Harmonogram początkowo miał służyć wyłącznie podziałowi pracy, z czasem przekształcił się w uniwersalne narzędzie do planowania i kontroli postępów prac w projekcie, przyjmując różne formy graficzne. O ile przedstawienie przebiegu projektu w postaci wykresu sieciowego umożliwia przejrzystą identyfikację zależności pomiędzy czynnościami i przedstawienie przebiegu projektu, o tyle taka forma graficzna utrudnia kontrolę jego postępów, wyznaczanie terminów wykonania zadań w jednostkach kalendarzowych czy łatwe rozróżnienie odmiennych długości trwania poszczególnych czynności. Remedium na te problemy jest właśnie harmonogram, stosowany często jako graficzne uzupełnienie planu przebiegu projektu w czasie.

Harmonogramy projektów stosuje się po to, aby:

- obliczyć przewidywany całkowity czas trwania projektu,
- przedstawić przebieg projektu w jednostkach naturalnych i kalendarzowych,
- określić i zobrazować, jakie zadania, kiedy i za pomocą jakich zasobów i zespołów powinny być wykonane,

⁸² K. Adamiecki, *Wykreślna metoda organizowania pracy zbiorowej w walcowniach*, referat, Towarzystwo Techniczne w Jekatierinosławiu, Jekatierinosław, Rosja 1903. Zob. np. M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003, s. 150; A. Stabryła, J. Trzeciński, *Organizacja i zarządzanie*, PWN, Warszawa 1986, s. 442–446; P. Weaver, *A brief history of scheduling – back to the future*, <http://www.mosaicprojects.com.au>.

- prowadząc (regularne) kontrole wykonania prac, porównywać je z planowanym zakresem projektu i podejmować racjonalne decyzje dotyczące dalszych etapów projektu,
- prowadzić dokumentację, którą można będzie wykorzystać do śledzenia i kontrolowania postępów projektu⁸³.

Harmonogram tworzy się, mając do dyspozycji listę czynności, czas ich trwania oraz kolejność, w jakiej muszą być zrealizowane. Na wykresie na pionowej osi umieszcza się zwykle listę czynności w kolejności od zadań początkowych do końcowych, natomiast na osi poziomej zaznacza się czas trwania projektu, który może być wyrażony zarówno w jednostkach naturalnych (np. 1, 2, 3 tydzień trwania projektu), jak i kalendarzowych (np. 1, 8, 15 listopada roku X). Z reguły najpierw następuje planowanie w jednostkach naturalnych, ponieważ w ten sposób łatwiej jest opisać przebieg projektu, a dopiero później stosuje się jednostki kalendarzowe. Właśnie ta ostatnia forma harmonogramu jest uważana za docelową, ponieważ wówczas najłatwiej jest odpowiedzieć na pytanie, co i kiedy powinno być zrobione. Co więcej, dzięki przeliczeniu czasu trwania projektu na te jednostki można łatwiej uwzględnić wszystkie święta i dni wolne od pracy przypadające w dniach roboczych. Konwersja na jednostki kalendarzowe jest przy większych projektach żmudna i długotrwała, lecz na szczęście większość programów wspomagających zarządzanie projektami potrafi zrobić to automatycznie.

Aby wykonać harmonogram projektu należy:

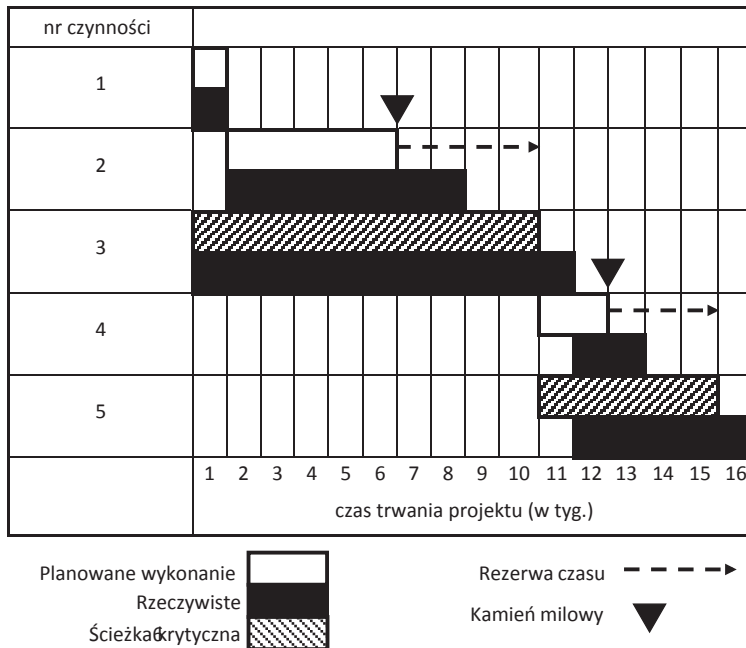
- 1) określić listę czynności podlegającej planowaniu,
- 2) zidentyfikować relacje czynności w stosunku do siebie i (jeśli trzeba) podzielić projekt na etapy,
- 3) oszacować czas realizacji poszczególnych zadań,
- 4) wyznaczyć datę początkową realizacji projektu,
- 5) przyjąć konsekwentny system opisu i wizualizacji zadań na harmonogramie,
- 6) nanieść informacje o zadaniach na harmonogram poprzez stworzenie wariantu przebiegu projektu według:
 - a) najwcześniejszych możliwych terminów (NMT) rozpoczęcia zadań,
 - b) najpóźniejszych dopuszczalnych terminów (NDT) rozpoczęcia zadań,
- 7) określić kamienie milowe projektu (szczególnie istotne momenty kontroli),
- 8) analizując różnice w położeniu tych samych zadań na dwóch powyższych wersjach harmonogramu, zidentyfikować zadania stałe i ruchome; zadania stałe będą tworzyły ścieżkę krytyczną projektu, natomiast zadania ruchome będą miały rezerwę czasu w stosunku do niej,

⁸³ Na podstawie: E. Bukłaha, *Inicjowanie, definiowanie i planowanie projektu*, w: *Zarządzanie projektami współfinansowanymi z funduszy publicznych*, Wolters Kluwer, Kraków 2007, s. 41.

9) oznaczyć na harmonogramie zadania krytyczne, rezerwy i kamienie milowe,
10) w miarę potrzeb na harmonogram nanieść informacje o zespołach i kluczowych zasobach niezbędnych do wykonania poszczególnych zadań.

Z biegiem lat harmonogramy doczekały się wielu form graficznych, jednakże najpopularniejsza przedstawia czynności w postaci prostokąta o długości proporcjonalnej do czasu trwania czynności. Prostokąt niezaciemniony (biały) oznacza zwykle planowy czas trwania, natomiast zaciemniony – rzeczywisty czas realizacji czynności. Umieszcza się je jeden pod drugim (lub obok drugiego) dla każdego zadania w projekcie. Oczywiście zanim projekt się rozpocznie, można oznaczyć jedynie planowany czas realizacji czynności – ich rzeczywiste postępy będą znane dopiero w trakcie fazy rzeczywistej realizacji projektu.

Rysunek 3.27. Przykładowy harmonogram projektu



Źródło: opracowanie własne.

W harmonogramie można umieszczać różnego rodzaju informacje o zadaniach projektu. Podstawowe z nich dotyczą:

- informacji o powiązaniach między poszczególnymi czynnościami,
- informacji o rezerwach czasu poszczególnych czynności,
- oznaczenia czynności krytycznych w projekcie,
- wskazania punktów kontrolnych w projekcie.

Oprócz nich na harmonogramie mogą znaleźć się inne informacje, np. o zasobach przydzielonych do realizacji czynności, osobach odpowiedzialnych za ich realizację, datach rozpoczęcia i zakończenia czynności, o postępach prac (np. w % realizacji), odchyleniach w stosunku do planu bazowego itd.

Harmonogram czasami jest przedstawiany również w innym wymiarze – z podziałem czynności na dni, tygodnie, miesiące, kwartały czy lata trwania projektu. Jego czytelna forma powoduje, że jest on chętnie stosowany do kontroli postępów realizacji projektu. Pokazuje także wszystkie równoległe realizowane czynności i uwzględnia dni wolne od pracy, dzięki czemu ma przewagę nad harmonogramem stworzonym w jednostkach naturalnych.

Poza różnymi oznaczeniami graficznymi czasu trwania czynności (bloki poziome, linie, strzałki, fale) nie są znane modyfikacje techniki harmonogramów. Przykłady różnych oznaczeń zadań zostały opisane w literaturze przedmiotu.⁸⁴

Ze względu na fakt, iż harmonogram jest najbardziej popularną graficzną techniką planowania postępów prac w projekcie, i ze względu na intensywny rozwój oprogramowania wspierającego zarządzanie projektami warto zaznaczyć, że narzędzia do budowy harmonogramu Gantta występują prawie we wszystkich programach wspomagających zarządzanie projektami.

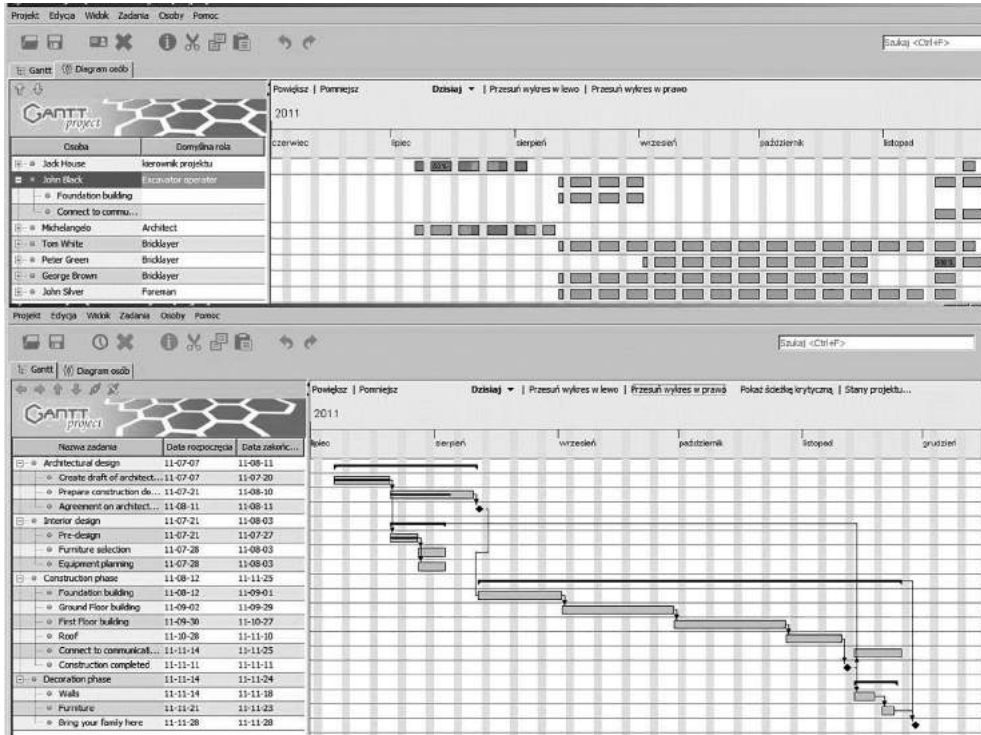
Obecnie na rynku jest dostępnych wiele rodzajów oprogramowania wspomagającego proces zarządzania projektami (szczególnie w fazie planowania i realizacji) – od programów darmowych po w pełni profesjonalne – zintegrowane systemy, których koszt dochodzi nawet do kilkuset tysięcy złotych. Możliwości ich wykorzystania są ogromne – od tworzenia i monitorowania harmonogramów, przez identyfikację ścieżki krytycznej i proste zarządzanie zasobami, aż po zintegrowane analizy ekonomiczne wykorzystania zasobów, pracę w sieci, koordynowanie postępów prac różnych oddziałów firmy i jednoczesne zarządzanie wieloma projektami. Wszystkie one umożliwiają stworzenie i kontrolowanie projektów z wykorzystaniem harmonogramów. Poniżej przedstawiono wybór takich programów.

- Gantt Chart in Excel – <http://www.vertex42.com/ExcelTemplates/excel-gantt-chart.html>,
- Gantt Chart Template for Excel – <http://www.vertex42.com/ExcelTemplates/excel-gantt-chart.html>,
- Gantt Project – <http://www.ganttproject.biz>,
- MS Project – firma Microsoft, <http://www.microsoft.com.pl>,
- Openproj – <http://www.openproj.org>,

⁸⁴ Zob. np. J.D. Frame, *Zarządzanie projektami w organizacjach*, WIG-Press, Warszawa, 2001, s. 178–179; *Nowoczesne zarządzanie projektami*, red. M. Trocki, PWE, Warszawa 2012, s. 182–183; N. Mingus, *Zarządzanie projektami*, One Press, Warszawa 2002, s. 152–153.

- Project Planner – firma SmartWorks, <http://www.smartworks.us/htm/pp.htm>,
- P2Ware Project Manager – firma P2Ware, <http://www.p2ware.com>.

Rysunek 3.28. Harmonogram projektu stworzony w programie Gantt Project



Źródło: <http://www.ganttproject.biz>.

3.2.5. Line of Balance (LOB)

Line of Balance (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 projektu, opartą na planowaniu struktury i czasu trwania zadań w warunkach pewności. Należy do grupy technik planowania procesów jednokierunkowych (LSM). Prezentuje skumulowany postęp prac, opierając się na analizowaniu informacji o zadaniach pod kątem czasu ich wykonania, ich wielokrotności, relacji przyczynowo-skutkowych między zadaniami i rzeczywistego zakresu wykonanych prac. Została wynaleziona w 1941 r. w firmie Goodyear Tire & Rubber Company przez zespół pod kierownictwem George'a E. Foucha. Początkowo stosowano ją do planowania

produkcji, jednak z czasem zaczęto jej używać również w zarządzaniu projektami. Od połowy ubiegłego wieku w rozwiniętej formie jest powszechnie stosowana do planowania operacji logistycznych marynarki wojennej armii amerykańskiej.

Uzasadnienie i wartość płynąca z zastosowania techniki LOB mają miejsce, jeśli projekt spełnia pewne założenia. Dotyczą one następujących elementów:

- 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 nieograniczone⁸⁵.

Technika LOB może być stosowana w projektach składających się z szeregu czynności powtarzalnych lub w programach projektów powtarzalnych, np. budowa serii jednakowych domów, wznoszenie budynków biurowych z taką samą konstrukcją poszczególnych pięter, układanie rurociągów, budowę jednakowych stacji metra, tuneli, hal produkcyjnych itp. 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 informacji⁸⁶:

- 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 postępem 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 odchyień pozwala oszacować wydajność pozostałej części prac.

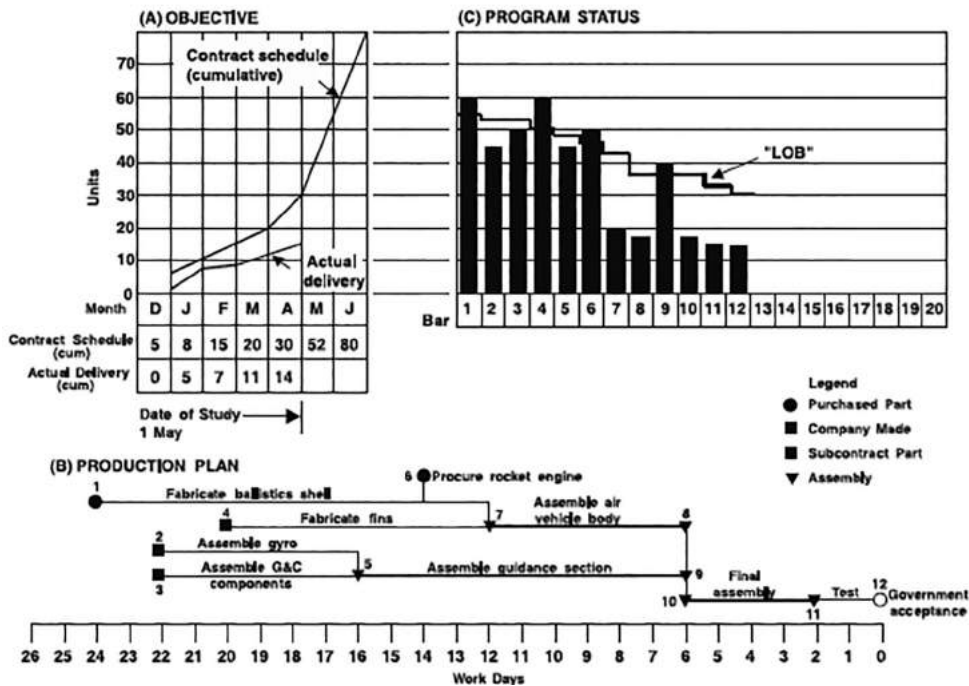
Technika LOB koncentruje się na zapewnieniu ciągłości pracy zespołów realizujących powtarzalne zadania poprzez właściwą organizację pracy i zapewnienie im stałego dostępu do niezbędnych zasobów. Zespoły zadaniowe wykorzystywane do realizacji powtarzalnych czynności w technice LOB są przydzielane do wykonywania poszczególnych czynności w taki sposób, żeby czas ich przestoju pomiędzy poszcze-

⁸⁵ M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, op.cit., s. 262.

⁸⁶ Na podstawie: P.A. Badukale, S. Sabihuddin, *Line of Balance*, „International Journal of Modern Engineering Research” (IJMER), Vol. 4, Issue 3, March 2014, s. 47.

gólnymi 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 czy kładzenie instalacji na poszczególnych jego poziomach).

Rysunek 3.29. Planowanie i kontrola projektu w technice LOB



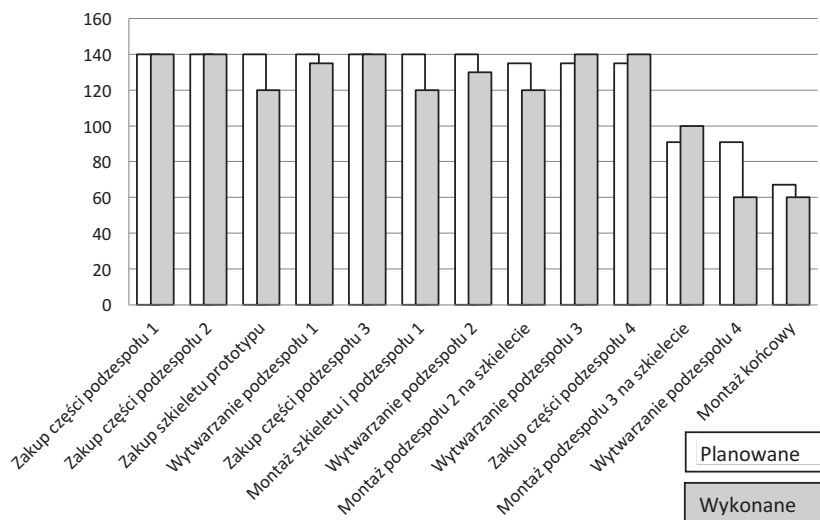
Źródło: *Scheduling Guide for Program Managers*, Defense Systems Management College Press, Fort Belvoir, VA, Canada, October 2001, s. 65.

Technika LOB jest realizowana w kilku podstawowych etapach:

- 1) sporządzenie wykresu sieciowego typu czynność – łuk, ilustrującego powiązania logiczne projektu i identyfikujące czynności powtarzalne,
- 2) przydział zasobów i zespołów zadaniowych do realizacji poszczególnych grup czynności,
- 3) określenie czasu realizacji poszczególnych czynności w projekcie ze szczególnym uwzględnieniem grup czynności powtarzalnych,
- 4) przeprowadzenie obliczeń wstecz przy założeniu czasu 0 dla ostatniej czynności, czyli wyznaczenie tzw. równoważnych numerów tygodni,
- 5) uporządkowanie czynności według malejących równoważnych numerów tygodni i opracowanie cyklogramu – grafu sieci z uwzględnieniem skali czasu,

- 6) przygotowanie kalendarza i tablicy skumulowanych ilości dostaw,
- 7) opracowanie tablicy bilansowej,
- 8) wykorzystywanie tablicy bilansowej i cyklogramu do kontroli postępu realizacji projektu⁸⁷.

Rysunek 3.30. Wykres linii równowagi dla działań powtarzalnych na dzień kontroli (przykład)



Źródło: M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003, s. 273.

Pomimo swoich unikalnych zalet do chwili obecnej ta technika nie zyskała szerokiej popularności, głównie z powodu szybkiego rozwoju technik planowania sieciowego, opartych na identyfikacji i analizie ścieżki krytycznej, a także z powodu braku powszechnie dostępnego oprogramowania komputerowego wspierającego technikę LOB. Od lat 80. ubiegłego wieku zmodyfikowana wersja tej techniki jest dominującą techniką planowania działalności powtarzalnej w Finlandii. Do wad tej techniki zalicza się 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,

⁸⁷ Na podstawie: M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, op.cit., s. 262–263 i R.S. Bhushan, V. Srinivasa Raghavan, *Line of Balance – a Contractor Friendly Scheduling Technique, Engineering*, „Indian Journal of Applied Research”, Vol. 3, Issue 6, June 2013, s. 162.

- identyfikuje opóźnienia w realizacji prac w projekcie z opóźnieniem w stosunku do postępów projektu.

Nie są znane żadne modyfikacje tej techniki opisane w ogólnodostępnej literaturze fachowej. Obecnie istnieje szereg programów komputerowych umożliwiających zastosowanie techniki LOB w planowaniu i kontroli projektów:

- *Asta Powerproject* – firma *Asta Development plc*, <http://www.astadev.com/products/asta-powerproject-bim/>,
- *PlanMan Project 2010* – firma *PlanMan Oy*, <http://www.planman.fi/eng/>,
- *ProBalance* – firma *ProPlanner*, <http://www.proplanner.com/en/products/pro-balance/>,
- *Q. Scheduling* – firma *Misronet, Inc.*, http://www.misronet.com/construction_scheduling_software/,
- *Synchro* – firma *Synchro Ltd.*, <http://www.synchroLtd.com/>,
- *Vico Control scheduling software* – firma *Vico Software, Inc.*, <http://www.vico-software.com/products/Vico-Control/tabid/84573/>.

3.2.6. *Hamburger Methode der Netzplantechnik* (HMN)

Jest to technika zorientowana procesowo, co znaczy, że na wykresie sieciowym są prezentowane czynności, a nie zdarzenia (niem. *vorgangsorientierte Darstellung*). Wykres sieciowy, który powstaje w ramach techniki HMN, jest wykresem typu AoN, a więc czynności w projekcie są zaznaczone jako węzły wykresu. Postępowanie w przypadku techniki HMN jest identyczne jak w przypadku pozostałych technik sieciowych. Należy rozpocząć od określenia listy czynności do wykonania. Następnie należy sporządzić listę strukturalno-kooperacyjną projektu, definiując czynności bezpośrednio poprzedzające lub następujące po każdej czynności w projekcie. Kolejnym krokiem jest stworzenie wykresu sieciowego typu AoN. W węzłach wykresu znajdują się czynności, a strzałki odzwierciedlają relacje między nimi. Należy zaznaczyć, że podstawową różnicą między HMN a np. techniką MPM są relacje między zadaniami. W technice HMN stosuje się wyłącznie relacje typu koniec – koniec. Oznacza to, że do przeliczenia sieci określa się terminy według reguły „ile jednostek czasu po zakończeniu czynności A może zakończyć się czynność B”. W praktyce możliwe są dwie sytuacje:

- czynność B może zakończyć się najwcześniej X jednostek czasu po zakończeniu czynności A,
- czynność B musi zakończyć się najpóźniej X jednostek czasu po zakończeniu czynności A.

Dalsze kroki postępowania obejmują przeliczenie sieci i wyznaczenie ścieżki krytycznej.

Technika znajduje zastosowanie w planowaniu przebiegu projektów, których przebieg i obciążenia są znane. W praktyce najczęściej była wykorzystywana w przeszłości w branży budowlanej, praktycznie wyłącznie w Niemczech. Mniej znana była w Austrii i Szwajcarii. Nie opracowano programów wspierających stosowanie HMN.

3.2.7. Metoda RAMPS lub RAMS (*Resource Allocation and Multiproject Scheduling*)

Jest to rodzaj planowania sieciowego służącego wsparciu w zakresie zarządzania wieloma projektami z uwzględnieniem optymalizacji ograniczonych zasobów, poprzez zastosowanie algorytmów odpowiedniego obciążenia zasobami uwzględnianych w analizie projektów. Należy do grupy technik planistycznych i kontrolnych stosowanych w zarządzaniu portfelami i programami projektów. Technika RAMPS powstała w 1965 r. jako rozwinięcie metod planowania (przede wszystkim w warunkach pewności) stosowanych w technikach CPM i PERT, które ograniczały się do planowania pojedynczych projektów i nie uwzględniały w swoich analizach kwestii zasobowych. RAMPS w owym czasie była nowatorską techniką projektową opartą na planowaniu z wykorzystaniem oprogramowania komputerowego.

Autorstwo RAMPS przypisuje się London Corporation for Economic and Industrial Research (CEIR), brytyjskiej organizacji badawczo-naukowej, specjalizującej się m.in. w problematyce zarządzania operacyjnego w przedsiębiorstwach. Jest odpowiedzią na wyzwania zarządzania wieloma projektami z grupy RCPSP (*Resource-Constrained Project Scheduling Problems*), koncentrując się na rozwiązywaniu problemów racjonalnego planowania kolejności zadań z równoczesnym przydzielaniem niezbędnych zasobów i uwzględnianiem strategicznych celów stojących u podstaw realizacji projektów.

Technika RAMPS znajduje zastosowanie w procesie planowania i kontroli projektów, które mogą spełnić następujące warunki:

- 1) data zakończenia analizowanych projektów jest wyraźnie określona,
- 2) zadania w tych projektach mają być wykonane z wykorzystaniem tego samego zestawu zasobów,
- 3) kara za opóźnione wykonanie projektów może być wyrażona jako koszt finansowy,
- 4) układ zadań w analizowanych projektach da się jednoznacznie przedstawić w postaci wykresów sieciowych w układzie AoA,
- 5) zasoby niezbędne do wykonania prac w analizowanych projektach powinny być wyrażone w mierzalnych jednostkach, np. czasu, pracy, ludzi i maszyn,

ilości materiałów czy poziomu środków finansowych wyrażonych jako nakład na wykonanie pracy,

- 6) dla każdego zadania w analizowanych projektach należy określić niezbędną zasobochłonność wyrażoną w jednostkach czasu (np. na tydzień czy miesiąc pracy) i jako suma nakładów na całe zadania, a także koszty przerwania pracy przy realizacji zadań przed planowanym terminem ich zakończenia,
- 7) powinny być znane koszty za wykorzystanie zasobów, jak również te odnoszące się do opłacenia zasobów będących w rezerwie i możliwych do wykorzystania w sytuacjach awaryjnych w projektach⁸⁸.

Wynikiem przetworzenia powyższych informacji wejściowych w dedykowanym programie komputerowym CEIR RAMPS są dwie analizy. Pierwsza z nich określa daty zakończenia analizowanych projektów, uwzględniające planowane ograniczenia zasobowe, i przedstawia szczegółową alokację zasobów do projektów w poszczególnych okresach ich realizacji w formie zbiorczego harmonogramu. Ze względu na swoją budowę nadaje się do wykorzystania dla kierowników analizowanych projektów. Drugi wykres przedstawia wykorzystanie poszczególnych zasobów do zadań realizowanych w badanych projektach w układzie rodzajowym zasobów. Dzięki takiemu przedstawieniu informacji ten raport jest dedykowany specjalistom ds. zarządzania zasobami w organizacji. Obydwie analizy przedstawiono odpowiednio na rysunkach 3.31 i 3.32.

Rysunek 3.31. Przykład harmonogramów projektów w technice RAMPS

RAMPS																											
PROJ15 LARGE BRUSH, SMALL BATCH																											
AVAILABLE START DATE = 29																											
DESIRED COMPLETION DATE = 49																											
INDICATED COMPLETION DATE = 46																											
DELAY COST AT 5-£																											
TASK	RESOURCE	NORMAL	RATES	CRASH	S.O.	WORK	PERIODS																				
							31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
PROJ15	JOB A	1 2	DOCUMENTS			1																					
	JOB A	RCLERK	1 10																								
PROJ15	JOB C	2 4	STRAIGHTEN BRISTLES (LARGE)			8		2	4																		
	JOB C	RBRISL	2 20 4 30																								
PROJ15	JOB B	2 3	TURN HANDLES (LARGE)			5		2	2																		
	JOB B	RTURNS	1 10 2 20																								
PROJ15	JOB D	2 5	MAKE BANDS			1						1															
	JOB D	RBANDS	1 10																								
PROJ15	JOB E	4 5	WEIGH BRISTLES (LARGE)			15					5	5	5														
	JOB E	RWEIGH	5 50 2 20 10 100																								
PROJ15	JOB G	3 6	PAINT HANDLES			4					2	2															
	JOB G	RPAINT	1 10 2 20																								
PROJ15	JOB F	5 6	BRISTLES TO BAND (LARGE)			40					10	10	10	4	10												
	JOB F	RFASTN	10 100 4 40 20 200																								
PROJ15	JOB H	6 7	ASSEMBLE AND PACK (LARGE)			25											5	5	5	5	5	5					
	JOB H	RPACKS	5 50 10 80 2 15																								

Źródło: S. Lambourn, *Resource Allocation and Multi-Project Scheduling (RAMPS) – a New Tool in Planning and Control*, C.E.I.R. (U.K.) Ltd., Brentford, Middx., UK, „The Computer Journal” 1963, Vol. 5(4), s. 302.

⁸⁸ S. Lambourn, *Resource Allocation and Multi-Project Scheduling (RAMPS) – a New Tool in Planning and Control*, C.E.I.R. (U.K.) Ltd., Brentford, Middx., UK, „The Computer Journal” 1963, Vol. 5(4), s. 300–301.

Rysunek 3.32. Przykład analizy zasobów w technice RAMPS

RFASTN		ASSEMBLERS			S.O.	WORK	PERIODS 31 THROUGH 50																			
TASK	RESOURCE	NORMAL	RATES	CRASH			31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
JOB F	PROJ11	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ 7	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ10	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ 8	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ 1	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ 9	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ 2	10	100	4	40	20	200	20	20	20	20															
JOB F	PROJ13	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ12	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ16	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ14	10	100	4	40	20	200	10																		
JOB F	PROJ 4	10	100	4	40	20	200				20	20	10	10	4	10	20	20	20	10						
JOB F	PROJ15	10	100	4	40	20	200				10	10	10	4	10											
JOB F	PROJ17	10	100	4	40	20	200				10	10	10													
JOB F	PROJ 3	10	100	4	40	20	200								10	10	10	10	10	10	10	20	20	10	20	
JOB F	PROJ18	10	100	4	40	20	200														10	10	10			
JOB F	PROJ19	10	100	4	40	20	200																10	10		
JOB F	PROJ 5	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ20	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ 6	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ22	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ21	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ23	10	100	4	40	20	200																			
JOB F	PROJ24	10	100	4	40	20	200																			
TOTAL REQUIRED					30	20	20	20	20	30	30	30	28	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20	
TOTAL AVAILABLE					30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
TOTAL IDLE										10	10	10	10				2							10		

Źródło: S. Lambourn, *Resource Allocation and Multi-Project Scheduling (RAMPS) – a New Tool in Planning and Control*, C.E.I.R. (U.K.) Ltd., Brentford, Middx., UK, „The Computer Journal” 1963, Vol. 5(4), s. 302.

Technika RAMPS zakłada analizy iteracyjne w układzie poszczególnych okresów przyjętych w analizie. Pierwsza iteracja określa płynny czas realizacji poszczególnych zadań w oparciu o pożądany czas ukończenia każdego projektu. Następnie dla każdego analizowanego okresu program oblicza obciążenie zasobami poszczególnych zadań albo do momentu zakończenia realizacji zadań albo do wyczerpania się ilości zasobów przewidzianych na ich wykonanie. W zależności od tego, co nastąpi pierwsze, są możliwe dwie sytuacje. Jeśli łączna ilość zasobów jest większa niż potrzeba do wykonania pracy przy projektach w badanym okresie, to wszystkie zadania otrzymają potrzebną ilość zasobów. Jeśli natomiast w danym okresie zasobów będzie mniej niż potrzeba do wykonania planowanej pracy, program na bazie zaimplementowanych algorytmów optymalizacyjnych wybierze najbardziej opłacalne (najtańsze) rozwiązanie, uwzględniając koszty zasobów, priorytety zadań, ograniczenia czasowe, istotność dotrzymania ostatecznego terminu projektu i stopień minimalizacji kosztów niewykorzystanych zasobów.

Choć do dziś nie zachowało się żadne oprogramowanie komputerowe pozwalające wykorzystać technikę RAMPS do optymalizacji zasobów w wielu projektach, to należy zaznaczyć, że większość współczesnych programów wspomagających zarządzanie wieloma projektami ma rozbudowane moduły planowania zasobów i zasobochłonności projektów, bilansowania zasobów pomiędzy projektami i wykrywania konfliktów w tym zakresie oraz wielokryterialnego raportowania na poziomie kierowników projektów i komitetów sterujących.

3.2.8. Metoda RSM (*Repetitive Scheduling Method*)

Metoda RSM (zwana również CPM *Multi-Unit Scheduling – Method* CPMMUS) była opisana po raz pierwszy w 1998 r. przez Harrisa i Ioannou⁸⁹. Metoda ta koncentruje się na procesie planowania i kontroli przebiegu projektów powtarzalnych (*Linear Repetitive Projects – LPR*), realizowanych w warunkach wysokiej pewności, poprzez optymalizację zasobów wykorzystywanych do realizacji poszczególnych czynności. Jej celem jest takie zaplanowanie przebiegu projektu, aby czas przerw pomiędzy kolejnymi okresami wykorzystywania danego zasobu był jak najkrótszy. Może być stosowana na etapie planowania, realizacji i kontroli projektów tego typu. W praktyce jest często wykorzystywana w połączeniu z techniką CPM. Jest stosowana do planowania i kontroli przebiegu projektów, takich jak budowa wielopiętrowych budynków, dróg i autostrad czy rurociągów składających się z takich samych segmentów. Do zaplanowania przebiegu projektów zgodnie z metodą RSM należy brać pod uwagę czas pracy przy poszczególnych zadaniach, termin zakończenia etapów i całego projektu, rodzaje użytych zasobów i zależności między nimi, kolejność zadań i relacje między nimi, wreszcie odległość między poszczególnymi zespołami pracującymi w jednym miejscu w projekcie (np. na tym samym poziomie budowanego obiektu). Jest to metoda oparta na analizie graficznej przebiegu projektu według modelu AoN, na analizie węzłów sieci i buforów oddzielających takie same grupy zadań na poszczególnych ścieżkach. Przy planowaniu przebiegu projektu metodą RSM dopuszcza się każdy rodzaj relacji pomiędzy zadaniami (tj. początek–początek, początek–koniec, koniec–początek, koniec–koniec).

Metoda RSM pozwala na uwzględnienie i zarządzanie zależnościami pomiędzy czynnościami i zasobami w projekcie, utrzymaniem stałego i wysokiego poziomu wykorzystania zasobów, efektywnego harmonogramowania powtarzalnych grup czynności, identyfikacji czynności krytycznych na wszystkich ścieżkach i wskazania kluczowych punktów kontrolnych.

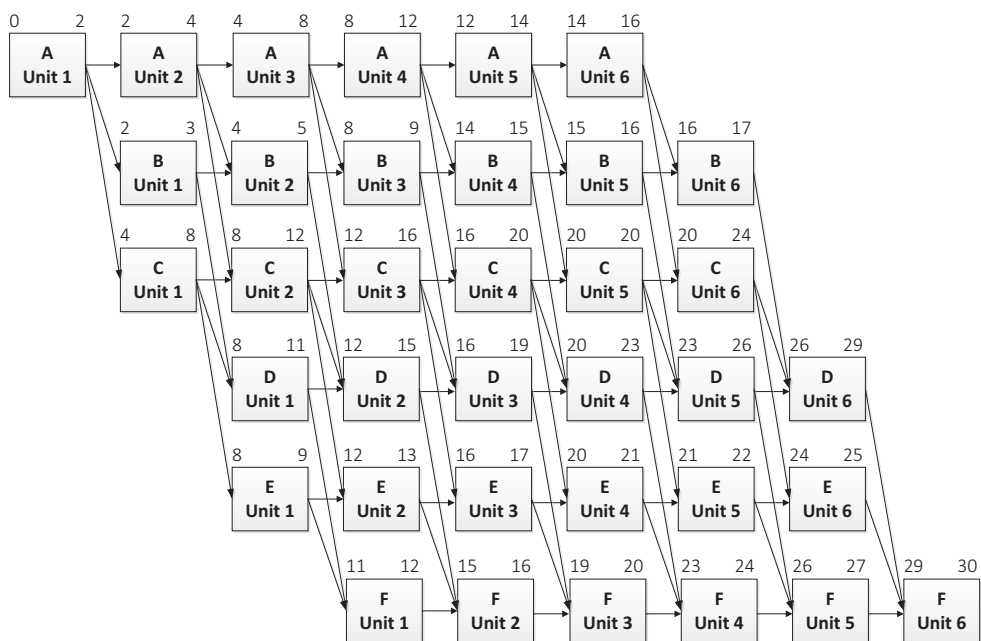
Podjęcie RSM dało początek szeregowi innych technik planistycznych, opartych na realizacji powtarzalnych projektów lub czynności, np. *Line of Balance* (LOB), *Linear Scheduling Method* (LSM), *Construction Planning Technique* (CPT), *Location Based Scheduling Method* (LBSM).

W chwili obecnej nie jest znane żadne powszechnie dostępne oprogramowanie komputerowe wykorzystujące planowanie i kontrolę projektów według metody

⁸⁹ R.B. Harris, P.G. Ioannou, *Scheduling Projects with Repeating Activities*, „Journal of Construction, Engineering and Management” 1998, Vol. 124(4), s. 269–278.

RSM. Na początku XXI wieku do obliczeń tej metody używano programu *Repetitive Project Planner*.

Rysunek 3.33. Diagram czynności powtarzalnych w metodzie RSM (przykład)



Źródło: G. Lucko, *Productivity Scheduling Method Compared to Linear and Repetitive Project Scheduling Methods*, http://faculty.cua.edu/lucko/docs/2008_Lucko_productivity_scheduling_method_compared_to.pdf.

Pomimo swojej przydatności w powtarzalnych projektach metoda RSM ma też wady, z których powodu powstały jej modyfikacje. Do takich powodów należą trudności w planowaniu powtarzalnych prac, gdy mamy do czynienia z zespołami zadaniowymi różniącymi się od siebie kompetencjami czy wydajnością pracy lub gdy następuje intensywna wymiana zasobów i pracowników pomiędzy czas pracy na analizowanym projekcie i na innych obiektach, w których dany podwykonawca bierze udział. Poniżej przedstawiono niektóre z modyfikacji metody RSM, mające być odpowiedzią na wyzwania opisane wyżej.

Fuzzy Repetitive Scheduling Method (F-RSM)⁹⁰ – modyfikacja metody RSM wymagająca ogólnego planu projektu stworzonego z wykorzystaniem podejścia RSM, w którym harmonogramy grup zadań są wykonane za pomocą dwu- i trójwymia-

⁹⁰ A. Maravas, J.-P. Pantouvakis, *Fuzzy Repetitive Scheduling Method for Projects with Repeating Activities*, „Journal of Construction, Engineering and Management”, Vol. 137, No. 7, July 2011, s. 561–564.

rowych schematów i w którym jest stosowana kontrola segmentów powstającego obiektu wraz z sekwencyjną kontrolą postępów prac.

*Multi Objective Linear Programming Model for Linear Repetitive Projects (MOLP-LRP)*⁹¹ – technika stanowiąca połączenie podejścia ścieżki krytycznej CPM i zarządzanie zasobami RSM. Jej celem jest tworzenie alternatywnych do bazowego harmonogramów projektów powtarzalnych, z uwzględnieniem czasu trwania zadań, przerw między nimi, łącznego czasu wykonania zadań i kosztów ich wykonania.

*Batch-size Based Repetitive Scheduling Method (BRSM)*⁹² – modyfikacja metody RSM dla powtarzalnych projektów konstrukcyjnych z branży budowlanej (co do miejsca ich wykonania lub jednostki wykonującej). Jej zastosowanie odnosi się również do powtarzających się w projektach grup czynności.

*Location Based Repetitive Scheduling Method (LBRSM)*⁹³ lub *Location Based Scheduling (LBS)* – powstała w 2004 r. modyfikacja metody RSM dla powtarzalnych projektów konstrukcyjnych z branży budowlanej, uwzględniająca specyfikę lokalizacji inwestycji. Jej zastosowanie odnosi się również do powtarzających się w projektach grup czynności koniecznych do wykonania w ramach tego samego projektu (np. malowanie budynku piętami lub wykonywanie takich samych czynności na każdym piętrze powstającego budynku) i koncentruje uwagę kierownika projektu przede wszystkim na takim sposobie zaplanowania wykonania powtarzalnych czynności, aby zespół wykonawców pracował na placu budowy w możliwie najefektywniejszy sposób. Podobnie jak RSM ta metoda koncentruje się na maksymalnej płynności wykorzystania zasobów i minimalizacji kosztów ich przestojów w projekcie.

3.2.9. Metoda LSM (*Linear Scheduling Method* – technika planowania procesów jednokierunkowych)

Graficzna metoda planowania przebiegu powtarzalnych projektów w postaci diagramów, określająca miejsce i czas, w którym każdy z podzespołów projektowych ma wykonywać określone zadania w projekcie, jest inaczej nazywana techniką planowania procesów jednokierunkowych. Podobnie jak metoda LOB i RSM jest przedstawicielem podejść planowania przebiegu projektu z uwzględnieniem ograniczeń zasobowych (*Resource-Driven Scheduling* – RDM). Może być również

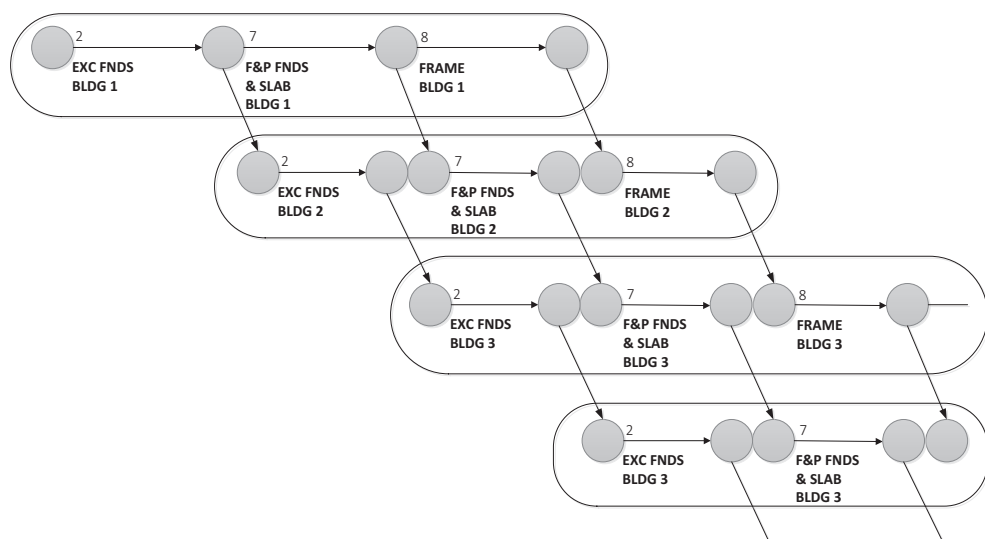
⁹¹ Na podstawie: P.G. Ipsilandis, *Multiobjective Optimization in Linear Repetitive Project Scheduling*, „Operational Research. An International Journal” 2006, Vol. 6, No. 3, s. 255–269.

⁹² E. Shim, B.-C. Kim, *Batch-Size Based Repetitive Scheduling Method (BRSM)*, „International Journal of Construction, Education and Research” 2014, Vol. 10, Issue 2, s. 140–156.

⁹³ A.R. Kolhe, J.E.M. Macwan, K.A. Chauhan, *Planning For High-Rise Building Construction Using Location Based Repetitive Scheduling Method (LBRSM)*, „International Journal of Civil Engineering and Technology” (IJCIET), Vol. 5, Issue 5, May 2014, s. 01–06.

stosowana do grup powtarzalnych czynności w pojedynczym projekcie. Została po raz pierwszy opisana w 1981 r. przez D.W. Johnstona⁹⁴ jako metoda planowania przebiegu powtarzalnych czynności w projektach z branży budowlanej oraz planowania i kontroli procesów produkcyjnych. Wynikowy w tej metodzie diagram planowania liniowego (*Linear Scheduling Diagram* – LSD) ma wygląd podobny do diagramów AoA stosowanych w technice LOB, jednak w przeciwieństwie do niego koncentruje się na wielokrotnej analizie powtarzalnych czynności. Jest to deterministyczna metoda planowania i kontroli, oparta na jednoznacznie określonych zależnościach między zadaniami w projekcie. Stosuje się ją głównie w projektach konstrukcyjnych i infrastrukturalnych (budownictwo kubaturowe, rurociągu, drogi, koleje), gdzie powtarzalne ciągi czynności są wykonywane na wielu etapach projektu. Główną zaletą metody LSM jest ułatwienie planowania przebiegu projektu z takim wykorzystaniem dostępnych zasobów, aby ciągłość ich użycia była jak największa na przestrzeni całego przedsięwzięcia.

Rysunek 3.34. Identyfikacja ciągów działań w metodzie LSM



Źródło: <http://www.slideshare.net/masuklah/linear-scheduling-lsm-12857519>.

Typowy plan projektu według LSM jest tworzony w dwuwymiarowym układzie współrzędnych, gdzie osiami są długość projektu i czas wykonania poszczególnych

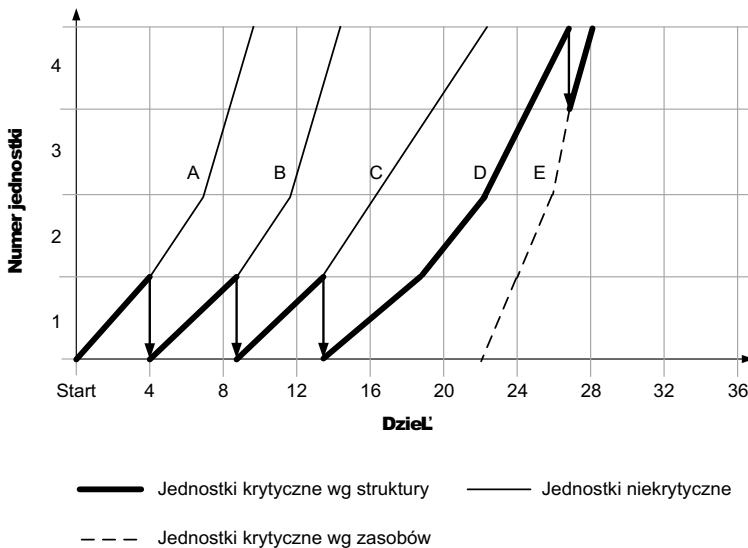
⁹⁴ D.W. Johnston, *Linear Scheduling Method for Highway Construction*, „Journal of the Construction Division”, Vol. 107, No. 2, June 1981, s. 247–261.

czynności. Pierwszym krokiem jest identyfikacja i analiza czynności powtarzalnych pod kątem istotnych ograniczeń ich wykonania (wynikających z zawartych kontraktów oraz lokalizacji, specyfiki i technologii wykonania każdego zadania). Na tej podstawie określa się możliwości optymalnego wykonania każdego zadania w założonym czasie z uwzględnieniem ich ograniczeń zasobowych i tworzy się harmonogram prac z wyszczególnionymi grupami powtarzalnych zadań (pakietami roboczymi) na przestrzeni całego projektu. Kolejnym krokiem w tym diagramie jest identyfikacja czynności krytycznych (wymagających szczególnej kontroli) i niekrytycznych (pozostałych). Tak przygotowany plan jest podstawą do realizacji projektu i kontroli jego etapów na etapie wykonawczym i końcowym analizowanego przedsięwzięcia.

Obecnie na rynku funkcjonują dwa programy wspomagające planowanie projektów z wykorzystaniem metody LSM:

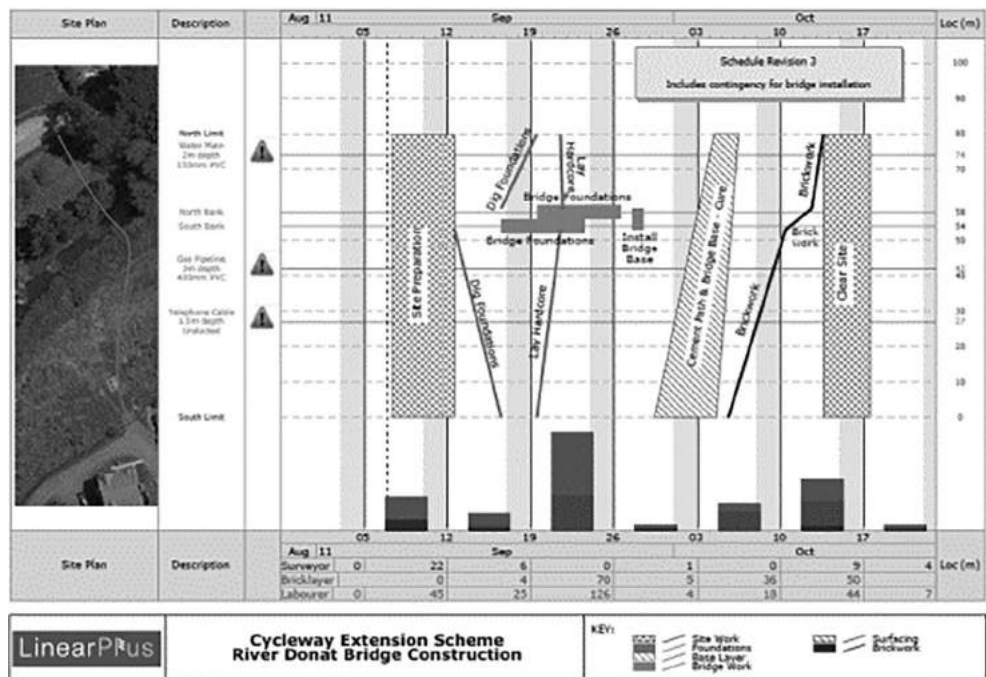
- Tilos – firmy Linear project, <http://www.tilos.org/>,
- LinearPlus – firmy PCF Limited, <http://www.pcf ltd.co.uk/products/linearplus/>.

Rysunek 3.35. Wynikowy diagram planowania zadań z optymalizacją wykorzystania zasobów według metody LSM



Źródło: Ö. Ökmen, *A Procedure for Critical Path Method-Based Scheduling in Linear Construction Projects*, „Journal of the South African Institution of Civil Engineering”, Vol. 55, No. 2, Midrand January 2013, http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S1021-20192013000200003&script=sci_arttext.

Rysunek 3.36. Przykład zastosowania metody LSM w programie LinearPlus



Źródło: <http://www.pcfld.co.uk/products/linearplus/>.

Istnieje kilka modyfikacji metody LSM. Przedstawiono je poniżej.

- **Stochastic Linear Scheduling Method (SLSM)**⁹⁵ – wzbogaca tradycyjne podejście LSM o możliwość modelowania różnych wariantów efektywności pracy, bazując na aktualnym stanie zaawansowania prac w projekcie i efektywności wykorzystania zasobów.
- **Modified Linear Scheduling Method (MLSM)**⁹⁶ – koncentruje się na zastosowaniu podejścia LSM do zaplanowania przebiegu projektu w sytuacji różniących się zasobów niezbędnych do wykonania tych samych powtarzalnych zadań w projekcie oraz tych samych zasobów niezbędnych do wykonania zadań, które nie są w całości powtarzalne.

⁹⁵ F.H. Rahmat, L. Song, S-H. Lee, *Applying a Stochastic Linear Scheduling Method to Pipeline Construction*, <http://www.uh.edu/~lsong5/documents/Sample%20student%20conference%20paper%20-Linear%20scheduling.pdf>.

⁹⁶ A. Jiang, B. Cheng, I. Flood, R. Issa, *Modified Linear Scheduling In Scheduling Multiple Utility Line Construction Project*, Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, June 14–16, 2006, Montréal, Canada, s. 3926–3937, <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2006-tf620.pdf>.

3.2.10. Metoda RDM (*Relationship Diagramming Method*)

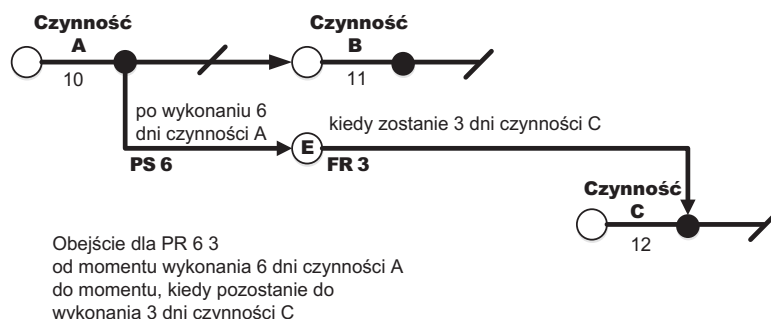
Jest to graficzna metoda planowania i kontroli przebiegu projektu, oparta na deterministycznym planowaniu w warunkach pewności. Do jego wykorzystania w projekcie musi być znana jednoznaczna struktura zależności między zadaniami i określony czas ich trwania. Powstała w 2005 r., a jej autorami są F. Plotnick i J. O'Brien⁹⁷. Wyszli oni z założenia, że dotychczasowe techniki oparte na planowaniu uwzględniającym wyłącznie kolejność zadań (jak CPM czy PERT) niewystarczająco dokładnie odzwierciedlają proces realizacji projektów. Dlatego zaproponowali ich modyfikację pozwalającą na uwzględnienie dodatkowych informacji o zadaniach i zasobach, przydatnych w procesie planowania przebiegu projektu. Diagramy RDM od CPM odróżnia koncentracja przede wszystkim na węzłach czynności, możliwość rozpoczynania zadań w trakcie trwania innych poprzez analizę pierwotnego układu zadań i podział ich na części oraz tworzenie nowej sieci zależności.

Elementy charakterystyczne dla podejścia RDM:

- tworzenie zdarzeń rozpoczynających i kończących każde zadanie w projekcie, a także nowych zdarzeń w trakcie trwania czynności i niezależnie od ich przebiegu (takie zdarzenia mogą być tworzone zależnie od czasu lub ilości pracy wykonanej w projekcie); dzięki temu jest możliwe jeszcze dokładniejsze odwzorowanie specyfiki projektu podczas jego planowania i realizacji oraz dostarczenie większej ilości informacji kontrolnych niż ma to miejsce np. w technice CPM,
- zdarzenia niezależne od realizowanych w projekcie zadań mogą wynikać również z grup zadań realizowanych cyklicznie,
- czynności są połączone czterema możliwymi rodzajami relacji (początek – początek, początek – koniec, koniec – początek, koniec – koniec), zaś zasady wyboru określonych typów relacji są z góry zdefiniowane; złożone relacje mogą mieć postać np.: start czynności Y nastąpi 2 dni po tym, kiedy czynność X osiągnie 45% zaawansowania lub rozpocznij zadanie Z, jeśli zadanie X jest rozpoczęte lecz nie jest zakończone,
- relacje między zadaniami w diagramie sieciowym mogą opierać się na zależnościach wynikających ze specyfiki realizowanych czynności lub ograniczeń zasobowych,
- zadania w projekcie są opisywane rodzajami użytych zasobów i lokalizacją wykonywanej pracy. W rezultacie zasady zarządzania projektem mogą obejmować transfer różnych zasobów w tej samej lokalizacji projektu jak również przeniesienie tych samych zasobów do różnych lokalizacji.

⁹⁷ J. O'Brien, F. Plotnick, *CPM in Construction Management*, 6th edition, McGraw-Hill 2005. Metoda RDM w kolejnych latach była popularyzowana przez F. Plotnicka w szeregu opracowań naukowych (zob. bibliografia).

Rysunek 3.37. Zapis działań w metodzie RDM



Źródło: F.L. Plotnick, *RDM – Relationship Diagramming Method*, Drexler University in Philadelphia, Pennsylvania USA, 2008, s. 48.

Modyfikacją metody RDM jest *Relationship Driven CPM (RDCPM)*. To odmiana podejścia RDM stworzona w amerykańskiej firmie Primavera (obecnie należącej do koncernu Oracle), koncentrująca się na planowaniu sieci zależności uwzględniającej przyczyny i rodzaje relacji między zadaniami oraz przyczyny ich wzajemnego zachodzenia na siebie.

Nie istnieje obecnie ogólnodostępne oprogramowanie komputerowe pozwalające wykorzystać metodę RDM w planowaniu projektów, jednak jej elementy można odnaleźć w poniższych programach:

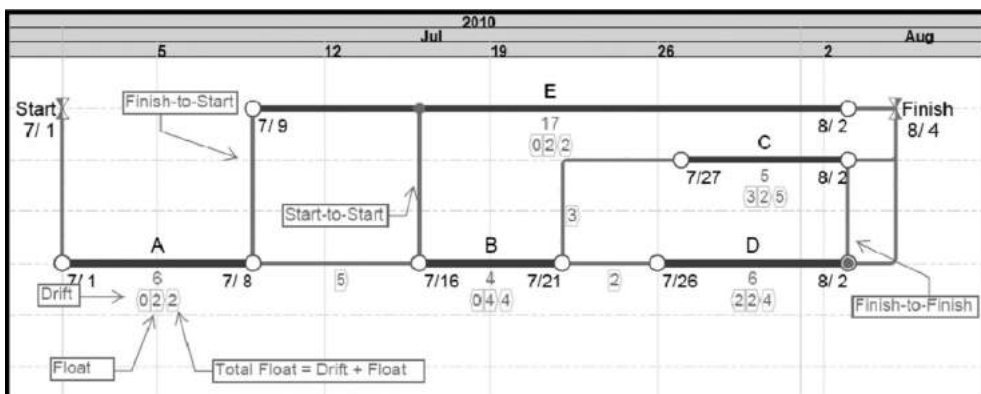
- Primavera Risk Analysis ver. 8.2+ (moduł RD CPM) – Oracle Corp., <http://www.oracle.com>,
- Edraw Max Pro oraz Chen EDR – EdrawSoft, <http://www.edrawsoft.com/>.

3.2.11. Metoda GPM (*Graphical Path Method* lub *Graphical Planning Method*)

GPM jest graficzną deterministyczną metodą planowania przebiegu projektu, opartą na planowaniu w warunkach pewności. Powstała w latach 2004–2006 jako rozszerzenie i modyfikacja podejścia CPM. Jej autorem był Gui Ponce de Leon, dyrektor generalny Stowarzyszenia Project Management Institute College of Scheduling (PMICOS). Podobnie do techniki CPM, GPM oblicza całkowity czas realizacji projektu na podstawie diagramu sieciowego AoA i identyfikuje ścieżkę krytyczną, jednak zawiera szereg usprawnień rozbudowujących informacje o zadaniach i zasobach użytych do ich wykonania. Odrzucając sztywność reguł obowiązujących w tradycyjnych technikach sieciowych, GPM pozwala na rozpoczynanie nowych zadań w trakcie trwania obecnych i dzielenie zadań w sposób dokładniej odpowiadający

specyficie realizowanych projektów (tak jak w technice RDM). Silne nastawienie na planowanie projektu w metodzie GPM pozwala na dokładny przydział zasobów i ich przesuwanie między zadaniami, jeśli zajdzie taka potrzeba. Istotne elementy struktury projektu, takie jak relacje między zadaniami (początkowe i końcowe), kamienie milowe (tworzone przez istotnych interesariuszy lub wymuszone specyfiką projektu), pakiety robocze i zagregowane etapy tworzą wykres sieciowy osadzony na skali czasu (połączenie wykresu AoA z harmonogramem). W metodzie GPM powyższe elementy sieci nieleżące na ścieżce krytycznej mogą być umieszczone w dowolnym miejscu w ramach ich swobodnego zapasu czasu, ograniczonego relacjami poprzedzających je i następujących po nich czynności, i nie muszą być umieszczane zgodnie z ich najwcześniejszym możliwym terminem rozpoczęcia, tak jak w technice CPM.

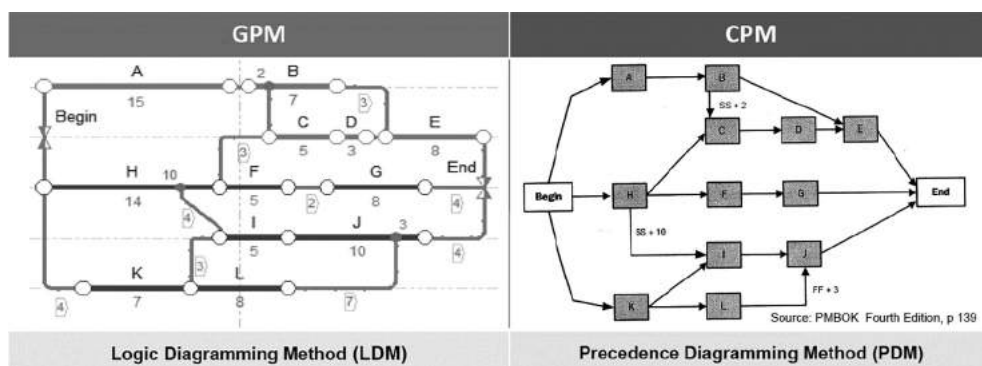
Rysunek 3.38. Diagram sieciowy projektu według podejścia GPM (przykład)



Źródło: T.D. Mather, L. Liu, J. Zann, *An Algorithmic and Functional Dissection of Graphical Path Method (GPM) Float, Drift, and Total Float in Comparison to CPM Total Float*, <http://pmaconsultants.com/download/>.

Graficzny układ relacji pomiędzy zadaniami w metodzie GPM jest również uważany za bardziej zrozumiały i przejrzysty niż w technice CPM/MPM, co ułatwia kontrolę i modyfikację planu projektu. Według twórcy tego podejścia, diagramy GPM wpisują się nie tylko w potrzeby zespołów projektowych i bieżącego koordynowania projektów, lecz także są bardziej zrozumiałe dla nieprofesjonalistów projektowych (np. interesariuszy, sponsorów, zleceniodawców czy odbiorców wyników projektu). Uwzględniając informacje istotne w metodzie GPM, takie jak czas trwania zadań, ich rezerwy, sztywne daty wykonania, zasoby i zasobochłonność, zakres prac i analiza ryzyka, powyższa wiedza może przełożyć się na skuteczniejszą kontrolę realizowanych przedsięwzięć zarówno na poziomie strategicznym, jak i operatywnym.

Rysunek 3.39. Diagram sieciowy projektu według podejścia GPM i CPM



Źródło: G. Ponce de Leon, *Graphical Path Method*, Construction Research Congress 2012, West Lafayette, IN, <http://pmatechnologies.com/file-download/>.

Obecnie metoda GPM jest rzadko implementowana w oprogramowaniu komputerowym wspomagającym zarządzanie projektami. Poniżej podano przykłady programów umożliwiających zastosowanie tej metody w planowaniu projektów.

- NetPoint – firma PMA Technologies, <http://pmatechnologies.com/>,
- Primavera Project Planner – firma Oracle Corp., <http://www.oracle.com>.

Nie są znane żadne modyfikacje metody GPM, opisane w ogólnodostępnej literaturze fachowej.

3.2.12. *Minimum Cost Expediting* – CPM-MCX

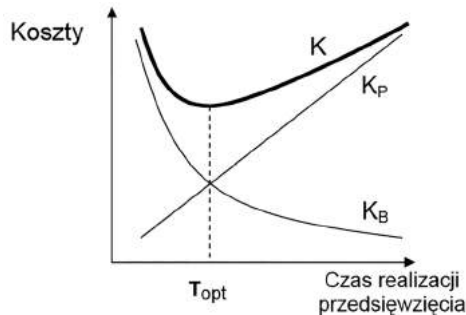
Technika ta zakłada optymalizację sieci z uwzględnieniem analizy czasowo-kosztowej. Oznacza to, że ścieżka krytyczna w metodzie CPM-MCX będzie wyznaczona według kryterium minimalizacji nakładów finansowych w projekcie. W przeciwieństwie jednak do techniki CPM-COST technika CPM-MCX zakłada uwzględnienie zarówno kosztów bezpośrednich czynności, jak i kosztów pośrednich. Technika ta zakłada realizację następujących kroków:

- określenie kosztów bezpośrednich dla każdej czynności,
- określenie kosztów pośrednich dla projektu w danej jednostce czasu,
- skracanie czynności o najniższym gradiencie kosztów i weryfikacja efektów skrócenia.

Koszty bezpośrednie w projekcie są odwrotnie proporcjonalne do czasu realizacji projektu. Oznacza to, że wraz ze skracaniem czynności, koszty jej realizacji rosną. Natomiast koszty pośrednie projektu są wprost proporcjonalne do czasu jego trwania.

A więc skracanie czasu trwania projektu powoduje wzrost kosztów bezpośrednich i spadek pośrednich. Optymalny kosztowo czas realizacji został przedstawiony na rysunku 3.40.

Rysunek 3.40. Optymalny czas realizacji projektu zapewniający minimalizację kosztów



Źródło: P. Gomoliński, *Podstawy logistyki*, http://www2.simr.pw.edu.pl/imrc/polski/Podstawy_logistyki_PG1312.pdf.

Skracanie czynności powinno być więc prowadzone do momentu, gdy wzrost kosztów bezpośrednich przekroczy spadek kosztów pośrednich.

Technika ta była stosowana głównie przy planowaniu przedsięwzięć publicznych, gdzie czas realizacji nie był kluczowy, ważniejsze było efektywne wydatkowanie środków. Administracja publiczna nie ponosi bowiem bezpośrednich korzyści z tytułu wcześniejszego oddania szkoły lub urzędu do użytku.

Powstał jeden program wspomagający przeliczenia – opracowany przez J.E. Kelly dla komputerów klasy GE 225. Z oczywistych względów program ten nie jest stosowany. Obecnie brak wsparcia IT jest podstawową barierą w stosowaniu tej techniki.

3.2.13. Inne techniki i koncepcje

Wśród metod i narzędzi planowania projektów oprócz tych wymienionych powyżej można spotkać także inne, mniej rozpowszechnione i znane. Do ich grona można zaliczyć m.in.:

- **GRASP – General Resource Allocation and Scheduling Program** – program opracowany przez firmę IBM, dedykowany dla komputerów IBM 7094, służący do wspomagania planowania przebiegu projektu i wykorzystania zasobów. Mógł przeliczyć maksymalnie 5000 czynności i operować na pięcioletnim odcinku czasu. Możliwe było zdefiniowanie maksymalnie 99 rodzajów zasobów. Stosowany pod koniec lat 60. XX wieku.

- **RPSM – Resource Planning and Scheduling Method** – program komputerowy opierający się na technice CPM, opracowany w latach 60. XX wieku przez The Kelley-Walker Group (Mauchly Associates).
- **SINETIK – Siemens Netzplantechnik** – program opracowany w firmie Siemens, służący do kompleksowego planowania i kontroli przebiegu projektu – terminów, zasobów, kosztów. Opiera się na technice MPM.
- **ASTRA – Automated Scheduling and Time-Integrated Resources Allocation** – program komputerowy wspierający planowanie przebiegu projektu i zasobów.
- **MILORD – Programme d'ordonnement avec limitation des ressources** – program komputerowy wspierający planowanie zasobów w projekcie.
- **DIN 69900** – niemiecka norma dotycząca technik sieciowych.
- **PCS – Project Control System (nazwa zbieżna z nazwą techniki sieciowej opisanej w tym rozdziale)** – program komputerowy opracowany przez IBM w latach 60. ubiegłego wieku.

Bibliografia

- Al Sarraj Z.M., *Formal Development of Line-of-Balance Technique*, „Journal of Construction Engineering and Management” 1990, ASCE, Vol. 116(4), s. 689–704.
- Ammar M., *LOB and CPM Integrated Method for Scheduling Repetitive Projects*, „Journal of Construction and Engineering Management” 2013, Vol. 139(1), s. 44–50.
- Antil J.M., Woodhead R.W., *Critical Path Method in Construction Practice*, John Wiley and Sons 1990.
- Arditi D., Tokdemir O. et al., *Challenges in Line-of-Balance Scheduling*, „Journal of Construction and Engineering Management” 2002, Vol. 128(6), s. 545–556.
- Badukale P.A., Sabihuddin S., *Line of Balance*, „International Journal of Modern Engineering Research” (IJMER), Vol. 4, Issue 3, March 2014, s. 45–47.
- Bhushan R.S., Srinivasa Raghavan V., *Line of Balance – a Contractor Friendly Scheduling Technique*, *Engineering*, „Indian Journal of Applied Research”, Vol. 3, Issue 6, June 2013, s. 162–163.
- Boctor F.F., *Resource-Constrained Project Scheduling by Simulated Annealing*, „International Journal of Production Research” 1996, Vol. 34, Issue 8, s. 2335–2351.
- Bukłaha E., *Inicjowanie, definiowanie i planowanie projektu*, w: *Zarządzanie projektami współfinansowanymi z funduszy publicznych*, Wolters Kluwer, Kraków 2007.
- Chrzanowski E.Jr., Johnston D., *Application of Linear Scheduling*, „Journal of Construction Engineering and Management” 1986, Vol. 112(4), s. 476–491.
- Davis E.W., Patterson J.H., *A Comparison of Heuristic and Optimum Solutions in Resource-Constrained Project Scheduling*, published online: April 1, 1975, <http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.21.8.944>.

- Davis E.W., *Project Scheduling under Resource Constraints – Historical Review and Categorization of Procedures*, A I I E Transactions, Vol. 5, Issue 4, 1973, s. 297–313.
- Elzarka H., *Planning and Controlling Lean Construction Projects*, ASC Proceedings of the 42nd Annual Conference, Colorado State University Fort Collins, Colorado, April 20–22, 2006, http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2006/2006pro/2006/CPGT06_Elzarka06_4000.htm.
- Frame J.D., *Zarządzanie projektami w organizacjach*, WIG-Press, Warszawa 2001.
- Gupta P.K., Hira D.S., *Operations Research*, S. Chand, January 1, 2008, s. 1176.
- Haeger W., Tschierisch H.-G., *Hamburger Methode der Netzplantechnik*, Lohm & Voss, 1967.
- Harmelink D., *Linear Scheduling Model: Float Characteristics*, „Journal of Construction Engineering and Management” 2001, Vol. 127(4), s. 255–260.
- Harmelink, D., Rowings, J., *Linear Scheduling Model: Development of Controlling Activity Path*, „Journal of Construction Engineering and Management” 1998, Vol. 124(4), s. 263–268.
- Harris R.B., Ioannou P.G., *Scheduling Projects with Repeating Activities*, „Journal of Construction Engineering and Management”, Vol. 124(4), s. 269–278.
- Haugan G.T., *Project Planning and Scheduling*, PM Essential Library, Management Concepts Inc., Vienna 2002.
- <http://pmatechnologies.com/tutorials/graphical-path-method/>.
- http://www.cem.umich.edu/Ioannou/Pubs/CEE98_RSM/PGI_CEE98_RSM.pdf.
- <http://www.slideshare.net/masuklah/linear-scheduling-lsm-12857519>.
- Jiang A., Cheng B., Flood I., Issa R., *Modified Linear Scheduling In Scheduling Multiple Utility Line Construction Project*, Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, June 14–16, 2006, Montréal, Canada, s. 3926–3937, <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2006-tf620.pdf>.
- Johnston D.W., *Linear Scheduling Method for Highway Construction*, „Journal of the Construction Division”, Vol. 107, No. 2, June 1981, s. 247–261.
- Kolhe A.R., Macwan J.E., Chauhan K.A., *Planning For High-Rise Building Construction Using Location Based Repetitive Scheduling Method (LBRSM)*, „International Journal of Civil Engineering and Technology” (IJCIET), Vol. 5, Issue 5, May 2014, s. 01–06, http://www.academia.edu/7590020/PLANNING_FOR_HIGH-RISE_BUILDING_CONSTRUCTION_USING_LOCATION_BASED_REPETITIVE_SCHEDULING_METHOD_LBRSM.
- Lambourn S., *Resource Allocation and Multi-Project Scheduling (RAMPS) – a New Tool in Planning and Control*, C.E.I.R. (U.K.) Ltd., Brentford, Middx., UK, „The Computer Journal” 1963, Vol. 5(4), s. 300–304.
- Levy F.K., Thompson G.L., Wiest J.D., *The ABCs of the Critical Path Method*, HBR, Sep. 1963.
- Lucko G., *Productivity Scheduling Method Compared to Linear and Repetitive Project Scheduling Methods*, http://faculty.cua.edu/lucko/docs/2008_Lucko_productivity_scheduling_method_compared_to.pdf.
- Maravas A., Pantouvakis J.P., *Fuzzy Repetitive Scheduling Method for Projects with Repeating Activities*, „Journal of Construction Engineering and Management”, Vol. 137, No. 7, July 2011, s. 561–564, [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000319](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000319).

- Mather T.D., Liu L., Zann J., *An Algorithmic and Functional Dissection of Graphical Path Method (GPM) Float, Drift, and Total Float in Comparison to CPM Total Float*, <http://pmaconsultants.com/download/>.
- Mather T.D., *GPM & The Future of Project Planning*, <http://www.visualizetheplan.com/2014/06/26/gpm-the-future-of-project-planning/>.
- Mattila K.G., Abraham D.M., *Linear Scheduling: Past Research Efforts and Future Directions*, „Journal of Construction and Architectural Management” 1998, Vol. 5 Issue 3, s. 294–303.
- Mattila K., Park A., *Comparison of Linear Scheduling Model and Repetitive Scheduling Method*, „Journal of Construction Engineering and Management” 2003, Vol. 129(1), s. 56–64.
- Mingus N., *Zarządzanie projektami*, One Press, Warszawa 2002.
- Moshman J., Johnson J., Larsen M., *RAMPS: a Technique for Resource Allocation and Multi-Project Scheduling*, AFIPS '63 (Spring) Proceedings of the May 21–23, 1963, Spring Joint Computer Conference, s. 17–27, ACM New York, NY, USA 1963.
- Mubarak S.A., *Construction Project Scheduling and Control*, John Wiley & Sons, October 26, 2010.
- Noosten D., *Netzplantechnik. Grundlagen und Anwendung im Bauprojektmanagement*, Springer 2013.
- Nowoczesne zarządzanie projektami*, red. M. Trocki, PWE, Warszawa 2012.
- O'Brien J., Plotnick F., *CPM in Construction Management*, 6th ed., McGraw-Hill 2005.
- Ökmen Ö., *A Procedure for Critical Path Method-Based Scheduling in Linear Construction Projects*, „Journal of the South African Institution of Civil Engineering”, Vol. 55, No. 2, Midrand, January 2013, http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S1021-20192013000200003&script=sci_arttext.
- Pai S.K., Verguese P., Rai S., *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 2013, s. 82–95.
- Paschke J., *Systeme der Netzplantechnik*, w: Schweizerische Bauzeitung, Heft 14, 1972.
- Patterson J.H., *Alternate Methods of Project Scheduling with Limited Resources*, „Naval Research Logistics Quarterly”, Vol. 20, Issue 4, December 1973, s. 767–784.
- Pierce D.R., *Project Scheduling and Management for Construction*, 4th edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA 2013, rozdział 9.
- Plotnick F.L., *RDM – Relationship Diagramming Method*, AACE International Transactions 2006, s. 8.1.
- Ponce de Leon G., *GPM and Forensic Total Float*, <http://pmaconsultants.com/download/>.
- Ponce de Leon G., *Graphical Path Method*, Construction Research Congress 2012. West Lafayette, IN, <http://pmatechnologies.com/file-download/>.
- Ponce de Leon G., *Graphical Planning Method (A New Network-based Planning/Scheduling paradigm)*, PMICOS Annual Conference, Chicago, IL, 2008, <http://pmaconsultants.com/download/>.

- Rahmat F.H., Song L., Lee S-H., *Applying a Stochastic Linear Scheduling Method to Pipeline Construction*, <http://www.uh.edu/~lsong5/documents/Sample%20student%20conference%20paper%20-Linear%20scheduling.pdf>.
- RAMPS: *Resource Allocation and Multi-project Scheduling; User's Guide*, Corporation for Economic and Industrial Research, 1965.
- Relationship Driven CPM*, http://www.mosaicprojects.com.au/WhitePapers/WP1035_RD-CPM.pdf.
- Scheduling Guide For Program Managers*, Defense Systems Management College Press, Fort Belvoir, VA, Canada, October 2001.
- Shim E., Byung-Cheol K., *Batch-Size Based Repetitive Scheduling Method (BRSM)*, „International Journal of Construction, Education and Research” 2014, Vol. 10, Issue 2, s. 140–156, <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/15578771.2013.826753>.
- Srisuwanrat Ch., *The Sequence Step Algorithm: A Simulation-based Scheduling Algorithm for Repetitive Projects with Probabilistic Activity Durations*, University of Michigan, ProQuest, 2009, http://books.google.pl/books?id=aW2oAJH5L38C&pg=PA48&lpg=PA48&dq=RSM+%28Repetitive+Scheduling+Method%29&source=bl&ots=HKMowu7BXS&sig=4Dd_DooBa08-gFEELcP8OQuexpk&hl=en&sa=X&ei=ALFsVLI2h6HJBO_ugJ-gJ&ved=0CGMQ6AEwCQ#v=onepage&q=RSM%20%28Repetitive%20Scheduling%20Method%29&f=false.
- Trocki M., Grucza B., Ogonek K., *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003.
- Uher T., *Programming and Scheduling Techniques*, UNSW 2003.
- Uher T., Zantis A.S., *Programming and Scheduling Techniques*, Routledge, March 29, 2012, s. 194–209.
- Use of Network Analysis for the Planning, Design, and Administration of Construction Projects*, National Research Council (U.S.). Building Research Advisory Board, National Academies, 1968.
- Using Relationship Diagrams to Enhance the Critical Path Method of Project Scheduling*, Oracle White Paper, June 2009, <http://www.oracle.com/us/products/applications/042744.pdf>.
- Weaver P., *A Brief History of Scheduling – Back to the Future*, <http://www.mosaicprojects.com.au>.
- Yamin R., Harmelink D., *Comparison of Linear Scheduling Model (LSM) and Critical Path Method (CPM)*, „Journal of Construction Engineering and Management”, Vol. 127(5), s. 374–381, [http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2001\)127:5\(374\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9364(2001)127:5(374)).
- Zann J., Mather T.D., *The History and Future of Time-Scaled Planning*, <http://pmatechnologies.com/>.
- Zhang L., Pan Ch., Zou X., *Criticality Comparison between the Repetitive Scheduling Method and the Network Model*, „Journal of Construction Engineering and Management”, Vol. 139, No. 10, October 2013, <http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000736>.

4. KRYTYKA KLASYCZNYCH, DETERMINISTYCZNYCH KONCEPCJI I MODELI PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW

4.1. Uwarunkowania i przyczyny krytyki klasycznych, deterministycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

Nowoczesne zarządzanie projektami sięga swoimi korzeniami lat 40. XX wieku, kiedy dziedzina ta zaczęła swój rozwój poprzez ewolucję i wyodrębnienie z zarządzania operacyjnego. W efekcie już na starcie zarządzanie projektami było mocno osadzone w podejściu matematycznym, opartym na algorytmach, metodach programowania liniowego, optymalizacji, czego uosobieniem był rozwój sieciowych metod planowania projektów, takich jak technika ścieżki krytycznej CPM, technika PERT⁹⁸ i wiele innych technik, przedstawionych w poprzednim rozdziale. W dalszych latach dorobek praktyczny i naukowy zarządzania projektami silnie koncentrował się na opracowaniu wsparcia informatycznego i systemów eksperckich wspierających planowanie, kontrolę i analizę ryzyka projektowego⁹⁹. W latach 60. XX wieku pojawiły się pierwsze oznaki krytyki podejścia planistycznego uderzające w jego podstawy, tj. racjonalność, przesadne optymalizowanie czy determinizm w symulowaniu przebiegu projektu. Ich rezultatem był rozwój obszarów miękkich, takich jak przywództwo w projektach, zasoby ludzkie, zarządzanie zmianą i problemy organizacji projektowej. Co ciekawe, pogłębione badania literatury zarządzania projektami z lat 1987–1996 przeprowadzone przez B. Ulri i D. Ulri wskazały, iż w tych latach główne obszary publikacji nadal były związane z obszarami technicznymi badań operacyjnych, zarządzania kosztami, reinżynierią procesów biznesowych¹⁰⁰.

⁹⁸ M. Engwall, *No Project Is an Island: Linking Projects to History and Context*, „Research Policy” 2003, Vol. 32(5), s. 789–808.

⁹⁹ J. Packendorff, *Inquiring into the Temporary Organization: New Directions for Project Management*, „Scandinavian Journal of Management” 1995, Vol. 11(4), s. 319–333; K. Jugdev, *Through the Looking Glass: Examining Theory Development in Project Management with the Resource-Based View Lens*, „Project Management Journal”, Vol. 35, No. 3, s. 15–26.

¹⁰⁰ B. Ulri, D. Ulri, *Project Management in North America: Stability of the Concepts*, „Project Management Journal” 2000, Vol. 31(3), s. 33–43; T. Kloppenborg, W. Opfer, *The Current State of Project*

Dzisiejsze sposoby zarządzania projektami znacząco różnią się od zarządzania projektami w chwili jego nowożytnego zaistnienia. Od czasu projektów Manhattan i Polaris minęły ponad cztery dekady gwałtownego przyspieszenia naukowego, technologicznego i gospodarczego. Jednakże o ile zasadnicze cele stawiane zarządzaniu projektami na przestrzeni lat nie uległy zmianie i nadal dotyczą realizacji projektów szybciej, taniej i lepiej, to już uwarunkowania ich realizacji zmieniły się zasadniczo. Dzisiejsze projekty stają wobec bardziej aktywnych i wymagających interesariuszy, muszą walczyć z coraz szybszymi konkurentami i dostarczać produkty coraz wyższej jakości, a co nie mniej istotne muszą nieraz konkurować o rzadkie środki i zasoby w macierzystych firmach.

Przyczyny tej sytuacji są różnorakie:

- we wszystkich dziedzinach działalności ludzkiej pojawia się coraz więcej nierozwiązanych problemów,
- wcześniejsze rozwiązania problemów nie są już dostatecznie efektywne i wymagają ponownego rozważenia,
- problemy te są coraz bardziej złożone i trudne,
- klienci stają się coraz bardziej wymagający odnośnie do jakości, terminów kosztów rozwiązań ich problemów,
- cykle rozwoju produktów i rozwiązań problemów stają się coraz krótsze,
- wiedza techniczna, ekonomiczna i organizacyjna staje się coraz bardziej złożona i wzajemnie powiązana,
- powiązania – klientów, dostawców, partnerów – stają się coraz bardziej globalne, a konkurencja międzynarodowa coraz bardziej bezwzględna,
- obrona pozycji konkurencyjnej – firm, sektorów, krajów i kontynentów – wymaga coraz bardziej skutecznego i efektywnego działania¹⁰¹.

Tradycyjne koncepcje, modele i metody zarządzania projektami nie są w stanie sprostać tym wyzwaniom. Świadczą o tym liczne wyniki badania skuteczności projektów. Przykładowo badania przeprowadzone przez The Standish Group pokazały, iż w 2009 r. tylko co trzeci projekt informatyczny (32%) mógł zostać uznany za zrealizowany z sukcesem. Prawie połowa (44%) projektów została oceniona jako zagrożona (ang. *challenged*), opóźniona z przekroczonym budżetem lub/i zastrzeżeniami co do zakresu i jakości projektu, zaś co czwarty (24%) jako projekt – nieudany (przedwcześnie rozwiązany lub nigdy niezakończony). Projekty trwają dłużej, terminy

Management Research: Trends, Interpretations and Predictions, „Project Management Journal” 2002, Vol. 33(2), s. 5–18.

¹⁰¹ F. Stein, *Projektmanagement fuer die Produktentwicklung*, expert verlag, Renningen 2009, s. 6.

są przekraczane, zaś kamienie milowe niedotrzymywane¹⁰². Według badań przeprowadzonych przez Todis Consulting Group w Polsce statystycznie dwie na trzy firmy z sektora usług profesjonalnych (firm informatycznych, agencji marketingowych i PR oraz firm badawczych i biur projektowych) mają problemy z prowadzeniem projektów, a aż osiem na dziesięć – z terminowością prac realizowanych w reżimie projektowym. Aż 81% analizowanych organizacji za wyzwanie uważa skrócenie czasu realizacji projektów. Przedłużający się czas ich realizacji jest również uznawany za główne źródło strat związanych z prowadzeniem działalności w reżimie projektowym (wskazania 82% respondentów).

We wszystkich branżach sukces projektu staje się osiągnięciem trudnym do zrealizowania. Badania P.W.G. Morrisa i G.H. Hough'a, przeprowadzone wśród 35000 projektów reprezentujących różne branże z całego świata, pokazują, że przekroczenia kosztów były *de facto* normą i kształtowały się zazwyczaj w granicach od 40% do 200%¹⁰³. Badania 246 programów Armii Stanów Zjednoczonych Ameryki wskazały przekroczenia budżetów o od 21% do 437%¹⁰⁴. W innych badaniach wzrost kosztów dotyczył 90% z 258 dużych projektów infrastruktury transportowej przy średnim przekroczeniu kosztów o 28%¹⁰⁵.

Wśród przyczyn niepowodzeń projektów wskazuje się m.in.:

- nieprecyzyjne określenie wymagań,
- brak odpowiedniego planowania,
- brak zaangażowania użytkownika,
- brak zasobów,
- nierealistyczne oczekiwania,
- brak wsparcia kierownictwa wyższego szczebla,
- zmiany specyfikacji wymagań,
- ustanie zapotrzebowania na produkt projektu.

Z punktu widzenia problematyki niniejszego opracowania istotne jest określenie znaczenia planowania jako czynnika powodzenia projektów. Liczne badania dotyczącego tego zagadnienia wykazują na bardzo duże, wręcz fundamentalne znaczenie tego czynnika. W wyniku badań kompetencji menedżerów projektu S. Spałek jako najważniejsze kompetencje metodyczne określił: planowanie struktury projektu

¹⁰² D. Rubinstein, *Standish Group Report: There's Less Development Chaos Today*, SD Times, www.sdtimes.com.

¹⁰³ P.W. G Morris, G. H Hough, *The Anatomy of Major Projects: a Study of the Reality of Project Management*, John Wiley & Sons, UK 1987.

¹⁰⁴ G.W. Aborgast, N.K. Wormer, *An Error Components Model of Costs Overrun and Schedule Slip on Army R&D Programs*, „Naval Research Logistics” 1988, Vol. 35, s. 367–382.

¹⁰⁵ B. Flyvberg, M.K. Holm, S.L. Buhl, *Understanding Costs in Public Work Projects: Error or Lie?*, „Journal of American Planning Association” 2002, Vol. 68(3), s. 279–295.

(70,4%), planowanie terminów projektu (62,9%), planowanie kosztów (52,6%)¹⁰⁶. Badania przeprowadzone w polskich przedsiębiorstwach wykazały, że w projektach zakończonych sukcesem faza planowania trwała średnio 7 miesięcy, a realizacja 13 miesięcy, natomiast w projektach zakończonych porażką (przekroczony czas, budżet lub zakres niekompletny) faza planowania trwała średnio 5 miesięcy, a realizacja 24 miesiące¹⁰⁷.

Te i inne względy powodują konieczność analizy i krytycznej oceny tradycyjnych koncepcji, modeli i metod planowania projektów, w tym przede wszystkim jego głównego obszaru planowania przebiegu.

Krytyka tradycyjnych koncepcji, modeli i metod planowania przebiegu projektów powinna być odniesiona do jego głównych dziedzin: planowania celów, planowania struktury (zadań, czynności), planowania zasobów (ludzie, wyposażenie, materiały, koszty), planowania przebiegu projektu w czasie (czasów trwania, terminów, rezerw). Ważne jest także zastosowanie właściwego poziomu standaryzacji rozwiązań planistycznych. Konsekwencją tego są propozycje odpowiednich metod planistycznych.

4.2. Krytyka klasycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów z punktu widzenia dziedzin planowania

4.2.1. Planowanie celów projektu

Punktem wyjścia planowania są cele projektu, czyli „dotyczący przyszłości, antycypowany przez podmiot działający, stan jakichś rzeczy pod pewnymi względami, który, jako dla podmiotu działającego pod jakimś względem cenny (pożądany), wyznacza kierunek i strukturę jego działania zmierzającego do spowodowania lub utrzymania tego stanu rzeczy”¹⁰⁸ lub prościej „opis stanu zamierzony do osiągnięcia w przyszłości dzięki projektowi”¹⁰⁹.

Planowanie dotyczy zawsze określonego horyzontu czasu. Istotą projektów jest długookresowe oddziaływanie rezultatów, co powinno skłaniać do wyznaczania

¹⁰⁶ S. Spałek, *Rekomendacje dla skutecznego zarządzania projektami w przedsiębiorstwie*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej”, Seria: Organizacja i Zarządzanie, z. 36, Politechnika Śląska, Gliwice 2006, s. 174.

¹⁰⁷ S. Spałek, *Sukcesy i porażki w zarządzaniu projektami*, PMI WPC.

¹⁰⁸ J. Zieleniewski, *Organizacja zespołów ludzkich. Wstęp do teorii organizacji i kierowania*, PWN, Warszawa 1972, s. 206.

¹⁰⁹ M. Trocki, *Model kompleksowej oceny projektów*, w: *Ocena projektów – koncepcje i metody*, red. M. Trocki, M. Juchniewicz, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2013.

długookresowych celów, lecz w opozycji do tego mamy do czynienia z koniecznością zawężenia horyzontu planowania ze względu na ograniczenia dokładności i wiarygodności informacji planistycznych wynikające z opisanych powyżej współczesnych okoliczności realizacji projektów.

„Sporządzenie planu jest tym bardziej niezbędne, im złożone działanie wybiega bardziej w przyszłość. Ale zbyt odległa przyszłość nie pozwala przewidzieć warunków, przez co plan staje się niekompletny albo komplikuje się poprzez uwzględnienie rozwiązań alternatywnych. Plan ma obowiązek przewidzieć przyszłość i zapobiec niepożądanym wpływom sytuacji nieprzewidzianych. Plany »usztynwiają« przyszłość, opisując pracę jako określony ciąg niezmiennych czynów. Tymczasem praca jest ciągle usprawniana zgodnie z cyklem działania zorganizowanego, co znajduje odbicie dopiero w sprawozdaniach z wykonania planów. Plany więc zawsze w pewnym stopniu odbiegają od rzeczywistości, mimo uwzględnianej *a priori* ich giętkości”¹¹⁰.

Pierwszy dylemat planowania przebiegu projektów dotyczy więc horyzontu planowania. Klasyczne koncepcje zakładają możliwość jednoznacznego, deterministycznego określenia celów projektu i jego trwałość w całym okresie realizacji projektu. Takie założenia sprawdzają się w pewnej liczbie przypadków, natomiast nie uwzględniają coraz częstszych sytuacji planowania w warunkach ryzyka i niepewności, przez co wymagają zmiany. Odpowiedzią na to są rozwiązania wariantowego lub sytuacyjnego – adaptacyjnego, iteracyjnego, zwinnego (ang. *agile*) – planowania przebiegu projektów.

Tabela 4.1. Porównanie tradycyjnego i adaptacyjnego podejścia do planowania przebiegu projektów

Tradycyjne	Adaptacyjne
Zorientowane na podział zadań	Zorientowane na dostarczenie funkcjonalności
Plany są przewidywaniem przyszłości	Plany są hipotezą, a nie przewidywaniem
Sukces rozumiany jako zgodność z wcześniej założonym planem	Sukces rozumiany jako zdolność adaptacji do zmieniających się warunków w projekcie
Szczegółowy plan opracowywany dla całego projektu	Duża precyzja planu dla wczesnych iteracji, bardzo zgrubny charakter planu w dalszej fazie projektu
Odchylenia od planu są traktowane jako błędy zarządzania i wymagają bezkrytycznej poprawy (ang. <i>corrective action</i>)	Przyczyny odchyień od planu są analizowane i dostarczają informacji do zmiany planu kolejnych faz projektu (ang. <i>adaptive action</i>)
Zarządzanie zmianą często degeneruje się do biurokratycznych procedur blokujących zmianę	Zarządzanie zmianą jest motorem dla procesów innowacyjnych
Zorientowane na procedury i techniki kontroli oraz mikrozarządzanie zadaniami projektowymi	Zorientowane na stworzenie samoorganizującego się i samodyscyplinującego się zespołu projektowego

Źródło: J. Highsmith, *Agile Project Management – Creating Innovative Products*, Addison-Wesley, Boston.

¹¹⁰ T. Pszczołowski, *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Ossolineum, Wrocław 1978, s. 160.

Wydłużenie horyzontu celów jest także związane z rozszerzeniem zakresu ich oddziaływania i interesariuszy, których dotyczy. Tu pojawia się postulat szerokiego uwzględnienia celów projektów i ich skutków, uwzględniany przede wszystkim w planowaniu projektów rozwojowych.

4.2.2. Planowanie struktury projektu

W zarządzaniu projektami mamy do czynienia z różnymi strukturami powiązаныmi w spójną całość (zob. tabela 4.2).

Tabela 4.2. Struktury w projektach

Części składowe projektu	Rodzaje struktur
Cele	Struktura celów
Zadania	Struktura zadań
Produkty	Struktura produktów
Czynności	Struktura czynności
Obowiązki i uprawnienia	Struktura organizacyjna

Źródło: opracowanie własne.

Cele projektów są zazwyczaj złożone, ich podział tworzy strukturę (hierarchię) celów. Cele zadane do wykonania to zadania. Ich struktura jest pochodną struktury celów.

Wynikiem realizacji zadań są produkty projektu tworzące złożoną strukturę. Realizacja zadań mająca na celu osiągnięcie produktów projektu wymaga realizacji czynności, które są powiązane w strukturę czynności. Obowiązki i uprawnienia z tym związane przekładają się na strukturę organizacyjną projektu.

Struktury występujące w projektach mają postać struktur hierarchicznych i kooperacyjnych. Struktury hierarchiczne projektu przedstawiają powiązania części składowych projektu relacjami przyporządkowania nadrzędności i podrzędności. Im bardziej złożony projekt, tym więcej szczebli podziału, pomiędzy którymi występują relacje nadrzędności i podrzędności. W rezultacie projekty mają zazwyczaj wieloszczeblową strukturę hierarchiczną. Struktury kooperacyjne projektu przedstawiają powiązania części składowych projektu relacjami przyczynowo-skutkowymi (logicznymi, technologicznymi). Relacje przyczynowo-skutkowe dotyczą części współzależnych projektu i mogą łączyć części składowe różnych szczebli podziału hierarchicznego projektu.

W tradycyjnym planowaniu przebiegu projektu podstawę planowania stanowią struktury kooperacyjne projektu, dające się określić jednoznacznie, zawczasu, czyli przed rozpoczęciem wykonawstwa projektu, i trwałe w całym okresie jego realizacji

– inaczej mówiąc struktury deterministyczne. Jest stosowane przedstawienie struktury kooperacyjnej projektów w postaci grafów sieci (w skrócie sieci) dwojakiego rodzaju: opisujących czynności bądź jako krawędzie grafu AoA (ang. *Activity on Arrow*), bądź jako jego węzły AoN (ang. *Activity on Node*). Sieci AoN dają wprawdzie od sieci AoA możliwości opisu struktury projektów, ale te obydwie sposoby opisu nie sprawdzają się w przypadku planowania projektów w warunkach ryzyka, gdy określenie struktur kooperacyjnych możliwe jest tylko z pewnym prawdopodobieństwem, alternatywnie. Dla takich sytuacji zostały rozwinięte stochastyczne koncepcje i modele planowania przebiegu projektów, stosujące opis struktur w postaci sieci stochastycznych.

Z bardziej złożoną sytuacją planistyczną mamy do czynienia, gdy określenie struktur kooperacyjnych nie jest w ogóle możliwe przed rozpoczęciem wykonawstwa projektu. Dotyczy to bardzo złożonych innowacyjnych projektów. W takich sytuacjach znajdują zastosowanie heurystyczne koncepcje i modele planowania przebiegu projektów.

4.2.3. Planowanie zasobów projektu

Istotnym brakiem deterministycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów jest nieuwzględnienie roli zasobów w realizacji projektu (znane są co prawda sposoby przeprowadzenia także tej analizy, ale nie stanowią one oryginalnej części metody). Projekt zgodnie z tymi modelami jest planowany zgodnie z relacjami przyczynowo-skutkowymi, natomiast zależności wynikające z wykorzystania zasobów nie są brane pod uwagę. Dodatkowo brak jest integracji między decyzjami dotyczącymi przebiegu projektu w czasie oraz świadomością ich uwarunkowań i konsekwencji po stronie zasobowej. Zapewnienie spójności podejmowanych decyzji w tym zakresie spoczywa na barkach kierownika projektu, a wraz z rosnącą komplikacją projektu wymaga znacznych nakładów czasu i uwagi¹¹¹.

Dostęp do zasobów – ludzkich, sprzętowych, materiałowych i finansowych – jest warunkiem skutecznej realizacji projektów. Dostęp ten, jak to wynika z definicji projektów, jest ograniczony w odniesieniu do części zasobów. Wiarygodne oszacowanie zapotrzebowania na zasoby jest w tej sytuacji istotnym problemem. Klasyczne koncepcje i modele planowania przebiegu projektów zakładają możliwość jednoznacznego, trwałego, jakościowego i ilościowego określenia zapotrzebowania na zasoby. Jest to możliwe tylko w deterministycznych sytuacjach planistycznych. Wiąże się z tym jednak problem wiarygodności szacunków. Badania przeprowadzone

¹¹¹ M.-A. Fischer, F. Aalami, *Scheduling with Computer-Interpretable Construction Method Models*, „Journal of Construction Engineering and Management” 1996, Vol. 122(4), s. 337–347.

na Uniwersytecie Hohenheim w 2013 r., którymi objęto 202 menedżerów projektów z różnych sektorów i przedsiębiorstw, wykazały, że menedżerowie projektów są często zbyt pewni co do trafności swoich szacunków (ang. *overconfidence*). „Zakładany poziom bezpieczeństwa na poziomie 80% nie jest zazwyczaj osiągnięty (...) rzeczywiste wartości zlokalizowane były w ramach szacowanego przedziału zaledwie w 26,5% przypadków. (...) Nadmierna pewność siebie zmniejsza świadomość zagrożeń, co prowadzi z kolei do nieostrożnej oceny prawdopodobieństwa ryzyka i czynników ryzyka i dalej do nadmiernie optymistycznej oceny szans powodzenia projektów. (...) To, jak poważne szkody mogą wystąpić w przypadku wystąpienia ryzyka, nie ma, co ciekawe, wpływu na subiektywną ocenę perspektyw sukcesu przez menedżera projektu”¹¹².

Niepewność i niedokładność szacunków zasobów projektu jest istotnym problemem planowania przebiegu projektów. Rozwiązaniami zwianych z tym problemów są koncepcje i modele planowania przebiegu projektów stosujące stochastyczne szacowanie zasobów i koncepcje heurystyczne sytuacyjnego wykorzystywania ograniczonych zasobów.

4.2.4. Planowanie przebiegu projektu w czasie

Planowanie zasobów projektu w czasie jest uważane za główny element planowania przebiegu projektu. Pierwszym problemem zwiącym z tym obszarem planowania jest, podobnie jak w przypadku planowania zasobów, problem dokładności i wiarygodności szacunków czasów.

Niepewność szacunków i determinizm struktury zadaniowej jest szeroko dostrzegany przez badaczy problemów planowania projektów¹¹³. Proponowane w tym zakresie narzędzia i techniki opierające się na rozkładzie prawdopodobieństw dla czasów trwania zadań, jak również na stochastycznych strukturach zadaniowych dopuszczających warianty przebiegu projektu czy pętle i sprzężenia zwrotne są znane od lat. Niestety ich złożoność i niedostateczne wsparcie ze strony oprogramowania sprawiają, iż ich znajomość i wykorzystanie są minimalne¹¹⁴.

¹¹² M. Büttgen, G. Fabricius *Planungsverhalten im Projektmanagement – Die Beurteilung der eigenen Schätzsicherheit und ihre Auswirkungen auf die Projektplanung*, GPM/Institut für Marketing & Management Universität Hohenheim 2014, s. 8.

¹¹³ Y. Ben-Haim, A. Laufer, *Robust Reliability of Projects with Activity-Duration Uncertainty*, „Journal of Construction Engineering and Management” 1998, Vol. 124(2), s. 125–132; R.-J. Dawson, C.-W. Dawson, *Practical Proposals for Managing Uncertainty and Risk in Project Planning*, „International Journal of Project Management” 1998, Vol. 16(5), s. 299–310.

¹¹⁴ V. Ahuja, V. Thiruvengadam, *Project Scheduling and Monitoring: Current Research Status*, „Construction Innovation” 2004, Vol. 4, s. 19–31.

Komplikacja problemów funkcji dystrybucji czasu trwania zadań i stochastyczności przebiegu prowadzi do stochastycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów i zastosowania zaawansowanych technik symulacyjnych¹¹⁵. Jednak nawet i te metody są dalekie od doskonałości, gdyż jakość uzyskanego modelu przebiegu projektu jest wprost związana z jakością i poprawnością określenia rozkładów prawdopodobieństwa poszczególnych zadań cząstkowych. Mimo licznych zastrzeżeń narzędzia planowania przebiegu projektów w czasie przeszły niewielkie tylko modyfikacje. Można zaryzykować nawet stwierdzenie odwrotne, że wobec łatwego dostępu do narzędzi IT, które znacznie upowszechniły i usprawniły proces przygotowywania harmonogramów, uwaga i wysiłek poświęcone zapewnieniu ich wysokiej jakości (rozumianej jako rzetelność uwzględnianych szacunków) uległy w wielu przypadkach pogorszeniu.

Kolejnym problemem jest koncentracja uwagi wyłącznie na aspekcie czasu, podczas gdy istotnym czynnikiem silnie z nim związanym są koszty (a szerzej zasoby). Optymalizacja przebiegu projektu w czasie bez jednoczesnego uwzględnienia optymalizacji kosztów jest rozwiązaniem, na które może sobie pozwolić coraz mniej organizacji i kierowników projektów.

Związek między opóźnieniami terminów realizacji projektu a wzrostem kosztów jego realizacji był badany także m.in. przez O. Zwikaela i S. Globersona. Określili następującą relację: przekroczenie kosztów = 0,76 x przekroczenie terminu. Oznacza to, że opóźnienie terminu o 10% w stosunku do planu bazowego przełożyło się w badanych projektach budowlanych na 7,6% wzrostu kosztów¹¹⁶.

Tradycyjne podejście do planowania przebiegu projektów w czasie nie sprzyja również oddawaniu zadań zakończonych przed terminem i nadrabiania ewentualnych opóźnień. Po pierwsze, wynika to z psychologicznego zakotwiczenia zasobów w zaplanowanych terminach realizacji zadań, po drugie, z braku gotowości zasobów do przyjęcia pracy wcześniej, a po trzecie, z konieczności wprowadzania zmian do sieci i w konsekwencji do każdorazowego ustalania nowych terminów dostępności zasobów. Dostrzeżenie przedstawionych powyżej problemów doprowadziło do rozwoju zasobowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów.

4.2.5. Standaryzacja rozwiązań planistycznych

Sytuacje planistyczne cechuje, jak to przedstawiono wcześniej, zwiększająca się niepewność – dokładność i wiarygodność – informacji planistycznych. Powoduje

¹¹⁵ Takich jak: Monte Carlo, GERT(S), ABC-Simulation, PICASSO lub CYCLONE.

¹¹⁶ O. Zwikael, S. Globerson, *Benchmarking of Project Planning and Success in Selected Industries*, „Benchmarking: An International Journal” 2006, Vol. 13, No. 6, s. 688–700.

to coraz częstszą konieczność odchodzenia od planowania na wysokim poziomie standaryzacji – tj. szczegółowych, alternatywnych lub szczegółowych jednoznacznych regulacji – i przechodzenia do planowania na niskim poziomie standaryzacji – regulacji ramowych i reguł działania (heurystycznych).

„Planowanie jako najważniejszy filar tradycyjnego zarządzania projektami poddawane jest ostatnio coraz większej presji. W szczególności zwolennicy tzw. zwinnego zarządzania projektami (ang. *agile project management*) kwestionują przydatność istniejących podejść do planowania w dynamicznym środowisku i postulują ich ponowne przemyślenie”¹¹⁷.

Odpowiedzią na tę sytuację są tzw. zwinne koncepcje i modele zarządzania projektami. Zakładają one adaptacyjny, iteracyjny przebieg projektów, w którym planowanie ograniczone zostaje do minimum wyznaczonego dostępnością wiarygodnych informacji. Plany mają w tych koncepcjach postać ogólnych regulacji: ramowych lub reguł heurystycznych. Konkretyzacja planów następuje sytuacyjnie, czyli w trakcie realizacji zadań projektowych wraz z pojawianiem się nowych, wiarygodnych informacji.

Zastosowanie ogólnych regulacji, czyli na niskim poziomie standaryzacji, jest związane z licznymi niebezpieczeństwami wynikającymi z pozostawienia wykonawcom projektu nadmiernej swobody działania. Może to spowodować:

- niezyskanie zamierzonych wyników,
- nadmierne zróżnicowanie wyników,
- konieczność zatrudnienia pracowników o kwalifikacjach wyższych niż wynika to z charakteru powierzonych im zadań, a co za tym idzie – wzrost kosztów projektu,
- trudności kontroli i koordynacji realizacji zadań,
- nadmierne obciążenie kierownictwa czynnościami kontrolnymi i koordynacyjnymi itd.

Ogólnie rzecz biorąc: zbyt niski poziom standaryzacji powoduje stan „niedoorganizowania”¹¹⁸.

Wśród słabszych stron tradycyjnego podejścia do planowania przebiegu projektów jest bardzo techniczne podejście do tworzenia planów. Metoda mająca swoje korzenie w środowisku inżynierskim i naukowym, oparta na matematycznej teorii grafów, w niewielkim zakresie adresuje problemy związane z faktem, iż ludzie, w tym w szczególności kierownicy projektów, planiści i wykonawcy, są tylko ludźmi, a nie zaprogramowanymi maszynami. W sytuacji, w której w coraz większym stopniu suk-

¹¹⁷ R. Wagner, *Die neue Rolle der Planung im Projektmanagement*, GPM Blog 2012.

¹¹⁸ Patrz podrozdział 1.2.4.

ces projektów zależy od umiejętności i metod organizacji pracy kierownika projektu, proponowanym metodom brakuje rozwiązań wychodzących poza uporządkowany proces planowania projektu.

Wyjście poza wąskie ramy techniki ścieżki krytycznej i uwzględnienie rzeczywistych, a nie teoretycznych i idealnych warunków realizacji projektów stanowi istotny warunek zapewnienia sukcesu projektom. Praktyka realizacji projektów jak również praktyka działania organizacji stawia przed kierownikiem projektu konieczność zmierzenia się z wieloma negatywnymi zjawiskami biorącymi się z niewłaściwej organizacji pracy, a także ze zwykłej niepewności towarzyszącej realizacji projektów. Zjawiskami tymi są m.in.:

- konserwatywne podejście do planowania i obawa przed podjęciem ryzyka wobec bycia rozliczonym za dotrzymywanie zadeklarowanych terminów realizacji zadań częściowych,
- tendencja do wykonywania wielu zadań jednocześnie (tzw. *multitasking*), które świadczyłyby o wysokiej produktywności, wysokiej pozycji i stopniu ważności pracowników w organizacji,
- podleganie pracowników syndromowi studenta, czyli wykonywania powierzonych obowiązków na tzw. ostatnią chwilę,
- funkcjonowanie w organizacji prawa Parkinsona, mówiącego o tym, iż ilość pracy potrzebnej do wykonania zadania wypełnia cały czas dany na jego realizację,
- występowanie prawa Murphy'ego – jeżeli coś może pójść źle, to z pewnością pójdzie¹¹⁹.

Dodatkowo najnowszy dorobek ekonomii, w szczególności psychologii kognitywnej, reprezentowanej przez D. Kahnemana, A. Tversky'ego i R.H. Thaler, pozwala lepiej zrozumieć wewnętrzne uwarunkowania indywidualnych procesów decyzyjnych stojących za przyjęciem określonych założeń i szacunków planistycznych.

Podstawą koncepcji behawioralnej jest stwierdzenie, będące wynikiem wielu badań, że każdy z nas posługuje się dwoma typami procesów myślowych, które są nazywane systemem 1 i systemem 2. Procesy myślowe systemu 1 – tzw. „szybkiego myślenia” – mają charakter intuicyjny i automatyczny. Natomiast procesy myślowe systemu 2 – tzw. wolnego myślenia – refleksyjny i racjonalny. Pierwszy z nich nazywa się systemem automatycznym, a drugi systemem refleksyjnym. Cechy charakterystyczne obu systemów wskazano w tabel 4.3.

¹¹⁹ F.S. Patrick, *Critical Chain Scheduling and Buffer Management, Getting Out from Between Parkinson's Rock and Murphy's Hard Place*, Focused Performance, www.focusedperformance.com.

Tabela 4.3. Dwa systemy poznawcze

System automatyczny	System refleksyjny
Niekontrolowany	Kontrolowany
Niewymagający wysiłku	Wymagający wysiłku
Skojarzeniowy	Dedukcyjny
Szybki	Wolny
Nieświadomy	Samoświadomy
Zręczny	Przestrzegający zasad

Źródło: S. Chaiken, Y. Trope, *Dual Process Theories in Social Psychology*, Guilford Press, New York 1999.

„System automatyczny jest szybki i wydaje się (bądź jest) instynktowny. Nie dotyczy on tego, co zwykle łączymy ze słowem „myślenie”. (...) System refleksyjny jest bardziej rozważny i samoświadomy. Można powiedzieć, że system automatyczny to nasze reakcje instynktowne, a system refleksyjny to świadomy namysł. Nasze intuicje mogą być niekiedy nawet bardzo dokładne, często jednak popełniamy błędy, ponieważ za bardzo polegamy na systemie automatycznym”¹²⁰.

Powszechne jest przekonanie, że procesy zarządzania są w większości wynikiem systemu refleksyjnego. Nie jest to zgodne z rzeczywistością, ponieważ zastosowanie trudnych i czasochłonnych procesów myślowych tego systemu sparaliżowałoby procesy decyzyjne. W rezultacie więc w większości sytuacji mamy do czynienia z decyzjami opartymi na procesach myślowych systemu automatycznego. Świadomość takiego stanu rzeczy jest niechętnie przyjmowana przez praktyków i teoretyków zarządzania. Wynikiem tego jest dysonans pomiędzy wyobrażeniem o racjonalności ich decyzji a rzeczywistością ich intuicyjnością. Sytuacja ta ma oczywiście wpływ na zagadnienia planowania. Odnosząc ten problem do przedstawionej wcześniej koncepcji standaryzacji, można zauważyć, że system automatyczny wykorzystuje w planowaniu reguły heurystyczne (heurystyki), a system refleksyjny – rozwiązania o wyższym poziomie standaryzacji.

Zasady heurystyczne (heurystyki) mają liczne zalety, ale nie sposób pominąć ich wady. Ich zastosowanie może prowadzić, jak to wykazały badania A. Tversky'ego i D. Kahnemana, do „systematycznej tendencyjności”. Badania te wyodrębniły trzy zasady: heurystyki zakotwiczenia, dostępności i reprezentatywności, oraz błędy, które są z nimi związane.

¹²⁰ R.T. Thaler, C.R. Sunstein, *Impuls. Jak podejmować właściwe decyzje dotyczące zdrowia, dobrobytu i szczęścia*, Zysk i S-ka, Poznań 2012, s. 34–35.

Tabela 4.4. Zestawienie koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

Dziedziny	Koncepcje i modele planowania przebiegu projektów:						heurystyczne
	deterministyczne	stochastyczne	zasobowe	macierzowe	zwinne		
A. Planowanie celów	Deterministyczne (jednoznaczne, trwałe), szczegółowe określenie celów projektu	Deterministyczne (jednoznaczne, trwałe), szczegółowe określenie celów projektu	Deterministyczne, szczegółowe określenie celów projektu	Deterministyczne, ogólne określenie celów projektu	Ogólne, zmienne określenie celów projektu	Ogólne, zmienne określenie celów projektu	Ogólne, zmienne określenie celów projektu
B. Planowanie struktury (zadania, czynności)	Deterministyczne określenie struktury hierarchicznej/zakresu i struktury kooperacyjnej/sieci projektu	Stochastyczne (z pewnym prawdopodobieństwem) określenie struktury hierarchicznej/zakresu i struktury kooperacyjnej/sieci projektu	Deterministyczne określenie struktury hierarchicznej/zakresu i struktury kooperacyjnej/sieci projektu	Deterministyczne, ogólne i/lub wariantowe określenie struktury hierarchicznej/zakresu projektu; ew. dla początkowych faz projektu; sytuacyjne określenie struktury kooperacyjnej/sieci projektu	Ogólne (ramowe) określenie struktury hierarchicznej/zakresu projektu; ew. dla początkowych faz projektu; sytuacyjne określenie struktury kooperacyjnej/sieci projektu	Deterministyczne, ogólne i/lub wariantowe określenie struktury hierarchicznej/zakresu projektu; ew. dla początkowych faz projektu; sytuacyjne określenie struktury kooperacyjnej/sieci projektu	Deterministyczne, ogólne i/lub wariantowe określenie struktury hierarchicznej/zakresu projektu; ew. dla początkowych faz projektu; sytuacyjne określenie struktury kooperacyjnej/sieci projektu
C. Planowanie zasobów (ludzie, wyposażenie, materiały, koszty)	Deterministyczne określenie jakościowe i ilościowe zapotrzebowania na zasoby i ich dostępności	Stochastyczne określenie jakościowe i ilościowe zapotrzebowania na zasoby i ich dostępności	Deterministyczne określenie jakościowe i ilościowe zapotrzebowania na zasoby i ich dostępności	Deterministyczne określenie jakościowe i ilościowe zapotrzebowania na zasoby i ich dostępności	Ogólne, przybliżone określenie jakościowe i ilościowe zapotrzebowania na zasoby i ich dostępności	Ogólne, przybliżone określenie jakościowe i ilościowe zapotrzebowania na zasoby i ich dostępności	Ogólne, przybliżone określenie jakościowe i ilościowe zapotrzebowania na zasoby i ich dostępności
D. Planowanie przebiegu projektu w czasie (czas trwania, terminy, rezerwy czasu)	Deterministyczne określenie czasów trwania czynności, terminów i rezerw czasu projektu	Stochastyczne określenie czasów trwania czynności, terminów i rezerw czasu projektu	Deterministyczne określenie czasów trwania czynności, terminów i rezerw czasu projektu	Ogólne określenie czasów trwania czynności i terminów projektu	Ogólne określenie czasów trwania czynności i terminów projektu	Ogólne określenie czasów trwania czynności i terminów projektu	Ogólne określenie czasów trwania czynności i terminów projektu
Poziom standardyzacji	Wysoki: szczegółowe regulacje jednoznaczne	Średni: szczegółowe regulacje alternatywne	Wysoki: szczegółowe regulacje jednoznaczne	Średni: regulacje ramowe	Niski: regulacje heurystyczne, regulacje ramowe	Niski: regulacje heurystyczne	Niski: regulacje heurystyczne
Metody planowania	Metoda harmonogramów/wykresów Gantta Metody sieciowe CPM i IMPM Metoda LOB	Metoda PERT Metoda GERT Metoda GERTS	Metoda łańcucha krytycznego CCPM	Metoda PCM/LFA	Metody adaptacyjne/zwinne APM	Metody drzewa istotności	Metody drzewa istotności

Źródło: opracowanie własne.

Heurystyka zakotwiczenia i dostosowania (ang. *anchoring and adjustment heuristic*) to reguła heurystyczna wnioskowania, polegająca oparciu się (zakotwiczeniu) na jakiejś informacji, która po jej zmodyfikowaniu staje się podstawą osądu sytuacji i decyzji opartej na tym osadzie.

Heurystyka dostępności (ang. *availability heuristic*) to reguła heurystyczna wnioskowania, polegająca na przypisywaniu większego prawdopodobieństwa zdarzeniom, które łatwiej przywołać do świadomości i są bardziej nacechowane emocjonalnie.

Heurystyka reprezentatywności (ang. *representativeness heuristic*) to reguła heurystyczna wnioskowania, polegająca na dokonywaniu klasyfikacji na podstawie częściowego podobieństwa do przypadku typowego, charakterystycznego, reprezentatywnego, który już znamy.

Zastosowanie osiągnięć psychologii kognitywnej w zarządzaniu znajduje się w fazie początkowej, można jednak oczekiwać, że wniesie ono istotny wkład do zwinnych koncepcji planowania przebiegu projektów¹²¹.

Przedstawione powyżej zastrzeżenia i uwagi do deterministycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów doprowadziły do opracowania nowych, innowacyjnych rozwiązań: stochastycznych, zasobowych, macierzowych, zwinnych i heurystycznych koncepcji, modeli i metod. Ich zestawienie zostało przedstawione w tabeli 4.4, zaś szczegółowy opis – w następnych rozdziałach niniejszego opracowania.

Bibliografia

- Aborgast G.W., Wormer N.K., *An Error Components Model of Costs Overrun and Schedule Slip on Army R&D programs*, „Naval Research Logistics” 1988, Vol. 35.
- Ahuja V., Thiruvengadam V., *Project Scheduling and Monitoring: Current Research Status*, „Construction Innovation” 2004, Vol. 4.
- Ben-Haim Y., Laufer A., *Robust Reliability of Projects with Activity-Duration Uncertainty*, „Journal of Construction Engineering and Management” 1998, Vol. 124(2), s. 125–132.
- Büttgen M., Fabricius G., *Planungsverhalten im Projektmanagement – Die Beurteilung der eigenen Schätzsicherheit und ihre Auswirkungen auf die Projektplanung*, GPM/Institut für Marketing & Management, Universität Hohenheim, 2014.
- Dawson R.-J., Dawson C.-W., *Practical Proposals for Managing Uncertainty and Risk in Project Planning*, „International Journal of Project Management” 1998, Vol. 16(5).
- Engwall M., *No Project Is an Island: Linking Projects to History and Context*, „Research Policy” 2003, Vol. 32(5).

¹²¹ J.S. Hammond, R.L. Keeney, H. Raiffa, *Myślowne pułapki, które prowadzą do złych decyzji*, w: *Podejmowanie decyzji*, Helion, Gliwice 2005.

- Fischer M.-A., Aalami F., *Scheduling with Computer-Interpretable Construction Method Models*, „Journal of Construction Engineering and Management” 1996, Vol. 122(4).
- Flyvberg B., Holm M.K., Buhl S.L., *Understanding Costs in Public Work Projects: Error or Lie?*, „Journal of American Planning Association” 2002, Vol. 68(3).
- Hammond J.S., Keeney R.L., Raiffa H., *Mysłowe pułapki, które prowadzą do złych decyzji, w: Podejmowanie decyzji*, Helion, Gliwice 2005.
- Highsmith J., *Agile Project Management – Creating Innovative Products*, Addison-Wesley, Boston.
- Jugdev K., *Through the Looking Glass: Examining Theory Development in Project Management with the Resource-Based View Lens*, „Project Management Journal”, Vol. 35, No. 3.
- Kloppenborg T., Opfer W., *The Current State of Project Management Research: Trends, Interpretations and Predictions*, „Project Management Journal” 2002, Vol. 33(2).
- Morris P.W.G., Hough G.H., *The Anatomy of Major Projects: A Study of the Reality of Project Management*, John Wiley & Sons, UK 1987.
- Packendorff J., *Inquiring into the Temporary Organization: New Directions for Project Management*, „Scandinavian Journal of Management” 1995, Vol. 11(4).
- Patrick F.S., *Critical Chain Scheduling and Buffer Management, Getting Out from Between Parkinson’s Rock and Murphy’s Hard Place*, Focused Performance, www.focusedperformance.com.
- Pszczółowski T., *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Ossolineum, Wrocław 1978.
- Rubinstein D., Standish Group Report: *There’s Less Development Chaos Today*, SD Times, www.sdtimes.com.
- Spałek S., *Rekomendacje dla skutecznego zarządzania projektami w przedsiębiorstwie*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej”, Seria: Organizacja i Zarządzanie, z. 36, Politechnika Śląska, Gliwice 2006.
- Spałek S., *Sukcesy i porażki w zarządzaniu projektami*, PMI WPC.
- Stein F., *Projektmanagement fuer die Produktentwicklung*, expert verlag, Renningen 2009.
- Thaler R.T., Sunstein C.R., *Impuls. Jak podejmować właściwe decyzje dotyczące zdrowia, dobrobytu i szczęścia*, Zysk i S-ka, Poznań 2012.
- Trocki M., *Model kompleksowej oceny projektów*, w: *Ocena projektów – koncepcje i metody*, red. M. Trocki, M. Juchniewicz, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2013.
- Ulri B., Ulri D., *Project Management in North America: Stability of the Concepts*, „Project Management Journal” 2000, Vol. 31(3).
- Wagner R., *Die Neue Rolle der Planung im Projektmanagement*, GPM Blog 2012.
- Wyrozębski P., Spałek S., *An Investigation of Planning Practices in Select Companies*, „Management and Production Engineering Review”, Vol. 5, No. 2, June 2014, s. 78–87, DOI: 10.2478/mper-2014-0020.
- Wyrozębski P., *Technika łańcucha krytycznego*, w: *Nowoczesne zarządzanie projektami*, red. M. Trocki, PWE, Warszawa 2012.

- Wyrozębski P., Wyrozębska A., *Benefits of Monte Carlo Simulation as the Extension to the Programme Evaluation and Review Technique*, w: *Proceedings in Electronic International Interdisciplinary Conference*, red. Ing. Michal Mokryš; Ing. Štefan Badura, Ph.D.; Ing. Anton Lieskovský, Ph.D., Publishing Institution of the University of Zilina, 2013.
- Wyrozębski P., Wyrozębska A., *Challenges of Project Planning in the Probabilistic Approach using PERT, GERT and Monte Carlo*, „Journal of Management and Marketing”, Vol. 1, Issue 1, November 30, 2013, s. 1–8.
- Zieleniewski J., *Organizacja zespołów ludzkich. Wstęp do teorii organizacji i kierowania*, PWN, Warszawa 1972.
- Zwikael O., Globerson S., *Benchmarking of Project Planning and Success in Selected Industries*, „Benchmarking: An International Journal” 2006, Vol. 13, No. 6.

5. STOCHASTYCZNE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW

5.1. Geneza stochastycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

Stochastyczne koncepcje i modele planowania mogą znaleźć zastosowanie we wszystkich sytuacjach, w których wykorzystuje się techniki deterministyczne. Stosowanie sztywnej sieci i maksymalnie potrójnego oszacowania obciążeń poszczególnych jej łuków daje z reguły uproszczony opis badanej rzeczywistości. Stochastyczne techniki sieciowe oferują dużo większe i bogatsze możliwości analizy rzeczywistości. Techniki oparte na sieciach stochastycznych wprowadzają probabilistyczne typy zdarzeń w postaci logicznych połączeń czynności, wyrażające się przez „lub”, pozwalające na alternatywne drogi rozwiązań.

Ponadto pojedyncze lub potrójne szacunki czasu trwania czynności, obrazujące najczęściej trzy aspekty problemu (np. pracochłonność, materiałochłonność, koszty), zaciemniają obraz wykorzystania poszczególnych zasobów. W wyniku krytyki technik deterministycznych już dość wcześnie, bo w latach 60. ubiegłego wieku, pojawiły się próby ich ulepszenia. Doprowadziły one do opracowania wielu nowych propozycji metodologicznych.

5.2. Charakterystyka stochastycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

5.2.1. Metoda PERT

Metoda PERT jest, podobnie jak CPM, metodą sieciową. W metodzie PERT zawierają się jednak elementy rachunku prawdopodobieństwa, a mianowicie rozkład Beta, który jest używany do określenia oczekiwanego czasu wykonywania poszczególnych czynności. Jest to jedna z bardziej wyraźnych różnic pomiędzy CPM a PERT, ponieważ gdy w CPM wszystkie czasy muszą być dobrze znane, to w PERT czasy te można oszacować, wskazując czas najbardziej prawdopodobny, optymistyczny

i pesymistyczny. Metoda PERT, podobnie jak CPM, opiera się na znalezieniu ścieżki krytycznej w deterministycznej sieci¹²². Wykres sieciowy w metodzie PERT jest bardzo podobny jak w metodzie CPM. W obu metodach występują zdarzenia początkowe, zdarzenia końcowe, a każde zdarzenie pomiędzy może rozpocząć się dopiero po zakończeniu zdarzenia go poprzedzającego. W sieci mogą występować zadania rzeczywiste i pozorne, które są ze sobą połączone logicznymi zależnościami.

Metoda PERT została stworzona przez Marynarkę Wojenną Stanów Zjednoczonych w latach 50. na potrzeby realizacji projektu budowy nuklearnej łodzi podwodnej POLARIS. PERT miała pomóc usprawnić koordynację jednostek współpracujących i poddostawców. Zastosowanie metody PERT pozwoliło skrócić program POLARIS o dwa lata! Początkowo PERT była wykorzystywana tylko do projektów wojskowych, jednak z czasem zaczęła również być wykorzystywana do zarządzania projektami cywilnymi. Teraz obok CPM jest najbardziej popularną metodą sieciową.

Metody PERT używa się do zarządzania projektami niepowtarzalnymi, gdzie czas trwania poszczególnych zadań, a co za tym idzie, czas trwania projektu nie jest jednoznacznie określony, a jedynie oszacowany. Metoda PERT pozwala na wyznaczenie najbardziej prawdopodobnych, optymistycznych i pesymistycznych czasów trwania poszczególnych zadań, a także określenie prawdopodobieństwa, że projekt zakończy się w podanym przedziale czasowym. W związku z tym PERT umożliwia określenie ryzyka związanego z danym projektem.

Jednym z podstawowych zadań metody PERT jest, podobnie jak w metodzie CPM, znalezienie ścieżki krytycznej, a co za tym idzie, identyfikacji zadań krytycznych dla projektu i takich, których opóźnienie nie wpłynie negatywnie na termin zakończenia projektu. PERT daje również możliwość kontrolowania nie tylko czasu trwania poszczególnych zadań, lecz także zużycia środków, zasobów projektu. Daje to możliwość weryfikacji, czy zużycie zasobów jest zgodne z wcześniej założonym planem. Mając wiedzę o niewspółmiernym zużyciu środków do pierwotnych założeń, kierownik projektu ma możliwość wprowadzenia działań korygujących.

Podstawową korzyścią stosowania metody PERT jest możliwość kontroli czasu trwania poszczególnych czynności, a w związku z tym możliwość uzyskania zysków czasowych. Wykres sieciowy pozwala na wizualizację projektu, co sprawia, że dużo łatwiej jest każdemu członkowi zespołu mówić tym samym językiem. PERT jest metodą zbudowaną na relatywnie prostym aparacie matematycznym, a jednak pozwala na zarządzanie skomplikowanymi, niepowtarzalnymi metodami. W przy-

¹²² M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, Warszawa 2003, s. 196.

padku konieczności zakończenia projektu przed terminem PERT daje możliwość określenia najmniejszych kosztów niezbędnych do osiągnięcia celu¹²³.

Metoda PERT ma jednak również wady. Ze względu na to, że zarówno CPM, jak i PERT są metodami deterministycznymi, cechują się małą elastycznością w trakcie realizacji projektu. Dlatego w przypadku, gdy zmieni się coś w trakcie projektu, PERT nie jest metodą, w której łatwo wprowadza się takie zmiany. Niestety przy dużych, dynamicznych projektach może się zdarzyć, że sieć zależności stworzona na początku projektu może się zdezaktualizować w trakcie trwania projektu. Metoda PERT jest bardzo subiektywna, w dużej mierze zależy od tego, w jaki sposób zostaną oszacowane czasy, a także, kto je oszacuje.

W metodzie PERT zarządzanie projektem można podzielić na następujące etapy:

- 1) Wyznaczenie zadań i czynności wchodzących w skład projektu.
- 2) Określenie zależności pomiędzy poszczególnymi zadaniami.
- 3) Stworzenie wykresu sieciowego.
- 4) Przypisanie najbardziej prawdopodobnego, optymistycznego i pesymistycznego czasu trwania poszczególnych czynności.
- 5) Obliczenie oczekiwanego czasu trwania poszczególnych czynności i odchylenia standardowego.
- 6) Wyznaczenie ścieżki krytycznej.
- 7) Zastosowanie ścieżki krytycznej do wyznaczonych celów.

Metoda PERT zawiera w sobie elementy rachunku prawdopodobieństwa. Jest on wykorzystywany do określenia oczekiwanego czasu wykonania każdego z zadań, które wchodzi w skład projektu. Zakłada się, że czas ten podąża za rozkładem Beta, i oblicza się go, korzystając z zależności:

$$t_n = \frac{a_n + 4m_n + b_n}{6}$$

gdzie:

a_n – najbardziej optymistyczny czas wykonania n -tego zadania

b_n – najbardziej pesymistyczny czas wykonania n -tego zadania

m_n – najbardziej prawdopodobny czas wykonania n -tego zadania

Wszystkie czasy są szacowane i opierają się na doświadczeniu pracowników. Czas a_n to czas, który jest najwcześniejszym możliwym czasem zakończenia danego zadania. Czas b_n to najdłuższy czas, jaki może zająć dane zadanie. Ze względu na fakt, że czasy te są szacowane, mogą pojawić się błędy, na przykład zbyt optymistyczne spojrzenie na dane zadania może spowodować, że niewłaściwie zostanie oszacowany

¹²³ Ibidem, s. 210.

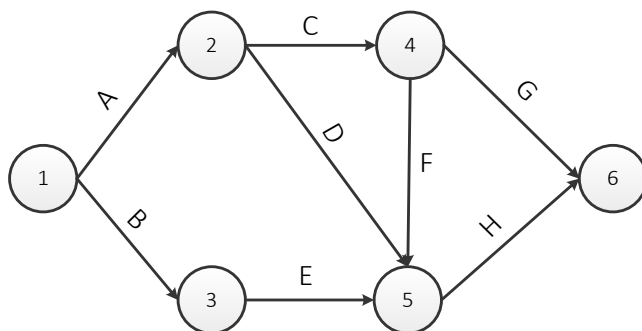
czas b_n . Zakłada się, że jest 1% szansy na popełnienie błędu przy oszacowywaniu tych czasów. Znaczy to dokładnie tyle, że raz na 100 oszacowań zostanie podany nieodpowiadający rzeczywistości czas trwania zadania. Czas m_n jest najbardziej realnym czasem wykonania danej czynności.

Warto również podkreślić fakt, że zgodnie z zależnością oczekiwany czas trwania czynności jest obliczany za pomocą średniej ważonej. Największa waga, bo 4, jest dobrana dla czasu najbardziej prawdopodobnego m_n . Pozostałe dwa czasy, tj. najbardziej optymistyczny i najbardziej pesymistyczny czas, mają taką samą wagę, a tym samym wpływ na wartość czasu oczekiwanego – 1.

Kolejną zaletą wykorzystania rachunku prawdopodobieństwa do określenia oczekiwanego czasu trwania poszczególnych zadań jest fakt, że istnieje możliwość obliczenia odchylenia standardowego. Odchylenie standardowe σ_n jest miarą rozrzutu czasów od wartości średniej i odzwierciedla oczekiwaną zmienność czasu zadań realizowanych w warunkach ryzyka. Oblicza się je, korzystając ze wzoru:

$$\sigma_n = \frac{a_n + b_n}{6}$$

Rysunek 5.1. Technika PERT – przykład



Źródło: opracowanie własne.

Dzięki oparciu techniki PERT na rachunku prawdopodobieństwa możliwe jest również uzyskanie odpowiedzi przez kierownika projektu na pytanie dotyczące prawdopodobieństwa, z jakim projekt zostanie zakończony w zadanym czasie. W tym celu należy wyznaczyć ścieżkę krytyczną projektu, tj. łączny czas realizacji najdłuższej ścieżki zadań projektu liczonej według czasów oczekiwanych poszczególnych czynności (t_c).

Tabela 5.1. Przypisanie czasów trwania poszczególnych czynności, obliczenie czasu oczekiwanego i odchylenia standardowego

Czynność	Czynności poprzedzające	a	m	b	t_e	σ
A	-	2	3	4	3,00	0,33
B	-	1	3	4	2,83	0,50
C	A	2	2	2	2,00	0,00
D	A	2	5	6	4,67	0,67
E	B	4	5	7	5,16	0,50
F	C	3	4	5	4,00	0,33
G	C	5	6	6	5,83	0,17
H	D, E, F	8	8	9	8,17	0,17

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5.2. Wyznaczenie czasu ścieżki krytycznej dla przykładowego projektu

Ścieżka	Czas przejścia
A - C - G	$3 + 2 + 5,83 = 10,83$
A - C - F - H	$3 + 2 + 4 + 8,17 = 17,17$
A - D - H	$3 + 4,67 + 8,17 = 15,84$
B - E - H	$2,83 + 5,16 + 8,17 = 16,16$

Źródło: opracowanie własne.

W dalszym kroku należy obliczyć odchylenie standardowe czasu realizacji całego projektu T_e , korzystając z zależności:

$$\sigma T_e = \sqrt{\sum \sigma_n^2}$$

a także z , czyli liczbę odchylen standardowych między czasem żądanym T_z a czasem oczekiwanym realizacji projektu. Zależność pozwalająca obliczyć parametr z znajduje się poniżej:

$$z = \frac{\text{czas zadany} - \text{czas oczekiwany}}{\text{odchylenie standardowe}} = \frac{T_z - T_e}{\sigma T_e}$$

Wartość prawdopodobieństwa odczytuje się, korzystając z tablic znormalizowanego rozkładu normalnego dla obliczonej wartości parametru z .

Tabela 5.3. Określenie prawdopodobieństwa realizacji projektu w zadanym czasie – przykład

Czas realizacji całego projektu (czas ścieżki krytycznej)	$T_e = 17,17 \text{ dni}$
Odchylenie standardowe czasu realizacji całego projektu	$\sigma T_e = \sqrt{(0,33)^2 + (0,00)^2 + (0,33)^2 + (0,17)^2} = \sqrt{0,2467} = 0,4967 \text{ dni}$
Czas zadany, dla którego sprawdzamy prawdopodobieństwo	$T_z = 18 \text{ dni}$
Określenie wartości pomocniczej liczby z	$z = \frac{\text{czas żądany} - \text{czas oczekiwany}}{\text{odchylenie standardowe}} = \frac{18 - 17,17}{0,4967} = 1,67$
Wartość prawdopodobieństwa odpowiadająca $z = 1,67$ w dystrybucji rozkładu normalnego wynosi 0,953 , a zatem prawdopodobieństwo realizacji założonego przedsięwzięcia w czasie 18 dni wynosi 95,3%	

Źródło: opracowanie własne.

5.2.2. Metoda PERT-COST

Metoda PERT-COST stanowi modyfikację techniki PERT służącą do wyznaczania optymalnego skracania czasu realizacji projektu w sieciach PERT przy minimalnych kosztach.

Określenie optymalnego terminu realizacji projektu będzie się wiązać z takim ułożeniem programu skracania czynności, aby największe przyspieszenia przypadają na te czynności krytyczne, których koszty przyspieszenia będą najniższe. W przypadku PERT-COST krzywa kosztów będzie funkcją kilku parametrów danych czynności (a , m , b , t_e , σ). Ponadto PERT-COST posługuje się następującymi oznaczeniami:

- t_{en} – oczekiwany normalny czas trwania czynności n , któremu odpowiadają najniższe koszty wykonania czynności K_n ,
- t_{egr} – oczekiwany czas graniczny trwania czynności n , czyli najkrótszy możliwy, wynikający z ograniczeń technicznych i technologicznych, czas wykonania czynności, któremu odpowiadają koszty graniczne K_{gr} .

Założeniem metody PERT-COST jest liniowy przebieg zależności kosztów wykonania czynności od czasu jej trwania, a zatem koszty realizacji czynności rosną proporcjonalnie do jej skracania od czasu normalnego do granicznego. Dla każdej z czynności można obliczyć średni gradient kosztu S , określający przyrost kosztów wykonania czynności spowodowany skróceniem czasu wykonania czynności o jednostkę.

$$S_n = \frac{K_{gr} - K_n}{t_{en} - t_{egr}} = \text{tg}\alpha$$

Dodatkowym założeniem metody są stałe relacje czasów poszczególnych czynności, wynoszące

- dla czasu optymistycznego: $\frac{a_n}{t_{en}} = \frac{a_{gr}}{t_{egr}} = r_1$
- dla czasu pesymistycznego: $\frac{b_n}{t_{en}} = \frac{b_{gr}}{t_{egr}} = r_2$

Z powyższych relacji można wyznaczyć wartość odchylenia standardowego skróconego czasu czynności n :

$$\sigma = \sqrt{\frac{(r_2 - r_1)^2}{36} t_{es}^2}$$

gdzie t_{es} oznacza skrócony czas wykonania danej czynności (po poniesieniu dodatkowych kosztów).

Koszty przyspieszenia poszczególnych czynności oblicza się jako iloczyn gradientu kosztów dla danej czynności i liczby jednostek czasu, o które dana czynność krytyczna została skrócona: $K_n = (t_{en} - t_{es}) \times S_n$.

Podczas stosowania metody PERT-COST można wyróżnić następujące etapy postępowania¹²⁴:

- 1) Wyznaczenie terminu końcowego i ścieżki krytycznej na podstawie oczekiwanych, normalnych czasów trwania czynności (podobnie jak w technice PERT).
- 2) Zestawienie czynności krytycznych i obliczenie dla nich gradientów kosztów.
- 3) Wylimitowanie z zestawienia tych czynności krytycznych, dla których średni gradient kosztów nie istnieje, czyli $t_{en} = t_{egr}$.
- 4) Rozpoczęcie procesu skracania czynności od czynności krytycznej o najniższym gradiencie kosztów.
- 5) Skracanie czasu trwania czynności o jak największą liczbę jednostek czasu, biorąc pod uwagę dwa ograniczenia:
 - czas graniczny danej czynności t_{egr} ,
 - pojawienie się nowej ścieżki krytycznej, gdy zniknie zapas czasu w ciągu czynności niekrytycznych.
- 6) Jeżeli występują dwie lub więcej ścieżek krytycznych w sieci, należy skraćć czas o tę samą wielkość na wszystkich równoległych ścieżkach krytycznych.
- 7) Najkrótszy termin wykonania projektu uzyskuje się wówczas, gdy wszystkie czynności leżące na którejkolwiek ścieżce krytycznej osiągną czasy graniczne t_{egr} . Dalsze skracanie czasu realizacji projektu jest wówczas niemożliwe.

¹²⁴ S. Bładowski, *Metody sieciowe w planowaniu i organizacji pracy*, PWE, Warszawa 1970.

- 8) Koszty przyspieszenia na każdym etapie oblicza się jako iloczyn gradientu kosztów dla danej czynności i liczby jednostek czasu, o które dana czynność krytyczna została skrócona: $K_n = (t_{en} - t_{es}) \times S_n$. Łączne koszty przyspieszenia realizacji projektu są sumą kosztów poniesionych na poszczególnych etapach.

5.2.3. Metoda GAN

Dzięki opracowaniu metody GAN (ang. *Generalized Activity Networks*) i wprowadzeniu przez H. Eisnera nowego typu zdarzenia¹²⁵ wielowariantowość sieci stała się możliwa do przedstawienia. Zdarzenie różni się od zastosowanego w sieciach CPM i PERT tym, że moment zaistnienia zdarzenia pozwala wyróżnić rozpoczęcie jednej, jakiegokolwiek czynności, a nie wszystkich, jak to rozumiano dotychczas. Koncepcja H. Eisnera wprowadzenia bloków decyzyjnych w sieci poprzez dopuszczenie wielowariantowych wyjść ze zdarzeń umożliwia w praktyce budowę zbiorczych sieci przedsięwzięć, które dotychczas, ze względu na alternatywny charakter rozwiązań, wymagały oddzielnego planowania¹²⁶. Wprowadzenie takiego typu zdarzenia okazało się jednak również niewystarczające. Wkrótce dalsze rozszerzenie powiązań logicznych w sieci oraz podstawowe typy zdarzeń i zależności matematyczne z nich wynikające podał S. Elmaghraby¹²⁷. Przedstawił on sieć typu GAN i zaproponował dalsze uelastycznienie techniki sieciowej poprzez wprowadzenie rozłącznego wejścia zdarzenia¹²⁸. W metodzie GAN zdarzenie składa się z dwóch części: strony wejścia i strony wyjścia. Obok korzyści w postaci alternatywnych wejść zdarzeń omawiana metoda pozwala uporządkować prawdopodobieństwa realizacji czynności i określić parametry, które te czynności bliżej charakteryzują, np. czasy trwania. Zaletą metody GAN jest także uwzględnienie powtórzeń i sprzężeń zwrotnych w sieci¹²⁹.

H. Elsnier zaproponował uogólnioną sieć czynności GAN i typologię wierzchołków sieci. Logiczne formy wierzchołków od strony wejścia w sieciach GAN określono następująco:

- „i” – dla zdarzeń, które zachodzą wtedy i tylko wtedy, gdy wszystkie czynności je poprzedzające zostaną zrealizowane, tzn. pierwsze „i” drugie „i” następne.

¹²⁵ H. Eisner, *A Generalized Network Approach to the Planning and Scheduling of a Research Project*, „Operational Research” 1962, Vol. 10.

¹²⁶ R. Żuber, *Technika planowania i kierowania przedsięwzięciami badawczymi i projektowymi za pomocą sieci stochastycznych*, Warszawa, s. 235–236.

¹²⁷ S.E. Elmaghraby, *An Algebra for the Analysis of Generalized Activity Networks*, „Management Science” 1964, nr 3.

¹²⁸ S.E. Elmaghraby, *The Theory of Networks and Management Science*, part II „Management Science” 1970, nr 3.

¹²⁹ R. Żuber, *Metody sieciowe w planowaniu przygotowania produkcji*, „Przegląd Organizacji” 1974, nr 10.

Realizowana jest w tym przypadku logiczna operacja „i”. Zakończenie prac związanych z zaprojektowaniem prototypu, wykonanie elementów prototypu i wybór technologii montażu umożliwia właściwe zmontowanie prototypu.












- „lub” – dla zdarzeń poprzedzonych kilkoma czynnościami; moment realizacji zdarzenia jest zapewniony, gdy co najmniej jedna z czynności poprzedzających je zostanie zrealizowana; termin realizacji tych zdarzeń jest uwarunkowany najkrótszym czasem czynności dochodzących do takiego zdarzenia. Realizowana jest logiczna operacja „lub”. Spełnienie oczekiwań przez jeden z projektowanych produktów może, ale nie musi przerwać dalszych badań. W przypadku pozytywnych rezultatów zastosowania w procesie produkcji jednej technologii – badania mogą trwać dalej w celu opracowania technologii alternatywnej, np. wymagającej mniejszego zużycia surowców.
- „albo” – dla zdarzeń, które zachodzą wtedy i tylko wtedy, gdy dokładnie jedna z czynności poprzedzających je zostanie zrealizowana. Zdarzenie jest poprzedzone czynnościami wzajemnie się wykluczającymi. Moment realizacji zdarzenia oznacza zakończenie jednej i tylko jednej czynności. Realizowana jest logiczna operacja „wykluczające – lub”. Zakupienie licencji uniemożliwia wprowadzanie zmian w dokumentacji bez porozumienia z licencjodawcą. Opracowanie optymalnej konstrukcji własnej wyklucza celowość zakupu licencji.

Logiczne formy wierzchołków od strony wyjścia w sieciach GAN w praktyce są ograniczone do dwóch rodzajów:

- „i” – czyli tzw. wyjście deterministyczne, dotyczące zdarzeń, których wystąpienie powoduje realizację każdej czynności następującej po takich zdarzeniach. Jedna lub kilka czynności musi występować po węźle zdarzeń. Moment zajścia zdarzenia oznacza możliwość rozpoczęcia wszystkich tych czynności. Realizowana jest logiczna operacja „i”. Moment wykonania prototypu umożliwia wykonanie badań prototypu.
- „lub” – czyli tzw. wyjście probabilistyczne, dotyczące zdarzeń, których wystąpienie powoduje realizację co najmniej jednej czynności po nich następującej. Z kilku wychodzących czynności zrealizowana może być jedna lub kilka. Przykładem może być zastosowanie jednej lub kilku koncepcji rozwoju produktu w dalszych opracowaniach konstrukcyjnych. W przypadku wystąpienia alternatywnych dróg rozwiązań suma prawdopodobieństw na wyjściu zdarzeń decyzyjnych powinna być równa 1.

Dla wymienionych logicznych form wierzchołków sieci zależności przyjęto graficzną formę zapisu.

Tabela 5.4. Charakterystyki wierzchołków występujących w sieciach stochastycznych

		Wyjście z wierzchołków	
		deterministyczne „i”	probabilistyczne „lub”
Wejście do wierzchołków			
Zdarzenie wystąpi, jeżeli skończone zostaną wszystkie czynności poprzedzające „i”.			
Zdarzenie wystąpi, jeżeli skończy się którakolwiek z czynności poprzedzających „lub”.			
Zdarzenie wystąpi, jeżeli skończy się jedna i tylko jedna z czynności wzajemnie wykluczających się „albo”.			

Źródło: opracowanie własne na podstawie W. Radzikowski, *Matematyczne techniki zarządzania*, PWE, Warszawa 1980.

Zarówno wejście, jak i wyjście zdarzeń sieci deterministycznych mają formę logiczną „i”. W sieciach uogólnionych GAN zapis logiczny strony wejścia określa uwarunkowanie zaistnienia zdarzenia. Zapis strony wyjścia może mieć charakter decyzyjny. Po zaistnieniu zdarzenia decydują się losy realizacji czynności po nim następujących zgodnie z logiką wyjścia. Charakter tych decyzji uważa się za deterministyczny, gdy realizacja sieci zależności wymaga realizacji wszystkich czynności następujących po zdarzeniu. Jeśli zapis wyjścia ze zdarzenia pozwala na realizację tylko niektórych czynności, to w stosunku do czynności następujących można mówić jedynie o realizacjach prawdopodobnych. Sieć taka jest nazywana siecią stochastyczną. Suma prawdopodobieństw odpowiadających poszczególnym gałęziom wychodzącym ze zdarzenia probabilistycznego musi być równa jedności.

Poza omówionymi już modelami zdarzeń, tak zwanymi zdarzeniami pośrednimi, można wyróżnić zdarzenia początkowe (źródłowe) i końcowe. Zdarzenie początkowe może być deterministyczne lub probabilistyczne. Zdarzenia końcowe są natomiast zawsze deterministyczne.

Cechą charakterystyczną są kontury, zwane sprzężeniami zwrotnymi lub pętlami. Wskazują one, iż pewne działania i zdarzenia mogą być wykonane więcej niż jeden raz. W sieci GAN podaje się liczbę powtórzeń realizacji czynności (licznik). Kontur rozpoczyna się w tzw. zdarzeniu statystycznym, a zdarzenie, w którym kontur dochodzi do zwykłego ciągu czynności, nazywa się zdarzeniem wyróżnionym.

Propozycje metodologiczne H. Elsnera, w tym opracowana przez niego typologia wierzchołków sieci, pozwalają wykorzystać do opisu technik sieciowych grafy

przepływu sygnałów SFG (ang. *Signal Flow Graphs*), wprowadzone kilkanaście lat wcześniej przez S.J. Masona¹³⁰ przy analizie obwodów elektrycznych¹³¹.

Graf SFG jest definiowany jako para uporządkowana

$$G = \langle W, T \rangle,$$

gdzie:

$\langle W, T \rangle$ – pewien układ równań liniowych

W – skończony zbiór wierzchołków w_p , czyli $W = \{w_i\}$; wierzchołek w_i oznacza pewne zmienne, np. stany, czynności, technologie

T – skończony zbiór transmitancji¹³² t_{ij} , czyli $T = \{t_{ij}\}$; transmitancja określona jest na skończonym zbiorze U par uporządkowanych $\langle w_p, w_j \rangle$, czyli $U = \{\langle w_p, w_j \rangle\}$; każdą taką parę uporządkowaną można oznaczyć symbolem u_{ij} , czyli $u_{ij} = \langle w_p, w_j \rangle$; możliwe są transmitancje t_{ji} odwrotne do transmitancji t_{ij} , przy czym w ogólnym przypadku $t_{ji} \neq t_{ij}$

U_{ij} – zależności funkcyjne między wierzchołkami w_i oraz w_j nazywane są łukiem, jeżeli $w_i \neq w_j$; jeżeli $w_i = w_j$ – pętlą pierwszego rzędu

S – zbiór par uporządkowanych $\{u_{ip}, u_{jk}, u_{kp}, u_{li}\}$ nazywany jest pętlą drugiego rzędu lub konturem (cyklem)

Z kolei propozycje metodologiczne H. Elsnera rozwinął i wzbogacił S. Elmaghraby, który opracował algebrę grafów do analizy sieci GAN. Algebra grafów S. Elmaghrabiego wykorzystuje zarówno elementy sieci GAN, m.in. typologię węzłów, jak i elementy teorii grafów SFG, np. typologię łuków¹³³.

Z połączenia propozycji metodologicznych H. Elsnera, S.J. Masona i S. Elmaghrabiego narodziły się sieci stochastyczne, które:

- są grafami SFN,
- wykorzystują typologię wierzchołków sieci GAN,
- opierają się na algebrze grafów S. Elmaghrabiego.

5.2.4. Metoda GERT

Metoda GERT (ang. *Graphical Evaluation and Review Technique*) jest jedną z technik sieciowych. W odróżnieniu od metod CPM i PERT jest techniką stochastyczną.

¹³⁰ W. Radzikowski, *Matematyczne techniki zarządzania*, PWE, Warszawa 1980.

¹³¹ K.M. Jaworski, W. Lenkiewicz, *Organizacja i planowanie w budownictwie*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1992, s. 222–223.

¹³² Transmitancja wierzchołka w_i na wierzchołek w_j może być rozumiana jako obciążenie grafu, np. czas zmiany stanu z w_i na w_j (τ_{ij}) czy prawdopodobieństwo zmiany stanu z w_i na w_j (p_{ij}).

¹³³ W. Radzikowski, *Matematyczne techniki...*, op.cit., s. 235.

Sieci stochastyczne są bardziej skomplikowane niż sieci deterministyczne, pozwalają jednak na dużo wierniejsze przedstawienie rzeczywistości. Umożliwiają zastosowanie wielu wariantów zależności między zdarzeniami w tej samej sieci, a także na swobodny wybór w trakcie projektu innych dróg postępowania niż pierwotnie przyjęta. Bardzo ważnym aspektem sieci stochastycznych jest fakt, iż aby projekt zakończył się sukcesem, wystarczy, iż zrealizowana zostanie choć jedna z czynności prowadzących do zakończenia projektu.

Historycznie metoda GERT wywodzi się z prób rozwinięcia metody PERT. Już w 1962 r. pojawiły się próby poprawienia tej metody. Wielowariantowość została wprowadzona przez H. Eisnera poprzez wprowadzenie nowego typu zdarzenia. Zdarzenie owo różni się od zdarzeń używanych w sieciach deterministycznych tym, że moment jego zaistnienia pozwala wyróżnić rozpoczęcie tylko jednej czynności, a nie wszystkich, jak to było rozumiane dotychczas¹³⁴. Niestety nie było to rozwiązanie wystarczające.

Wkrótce potem S.E. Elmaghraby przedstawił ideę sieci GAN (ang. *Generalized Activity Network*). W technice tej oprócz rozłącznego wyjścia pojawiło się również rozłączne wejście zdarzenia. Sieć GAN charakteryzuje się tym, że każde zdarzenie składa się z dwóch części: strony wejścia i strony wyjścia¹³⁵. Metoda GAN uwzględnia również powtórzenia i sprzężenia zwrotne.

Metoda GERT pozwala na opisanie bardzo skomplikowanych i różnorodnych projektów. Tym niemniej można podać ujednoczony sposób postępowania w metodzie GERT. Procedurę tą podzielić można na następujące etapy¹³⁶:

- 1) Opisanie projektu za pomocą sieci stochastycznej przy użyciu omówionych uprzednio zdarzeń.
- 2) Przygotowanie parametrów poszczególnych czynności sieci poprzez zebranie danych liczbowych opisujących wszystkie zadania projektu.
- 3) Redukcja sieci stochastycznej.
- 4) Przekształcenie sieci zastępczej do postaci umożliwiającej określenie czasu realizacji projektu przy uwzględnieniu prawdopodobieństwa wszelkich czynności projektu i czasu trwania wszystkich zadań projektu.
- 5) Analiza i ocena wyników otrzymanych dzięki uproszczeniu sieci stochastycznej.

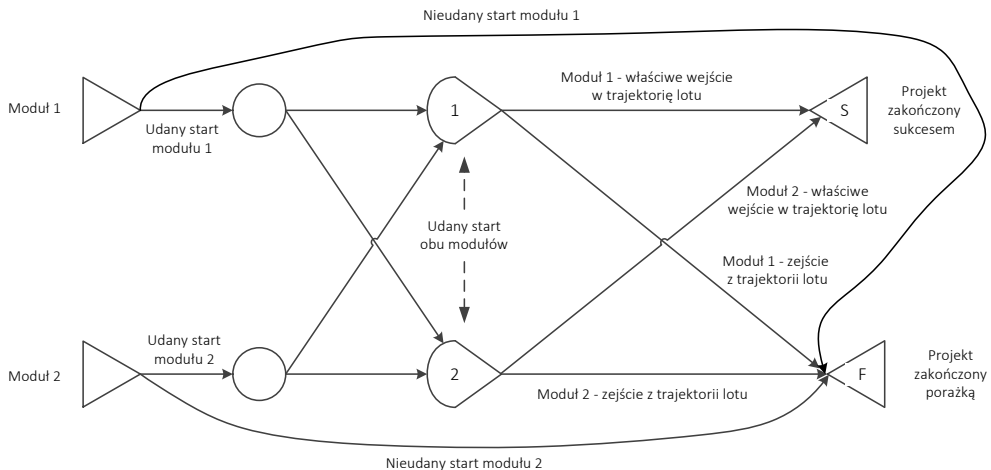
Model przyjęty przez autorów jest modelem jednopunktowym, gdzie czynności są realizowane w węzłach sieci. Gałęzie sieci pokazują następstwo przyczynowo-skutkowe kolejnych zdarzeń i zawsze są ukierunkowane.

¹³⁴ M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, op.cit., s. 219.

¹³⁵ Ibidem.

¹³⁶ Ibidem, s. 220.

Rysunek 5.2. Przykład sieci stochastycznej dla projektu startu rakiety kosmicznej



Źródło: A.A.B. Pritsker, *GERT: Graphical Evaluation and Review Technique*, Memorandum RM-4973-NASA, 1966, s. 9.

Ponieważ w metodzie GERT wyjście jest niezależne od wejścia zdarzenia, są możliwe dowolne zestawienia wyjść i wejść zdarzenia. W tym opracowaniu będzie stosowane nazewnictwo angielskie w celu łatwej identyfikacji nazw.

W metodzie GERT można rozróżnić co najmniej pięć rodzajów wejść, tym niemniej najczęściej spotyka się tylko pierwsze trzy z nich. Charakterystyki spotykanych wariantów strony wejścia przedstawiono w tabeli 5.5.



Tabela 5.5. Operatory wejścia stosowane w metodzie GERT

Nazwa	Skrót	Symbol	Charakterystyka
Exclusive-OR	EOR		Albo – realizacja jakiegokolwiek zdarzenia prowadzącego do tego węzła powoduje realizację tego węzła, jednakże tylko i wyłącznie jedna czynność prowadząca do tego węzła może być wykonywana.
Inclusive-OR	IOR		Lub – realizacja jakiegokolwiek zdarzenia prowadzącego do tego węzła powoduje realizację tego węzła. Czas rozpoczęcia realizacji tego węzła jest równy minimalnej wartości z czasów czynności prowadzących do tego węzła.
AND	AND		I – węzeł zostanie zrealizowany tylko i wyłącznie, jeśli wszystkie czynności prowadzące do tego węzła zostaną zrealizowane. Czas rozpoczęcia realizacji tego węzła jest równy maksymalnej wartości z czasów czynności prowadzących do tego węzła.
MINIMUM	MIN		Minimum – węzeł zostanie zrealizowany tylko i wyłącznie, jeśli wszystkie czynności prowadzące do tego węzła zostaną zrealizowane. Czas rozpoczęcia realizacji tego węzła jest równy minimalnej wartości z czasów czynności prowadzących do tego węzła.
INVERTOR	INV		Funkcja odwrotna – tylko jedna czynność może prowadzić do tego węzła. Operator rzadko używany do operacji na czasie (wprowadza abstrakcyjne pojęcie ujemnego czasu).

Źródło: opracowanie własne na podstawie A.A.B. Pritsker, *GERT: Graphical Evaluation and Review Technique*, Memorandum RM-4973-NASA, 1966, s. 6, 126–127.

Ostatnie dwa operatory stanowią raczej operatory zastępcze, mające na celu precyzyjniejsze i bardziej czytelne przedstawienie struktury sieci. Wszelkie operacje przedstawione przez te operatory można wyrazić przy użyciu standardowych operatorów EOR, IOR i AND. Po stronie wyjścia można wyróżnić dwa podstawowe operatory, opisane w tabeli 5.6.

Tabela 5.6. Operatory wyjścia stosowane w metodzie GERT

Nazwa	Skrót	Symbol	Charakterystyka
Probabilistic	PROB		Co najmniej jedna czynność wychodząca z tego węzła zostanie zrealizowana po realizacji tego węzła. Suma prawdopodobieństwa zajścia wszystkich zdarzeń wychodzących z tego węzła musi być równa 1 – równoznaczne wejściu IOR.
Deterministic	DET		Wszystkie czynności wychodzące z tego węzła zostaną zrealizowane po realizacji tego węzła, innymi słowy wszystkie zdarzenia mają prawdopodobieństwo zajścia równe 1 – równoznaczne wejściu AND.

Źródło: opracowanie własne na podstawie A.A.B. Pritsker, *GERT: Graphical Evaluation and Review Technique*, Memorandum RM-4973-NASA, 1966, s. 6, 126–127.

Poza omówionymi powyżej zdarzeniami pośrednimi w modelowaniu sieci stochastycznej GERT wyróżnia się również zdarzenia początkowe i końcowe. Mogą one przybierać postać zarówno zdarzenia probabilistycznego, jak i deterministycznego. Inną cechą charakterystyczną metody GERT są kontury. Kontury zwane są również sprzężeniami zwrotnymi lub pętlami. Kontury umożliwiają wykonanie czynności więcej niż jeden raz. Zliczenie liczby wykonania pętli umożliwia licznik, który podaje liczbę powtórzeń realizacji zdarzenia. Kontury w sieci GERT rozpoczynają się w zdarzeniach statystycznych, a kończą się w zdarzeniach wyróżnionych¹³⁷.

Każde zdarzenie w sieci stochastycznej ma przypisane parametry. Podstawowymi parametrami czynności są:

- prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia,
- czas trwania zdarzenia,
- przewidywany koszt zdarzenia.

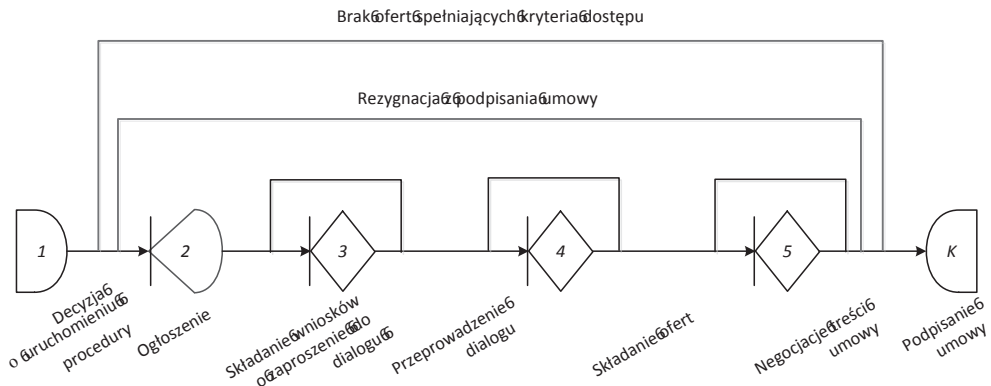
Najczęściej spotyka się sieci GERT tylko z pierwszymi dwoma parametrami, tym niemniej sieć GERT w swoich założeniach jest w stanie opisać projekt z wieloma różnymi parametrami zarówno deterministycznymi, jak i probabilistycznymi.

W podstawowym zapisie każda czynność w sieci jest charakteryzowana przez wektor parametrów $W_i[p_i, t_i]$. Wektor ten określa, jakie jest prawdopodobieństwo zajścia każdego zdarzenia w sieci stochastycznej, a także to, jaki jest czas trwania

¹³⁷ Ibidem, s. 223.

tego zdarzenia. W podstawowej metodzie GERT czas trwania musi być wielkością deterministyczną.

Rysunek 5.3. Procedura przetargu publicznego (dialogu konkurencyjnego) opisana za pomocą sieci stochastycznej



Źródło: N. Kownacki, *Procedura przetargów publicznych zarządzana technikami projektowymi*, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, 41 edycja Podyplomowych Studiów Zarządzania Projektami, Warszawa 2012.

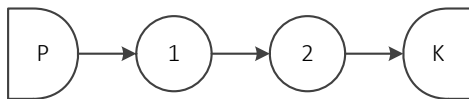
Ze względu na znaczne skomplikowanie sieci GERT niemożliwe jest znalezienie rozwiązania sieci wprost. Konieczna jest redukcja sieci, która docelowo powinna prowadzić do wyłonienia tylko jednej czynności zastępczej. Polega ona na stopniowym zastępowaniu czynności szeregowych i równoległych, rozgałęzień i pętli węzłami zastępczymi. W dalszej części tego opracowania zostanie przyjęte, iż każdy węzeł będzie opisany przez wektor $[p_i, t_i]$, gdzie p jest prawdopodobieństwem realizacji danej czynności (pod warunkiem, że węzeł poprzedzający daną czynność został zrealizowany), a t jest czasem realizacji tejże czynności.

Poniżej zostaną przedstawione najczęściej używane przypadki redukcji fragmentów sieci¹³⁸. Są to najbardziej charakterystyczne przypadki, które powinny pozwolić na zredukowanie każdej sieci GERT używającej operatorów EOR, IOR, AND. Zdarzenia początkowe (P) i końcowe (K) mają prawdopodobieństwo zdarzenia równe 1 i czas trwania równy 0.

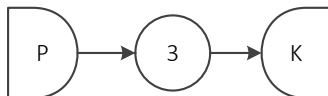
¹³⁸ Ibidem, s. 228–234.

Redukcja czynności szeregowych

Układ przed redukcją:



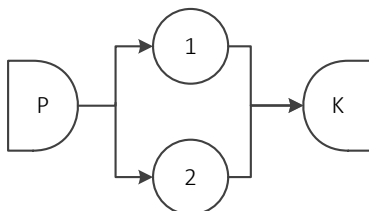
Układ po redukcji:



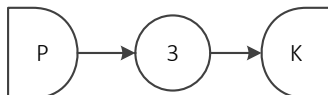
- $p_3 = p_1 p_2$
- $t_3 = t_1 + t_2$

Redukcja czynności równoległych połączonych węzłem typu AND

Układ przed redukcją:



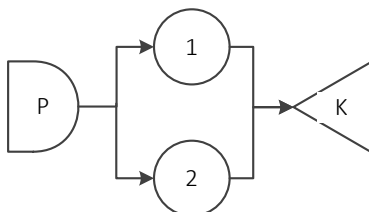
Układ po redukcji:



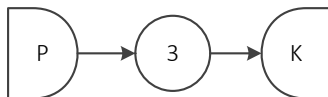
- $p_3 = p_1 p_2$
- $t_3 = \max\{t_1, t_2\}$

Redukcja czynności równoległych połączonych węzłem typu IOR

Układ przed redukcją:



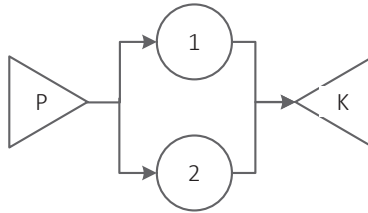
Układ po redukcji:



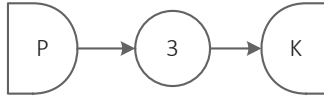
- $p_3 = p_1 p_2$
- $t_3 = \min\{t_1, t_2\}$

Redukcja czynności równoległych z węzła PROB połączonych węzłem typu IOR

Układ przed redukcją:



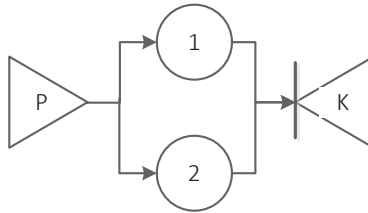
Układ po redukcji:



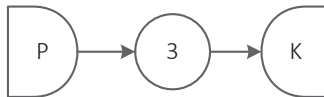
- $p_3 = p_1 + p_2$
- $t_3 = \frac{p_1 t_1 + p_2 t_2}{p_1 + p_2}$

Redukcja czynności równoległych połączonych węzłem typu EOR

Układ przed redukcją:



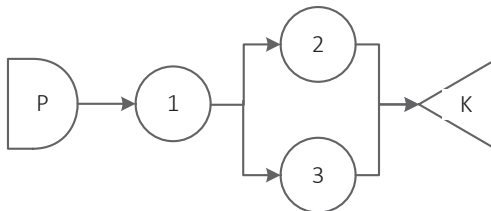
Układ po redukcji:



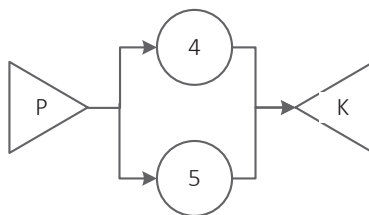
- $p_3 = p_1 + p_2$
- $t_3 = p_1 t_1 + p_2 t_2$

Redukcja rozgałęzienia

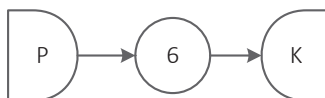
Układ przed redukcją:



Układ częściowo zredukowany:



Układ po redukcji:

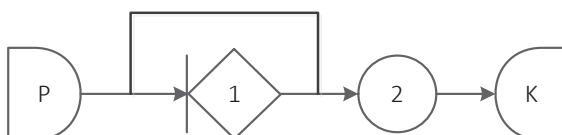


- $p_4 = p_1 p_2$
- $t_4 = t_1 + t_2$
- $p_5 = p_1 p_3$
- $t_5 = t_1 + t_3$
- $p_6 = p_4 p_5 = p_1^2 p_2 p_3$
- $t_6 = \min\{t_4, t_5\} = t_1 + \min\{t_2, t_3\}$

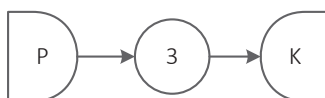
Redukcja samosprężenia

W trakcie realizacji skomplikowanych projektów często zdarza się, iż w czasie realizacji danej czynności zostanie przyjęty niewłaściwy sposób postępowania, który nie jest w stanie doprowadzić do oczekiwanego rezultatu. Pojawia się wtedy konieczność powtórzenia danej czynności lub dokonania pewnych poprawek. W sieciach GERT tę sytuację opisuje pętla samosprężenia.

Układ przed redukcją:



Układ po redukcji:

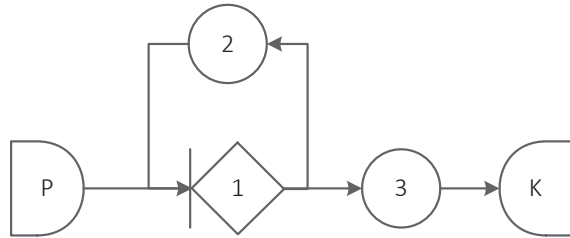


- $p_3 = \frac{p_2}{1 - p_1}$
- $t_3 = t_2 + \frac{p_1 t_1}{1 - p_1}$

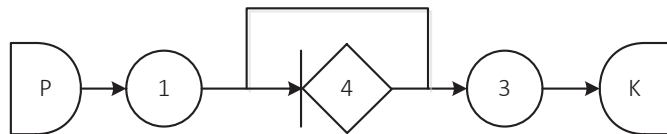
Redukcja konturu

Oprócz konieczności powtórzenia danej czynności często występuje konieczność powtórzenia serii czynności, które nie były w stanie doprowadzić do oczekiwanych rezultatów. Dla rozróżnienia przypadku, kiedy musi być powtarzana jedna czynność, powtórzenie wielu czynności nazywane jest konturem, a nie pętlą. W sieciach GERT kontur można zredukować tak, aby uzyskać układ zastępczy bez konturu.

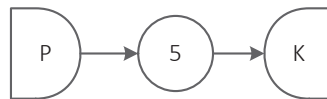
Układ przed redukcją:



Układ częściowo zredukowany:



Układ po redukcji:



- $p_4 = p_1 p_2$
- $t_4 = t_1 + t_2$
- $p_5 = \frac{p_1 p_3}{1 - p_1 p_2}$
- $t_5 = t_1 + t_3 + \frac{p_1 p_2 (t_1 + t_2)}{1 - p_1 p_2}$

W wyniku zastosowań uproszczeń wyjściowej sieci GERT otrzymuje się sieć zastępczą. W kolejnym etapie należy określić czasy i prawdopodobieństwa zdarzeń opisanych siecią zastępczą na podstawie przyjętych założeń. Wartości te można wyznaczyć, opierając się na danych wyjściowych przy użyciu wzorów opisujących uproszczoną strukturę projektu.

W przypadku negatywnej oceny wyników projektu należy rozważyć możliwość stworzenia innej sieci stochastycznej, lepiej i dokładniej opisującej dany projekt. Konieczne jest również zbadanie poszczególnych czynności w projekcie, aby upewnić

się, iż wszystkie zdarzenia są dokładnie opisane, i zastanowić się, czy poprzez zmianę organizacji pracy nie udałoby się polepszyć parametrów poszczególnych zadań.

5.2.5. Metoda GERTS – modyfikacja metody GERT

Rozwiązywanie modeli sieciowych GERT metodą kolejnych redukcji sieci jest w praktyce bardzo pracochłonne. Złożoność problemu znalezienia rozwiązania dla sieci typu GAN spowodowała konieczność wykorzystania do tego celu rozwiązań symulacyjnych, wykorzystujących metodę Monte Carlo.

Przykładem stosowania tego typu postępowania obliczeniowego jest metoda GERTS (ang. *Graphical Evaluation and Review Technique Simulation*). Schemat postępowania w przypadku tej techniki jest następujący.

- 1) W pierwszym kroku postępowania wykorzystujemy generatory liczb losowych dostępne w oprogramowaniu większości komputerów:
 - a) dla węzłów mających alternatywne wyjścia generujemy liczby losowe z rozkładów prawdopodobieństw określonych na tych wyjściach; liczby te wyznaczają w sposób jednoznaczny podsieć, będącą jednym z możliwych wariantów przedsięwzięć,
 - b) dla każdej czynności podsieci otrzymanej w punkcie a) generujemy liczbę losową z rozkładu prawdopodobieństwa opisującego czas realizacji tej czynności.
- 2) Traktując dane uzyskane w kroku pierwszym jako deterministyczne, wyznacza się interesujące wielkości, np. czas zakończenia projektu i zapasy czasu. Wykorzystuje się przy tym techniki odpowiadające modelom deterministycznym, np. technikę CPM. Uzyskiwane w tym kroku wyniki są zapamiętywane w pamięci komputera.

Omówione powyżej kroki postępowania powtarza się założoną liczbę razy, tak aby otrzymać zadowalająco dokładne oszacowania parametrów wybranych wielkości. Przykładami takich parametrów, które wyznacza się w technice GERTS, są prawdopodobieństwa realizacji zdarzeń końcowych oraz wartości średnie i wariacje rozkładów czasów osiągnięcia tych zdarzeń.

Bibliografia

- Bladowski S., *Metody sieciowe w planowaniu i organizacji pracy*, PWE, Warszawa 1970.
- Dawson C.W., *A Dynamic Sampling Technique for the Simulation of Probabilistic and Generalized Activity Networks*, University of Derby, UK 1995.

- Eisner H., *A Generalized Network Approach to the Planning and Scheduling of a Research Project*, „Operational Research” 1962, Vol. 10.
- Elmaghraby S.E., *An Algebra for the Analysis of Generalized Activity Networks*, „Management Science” 1964, nr 3.
- Elmaghraby S.E., *The Theory of Networks and Management Science*, part II „Management Science” 1970, nr 3.
- K.M. Jaworski, W. Lenkiewicz, *Organizacja i planowanie w budownictwie*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1992.
- Pancewicz T., *Probabilistyka*, Skrypt PW dla Studium Podyplomowego, Warszawa 2004.
- Pritsker A.A.B., *GERT: Graphical Evaluation and Review Technique*, Memorandum RM-4973-NASA, 1966.
- Radzikowski W., *Matematyczne techniki zarządzania*, PWE, Warszawa 1980.
- Trocki M., Gruzca B., Ogonek K., *Zarządzanie projektami*, Warszawa 2003.
- Wyrozębski P., Wyrozębska A., *Challenges of project planning in the probabilistic approach using PERT, GERT and Monte Carlo*, „Journal of Management and Marketing”, Vol. 1, Issue 1, November 30, 2013.
- Żuber R., *Metody sieciowe w planowaniu przygotowania produkcji*, „Przegląd Organizacji” 1974, nr 10.
- Żuber R., *Technika planowania i kierowania przedsięwzięciami badawczymi i projektowymi za pomocą sieci stochastycznych*, Warszawa.

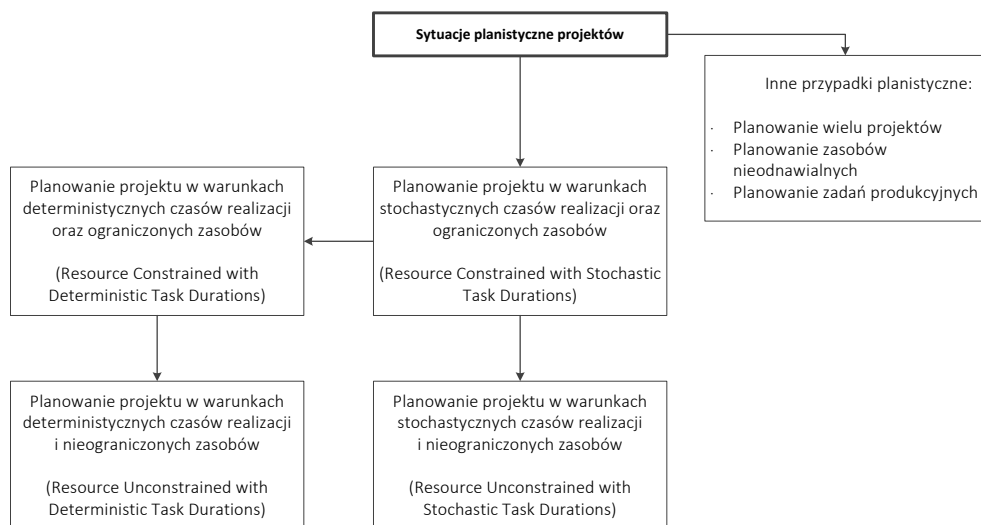
6. ZASOBOWE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW

6.1. Geneza zasobowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

Podstawowy problem planistyczny rozwiązywany przez klasyczne techniki planistyczne, takie jak CPM i PERT, dotyczy minimalizacji czasu trwania projektu przy ograniczeniach pochodzących ze strony koniecznych do wykonania zadań cząstkowych. Technika CPM, przyjmując założenia o zdeterminowanym charakterze zadań (konieczność wykonania całego zakresu projektu) i deterministycznych szacunkach czasu ich wykonania, identyfikuje ścieżkę krytyczną wyznaczającą najdłuższy ciąg zadań projektu. Podobnie technika PERT, która posługując się tą samą logiką co CPM przy wyznaczaniu ścieżki krytycznej, rozszerza tę metodę o uwzględnienie zmienności czasów trwania zadań. Cechą wspólną tych technik w swoich oryginalnych postaciach jest przyjęcie założenia, iż w planowaniu projektu optymalizacji podlega wyłącznie czas trwania projektu. Ani CPM, ani PERT nie uwzględniają jednakże znaczenia dostępności zasobów dla szans powodzenia projektu, uznając, iż są nieograniczone i w pełni udostępnione kierownikowi projektu. Założenie to w naturalny sposób nie przystaje do dominującej większości projektów, w których kierownicy działają nie tylko w warunkach ograniczonej liczby/ilości zasobów, lecz także ich zróżnicowanej dostępności w czasie. Minimalizacja czasu trwania projektu jest działaniem wielce pożądanym i przynoszącym nieraz dodatkowe korzyści, np. wydłużenie okresu eksploatacji obiektu, dodatkowe przychody z wcześniejszej sprzedaży itp. Mimo to parametr czasu projektu, przy określonym i ustalonym zakresie, nie może być minimalizowany w oderwaniu od trzeciego elementu triady projektowej, jakim są koszty i odpowiadające im zaangażowanie zasobów.

Uwzględnianie zasobów podnosi stopień komplikacji problemów planistycznych i zarządczych. Harmonogramowanie musi bowiem uwzględniać nie tylko czas potrzebny na ich wykonanie, zależności między zadaniami, lecz także wymagania zasobowe. Problem ten stał się przyczynkiem rozwoju metod planistycznych opartych na optymalizacji planu projektu z jednoczesnym uwzględnieniem czasu, wykorzystania zasobów i odpowiadających im kosztów.

Rysunek 6.1. Uproszczona taksonomia problemów planistycznych projektów



Źródło: A.A. Fernandez, R.L. Armacost, J.J. Pet-Edwards, *Understanding Simulation Solutions to Resource Constrained Project Scheduling Problems with Stochastic Task Durations*, „Engineering Management Journal”, December 1998, Vol. 10, No. 4, s. 5.

Wśród metod planistycznych uwzględniających zarówno elementy czasu, jak i dostępności zasobów, spośród których wybrane są przedmiotem omawianym w innych rozdziałach opracowania, na pierwszy plan wybija się metoda łańcucha krytycznego, która ze względu na swój uniwersalizm i szerokie uwzględnienie różnych problemów zarządczych zostanie przedstawiona w sposób szczegółowy.

6.2. Wprowadzenie do metody łańcucha krytycznego

Metoda łańcucha krytycznego (ang. *critical chain metod, critical chain project management, critical chain buffer management*) jest metodą planowania i zarządzania projektami opracowaną w 1997 r. przez izraelskiego fizyka dr. Eliyahu M. Goldratta. Metoda została przedstawiona w publikacji *Critical Chain*¹³⁹, w której E. Goldratt postanowił przenieść opracowaną wcześniej przez siebie koncepcję teorii ograniczeń

¹³⁹ E.M. Goldratt, *Critical Chain*, The North River Press Publishing Corporation, Great Barrington 1997.

(ang. *Theory of Constraints* – TOC) z obszaru zarządzania i optymalizacji produkcji do zarządzania projektami.

Metoda ta ma liczne grono zarówno zwolenników, jak i przeciwników. Zwolennicy przytaczają argumenty ze studiów wdrożeń metody, które dowodzą znakomitych efektów w postaci szybszej realizacji projektów, wzrostu odsetka projektów realizowanych na czas, wzrostu liczby realizowanych projektów, spadku zapotrzebowania na zasoby czy wzrostu produktywności¹⁴⁰.

Leach, opisując sukces CCPM w sektorze IT, twierdzi, iż „firmy takie jak Texas Instruments, Lucent Technologies, Honeywell and Harris Semiconductor realizują projekty w połowie lub mniej czasu, jaki poświęcały na uprzednio lub równolegle realizowane projekty lub w porównaniu do standardów w branży”¹⁴¹. Lektura innych przykładów wykorzystania CCPM unaocznia ogromny potencjał tkwiący w metodzie.

Tabela 6.1. Efekty wdrożeń metody łańcucha krytycznego w wybranych organizacjach na świecie

	Przed	Po
Boeing Space & Intelligence Systems Projektowanie i montaż satelitów	Montaż anten i testowanie były wąskimi gardłami produkcji satelitów.	Przełamanie ograniczenia montażu anten i testowania jako wąskiego gardła produkcji satelitów. Wzrost wydajności o 64% przy kolejnym produkowanym satelicie i dalsze 26% przy produkcji następnych.
TATA Steel Utrzymanie i remonty huty stali	Czas realizacji projektów remontowych pieca hutniczego od 300 do 500 dni. Przedłużające się rutynowe naprawy i modernizacje w hucie.	Czas realizacji projektów remontowych pieca hutniczego od 120 do 160 dni. W 2007 r., pierwszym roku wdrożenia łańcucha krytycznego skrócenie cykli remontowo-modernizacyjnych od 10% do 33% – oszczędności 13,4 mln USD. W 2008 r. uzyskano skrócenie cykli o dalsze 5–33%.
HP Digital Camera Group Rozwój produktów fotografii cyfrowej	W 2004 r. wypuszczonych na rynek 6 aparatów cyfrowych. Jeden aparat wypuszczony w okresie wiosennym. Jeden na sześć aparatów fotograficznych opracowany w terminie.	W 2005 r. 15 aparatów cyfrowych wypuszczonych na rynek. 7 aparatów wypuszczonych w okresie wiosennym. Wszystkie 15 aparatów fotograficznych opracowanych w terminie.
Procter & Gamble Pharmaceuticals Rozwój produktów branży farmaceutycznej	W 2005 r. 5 projektów realizowanych na kwartał. 55% projektów ukończonych w terminie.	W 2008 r. 12 projektów realizowanych na kwartał. 90% projektów ukończonych w terminie przy tej samej ilości zasobów.
Delta Air Lines, Inc. Modernizacje i remonty kapitalne samolotów	40 silników produkowanych miesięcznie Cykl wymiany części równy 4 tygodniom.	Wzrost produkcji do ponad 50 silników miesięcznie. 16–26% redukcji czasu pracy przy silnikach. 2,5-tygodniowy cykl wymiany części. 25% wzrost przepływu części.

¹⁴⁰ Realization, www.realization.com.

¹⁴¹ M. Bevilacqua, F.E. Ciarapica, G. Giacchetta, *Critical Chain and Risk Analysis Applied to High-Risk Industry Maintenance: a Case Study*, „International Journal of Project Management” 2009, Vol. 27, s. 419–423.

	Przed	Po
French Air Force, SIAé Clermont Ferrand, Transall Production Line Modernizacja i remonty samolotów	5 samolotów w jednostce. Cykl modernizacyjno-remontowy równy 165 dniom.	3 samoloty w jednostce, 2 powróciły do Sił Powietrznych, wartość uwolnionych zdolności równa 300 mln USD. 15% redukcja cyklu modernizacyjno-remontowego. 15% wzrost przepływu przy wykorzystaniu 13% mniej zasobów
US Air Force, Modernizacja i remonty kapitalne bombowców B-1	Czas wykonania zadania 162 dni. 7 samolotów w cyklu remontowym.	Czas wykonania zadania zredukowany do 115 dni. 4 samoloty w cyklu remontowym (3 powróciły do klienta). Produktywność wzrosła z 185 godzin dziennie do 273 godzin dziennie.
US Air Force, Modernizacja i remonty kapitalne bombowców B-52	Produkcja 11 samolotów rocznie Cykl produkcyjny 225 dni.	Produkcja 17 samolotów rocznie. Cykl produkcyjny 195 dni.
US Naval Aviation Depot, Cherry Point Modernizacja i remonty samolotów	Średni czas pracy przy helikopterach H-46 równy 225 dniom. Średni czas pracy przy helikopterach H-53 równy 310 dni. Przepływ równy 23 helikoptery rocznie.	Redukcja czasu pracy przy H-46 do 167 dni, przy zwiększonym zakresie robót. Spadek czasu pracy przy H-53 do 180 dni. Dostarczenie 23 helikopterów w pół roku. Przepływ równy 46 helikopterom rocznie.
US Naval Shipyard, Pearl Harbor Remonty i modernizacja łodzi podwodnych	Poziom realizacji prac równy 94%. Prace wykonane na czas poniżej 60% Koszt na zadanie równy 5043 USD	Wzrost poziomu realizacji prac do 98%. Wzrost odsetka prac wykonanych na czas do 95% Spadek kosztów na zadanie o 33% do 3355 USD Spadek liczby nadgodzin o 49% przynoszący 9 mln USD oszczędności już pierwszego roku.

Źródło: *Multi-Project Critical Chain: Three Vital Points*, white paper, www.realization.com.

Krytycy metody stoją na stanowisku, iż metoda ta jest *de facto* innym ujęciem rezerw, a oszczędności czasu wynikają z nierealnego śrubowania czasów realizacji zadań, co daje tylko krótkoterminowe korzyści. Zarzucają także pewne nieścisłości w procedurze planowania projektu.

W rzeczywistości CCPM jest złożoną metodą zarządzania, łączącą w sobie problematykę optymalizacji przebiegu ograniczonego zasobowo projektu (ang. *resource-constrained project scheduling problems* – RCPSP)¹⁴², jak również istotne elementy zmieniające kulturę organizacyjną i wprowadzające nowe, proprojektowe wartości do organizacji.

Jak już zostało wspomniane wcześniej, metoda CCPM swoje teoretyczne podstawy czerpie z teorii ograniczeń. Teoria ograniczeń zakłada, że działanie systemu

¹⁴² W. Herroelen, R. Leus, *On the Merits and Pitfalls of Critical Chain Scheduling*, „Journal of Operations Management” 2001, Vol. 19, s. 559–577.

(linii produkcyjnej, procesu, projektu) jest tak dobre i efektywne, jak pozwala mu na to jego najsłabsze ogniwo, stanowiące jego ograniczenie w realizacji postawionego celu. Ograniczeniem może być wąskie gardło decyzyjne, rzadki i trudno dostępny zasób, najwolniejsza czynność procesu, sposób aranżacji przestrzeni biurowej lub produkcyjnej i inne. Ograniczeniem jest wszystko to, co nie pozwala pracować szybciej, lepiej i wydajniej: przestoje produkcji, materiały oczekujące na przerób, powolni pracownicy itp.

W myśl teorii ograniczeń w celu podniesienia efektywności działania systemu należy podjąć interwencje w miejscu owego wąskiego gardła. Poprawa działania systemu w myśl TOC przebiega w pięciu kolejnych krokach: identyfikacja ograniczenia, jego eksploatacja, podporządkowanie funkcjonowania systemu do ograniczenia, przełamanie go i powrót do początku nowego cyklu¹⁴³.

- 1) Identyfikacja ograniczenia systemu (ang. *identify*).
- 2) Podjęcie decyzji, w jaki sposób wykorzystać/eksploatować ograniczenie (ang. *exploit*).
- 3) Podporządkowanie/zorganizowanie działania pozostałych elementów systemu zgodnie z tą decyzją (ang. *subordinate*).
- 4) Podniesienie ograniczenia systemu/wejść na wyższy poziom wydajności (ang. *elevate*).
- 5) Jeżeli udało się przełamać ograniczenie, to należy wrócić do punktu 1, żeby móc rozpocząć kolejną iterację (ang. *go back*).

Praktyka funkcjonowania biznesu uczy, że w każdej organizacji można znaleźć kilka, kilkanaście takich ograniczeń. W myśl metody TOC należy skoncentrować swoją uwagę nad najsłabszym ogniwem, gdyż korzyści z interwencji w inne miejsca w systemie będą i tak blokowane przez jego wydajność.

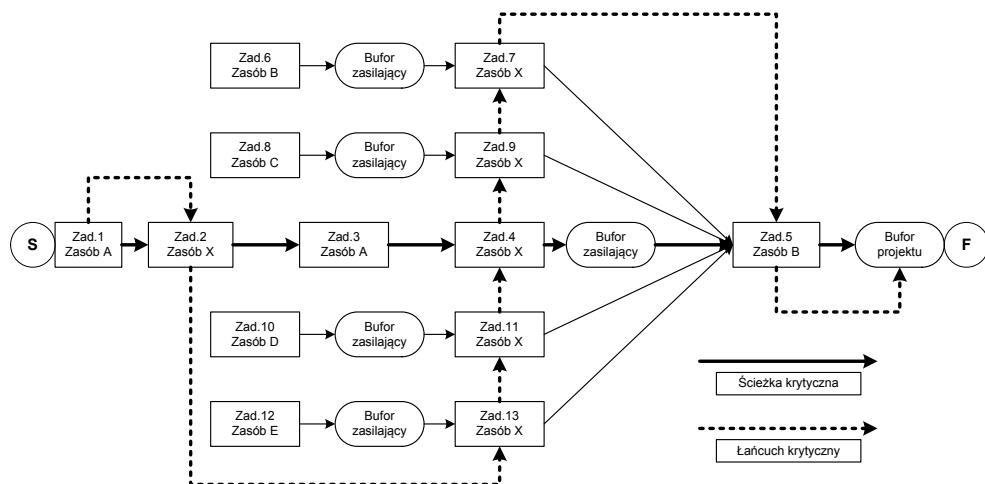
Implementacja TOC w zarządzaniu projektami każe w pierwszym kroku zastanowić się nad celem i ograniczeniami w jego osiągnięciu z perspektywy projektu. CCPM podobnie jak TOC za cel firmy stawia przyniesienie zysku przez firmę, który jest osiąganym poprzez możliwie szybkie dostarczanie produktów i usług na rynek, tzw. przerób/przepływ (ang. *throughput*). Wyraźnie widoczne są korzenie metody tkwiące w produkcji przemysłowej, jednak idee przepływu można zastosować w dużo szerszym kontekście, np. do procesów obsługi klientów lub wykonania powtarzalnych usług dla dużej grupy klientów. CCPM jako cel przyjmuje zapewnienie szybkiej realizacji projektów (ang. *project throughput*), aby można było oczekiwać rezultaty dostarczyć klientowi jak najszybciej i jak najszybciej otrzymać zapłatę i przystąpić do

¹⁴³ Bizmanualz, *Theory of Constraints (TOC) For Process Improvement*, Business Process Improvement, Policies, Procedures and Processes, www.bizmanualz.com.

realizacji kolejnych projektów¹⁴⁴. Mottem metody CCPM jest „szybkość”, ale także „odpowiedzialność”. Obie te cechy znajdują odzwierciedlenie w celu i opracowanych narzędziach metody¹⁴⁵.

Ograniczeniem, z którym musi zmierzyć się projekt, zgodnie z nazwą metody jest tzw. łańcuch krytyczny. Łańcuch krytyczny jest to najdłuższy łańcuch zależnych zadań/czynności, w którym zależności mogą wynikać zarówno z relacji logicznych, jak i zasobowych. W myśl definicji najdłuższy łańcuch jest tym, który w największym stopniu może negatywnie wpłynąć na czas realizacji projektu. Nietrudno dostrzec tu analogię do ścieżki krytycznej. Jednakże podstawową różnicą między ścieżką krytyczną a łańcuchem krytycznym jest to, że ta pierwsza uwzględnia wyłącznie relacje logiczne, zaś łańcuch – również zasobowe. Co więcej, łańcuch krytyczny nie musi być równy długości trwania projektu i w pewnych okolicznościach mogą pojawić się zadania niekrytyczne, rozpoczynające się przed zadaniami z łańcucha. Ponadto, o ile zadania ze ścieżki krytycznej przynależą do jednego ciągu/ścieżki zadań, to zadania z łańcucha krytycznego mogą leżeć na różnych ścieżkach sieci¹⁴⁶.

Rysunek 6.2. Relacja pomiędzy ścieżką krytyczną i łańcuchem krytycznym w projekcie



Źródło: Z. Milian, Łańcuch krytyczny w budownictwie, „Czasopismo Techniczne” 2004, z. 11-B.

¹⁴⁴ Metoda CCPM znajduje swoje zastosowanie nie tylko w zarządzaniu pojedynczymi projektami, lecz także w koordynacji przebiegu projektów w portfelu projektów organizacji. Więcej na ten temat w: H. Kerzner, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, John Wiley & Sons 2003, s. 849.

¹⁴⁵ F.S. Patrick, *Critical Chain Scheduling and Buffer Management, Getting Out from Between Parkinson's Rock and Murphy's Hard Place*, Focused Performance, www.focusedperformance.com.

¹⁴⁶ H. Kerzner, *Project Management...*, op.cit., s. 836.

Metoda, postępując zgodnie z pięcioma krokami TOC, wskazuje łańcuch krytyczny jako ograniczenie projektu i jako miejsce potencjalnej redukcji czasu trwania projektu. Ograniczeniem projektu są także pewne praktyki zarządzania projektami, które stosowane przez menedżerów zamiast skracać wpływają na faktyczne wydłużenie czasu trwania realizowanych projektów.

Kroki wykorzystania i podporządkowania mają na celu skrócenie czasów zadań w łańcuchu krytycznym (o tym w jaki sposób – dalej) i podporządkowanie pozostałych zadań, aby praca nad czynnościami z łańcucha krytycznego mogła toczyć się bez zakłóceń. Krok podporządkowania wymaga także od kierownictwa projektu wdrożenia zmian w kulturze projektowej organizacji i zastosowania metod zarządzania zorientowanych na sprawną realizację projektu. Fundamentalnymi zmianami wprowadzanymi w ramach metody łańcucha krytycznego są:

- wprowadzenie agresywnego szacowania czasów trwania zadań opartych na 50% prawdopodobieństwie ich ukończenia w terminie oraz drastyczne ograniczenie działań powodujących marnowanie czasu w projekcie,
- zaprzestanie mierzenia ludzi względem dokładności szacunków i utrzymywania terminów realizacji powierzonych zadań na rzecz odpowiedzialności za termin końcowy projektu (ang. *deadline*),
- wprowadzenie filozofii pracy opartej na tzw. etyce sztafety (ang. *relay runner work ethics*)¹⁴⁷,
- skupienie dotychczas rozproszonych rezerw czasu w postaci buforów ochraniających projekt przed niepewnością,
- znaczne ograniczenie wielozadaniowości zasobów (ang. *multitasking*) i umożliwienie skoncentrowanej pracy nad pojedynczymi zadaniami,
- aktywne planowanie zasobów w projekcie w celu minimalizacji konfliktów i wąskich gardeł,
- dynamiczne zarządzanie buforem projektu i monitorowanie jego stanu jako narzędzia sterowania realizacją projektu¹⁴⁸.

6.3. Planowanie projektu według metody CCPM

Planowanie projektu z wykorzystaniem metody CCPM rozpoczyna się w chwili, gdy znamy już strukturę zadaniową projektu (struktura hierarchiczna), logikę jego

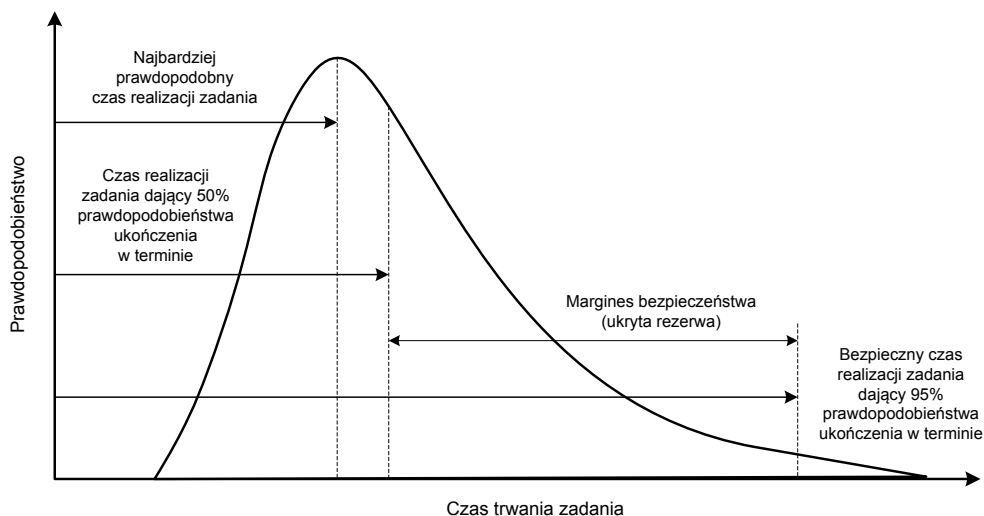
¹⁴⁷ Zob. dalsza część opracowania.

¹⁴⁸ W. Herroelen, R. Leus, E. Demeulemeester, *Critical Chain Project Scheduling: Do Not Oversimplify*, „Project Management Journal” 2002, Vol. 33, No. 4, s. 48–60.

realizacji (struktura kooperacyjna) i gdy określono zasoby potrzebne do realizacji zadań (w szczególności zasoby ludzkie).

Następnym krokiem jest podanie czasu wymaganego do realizacji zadań określonych w zakresie projektu. Specyfika realizacji projektów, ich złożoność, ryzyko i niepewność sprawiają jednak, iż czas realizacji zadania w ogromnej większości przypadków zamiast reprezentować wartość stałą, zdeterminowaną, staje się szacunkiem, przewidywaniem, czyli zmienną losową, co do której można co najwyżej podać prawdopodobieństwo, z jakim może faktycznie zaistnieć. Typowy rozkład prawdopodobieństwa czasu realizacji zadania został przedstawiony na rysunku 6.3.

Rysunek 6.3. Typowy rozkład prawdopodobieństwa czasu realizacji zadania

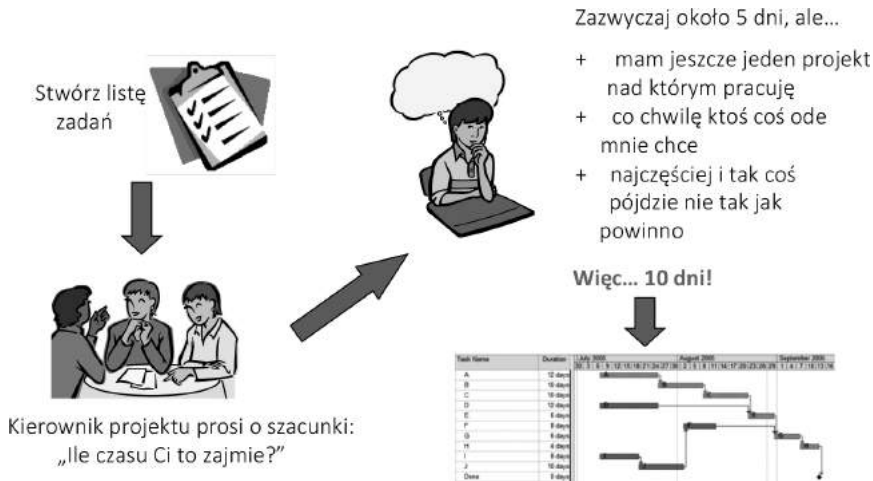


Źródło: Z. Milian, Łańcuch krytyczny w budownictwie, „Czasopismo Techniczne” 2004, z. 11-B.

Jak można zauważyć rozkład ten nie jest symetryczny, ale jest prawoskośny. Oznacza to, że istnieje relatywnie wyższe prawdopodobieństwo, że czynność będzie trwała dłużej (opóźni się) niż krócej – zjawisko to jest bardzo dobrze rozpoznane i udowodnione empirycznie.

Niepewność szacowania czasów trwania zadań nie zdejmuje jednak z pracowników odpowiedzialności za ich dotrzymanie. Co więcej, osoby te, podając estymaty, ryzykują często swoją reputacją, premią, a nierzadko nawet umową o pracę. Ostrożność i pesymizm w planowaniu znajduje swoje odbicie w podawaniu zawyżonych czasów, które mają znaczne, ukryte rezerwy wynikające z chęci zabezpieczenia się przed niepewnością i zapewnieniem wysokiego prawdopodobieństwa zmieszczenia się w terminie.

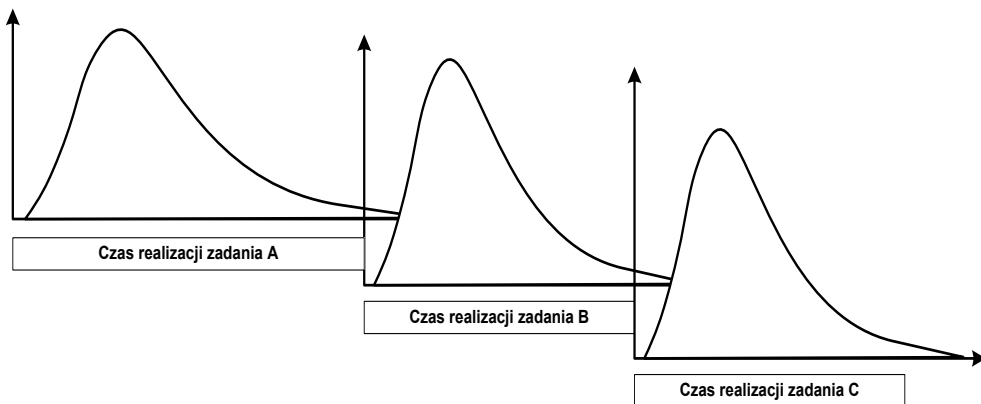
Rysunek 6.4. Szacowanie czasów trwania zadań



Źródło: L. Stensland, *Critical Chain Project Management*, Administrative Systems.

Zawyżone szacunki zadań multiplikują się w całym projekcie, dając w efekcie znacznie wydłużony termin jego realizacji oraz relatywnie sztywne, uzgodnione terminy rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych zadań (w efekcie posługiwania się metodą CPM/MPM).

Rysunek 6.5. Wpływ zawyżonych szacunków czasów na harmonogram projektu



Źródło: F.S. Patrick, *Critical Chain Scheduling and Buffer Management, Getting Out from Between Parkinson's Rock and Murphy's Hard Place*, Focused Performance, www.focusedperformance.com.

Chociaż może wydawać się, że w zamian otrzymujemy harmonogram długi, ale o wysokim poziomie prawdopodobieństwa realizacji, to nic bardziej mylnego. Jest to skutek kilku zjawisk.

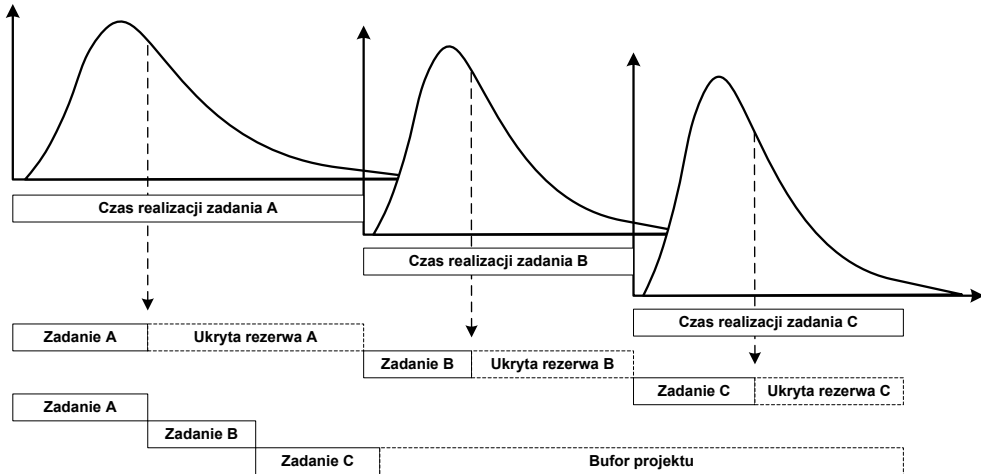
Po pierwsze, wynika to z prawa Parkinsona, które mówi o tym, iż ilość pracy wypełnia cały czas dany na jej realizację. Po drugie, z syndromu studenta, który sprawia, że istniejąca ochrona w postaci ukrytych rezerw jest marnotrawiona już na wstępie, zaś faktyczna praca wykonywana jest na ostatnią chwilę. Po trzecie, co jest związane z oboma powyższymi, w projekcie nie obserwuje się motywacji do wypracowania rozwiązań wcześniej niż wynikało to z przyjętego harmonogramu – wynika to z często występującej mentalności „bycia zajęтым”, niechęci do otrzymywania nowych zadań, braku nagrody, a nawet niższego wynagrodzenia (w przypadku stawki godzinowej za pracę) lub niechęci do wychodzenia przed szereg. Co więcej, nawet, jeśli uda się przedstawić produkt wcześniej, to najczęściej zasoby zaangażowane w inne zadania nie są gotowe do przyjęcia pracy wcześniej, co powoduje marnowanie wypracowanego w ten sposób dodatkowego czasu w projekcie. Czwartym zjawiskiem są prawa Murphy'ego – jeżeli coś złego może się wydarzyć, co utrudni realizację zadań, to na pewno się wydarzy. Problemy, pojawiające się zmiany specyfikacji, błędy i zaniedbania, brakujące informacje i wiele innych sytuacji sprawiają, że na realizację zadania potrzeba więcej czasu, a jeżeli dodatkowo praca jest wykonywana w myśl syndromu studenta, to zadania z dużą pewnością przekroczą swój termin końcowy.

Podsumowując: nawet jeśli w projekcie znajdują się ukryte rezerwy umieszczone tam przez ostrożnych pracowników, to nie ma gwarancji, że zostaną racjonalnie wykorzystane. W większości przypadków ostateczny termin realizacji zadania przestaje mieć charakter ostateczny i staje się terminem „nie wcześniej niż...”.

Metoda CCPM znosi i niweluje powyższe zjawiska. Za czasy trwania zadań zgodnie z CCPM są przyjmowane agresywne wartości czasów, dające 50% prawdopodobieństwo zakończenia w terminie. Tak więc do planu projektu według CCPM stosuje się szacunki krótsze, dające przyspieszenie rzędu nawet 60–70%, jednak jednocześnie bardziej ryzykowne.

Skrócenie czasu zadań z wariantu pesymistycznego na realistyczny nie tylko pozwala skrócić czas trwania całego projektu, lecz także ma wymiar motywacyjny – wyśrubowane czasy zadań stają się w ten sposób zbyt krótkie, aby zachęcać do opóźnienia startu (przeciwdziałanie syndromowi studenta) lub rozpraszaniu się w trakcie jego realizacji (przeciwdziałanie prawu Parkinsona). Różnica czasu pomiędzy szacunkiem pesymistycznym i realistycznym – czyli zaoszczędzone ukryte rezerwy – nie są tracone (zagroziłoby to całemu projektowi pozbawionemu ochrony), lecz są gromadzone w jednym miejscu w postaci bufora projektu, o którym dalej.

Rysunek 6.6. Tworzenie harmonogramu projektu według metody CCPM



Źródło: opracowanie własne na podstawie F.S. Patrick, *Critical Chain Scheduling and Buffer Management, Getting Out from Between Parkinson's Rock and Murphy's Hard Place*, Focused Performance, www.focusedperformance.com.

Stosowanie ambitnych, skróconych szacunków czasów trwania zadań może budzić niechęć lub wręcz opór ze strony wykonawców, którzy muszą zmierzyć się z wysoko postawioną poprzeczką. Z drugiej jednak strony metoda CCPM dba o racjonalne wykorzystanie ich wysiłków przy projekcie. Metoda CCPM stawia bowiem przed zarządzającymi wymóg rezygnacji z obciążania pracowników wieloma zadaniami równolegle, tzw. wielozadaniowości zasobów (ang. *resource multitasking*). Zadaniem kierownictwa jest ochrona pracowników przed jednoczesnym wykonywaniem wielu zadań, zapewnienie im jasnych priorytetów oraz możliwości skupienia i pracy nad danym, powierzonym elementem projektu.

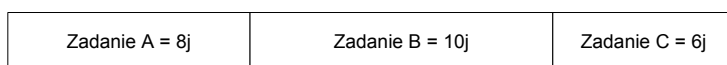
Wielozadaniowość zasobów w projekcie często jest postrzegana jako przejaw efektywnego wykorzystania czasu pracowników lub sposób na szybkie rozpoczęcie i szybkie zakończenie wielu jednoczesnych zadań. Uważa się także, że nie ma to negatywnego wpływu na wydajność pracy. Tymczasem praktyka zdaje się pokazywać coś innego. Tak zwana zła wielozadaniowość (ang. *bad multitasking*) może przerodzić się w przerzucanie ludzi od projektu do projektu zgodnie z hasłem „kto krzyczy najgłośniej”, sprawia wrażenie pracy nad projektem, gdy w rzeczywistości praca nie toczy się wcale, utrudnia określenie priorytetów, przez co spada wydajność, a liczba pomyłek wzrasta¹⁴⁹. Nie sposób także nie zauważyć dodatkowego czasu potrzebnego

¹⁴⁹ H. Kerzner, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, John Wiley & Sons 2003, s. 850.

na efektywne wdrożenie się pracownika w nowe zadanie, tzw. *start-up*, a ten czas wydłuża pracę potrzebną na wykonanie czynności¹⁵⁰. W efekcie obciążenie pracowników zbyt dużą liczbą zadań nie tylko nie przyspiesza ich realizacji, lecz także może ją znacznie opóźnić.

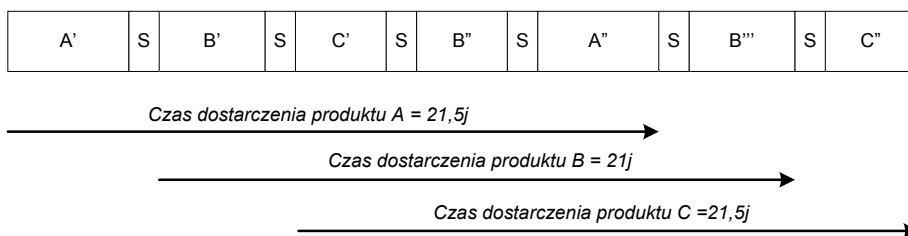
Rysunek 6.7. Wpływ wielozadaniowości zasobu na realizację zadań

Realizacja zadań w warunkach normalnych



Realizacja zadań w warunkach wielozadaniowości

Opóźnienie dostarczenia rozwiązania w wyniku dodatkowego czasu *startup'u* zadań



Źródło: H. Kerzner, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, John Wiley & Sons 2003, s. 850.

Określenie realistycznych czasów wykonania zadań umożliwia przejście do kolejnych kroków planowania projektu, jakimi są: opracowanie wstępnego harmonogramu, uwzględnienie dostępności zasobów, wskazanie łańcucha krytycznego, zabezpieczenie projektu przed niepewnością poprzez ustanowienie buforów i opracowanie finalnego harmonogramu projektu.

Znając rzeczywiste czasy zadań oraz układ sieci zależności projektu, można opracować wstępny harmonogram projektu. Wstępny harmonogram projektu przygotowuje się jak w metodzie CPM, z zastrzeżeniem dotyczącym tzw. zadań otwierających (ang. *gating tasks*). Zadania otwierające są to zadania na ścieżkach zasilających, niemające zadań poprzedzających. Zadania te są kolejgowane zgodnie z zasadą późnego rozpoczęcia (ang. *as late as possible* – ALAP)¹⁵¹. Zasada ta ma na celu ograniczenie

¹⁵⁰ OGC, *Managing Successful Projects with PRINCE2*, UK, The Stationery Office 2009, s. 68.

¹⁵¹ A.B. Tenera, *Critical Chain Buffer Sizing: A Comparative Study*, Project Management Institute Research Conference 2008.

jednocześnie rozpoczynanych i kontynuowanych zadań w projekcie, dzięki czemu unika się niepotrzebnej pracy w toku, która rozprasza uwagę kierownictwa projektu, generuje dodatkowe obciążenia finansowe (negatywne przepływy pieniężne) i tworzy zbędne zapasy.

Metoda CCPM bardzo silnie akcentuje rolę planowania zasobów w zapewnieniu sukcesu realizacji projektu. Dlatego też niezbędnym krokiem planowania projektu jest zapewnienie jego wykonalności w warunkach istniejących ograniczeń i konfliktów zasobów. Generalna zasada metody CCPM nakazuje rozwiązywanie konfliktów zasobowych poprzez przesuwanie zadań ku wcześniejszym terminom przy obowiązującym założeniu o minimalizowaniu pracy w toku¹⁵². W zależności od specyfiki projektu szczegółowe zalecenia zależą od decyzji kierownictwa projektu.

Fundamentalną cechą metody CCPM jest wyraźne podkreślanie współzależności pomiędzy czasem trwania zadań, istniejącymi zależnościami przyczynowo-skutkowymi, wymaganiami zasobowymi, jak również ich dostępnością. Powyższe współzależności wprost warunkują czas realizacji projektu w postaci jednej lub kilku sekwencji zadań powiązanych logicznie lub/i zasobowo. E. Goldratt sekwencję takich zadań nazywa łańcuchem krytycznym.

Łańcuch krytyczny jest definiowany jako najdłuższy ciąg zadań w projekcie uwzględniający zarówno zależności logiczne, jak i zasobowe. Oznacza to, że w przeciwieństwie do ścieżki krytycznej, której zadania leżą na jednym ciągu zadań, łańcuch krytyczny może łączyć zadania leżące na różnych ścieżkach, a pomimo to powiązane zależnościami zasobowymi, czyli np. wykonywane przez tego samego specjalistę. W takim przypadku, chociaż zadania leżą na odrębnych ścieżkach, to kolejność ich wykonania wynikająca z wykorzystania tych samych zasobów nie może zostać pominięta w planowaniu projektu.

6.4. Szacowanie buforów w metodzie CCPM

Zgodnie z podejściem teorii ograniczeń łańcuch krytyczny jest podstawowym ograniczeniem stojącym na drodze do szybszego ukończenia projektu. Jak można zauważyć, ograniczenie to zostało już częściowo przełamane poprzez skrócenie czasów trwania zadań cząstkowych do szacunków opartych na 50% prawdopodobieństwie. Dlatego też kolejnym krokiem jest podporządkowanie całego systemu – projektu – wobec tego ograniczenia. Podporządkowanie to przybiera postać buforów.

¹⁵² R.C. Newbold, *Project Management in the Fast Lane*, Boca Raton, FL, EUA: St. Lucie Press, 1998.

Planowanie projektu zgodnie z agresywnymi szacunkami czasów w zdecydowany sposób skraca czas trwania projektu, z drugiej jednak strony naraża go na znaczne ryzyko opóźnień. W zarządzaniu projektami, chociaż szybkość jest zaletą, musi iść w parze z odpowiedzialnością za dostarczenie rezultatów projektu zgodnie z poczynionymi zobowiązaniami. W tym celu metodyka CCPM wprowadza tzw. bufor projektu i bufor zasilające zapewniające bezpieczeństwo i ochronę projektu.

Bufor projektu jest to zapas czasu umieszczany na końcu łańcucha krytycznego. Jego zadaniem jest ochrona terminu końcowego projektu przed mogącymi pojawić się opóźnieniami zadań należących do łańcucha krytycznego. Bufor projektu ochrania to, co najważniejsze w realizacji projektu, czyli termin końcowy projektu.

W tradycyjnym podejściu do planowania przebiegu projektu w czasie ochrona przed niepewnością znajduje swój wyraz w postaci rezerw czasu na ścieżkach podkrytycznych oraz, jak to zostało pokazane wcześniej, w postaci indywidualnych marginesów bezpieczeństwa ukrytych w cząstkowych szacunkach czasu dla zadań. Rozproszenie rezerw po całym projekcie jest natomiast niekorzystne z punktu widzenia projektu jako całości, jako systemu, gdyż sprzyja to funkcjonowaniu prawa Parkinsona i syndromu studenta.

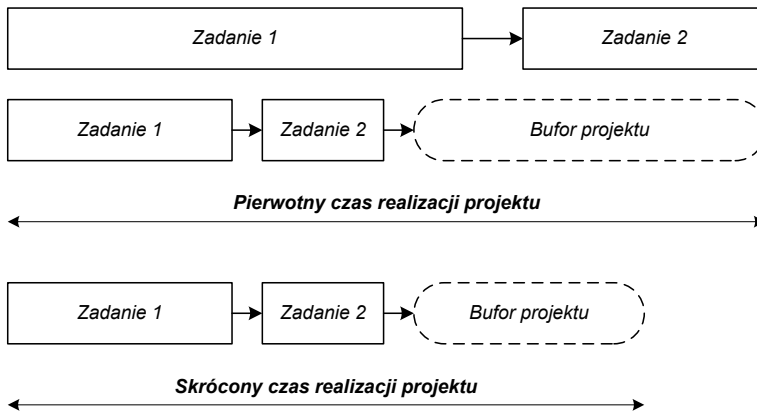
Ponieważ do harmonogramu według metody CCPM przyjmujemy pozbawione ukrytych rezerw agresywne szacunki czasów, to „wyjęty” i zaoszczędzony w ten sposób czas przenoszony jest właśnie do bufora projektu. Przeniesienie i koncentracja rezerw do bufora projektu pozwala zarządzać nim w zintegrowany sposób, uwzględniający interes całego projektu, a nie tylko poszczególnych wykonawców i ich zadań.

Najważniejszą korzyścią z integracji rezerw do bufora jest fakt, że bufor projektu nie jest zwykłą sumą poszczególnych rezerw, ale jego wielkość może zostać zmniejszona, dając ten sam poziom ochrony przed odchyleniami jego przebiegu.

Zastosowanie statystyki do sumowania wariancji oznacza, że możemy ochraniać łańcuch zadań, zachowując ten sam poziom ochrony z mniejszym zapasem czasu, niż ochraniając indywidualne czynności osobno. Połączenie rezerw drastycznie obniża globalny czas potrzebny na wykonanie ciągu zadań. Na przykład, jeżeli będziemy mieli cztery zadania, dla których 1 dzień będzie dawał 50% szans ukończenia o czasie, to 2 dni będą dawały już 90% pewność. Jeżeli rezerwy bezpieczeństwa będą ochraniały każde zadanie osobno, to czas realizacji ciągu czterech zadań wyniesie 8 dni. Jeżeli zaś dokonamy agregacji rezerw, to możemy z prawdopodobieństwem 90% ochronić cały łańcuch, przyjmując dla zadań czas trwania 1 dzień i dodając dwudniowy bufor na końcu łańcucha, co sprawi, że globalny czas jego realizacji wyniesie 6 dni¹⁵³.

¹⁵³ L.P. Leach, *Critical Chain Project Management Improves Project Performance*, „Project Management Journal” 1999, Vol. 30, No. 2, s. 39–51.

Rysunek 6.8. Bufor projektu



Źródło: Z. Milian, *Łańcuch krytyczny w budownictwie*, „Czasopismo Techniczne” 2004, z. 11-B.

Kolejnym istotnym elementem jest jedno z twierdzeń statystycznych, tzw. centralne twierdzenie graniczne (ang. *central limit theorem*)¹⁵⁴. Centralne twierdzenie graniczne mówi, o tym, że wraz ze wzrostem wielkości próby, rozkład średniej z próby dąży do rozkładu normalnego¹⁵⁵.

Konsekwencje dla projektu płynące z tego twierdzenia są takie, że pomimo iż rozkłady poszczególnych czynności w projekcie mogą być niesymetryczne (zazwyczaj prawoskośne z długim ogonem po prawej – patrz wcześniej), to rozkład ciągu wielu zadań (ich średnich) będzie miał bardziej symetryczny kształt dążący do rozkładu normalnego¹⁵⁶. Co ważne, zasada ta jest prawdziwa bez względu na to, czy znamy rozkłady zadań cząstkowych, czy nie, i pozwala zastosować w metodzie łańcucha krytycznego metody statystyczne właściwe dobrze znanemu rozkładowi normalnemu.

Podstawowym sposobem wyliczania wielkości bufora projektu wskazywanym przez E. Goldratta jest przyjęcie jego długości jako połowy długości łańcucha krytycznego po usunięciu ukrytych rezerw lub analogicznie połowy różnicy pomiędzy czasem bezpiecznym a realnym¹⁵⁷.

¹⁵⁴ M. Bevilacqua, F.E. Ciarapica, G. Giacchetta, *Critical Chain and Risk Analysis Applied to High-Risk Industry Maintenance: a Case Study*, „International Journal of Project Management” 2009, Vol. 27, s. 419–423.

¹⁵⁵ Co ważne, twierdzenie to nie przekształca dostatecznej liczby rozkładów w rozkład normalny. Dotyczy ono jedynie rozkładu średniej z tej próby, który zbliża się do rozkładu normalnego!

¹⁵⁶ L.P. Leach, *Critical Chain Project...*, op.cit., s. 39–51.

¹⁵⁷ M. Mancini, F. Ruggeri, F. Caron, *Comparing Project Buffer Sizing Methods With A Bayesian Model*, Project Management Institute Research Conference 2008.

$$B_{\text{ufor}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (d_{c_i} - T)$$

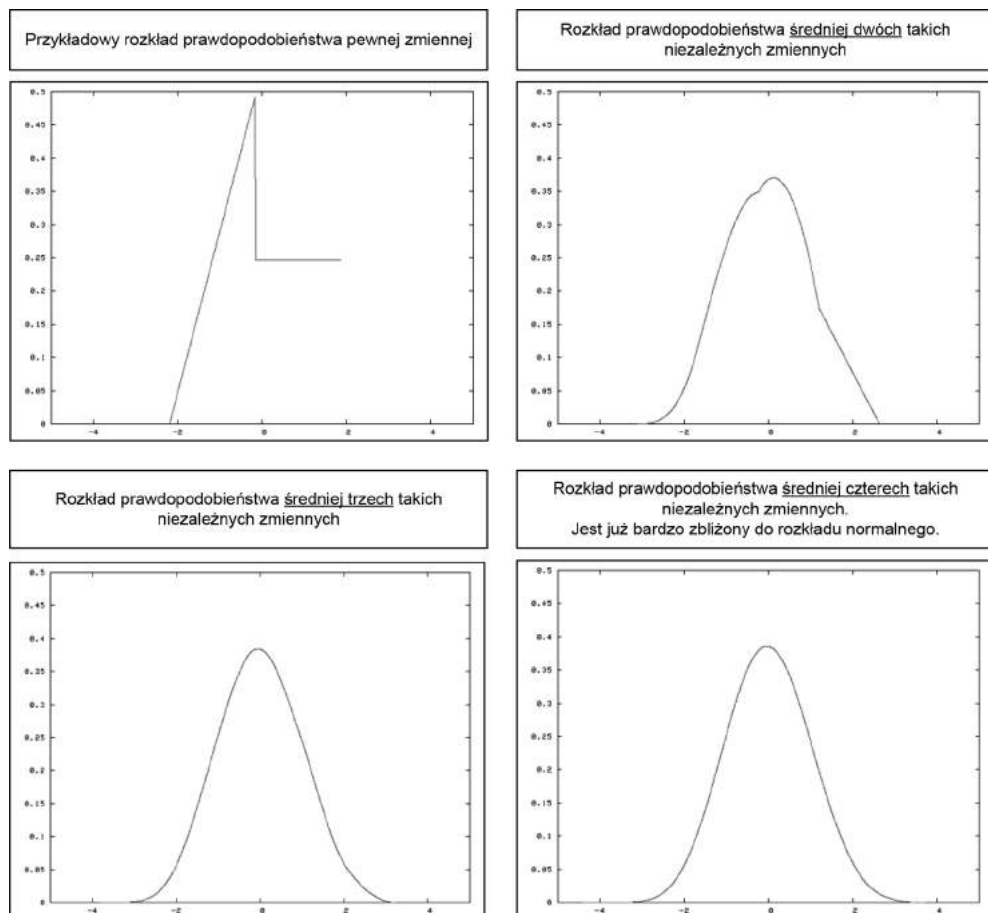
gdzie:

d_{c_i} – czas realizacji zadania i w wariancie bezpiecznym (90% pewności)

T – średni czas realizacji zadania (50% pewności)

n – liczba zadań w łańcuchu

Rysunek 6.9. Ilustracja centralnego twierdzenia granicznego



Źródło: *Centralne twierdzenie graniczne*, Wikipedia, www.wikipedia.org.

Jeżeli szacunki czasów zadań są przyjmowane z 50% prawdopodobieństwem zakończenia o czasie, to statystycznie połowa z nich zrealizuje ten warunek, a połowa

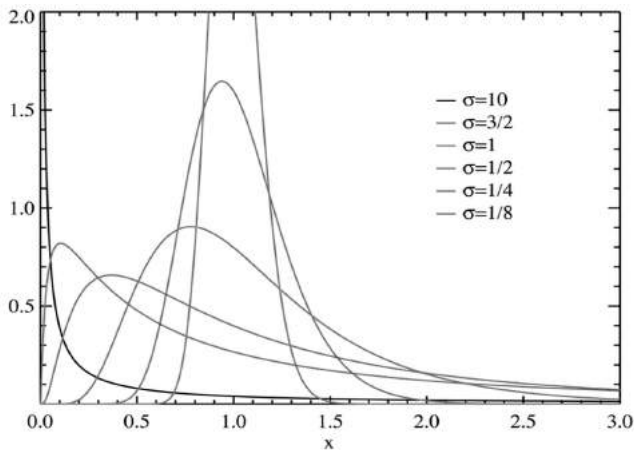
przekroczy przyjęty czas realizacji. Dlatego też bufor wielkości połowy sumy ukrytych rezerw zadań wydaje się wystarczającym zabezpieczeniem projektu¹⁵⁸.

Oczywistą zaletą tej metody jest jej prostota i łatwość szacunków. Należy mieć jednak na uwadze, iż przy stosowaniu tej metody rozmiar bufora projektu rośnie w sposób liniowy wraz z liczbą zadań krytycznych w projekcie n . Może to sugerować np. roczny bufor dla projektu trwającego dwa lata. Z drugiej jednak strony dla projektu o niewielkiej liczbie zadań zalecany bufor może być zbyt mały. Z tego powodu ten sposób określania wielkości bufora projektu należy stosować z ostrożnością¹⁵⁹.

Znajomość metod statystycznych i wsparcie informatyczne oferowane metodzie łańcucha krytycznego pozwala zastosować metody bardziej złożone, lecz dające bardziej wiarygodne wielkości bufora.

Metoda Goldratta została rozwinięta przez R.C. Newbolda¹⁶⁰ i L. Leacha¹⁶¹, którzy zaproponowali metodę pierwiastka sumy kwadratów odchyłeń standardowych (ang. *root square error method* – RSEM)¹⁶².

Rysunek 6.10. Przykłady rozkładów log-normalnych



Źródło: *Log-normal distribution*, Wikipedia, www.wikipedia.org.

¹⁵⁸ W. Herroelen, R. Leus, *On the Merits and Pitfalls of Critical Chain Scheduling*, „Journal of Operations Management” 2001, Vol. 19, s. 559–577.

¹⁵⁹ W. Herroelen, R. Leus, E. Demeulemeester, *Critical Chain Project Scheduling: Do Not Oversimplify*, „Project Management Journal” 2002, Vol. 33, No. 4, s. 48–60.

¹⁶⁰ R.C. Newbold, *Project Management in the Fast Lane: Applying the Theory of Constraints*, St. Lucie Press, New York 1998.

¹⁶¹ L.P. Leach, *Critical Chain Project Management*, Artech House, Boston 2000.

¹⁶² I. Tukela Oya, O. Roma Walter, S.D. Eksioğlu, *An Investigation of Buffer Sizing Techniques in Critical Chain Scheduling*, „European Journal of Operational Research” 2006, Vol. 172, s. 401–416.

Metoda RSEM przyjmuje, że czasy realizacji poszczególnych zadań są od siebie niezależne, zaś ich rozkład jest rozkładem log-normalnym¹⁶³. Jak sama nazwa wskazuje, rozkład log-normalny można przekształcić do rozkładu normalnego poprzez zlogarytmowanie go.

Jak można również zauważyć, przedstawiony wcześniej typowy rozkład prawdopodobieństwa czasu realizacji zadania jest przykładem rozkładu log-normalnego.

Zgodnie z metodą RSEM, jeśli dla każdego zadania niepewność czasu jego realizacji można obliczyć jako:

$$U_i = S_i - d_i$$

gdzie:

U_i – niepewność zadania i ,

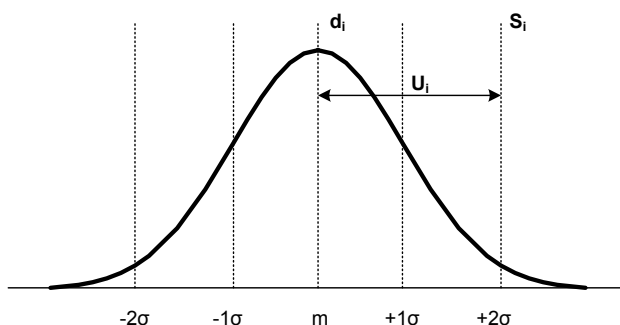
S_i – szacunek bezpieczny (95% pewności)

d_i – szacunek średni (50% pewności)

to dla każdego zadania odchylenie standardowe czasu jego realizacji wyniesie:

$$\sigma = \frac{S_i - d_i}{2} = \frac{U_i}{2}$$

Rysunek 6.11. Parametry czasu dla RSEM



Źródło: opracowanie własne.

Zakładając zgodnie z centralnym twierdzeniem granicznym, że rozkład prawdopodobieństwa ukończenia w terminie całego łańcucha krytycznego jest także rozkładem normalnym, to wariancja sumy rozkładów zmiennych (czyli łańcucha

¹⁶³ W. Herroelen, R. Leus, *On the Merits and Pitfalls of Critical Chain Scheduling*, „Journal of Operations Management” 2001, Vol. 19, s. 559–577.

krytycznego) będzie równa sumie wariancji indywidualnych rozkładów (czyli rozkładów zadań cząstkowych):

$$V_{\Sigma} = \sigma_{\Sigma}^2 = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2$$

$$V_{\Sigma} = \sigma_{\Sigma}^2 = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2$$

gdzie:

V_i – wariancja rozkładu zadania i σ_i – odchylenie standardowe zadania i n – liczba zadań w łańcuchu krytycznym

Na tej podstawie:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\sigma_i^2)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{U_i}{2}\right)^2}$$

Zakładając, że w projekcie zależy na pewności realizacji projektu w terminie, (95%) bufor projektu powinien ochraniać łańcuch krytyczny w wysokości $+2\sigma$, czyli:

$$\text{Bufor}_{95\%} = 2\sigma_{\Sigma} = 2 = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{U_i}{2}\right)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n U_i^2}$$

Pierwiastek sumy kwadratów rezerw jest mniejszy niż połowa sumy rezerw, co pozwala zaoszczędzić dodatkowe 20–25%, a czasami nawet 40% wielkości bufora projektu. Sugeruje się, że w przypadku mniej niż czterech czynności bufor nie powinien być mniejszy niż najdłuższe zadanie w łańcuchu krytycznym.

Bardziej zaawansowane metody szacowania wielkości buforów, takie jak grupa adaptacyjnych procedur szacowania bufora, pozwalają z większą nawet dokładnością wyliczyć wielkość buforów, biorąc pod uwagę także:

- czas pracy zasobu względem okresu jego dostępności (metoda APRT – *Adaptive Procedure with Resource Tightness*),
- stopień złożoności łańcucha, tj. liczbę zadań poprzedzających bufor (metoda APD – *Adaptive Procedure with Density*)¹⁶⁴.

Bardzo intensywne zaangażowanie praktyków i teoretyków zarządzania projektami w poszukiwaniu coraz lepszych metod szacowania bufora wynika bezpośrednio z relacji „szybkość – odpowiedzialność” w realizacji projektów. Zbyt małe bufory nie dostarczają projektom dostatecznej ochrony, zbyt duże zaś powodują, że organizacje

¹⁶⁴ I. Tukela Oya, O. Roma Walter, S.D. Eksioglu, *An Investigation...*, op.cit., s. 401–416.

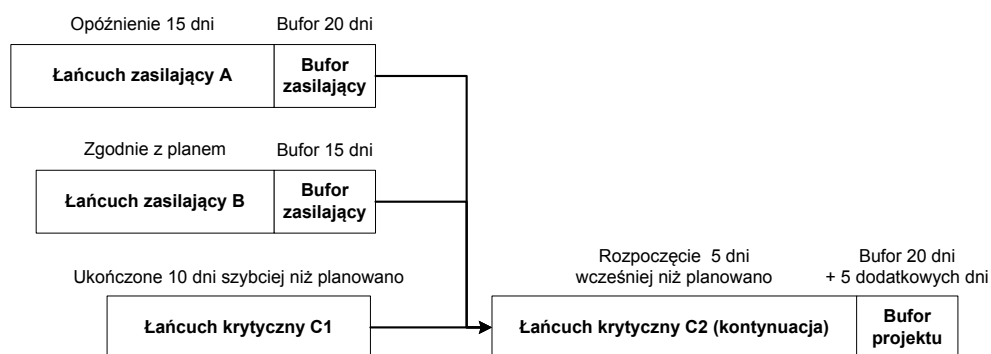
tracą szansę na dostarczenie projektu szybciej, a w konsekwencji same zmniejszają swoją przewagę konkurencyjną.

Metoda CCPM obok bufora projektu posługuje się jeszcze drugim typem buforów, tzw. buforami zasilającymi (ang. *feeding buffers*). Bufory zasilające są dodawane do projektu za każdym razem, gdy zadania ze ścieżek niekrytycznych – tzw. łańcuchów zasilających (ang. *feeding chains*) – wchodzi do łańcucha krytycznego. W efekcie, o ile zadaniem bufora projektu jest ochrona terminu końcowego projektu przed opóźnieniami zadań leżących w łańcuchu krytycznym, to zadaniem buforów zasilających jest ochrona zadań z łańcucha krytycznego przed opóźnieniami zadań z łańcuchów niekrytycznych. Potrzeba takiej ochrony wynika z kilku powodów.

Po pierwsze, łańcuch krytyczny obejmuje kluczowe zadania z punktu widzenia utrzymania terminu końcowego i kluczowe zasoby przypisane do ich realizacji. Wykorzystanie i dostępność tychże zasobów są zazwyczaj mocno ograniczone. Bufory zasilające mają uchronić je przed brakiem możliwości przystąpienia do pracy na skutek opóźnienia zadania z łańcucha zasilającego, np. analityk systemów informatycznych wynajęty na 7 dni roboczych przez 2 dni nie może rozpocząć pracy, bo zespół nie zdążył jeszcze wypracować specyfikacji biznesowej procesu. Opóźnienia w takiej sytuacji są kosztowne i trudne do nadrobienia.

Po drugie, bufory zasilające umożliwiają wcześniejsze rozpoczęcie pracy, jeśliby zadania z łańcucha krytycznego wyprzedzały założone czasy realizacji. Zachęca to i umożliwia wyciąganie korzyści z wczesnych zakończeń zadań oraz pozwala uzupełniać bufory o dodatkowe dni rezerwy.

Rysunek 6.12. Zdolności absorpcyjne buforów zasilających



Źródło: L.P. Leach, *Critical Chain Project Management Improves Project Performance*, „Project Management Journal” 1999, Vol. 30, No. 2, s. 39–51.

Dodatkową korzyścią płynącą z istnienia buforów zasilających jest możliwość śledzenia względem nich postępów zadań na ścieżkach zasilających (podobnie jak to się dzieje w przypadku bufora projektu – patrz część poświęcona monitorowaniu projektu w CCPM).

Z punktu widzenia szacowania długości buforów zasilających proces ten jest analogiczny jak w przypadku szacowania buforu projektu.

Wprowadzenie buforów do projektu może spowodować konieczność ponownego przeprowadzenia wyrównania wykorzystania zasobów. Decyzje w tej kwestii podejmuje kierownik projektu, mając na uwadze minimalizację pracy w toku i zasadę późnego rozpoczynania zadań ze ścieżek niekrytycznych. Jednocześnie warto zauważyć, że może to spowodować sytuację, w której termin rozpoczęcia łańcucha niekrytycznego będzie wcześniejszy niż rozpoczęcie łańcucha krytycznego. Metoda dopuszcza takie przypadki.

6.5. Zmiany w kulturze organizacyjnej zespołów projektowych zgodnie z CCPM

Zabezpieczenie łańcucha krytycznego buforami stanowi ostatni krok poprzedzający stworzenie ostatecznego planu przebiegu projektu. Jednakże metoda CCPM nie poprzestaje w tym momencie, gdyż wymaga i rekomenduje kierownikowi projektu bardzo konkretne zalecenia co do sposobu realizacji projektu.

W tradycyjnym zarządzaniu projektami po podaniu szacunków trwania zadań stają się one najczęściej zobowiązaniami zespołów, zaś w momencie zatwierdzenia planu projektu zostają przytwierdzone do harmonogramu z „nieprzekraczalnym terminem końcowym”. Zmiany wprowadzane przez CCPM do planowania przebiegu projektów (agresywne estymaty czasów, agregacja rezerw do buforów, umożliwienie wcześniejszych startów zadań) pociągają za sobą konieczność zaprzestania mierzenia efektywności ludzi względem terminów końcowych zadań, które mają charakter lokalnych mierników efektów i nie uwzględniają projektu globalnie. Rezygnacja z monitorowania terminów końcowych w zadaniach cząstkowych pozwala nie tylko zintegrować ludzi wokół całego projektu, kładąc nacisk na termin końcowy projektu jako całości, lecz także minimalizuje wpływy prawa Parkinsona i syndromu studenta, które wynikają właśnie z silnej koncentracji uwagi na terminach końcowych poszczególnych zadań w projekcie.

W konsekwencji jednym z kluczowych filarów metody CCPM jest „oderwanie projektu od harmonogramu” i skupienie się na dostarczaniu rezultatów tak szybko jak to tylko możliwe.

Zadanie to jest niezwykle trudne, gdyż pracownicy są zwykle bardzo silnie psychologicznie przywiązani do terminów swoich zadań. Metoda łańcucha krytycznego wymaga w tym zakresie zasadniczej zmiany w kulturze organizacyjnej i filozofii projektu. Zmiana ta polega na zastosowaniu tzw. filozofii (etyki) sztafety (ang. *relay runner ethic*). Od momentu startu sztafety biegacze są skupieni wyłącznie na jednym celu – przebiec odcinek jak najszybciej i przekazać pałeczkę kolejnemu zawodnikowi drużyny. Żaden z biegaczy nie jest rozliczany za swój indywidualny wynik, lecz za wynik całego zespołu. Pomiarom podlega wynik końcowy, a nie cząstkowe wyniki pośrednie. Co więcej, wszyscy biegacze są tego świadomi i są w pełni zorientowani na wspólne osiągnięcie celu.

W myśl metody CCPM realizacja projektu i praca zespołu projektowego powinna odzwierciedlać bieg sztafety. Pracownicy zaangażowani w projekt powinni:

- 1) rozpocząć pracę tak szybko, jak szybko otrzymają niezbędne produkty wejściowe,
- 2) pracować 100% swojego czasu nad zadaniem (bez wielozadaniowości),
- 3) regularnie raportować postępy pracy, informując, ile czasu pozostało do zrealizowania zadania,
- 4) przekazać wyniki swojej pracy dalej, tak szybko, jak tylko będą gotowe¹⁶⁵.

Znając szacunkowe czasy potrzebne na zadania, nie ustala się terminów pośrednich, ale kładzie się nacisk na szybkie wykonanie pracy w warunkach jednozadaniowości i przekazanie jej wykonawcy zgodnie z logiką sieci projektu. W biegu sztafety nie ma miejsca na ociąganie się z realizacją zadań, opóźnianie rozpoczęcia realizacji czy tworzenie rezerw na poszczególnych etapach. Praca jest realizowana sprawnie i w atmosferze pracy zespołowej. Zaś sam zespół jest oceniany z perspektywy sprawności realizacji całego projektu – utrzymania terminu końcowego projektu, a nie częściowych wyników poszczególnych osób.

Wdrożenie filozofii sztafety w pracy zespołu projektowego jest trudne, pracochłonne i wymaga zdecydowanego i świadomego wsparcia ze strony wyższego kierownictwa organizacji i dysponentów zasobów liniowych. Przy spełnieniu tych warunków wdrożenie etyki sztafety przyniesie znaczne pozytywne rezultaty w postaci pełnego podporządkowania pracowników pracy projektowej i ograniczenia działań marnujących czas.

Z punktu widzenia słabych stron sztafety warto zauważyć zagrożenie rozproszenia odpowiedzialności w zespole za ewentualne opóźnienia, tzw. problem gapowicza. Jednakże tempo projektu i presja zespołu może skutecznie go ograniczyć. Ze względu na specyficzną kulturę pracy wprowadzaną przez etykę sztafety pewne trudności może także sprawić przekonanie zewnętrznych kooperantów do podjęcia współ-

¹⁶⁵ L.P. Leach, *Critical Chain Project...*, op.cit., s. 39–51.

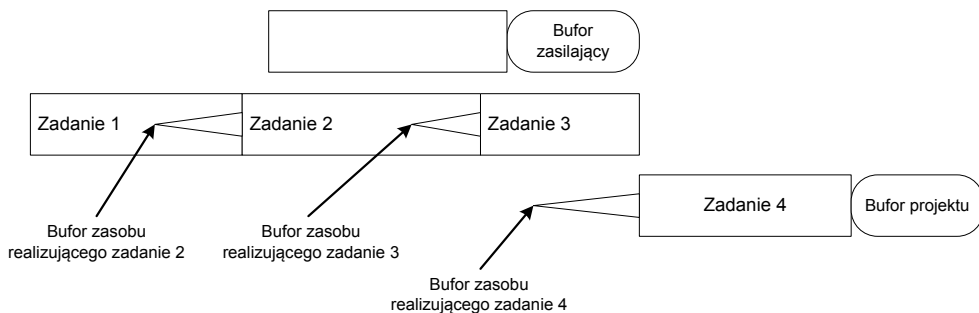
pracy na takich warunkach. Jest to natomiast metoda, która znakomicie sprawdza się w przypadku projektów realizowanych zasobami własnymi organizacji.

Naturalnie nasuwającym się pytaniem wobec filozofii sztafety jest zagadnienie dostępności zasobów: jeżeli w projekcie nie ma dat rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych zadań, to w jaki sposób zaplanować wykorzystanie i zapewnić pracowników do ich realizacji? Problem ten jest rozwiązywany poprzez zastosowanie informacji wyprzedzających, tzw. buforów zasobów (ang. *resource buffer*).

Bufory zasobów są trzecim typem buforów zgodnie z metodą łańcucha krytycznego. Jednocześnie mają one zdecydowanie odmienny charakter od dwóch przedstawionych wcześniej. Bufor zasobu nie jest bowiem zapasem czasu czy rezerwą, lecz właśnie informacją o zbliżającym się zapotrzebowaniu na dany zasób, podawaną z odpowiednim, ustalonym wcześniej wyprzedzeniem. Bufor zasobu jest to ilość czasu potrzebnego, aby dany zasób mógł w zorganizowany sposób dokończyć aktualnie wykonywane zadanie (projektowe lub związane z obowiązkami liniowymi) i bez przeszkód, płynnie przystąpić do realizacji nowego zadania zleconego mu w projekcie. Na przykład bufor zasobu dla Jana Kowalskiego wynoszący pięć dni oznacza, że Kowalski prosił o poinformowanie o potrzebie pracy nad przewidzianym dla niego zadaniem na pięć dni roboczych przed oczekiwanym od niego terminem rozpoczęcia pracy.

Bufory zasobów stosuje się tylko dla zadań i zasobów należących do łańcucha krytycznego, gdyż mają one kluczowe znaczenie dla utrzymania jego terminu końcowego.

Rysunek 6.13. Bufory zasobów w CCPM



Źródło: F.S. Patrick, *Critical Chain Scheduling and Buffer Management, Getting Out from Between Parkinson's Rock and Murphy's Hard Place*, Focused Performance, www.focusedperformance.com.

Jak można zauważyć, aby bufor zasobu zadziałał i informacja mogła dotrzeć do danego pracownika z wyprzedzeniem, konieczne jest śledzenie czasu realizacji zadania poprzedzającego (lub kilku zadań poprzedzających). Pożądaną informacją

jest w takiej sytuacji odpowiedź na pytanie: „Ile dni pracy zostało ci jeszcze do zakończenia zadania?”

W sytuacji, gdy liczba dni pozostałych do zakończenia zadania jest równa ustanowionemu buforowi zasobu dla zadania następującego (w przypadku Jana Kowalskiego – pięć dni). Wysyłana jest do niego informacja: „Za pięć dni bądź gotowy do przyjęcia produktów aktualnego zadania i rozpoczęcia pracy nad swoją częścią projektu”.

Wprowadzenie buforów zasobów zapewnia dostępność i pełne zaangażowanie zasobów w projekcie w sytuacji dynamicznego harmonogramu projektu, umożliwia uelastycznienie i lepsze wykorzystanie czasu pracy pracowników, jak również pozwala wykorzystać i akumulować dodatkowe dni rezerwy pochodzące z wcześniejszego oddawania zadań poprzedzających.

6.6. Monitorowanie i kontrola projektu według metody CCPM

Jak można zauważyć, plan przebiegu projektu uzyskany za pomocą metody CCPM, w przeciwieństwie do metody CPM, ma charakter proaktywny, a nie reaktywny. Jest nastawiony na podejmowanie działań wyprzedzających, jest szybszy, bardziej elastyczny, w większym stopniu chroniony przed niepewnością, a w rezultacie bardziej odpowiedzialny.

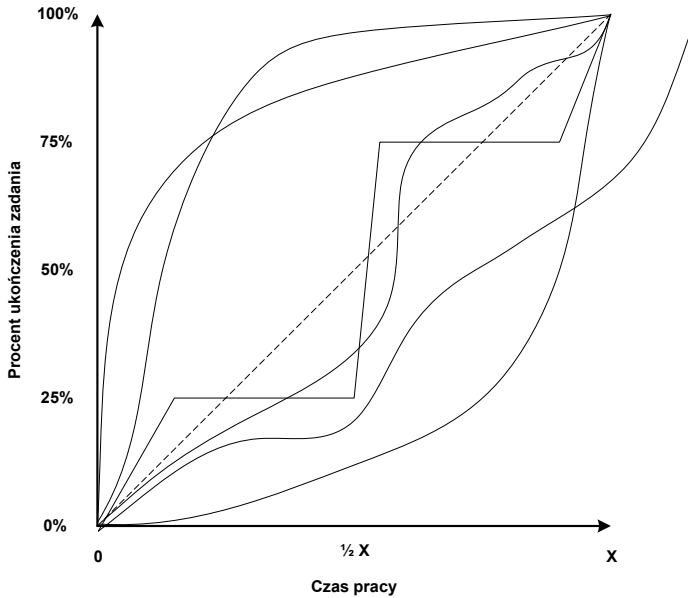
Zarządzanie buforem projektu ma kluczowe znaczenie w zarządzaniu projektem według metody łańcucha krytycznego i stanowi podstawowe narzędzie monitorowania i sterowania jego realizacją. Ponieważ bufor projektu i bufor zasilańce chronią projekt przed możliwymi odchyleniami i opóźnieniami w realizacji, to ocena ich stanu pozwala ocenić kondycję projektu i podjąć stosowne działania zapobiegawcze lub naprawcze.

Każde zadanie leżące w łańcuchu krytycznym jest powiązane z buforem projektu, dlatego też każdorazowe opóźnienie realizacji zadania powoduje wydłużenie czasu łańcucha krytycznego i w konsekwencji zużycie części bufora projektu. Analogiczna sytuacja ma miejsce w przypadku łańcuchów i buforów zasilańcych. Oba te buforu powinny zatem być regularnie aktualizowane i obserwowane przez kierownika projektu i kierowników zasobów, żeby móc wychwycić te odchylenia.

Aby było to możliwe, konieczne jest bieżące raportowanie stanu poszczególnych zadań w projekcie. Najważniejszymi informacjami, które powinny spływać do kierownika projektu zgodnie z metodą CCPM są informacje dotyczące:

- daty rozpoczęcia zadania (ang. *actual start date*),
- czasu potrzebnego do zakończenia zadania (ang. *days remaining*),
- rzeczywistej daty zakończenia zadania (ang. *actual end date*).

Rysunek 6.14. Niejednoznaczność procentowego ujęcia zaawansowania zadań



Źródło: opracowanie własne.

Jak można zauważyć, CCPM zmienia optykę monitorowania stanu projektu. Z raportowania nastawionego na informacje o wykonanej pracy (procentowe ujęcie wykonania zadania) na informację bardziej istotną z punktu widzenia terminu projektu, czyli o pracy pozostałej do wykonania (dni pozostałe).

Warto podkreślić, że wyrażenie postępów w postaci dni pozostałych jest bardziej intuicyjne, zrozumiałe i jednoznaczne w interpretacji niż ich prezentacja procentowa, która najczęściej nie koresponduje z faktycznym czasem poświęconym na wykonanie zadania i wymaga dodatkowych objaśnień – czy informacja o 50% zaawansowaniu zadania trwającego 10 dni na pewno oznacza, że do jego zakończenia potrzeba jeszcze 5 dni?

Ujęcie procentowe ma charakter myślenia abstrakcyjnego, przez co uzyskiwane od pracowników informacje mają relatywnie niską wiarygodność. Prośba o wyrażenie pracy w dniach znacznie ułatwia komunikowanie postępów projektu, jak również motywuje do kończenia zadań wcześniej, niż to zakładano, w celu częściowego odbudowania zużytego wcześniej bufora.

Uzyskanie częściowych informacji o stanie zadań i ewentualnym wydłużeniu lub przyspieszeniu ich realizacji pozwala nanieść je na harmonogram. Różnica pomiędzy oszacowaniem aktualnego czasu potrzebnego do zakończenia zadania (lub zadań)

znajdującego się przed buforem i porównanie go z planowanym umożliwia wyliczenie opóźnienia i określa stopień penetracji bufora¹⁶⁶.

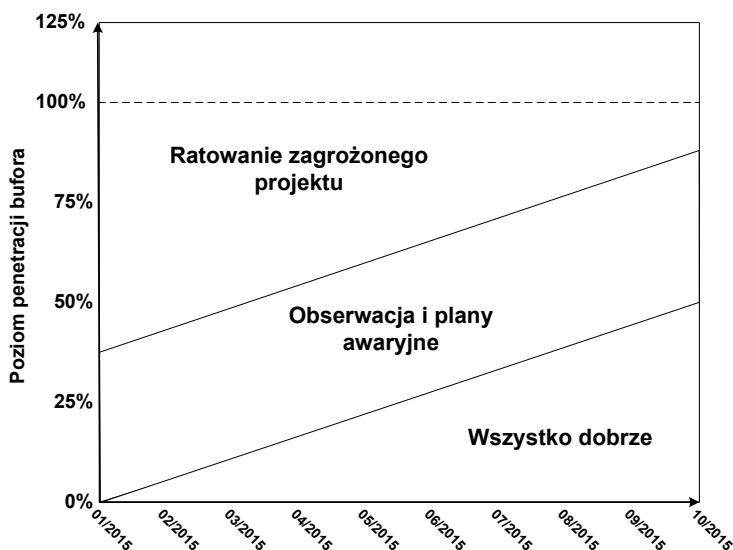
Informacje te są przekazywane kierownikowi projektu i komitetowi sterującemu w postaci tzw. raportów zużycia bufora (ang. *bufor penetration reports*). Raport powinien wskazywać zadania i przyczyny powstałych odchyleń.

Rysunek 6.15. Penetracja bufora w CCPM

Id.	Wskaźniki	Czas																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	Bufor robót stolarskich	█																								
2	Bufor sieci wodno-kanalizacyjnej	█																								
3	Bufor robót elektrycznych	█										!														
4	Bufor projektu	█																								

Źródło: Z. Milian, Łańcuch krytyczny w budownictwie, „Czasopismo Techniczne” 2004, z. 11-B.

Rysunek 6.16. Ocena stanu projektu przy wykorzystaniu wskaźnika penetracji bufora projektu



Źródło: L. Stensland, *Critical Chain Project Management*, Administrative Systems.

¹⁶⁶ Z. Milian, Łańcuch krytyczny w budownictwie, „Czasopismo Techniczne” 2004, z. 11-B.

Metoda nie narzuca sztywnych progów procentowych do mierzenia wyników projektu, pozostawiając je w gestii kierownictwa projektu i organizacji.

Duża konsumpcja bufora we wczesnych fazach projektu jest silnym znakiem nakazującym interwencję w projekt. Jednocześnie nawet bliskie 100% zużycie bufora w momencie zakończenia projektu ciągle pozwala utrzymać ustaloną datę końcową projektu i nie powoduje jego opóźnień. Do obserwowania i oceny zmian poziomu penetracji bufora projektu wykorzystuje się tzw. wykres gorączki (ang. *fever chart*).

Stosunek procentowego poziomu penetracji bufora do procentowego wykonania zadań z łańcucha krytycznego pozwala kierownikowi projektu syntetycznie ocenić stan realizacji projektu.

$$\text{Wskaźnik zużycia bufora projektu} = \frac{\text{zużycie bufora projektu (w proc.)}}{\text{wykonanie łańcucha krytycznego (w proc.)}}$$

Oprócz statycznej informacji o aktualnym stanie zużycia bufora kierownik projektu powinien analizować przebieg zużycia buforu projektu w czasie oraz identyfikować trendy, jakim podlega.

Tabela 6.2. Analiza trendu bufora projektu

	Tydzień 1	Tydzień 2	Tydzień 3	Tydzień 4
Procent zużycia bufora projektu	10	20	20	15
Procent realizacji łańcucha krytycznego	2	3	5	8
Wskaźnik zużycia bufora	5	6,6	4	1,9

Źródło: H. Kerzner, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, John Wiley & Sons 2003, s. 847.

W powyższym przypadku informacja o penetracji 15% bufora w czwartym tygodniu projektu przy 8% zaawansowaniu projektu może wydawać się bardzo zła i wymagająca interwencji. Jednakże po analizie trendu wnioski są już inne. W pierwszym tygodniu przy 2% realizacji projektu zużycie bufora wyniosło aż 10%, sygnalizując potrzebną uwagę. W drugim tygodniu sytuacja jeszcze się pogorszyła i zużycie bufora wzrosło do 20%. W trzecim tygodniu utrzymano zużycie bufora, czyli zakończono wszystkie zadania zgodnie z pierwotnymi, agresywnymi szacunkami. W czwartym tygodniu udało się wykonać kolejne zadania nie tylko zgodnie z szacunkami czasów, lecz także oddając pracę wcześniej i nadrabiając pięć dni opóźnienia. Jak to wielokrotnie było podkreślane wcześniej, metoda CCPM kładzie duży nacisk na motywację i umożliwienie oddawania wykonanej pracy wcześniej – powyższy przykład jest dobrą ilustracją korzyści, jakie projekt może w ten sposób odnieść, nie tylko nadrabiając powstałe wcześniej opóźnienie, lecz także budując dodatkowe dni rezerwy w buforze.

Bufor projektu jest kluczowy z punktu widzenia zapewnienia sukcesu projektu. Jednakże monitorowaniu w projekcie podlegają także buforzy zasilające. Tok zbierania informacji i analizy jest analogiczny. Poziom penetracji buforów zasilających nie przekłada się jednak automatycznie na opóźnienie projektu. Mówi on natomiast o zagrożeniu płynącym dla zadań z łańcucha krytycznego. Warty podkreślenia jest fakt, iż zadania z łańcuchów zasilających są chronione w podwójny sposób: po pierwsze, buforem zasilającym, a gdy to nie wystarczy, także buforem projektu, dlatego istnieje niewielkie prawdopodobieństwo, że wpłyną one na opóźnienie terminu końcowego projektu. Z drugiej jednak strony wcześniejsze zakończenie całego łańcucha zasilającego dzięki buforom zasobów pozwoli jednak na wcześniejsze rozpoczęcie zadania z łańcucha krytycznego i może w ten sposób wpłynąć na skrócenie czasu trwania projektu.

6.7. Podsumowanie

Podsumowując: kroki prowadzące do stworzenia planu przebiegu projektu zgodnie z metodą CCPM są następujące:

- 1) Redukcja szacunków czasów trwania zadań z pesymistycznych do czasów realnych. Czasy zadań podlegają szacowaniom, które, jak wiemy, są ustalane z wysokim, przekraczającym rzeczywiste potrzeby marginesem bezpieczeństwa. Szacujemy czas dający 50% prawdopodobieństwo ukończenia, zaś obciąża ochrona jest agregowana do buforów.
- 2) Usunięcie konfliktów zasobów poprzez wyrównanie ich wykorzystania w projekcie. Łańcuch krytyczny może być zidentyfikowany jako najdłuższy łańcuch zadań połączonych zależnościami logicznymi i zasobowymi po zlikwidowaniu konfliktów zasobów.
- 3) Wstawienie buforu projektu na końcu łańcucha krytycznego w celu agregacji czasów bezpieczeństwa (wstępnie 50% czasu łańcucha krytycznego).
- 4) Zabezpieczenie łańcucha krytycznego przed niedostępnością zasobów przez zastosowanie buforów zasobów.
- 5) Określenie i ustanowienie buforów zasilających na wszystkich ścieżkach zasilających łańcucha krytyczny. Podporządkowanie ścieżek innych projektów wobec łańcucha krytycznego (w przypadku *multiproject management*).
- 6) Rozpoczynanie zadań otwierających (ang. *gating tasks*) tak późno, jak to możliwe, aby ograniczyć wielozadaniowość.
- 7) Zapewnienie, że zasoby pracują zgodnie z etyką sztafety – najszybciej, jak to możliwe – i po zakończeniu przekazują pracę dalej.

- 8) Współpraca z pracownikami według czasów trwania zadań i przewidywanych terminów rozpoczęcia, a nie kamieni milowych i dat pośrednich.
- 9) Wykorzystanie zarządzania buforem do kontroli realizacji planu. Bufory dostarczają kierownikowi projektu informacje, np. kiedy przygotowywać plany awaryjne i kiedy wdrażać je w życie¹⁶⁷.

Bibliografia

- Aborgast G.W., Wormer N.K., *An Error Components Model of Costs Overrun and Schedule Slip on Army R&D Programs*, „Naval Research Logistics” 1988, Vol. 35, s. 367–382.
- Bevilacqua M., Ciarapica F.E., Giacchetta G., *Critical Chain and Risk Analysis Applied to High-Risk Industry Maintenance: a Case Study*, „International Journal of Project Management” 2009, Vol. 27, s. 419–423.
- Bizmanualz, *Theory of Constraints (TOC) For Process Improvement*, Business Process Improvement, Policies, Procedures and Processes, www.bizmanualz.com.
- Centralne twierdzenie graniczne, Wikipedia, www.wikipedia.org.
- DRM Associates, *Critical Chain Project Management*, www.npd-solutions.com.
- Flyvberg B., Holm M.K., Buhl S.L., *Understanding Costs in Public Work Projects: Error or Lie?*, „Journal of American Planning Association” 2002, Vol. 68(3), s. 279–295.
- Goldratt E.M., *Critical Chain*, The North River Press Publishing Corporation, Great Barrington 1997.
- Goldratt E.M., *Łańcuch krytyczny – Projekty na czas*, Mintbooks, Warszawa 2009.
- Goldratt E.M., *Łańcuch krytyczny*, Werbel, Warszawa 2000.
- Herroelen W., Leus R., Demeulemeester E., *Critical Chain Project Scheduling: Do Not Oversimplify*, „Project Management Journal” 2002, Vol. 33, No. 4, s. 48–60.
- Kerzner H., *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*, John Wiley & Sons 2003, s. 849.
- Leach L.P., *Critical Chain Project Management Improves Project Performance*, „Project Management Journal” 1999, Vol. 30, No. 2, s. 39–51.
- Leach L.P., *Critical Chain Project Management*, Artech House, Boston 2000.
- Log-Normal Distribution, Wikipedia, www.wikipedia.org.
- Mancini M., Ruggeri F., Caron F., *Comparing Project Buffer Sizing Methods with a Bayesian Model*, Project Management Institute Research Conference 2008.
- Milian Z., *Łańcuch krytyczny w budownictwie*, „Czasopismo Techniczne” 2004, z. 11-B.
- Morris P.W.G., Hough G.H., *The Anatomy of Major Projects: a Study of the Reality of Project Management*, John Wiley & Sons, UK 1987.

¹⁶⁷ DRM Associates, *Critical Chain Project Management*, www.npd-solutions.com.

- Multi-Project Critical Chain: Three Vital Points*, www.realization.com.
- Newbold R.C., *Project Management in the Fast Lane*, Boca Raton, FL, EUA: St. Lucie Press 1998.
- Noreen E., Smith D., Mackey J., *The Theory of Constraints and its Implications for Management Accounting*, Montvale, NJ: The IMA Foundation for Applied Research, Inc., 1995.
- Patrick F.S., *Critical Chain Scheduling and Buffer Management, Getting Out from between Parkinson's Rock and Murphy's Hard Place*, Focused Performance, www.focusedperformance.com.
- Rubinstein D., *Standish Group Report: There's Less Development Chaos Today*, SD Times, www.sdtimes.com.
- Spałek S., *Sukcesy i porażki w zarządzaniu projektami*, PMI WPC.
- Stensland L., *Critical Chain Project Management*, Administrative Systems.
- Tenera A.B., *Critical Chain Buffer Sizing: A Comparative Study*, Project Management Institute Research Conference 2008.
- Theory of Constraints (TOC)*, Accounting for Management, www.accountingformanagement.com.
- Trocki M., Grucza B., Ogonek K., *Techniki sieciowe planowania i realizacji projektów*, Bizarre 2005.
- Trocki M., *Podstawy zarządzania projektami*, niepublikowane materiały wykładowe, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.
- Tukela Oya I., Roma Walter O., Eksioğlu S.D., *An Investigation of Buffer Sizing Techniques in Critical Chain Scheduling*, „European Journal of Operational Research” 2006, Vol. 172, s. 401–416.
- Umesh D., *Critical Path Method and Critical Chain Project Management*, www.freewebs.com/umeshspace/.
- Watson K.J., Blackstone J.H., Gardiner S.C., *The Evolution of a Management Philosophy: The Theory of Constraints*, „Journal of Operational Management” 2007, Vol. 25, s. 387–402.

7. MACIERZOWE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW

7.1. Geneza macierzowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

Podjęcie metodyczne matrycy logicznej (ang. *Logical Framework Approach* – LFA, *Logframe*)¹⁶⁸ jest sposobem definiowania projektów zmierzającym do poprawy jakości planowania i kontroli, opracowanym pod koniec lat 60. XX wieku przez Amerykańską Agencję ds. Rozwoju Międzynarodowego (*US Agency of International Development*).

Podjęcie macierzowe wywodzi się z metodyki zorientowanej na cele planowania projektów ZOO (niem. *Zielorientierte Projektplanung*), opracowanej na początku lat 70. ubiegłego wieku przez niemiecką organizację współpracy technicznej *Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit*. W języku angielskim metodyki te są określane jako GOPP (ang. *Goal Oriented Project Planning*). Metodyka ta jest wykorzystywana z powodzeniem od ponad 20 lat przez wiele międzynarodowych agencji działających na rzecz rozwoju. Od 1992 r. Dyrektoriaty Generalne I oraz VIII (obecnie EuropeAid) Komisji Europejskiej stosują ją we wszystkich programach pomocy zewnętrznej.

Podjęcie to zostało rozpowszechnione w latach 70. ubiegłego wieku przez organizacje prywatne, samorządy i międzynarodowe organizacje ds. rozwoju – Organizacja Narodów Zjednoczonych, Bank Światowy, niemiecki GTZ, kanadyjska Cida, norweski NORAD, japońska JICA, australijski AusAID przyczyniły się do rozwinięcia standardu LFA, który od ponad 20 lat jest również intensywnie wspierany przez Komisję Europejską i zalecany w procesie przygotowania projektów.

W jego rozwoju wyróżnić można trzy tzw. generacje modelu LFA:

- 1) Pierwsza generacja – sprowadzająca się do prostego modelu opisu kluczowych elementów projektu w postaci tabeli – matrycy logicznej przedsięwzięcia.

¹⁶⁸ Matryca logiczna jest także niekiedy określana, i chyba bardziej trafnie, jako matryca planowania projektu (ang. *Project Planning Matrix*). Zob. np. *ZOPP. Objectives-oriented Project Planning*, red. S. Helming, M. Göbel, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn 1997, s. 24–26. Ze względu na zachowanie zgodności z opracowaniami metodycznymi Unii Europejskiej będziemy się posługiwali określeniem „matryca logiczna”.

- 2) Druga generacja – skupiająca się na procesie zaangażowania grupowego, zmierzającego do wypracowania wspólnej koncepcji projektu w postaci rozszerzonej tabeli – macierzy logicznej przedsięwzięcia drugiej generacji.
- 3) Trzecia generacja – rozszerzająca kontekst planowania projektu o wymiar organizacyjny, w bardziej precyzyjnie zdefiniowanych krokach zmierzających do wypracowania kompleksowej koncepcji projektu w postaci rozbudowanej tabeli – macierzy logicznej przedsięwzięcia trzeciej generacji.

7.2. Charakterystyka macierzowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

Zgodnie z założeniami macierzy logicznej do pełnego zdefiniowania projektu prowadzą dwie fazy: faza analizy i planowania. W ramach fazy analizy wykonywane są następujące kroki:

- analiza interesariuszy, obejmująca identyfikację i charakterystykę głównych interesariuszy, grup docelowych i beneficjentów, z uwzględnieniem problemów wymagających interwencji za pomocą projektu,
- analiza problemu, obejmująca identyfikację kluczowych problemów, zagrożeń i trudności, które mają być rozwiązane za pomocą interwencji w postaci projektu,
- analiza celów, obejmująca określenie celów wynikających z istniejących problemów, wskazanie środków prowadzących do pożądaných efektów,
- analiza strategii, obejmująca określenie różnych strategii prowadzących do osiągnięcia celów; wybór najwłaściwszej strategii; określenie celów nadrzędnych i celów projektu.

W ramach fazy planowania są wykonywane następujące kroki:


- opracowanie macierzy logicznej określającej struktury projektu lub programu, sprawdzenie wewnętrznej logiki, formułowanie celów i mierzalnych rezultatów, ogólne określenie zasobów i kosztów,
- opracowanie harmonogramu projektu, określającego sekwencje i zależności między zadaniami; oszacowanie czasu trwania zadań, określenie kamieni milowych i przypisanie odpowiedzialności za zadania,
- opracowanie planu wykorzystania zasobów, wynikającego z harmonogramu projektu, zestawienie zapotrzebowania na zasoby i środki, prowadzące do stworzenia budżetu.

Kluczowym elementem planowania w macierzowym modelu planowania przebiegu projektów jest macierz logiczna (ang. *logical framework matrix*). Wspomaga definiowanie, planowanie, realizację i ewaluację projektów. Należy postrzegać ją jako

narzędzie dynamiczne, które jest wykorzystywane do analiz i wprowadzania zmian w projektach w miarę ich postępu oraz wraz ze zmianą środowiska realizacji projektu. Matryca logiczna umożliwia definiowanie projektu uwzględniające wstępną identyfikację problemu przy określeniu jasnych i trwałych celów. Kolejne kroki polegają na uzupełnianiu informacji o projekcie i sprawdzaniu powiązań między elementami tworzącymi projekt.

Matryca logiczna w swojej podstawowej postaci składa się z czterech kolumn i czterech wierszy, których nagłówki zostały podane w tabeli 7.1.

Tabela 7.1. Schemat matrycy logicznej

	Opis projektu (pierwsza kolumna)	Obiektywnie weryfikowalne wskaźniki (druga kolumna)	Źródła weryfikacji - dowody (trzecia kolumna)	Założenia (czwarta kolumna)
Cele nadrzędne				
Cel projektu				
Rezultaty				
Działania		Środki/zasoby	Koszt/montaż finansowy	Czas
				Założenia podstawowe

Źródło: opracowanie własne.

Pierwsza kolumna matrycy logicznej zawiera informacje o poszczególnych kategoriach celów projektu:

- celach nadrzędnych, długookresowych (ang. *overall objectives*),
- celu projektu (ang. *project purpose*),
- rezultatach, produktach projektu (ang. *results, outcomes*),
- czynnościach, zadaniach, działaniach w projekcie (ang. *activities*).

W drugiej kolumnie matrycy logicznej znajdują się obiektywnie weryfikowalne wskaźniki (ang. *objectively verifiable indicators*) dla każdego wiersza celów. Trzecia kolumna zawiera informacje o źródłach weryfikacji (ang. *sources of verification, evidence*), czyli dowodach, podstawie dokumentacyjnej dającej możliwość oceny wskaźników. Czwarta kolumna zawiera założenia (ang. *assumptions*), na których opiera się projekt.

7.2.1. Pierwsza kolumna matrycy logicznej – cele

Cele nadrzędne projektu powinny odwoływać się do najwyższych kategorii celów opisanych w analizie celów i podczas wyboru strategii. Muszą zatem wyjaśniać, dlaczego projekt jest ważny dla społeczeństwa, w kategoriach długoterminowych korzyści dla beneficjentów i innych grup. Powinny wskazywać, w jaki sposób projekt

wpisuje się w politykę Unii Europejskiej na poziomie sektorowym czy regionalnym, odwoływać się do celów programu, w ramach którego będzie finansowany projekt. Cele nadrzędne opisują ogólną kategorię pozytywnych efektów, do których osiągnięcia przyczynia się projekt.

Cele ogólne nie zostaną osiągnięte wyłącznie dzięki realizacji pojedynczego projektu, ale przygotowujący projekt ma być wkładem w realizację tych celów. Na tę grupę celów wpływają także inne projekty i inicjatywy.

Cel projektu powinien odnosić się do kluczowego problemu i być definiowany w kategoriach korzyści otrzymywanych przez beneficjentów, będących rezultatem działań zaplanowanych w ramach projektu. Jeśli istnieje jeden jasno sprecyzowany cel projektu, szanse na powodzenie projektu są większe. Formułując cel projektu, należy próbować zawrzeć w nim elementy kluczowe, może do nich należeć np.:

- opis, jak będzie wyglądała sytuacja, gdy rezultaty projektu zostaną wykorzystane,
- opis przepływu korzyści,
- opis zmiany zachowań lub postaw beneficjentów.

Rezultaty opisują produkty projektu, które będą dostarczane beneficjentom w ramach realizacji przedsięwzięcia. Rezultaty powinny zaspokajać główne potrzeby grup docelowych.

Działania określają poszczególne zadania i czynności do wykonania w projekcie, pokazują za pomocą jakich kroków będą osiągnane rezultaty projektu.

Cele powinny spełniać kryteria SMART, czyli być konkretne i proste (S – *Specific, Simple*), mierzalne ilościowo (M – *Measurable*), mierzalne jakościowo (A – *Assesable*), realne do osiągnięcia (R – *Realistic*), określone w czasie (T – *Time-bound*).

Pierwsza kolumna matrycy logicznej jest także oznaczana nagłówkiem „opis projektu” lub „logika interwencji”, pokazuje bowiem poprzez hierarchiczną strukturę celów schemat interwencji projektu w sytuacji problemową.

7.2.2. Druga kolumna matrycy logicznej – obiektywnie weryfikowalne wskaźniki

Obiektywnie weryfikowalne wskaźniki opisują cele projektu w operacyjnie mierzalnych kategoriach i zapewniają podstawy dla mierzenia postępu i efektywności projektu. Kiedy już wskaźnik zostanie określony, powinien być rozwinięty z uwzględnieniem szczegółów dotyczących ilości, jakości, czasu, miejsca, grupy docelowej. Dopiero te pięć wymiarów każdego wskaźnika wyjaśnia precyzyjnie, jaki efekt zostanie osiągnięty.

7.2.3. Trzecia kolumna matrycy logicznej – źródła weryfikacji – dowody

Podczas formułowania wskaźników powinno zostać określone źródło informacji i sposób zbierania danych potwierdzających osiągnięte wartości wskaźników. Ważne jest, aby wskaźnik mógł zostać zmierzony, angażując rozsądną ilość czasu i środków. Dla każdego wskaźnika należy określić źródło weryfikacji, ustalając:

- format, w którym informacja powinna być udostępniana (np. raporty postępu prac, sprawozdania z projektu, oficjalne statystyki, dane GUS itp.),
- kto powinien dostarczać informacje,
- jak regularnie informacja powinna być dostarczana (miesięcznie, kwartalnie, rocznie itp.).

Źródła weryfikacji znajdujące się poza projektem powinny zostać sprawdzone pod kątem dostępności, niezawodności i odpowiedniości. Wkład pracy i koszt gromadzenia informacji powinny zostać precyzyjnie oszacowane i znaleźć odzwierciedlenie w odpowiednich działaniach umieszczonych w matrycy. Należy także zarezerwować środki na ten cel.

Wskaźniki, dla których nie jest możliwe lub opłacalne dobranie odpowiednich źródeł weryfikacji, powinny być zastąpione innymi. Na ogół występuje zależność między złożonością procesu weryfikacji wskaźników (np. łatwością zbierania i analizy danych) a ich kosztem. Jeśli wskaźnik okaże się zbyt drogi lub zbyt skomplikowany do udokumentowania, powinien zostać zastąpiony prostszym i tańszym.

7.2.4. Czwarta kolumna – założenia

W fazie analizy staje się jasne, że sam projekt nie jest w stanie osiągnąć wszystkich celów określonych w analizie – drzewie celów. Kiedy zostanie wybrana strategia, pewne cele pozostaną poza logiką interwencji. Wpłyne to na wdrożenie projektu i długoterminową trwałość, ale znajduje się poza jego kontrolą. Te okoliczności muszą wystąpić, jeśli projekt ma zakończyć się powodzeniem, i są przyjmowane jako założenia w czwartej kolumnie matrycy. Na każdy projekt istotny wpływ mają czynniki zewnętrzne, które są źródłem ryzyka towarzyszącego projektowi. Założenia umieszczane w matrycy są czynnikami zewnętrznymi, na które projekt nie ma wpływu, a które wpływają na sukces projektu i jego przebieg. Założenia w sposób pozytywny opisują ryzyka, przyjmując, że dane ryzyko nie wystąpi, i określając ku temu warunki. Założenia są zazwyczaj identyfikowane w trakcie analizy problemów. Podczas analizy interesariuszy, problemów, celów i wyboru strategii powinny zostać wyselekcjonowane pewne czynniki (strategiczne, techniczne, społeczne, środowiskowe itd.), które będą wpływać na projekt – pośród nich będą szukane założenia.

Założenia szczególnie istotne dla projektu znajdują się między poziomami rezultatów i celem projektu i opisują warunki, które muszą towarzyszyć rezultatom, aby osiągnąć cel projektu. Założenia mogą oznaczać pozytywny wkład, np. w postaci stabilnej sytuacji prawnej, elementów środowiska społeczno-gospodarczego, inicjatyw strategicznych, dynamiki wzrostu gospodarczego czy poziomu stóp procentowych itd. Założenia nie muszą dotyczyć wszystkich celów, ale jeśli któregoś celu dotyczą, należy je uwzględnić i ocenić podczas definiowania projektu. Przy niektórych celach trzeba przyjąć więcej niż jedno założenie. Założenia można postrzegać w sensie pozytywnym lub negatywnym, natomiast w kontekście ich zawarcia w macyry logicznej należy interpretować je jako pozytywne, jako sytuację pożądaną. Taki sposób wyrażania warunków zewnętrznych ułatwia ich monitorowanie podczas realizacji projektu.

Założenia umieszczane w wierszu celu projektu i rezultatów to zewnętrzne czynniki, które są istotne dla powodzenia projektu, czyli:

- definiują środowisko systemu i zagadnienia trwałości,
- podsumowują czynniki, których projekt nie może lub z założenia nie chce kontrolować,
- są czynnikami, na które projekt nie jest ukierunkowany, ale powinien je monitorować.

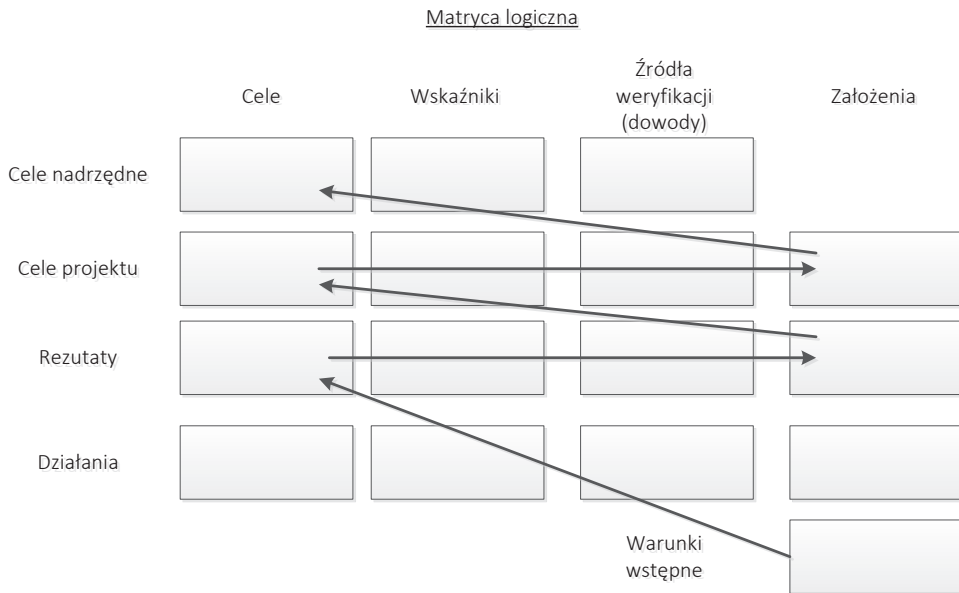
Założenia podstawowe, umieszczane w prawym dolnym rogu macyry, to warunki wstępne (ang. *pre-conditions*), różniące się od założeń tym, że muszą być spełnione przed rozpoczęciem projektu. Na przykład bez podjęcia odpowiednich decyzji przez zarząd racja bytu projektu może być zagrożona.

Niektóre założenia mogą być krytyczne dla projektu, inne będą miały marginalne znaczenie. Aby ocenić, czy założenie z tego punktu widzenia jest istotne, należy poddać analizie stopień braku pewności między każdym z poziomów celów i spróbować znaleźć warunki zewnętrzne, które muszą zostać spełnione, żeby postawiony cel został osiągnięty. Warto zatem opisać prosty algorytm postępowania, sprowadzający się do odpowiedzi na pytania:

- czy założenie jest istotne?
- jakie jest prawdopodobieństwo jego utrzymania?
- czy strategię projektu można tak zmodyfikować, żeby założenie nie było potrzebne?

Często dobrym rozwiązaniem z punktu widzenia zmniejszenia ryzyka projektu jest zmiana założenia w rezultat lub działanie (albo obie te kategorie), aby stworzyć projekt bardziej wyczerpujący i zmniejszyć zakres wpływu czynników zewnętrznych. Jeśli jest to możliwe, należy usunąć założenie i stworzyć nowy rezultat lub działanie, zwiększając zakres projektu i jego budżet. Czasem jest możliwe wzmocnienie rezultatu, lecz mimo to należy utrzymać założenie.

Rysunek 7.1. Wpływ założeń na cele projektu



Źródło: F. Spreckley, B. Grucza, *Zarządzanie cyklem projektu. Przewodnik metodyczny dla Partnerstw na rzecz Rozwoju Inicjatywy Wspólnotowej EQUAL*, Fundacja „Fundusz Współpracy”, Warszawa 2005.

Pozostałe w matrycy założenia reprezentują poziom ryzyka, któremu projekt będzie musiał sprostać. Należy zadać pytanie, czy jest on do przyjęcia dla projektodawcy i sponsora. Jeśli tak, to można kontynuować prace nad projektem. Jeśli natomiast poziom ryzyka jest zbyt wysoki, należy na tym etapie wstrzymać prace nad projektem. Bardzo istotna jest ocena założeń podczas definiowania projektu, by nie zostawiać tego problemu aż do momentu wdrożenia, kiedy często jest już zbyt późno na wprowadzenie koniecznych zmian.

7.2.5. Wiersz działań

Matryca logiczna nie zawiera wskaźników działań. W ramach przyjętej konwencji w wierszu „działania” w kolumnie „wskaźniki”, umieszcza się informację o kategoriach zasobów i środków niezbędnych do wykonywania działań, a koszt i sposób ich finansowania figurują w kolumnie „źródła weryfikacji”:

- środki (ang. *means*) oznaczają ludzkie, rzeczowe i finansowe zasoby wymagane do podjęcia planowanych działań i zarządzania projektem,

- koszt (ang. *cost*) oznacza szacowany budżet działań, a w konsekwencji całego projektu, i źródła finansowania projektu,
- czas (ang. *time*) oznacza szacowany czas realizacji działań i całego projektu.

Całość kosztów przeznaczonych na poszczególne działania jest równa łącznemu budżetowi projektu. Na tym etapie planowania projektu jest to jedynie koszt przybliżony, który zostanie doprecyzowany podczas przygotowywania szczegółowego harmonogramu i budżetu projektu. Celowe wydaje się jednak wskazanie kategorii kosztów, żeby łatwiej można było zidentyfikować potencjalne źródła finansowania. W przypadku, gdy istnieje więcej niż jeden sposób finansowania, różni sponsorzy są opisani obok budżetu w kolumnie „źródła weryfikacji”.

7.2.6. Ogólna sekwencja wypełniania

Ogólną sekwencję wypełniania matrycy ilustruje rysunek 7.2. Należy jednak zaznaczyć, że sposób uzupełniania pól matrycy może być różny w zależności od rodzaju projektu czy programu, będzie też pochodną doświadczenia osób definiujących projekt.

Rysunek 7.2. Ogólna sekwencja wypełniania matrycy logicznej

	Cele	Wskaźniki	Źródła weryfikacji (dowody)	Założenia
Cele nadrzędne	2	7	8	
Cele projektu	1	9	10	6
Rezultaty	3	11	12	5
Działania	13	14	15	16
			Warunki wstępne	4

Źródło: F. Spreckley, B. Grucza, *Zarządzanie cyklem projektu. Przewodnik metodyczny dla Partnerstw na rzecz Rozwoju Inicjatywy Wspólnotowej EQUAL*, Fundacja „Fundusz Współpracy”, Warszawa 2005.

Użycie matrycy logicznej pozwala na strukturyzację celów w formie hierarchicznej, w której będą sprawdzane założenia projektu oraz definiowane wskaźniki i dobierane właściwe źródła weryfikacji. W każdym polu macierzy należy wprowadzić krótki opis,

a następnie sprawdzić relacje logiczne między poszczególnymi polami. Prawdopodobnie trzeba będzie wielokrotnie zmieniać zawartość pól, żeby stworzyć w pełni logiczną strukturę. Proces uzupełniania matrycy ma charakter powtarzalny, może zatem wymagać wielu dyskusji i przechodzenia przez poszczególne etapy kilkakrotnie.

Pierwszym krokiem przy tworzeniu matrycy logicznej projektu jest przeniesienie celów określonych w ramach analizy celów i dokonanego wyboru strategii. Cel będący „pnem” drzewa – grafu celów – powinien być przeniesiony do drugiego wiersza matrycy przeznaczanego na cel projektu. Cel projektu opisuje sytuację, która zaistnieje, kiedy za pomocą projektu uda się rozwiązać dany problem. Powinien bezpośrednio wiązać się z problemem głównym zidentyfikowanym podczas analizy problemu. Sukces lub porażkę projektu mierzy się właśnie na poziomie celu projektu. Cel projektu zostaje osiągnięty tylko wtedy, gdy beneficjenci wykorzystują efekty działania projektu. Dlatego też cel projektu nie powinien opisywać sposobu działania projektodawcy, ale raczej zmianę zachowań i postaw wynikającą z wykorzystania pozytywnych skutków, jakie przyniesie projekt. Cel projektu opisuje „zwrot inwestycji”, który Unia Europejska otrzymuje w zamian za przekazane wsparcie finansowe. Wyrażany jest za pomocą sformułowania określającego, jak zmieni się sytuacja, gdy efekty zostaną wykorzystane, a korzyści będą odczuwane przez beneficjentów. Do przeniesienia celów na poziom celu projektu konieczna może być zmiana ich sformułowań poprzez rozwinięcie i/lub uwzględnienie kategorii celów znajdujących się powyżej lub poniżej w drzewie analizy celów.

Cele znajdujące się na szczycie grafu, o najogólniejszym charakterze, znajdują się w pierwszym wierszu matrycy, przeznaczonym na cele nadrzędne projektu. Aby przenieść do matrycy logicznej cele do poziomu celów nadrzędnych, należy zidentyfikować kluczowe cele znajdujące się na górze drzewa analizy celów i połączyć je w najwyżej kilka spójnych kategorii. Może to oznaczać, że niektóre sformułowania nie będą wykorzystane, ponieważ są zbyt ogólne. Założeniem jest, aby projekt wносił wkład w długofalowe korzyści i – jeśli zostanie w całości zrealizowany – korzyści te trwale podtrzymywał.

Jako rezultaty zostaną umieszczone w matrycy wszystkie środki i cele znajdujące się poniżej pnia grafu drzewa, objęte strategią działania. Warto zachować sekwencję przyczynowo-skutkową pomiędzy rezultatami, na początku umieszczając w matrycy te, które pojawiają się w projekcie jako pierwsze. Rezultaty opisują „produkty projektu” w postaci usług i korzyści dla beneficjentów. Opisuje się je w czasie przeszłym, jak gdyby były już dokonane. Rezultatów będzie co najmniej kilka. Opisują one efekty powstałe wskutek działań zrealizowanych w ramach projektu. Powinny dotyczyć niższego poziomu przyczyn w analizie problemu i odzwierciedlać znaczenie kwestii opisanych w analizie celów. Przeniesienie elementów analizy celów na poziom rezultatów do matrycy logicznej wymaga ponownego wyrażenia każdego rezultatu

w postaci ukończonej serii działań. Sformułowanie takie będzie opisywać, co się stanie, gdy działania zostaną ukończone – jest to opis pewnego stanu – sytuacji mierzalnej.

Pole „działania” zostanie wypełnione w dalszej części tworzenia macierzy. Proces przenoszenia celów do macierzy logicznej przebiega inaczej dla każdego poziomu celu. Prawdopodobnie konieczne będzie przeredagowanie sformułowań, należy jednak starać się zachować kluczowe słowa użyte podczas analizowania celów i wyboru strategii, tak aby były one później rozpoznawane w treści ostatecznej macierzy. Po przeniesieniu cele mogą wymagać przesunięcia w górę lub w dół kolumny, żeby pasowały do poziomów celów i tworzyły spójny obraz projektu. Logika kolumny celów jest taka, że jeśli podejmowane jest działanie, które prowadzi do rezultatu, osiągnięty jest cel projektu, co ma także wpływ na cele nadrzędne.

Kluczem do stworzenia dobrego projektu jest bezpośrednio powiązanie każdego poziomu celów z poziomem wyższym. Czasami takie połączenie nie jest wystarczająco silne – należy wówczas zmienić jeden lub więcej celów. Często cele na poziomie wyższym są zbyt ambitne, a związek między rezultatem a celem projektu nie spełnia wymogu realności. Przed przejściem do następnej kolumny należy sprawdzić logikę tego, co zostało opisane dotychczas. Trzeba sporządzić listę rezultatów w kolejności, w jakiej będą osiągnane, od wierszy górnych do dolnych. W ten sposób powstaje przejrzysta sekwencja, pokazująca, czy rezultaty mogą doprowadzić do osiągnięcia celu projektu. Czasem konieczne może się okazać dodanie nowych rezultatów lub wykreślenie rezultatów już istniejących – ważne jest przede wszystkim to, żeby były one możliwe do zrealizowania. Tworzenie projektu zyskuje na jakości wraz ze wzmacnianiem więzi między kategoriami celów w toku dyskusji i analizy.

Kolumna „założenia” jest wypełniana jako druga, ponownie postępuje się w porządku pionowym, od dołu („warunki wstępne”) do góry („cel projektu”), wypełniając pola 4, 5 i 6. Warunki wstępne umieszczane w polu 4 są pierwszymi założeniami, jakie należy przyjąć. Określają czynniki, które muszą być spełnione, aby można było przystąpić do realizacji projektu, np. podjęcie odpowiedniej decyzji administracyjnej, zapewnienie współfinansowania, przyjęcie strategii rozwoju dla regionu itd. Warunek wstępny może zostać usunięty podczas definiowania projektu, jeśli stracił rację bytu. Jeśli natomiast pozostaje wciąż aktualny po ukończeniu budowy macierzy logicznej, oznacza to, że projekt jest obciążony znacznym ryzykiem i nie powinno się inicjować dalszego działania, dopóki warunek ten nie zostanie spełniony.

Kolumna „założenia” zawiera czynniki zewnętrzne, które wpływają na przebieg projektu, jednak są poza jego kontrolą, weryfikując je względem logiki celów. Założenia umieszczane w macierzy logicznej są zatem pewnymi warunkami zewnętrznymi, które muszą być spełnione lub utrzymane, aby możliwe było osiągnięcie poszczególnych kategorii celów. Sprawdzany jest związek między celami a założeniami pod kątem

poziomu akceptowanego ryzyka. Założenia nie odnoszą się do rezultatów w ujęciu całościowym, lecz do każdego z osobna. Po zidentyfikowaniu wszystkich założeń i przypisaniu ich do każdego z rezultatów lub celu projektu powinno się je ocenić pod kątem wpływu na cały projekt. Założenia nie odnoszą się do działań.

Po ustaleniu celów (pierwsza kolumna), założeń (czwarta kolumna) i przed przejściem do dwóch kolumn środkowych: „wskaźniki” i „źródła weryfikacji”, należy dokonać analizy ich zawartości oraz związków między nimi zarówno w relacji pionowej w kolumnie celów, jak i poziomo, między celami a założeniami. Trzeba pamiętać, że wiele projektów upada, ponieważ stawiają one zbyt ambitne cele. Przed uzupełnieniem środkowych kolumn matrycy warto więc odpowiedzieć na pytanie: „Czy projekt jest realistyczny i czy jego logice nie można niczego zarzucić?”

Dla każdego celu, od poziomu celów nadrzędnych do poziomu rezultatów, musi zostać dobrany wskaźnik lub grupa wskaźników, aby zoperacjonalizować cele i stworzyć podstawę pomiaru ich efektywności i przejrzystości. Wskaźnik powinien być obiektywnie weryfikowalny i opisywać cele w konkretnych i mierzalnych kategoriach. Stanowi to podstawę systemu monitorowania i oceny projektu. Wskaźniki powinny zawierać miary ilości, jakości, czasu, grupy docelowej, o ile to możliwe także miejsca, i konkretnie wyjaśnić sposób rozumienia poszczególnych kategorii celów. Wskaźniki służą bieżącemu zarządzaniu projektem i umożliwiają pomiar stopnia powodzenia projektu w trakcie jego realizacji. Stanowią także podstawę oceny i źródło ostatecznych wniosków oraz wyniesionych z projektu doświadczeń.

Definiowanie wskaźników po raz pierwszy jest zadaniem szczególnie trudnym. Warto zatem skorzystać z list wskaźników stworzonych dla poszczególnych programów operacyjnych lub korzystać z doświadczeń innych projektów. Z każdym kolejnym projektem dobieranie odpowiednich wskaźników będzie przychodzić łatwiej.

Wskaźniki należy zdefiniować w taki sposób, żeby dostarczały informacji, na podstawie której można zmierzyć postęp względem postawionego celu i podejmować działania naprawcze, jeśli pojawią się odchylenia. Wskaźniki powinny nawiązywać do najlepszych praktyk stosowanych w zarządzaniu projektami i być elementem procesu monitorowania.

Poziomy wskaźników muszą mierzyć poziomy celów i im odpowiadać. Większość wskaźników odnosi się do problemu wykonalności projektu, koncentrując się na aspektach ilościowych. Należy jednak pamiętać o opisywaniu także jakościowej strony wskaźnika.

Wskaźniki wyjaśniają sposób rozumienia celów, doprecyzowują je zgodnie z kryterium SMART, natomiast źródła weryfikacji (dowody) tworzą podstawę dokumentacyjną do oceny stopnia ich osiągnięcia. Wypełniając pola 7 i 8, 9 i 10 oraz 11 i 12 należy zatem pamiętać, że każdy wskaźnik powinien mieć określone źródła weryfikacji.

Dowody służą monitorowaniu wskaźników i określają, kto jest odpowiedzialny za regularne dostarczanie informacji w odpowiedniej formie. W kolumnie podaje się również, kiedy źródła weryfikacji mają być dostępne, tak aby osoby zarządzające projektem mogły monitorować postęp w osiąganiu celu. Kolumna źródła weryfikacji powinna także zawierać opis sposobu zbierania informacji. Dowody są umieszczane w kolumnie po prawej stronie każdego wskaźnika. Źródła weryfikacji mogą pochodzić przede wszystkim z dokumentacji projektu, choć czasem gromadzenie dowodów może stanowić oddzielne działanie w ramach projektu.

Wskaźniki, jeśli zostały dobrze zdefiniowane, wprowadzą wysoki poziom szczegółowości do projektu. Im więcej szczegółów można zawrzeć we wskaźnikach, tym łatwiej będzie przeanalizować wykonalność projektu. Wskaźniki dostarczają informacji o typie zarządzania, zapotrzebowaniu na zasoby, a także ogólnym sposobie realizacji projektu. Zadaniem wskaźników jest także dostarczenie informacji o beneficjentach – ich płci, wieku, grupie społecznej itd.

Przed przejściem do działań należy przeanalizować macierz logiczną pod kątem poprawności związków logicznych między polami poziomymi i pionowymi.

Wiersz „działania” (pola 13, 14, 15 i 16) zawsze jest wypełniany po uzgodnieniu i wypełnieniu wszystkich pozostałych pól. Dzieje się tak dlatego, że należy ukierunkować projekt na cele, a nie na działania. Istnieją trzy źródła działań umieszczanych w macierzy logicznej:

- wynikające z założeń i służące utrzymaniu lub spełnieniu pewnych warunków towarzyszących realizacji projektu,
- niezbędne do uzyskania właściwych źródeł weryfikacji,
- będące konsekwencją zaplanowanych rezultatów.

Wszystkie powyższe kategorie działań umieszcza się w macierzy logicznej, pamiętając, że większość działań będzie jednak wynikać z konieczności bezpośredniego osiągnięcia rezultatów – należy odpowiednio określić i odnieść właściwe działania do odpowiadających im rezultatów. Działania powinny być podporządkowane i elastyczne względem celów. Powinno się je opisywać jako zadania do wykonania, przy użyciu czasowników dynamicznych (takich jak: przygotować, skonstruować, zaprojektować) jako czynności do wykonania. Nie były one zawarte w analizie celów i będą realizowane w następstwie wpisania ich do macierzy logicznej. Realizacja projektu powinna się skupiać na celu projektu i na rezultatach. Osoby zarządzające projektem powinny w każdej chwili być w stanie dostosować działania tak, żeby jak najpełniej prowadziły one do osiągnięcia rezultatów i celu projektu.

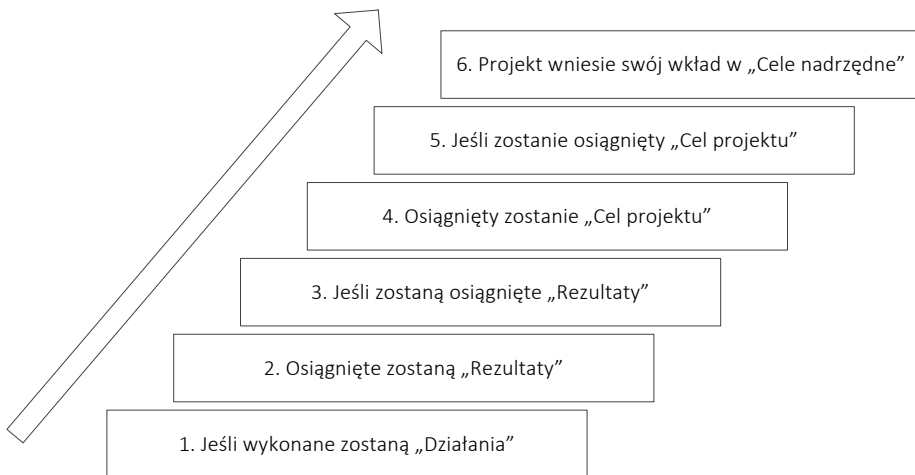
Po opisaniu wszystkich działań i odniesieniu ich do rezultatów należy w wierszu działań w kolumnie „wskaźniki” określić zasoby kluczowe dla projektu i wstępny budżet dla każdego działania lub serii działań. Całkowity budżet projektu będzie sumą

przybliżoną i jedynie wstępnym szacunkiem. W kolumnie trzeciej należy wpisać łączny budżet projektu uwzględniający ewentualny wkład rzeczowy i, jeśli to uzasadnione, wskazać źródła finansowania i harmonogram płatności, tak żeby było wiadomo, kiedy jest spodziewana wypłata środków. Dopełni to obrazu matrycy logicznej.

7.2.7. Logika wertykalna matrycy

Ogólną zasadą jest odpowiednie odniesienie do siebie wszystkich pól matrycy logicznej. Dzięki konstrukcji macierzy wiadomo, które sformułowanie w danym polu odnosi się do sformułowania w innym polu. Przed przystąpieniem do dalszych prac planistycznych należy sprawdzić dotychczasową wykonalność projektu. Proces oceny może wymagać zebrania dodatkowych informacji oraz wprowadzenia zmian do projektu. Ocena jakości projektu umożliwi identyfikację niekonsekwencji logicznych, niepełnych informacji i innych ewentualnych problemów dotyczących projektu.

Rysunek 7.3. Logika interwencji w matrycy logicznej



Źródło: F. Spreckley, B. Grucza, *Zarządzanie cyklem projektu. Przewodnik metodyczny dla Partnerstw na rzecz Rozwoju Inicjatywy Wspólnotowej EQUAL*, Fundacja „Fundusz Współpracy”, Warszawa 2005.

Logika wertykalna może być odczytana z matrycy w sposób następujący:

- przy spełnieniu pewnych warunków możliwe będzie rozpoczęcie projektu i podjęcie szeregu działań,
- działania te wymagają określonych zasobów i środków, odpowiednio kosztują i będą finansowane w określony sposób; wykonanie działań zajmie odpowiednio dużo czasu, pomiędzy konkretnymi datami,

- tak opisane działania doprowadzą do powstania konkretnych rezultatów, czyli produktów projektu,
- rezultaty są opisane szczegółowo z wykorzystaniem obiektywnie weryfikowalnych wskaźników, mówiących gdzie, kiedy, w odniesieniu do jakiej grupy docelowej spodziewać się konkretnej ilości i jakości rezultatu; dla każdego wskaźnika podstawą do stwierdzenia, czy został on osiągnięty w zakładany sposób, będzie konkretne źródło informacji w postaci dokumentu dostępnego w określonym miejscu, czasie i formie,
- przy pewnych założeniach rezultaty doprowadzą do osiągnięcia wyznaczonego celu projektu,
- sposób rozumienia celu projektu jest szczegółowo opisany z wykorzystaniem obiektywnie weryfikowalnych wskaźników, mówiących gdzie, kiedy, w odniesieniu do jakiej grupy docelowej spodziewać się konkretnej ilości i jakości celu; dla każdego wskaźnika podstawą do stwierdzenia, czy został on osiągnięty w zakładany sposób, będzie konkretne źródło informacji w postaci dokumentu dostępnego w określonym miejscu, czasie i formie,
- przy pewnych założeniach cel projektu może przyczynić się do osiągnięcia wyznaczonych celów nadrzędnych o charakterze długookresowym i bardziej ogólnym,
- cele nadrzędne są szczegółowo opisane z wykorzystaniem obiektywnie weryfikowalnych wskaźników, mówiących gdzie, kiedy, w odniesieniu do jakiej grupy docelowej spodziewać się konkretnej ilości i jakości celów długookresowych; dla każdego wskaźnika podstawą do stwierdzenia, czy został on osiągnięty w zakładany sposób, będzie konkretne źródło informacji w postaci dokumentu dostępnego w określonym miejscu, czasie i formie.

Tabela 7.2. Logika wertykalna matrycy

	Opis projektu (pierwsza kolumna)	Obiektywnie weryfikowalne wskaźniki (druga kolumna)	Źródła weryfikacji - dowody (trzecia kolumna)	Założenia (czwarta kolumna)
Cele nadrzędne	←			→
Cel projektu	←			→
Rezultaty	←			→
Działania	←	Środki/zasoby	Koszt/montaż finansowy	Czas
				Założenia podstawowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Project Cycle Management Guidelines*. European Commission, March 2004.

Ważnym wnioskiem płynącym z analizy logiki wertykalnej matrycy obok stwierdzenia, że obejmuje ona wszystkie pola macierzy, jest fakt, że założenia umieszczane

w wierszu odpowiedniej kategorii celów (rezultatów i celu projektu) dotyczą warunków, przy których cele te mogą doprowadzić do osiągnięcia celu wyższej kategorii, znajdującego się w wierszu powyżej. Z tego właśnie powodu prawe górne pole macierzy pozostaje niewypełnione – nie ma bowiem kategorii celów wyższej niż cele nadrzędne, do osiągnięcia której potrzebne byłyby dodatkowe założenia.

7.2.8. Logika horyzontalna matrycy

Logika horyzontalna matrycy jest widoczna w jej poszczególnych wierszach. Można ją odczytać w sposób następujący:

- jeżeli podane są konkretne kategorie celów projektu, rozumiane jako rezultaty, cel projektu i cele nadrzędne, to znaczy, że każda ta grupa operacjonalizowana jest za pomocą:
 - konkretnych parametrów ilościowych (np. X osób bezrobotnych przeszkolonych),
 - konkretnych parametrów jakościowych (np. przeszkolenie w zakresie przedsiębiorczości),
 - muszą być widoczne w odniesieniu do konkretnej grupy docelowej (np. bezrobotni w wieku 25–35 lat),
 - zostaną osiągnięte w podanym terminie (np. w ciągu trzech lat, do końca 2015 r., 2 lata po zakończeniu projektu),
 - zostaną osiągnięte w podanym miejscu (np. województwo X, gmina Y, powiat Z, miasta Polski południowej do 100 000 mieszkańców).

Logikę horyzontalną należy sprawdzić w odniesieniu do każdego wiersza celów, z wyłączeniem wiersza działań.

Tabela 7.3. Logika horyzontalna matrycy

	Opis projektu (pierwsza kolumna)	Obiektywnie weryfikowalne wskaźniki (druga kolumna)	Źródła weryfikacji – dowody (trzecia kolumna)	Założenia (czwarta kolumna)
Cele nadrzędne			➔	
Cel projektu			➔	
Rezultaty			➔	
Działania		Środki/zasoby	Koszt/montaż finansowy	Czas
				Założenia podstawowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Project Cycle Management Guidelines*. European Commission, March 2004.

Matryca logiczna jest punktem wyjścia do szczegółowych planów przebiegu projektu, przygotowywanych zgodnie z zaleceniami metodyki zarządzania cyklem

projektu za pomocą techniki harmonogramów. Oprócz przebiegu projektu w czasie należy zaplanować jego stronę zasobową i finansową, co znajduje odzwierciedlenie w planowaniu budżetu projektu.

7.3. Modyfikacje macierzowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów – LFA-M

Podejście LFA-Millennium jest trzecią generacją modelu LFA, skupiającą się w większym stopniu na myśleniu systemowym zmierzającym do wypracowania logicznej struktury projektu, lepszego zrozumienia kontekstu projektu i oczekiwań interesariuszy.

Podejście zakłada siedmioetapowy proces przygotowania przedsięwzięcia:

- 1) Analiza kontekstu projektu.
- 2) Analiza problemu/analiza sytuacji.
- 3) Analiza interesariuszy.
- 4) Analiza strategii i wybór opcji.
- 5) Identyfikacja kluczowych czynności, ich harmonogramu i wymaganych zasobów.
- 6) Identyfikacja ryzyka.
- 7) Przygotowanie i weryfikacja macierzy logicznej.

Macierz logiczna w wersji Millennium, w odróżnieniu od wcześniejszych wariantów LFA, składa się z pięciu kolumn i czterech wierszy.

Tabela 7.4. Schemat macierzy logicznej LFA-M

Zobowiązania projektu (pierwsza kolumna)	Wskaźniki sukcesu (druga kolumna)	Sposoby weryfikacji (trzecia kolumna)	Ryzyka (czwarta kolumna)	Podmioty odpowiedzialne (piąta kolumna)
Wartość dla organizacji				
Zakres/rezultaty				
Działania				
Zasoby				

Źródło: opracowanie własne.

LFA-M jest w większym stopniu niż poprzednie generacje modelu powiązana z innymi narzędziami i standardami zarządzania projektami, takimi jak plan strategiczny, uzasadnienie biznesowe, studium wykonalności, WBS (ang. *work breakdown structure*), PBS (ang. *product breakdown structure*), FBS (ang. *features breakdown structure*), QBS (ang. *quality breakdown structure*), OBS (ang. *organisationa breakdown structure*) i inne.

Witalij Metelski

7.4. Przyczyny i próby łączenia macierzowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów z innymi narzędziami

Matryca logiczna jest obrazem projektu sporządzonym lub uaktualnionym na określony moment czasu. Po rozpoczęciu realizacji projektu, zgodnie z ideą podejścia matrycy logicznej, powinien on być oceniany według matrycy logicznej, jak również sama matryca powinna być oceniana, poprawiana i aktualizowana na bieżąco. Podczas planowania przebiegu projektu należy brać pod uwagę, że zapisy matrycy logicznej z jednej strony pomagają w doborze środków i metod realizacji celów projektu przez wykonawców, z drugiej strony są to środki i metody, które mogą być bliższe celom wykonawców, a niekoniecznie celom projektu zakładanym przez zleceniodawcę. Matryca logiczna, jak sama nazwa wskazuje, służy do oceny spójności logicznej poszczególnych obszarów projektowych i jest narzędziem pośrednim, a dokładnie łączącym słowny opis projektu z opisem matematyczno-finansowym, np. harmonogramem lub budżetem projektu.

Linijowe myślenie o przyczynowo-skutkowych zależnościach stoi niekiedy w sprzeczności z postępowaniem planowania celów projektowych, które mają bardziej złożony przebieg w systemach otwartych¹⁶⁹. Poszukiwanie liniowych powiązań między problemem i rozwiązaniem problemu wywiera wpływ na sposób planowania projektu, dobór wskaźników, narzędzi i metod realizacji projektów. Nie jest możliwe odizolowanie rozwiązania określonego problemu od wpływu na inne czynniki środowiskowe (społeczne, polityczne, kulturalne, gospodarcze itp.), dlatego niektóre projekty wymagają zastosowania bardziej rozbudowanych narzędzi planowania oraz rozpatrywania projektów w szerszym kontekście.

Realizacja dużych projektów zmusza do zbiurokratyzowanego planowania projektów, które czasami wykracza poza realne potrzeby organizacyjne. Daleko idący podział na wyspecjalizowane wyodrębnione zespoły, które koncentrują się na planowaniu, realizacji i ewaluacji projektów, może prowadzić do negatywnych skutków. Wzajemne zasady porozumienia i elastyczne podejście do osiągnięcia celów oparte na wspólnych wartościach wypiera biurokratyczne zaufanie oparte na planach, budżetach i sprawozdaniach, co z kolei wpływa na różne obszary projektowe. Ma to wpływ m.in. na wybór określonego rodzaju projektów, dobór partnerów

¹⁶⁹ C. Roche, *Impact Assessment for Development Agencies*, Oxfam Publishing, Oxford, UK 1999, s. 24.

w projektach, sposób planowania i realizacji projektów, wymuszanie określonego trybu postępowania, podejścia do zarządzania i raportowania w projektach. Realizacja projektów w zburokratyzowanym środowisku jest potęgowana przekonaniem kierowników projektów, że odpowiednio wypełnione i zaktualizowane dokumenty, plany i sprawozdania zwiększają jakość wykonanych prac w projekcie, a także mają większy wpływ na wyniki projektu lub kontrolę nad nimi. Takie podejście zmniejsza relacje partnerskie i zaangażowanie interesariuszy. Pasja i poczucie wspólnych celów projektowych łatwo mogą być utracone, a wraz z nimi szanse na osiągnięcie trwałych korzyści z realizacji projektów.

Duże projekty mają jeszcze taką specyfikę, że spodziewane oddziaływanie danego projektu, który jest wskazany w macyry logicznej na najwyższym poziomie, jest rozproszone, co stwarza problem do jednoznacznej oceny tego projektu. Zazwyczaj bezpośrednie produkty projektu są pod dużą kontrolą kierowników projektu i podwykonawcy mają tu najmniejszy wpływ. Natomiast w sytuacji, gdy wzrasta finansowanie, wzrasta również zaangażowanie i aktywność interesariuszy. Wtedy również bilans oddziaływania na rezultaty projektu zaczyna przechylać się w stronę podwykonawców i beneficjentów. Im większy sukces odnosi jeden projekt, tym bardziej prowadzi to do sytuacji, gdy wypiera on w pewny sposób rezultaty innych projektów realizowanych w organizacji. Powstaje pewien problem, gdyż lepsze projekty realizowane przez kierowników projektów są pod presją powiązania rezultatów projektu ze wskaźnikami na wyższym poziomie, które potwierdzałyby sukces projektu¹⁷⁰. Dobór wskaźników w macyry logicznej i ściśle ich trzymanie się, gdyż zostały zaakceptowane przez wyższe kierownictwo, stwarza pewien filtr informacyjny do obiektywnej oceny rezultatów projektów i ignorowanie skutków pobocznych.

Kolejnym aspektem jest pozytywna ocena projektów i osiągniętych wskaźników. Pojawia się presja do kontynuacji sprawdzonych projektów z tymi samymi celami, tylko ze zwiększonym dofinansowaniem, które nakładają się na okres ujawnienia innych długotrwałych rezultatów poprzednio zrealizowanych projektów. Utrudnia to obiektywną ocenę projektów i opóźnioną reakcję na zmniejszającą się efektywność ekonomiczną osiągnięcia coraz lepszych wskaźników przypisanych do projektów.

Dostrzeżenie problemów w wykorzystaniu macyry logicznej w praktyce wymusiło na ekspertach podjęcie prób do modyfikacji macyry logicznej¹⁷¹, gdzie większy

¹⁷⁰ T. Smutylo, *Crouching Impact, Hidden Attribution: Overcoming Threats to Learning in Development Programs. Draft Learning Methodology Paper Prepared for the Block Island Workshop on Across Portfolio Learning, 22–24 May 2001*, Evaluation Unit, International Development Research Centre, Ottawa, ON, Canada, s. 5.

¹⁷¹ J. Couillard, S. Garon, J. Riznic, *The Logical Framework Approach – Millennium*, „Project Management Journal” 2009, Vol. 40, No. 4, s. 31–44.

nacisk położono na procesy organizacyjne związane z planowaniem i oceną projektów oraz procedurami podejmowania decyzji. Odczuwalna jest bariera w aplikacji matrycy logicznej przez przedsiębiorstwa, gdzie została już wprowadzona inna metodyka zarządzania projektami i występuje różnica w terminologii, np. w standardach zarządzania projektami według Project Management Body of Knowledge. Na przykład określenie „założenia projektu” w matrycy logicznej wymaga zastąpieniem pojęciem „zidentyfikowane ryzyka”, co jest bardziej zrozumiałe w środowisku biznesowym. W zmodyfikowanej millenijnej matrycy logicznej (LFA-M), zaprezentowanej na rysunku 7.4, powiązано zakres projektu i misję organizacji, zmieniając podejście do wskaźników i wprowadzając klarowniejszy podział odpowiedzialności za sukces projektu. Wskaźniki sukcesu projektu zostały podzielone na trzy rodzaje:

- zasadnicze (Z), które muszą być osiągnięte,
- elastyczne (F), które dopuszczają pewną ich zmienność lub zawierają określony zakres tolerancji,
- negocjowalne (N), które podlegają negocjacji w czasie realizacji projektu.

Kolejną próbą modyfikacji podejścia matrycy logicznej było połączenie go z podejściem metodycznego mapowania wyników¹⁷², które postrzega wyniki projektu jako zmiany behawioralne, tj. zmiany w zachowaniu, relacjach, działalności lub postępowaniu interesariuszy, a dokładniej grupy ludzi lub organizacji, do których dany projekt jest skierowany. Tabela 7.5 przedstawia strukturę mapy wyników.

Tabela 7.5. Struktura mapy wyników

Wizja: obraz kulturowego, społecznego i środowiskowego udoskonalenia rzeczywistości, do którego program ma się przyczynić.	
Misja: opisuje szeroki zakres udziału sponsora program w realizacji wizji. Misja zawiera możliwości realizacji wizji poprzez osiągnięte wyniki przez partnerów w sposób skuteczny, efektywny, odpowiedni i zrównoważony.	
<p>Wyzwanie – Wynik: Główny interesariusz – Partner A Opis zmiany zachowania (relacji, działalności lub działań) partnera i tego jak docelowo powinien postępować, gdyby wziął udział w realizacji wizji. Zestaw wskaźników postępu. Wskaźniki postępu są podzielone na etapy (kamienie milowe) potwierdzające postęp w zmianie zachowania partnera i prowadzące do osiągnięcia wyników.</p>	<p>Wyzwanie–Wynik: Główny interesariusz– Partner B</p>
<p>Wsparcie strategii: dla Partnera A poprzez projekt: Strategie przedstawiają podejście zespołu projektowego do pracy z partnerami, wskazując na prawdopodobny wpływ projektu na partnera. Przegląd strategii pomaga zidentyfikować strategiczne luki w podejściu lub określić, czy projekt jest przewartościowany, a także wskazać na metodę ewaluacji, monitoringu i oceny wydajności projektu.</p>	<p>Wsparcie strategii dla Partnera B</p>
<p>Działania organizacyjne: opis wysiłków zespołu projektowego w realizacji celów projektu w sposób innowacyjny, efektywny i wydajny.</p>	

Źródło: opracowanie własne na podstawie D. Roduner, W. Schläppi, *Logical Framework Approach and Outcome Mapping A Constructive Attempt of Synthesis*, Zurich 2008, s. 14.

¹⁷² S. Earl, F. Carden, T. Smutylo, *Outcome Mapping – Building Learning and Reflection into Development Programmes*, International Development Research Centre, Ottawa 2001, s. 1.

Według podejścia metodycznego mapowania wyników projekt nie jest deklaracją osiągnięcia efektów na poziomie oddziaływania, a raczej koncentruje się na wniesionym wkładzie do osiągnięcia wyników, które przyczyniają się do zwiększenia możliwości uzyskania zaplanowanych efektów. Złożoność procesów w dużych projektach bardzo utrudnia zaplanowanie oddziaływania konkretnego projektu w długim okresie. Nawet uzyskana informacja o osiągnięciu pewnych efektów, nie zawsze dostarcza obiektywnej informacji o tym, w jaki sposób można byłoby poprawić efektywność planowania przebiegu projektów.

Podejście metodyczne mapowania wyników ma swoich zwolenników, którzy podjęli próbę połączenia tego podejścia z podejściem matrycy logicznej, argumentując to tym, że koncentracja na wynikach jest równie ważna jak budowanie potencjału rozwojowego¹⁷³. W zasadzie te dwa podejścia wzajemnie się uzupełniają. Tabela 7.6 przedstawia próbę zestawienia struktury matrycy logicznej i mapy wyników.

7.5. Podsumowanie

Matryca logiczna oraz inne koncepcje i modele o strukturze macierzowej są ciągle udoskonalane pod względem efektywności definiowania i planowania przebiegu projektów. Te udoskonalenia są wprowadzane w miarę zdobywania nowego doświadczenia i oceny dotychczasowych projektów pod względem uzyskiwania założonych rezultatów oraz ich trwałości. Macierzowe koncepcje i modele planowania przebiegu projektów względnie łatwo nadają się do przystosowania i współkorzystania z innymi narzędziami zarządzania projektami stosowane w organizacji.

Zastosowane macierzowych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektu pozwala również na lepszą integrację procesów zarządzania projektami w przedsiębiorstwach z już wykorzystywanymi narzędziami zarządzania projektami, a także na bardziej elastyczne i skalowalne zastosowanie z nowoczesnymi metodami zarządzania projektami, np. z metodykami zwinnymi.

¹⁷³ D. Roduner, W. Schläppi, *Logical Framework Approach and Outcome Mapping a Constructive Attempt of Synthesis*, ETH, Zurich 2008, s. 10–11.

Tabela 7.6. Połączona struktura mapy wyników i matrycy logicznej

Wizja: obraz kulturowego, społecznego i środowiskowego udoskonalenia rzeczywistości, pożądanej sytuacji, do której program ma się przyczynić.			
Obszar programu	Wskaźniki	Środki Weryfikacji	Założenia
Misja: opisuje szeroki zakres udziału sponsora programu w realizacji wizji. Misja zawiera możliwości realizacji wizji poprzez osiągnięte wyniki programowe przez partnerów w sposób skuteczny, efektywny, odpowiedni i zrównoważony.	W jaki sposób będzie mierzone osiągnięcie misji, jakie są wskaźniki skuteczności, efektywności realizacji misji.	Źródła informacji o wskaźnikach realizacji misji.	
Wyniki programowe: zawiera konkretne zmiany w zachowaniu organizacji lub grupy ludzi, które zostały zdefiniowane w postaci celów projektowych i uzgodnione między interesariuszami.	W jaki sposób będą mierzone wyniki programowe, które są powiązane z misją i wizją programu.	Źródła informacji o wskaźnikach osiągnięcia wyników programowych, w tym, kto i jak często będzie je gromadził i weryfikował.	Założenia dotyczące związku programowymi a misją.
Wyniki projektowe: zdefiniowane dla każdego partnera jako wyzwania – wynik. Sukces osiągnięcia wyników projektowych zależy od gotowości współpracy i udziału interesariuszy w ramach programu.	W jaki sposób będą mierzone wyniki projektowe, które muszą być przypisane do każdego partnera. Są to wskaźniki postępu (ilościowe i jakościowe), wskazujące na stopień zaangażowania partnerów w osiągnięcie wyników programowych.	Źródła informacji o wskaźnikach osiągnięcia wyników projektowych, w tym, kto i jak często będzie je gromadził i weryfikował.	Założenia dotyczące związku między wynikami projektowymi a wynikami programowymi.
Działania i wkład: Opis konkretnych zadań, ról i odpowiedzialności w projekcie. Opis wkładu i strategii partnerów.	W jaki sposób będą mierzone działania i wkład partnerów.	Źródła informacji o działaniach i wkładzie partnerów.	
Działania organizacyjne: opis wysiłków zespołu projektowego lub agenta zmian w zapewnienia, że działania będą realizowane w sposób innowacyjny, efektywny i wydajny.			

Źródło: D. Roduner, W. Schläppi, *Logical Framework Approach and Outcome Mapping a Constructive Attempt of Synthesis*, Zurich 2008, s. 18–20.

Bibliografia

- ABC zarządzania projektami miękkimi*, red. B. Grucza, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2012.
- Couillard J., Garon S., Riznic J., *The Logical Framework Approach – Millennium*, „Project Management Journal” 2009, Vol. 40, No. 4.
- Earl S., Carden F., Smutylo T., *Outcome Mapping – Building Learning and Reflection into Development Programmes*, International Development Research Centre, Ottawa 2001.

- Guidance for Countermeasure Planning with Logical Framework Approach*, JICA/EEAA 2008.
- Logical Framework Approach, a Flexible Tool for Participatory Development*, Danida 1996.
- Manual Project Cycle Management*, European Commission, March 2001.
- Podręcznik – Zarządzanie cyklem projektu*, Ministerstwo Gospodarki i Pracy, maj 2004.
- Project Cycle Management Guidelines*, European Commission, March 2004.
- Project Cycle Management Handbook*, European Commission, March 2002.
- Roche C., *Impact Assessment for Development Agencies*, Oxfam Publishing, Oxford, UK 1999.
- Roduner D., Schläppi W., *Logical Framework Approach and Outcome Mapping a Constructive Attempt of Synthesis*, Zurich 2008.
- Smutyło T., *Crouching Impact, Hidden Attribution: Overcoming Threats to Learning in Development Programs. Draft Learning Methodology Paper Prepared for the Block Island Workshop on Across Portfolio Learning, 22–24 May 2001*, Evaluation Unit, International Development Research Centre, Ottawa, ON, Canada.
- Spreckley F., Grucza B., *Zarządzanie cyklem projektu*, Fundacja Fundusz Współpracy, Warszawa 2005.
- The LogFrame Handbook, a Logical Framework Approach to Project Cycle Management*, The World Bank, USA 1997–2014.
- The Logical Framework Approach (LFA), Handbook for Objectives-Oriented Planning*, NORAD 1999.

8. ZWINNE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW

Przegląd modeli i rozwiązań planowania projektów byłby zdecydowanie niepełny, gdyby poprzestać wyłącznie na przedstawieniu metod związanych z podejściem presytuacyjnym. W ostatnich latach do głównego nurtu zarządzania projektami weszły bowiem tzw. metodyki zwinne (ang. *agile project methodologies*), odrzucające paradygmat długookresowego, szczegółowego planowania. Ich źródeł należy szukać głównie w problemach realizacji projektów informatycznych, których specyfika, złożoność i podatność na niekontrolowane zmiany zakresu powodowały dramatycznie niski odsetek projektów ukończonych powodzeniem¹⁷⁴. Krytycy stosowania w tym zakresie tradycyjnych metodyk opartych na podejściu kaskadowym podważają celowość szczegółowego, długookresowego planowania produktów i przebiegu projektu, a także stosowania krępujących norm i standardów zarządzania projektami¹⁷⁵.

Pierwsze prace na temat adaptacyjnych, nieliniowych metod realizacji przedsięwzięć sięgają lat 80. (np. metodyka *Rapid Application Development*), a o metodykach „lekkich” zaczęto mówić już w połowie lat 90. Kamieniem milowym rozwoju metodyk zwinnych było spisanie w 2001 roku tzw. manifestu *agile* – „Manifesto for Agile Software Development” – stanowiska jednoczącego twórców zwinnych metodyk zarządzania w wysiłkach na rzecz popularyzacji metod realizacji projektów informatycznych¹⁷⁶. Od tamtej pory metodyki, takie jak Rational Unified Process (RUP), SCRUM, eXtreme Programming, Adaptive Software Development, Feature Driven Development czy Dynamic Systems Development Method, zaczęły być wspólnie określane mianem metodyk zwinnych¹⁷⁷. Mimo początkowej rezerwy szerszego środowiska zarządzania projektami w kolejnych latach nastąpił gwałtowny rozwój

¹⁷⁴ M. Flasiński, *Zarządzanie projektami informatycznymi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.

¹⁷⁵ P. Wyrozębski, *Elastyczne podejście do zarządzania projektami*, w: *Problemy współczesnej praktyki zarządzania*, red. S. Lachiewicz, M. Matejun, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2007.

¹⁷⁶ Manifest Agile, <http://www.agilemanifesto.org/>.

¹⁷⁷ Oryginalny angielski termin *agile methodologies* w języku polskim jest najczęściej tłumaczony jako metodyki zwinne. Czytelnik może jednak spotkać się również z określeniem: żwawe, elastyczne, adaptacyjne, ewolucyjne, sytuacyjne, przyrostowe i wieloma innymi.

metodyk opartych na podejściu zwinnym¹⁷⁸. W chwili obecnej funkcjonują własne stowarzyszenia (Agile Alliance, International SCRUM Institute), grupy w ramach stowarzyszeń międzynarodowych (PMI Agile Community of Practice), systemy certyfikacji (PMI Agile Certified Practitioner, APMG Agile Project Management Certification). W 2013 r. PMI, doceniając rangę i dojrzałość problematyki, opublikował *Software Extension to the PMBoK Guide Fifth Edition*, rozszerzenie uniwersalnego standardu PMBoK o elementy zwinnego wytwarzania oprogramowania¹⁷⁹. Niektórzy uzasadniają wzrost zainteresowania metodykami zwinnymi modą na agile, jednakże prowadzone badania naukowe dotyczące projektów realizowanych za pomocą metod zwinnych wyraźnie obrazują ponadprzeciętne wyniki zespołów stosujących właśnie to podejście¹⁸⁰.

Rozważając praktyki planowania projektów w podejściu zwinnym należy na wstępie bardzo silnie podkreślić, iż agile w żaden sposób nie odrzuca planowania. Jak zauważa Charles G. Cobb, „wiele osób sądzi, że projekt agile jest zupełnie nieplanowany – ludzie po prostu zaczynają pisać kod z niewielkim planem lub bez niego”¹⁸¹. Inni autorzy przytaczają popularne opinie, iż zespoły nic nie planują, tylko skupiają swoją pracę na realizacji projektu¹⁸². W naturalny sposób twierdzenia te mijają się z prawdą. W trakcie prac zgodnie z filozofią agile wiele wysiłku wkłada się we właściwe przygotowanie i zaplanowanie realizacji projektu. Prace autorstwa M. Coram i S. Bohner wykazały, iż w podejściach zwinnych planowanie na początku projektu (ang. *up-front planing*) jest niezbędne¹⁸³.

Bardzo ciekawe obserwacje i wnioski na temat planowania w agile przedstawili P. Serrador i J.K. Pinto, badając znaczenie metodyk zwinnych w sukcesie projektu¹⁸⁴. W oparciu o dane empiryczne zebrane metodą ankietową z ponad 1300 projektów zaobserwowali, iż w przedsięwzięciach zarządzanych z wysokim udziałem metod

¹⁷⁸ A. Komus, *Studie: Status Quo Agile Verbreitung und Nutzen agiler Methoden*, University of Applied Sciences, BPM–Labor, Juli 2012, Version 1.11.

¹⁷⁹ PMI, *Software Extension to the PMBoK Guide Fifth Edition*, Project Management Institute 2013.

¹⁸⁰ G. Benefield, *Rolling out Agile at large Enterprise*, w: J. Sutherland, K. Schwaber, *The Scrum Papers: Nuts, Bolts, and Origins of an Agile Process*, www.scrumtraininginstitute.com; J. Sutherland, C. Jacobson, K. Johnson, *Scrum and CMMI Level 5: A Magic Potion for Code Warriors!*, Agile 2007, Washington 2007; *CHAOS Manifesto 2013: Think Big, Act Small*, The Standish Group International, Incorporated 2013.

¹⁸¹ Ch.G. Cobb, *Zrozumieć Agile Project Management. Równowaga kontroli i elastyczności*, APN Promise, Warszawa 2012, s. 51.

¹⁸² M. Cohn, *Agile Estimation and Planning*, Prentice Hall 2006, s. xxv; J. Decoster, *Different Levels of Planning*, <http://johandecapmoster.wordpress.com/2012/01/15/different-levels-of-planning/>.

¹⁸³ M. Coram, S. Bohner, *The impact of agile methods on software project management. Proceedings of the 12th IEEE International Conference and Workshops on Engineering of Computer-Based Systems*, IEEE Computer Society, Washington 2005, s. 363–370.

¹⁸⁴ P. Serrador, J.K. Pinto, *Does Agile Work? – A Quantitative Analysis of Agile Project Success*, „International Journal of Project Management” 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006>.

zwinnych planowanie na początku projektu zabierało podobną ilość czasu, co w przypadku tradycyjnych projektów. Ilość wysiłku włożonego w działania planistyczne po formalnym zakończeniu fazy planistycznej była za to istotnie dodatnio związana z stopniem „uzwinnienia” projektu. W wielu przypadkach w projektach realizowanych metodami zwinnymi w rzeczywistości wysiłek włożony w planowanie jest *de facto* większy, co wynika z faktu, iż różne formy planowania są rozproszone w całym cyklu życia projektu, w przeciwieństwie do koncentracji w jego początkowych fazach¹⁸⁵.

Tabela 8.1. Struktura planowania projektów w zależności od stopnia ich zwinności

Stopień zwinności zarządzania projektem	Średnie i ANOVA		Ważnych N
	Indeks planowania w fazie wstępnej (ang. <i>upfront planning effort index</i>)	Indeks planowania zwinnego (ang. <i>agile planning effort index</i>)	
80–100%	0,161	0,149	80
60–79%	0,147	0,138	152
40–59%	0,164	0,132	347
20–39%	0,135	0,101	162
1–19%	0,150	0,091	194
0%	0,154	0,048	451
Łącznie	0,153	0,105	1386
F	1,492	18,370	
p(F)	0,173	0,000	

– Indeks planowania w fazie wstępnej =
(wysiłek włożony w planowanie projektu w fazie planowania w dniach roboczych)/(czas trwania projektu)
– Indeks planowania zwinnego =
(wysiłek włożony w planowanie projektu po fazie planowania w dniach roboczych)/(czas trwania projektu)

Źródło: P. Serrador, J.K. Pinto, *Does Agile Work? – A Quantitative Analysis of Agile Project Success*, „International Journal of Project Management” 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006>.

W innym badaniu, autorstwa J. Koskela i P. Abrahamssona, dotyczącym roli klienta w projektach realizowanych metodyką XP, badacze wykazali, iż 42,8% swojego zaangażowania w projekt poświęcali na różnorodne prace planistyczne¹⁸⁶.

Zgodnie z modelami tradycyjnymi (podejście kaskadowe, *waterfall*) plany projektu są w szczególności przygotowywane na wstępie projektu. Według Howella i Koskeli często motywacją do ich tworzenia przychodzi spoza projektu: plany opracowuje się, aby spełnić wymagania prawne, regulacyjne lub inne oczekiwania kierownictwa. Potrzeby te dominują pierwotne uzasadnienie planu, jakim jest organizacja i har-

¹⁸⁵ Ibidem.

¹⁸⁶ J. Koskela, P. Abrahamsson, *On-Site Customer in an XP Project: Empirical Results from a Case Study*, w: *Software Process Improvement*, red. T. DingsÅ, yr, Vol. 3281, Springer, Berlin/Heidelberg 2004, s. 1–11.

monizacja wykonywanej pracy¹⁸⁷. Osoby opracowujące plany najczęściej nie biorą udziału w realizacji zadań. W efekcie zdaniem J. Highsmitha motywacją do tworzenia planów wynika bardziej z chęci kontroli i sprawowania nadzoru nad zespołem niż z faktycznej pomocy w pracy. Spuścizna naukowego zarządzania i dominacji szkoły planistycznej, przejawiającej się m.in. w rozwoju matematycznych technik sieciowych, zakodowała w umysłach osób odpowiedzialnych za projekty przekonanie, iż plan będący wynikiem wyłożonego wysiłku intelektualnego jest doskonałym i najlepszym wzorcem przebiegu projektu. W efekcie wszelkie odchylenia od planu traktowane były jako zboczenie z idealnie wyłożonej ścieżki prowadzącej do celu, kontrola zaś miała na celu przywrócenie projektu na właściwe tory. Jak zauważa J. Highsmith, „kontrola tradycyjnie skupiała się na poprawianiu, nie na uczelni, ponieważ plany postrzegano jako generalnie poprawne, a przedkładanie planu w czyny uznawano za proces prosty”¹⁸⁸. Wysoki stopień formalizmu, niechęć do poszukiwania źródeł odchyień, niski stopień współpracy i niechęć do modyfikacji raz opracowanych planów skutkowały odrzuceniem możliwości adaptacji i usprawnień wnoszonych do projektu w trakcie jego przebiegu.

W podejściu zwinnym planowaniu i kontroli przyświecają inne wartości. Przede wszystkim projekt jest skupiony na dostarczeniu rezultatu – doprowadzeniu przez kierownika projektu do wytworzenia wizji produktu i umożliwieniu zespołowi jej osiągnięcia. Planowanie jest istotną i ważną częścią zwinnych metod pracy, jednakże zgodnie z powiedzeniem Marszałka Helmuta Graf von Moltke: „Planowanie jest wszystkim, plany niczym” – w projektach zwinnych wysiłek ten nie musi przekładać się na formalne dokumenty planistyczne, jak na przykład szczegółowe wykresy Gantta. Planowanie agile zmienia priorytety z tworzenia artefaktów planistycznych, w kierunku planowania jako aktywności – symulowania przyszłego przebiegu projektu. Głównym powodem takiej zmiany jest uświadomienie sobie, iż projektom, a w szczególności projektom informatycznym, towarzyszy duża dawka niepewności wynikającej z trudności klienta w wyspecyfikowaniu szczegółowych wymagań złożonych systemów i aplikacji, które mają być dostarczone¹⁸⁹. W takiej sytuacji sposób zorganizowania projektu musi równoważyć wysiłek włożony w planowanie z jednej strony, zaś z drugiej świadomość, iż plan będzie się zmieniał w skutek zmian kształtu oczekiwanego produktu projektu. W efekcie planowanie musi zawierać element elastyczności umożliwiający ewolucję zakresu projektu oraz dopasowywanie się do zmieniających się oczekiwań. Jim Highsmith, charakteryzując istotę ruchu oraz twór-

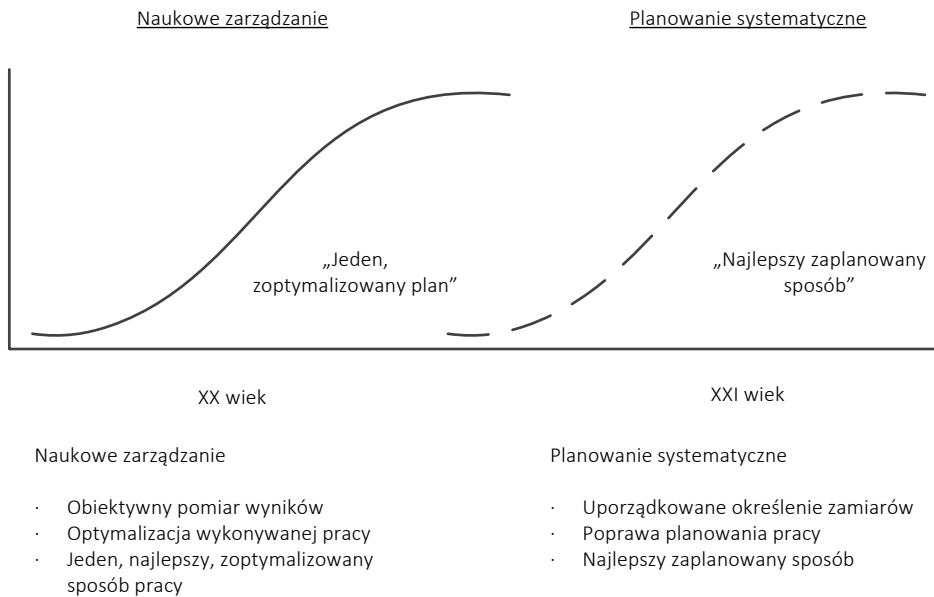
¹⁸⁷ J. Highsmith, *APM: Agile Project Management. Jak tworzyć innowacyjne produkty?*, Mikom, Warszawa 2005, s. 49.

¹⁸⁸ Ibidem.

¹⁸⁹ C. Larman, *Agile and Iterative Development – A Manager's Guide*, Addison-Wesley.

ców agile w zakresie planowania, uznał, iż „planujemy, lecz dostrzegamy ograniczenia planowania w niespokojnym środowisku”¹⁹⁰. Planowanie agile bliższe jest planowaniu systematycznemu i podejściu sytuacyjnemu niż naukowemu (zob. rysunek 8.1).

Rysunek 8.1. Porównanie planowania w ujęciu tradycyjnym (naukowym) oraz systematycznym



Źródło: R. Muther, G. Nadler, *100 Years of Project Planning*, „Industrial Engineer”, July 2011; Vol. 43, No. 7, s. 40.

Ch.G. Cobb, opisując praktyki planistyczne podejścia zwinnego, stosuje określenie „planowanie dokładnie na czas” (ang. *just in time planning*). Według niego „zamiast podejmować próbę wstępnego planowania całego projektu, wstępny plan ograniczony jest tylko do zakresu niezbędnego do rozpoczęcia projektu; dalsze planowanie odłożone jest do czasu, aż stanie się potrzebne”¹⁹¹. Dzięki takiemu podejściu zespół może relatywnie szybko rozpocząć prace, przystąpić do rozpoznania projektu „w boju” oraz uniknąć poświęcania czasu i wysiłku na przewidywanie odległych w czasie zdarzeń, które i tak będą musiały być przeplanowane.

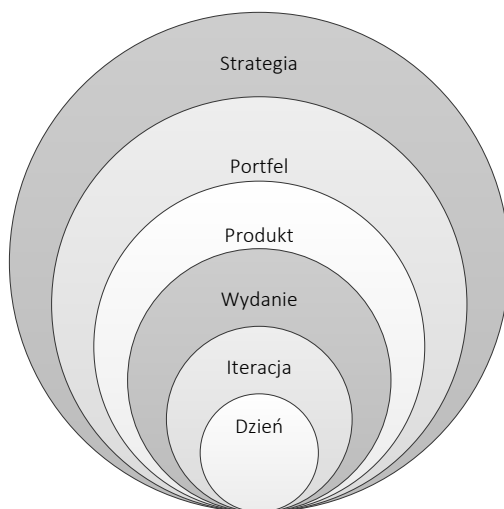
¹⁹⁰ J. Highsmith, *History: The Agile Manifesto*, <http://agilemanifesto.org/history.html>.

¹⁹¹ Ch.G. Cobb, *Zrozumieć Agile Project Management...*, op.cit., s. 51.

8.1. Poziomy planowania projektów agile

Opisując specyfikę i odmienność projektów zarządzanych zwinnie, należy mieć na uwadze, iż podobnie jak wszystkie inne przedsięwzięcia są one realizowane w określonym kontekście organizacyjnym. Przedsiębiorstwa i organizacje określają swoją długookresową strategię rozwoju, planują środki finansowe i opracowują roczne budżety, prognozują przyszłe przychody, koszty i zyski z prowadzonej działalności, zobowiązując się do ich realizacji przed właścicielami. Pojawia się zatem problem – jak połączyć zwinność w planowaniu i realizacji projektów „na dole” z wymaganiami środowiska organizacyjnego „na górze”. Odpowiedź na to pytanie można odnaleźć w tzw. cebuli planistycznej (ang. *planning onion*), obrazującej typy i hierarchię planowania w podejściu agile¹⁹².

Rysunek 8.2. „Cebula planistyczna” w zwinnym podejściu do zarządzania projektami



Źródło: S. Barr, *In Truth It's Not That Simple*, <http://intruthitsnotthatsimple.com/category/planning/page/2/>.

Autorstwo koncepcji zwinnej cebuli planistycznej można przypisać M. Cohnowi z firmy Mountain Goat Software, który przedstawił i opisał ją w książce pod tytułem *Agile Estimating and Planning*¹⁹³. Koncepcja ta szybko zdobyła znaczną popularność, szczególnie wśród praktyków agile mogących za jej pomocą wskazać, jak metodyki

¹⁹² W literaturze fachowej można spotkać również określenia „płomień planowania” (ang. *planning flame*). Por. <http://intruthitsnotthatsimple.com/2014/01/21/the-agile-planning-onion/>.

¹⁹³ M. Cohn, *Agile Estimating...*, op.cit.

zwinne integrują się z bardziej tradycyjnym podejściem planistycznym w przedsiębiorstwach. W źródłach można spotkać ujęcie zawierające oryginalnie sześć, a w niektórych przypadkach pięć warstw planistycznych (zob. tabela 8.2). Wśród autorów panuje zgoda co do najniższych poziomów planowania. Zewnętrzne warstwy cebuli różnią się w zależności od punktu wyjścia – strategii i portfela organizacji (wielu produktów) lub strategii i wizji produktu pojedynczego.

Tabela 8.2. Warstwy planowania w projektach zgodnie z podejściem zwinnym

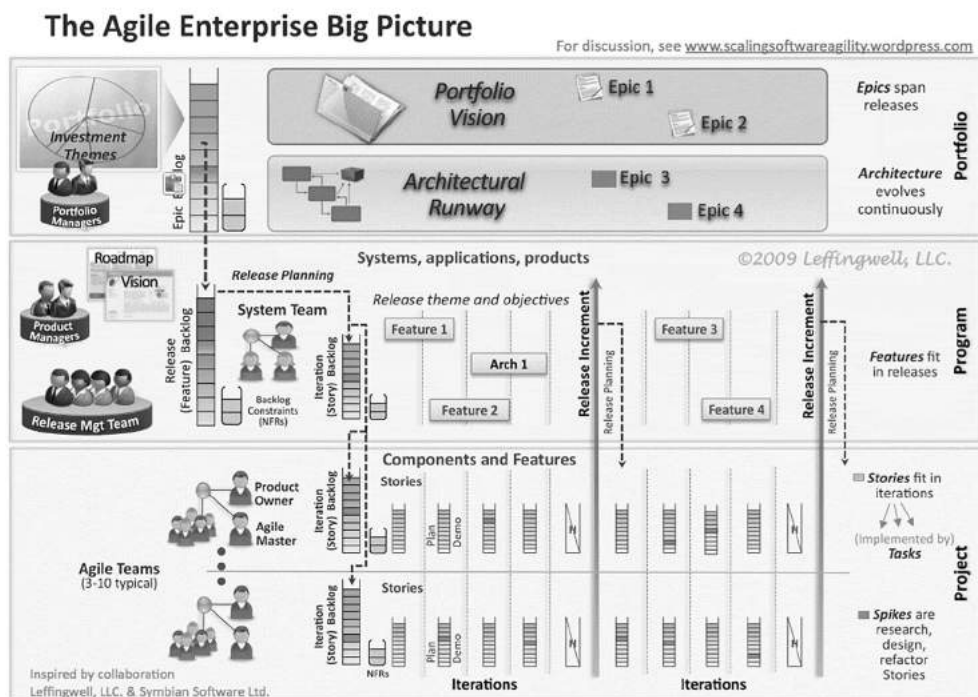
Autor	Warstwy planowania						
Mike Cohn	Strategia	Portfolio	Produkt	Wydanie	Iteracja	Dzień	
Kelly O'Regan	Wizja	Mapa drogowa		Wydanie	Sprint	Dzień	
Yogesh Kumar	Strategia	Portfel		Wydanie	Iteracja	Dzień	Ciągłe
Hubert Smits	Wizja produktu		Mapa drogowa produktu	Wydanie	Iteracja	Dzień	
Johan Decoster		Portfolio	Produkt	Wydanie	Iteracja	Dzień	

Źródło: opracowanie własne na podstawie M. Cohn, *Agile Estimating and Planning*, Prentice Hall 2006; Kelly O'Regan, www.solstice-mobile.com/blog/the-agile-onion-and-your-5-year-plan; Yogesh Kumar <http://www.agilehelpline.com/2011/04/6-levels-of-agile-planning.html>; H. Smits, *5 Levels of Agile Planning: From Enterprise Product Vision to Team Stand-up*, Rally Software Development Corp. 2006; Johan Decoster <http://johandecoster.wordpress.com/2012/01/15/different-levels-of-planning/>.

Jak zauważa M. Cohn, większość zespołów zwinnych koncentruje swoją uwagę na trzech najniższych poziomach planowania stanowiących esencję zwinnego wytwarzania produktów i związanych z działaniami produkcyjnymi, tj. planowaniu wydań, planowaniu iteracji i planowaniu poszczególnych dni pracy¹⁹⁴. Dla małych projektów takie podejście może być w pełni wystarczające. Jednakże będzie to za mało w przypadku projektów o znacznym zakresie i złożoności technologicznej, realizowanych w wielu wydaniach i iteracjach, wymagających współpracy kilku zespołów oraz integracji na poziomie architektury systemowej. Projekty tego typu wymagają planowania i koordynacji na poziomie całości przedsięwzięcia. Dodatkowo przy każdej skali działania nie należy zapominać o osadzeniu projektów zwinnych w kontekście biznesowym, a nie tylko informatycznym, dlatego też konieczne jest rozszerzenie typowego horyzontu uwagi zespołów na wyższe poziomy.

¹⁹⁴ Ibidem, s. 28–29.

Rysunek 8.3. Szerokie ujęcie organizacji projektu zgodnie z podejściem zwinnym



Źródło: D. Leffingwell, *Scaling Software Agility*, scalingsoftwareagilityblog.com.

Pierwszy, najwyższy poziom planowania odnosi się do **strategii organizacji**. Strategia i wizja rozwoju organizacji wyznacza długookresowe cele oraz pożądany stan organizacji do osiągnięcia w dłuższym horyzoncie czasu – najczęściej w okresie roku do trzech/pięciu lat. Założenia strategiczne są opracowywane na bazie oceny swoich silnych i słabych stron, analizy bliższego i dalszego otoczenia organizacji, analizy konkurencji oraz posiadanych przewag itp. Planowanie na poziomie strategii odbywa się najczęściej na poziomie najwyższego kierownictwa organizacji. Choć może wydawać się ono bardzo odległe od działań planistycznych poszczególnych zespołów projektowych, to wyznaczone w tym procesie cele i środki ich osiągnięcia albo są osiągane bezpośrednio za pomocą określonych tzw. projektów strategicznych, albo nadają strategiczny kierunek poszukiwaniu takich projektów w okresie realizacji strategii. W wyniku analizy i planowania strategicznego organizacja może np. uznać, iż celem strategicznym będzie uzyskanie w ciągu dwóch lat pozycji lidera rynku oprogramowania wspierającego zarządzanie projektami zwinnymi, z chęci realizacji tego celu będą wynikać konkretne inicjatywy tworzące na niższym poziomie portfel

(portfolio) działalności firmy. W przypadku Grupy PZU SA i głośnego w ostatnim czasie w środowisku agile projektu/programu o nazwie „Everest” jego realizacja była bezpośrednio związana ze strategią PZU 2.0, czyli wizją firmy mocno zorientowanej na klienta, oferującej nowatorskie rozwiązania. Projekt wpisywał się w cel głębokiej transformacji biznesowo-technologicznej poprzez opracowanie i wdrożenie nowego modelu operacyjnego PZU i innowacyjnego systemu do kompleksowej obsługi klientów, ubezpieczeń i agentów w Grupie¹⁹⁵.

Drugi poziom planistyczny to **poziom portfela organizacji**. Warstwa ta jest związana ze zbiorem wszystkich produktów i usług oferowanych klientom przez organizację. Planowanie portfela polega najczęściej na takim doborze i rozwoju posiadanych aktywów (aplikacji, systemów, linii produktowych), aby tworzyły spójny ze strategią, zbilansowany zbiór dający organizacji maksymalną wartość i zwrot z inwestycji. Zazwyczaj poziom planowania portfela leży w odpowiedzialności wyższego kierownictwa, które dysponując strategiczną wizją i celami organizacji, wyznacza kierunki rozwoju poszczególnych produktów. Podejmując decyzje portfelowe, decydenci mogą uwzględnić także takie elementy, jak: znaczenie produktu dla organizacji, poziom opłacalności produktu, tempo wzrostu rynku i etap cyklu życia produktu, na którym się znajduje, jego synergia z innymi produktami w portfelu i inne. Poniższy przykład prezentuje portfel produktów firmy Retailix, notowanego na giełdzie NASDAQ globalnego dostawcy i lidera rynku systemów wspierających handel i sprzedaż¹⁹⁶.

Rysunek 8.4. Portfel produktów Retailix

PAKIET „SKLEPY & KANAŁY SPRZEDAŻY”			
PUNKTY STYKU Z KLIENTAMI	ZARZĄDZANIE SKLEPEM	PŁATNOŚCI I USŁUGI ELEKTRONICZNE	MOBILNE & E-COMMERCE
<ul style="list-style-type: none"> - Pos - Self-scan - Self-checkout - Mobile pos - Kiosk - Scale - Fuel - Qsr 	<ul style="list-style-type: none"> - Store manager - Inventory manager - Mobile store manager - Forecourt manager 	<ul style="list-style-type: none"> - Electronic payments - Value added online service - Mobile payments 	<ul style="list-style-type: none"> - Mobile shopper - E-store server - Mobile marketing

¹⁹⁵ PZU uruchamia projekt Everest, „Gazeta Ubezpieczeniowa”, http://www.gu.com.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=44263:pzu-uruchamia-projekt-everest&catid=115&Itemid=143.

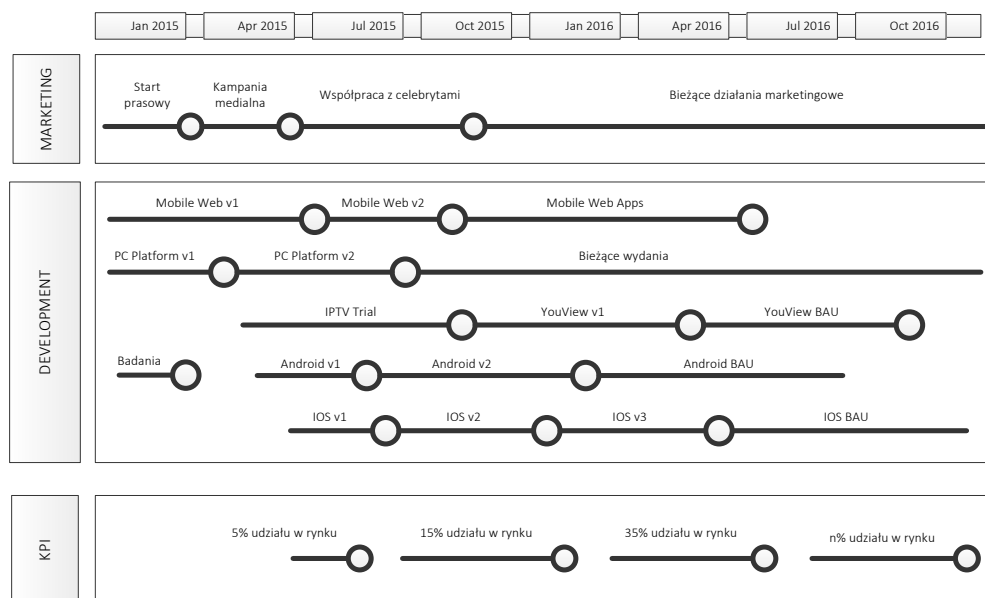
¹⁹⁶ <http://retalix-intl.com/uk/products/>.

PAKIET „MARKETING I ZARZĄDZANIE KLIENTAMI”	PAKIET HANDLOWY	PAKIET ŁAŃCUCHA DOSTAW
<ul style="list-style-type: none"> - Promotion management - Loyalty management - Customer management - Multi-channel targeted marketing - Loyalty and promo engine - Campaign management 	<ul style="list-style-type: none"> - Item & assortment management - Price & promotions management - Inventory management & demand-driven replenishment - Procurement & supplier management 	<ul style="list-style-type: none"> - Warehouse management - Transportation management
RETALIX FOUNDATION		
Analytics	Retail master data	Operational tools

Źródło: <http://retalix-intl.com/uk/products/>.

Poziom portfel jest związany nie tylko z doбором produktów, lecz także z określaniem indywidualnych strategii rozwojowych każdego z nich. W tym celu są opracowywane plany na poziomie produktów, czyli tzw. mapy drogowe (ang. *roadmap*). Zadaniem map drogowych jest wskazanie zakresu produktów podlegających rozwojowi, opisu zmian i transz nowych funkcjonalności, etapów rozwoju, czyli kolejnych wersji lub wydań oraz ich planowanych terminów (kamieni milowych). Horyzont planowania typowej mapy drogowej to około roku do półtora w podziale na kwartały¹⁹⁷.

Rysunek 8.5. Przykład mapy drogowej rozwoju produktów



Źródło: <http://business-docs.co.uk/wp-content/uploads/2011/06/product-roadmap-style-02-full-850x609.jpg>.

¹⁹⁷ <http://www.solstice-mobile.com/blog/the-agile-onion-and-your-5-year-plan>.

Właścicielem mapy drogowej na poziomie portfela będzie jego menedżer lub szef pionu, w ramach którego realizowane są projekty. Natomiast odpowiedzialność za mapę drogową na poziomie pojedynczego produktu ponosi już właściciel produktu (ang. *product owner*).

Mapy drogowe stanowią nieocenione narzędzie komunikacji zarówno z zespołem projektowym, jak i członkami wyższego kierownictwa: dają możliwość oglądu całości rozwoju produktu, informują o datach kolejnych wydań, wskazują zakres funkcjonalności dla każdego wydania i ich priorytety oraz skupiają uwagę na wartości biznesowej uzyskiwanej w efekcie zaplanowanych wydań.

Dobłą praktyką tworzenia nowych produktów jest stworzenie ich wizji, czyli krótkiej charakterystyki opisującej ich sens, ideę, przeznaczenie, grupę docelową itp. Wizja powinna być syntetyczna, dająca się przedstawić podczas krótkiej rozmowy, ale także atrakcyjna i przyciągająca uwagę. W tworzeniu wizji produktu pomocny jest test windowy opracowany przez Goeffrey'a Moore'a¹⁹⁸. Prezentacja produktu, która może odbyć się podczas przykładowej podróży windą, powinna zawierać następujące elementy:

- grupa docelowa,
- określenie potrzeby lub szansy biznesowej,
- nazwa produktu i jego kategoria,
- kluczowe korzyści i argumenty zakupu,
- wskazanie najważniejszych konkurentów,
- wskazanie cech odróżniających się od najważniejszych konkurentów.

Dokumentem planistycznym opisującym **wizję rozwoju produktu** jest wykaz prac produktu (ang. *product backlog*). Wykaz prac produktu jest jednym dokumentem przedstawiającym spójny, definitywny opis wymagań dotyczących produktu – „wszystkiego, co może być kiedykolwiek zrobione przez zespół, w kolejności ważności”¹⁹⁹. Elementami umieszczanymi w wykazie będą przede wszystkim nowe funkcjonalności oprogramowania, cele związane z poprawą wydajności systemu, prace rozwojowe i pomysły na innowacje jak również prace nad rozwiązaniem znanych usterek²⁰⁰. Elementy funkcjonalności są podstawową jednostką opisującą zakres projektu.

Jedną z częściej stosowanych praktyk opisu funkcjonalności produktu, choć nie jedyną, jest odniesienie ich do tzw. historyjek użytkownika (ang. *user stories*). Historyjki stanowią opis działania osób korzystających z produktu (np. użytkowników aplikacji, administratora systemu itp.) i są formułowane bez uwzględnienia aspektu

¹⁹⁸ J. Highsmith, *Agile Project Management...*, op.cit., s. 108.

¹⁹⁹ P. Deemer, G. Benefield, C. Larman, B. Vodde, *SCRUM Primer: An Introduction to Agile Project Management with Scrum*, ver. 1.2, 2010, <http://scrumtraininginstitute.com>.

²⁰⁰ P. Wyrozębki, *Metodyka SCRUM*, w: *Metodyki zarządzania projektami*, Bizarre, Warszawa 2011.

technologicznego, ale w sposób umożliwiający oszacowanie pracy wymaganej do ich wykonania²⁰¹. Sposób konstrukcji historyjki zawiera trzy elementy: *Jako* <typ użytkownika/rola>, *chcę* <cel/akcja>, *aby* <powód/warunki>²⁰². W metodykach zwinnych plany projektu są budowane na podziale funkcjonalności, a nie jak w przypadku podejścia tradycyjnego w oparciu o zidentyfikowane czynności i zadania. Jak podkreślają M. Cohn i J. Highsmith, łatwo jest zbudować plan projektu w oparciu o standardowe typy zadań bez faktycznego zrozumienia, na czym polega istota budowanego produktu. W przypadku planu opartego na funkcjonalnościach zespół dużo lepiej rozumie uzasadnienie, zakres i oczekiwany sposób pracy odbiorcy z produktem²⁰³. Na etapie definiowania produktu na liście znajdują się zazwyczaj duże i bardzo duże funkcjonalności, tzw. *epics* – opowieści. Planując poszczególne wydania i iteracje, należy rozbić je z góry na elementy łatwiejsze do oszacowania, wykonania i przetestowania²⁰⁴. Ich uszczegółowienie i podział na funkcjonalności niższego rzędu tworzy tzw. strukturę podziału funkcjonalności (ang. *feature breakdown structure* – FBS).

Podejście agile za sposób rozwoju produktu przyjmuje podejście przyrostowe, inkrementalne. Sposobem planowania kolejnych przyrostów jest zastosowanie serii wydań (ang. *release*) i planu wydań produktu (ang. *release plan*). Wydania są określane wskazaniem daty i planowanego wysokopoziomowego zestawu dostarczonych funkcjonalności. Każda kolejna wersja powinna stanowić działający podzbiór całej funkcjonalności dostarczanej użytkownikowi²⁰⁵. Planowanie wydania jest związane przede wszystkim z nałożeniem na pracę zespołu ograniczeń dotyczących czasu. Typowy czas między wydaniami to około dwóch do czterech miesięcy. Zakres dostarczanych funkcjonalności, ze względu na trudność w definiowaniu projektu, jest pozostawiony jako zmienna wynikowa.

W dostarczeniu interesariuszom jak największej wartości z rezultatu osiąganego w trakcie wydań kluczowe znaczenie ma wspomniany wcześniej wykaz prac produktu przedstawiający w kolejności ważności wszystkie oczekiwane funkcjonalności produktu. Podczas planowania wydań zakres opisany w wykazie jest rozdzielany na poszczególne wydania z uwzględnieniem ich priorytetów i istotności. Szeregowanie funkcjonalności pod kątem priorytetów umożliwia znana i często polecana technika „MoSCow” od angielskich słów: „Must have”, „Should have”, „Could have”,

²⁰¹ Kasiaro Blog, *Jak planować projekty Agile? (relacja z wykładu Sabre)*, <http://kasiaro.jogger.pl/2007/11/14/jak-planowac-projekty-agile-relacja-z-wykladu-sabre/>.

²⁰² Ch.G. Cobb, *Zrozumieć Agile Project Management...*, op.cit., s. 54.

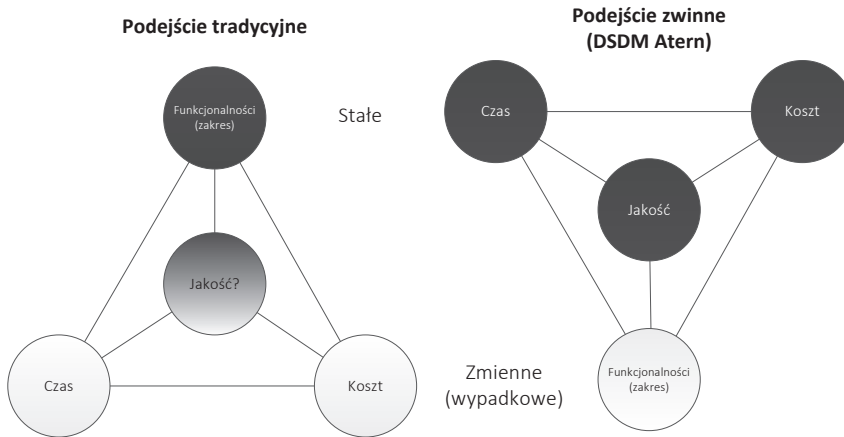
²⁰³ M. Cohn, *Agile Estimating...*, op.cit., s. 252.

²⁰⁴ H. Smits, *5 Levels of Agile Planning: From Enterprise Product Vision to Team Stand-up*, 2006 Rally Software Development Corp.

²⁰⁵ Ch.G. Cobb, *Zrozumieć Agile Project Management...*, op.cit., s. 53.

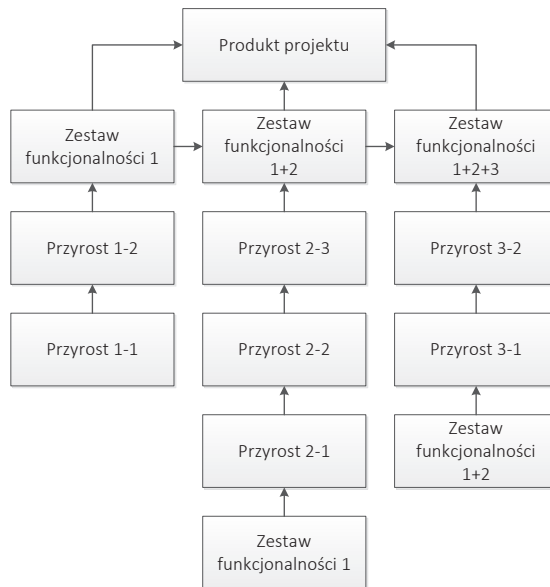
„Won't have”. Podjęte decyzje znajdują swoje odzwierciedlenie w tzw. wykazach prac wydania (ang. *release backlog*).

Rysunek 8.6. Porównanie priorytetów rozwoju projektu według tradycyjnego i zwinnego podejścia w zarządzaniu projektami



Źródło: K. Richards, *Agile Project Management: Integrating DSDM Atern into an existing PRINCE2™ environment*, White Paper, March 2010, www.best-management-practice.com.

Rysunek 8.7. Model przyrostowego rozwoju projektu przy zastosowaniu kolejnych wydań produktu



Źródło: PMI, *Software Extension to PMBoK Guide Fifth Edition*, Project Management Institute 2013.

Planowanie terminów wydań służy często integracji postępów projektu z otoczeniem, np. poprzez dopasowanie wydań do harmonogramu działań utrzymaniowych (np. odłączenie systemu na czas rutynowej konserwacji jako okazja do wprowadzenia kolejnej, rozbudowanej, wersji) lub prezentacja nowej aplikacji podczas korporacyjnych szkoleń i konferencji czy innych.

Podczas planowania wydań oprócz założeń dotyczących wysokopoziomowego rozwoju produktów podejmuje się również decyzje odnośnie do poszczególnych iteracji wchodzących w ich skład. Zespół wytwórczy razem z właścicielem produktu decyduje o liczbie iteracji przypadających na każde wydanie. W trakcie jednego wydania jest możliwe zaplanowanie od kilku do kilkunastu iteracji łącznie dających efekt w postaci działającej wersji produktu.

Iteracje są to intensywne, krótkie okresy, podczas których zespół projektowy ma za zadanie przetworzyć informacje o funkcjonalnościach w zakodowany, przetestowany i działający element większej całości, który może zostać zademonstrowany właścicielowi produktu i potencjalnemu klientowi. Istotą iteracji jest ich krótki (dwa do czterech tygodni) czas trwania traktowany jako sztywny i nieprzekraczalny. Dysponując wykazem prac na poziomie produktu, poszczególne elementy funkcjonalności są szacowane pod kątem wartości, wielkości i pracochłonności, a następnie po uwzględnieniu wydajności pracy zespołu przypisywane do poszczególnych iteracji. Z perspektywy planowania iteracji J. Highsmith dzieli plany tworzone przez zespoły na trzy typy, uzależniając je od poziomu niepewności projektu²⁰⁶.

- kompletny plan, w którym elementy funkcjonalności są przypisane do wszystkich przewidzianych iteracji,
- dwuczęściowy plan uwzględniający tylko następną iterację i całą resztę projektu,
- planowanie kroczące z iteracji na iterację.

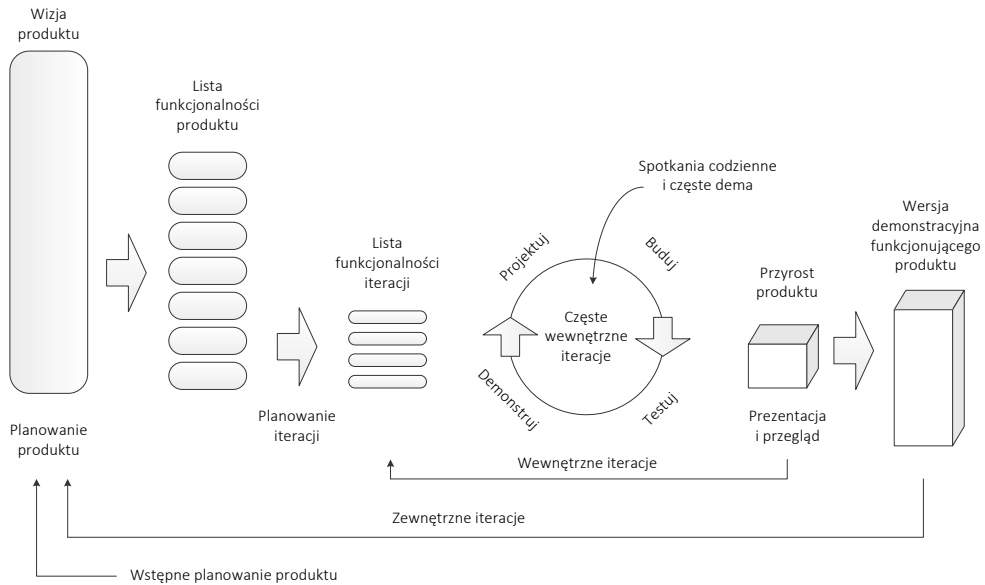
Bez względu na przyjęty wariant planowania na początku pierwszej i każdej kolejnej iteracji celem zespołu jest opracowanie planu dla bieżącej iteracji. Plan iteracji jest podstawą jakichkolwiek prac. Planowanie odbywa się podczas spotkania, w którym bierze udział cały zespół projektowy, w tym bezpośrednio klient bądź osoba reprezentująca jego interesy – właściciel produktu.

W metodyce SCRUM spotkanie planowania iteracji (sprintu) trwa zazwyczaj jeden pełny dzień i składa się z dwóch części po cztery godziny każda. W trakcie pierwszej części właściciel produktu wraz z zespołem i przy wsparciu ze strony szefa scruma dokonuje przeglądu wizji, mapy drogowej, planu wydań i wykazu prac produktu. Zespół powinien zapoznać się z opisami pozycji wykazu, którymi w pierwszej kolej-

²⁰⁶ J. Highsmith, *Agile Project Management...*, op.cit., s. 163.

ności jest zainteresowany właściciel produktu, oraz wyrazić swoją opinię na temat dokładności szacunków ich pracochłonności.

Rysunek 8.8. Model iteracyjnego zarządzania projektem zgodnie z metodyką SCRUM



Źródło: PMI, *Software Extension to PMBoK Guide Fifth Edition*, Project Management Institute 2013.

Szacowanie wielkości i czasochłonności wytwarzania elementów funkcjonalności ma kluczowe znaczenie dla podejmowanych zobowiązań zespołu w ramach iteracji. Metodyki zwinne proponują w tym zakresie techniki, takie jak²⁰⁷:

- szacowanie rozmiaru historyjek użytkownika za pomocą szeregu Fibonacciego,
- wykorzystanie kart do pokera planistycznego²⁰⁸,
- szacowanie czasu w „dniach idealnych”,
- techniki oceny eksperckiej,
- szacowanie przez analogię,
- techniki dekompozycji.

Następnie zespół dokonuje wyboru pozycji wykazu, które będą podlegały opracowaniu w danym sprincie. Zespół „zdejmuje” elementy z góry listy priorytetów i podejmuje się ich realizacji w trakcie trwania jednej iteracji. Decyzje te wiążą się zawsze ze zobowiązaniem do wykonania w pełni działającej i dającej się zademon-

²⁰⁷ M. Cohn, *Agile Estimating...*, op.cit., s. 31–75.

²⁰⁸ Planning Poker, www.planningpoker.com.

strować funkcjonalności systemu. Ilość pracy podjętej przez zespół będzie zależała od wielkości zespołu, dostępnych roboczogodzin i poziomu produktywności zespołu (ang. *velocity*).

Po podjęciu decyzji o elementach wchodzących w skład sprintu rozpoczyna się część druga spotkania, polegająca na szczegółowym zaplanowaniu zadań i czasochłonności pracy do wykonania. Dzieje się to za pomocą dekompozycji funkcjonalności wyszczególnionych w wykazie prac produktu na zadania cząstkowe (ang. *sprint tasks*), konieczne do ich wdrożenia. Podział ten powinien doprowadzić do sytuacji, w której zidentyfikowane zadania nie będą trwały więcej niż dwa dni po 16 godzin roboczych. Opracowana lista zadań na najbliższą iterację nosi nazwę wykazu prac sprintu (ang. *sprint backlog*). Na moment spisania lista wykaz prac sprintu niekoniecznie musi być kompletna, gdyż plan jest konstruowany przy danym (niepełnym) stanie wiedzy zespołu. Lista ta z pewnością będzie aktualizowana w miarę upływu czasu trwania danej iteracji.

Bardzo często do wizualizacji wykazu prac sprintu wykorzystuje się tablice do pisania lub tablice korkowe, na które nanosi się żółte karteczki symbolizujące poszczególne zadania i funkcjonalności realizowane w trakcie iteracji. Zadania te dzieli się na: jeszcze nierozpoczęte, w trakcie realizacji i zakończone.

Bardzo ważną zasadą metodyki SCRUM jest warunek niezmienności listy funkcjonalności przyjętej do realizacji w danym sprincie. Oznacza to, że gdy zespół i właściciel produktu raz osiągną porozumienie co do zakresu prac do wykonania, żadna ze stron nie może go zmienić. Zapobiega to sytuacjom, w których kierownictwo po tygodniu od spotkania próbuje wymóc na zespole dodatkową pracę lub z dużą częstotliwością zmieniać priorytety zadań, zaś zespół motywuje do dotrzymania obietnic. Jednak wymaga zarówno od jednej, jak i drugiej strony odpowiedzialności za podjęte zobowiązania. Jeżeli natomiast sytuacja zmieni się drastycznie, tak, że interwencja będzie rzeczywiście konieczna, jest możliwe zaproponowanie przerwania aktualnie toczącego się sprintu i ponowna organizacja spotkania planowania sprintu²⁰⁹.

Najniższym poziomem organizacji projektu zwinnego są poszczególne dni pracy. Każdego dnia pracy zespołu odbywają się rutynowe spotkania całego zespołu, tzw. spotkania na stojaka (ang. *stand-up meetings*). Przewodnią rolę facylitatora odpowiedzialnego za organizację spotkań pełni szef scruma. Podczas spotkań poszczególni członkowie sprawozdają postęp wykonanej pracy, przedstawiają plan na kolejny dzień i ewentualne problemy, których nie mogą przewyciężyć. Istotą spotkań jest ich czas trwania ograniczony do 15 minut i forma – na stojąco. Ma to zapewnić, iż spotkania są krótkie i maksymalnie efektywne, zaś zespół pozostaje skoncentrowany

²⁰⁹ P. Wyrozębki, *Metodyka SCRUM*, op.cit.

na omówieniu postępu iteracji i powrocie do dalszej pracy. Spotkania te mają bardziej charakter „operatywek” niż długich „posiadówek”. Te codzienne spotkania pełnią wieloraką funkcję:

- niwelują syndrom studenta i prawo Parkinsona, gdyż konieczność codziennego informowania innych o swojej pracy tworzy dyskomfort i psychiczną presję, aby zobowiązań dotrzymać,
- dają możliwość zbierania informacji o aktualnym tempie pracy oraz prognozowania czasu potrzebnego na wykonanie całości,
- motywują i energetyzują zespół do działania, budują poczucie wspólnoty i przynależności,
- umożliwiają dynamiczną alokację członków zespołu do kolejnych zadań,
- tworzą platformę do dzielenia się wiedzą i doświadczeniami nabytymi podczas wykonywania zadań,
- zapewniają kontrolę nad postępem iteracji i koncentrują uwagę zespołu na zadaniach do wykonania.

Spotkania codzienne są również ważnym elementem planowania. Zespół może dzięki nim planować zakres zadań na najbliższy dzień i podejmować wspólne decyzje odnośnie do alokacji osób do ich wykonania. Dodatkowo wysoka częstotliwość spotkań pozwala na bieżąco korygować plany w miarę postępu pracy. W przypadku większych projektów koordynacja spotkań codziennych (tzw. *scrum of scrums*) daje możliwość harmonizacji pracy pomiędzy kilkoma zespołami wytwórczymi zaangażowanymi w ten sam projekt.

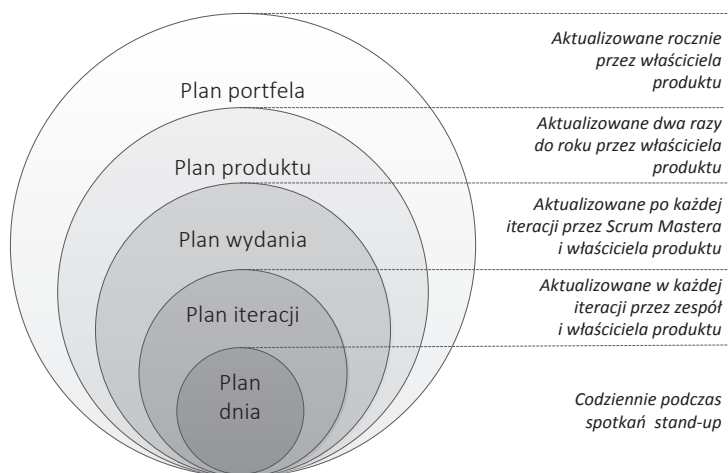
8.2. Podsumowanie

Podejście zwinne w realizacji projektu cechuje się dużą elastycznością i „lekkością” zarządzania. W myśl idei twórców *Manifestu Agile* bardziej niż procesy i narzędzia, dokumenty i kurczowe trzymanie się planu wartościowe są osoby i relacje, współpraca z klientem oraz reagowanie i adaptacja do pojawiających się zmian. O ile jednak podejście to wprowadza zwinność i adaptacyjność do projektu, to dalekie jest od anarchii i pełnej spontaniczności w pracy zespołów. Realizacja projektu jako złożone i niepowtarzalne przedsięwzięcie wymaga zawsze odpowiedniego przygotowania i planowania pracy.

Aby zrozumieć istotę planowania w podejściu zwinnym, należy mieć na uwadze, iż towarzysząca tego typu projektom sytuacja planistyczna ze względu na złożoność technologiczną i trudność w pełnym zdefiniowaniu produktu końcowego zdecydowanie bliższa jest planowaniu w warunkach niepewności i wysokiego ryzyka niż sytuacji

deterministycznej. Zakres produktu jest opisywany funkcjonalnościami, których konfiguracja może ulegać zmianie, jednak w każdym momencie projektu znajdują one swoje odzwierciedlenie w wykazie prac produktu. W miejsce tradycyjnego podejścia do planowania opartego na definiowaniu zadań, ustalaniu ich sekwencji, określaniu czasu i tworzeniu harmonogramu jest proponowane przyrostowe, iteracyjne wytwarzanie produktu poprzez planowanie prac w oparciu o bieżące priorytety. Projekt może dzięki temu ewoluować, pozostając jednocześnie pod kontrolą. Podejmowanie decyzji odkłada się do ostatniej, rozsądnej chwili. Planowanie jest delegowane na najniższy kompetentny szczebel. Jego horyzont i zakres odzwierciedla zdolność do wiarygodnego prognozowania przyszłości. Nacisk na plany w rozumieniu artefaktów i dokumentów planistycznych jest przeniesiony na planowanie rozumiane jako proces wyznaczania celów i zapewniania środków do ich osiągnięcia. W projekcie zwinnym plan funkcjonuje jako hipoteza weryfikowana w trakcie pracy, stąd też częste modyfikacje planów i replanowanie co dzień, co iteracje i co wydanie.

Rysunek 8.9. Częstotliwość replanowania w podejściu zwinnym



Źródło: J. Decoster, *Different Levels of Planning*, <http://johandecoster.wordpress.com/2012/01/15/different-levels-of-planning/>.

Nie należy jednakże zapominać, iż przy całej specyfice planowania i realizacji projektów zgodnie z nurtem agile – ich iteracyjności i elastyczności – nadal są to przedsięwzięcia osadzone w szerszych realiach biznesowych, wymagające zabezpieczenia określonych zasobów pieniężnych, ludzkich i rzeczowych, i realizowane w kontekście planowanego portfela działalności organizacji. Zwinności i planowaniu opartym na priorytetach na poziomie procesów wytwórczych zwykle będzie towarzyszyć

typowe presytuacyjne, planistyczne podejście na poziomie zarządzania projektem jako całością.

Bibliografia

- Barr S., *In Truth It's Not That Simple*, <http://intruthitsnotthatsimple.com/category/planning/page/2/>.
- Benefield G., *Rolling out Agile at large Enterprise*, w: Sutherland J., Schwaber K., *The Scrum Papers: Nuts, Bolts, and Origins of an Agile Process*, www.scrumtraininginstitute.com.
- CHAOS Manifesto 2013: *Think Big, Act Small*, The Standish Group International, Incorporated 2013.
- Cobb Ch.G., *Zrozumieć Agile Project Management. Równowaga kontroli i elastyczności*, APN Promise, Warszawa 2012, s. 53.
- Cohn M., *Agile Estimation and Planning*, Prentice Hall 2006.
- Decoster J., *Different Levels of Planning*, <http://johandecapmoster.wordpress.com/2012/01/15/different-levels-of-planning/>.
- Deemer P., Benefield G., Larman C., Vodde B., *SCRUM Primer: An Introduction to Agile Project Management with Scrum*, ver. 1.2, 2010, <http://scrumtraininginstitute.com>.
- Flasiński M., *Zarządzanie projektami informatycznymi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
- Highsmith J., *APM: Agile Project Management. Jak tworzyć innowacyjne produkty?*, Mikom, Warszawa 2005.
- Highsmith J., *History: The Agile Manifesto*, <http://agilemanifesto.org/history.html>.
- Kasiaro Blog, *Jak planować projekty Agile? (relacja z wykładu Sabre)*, <http://kasiaro.jogger.pl/2007/11/14/jak-planowac-projekty-agile-relacja-z-wykladu-sabre/>.
- Kelly O'Regan, www.solstice-mobile.com/blog/the-agile-onion-and-your-5-year-plan.
- Komus A., *Studie: Status Quo Agile Verbreitung und Nutzen agiler Methoden*, University of Applied Sciences, BPM-Labor, Juli 2012, Version 1.11.
- Larman C., *Agile and Iterative Development – A Manager's Guide*, Addison-Wesley.
- Leffingwell D., *Scaling Software Agility*, scalingsoftwareagilityblog.com.
- Manifest Agile*, <http://www.agilemanifesto.org/>.
- Muther R., Nadler G., *100 Years of Project Planning*, „Industrial Engineer”, July 2011, Vol. 43, No. 7.
- Planning Poker*, www.planningpoker.com.
- PMI, *Software Extension to the PMBoK Guide Fifth Edition*, Project Management Institute 2013.
- Richards K., *Agile Project Management: Integrating DSDM Atern into an existing PRINCE2™ environment*, White Paper, March 2010, www.best-management-practice.com.

- Smits H., *5 Levels of Agile Planning: From Enterprise Product Vision to Team Stand-up*, 2006 Rally Software Development Corp.
- Sutherland J., Jacobson C., Johnson K., *Scrum and CMMI Level 5: A Magic Potion for Code Warriors!*, Agile 2007, Washington 2007.
- Wyrozębski P., *Elastyczne podejście do zarządzania projektami*, w: *Problemy współczesnej praktyki zarządzania*, red. S. Lachiewicz, M. Matejun, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2007.
- Wyrozębski P., *Metodyka SCRUM*, w: *Metodyki zarządzania projektami*, Bizarre, Warszawa 2011.
- Yogesh Kumar, <http://www.agilehelpline.com/2011/04/6-levels-of-agile-planning.html>.

9. HEURYSTYCZNE KONCEPCJE I MODELE PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW

9.1. Geneza heurystycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

Heurystyczne koncepcje i modele planowania przebiegu projektów powstały jako reakcja na omówione wcześniej ograniczenia klasycznych, deterministycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów w warunkach niepewności. Planowanie w warunkach niepewności dotyczy przede wszystkim projektów o wysokim poziomie innowacyjności we wszystkich jej wymiarach: podejmowanych dla zaspokojenia nowych potrzeb, zmierzające do stworzenia nieznanych dotąd obiektów, wymagających zastosowania nowej wiedzy, opartych na nowych sposobach działania (technologiach). Z wysoką innowacyjnością projektu związana jest zazwyczaj złożoność projektu i wysokie ryzyko jego realizacji.

Niepewność dotyczy w przypadku heurystycznych koncepcji i modeli następujących warunków planowania:

- 1) **Cele** nie mogą być jednoznacznie wyznaczone, mają charakter wytycznych kierunkowych.
- 2) **Struktura projektu** nie jest możliwa do dokładnego określenia zawczasu, możliwe jest jedynie określenie jego ogólnej struktury hierarchicznej, celowe jest rozważanie wariantów struktury.
- 3) **Czasy realizacji** czynności projektu są trudne do oszacowania, terminy projektu i rezerwy czasu w projekcie nie mogą być wyznaczone zawczasu.
- 4) **Zasoby** projektu są limitowane w znacznym zakresie, niemożliwe jest natomiast oszacowanie zawczasu zapotrzebowania projektu na poszczególne zasoby w kolejnych etapach jego realizacji.
- 5) **Koszty** projektu są limitowane, nie mogą być jednak dokładnie oszacowane zawczasu. Zapotrzebowanie projektu na środki finansowe co do rodzaju i okresu nie może być wyznaczone zawczasu.
- 6) **Regulacje** możliwe do zastosowania powinny się odznaczać niskim poziomem standaryzacji, tj. mają zazwyczaj postać regulacji ramowych lub reguły postępowania (heurystycznych).

- 7) **Podejście** właściwe dla planowania to w tych warunkach podejście sytuacyjne, czyli dobór szczegółowych działań projektu w trakcie jego realizacji zgodnie z przyjętymi na etapie planowania (czyli presytuacyjnie) ogólnymi regułami i schematami postępowania.

Określenie „heurystyczne” pochodzi od stosowanych w tych koncepcjach i modelach planowania przebiegu projektów sposobów regulacji działań w postaci tzw. reguł heurystycznych (reguł postępowania). Zastosowanie reguł heurystycznych jest wynikiem następującej konstatacji: „Nigdy nie możemy przewidzieć na długo z góry naszych decyzji, a jeszcze mniej możemy przewidzieć okoliczności, tak że w obu wypadkach naprawdę znamy tylko teraźniejszość. Dlatego nie możemy zmierzać bezpośrednio do celu, dopóki jest on odległy, możemy jedynie kierować się w przybliżeniu w jego stronę, opierając się na domniemaniach. Możemy mianowicie robić tylko jedno: podejmować zawsze decyzje stosownie do aktualnych okoliczności w nadziei, że zbliżą nas one do głównego celu”²¹⁰.

9.2. Charakterystyka heurystycznych koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów

Jako przykład ilustrujący podejście do planowania heurystycznych koncepcji i modeli przebiegu projektów posłużą **metody drzewa celów** (ang. *relevance tree*), nazywane także metodami drzewa zależności lub drzewa istotności. Metody te zostały opracowane w latach 60. ubiegłego wieku w Stanach Zjednoczonych i w Europie na potrzeby złożonych, innowacyjnych i kosztownych projektów zarządzania projektami obronnych, kosmicznych, rozwojowych i społecznych.

Metody drzewa celów należą do grupy sytuacyjnych metod planowania przebiegu projektu, co oznacza, że zakres prac planistycznych (działań presytuacyjnych) jest w nich ograniczony w stosunku do czynności sterowania projektem (działań sytuacyjnych). Planowanie w tej metodzie jest ograniczone do planowania struktury zadaniowej (hierarchicznej) projektu i zaplanowania reguł heurystycznych realizacji projektu. Reguły mają postać reguł priorytetu, określają bowiem priorytety rozdziału zasobów na poszczególne zadania. Posługiwanie się dobrze dobranymi regułami priorytetu powoduje, że pomimo braku szczegółowego planu przebiegu projektu, minimalizuje się okres realizacji projektu i racjonalne wykorzystanie zasobów przeznaczonych na projekt.

²¹⁰ A. Schopenhauer, filozof niemiecki.

Pierwowzorem metody drzewa celów jest metoda planowania i kontroli realizacji projektów kosmicznych PATTERN (ang. *Planning Assistance Trough Technical Evaluation on Relevance Numbers*). Poniżej zostanie opisana metoda drzewa celów w jej ogólnej postaci²¹¹. Metoda drzewa celów jest realizowana w sześciu etapach:

- 1) Definiowanie projektu.
- 2) Planowanie struktury hierarchicznej projektu w postaci drzewa celów.
- 3) Określenie kryteriów oceny części składowych projektu.
- 4) Przeprowadzenie oceny części składowych projektu.
- 5) Opracowanie wyników oceny.
- 6) Analiza i interpretacja wyników.

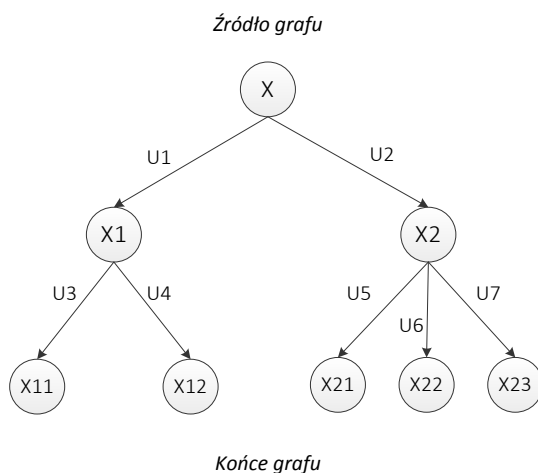
Definiowanie projektu musi uwzględniać fakt, że metoda drzewa celów jest stosowana do planowania projektów w warunkach niepewności. Z tego względu definiowanie projektu jest znacznie trudniejsze, a wyniki definiowania są bardziej ogólne i mniej pewne. Pomimo trudności cele projektu powinny być określone na tyle dokładnie, jak to jest możliwe, wyznaczając kierunek przyszłych działań. Określone powinno być otoczenie projektu oraz ograniczenia i możliwości z nim związane. W miarę możliwości powinny być określone wymagania, jakie ma spełniać projekt, i skutki uboczne, które może wywołać. Wymagania powinny być tak sformułowane, aby możliwe było określenie na ich podstawie kryteriów oceny elementów projektu.

Metoda drzewa celów posługuje się wziętym z teorii grafów zapisem struktury w postaci tzw. drzewa celów. Jest to niecykliczny, zorientowany, spójny graf z jednym źródłem i wieloma końcami. W zarządzaniu projektami elementom grafu drzewa celów jest nadane następujące znaczenie:

- graf jest określony jako drzewo celów będące graficznym przedstawieniem elementów projektu i powiązań między nimi,
- źródło grafu jest określone w drzewie celów jako projekt,
- węzły grafu są określane w drzewie celów jako części składowe projektu, występujące na różnych poziomach jego podziału,
- końce grafu są określane jako elementarne części składowe projektu, występujące na najniższym poziomie podziału,
- łuki grafu są określane jako podporządkowanie hierarchiczne elementów projektu niższego poziomu elementom wyższego poziomu.

²¹¹ W opisie metody drzewa celów wykorzystano wcześniejsze opracowania autora tego rozdziału, a przede wszystkim opracowanie: M. Trocki, *Techniki drzewa zależności (Relevance Tree)*, EuroExpert, Warszawa 2008.

Rysunek 9.1. Graf – drzewo celów



Oznaczenia:
 X: węzeł – element pierwszego rodzaju
 U: łuk – element drugiego rodzaju

Źródło: opracowanie własne.

Drzewa celów mogą występować jako „obojętne”, czyli odzwierciedlające jedynie stosunki podporządkowania i nadrzędności elementów projektu i jako drzewa ważności uwzględniające znaczenie poszczególnych elementów projektu z punktu widzenia projektu jako całości. Ze względu na zastosowanie praktyczne drzewa celów można podzielić na dwie grupy: robocze i decyzyjne drzewa istotności. **Robocze drzewo celów** zawiera tylko elementy koniunkcyjne (za wyjątkiem elementów będących końcami grafu), to znaczy takie, których realizacja jest uzależniona od realizacji wszystkich podporządkowanych im bezpośrednio elementów. **Decyzyjne drzewo celów** składa się z elementów alternatywnych (za wyjątkiem elementów będących końcami grafu), czyli takich, których realizacja nie wymaga realizacji wszystkich bezpośrednio poprzedzających je elementów, jednak co najmniej jednego. Oznacza to, że przy pomocy metody drzewa celów można planować zarówno deterministyczne struktury hierarchiczne, co ma miejsce w przypadku klasycznych wersji metody (np. PATTERN), jak i struktury stochastyczne, co ma miejsce w przypadku specjalnych wersji metody (np. System C.P. E).

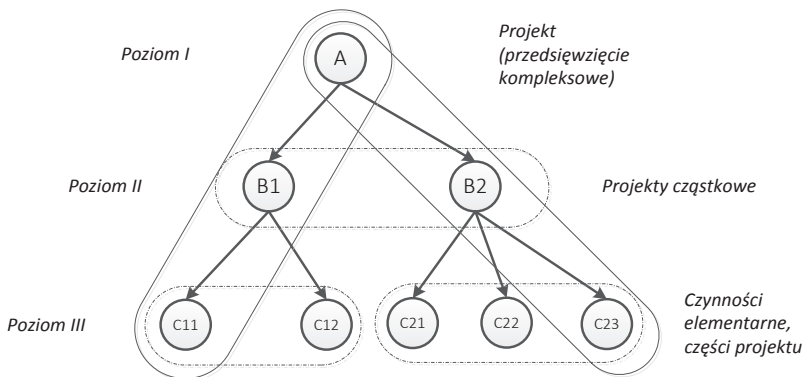
Przedstawienia struktury projektów w postaci drzew są stosowane także w innych koncepcjach i metodach planowania przebiegu projektów, np. w macierzowych jako podejście matrycy logicznej (ang. *logical framework matrix approach*) jako drzewa celów i drzewa problemów.

Planowanie struktury projektu obejmuje w metodzie drzewa celów następujące czynności:

- określenie poziomów podziału projektu,
- określenie elementów występujących na poszczególnych poziomach,
- zbadanie i określenie zależności występujących pomiędzy elementami,
- zapisanie zależności przy pomocy drzewa celów oraz sprawdzenie prawidłowości i kompletności zapisu.

Liczba poziomów drzewa celów zależy od złożoności projektu i zazwyczaj nie jest mniejsza od czterech. Elementy drzewa celów tego samego poziomu związane z tym samym elementem wyższego poziomu tworzą **grupę elementów**, a elementy różnych poziomów związane ze sobą bezpośrednią zależnością hierarchiczną tworzą **gałąź drzewa celów**. Struktura powinna być elastyczna, tj. powinna uwzględniać możliwości wprowadzania zmian. Elementy jednej grupy powinny być wzajemnie porównywalne i dające oceniać się według tych samych kryteriów. Zalecane jest opracowanie kilku wariantów drzewa istotności i wybór jednego z wariantów jako podstawy do dalszych opracowań.

Rysunek 9.2. Grupy elementów i gałęzie drzewa celów



Oznaczenia:



A, B, C węzły – elementy pierwszego rodzaju



łuki – elementy drugiego rodzaju

Grupy elementów drzewa zależności (czarna kropka)

Przykłady gałęzi drzewa zależności — (czarna kropka)

Źródło: opracowanie własne.

Planowanie struktury projektu w postaci drzewa celów powinno być dokonywane przez zespół specjalistów korzystających z konsultacji szerokiej grupy ekspertów różnych dziedzin. Ponieważ metody drzewa celów są stosowane do zarządzania

projektami o złożonej strukturze hierarchicznej, głównym problemem jest w tym przypadku redukcja złożoności problemów zarządzania. Rozwiązanie tego problemu polega na określeniu znaczenia poszczególnych części składowych projektu i przyjęciu dla nich zróżnicowanej strategii co do zaangażowania czasu, ludzi i innych zasobów w zależności od określonego wcześniej znaczenia. Dokonywane jest to przy pomocy wielostopniowej oceny.

Kryteria oceny części składowych projektu przedstawionych w postaci elementów drzewa celów powinny wynikać z celów i wymagań sformułowanych na etapie definiowania projektu. Kryteria powinny być sformułowane w taki sposób, aby możliwe było przeprowadzenie według nich obiektywnej i jednoznacznej oceny. Sformułowanie kryteriów oceny powinno wykluczać ich wzajemną zależność. Liczba kryteriów powinna być minimalna, ale wyczerpująca wszystkie istotne aspekty oceny. Wszystkie części składowe projektu (elementy drzewa celów) mogą być oceniane według tych samych kryteriów, lecz w przypadku złożonych drzew celów i dużej różnorodności ich elementów nie jest to ani możliwe, ani celowe. W takim przypadku według tych samych kryteriów są oceniane tylko elementy jednej grupy. Pomiędzy kryteriami oceny różnych grup występują wówczas określone związki łączące kryteria oceny drzewa celów w logiczny system. Mówimy wówczas o systemie kryteriów oceny.

Kryteria oceny są opracowywane przez zespół specjalistów znających dobrze obiekt projektu i związane z nim wymagania. W przypadku złożonych projektów poszczególne grupy elementów mogą być oceniane przez różne zespoły specjalistów. Wyniki oceny są zapisywane w tabeli, której wzór został podany w tabeli 9.1.

Tabela 9.1. Tabela oceny elementów drzewa celów

Elementy Kryteria	Znaczenie kryteriów (pkt)	Ocena elementów (pkt)			
		E_1	E_2	...	E_n
Kryterium 1	Q_1	S_1^1	S_2^1	...	S_n^1
Kryterium 2	Q_2	S_1^2	S_2^2	...	S_n^2
.
Kryterium m	Q_m	S_1^m	S_2^m	...	S_n^m

Q_i – ocena punktowa znaczenia kryterium i ($i = 1, m$)

S_j^i – ocena punktowa elementu j ($j = 1, n$) z punktu widzenia kryterium i ($i = 1, m$)

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki oceny punktowej są przekształcane w oceny normalizowane, tzn. sprowadzone do wartości względnych. Normalizacja ocen ma na celu doprowadzenie do porównywalności ocen różnych grup elementów dokonanych według różnych kryteriów. Przejście z ocen punktowych na normalizowane odbywa się według następujących wzorów:

$$q_k = \frac{Q_k}{\sum_{i=1}^m Q_i} \text{ z zachowaniem warunku, że } \sum_{i=1}^m q_i = 1$$

gdzie:

Q_i – ocena punktowa znaczenia kryterium i ($i = 1, m$)

q_k – ocena normalizowana kryterium k

$$s_k^l = \frac{S_k^l}{\sum_{j=1}^n S_k^j} \text{ z zachowaniem warunku, że } \sum_{j=1}^n s_k^j = 1$$

gdzie:

S_k^l – ocena punktowa elementu l z punktu widzenia kryterium k

s_k^l – ocena normalizowana elementu l z punktu widzenia kryterium k

Po doprowadzeniu ocen do postaci znormalizowanej dokonuje się syntezy wyników oceny w postaci **wskaźników względnej ważności** (ang. *relevance number*): lokalnego i globalnego. **Lokalny wskaźnik względnej ważności** określonego elementu wyraża znaczenie, jakie realizacja tego elementu ma dla realizacji elementu wyższego poziomu, któremu element ten jest podporządkowany. Obliczenia lokalnego wskaźnika względnej ważności dokonuje się według wzorów:

$$r_i = \sum_{i=1}^m q_i s_i^l \text{ z zachowaniem warunku, że dla elementów jednej grupy } \sum_{j=1}^n r_j = 1$$

gdzie:

r_i – lokalny wskaźnik względnej ważności elementu l

Dla praktycznego wykorzystania ocen elementów drzewa celów oprócz lokalnych wskaźników względnej ważności konieczna jest znajomość globalnych (ogólnych) wskaźników względnej ważności. **Globalny wskaźnik względnej ważności** określonego elementu wyraża znaczenie, jakie realizacja tego elementu posiada dla realizacji całego projektu. Obliczenia globalnego wskaźnika względnej ważności dokonuje się według wzorów:

$$R_t = \prod_{\alpha=l}^t r_\alpha \text{ z zachowaniem warunku, że dla elementów jednego poziomu } \sum_{j=1}^n R_j = 1$$

gdzie:

R_t – globalny wskaźnik względnej ważności elementu l

α – indeks elementów wspólnej gałęzi od elementu, dla którego liczony jest wskaźnik R do elementu najwyższego poziomu, tzn. obiektu $\alpha = t$

Wskaźniki względnej ważności są to reguły heurystyczne (reguły priorytetu) pełniące rolę planu na najniższym poziomie jego standaryzacji²¹².

Na tym etapie poszukiwana jest odpowiedź na następujące pytania: jakie jest znaczenie poszczególnych elementów projektu z punktu widzenia założonych celów oraz jakie rodzaje działań należy podjąć wobec poszczególnych grup elementów, aby cele te osiągnąć. Odpowiedź na pierwsze pytanie polega na podziale poszczególnych elementów na klasy ze względu na ich znaczenie dla realizacji elementu najwyższego poziomu, tj. projektu. Liczba klas może być dowolna, nie powinna być jednak, jak wynika z doświadczeń, mniejsza od trzech i większa od pięciu. Przydział elementów do określonej klasy jest zależny od wartości globalnego wskaźnika względnej ważności, jaką uzyskał element w trakcie oceny. Zakresy ważności globalnego wskaźnika względnej ważności związane z określonymi klasami są ustalane w oparciu o doświadczenie. W przypadku trzech klas można przyjąć przykładowo następujące zakresy klas i związane z nimi strategie postępowania:

Klasa I: Elementy bardzo ważne $R_l > 1,2R_{sr}^g$

gdzie: R_{sr}^g – średnia wartość globalnego wskaźnika względnej ważności elementów poziomu g

Na elementach tej klasy należy skoncentrować działania związane z realizacją projektu. Muszą one posiadać preferencje przydziału zasobów i być poddawane regularnej i szczegółowej kontroli.

Klasa II: Elementy ważne $1,2R_{sr}^g > R_l > 0,8R_{sr}^g$

Działania związane z tymi elementami powinny odbywać się na zwykłych zasadach, bez stosowania preferencji.

Klasa III: Elementy mało ważne $R_l < 0,8R_{sr}^g$

Elementy te można pominąć, planując realizację projektu, a kontrolę ich realizacji ograniczyć do minimum.

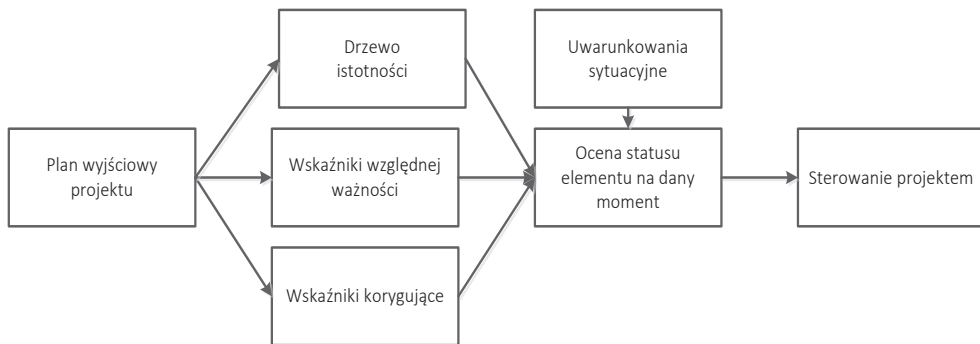
Ocena elementów drzewa zależności jest dokonywana wielokrotnie, nie tylko na etapie planowania projektu, ale lecz także w trakcie jego realizacji. W wyniku tych analiz zmieniają się preferencje elementów co do przydziału zasobów w zależności

²¹² Więcej o standaryzacji zob. M. Trocki, *Standaryzacja procesów a zarządzanie procesowe, Podejście procesowe w zarządzaniu. Tom I*, red. M. Romanowska, M. Trocki, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2004, s. 63–70.

od zmiany warunków i stanu ich realizacji. Dzięki takiemu postępowaniu metoda drzewa istotności staje się również narzędziem sterowania projektem²¹³.

Drzewo celów i wskaźniki względnej ważności tworzą treść planu bazowego, czyli wyjściowego projektu. Plan ten, zgodnie z podejściem sytuacyjnym, wskazuje cele, ogólne ramy (struktura) i reguły działania (wskaźniki względnej ważności). Na podstawie tego planu, w zależności od uwarunkowań sytuacyjnych, jest dokonywane sterowanie projektem. Wskaźniki względnej ważności ustalone przed rozpoczęciem projektu, decydujące o priorytetach przydziału zasobów dla poszczególnych elementów projektu, powinny bowiem ulegać zmianie w trakcie realizacji projektu. Powody tych zmian mogą być różne. Przykładowo, w projektach badawczo-rozwojowych wskaźniki względnej ważności poszczególnych elementów mogą być korygowane w trakcie kolejnych ich przeliczeń w zależności od stopnia zaawansowania realizacji danego elementu (zadania) projektu²¹⁴. Dzięki takiemu rozwiązaniu nadmiernie szczegółowy plan nie usztywnia realizacji projektu, a realizacja projektu odbywa się zgodnie z przyjętymi z góry celami i regułami. Przydzielanie priorytetów elementom (zadaniom) opóźnionym w stosunku do pozostałych sprzyja najszybszej możliwej realizacji projektu. Taki sposób postępowania jest dobrą ilustracją podejścia sytuacyjnego do zarządzania przebiegiem projektu.

Rysunek 9.3. Powiązanie planu projektu i sterowania projektem w metodzie drzewa celów



Źródło: opracowanie własne.

²¹³ Przykład praktyczny zastosowania metody drzewa celów do planowania i sterowania realizacją projektów można znaleźć w: M. Trocki, B. Grucza, K. Ogonek, *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003, s. 275–298.

²¹⁴ Taki powód zmiany priorytetów zawiera modyfikacja metody drzewa istotności PATTERN.

Tabela 9.2. Korygowanie wskaźników względnej ważności w zależności od statusu elementów (zadań) – przykład

Fazy realizacji elementów (zadań)	Status elementów	Współczynniki korygujące ²¹⁵
Badania podstawowe		1,0
Badania stosowane		1,2
Studia szczegółowe	X	1,4
Projektowanie techniczne		0,8
Przygotowanie rozwiązania do wdrożenia		0,4
Zadanie rozwiązane i wdrożone		0,0

Źródło: opracowanie własne.

9.3. Modyfikacje koncepcji i modeli heurystycznego planowania przebiegu projektów

Istnieje kilka modyfikacji metody drzewa celów. Najbardziej znaną odmianą jest metoda PATTERN (ang. *Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers*)²¹⁶, opracowana w USA przez koncern Honeywell jako metoda planowania wielkich projektów militarnych i kosmicznych²¹⁷, metoda PROFILE (ang. *Programmed Functional Indices for Laboratory Evaluation*)²¹⁸, opracowana dla projektów wojskowych, ale stosowana również w projektach gospodarczych i rozwojowych, metoda QUEST (ang. *Quantitative Utility Estimates for Science and Technology*)²¹⁹, opracowana dla projektów badawczo-rozwojowych, a także francuska metoda System C.P. E.²²⁰, stosowana w projektach wojskowych i rozwojowych. Poszczególne modyfikacje, zachowując ogólne założenia i zasady metody, różnią się sposobem rozwiązania zagadnień szczegółowych: zasadami budowy drzewa istotności, kryteriami i metodami oceny jego elementów i sposobami przeprowadzenia oceny. Opis tych metod można znaleźć w literaturze przedmiotu.

²¹⁵ Zawarte w tabeli dane należy traktować jako przykładowe. Ich wartość wynika z rozkładu zapotrzebowania na czas i zasoby w trakcie realizacji projektu.

²¹⁶ A. Chorobiński, *Metoda PATTERN prognozowania i planowania prac badawczych*, „Przegląd Organizacji” 1973, nr 3; M. Trocki, *Ocena elementów w metodzie PATTERN*, „Przegląd Organizacji” 1973, nr 6.

²¹⁷ Przy pomocy tej metody był zarządzany między innymi projekt kosmiczny Apollo.

²¹⁸ M. Zawadzki, *Technika PROFILE*, „Przegląd Organizacji” 1976, nr 12.

²¹⁹ M. Zawadzki, *Technika QUEST*, „Przegląd Organizacji” 1976, nr 2.

²²⁰ M. L'Estoile, *La programmation de la recherche applique*, „Le Progres Scientifique” 1968, nr 118; M. Trocki, *System CPE*, „Przegląd Organizacji” 1973, nr 7.

Bibliografia

- Chorobiński A., *Metoda PATTERN prognozowania i planowania prac badawczych*, „Przegląd Organizacji” 1973, nr 3.
- Durek A., Góralski A., *Metoda PATTERN*, w: *Zadanie, metoda, rozwiązanie. Techniki twórczego myślenia zbiór 3*, red. A. Góralski, WNT, Warszawa 1980.
- L'Estoile M., *La programmation de la recherche applique*, „Le Progres Scientifique” 1968, nr 118.
- Michael R.M., *Know-how der Unternehmensplanung*, Sauer Verlag, Heidelberg 1991.
- Nikolajev V., *Die Zielbaummethoden. Neue Moeglichkeiten der Prognostik*, „Technische Gemeinschaft” 1969, nr 3.
- Radzikowski M., *Metody matematyczne i statystyczne w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 1986.
- Relevance Tree and Morphological Analysis*, The Futures Group International, <http://www.futuresgroup.com>.
- Sigrofd J.V., Parvin R.H., *Project PATTERN – a Methodology for Determining Relevance in Complex Decision Making*, IEEE Vol. EM-12 1965, nr 3.
- Trocki M., *Metody drzewa celów*, w: *Nowe techniki organizatorskie*, red. M. Stępowski, PWN, Warszawa 1977.
- Trocki M., *System CPE*, „Przegląd Organizacji” 1973, nr 7.
- Trocki M., *Techniki drzewa zależności (Relevance Trees)*, Bizzare, Warszawa 2008.
- Trocki M., *Zastosowanie metody PATTERN w programowaniu przedsięwzięć innowacyjnych*, Konferencja Naukowa: *Dynamizm innowacyjny – teoretyczne i praktyczne problemy działalności innowacyjnej*, TNOiK, Wrocław 1980.
- Zawadzki M., *Technika PROFILE*, „Przegląd Organizacji” 1976, nr 12.
- Zawadzki M., *Technika QUEST*, „Przegląd Organizacji” 1976, nr 2.
- Zielplanung in Forschung und Entwicklung*, Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1973.

10. BADANIA PLANOWANIA PRZEBIEGU PROJEKTÓW

10.1. Założenia i model badawczy

W opracowaniu przyjęto tryb postępowania badawczego zgodny z zasadami metodycznymi obowiązującymi w naukach o zarządzaniu²²¹. Szczegółowy tryb badawczy składał się z etapów formułowania pytań badawczych, badań wstępnych (rozpoznawczych), formułowania hipotez, weryfikacji hipotez w wyniku badań zasadniczych i sformułowania wniosków.

Zgodnie z całościowym celem i założeniami badania dotyczącego planowania przebiegu projektów w warunkach ryzyka i niepewności sformułowano pytania badawcze, na które odpowiedzi spodziewano się uzyskać w badaniach empirycznych. Pytania te brzmiały następująco:

- 1) Jak często w projektach spotyka się poszczególne sytuacje planistyczne? (planowanie w warunkach pewności, ryzyka i niepewności)
- 2) W jakich warunkach mamy z nimi do czynienia? (mapa sytuacji planistycznych – branża, typy projektów, pochodzenie itp.)
- 3) Jaki jest stan praktyki w zakresie planowania projektów w Polsce? Ile wysiłku (czasu, zasobów) wkłada się w planowanie projektów?
- 4) Czy uwarunkowania sytuacji planistycznych faktycznie przekładają się na przebieg planowania?
- 5) Czy jakość planowania przekłada się na stabilność planów projektu?

Przegląd badań obcych dostarczył informacji na temat różnych podejść do badania zagadnień planowania projektu. Obiektem zainteresowania badaczy stają się rozwiązania organizacyjne, tj. procesy planowania w organizacjach²²², dojrzałość

²²¹ J. Pieter, *Metodologia pracy naukowej*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Katowicach, Katowice 1965, s. 139–142; C. Frankfort-Nachmias, D. Nachmias, *Metody badawcze w naukach społecznych*, Zysk i S-ka, Poznań 2001, s. 36; J. Kisielnicki, *Zarządzanie projektami badawczo-rozwojowymi*, Wolters Kluwer, Warszawa 2013; *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*, red. W. Czakon, Wolters Kluwer, Warszawa 2011; M. Saunders, P. Lewis, *Doing Research in Business and Management*, Prentice Hall 2012.

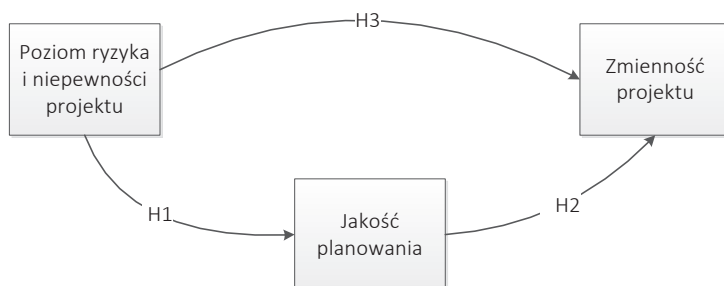
²²² P. Wyrozębski, S. Spałek, *An Investigation of Planning Practices in Select Companies*, „Management and Production Engineering Review”, Vol. 5, No. 2, June 2014, s. 78–87; O. Zwikael, S. Globerson, *Evaluating the Quality of Project Planning: a Model and Field Results*, „International Journal of Production Research” 2004, Vol. 42(8), s. 1545–1556.

organizacji w zakresie planowania²²³, ale również działania indywidualnych kierowników projektów²²⁴. W przypadku niniejszego badania za jego obiekt uznano projekt w rozumieniu złożonego i niepowtarzalnego przedsięwzięcia. Takie sformułowanie przedmiotu pozwoliło opracować model uwarunkowań i przebiegu procesów planowania projektów z uwzględnieniem ich indywidualnych okoliczności i charakterystyk często różnych nawet w przypadku realizacji przez tego samego kierownika projektu lub w tej samej organizacji.

Dodatkową korzyścią było również skierowanie do ankietowanych pytań dotyczących ostatniego zakończonego projektu, w który byli zaangażowani. Doświadczenie badawcze autora podpowiada, iż ankietowanym łatwiej ustosunkować się do bliskiego im projektu, niż wypowiadać stwierdzenia odnoszące się do organizacji lub portfela jej projektów co do których często nie mają pełnej wiedzy.

Treść i układ przedstawionych pytań odpowiadały opracowanemu podczas prac przygotowawczych modelowi oddającemu badane zjawisko. Model ten został przedstawiony na rysunku 10.1.

Rysunek 10.1. Przyjęty model badawczy



Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z przyjętymi założeniami badania wynikającymi z przeprowadzonych badań wstępnych przedstawionych we wcześniejszej części opracowania proces

²²³ C.W. Ibbs, Y.H. Kwak, *Assessing Project Management Maturity*, „Project Management Journal” 2000, Vol. 31, s. 32–43; D. Couture, R. Russett, *Assessing Project Management Maturity in a Supplier Environment*, Proceedings of the 29th Annual Project Management Institute 1998; P. Wyrozębski, M. Juchniewicz, W. Metelski, *Wiedza, dojrzałość, ryzyko w zarządzaniu projektami. Wyniki badań*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2012.

²²⁴ S. Globerson, O. Zwikael, *The Impact of the Project Manager on Project Management Planning Processes*, „Project Management Journal” 2002, Vol. 33, s. 58–64; K.E. Papke-Shields, C. Beise, J. Quan, *Do Project Managers Practice What They Preach, and Does It Matter to Project Success?*, „International Journal of Project Management” 2010, Vol. 28, s. 650–662.

planowania projektu był uwarunkowany okolicznościami wynikającymi z sytuacji planistycznej (planowanie w warunkach pewności, ryzyka i niepewności). Sytuacje planistyczne determinują m.in. ilość i jakość dostępnych informacji czy przewidywalność przebiegu projektu. Ich szczegółowy opis został zamieszczony we wcześniejszym rozdziale opracowania. Na potrzeby operacjonalizacji zmiennej w badaniu sformułowano 25 twierdzeń odnoszących się do poziomu ryzyka i niepewności projektu według skali Likerta, gdzie 1 oznacza „zdecydowanie się nie zgadzam”, a 5 – „zdecydowanie się zgadzam”.

Fakt rozpoczęcia przez zespół działań planistycznych pozwala wprowadzić do modelu drugą zmienną związaną z tzw. jakością planowania. Pojęcie jakości planowania zostało wprowadzone do badań z zakresu zarządzania projektami przez Ofer Zwikaela z Uniwersytetu w Tel Aviwie²²⁵. Poszukując najlepszego miernika jakości planowania, O. Zwikael skoncentrował się nie na działaniach planistycznych, jak dotychczas było to w zwyczaju²²⁶, ale na identyfikacji rezultatów (produktów) działań planistycznych. Zamiast pytać o wykonanie czynności (np. zaplanowanie wydatków) pytania dotyczyły faktu pojawienia się odpowiadającej temu informacji/dokumentu (np. budżetu projektu). W celu identyfikacji produktów planistycznych w projektach badacz dokonał analizy międzynarodowego standardu zarządzania projektami PMI *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Z przeanalizowanych przez niego 39 procesów zarządzania projektami wyodrębnił 21 procesów planistycznych i finalnie 16 produktów planistycznych. Dodatkowo ich lista została uzupełniona o 17 elementów planistycznych związanych z organizacyjnym wsparciem dla projektów, dając łącznie 33 pozycje. Dysponując kryteriami oceny jakości planowania, badacz musiał jeszcze przyjąć skalę pomiaru. W tym celu O. Zwikael wykorzystał koncepcję krzywej uczenia się i założył, że jakość produktów planowania projektu wzrasta wraz z częstotliwością ich opracowywania przez planistów projektów²²⁷. Przyjął zatem pięciopunktową skalę, na której 5 oznaczało, iż produkt jest przygotowywany zawsze, a 1, że prawie nigdy. Identyfikując kryteria

²²⁵ S. Globerson, O. Zwikael, *The Impact of...*, op.cit., s. 58–64.

²²⁶ K.E. Papke-Shields, C. Beise, J. Quan, *Do Project Managers...*, op.cit., s. 650–662; C.W. Ibbs, Y.H. Kwak, *Assessing Project...*, op.cit., s. 32–43; L. Crawford, *Senior Management Perceptions of Project Management Competence*, „International Journal of Project Management” 2005, Vol. 23, s. 7–16; M. Juchniewicz, *Analiza czynników kształtujących poziom i strukturę dojrzałości projektowej organizacji w Polsce*, w: P. Wyróżębski, M. Juchniewicz, W. Metelski, *Wiedza, dojrzałość, ryzyko w zarządzaniu projektami. Wyniki badań*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2012.

²²⁷ C. Yiming, L. Hao, *Toward an Understanding of the Behavioral Intention to Use a Groupware Application*, Proceedings of 2000 Information Resource Management Association International Conference, Anchorage, AK, USA 2000, Idea Group Publishing, s. 419–422; K.C. Snead, A.M. Harrell, *An Application of Expectancy Theory to Explain a Manager's Intention to Use a Decision Support System*, „Decision Sciences” 1994, Vol. 25(4), s. 499–513.

i operacjonalizując je, badacz uzyskał w efekcie model nazwany przez niego Modelem Jakości Planowania Projektu (ang. *Project Management Planning Quality* – PMPQ). Model PMPQ z powodzeniem był wykorzystywany nie tylko w dalszych badaniach jego twórcy²²⁸, lecz także był twórczo rozwijany przez innych naukowców, m.in. K. Rees-Caldwell i A.H. Pinnington²²⁹ oraz K.E. Papke-Shields, C. Beise i J. Quan²³⁰.

W niniejszym badaniu, bazując na najlepszych sprawdzonych rozwiązaniach metodycznych, także przyjęto model PMPQ jako punkt wyjścia do operacjonalizacji zmiennej jakości planowania projektów. Na bazie analizy PMPQ, dodatkowej analizy literaturowej (m.in. aktualizacja modelu o wytyczne najnowszych edycji PMBoK) oraz oceny eksperckiej zakres aktywności planistycznych zawierał 28 elementów związanych z 10 obszarami wiedzy o zarządzaniu projektami według PMBoK.

Dodatkowo w ramach twórczego rozwoju modelu dokonano zmiany skali zaproponowanej przez O. Zwikaela. Skala mierząca częstotliwość występowania określonych artefaktów planistycznych została zastąpiona przez skalę mierzącą poziom wysiłku/zaangażowania włożony przez osoby odpowiedzialne za planowanie projektu w wykonanie wyszczególnionych zadań planistycznych. Mimo iż wcześniejsze badania P. Wyrozębskiego i S. Spółka sugerują istotne zróżnicowanie tego wkładu pomiędzy różnymi uczestnikami procesu zarządzania projektem²³¹ w prezentowanym badaniu nie było to przedmiotem szczegółowej analizy. W uznaniu autora, chociaż obie miary charakteryzują się swoistymi wadami i zaletami, to wysiłek (ang. *effort*) w lepszym stopniu niż częstotliwość oddaje jakość rezultatu końcowego. Fakt wielokrotnego wykonywania tej samej czynności przy minimalnym poziomie zaangażowania i wysiłku nie musi przekładać się na wysoką jakość wyniku, zaś potrzeba stworzenia określonego dokumentu może wynikać z formalnych regulacji determinujących taką konieczność (np. metodyki zarządzania projektami). Wysiłek definiowany jako ilość pracy, poświęcony czas, zaangażowane zasoby, liczba wykonawców i zainteresowanie tematem w znacznie lepszym zakresie oddaje jakość uzyskiwanych planów, co znajduje

²²⁸ O. Zwikael, S. Globerson, *Evaluating the Quality...*, op.cit., s. 1545–1556; O. Zwikael, R.D. Pathak, G.S.S. Ahmed, *The Moderating Effect of Risk on the Relationship between Planning and Success*, „International Journal of Project Management” 2014, Vol. 32, s. 435–441; O. Zwikael, *Critical Planning Process in Construction Projects*, „Construction Innovation” 2009, Vol. 9(4), s. 372–387; O. Zwikael, S. Globerson, *Benchmarking of Project Planning and Success in Selected Industries*, „Benchmarking: An International Journal” 2006, Vol. 13, No. 6, s. 688–700; O. Zwikael, K. Shimizu, S. Globerson, *Cultural Differences in Project Management Processes: a Field Study*, „International Journal of Project Management” 2005, Vol. 23(6), s. 454–462.

²²⁹ K. Rees-Caldwell, A.H. Pinnington, *National Culture Differences in Project Management: Comparing British and Arab Project Managers' Perceptions of Different Planning Areas*, „International Journal of Project Management” 2013, Vol. 31, s. 212–227.

²³⁰ K.E. Papke-Shields, C. Beise, J. Quan, *Do Project Managers...*, op.cit., s. 650–662.

²³¹ P. Wyrozębski, S. Spółka, *An Investigation...*, op.cit., s. 78–87.

potwierdzenie m. in. u P. Serrador i J.K. Pinto²³². Co więcej, zmiana skali pozwoliła badaniem objąć nie całą organizację lub zbiór projektów (co nie było podkreślane przez O. Zwikaela, ale musi być dorozumiane ze względu na miernik częstości, a więc wielokrotnego powtarzania), ale pojedynczy projekt lub program, realizowany w konkretnej sytuacji planistycznej. Uzyskano w ten sposób lepszą precyzję pomiaru.

W celu operacjonalizacji przyjętych elementów planistycznych posłużono się skalą porządkową, gdzie 1 oznaczało bardzo niskie zaangażowanie, 5 – bardzo wysokie. Uwzględniono także odpowiedzi „nie wiem” i „nie dotyczy”.

Trzecią zmienną przyjętego modelu badawczego była tzw. zmienność projektu. Zmienność projektu była rozumiana jako stopień, w jakim założenia przyjęte na etapie planowania uległy zmianom w trakcie realizacji projektu. O ile zatem zmienna dotycząca sytuacji planistycznych warunkowała *ex ante* antycypowaną niepewność i ryzyko projektu, o tyle zmienność projektu opisywała faktyczne zmiany i odchylenia *ex post*, czyli po zakończeniu projektu. Operacjonalizacja zmiennej polegała na ponownym wykorzystaniu elementów planistycznych tworzących zmienną „jakość planowania”, ale tym razem w kontekście ich trwałości w trakcie przebiegu projektu. W celu oceny zmienności założeń planistycznych posłużono się skalą dyferencjału poznawczego na osi od 1 – nie zmieniły się wcale – do 7 – zmieniły się fundamentalnie.

Dodatkowo opracowany model badawczy został uzupełniony o zbiór zmiennych o charakterze opisującym, pozwalającym przeprowadzać analizę porównawczą między typami projektów. Zmiennymi tymi były:

- rodzaj projektu (budowlane, szkoleniowe, informatyczne itp.),
- źródło pochodzenia inicjatywy projektu (wewnętrzne/zewnętrzne),
- zasięg projektu,
- charakter rezultatu końcowego (miękki/twardy),
- stopień złożoności projektu,
- znaczenie projektu dla organizacji,
- liczba zaangażowanych jednostek wewnętrznych organizacji,
- liczba pracowników zaangażowanych w projekty w organizacji,
- rola projektów w organizacji,
- zakres wsparcia organizacji w obszarze zarządzania projektami ze strony jednostek nadrzędnych.

Wśród zmiennych opisujących znalazła się także grupa zmiennych pozwalająca ocenić poziom sukcesu projektu z perspektywy planowanego i rzeczywistego czasu i kosztu realizacji, jakości rezultatu końcowego oraz satysfakcji interesariuszy.

²³² P. Serrador, J.K. Pinto, *Does Agile Work? – A Quantitative Analysis of Agile Project Success*, „International Journal of Project Management” 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006>.

Na bazie tak skonstruowanego modelu badawczego opracowano zbiór trzech głównych hipotez badawczych, dotyczących relacji między jego elementami. Hipotezami tymi były:

- H1. Wyjściowe sytuacje planistyczne (uwarunkowania planowania projektu) determinują poziom zaangażowania planistów projektów w opracowanie jego planów.
- H2. Wysiłek włożony w planowanie projektu skutkuje stabilnością planów w trakcie realizacji projektu.
- H3. Istnieje istotny związek między antycypowaną niepewnością towarzyszącą projektowi a faktyczną zmiennością jego przebiegu.

Badanie zasadnicze zostało przeprowadzone za pomocą kwestionariuszy ankietowych skierowanych do specjalistów z zakresu zarządzania projektami, różnych branż i specjalności. Narzędzie badawcze składało się z obszernej listy 99 pytań, z czego 81 było związanych z przedstawionymi wcześniej zmiennymi modelu, a 18 stanowiło metryczkę badania. W rezultacie gromadzenia materiału empirycznego podjęte wysiłki pozwoliły dotrzeć do grupy liczącej łącznie 185 respondentów. Wśród nich główną grupę stanowili słuchacze studiów podyplomowych Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie.

Otrzymana próba ma charakter próby celowej. Ze względu na specyfikę działalności projektowej, ograniczoną skalę i zakres działania organizacji fachowych oraz brak operatu będącego podstawą do przeprowadzenia losowania nie było możliwe spełnienie warunków dotyczących jej reprezentatywności. Należy mieć zatem na uwadze formalny brak reprezentatywności próby. Mimo to w uznaniu autora można na bazie uzyskanej próby obserwować zjawiska i wysuwać ostrożne wnioski dotyczące całej populacji.

Dla wszystkich testów przyjęto graniczny poziom istotności równy $p = 0,05$. W celu opracowania bazy danych badania oraz zastosowania prostych i złożonych metod analizy statystycznej wykorzystano pakiet statystyczny IBM SPSS v21.

10.2. Charakterystyka próby badawczej

Uzyskana struktura próby badawczej jest dość zróżnicowana. Około ćwierć badanych projektów to projekty budowlane (24,3% próby), co szósty projekt to projekt informatyczny (16,8%), zaś co dziesiąty – organizacyjny (10,8%) oraz związany z rozwojem produktów i usług (9,7%). Wraz z projektami naukowo-badawczymi (7,0%) tworzą one ponad dwie trzecie rozpatrywanych przypadków.

Tabela 10.1. Rozkład rodzajów projektów reprezentowanych przez uczestników badania

		Częstość	Procent	Procent ważnych	Procent skumulowany
Ważne	budowlany	45	24,3	24,5	24,5
	informatyczny	31	16,8	16,8	41,3
	organizacyjny	20	10,8	10,9	52,2
	rozwój produktów i usług	18	9,7	9,8	62,0
	naukowo-badawczy	13	7,0	7,1	69,0
	przemysłowy/produkcyjny	13	7,0	7,1	76,1
	infrastrukturalny	10	5,4	5,4	81,5
	marketingowy	8	4,3	4,3	85,9
	sprzedażowy	7	3,8	3,8	89,7
	społeczny	6	3,2	3,3	92,9
	edukacyjny/szkoleniowy	5	2,7	2,7	95,7
	inny	8	4,3	4,3	100,0
	ogółem	184	99,5	100,0	
Braki danych		1	0,5		
Ogółem		185	100,0		

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 10.2. Najczęściej zajmowane stanowiska w projektach

		Częstość	Procent	Procent ważnych	Procent skumulowany
Ważne	specjalista/członek zespołu wykonawców projektu	70	37,8	40,0	40,0
	członek zespołu zarządzającego projektem	48	25,9	27,4	67,4
	kierownik projektu	39	21,1	22,3	89,7
	nieformalna współpraca w projektach	12	6,5	6,9	96,6
	pracownik biura zarządzania projektami	3	1,6	1,7	98,3
	bierny obserwator	1	0,5	0,6	98,9
	członek komitetu sterującego projektów	1	0,5	0,6	99,4
	członek wyższego kierownictwa organizacji	1	0,5	0,6	100,0
	ogółem	175	94,6	100,0	
Braki danych		10	5,4		
Ogółem		185	100,0		

Źródło: opracowanie własne.

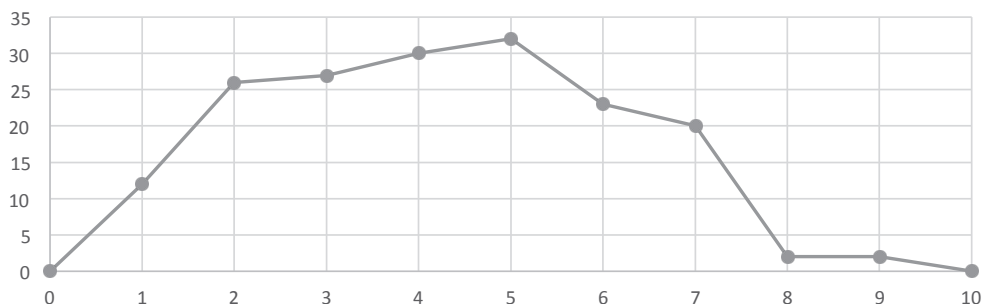
Ankieta badawcza została skierowana do członków personelu projektowego w polskich organizacjach biorących udział w realizacji projektów. Wśród respondentów

najliczniej (70 osób/40%) byli reprezentowani specjaliści – członkowie zespołów wykonawców projektu i członkowie zespołu zarządzającego projektem (27,4%). Nieco ponad co piąty respondent (22,3%) oceniał swój projekt jako jego kierownik (*project manager*), pełniący funkcje kierownicze w stosunku do podległego mu zespołu pracowników respondentów. Łącznie te trzy grupy stanowiły blisko 90% uzyskanej próby.

Wśród badanych organizacji jedna trzecia była mikroorganizacjami zatrudniającymi poniżej 10 pracowników. Dominowały organizacje małe (10–49 pracowników), które zgromadziły 34,9% respondentów. Kolejne kategorie zebrały podobne, blisko 5% grupy respondentów.

Ważną informacją opisującą otrzymaną próbę jest deklarowany przez jej członków poziom wiedzy i doświadczenia. Każdy z respondentów był proszony o określenie tej cechy na zasadzie samooceny na skali od 0 do 10. Ocena 0–2 była przypisana dla początkujących, 3–7 dla średniozaawansowanych, a 8–10 dla ekspertów.

Rysunek 10.2. Poziom wiedzy i doświadczenia w zarządzaniu projektami uczestników badania



Źródło: opracowanie własne.

Rozkład charakteryzujący poziom wiedzy i doświadczenia respondentów badania jest zbliżony do rozkładu normalnego. Dominantą rozkładu jest jej środkowa wartość 5, przy wartości mediany wynoszącej 4, a średniej wynoszącej 4,24 (odchylenie standardowe 1,89). Dolny i górny kwartył wynoszą odpowiednio 3 i 6.

Jak można zaobserwować, rozkład odpowiedzi respondentów jest prawostronnie skośny (współczynnik skośności 0,12) i płatokurtyczny (kurtioza $-0,753$), czyli koncentracja rozkładu następuje bliżej dolnych wartości skali i jest bardziej rozproszona niż w przypadku rozkładu normalnego.

Tabela 10.3. Rozkład rozmiarów organizacji reprezentowanych przez respondentów

		Częstość	Procent	Procent ważnych	Procent skumulowany
Ważne	1-9	55	29,7	31,4	31,4
	10-49	61	33,0	34,9	66,3
	50-249	32	17,3	18,3	84,6
	250-499	9	4,9	5,1	89,7
	500-1999	7	3,8	4,0	93,7
	powyżej 2000	11	5,9	6,3	100,0
	ogółem	175	94,6	100,0	
Braki danych		10	5,4		
Ogółem		185	100,0		

Źródło: opracowanie własne.

Z punktu widzenia roli zarządzania projektami w działalności reprezentowanych przedsiębiorstw 2/3 respondentów pracuje w organizacjach gdzie jest ona duża (33,1%) lub bardzo duża (33,7%). 1 na 13 ankietowanych wskazał poziom intensywności projektów w reprezentowanej organizacji jako mały.

Tabela 10.4. Stopień zaangażowania badanych organizacji w działalność projektową

		Częstość	Procent	Procent ważnych	Procent skumulowany
Ważne	brak	1	0,5	0,6	0,6
	małe	12	6,5	6,9	7,4
	średnie	45	24,3	25,7	33,1
	duże	58	31,4	33,1	66,3
	bardzo duże	59	31,9	33,7	100,0
	ogółem	175	94,6	100,0	
Braki danych		10	5,4		
Ogółem		185	100,0		

Źródło: opracowanie własne.

Wśród organizacji reprezentowanych przez ankietowanych dominują organizacje o minimalnym bądź średnim wsparciu ze strony centrali lub jednostki nadrzędnej. Zaledwie co 12 respondent określił otrzymywany poziom wsparcia jako intensywny. Można zatem uznać, iż w całej próbie badane w kolejnych etapach praktyki zarządzania mają charakter samodzielny i relatywnie niezależny od innych organizacji.

Tabela 10.5. Podział organizacji ze względu na skalę wsparcia ze strony centrali/organizacji nadrzędnej

		Częstość	Procent	Procent ważnych	Procent skumulowany
Ważne	brak, pełna samodzielność	43	23,2	24,9	24,9
	minimalne wsparcie	56	30,3	32,4	57,2
	średnie wsparcie	53	28,6	30,6	87,9
	intensywne wsparcie	21	11,4	12,1	100,0
	ogółem	173	93,5	100,0	
Braki danych		12	6,5		
Ogółem		185	100,0		

Źródło: opracowanie własne.

Zbiorcze zestawienie obrazujące profil projektów opisywanych przez respondentów w badaniu przedstawia tabela 10.3.

Tabela 10.6. Zbiorczy profil projektów objętych badaniem

Źródło inicjatywy projektu			
zewnątrzne		wewnętrzne	
45,7		54,3	
Zasięg projektu			
lokalny	ogólnopolski	międzynarodowy	globalny
29,3	39,7	17,9	12,5
Charakter rezultatu końcowego projektu			
twarde		miękkie	
69,2		30,8	
Stopień złożoności (trudności) realizowanego projektu			
niski	przeciętny	wysoki	bardzo wysoki
8,7	28,4	39,9	23,0
Znaczenie projektu dla organizacji			
małe	przeciętny	wysoki	krytyczne
3,8	22	58,2	15,9
Liczba zaangażowanych jednostek wewnętrznych organizacji			
jeden dział	kilka działów	większość działów	
17,4	51,6	31,0	
<i>w % ważnych odpowiedzi</i>			

Źródło: opracowanie własne.

10.3. Analiza wyników

10.3.1. Sytuacje planistyczne projektu

W zakresie pytań tworzących pierwszą zmienną – poziom ryzyka i niepewności projektu – uzyskano wyniki zgodnie z zawartymi w tabeli 10.4.

Zgodnie z dobrymi praktykami badań naukowych analiza danych została poprzedzona sprawdzeniem ich rzetelności. Wykorzystano w tym względzie współczynnik Alfa Cronbacha. Współczynnik ten przyjmuje wartości od 0 do 1, zaś jego wartość informuje o wewnętrznej spójności mierników uwzględnionych przy konstrukcji skali – w tym wypadku 25 mierników tworzy skalę oddającą sytuacje planistyczne projektów. Zgodnie ze zwyczajem uznanym w literaturze naukowej wartość współczynnika wynosząca od 0,6 jest uznawana za dostateczną, zaś powyżej 0,8 – za bardzo dobrą. W rozpatrywanym przypadku wyniki analizy pozwalają uznać dane i skalę za rzetelne (Alfa = 0,879). Co ważne, usunięcie któregokolwiek z mierników nie powoduje podniesienia Alfa, co dodatkowo wzmacnia przyjęty zakres pytań.

Informacja o analizowanych danych				Statystyki rzetelności	
		N	%	Alfa Cronbacha	Liczba pozycji
Obserwacje	ważne	171	92,4	,879	25
	wykluczone ^a	14	7,6		
	ogółem	185	100,0		
^a Usuwanie obserwacjami ze względu na wszystkie zmienne w analizie.					

W rezultacie przeprowadzonych badań otrzymano dane opisujące sytuacje planistyczne, w których były realizowane badane projekty. W tym celu dla każdego projektu wyliczono wskaźnik będący średnią arytmetyczną 25 mierników. Poniższy schemat obrazuje zbiorcze zestawienie wyników analizy.

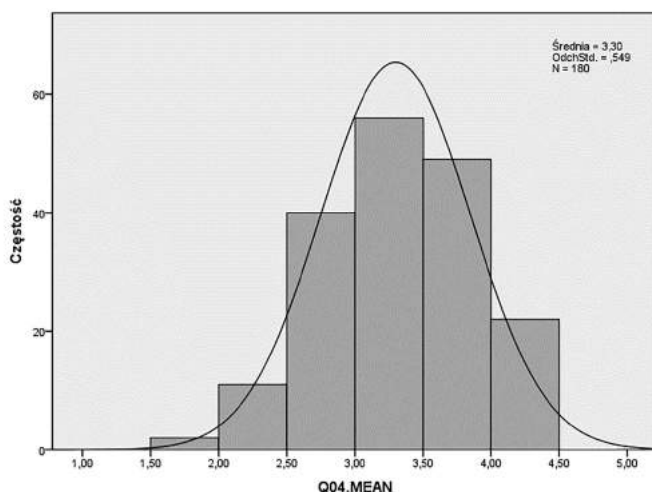
Tabela 10.7. Sytuacje planistyczne projektu – zbiorcze wyniki badania

Id.	Stwierdzenie	Zdecydowanie nie	Raczej nie	Nie mam zdania	Raczej tak	Zdecydowanie tak	N ważnych	Średnia	Błąd standardowy średniej	Dominanta	Percentyl 25	Mediana	Percentyl 75
q04.1	W momencie planowania projektu zespół miał dostęp do wszystkich niezbędnych informacji.	15,60%	32,20%	8,30%	36,70%	7,20%	180	2,88	,09	4,00	2,00	3,00	4,00
q04.2	Informacje, na bazie których planowaliśmy projekt, były kompletne.	8,30%	34,40%	14,40%	36,70%	6,10%	180	2,98	,08	4,00	2,00	3,00	4,00
q04.3	Informacje, na bazie których planowaliśmy projekt, uznaliśmy za pewne.	5,00%	14,50%	21,80%	49,70%	8,90%	179	3,43	,08	4,00	3,00	4,00	4,00
q04.4	Plan miał przedstawiać jeden, najlepszy wariant realizacji projektu.	2,80%	8,90%	20,00%	40,00%	28,30%	180	3,82	,08	4,00	3,00	4,00	5,00
q04.5	Otoczenie projektu miało stabilny i przewidywalny charakter.	14,40%	29,40%	13,90%	35,60%	6,70%	180	2,91	,09	4,00	2,00	3,00	4,00
q04.6	Poziom ryzyka projektu był niski	19,40%	28,30%	14,40%	31,10%	6,70%	180	2,77	,09	4,00	2,00	3,00	4,00
q04.7	Kluczowi interesariusze byli zgodni co do przebiegu projektu.	8,40%	17,30%	17,90%	46,90%	9,50%	179	3,32	,08	4,00	2,00	4,00	4,00
q04.8	Zespół dokładnie znał oczekiwania wobec projektu.	1,10%	16,10%	12,80%	47,80%	22,20%	180	3,74	,08	4,00	3,00	4,00	4,00
q04.9	Cele projektu mogły być jednoznacznie i szczegółowo określone.	0,60%	8,90%	7,80%	55,60%	27,20%	180	4,00	,06	4,00	4,00	4,00	5,00
q04.10	Rezultat końcowy mógł być precyzyjnie opisany.	0,60%	8,90%	8,30%	44,40%	37,80%	180	4,10	,07	4,00	4,00	4,00	5,00
q04.11	Sposób uzyskania rezultatu końcowego był znany wcześniej w organizacji.	7,20%	17,20%	13,30%	45,00%	17,20%	180	3,48	,09	4,00	3,00	4,00	4,00

q04.12	Nie było potrzeby rozpatrywania różnych wariantów przebiegu projektu.	15,60%	30,60%	18,30%	27,20%	8,30%	180	2,82	,09	2,00	2,00	3,00	4,00
q04.13	Lista zadań projektu była określona i stała.	7,80%	26,30%	6,70%	47,50%	11,70%	179	3,29	,09	4,00	2,00	4,00	4,00
q04.14	Relacje między zadaniami projektu były zrozumiałe dla wszystkich w zespole.	5,60%	21,30%	14,00%	47,80%	11,20%	178	3,38	,08	4,00	2,00	4,00	4,00
q04.15	Każde z zadań mogło być jednoznacznie opisane wykonawcom.	2,80%	11,70%	16,20%	58,70%	10,60%	179	3,63	,07	4,00	3,00	4,00	4,00
q04.16	W projekcie nie przewidywano konieczności powrotu do już wykonanych zadań.	5,00%	27,90%	17,30%	39,10%	10,60%	179	3,22	,08	4,00	2,00	3,00	4,00
q04.17	Czas trwania poszczególnych zadań mógł być precyzyjnie określony.	5,00%	27,90%	14,00%	45,30%	7,80%	179	3,23	,08	4,00	2,00	4,00	4,00
q04.18	Zespół był pewien szacunków czasów zadań.	5,00%	26,80%	23,50%	38,00%	6,70%	179	3,15	,08	4,00	2,00	3,00	4,00
q04.19	Określenie czasu trwania projektu nie sprawiło trudności.	8,50%	28,80%	23,70%	32,20%	6,80%	177	3,00	,08	4,00	2,00	3,00	4,00
q04.20	Nie było potrzeby stosowania znacznych rezerw czasu.	13,40%	29,60%	19,00%	32,40%	5,60%	179	2,87	,09	4,00	2,00	3,00	4,00
q04.21	Określenie potrzebnych zasobów nie sprawiło trudności.	7,90%	21,90%	15,70%	47,20%	7,30%	178	3,24	,08	4,00	2,00	4,00	4,00
q04.22	Liczba potrzebnych zasobów mogła być określona z dużą precyzją.	4,50%	18,40%	15,10%	55,30%	6,70%	179	3,41	,08	4,00	3,00	4,00	4,00
q04.23	Koszt wykonania poszczególnych zadań mógł być precyzyjnie określony.	2,80%	18,60%	20,30%	50,30%	7,90%	177	3,42	,07	4,00	3,00	4,00	4,00
q04.24	Nie było potrzeby rezerwowania znacznych środków finansowych na nieprzewidziane zdarzenia.	7,90%	24,70%	19,10%	38,80%	9,60%	178	3,17	,09	4,00	2,00	3,00	4,00
q04.25	Szacunki kosztów projektu były pewne.	6,20%	19,10%	27,00%	41,60%	6,20%	178	3,22	,08	4,00	2,00	3,00	4,00

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 10.3. Rozkład średniej arytmetycznej 25 mierników sytuacji planistycznej



Źródło: opracowanie własne.

Jak można zauważyć, wykres przyjmuje rozkład zbliżony do normalnego. Średnia dla wszystkich projektów w badaniu wyniosła 3,30. Przeprowadzona testem Kruskala-Wallisa analiza zróżnicowania średniej względem rodzaju projektu nie wykazała istotnego zróżnicowania średniej między grupami ($\chi^2 = 9,88$, $df = 11$, $p = 0,541$). Podobnie źródło pochodzenia projektu nie miało na nią istotnego wpływu (U-Manna-Whitneya = 3784,50, $p = 0,458$).

Bardziej szczegółowa analiza dotycząca wpływu poszczególnych mierników na poziom ryzyka i niepewności projektu pozwoliła opracować ich ujednoczony ranking. Analiza testem Friedmana ($\chi^2 = 508,508$, $df = 24$, $p < 0,001$) wykazała, iż w największym stopniu z sytuacją pewności zespoły projektowe miały do czynienia w przypadku m.in. precyzji opisu rezultatu końcowego, określenia celów projektu, poszukiwania jednego, najlepszego przebiegu projektu oraz znajomości przez zespół oczekiwań względem projektu.

Z drugiej jednak strony znaczna liczba ankietowanych (19,4%) była przeciwna stwierdzeniu, iż „poziom ryzyka projektu był niski”. Respondenci spotykali się również ze znacznymi trudnościami w zakresie dostępu do wszystkich niezbędnych informacji, planując, musieli rozpatrywać różne warianty przebiegu projektu i uwzględniać znaczne rezerwy czasu na jego realizację. Prawie 1/3 badanych stwierdziła, iż otoczenie projektu raczej nie miało stabilnego i przewidywalnego charakteru.

W ramach dalszej analizy danych dotyczących poziomu ryzyka i niepewności przystąpiono do analizy czynnikowej, tj. podjęto próbę zredukowania dużej liczby

25 zmiennych do mniejszego zbioru oraz wyodrębnienie grup czynników kluczowych, które mimo mniejszej liczby w podobny sposób opisywałyby badane zjawisko. Zgodnie z przyjętą strategią badawczą w celu wyłonienia czynników posłużono się metodą wyodrębniania czynników głównych składowych z rotacją Varimax (*Principal Component Analysis, Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization*) i prezentacją wyników z wykorzystaniem wykresów osypiska.

Tabela 10.8. Wyniki analizy testem Friedmana

Rangi		Średnia ranga
q04.10	Rezultat końcowy mógł być precyzyjnie opisany.	18,53
q04.9	Cele projektu mogły być jednoznacznie i szczegółowo określone.	17,64
q04.4	Plan miał przedstawiać jeden, najlepszy wariant realizacji projektu.	16,37
q04.8	Zespół dokładnie znał oczekiwania wobec projektu.	15,97
q04.15	Każde z zadań mogło być jednoznacznie opisane wykonawcom.	14,76
q04.11	Sposób uzyskania rezultatu końcowego był znany wcześniej w organizacji.	14,56
q04.3	Informacje, na bazie których planowaliśmy projekt, uznaliśmy za pewne.	13,72
q04.23	Koszt wykonania poszczególnych zadań mógł być precyzyjnie określony.	13,67
q04.22	Liczba potrzebnych zasobów mogła być określona z dużą precyzją.	13,58
q04.14	Relacje między zadaniami projektu były zrozumiałe dla wszystkich w zespole.	13,33
q04.13	Lista zadań projektu była określona i stała.	12,99
q04.7	Kluczowi interesariusze byli zgodni co do przebiegu projektu.	12,92
q04.17	Czas trwania poszczególnych zadań mógł być precyzyjnie określony.	12,76
q04.21	Określenie potrzebnych zasobów nie sprawiło trudności.	12,68
q04.24	Nie było potrzeby rezerwowania znacznych środków finansowych na nieprzewidziane zdarzenia.	12,42
q04.16	W projekcie nie przewidywano konieczności powrotu do już wykonanych zadań.	12,37
q04.25	Szacunki kosztów projektu były pewne.	12,14
q04.18	Zespół był pewien szacunków czasów zadań.	11,99
q04.19	Określenie czasu trwania projektu nie sprawiło trudności.	10,78
q04.2	Informacje, na bazie których planowaliśmy projekt, były kompletne.	10,65
q04.5	Otoczenie projektu miało stabilny i przewidywalny charakter.	10,58
q04.20	Nie było potrzeby stosowania znacznych rezerw czasu.	10,48
q04.12	Nie było potrzeby rozpatrywania różnych wariantów przebiegu projektu.	10,32
q04.1	W momencie planowania projektu zespół miał dostęp do wszystkich niezbędnych informacji.	10,08
q04.6	Poziom ryzyka projektu był niski.	9,70

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzona procedura statystyczna pozwoliła zakwalifikować 25 mierników do 8 grup czynników, których suma kwadratów ładunków po rotacji wyniosła 68%. Alfa Cronbaha oddająca rzetelność całości wyniosła 0,81.

Tabela 10.9. Całkowita wyjaśniana wariancja w ramach zmiennej „sytuacja planistyczna projektu”

Total Variance Explained									
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of variance	Cumulative %	Total	% of variance	Cumulative %	Total	% of variance	Cumulative %
1	6,485	25,940	25,940	6,485	25,940	25,940	3,297	13,186	13,186
2	2,445	9,781	35,721	2,445	9,781	35,721	2,899	11,596	24,783
3	1,826	7,304	43,025	1,826	7,304	43,025	2,371	9,484	34,266
4	1,409	5,634	48,659	1,409	5,634	48,659	2,184	8,738	43,004
5	1,294	5,175	53,834	1,294	5,175	53,834	2,173	8,690	51,694
6	1,247	4,988	58,822	1,247	4,988	58,822	1,446	5,786	57,480
7	1,196	4,783	63,605	1,196	4,783	63,605	1,330	5,322	62,802
8	1,009	4,034	67,640	1,009	4,034	67,640	1,209	4,837	67,640

Extraction Method: Principal Component Analysis

Źródło: opracowanie własne.

Pierwszą składową można określić jako „precyzję określenia warunków projektu” – dotyczy ona zarówno zachowań interesariuszy, zasobów, jak i środków finansowych, kosztów czy też ryzyka. W jej zakres weszły poniższe mierniki.

- Poziom ryzyka projektu był niski.
- Kluczowi interesariusze byli zgodni co do przebiegu projektu.
- Określenie potrzebnych zasobów nie sprawiło trudności.
- Liczba potrzebnych zasobów mogła być określona z dużą precyzją.
- Koszt wykonania poszczególnych zadań mógł być precyzyjnie określony.
- Nie było potrzeby rezerwowania znacznych środków finansowych na nieprzewidziane zdarzenia.
- Szacunki kosztów projektu były pewne.

Drugą składową można powiązać z „jakością informacji”. W jej skład weszły czynniki określające dostępność, kompletność, pewność i trwałość informacji, na bazie których planowano projekt. W jej zakres weszły następujące mierniki.

- W momencie planowania projektu zespół miał dostęp do wszystkich niezbędnych informacji.
- Informacje, na bazie których planowaliśmy projekt, były kompletne.
- Informacje, na bazie których planowaliśmy projekt, uznaliśmy za pewne.
- Otoczenie projektu miało stabilny i przewidywalny charakter.

Kolejna, trzecia składowa dotyczyła „szacowania czasu zadań”. Zgrupowała ona czynniki dotyczące precyzji i trudności szacowania, ich pewności oraz poziomu rezerw na opóźnienia i nieprzewidziane sytuacje. W jej zakres weszły następujące mierniki.

- Czas trwania określonych zadań mógł być precyzyjnie określony.
- Zespół był pewien szacunków czasów zadań.
- Określenie czasu trwania projektu nie sprawiło trudności.
- Nie było potrzeby stosowania znacznych rezerw czasu.

Czwarta składowa obejmowała „definiowanie zadań projektu” – ich jasne i precyzyjne określenie, zrozumiałe przez pracujących w zespole, jak również możliwość szczegółowego ich opisanie wykonawcom. W jej zakres weszły poniższe mierniki.

- Lista zadań projektu była określona i stała.
- Realizacje między zadaniami projektu były zrozumiałe dla wszystkich w zespole.
- Każde z zadań mogło być jednoznacznie opisane wykonawcom.

Piątą składową można opisać jako „określenie rezultatów projektu”. W jej zakres weszły trzy mierniki – znajomość oczekiwań wobec projektu przez zespół, jednoznaczność opisu celów i rezultatu projektu.

- Zespół dokładnie znał oczekiwania wobec projektu.
- Cele projektu były jednoznacznie i szczegółowo określone.
- Rezultat końcowy mógł być precyzyjnie opisany.

Szosta składowa jest związana wyłącznie z jednym czynnikiem – „W projekcie nie przewidywano konieczności powrotu do już wykonanych zadań”. Jego wystąpienie jest skojarzone ze złamaniem liniowości przebiegu projektu i wprowadzeniem stochastycznej struktury zadaniowej. Stąd też nazwa składowej: „stochastyczność struktury zadaniowej”.

Siódma składowa została nazwana „biegłością technologiczną”. Dwa wchodzące w jej zakres czynniki są związane bezpośrednio ze znajomością technologii i sposobu dostarczenia rezultatu projektu.

- Sposób uzyskania rezultatu końcowego był znany wcześniej w organizacji.
- Nie było potrzeby rozpatrywania różnych wariantów przebiegu projektu.

Z listy czynników ostatni tworzony przez sformułowanie: „Plan miał przedstawić jeden, najlepszy wariant realizacji projektu” w znacznym stopniu obniżał Alfę Cronbaha, zaś jego wyeliminowanie powodowało wzrost rzetelności do 0,88, czyli bliskiej doskonałej. Ponieważ stwierdzenie to jako jedyne tworzy ósmą składową, ze względu na tak silne obniżenie rzetelności (korelacja tego pytania z całością to zaledwie $R = 0,088$; możliwe, że pytanie było zbyt ogólne, niezrozumiałe albo niezwiązane z innymi pytaniami) zdecydowano się je wyeliminować z dalszej analizy i pozostawić siedem składowych z całościową rzetelnością wynoszącą 0,88.

Podsumowując: zebrane dane pozwoliły wysoko ocenić rzetelność zastosowanego zbioru sformułowań oddających poziom ryzyka i niepewności badanych projektów. Poziom ten można globalnie określić jako średni (średnia 3,30 na skali 1–5). Sugeruje

to, iż badane projekty były realizowane raczej w warunkach ryzyka niż w skrajnych warunkach pewności lub niepewności.

Stosunkowo najpewniej zespoły projektowe poruszały się w ramach precyzji opisu oczekiwań, celu i rezultatu końcowego projektów, czyli elementów utożsamianych z etapem definiowania projektu. Z drugiej strony największej niepewności towarzyszy im w zakresie dostępu, kompletności i jakości niezbędnych informacji planistycznych, relacji z otoczeniem oraz szacowania czasu trwania projektów. W ramach klasyfikacji badanych czynników udało się zwrócić uwagę na siedem kluczowych.

- 1) Precyzja określenia warunków projektu.
- 2) Jakość informacji.
- 3) Szacowanie czasu zadań.
- 4) Definiowanie zadań projektu.
- 5) Określenie rezultatów projektu.
- 6) Stochastyczność struktury zadaniowej.
- 7) Biegłość technologiczna.

10.3.2. Jakość planowania projektów

W zakresie pytań tworzących drugą zmienną modelu badawczego – jakość planowania – uzyskano wyniki zgodnie z tabelą 10.7. Kolorem zaznaczono relatywną częstość wskazań dla każdego z mierników uwzględnionych w zmiennej, zaś w dalszych przedstawiono wybrane statystyki opisowe dla poszczególnych elementów związanych z jakością planowania projektu.

Podobnie jak w przypadku pierwszej zmiennej modelu dalsza analiza danych została poprzedzona sprawdzeniem ich rzetelności za pomocą współczynnika Alfa Cronbacha. W rozpatrywanym przypadku wyniki analizy pozwalają uznać dane i skale za wyjątkowo i doskonale rzetelne (Alfa = 0,967). Co ważne, usunięcie któregośkolwiek z mierników nie powoduje podniesienia Alfę, co dodatkowo wzmacnia przyjęty zakres pytań.

Informacja o analizowanych danych				Statystyki rzetelności	
		N	%	Alfa Cronbacha	Liczba pozycji
Observacje	ważne	63	34,1	,967	28
	wykluczonea	122	65,9		
	ogółem	185	100,0		
^a Usuwanie obserwacjami ze względu na wszystkie zmienne w analizie.					

Tabela 10.10. Jakość planowania projektów – zbiorcze wyniki badania

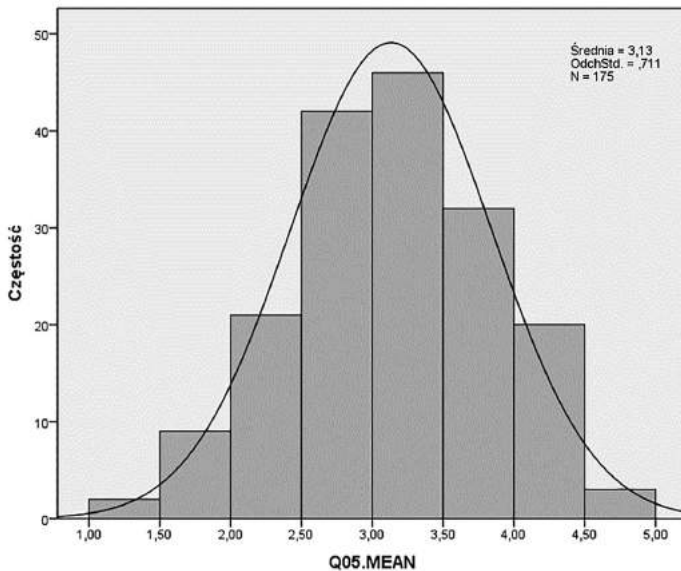
		Bardzo niski	Niski	Przeciętny	Wysoki	Bardzo wysoki	N ważnych	Średnia	Błąd standardowy średniej	Dominanta	Percentyl 25	Mediana	Percentyl 75
q05.1	Opracowanie całościowego planu projektu	1,20%	10,40%	32,50%	38,70%	17,20%	163	3,60	,07	4,00	3,00	4,00	4,00
q05.2	Planowanie planowania	8,10%	14,20%	38,50%	28,40%	10,80%	148	3,20	,09	3,00	3,00	3,00	4,00
q05.3	Ustalenie sposobu bieżącej kontroli projektu	7,70%	20,60%	32,30%	32,30%	7,10%	155	3,10	,08	3,00	2,00	3,00	4,00
q05.4	Określenie zasad obsługi zmian w projekcie	10,20%	23,80%	33,30%	28,60%	4,10%	147	2,93	,09	3,00	2,00	3,00	4,00
q05.5	Określenie sposobu ewaluacji wyników projektu	16,60%	20,00%	33,10%	20,70%	9,70%	145	2,87	,10	3,00	2,00	3,00	4,00
q05.6	Zdefiniowanie produktów projektu	4,20%	6,10%	21,20%	44,20%	24,20%	165	3,78	,08	4,00	3,00	4,00	4,00
q05.7	Określenie struktury zadań projektu (wbs)	3,20%	12,00%	36,10%	32,90%	15,80%	158	3,46	,08	3,00	3,00	3,00	4,00
q05.8	Identyfikacja czynności projektu	0,60%	9,90%	34,20%	42,90%	12,40%	161	3,57	,07	4,00	3,00	4,00	4,00
q05.9	Ustalenie kolejności zadań	1,80%	9,10%	32,10%	41,80%	15,20%	165	3,59	,07	4,00	3,00	4,00	4,00
q05.10	Szacowanie czasu trwania zadań	2,40%	14,30%	36,90%	37,50%	8,90%	168	3,36	,07	4,00	3,00	3,00	4,00
q05.11	Przygotowanie harmonogramu (wykres Gantta)	10,30%	19,30%	29,70%	28,30%	12,40%	145	3,13	,10	3,00	2,00	3,00	4,00
q05.12	Określenie wymaganych zasobów w projekcie	4,40%	11,30%	38,40%	35,80%	10,10%	159	3,36	,08	3,00	3,00	3,00	4,00
q05.13	Określenie kosztów zadań projektu	2,80%	12,70%	35,20%	38,70%	10,60%	142	3,42	,08	4,00	3,00	3,00	4,00
q05.14	Opracowanie budżetu projektu	5,80%	5,80%	34,30%	38,70%	15,30%	137	3,52	,09	4,00	3,00	4,00	4,00
q05.15	Przygotowanie planu zarządzania jakością projektu	16,80%	24,80%	30,10%	22,10%	6,20%	113	2,76	,11	3,00	2,00	3,00	4,00

	Bardzo niski	Niski	Przeciętny	Wysoki	Bardzo wysoki	N ważnych	Średnia	Błąd standardowy	Dominanta	Percentyl 25	Mediana	Percentyl 75
q05.16	7,70%	16,10%	32,20%	30,10%	14,00%	143	3,27	,09	3,00	3,00	3,00	4,00
q05.17	4,50%	12,90%	41,90%	30,30%	10,30%	155	3,29	,08	3,00	3,00	3,00	4,00
q05.18	8,60%	25,00%	40,00%	22,10%	4,30%	140	2,89	,08	3,00	2,00	3,00	4,00
q05.19	9,40%	17,60%	37,10%	30,20%	5,70%	159	3,05	,08	3,00	2,00	3,00	4,00
q05.20	14,70%	25,90%	34,30%	21,00%	4,20%	143	2,74	,09	3,00	2,00	3,00	4,00
q05.21	13,20%	27,80%	33,30%	18,80%	6,90%	144	2,78	,09	3,00	2,00	3,00	4,00
q05.22	7,70%	16,10%	43,90%	25,20%	7,10%	155	3,08	,08	3,00	3,00	3,00	4,00
q05.23	21,90%	32,00%	28,90%	12,50%	4,70%	128	2,46	,10	2,00	2,00	2,00	3,00
q05.24	23,80%	32,30%	25,40%	11,50%	6,90%	130	2,45	,10	2,00	2,00	2,00	3,00
q05.25	24,80%	30,10%	21,10%	19,50%	4,50%	133	2,49	,10	2,00	2,00	2,00	3,00
q05.26	30,10%	24,40%	26,80%	13,80%	4,90%	123	2,39	,11	1,00	1,00	2,00	3,00
q05.27	14,30%	21,90%	30,50%	24,80%	8,60%	105	2,91	,11	3,00	2,00	3,00	4,00
q05.28	8,60%	14,30%	35,20%	34,30%	7,60%	105	3,18	,10	3,00	3,00	3,00	4,00

Źródło: opracowanie własne.

W rezultacie przeprowadzonych badań otrzymano dane opisujące poziom zaangażowania zespołów w planowanie projektu. W tym celu dla każdego projektu wyliczono wskaźnik będący średnią arytmetyczną 28 mierników. Poniższy schemat obrazuje zbiorcze zestawienie wyników analizy.

Rysunek 10.4. Rozkład średniej arytmetycznej 28 mierników jakości planowania



Źródło: opracowanie własne.

Jak można zauważyć, wykres przyjmuje rozkład niemal identyczny z rozkładem normalnym. Średnia dla wszystkich projektów w badaniu wyniosła 3,13. Przeprowadzona testem Kruskala-Wallisa analiza zróżnicowania średniej względem rodzaju projektu nie wykazała istotnego zróżnicowania średniej między grupami ($\chi^2 = 13,199$, $df = 11$, $p = 0,281$). Podobnie źródło pochodzenia projektu nie miało na nią istotnego wpływu (U-Manna-Whitneya = 3603,500, $p = 0,572$).

Dalsza analiza dotycząca wpływu poszczególnych mierników na jakość planowania projektu pozwoliła opracować ich ujednolicony ranking. Analiza testem Friedmana ($\chi^2 = 312,492$, $df = 27$, $p < 0,001$) wykazała, iż podczas planowania projektów najczęściej uwagi i wysiłku jest poświęcane identyfikacji produktów projektu, zadań prowadzących do ich wytworzenia, ustaleniu struktury kooperacyjnej projektu oraz integracji tych i innych elementów planu w przygotowanie jego całościowego opracowania.

Tabela 10.11. Wyniki analizy testem Friedmana

Rangi		Średnia ranga
q05.6	Zdefiniowanie produktów projektu	20,10
q05.8	Identyfikacja czynności projektu	18,76
q05.9	Ustalenie kolejności zadań	18,46
q05.1	Opracowanie całościowego planu projektu	18,17
q05.10	Szacowanie czasu trwania zadań	17,67
q05.14	Opracowanie budżetu projektu	17,67
q05.7	Określenie struktury zadań projektu (wbs)	17,40
q05.13	Określenie kosztów zadań projektu	16,93
q05.28	Przygotowanie dokumentacji zakupowej (przetargowej)	16,46
q05.17	Zaplanowanie struktury zespołu projektowego	16,18
q05.12	Określenie wymaganych zasobów w projekcie	15,86
q05.16	Określenie kryteriów odbiorów w projekcie	15,73
q05.11	Przygotowanie harmonogramu (wykres Gantt'a)	15,66
q05.2	Planowanie planowania	14,60
q05.3	Ustalenie sposobu bieżącej kontroli projektu	14,56
q05.22	Ustalenie metod raportowania postępów projektu	14,08
q05.27	Opracowanie planu zarządzania zamówieniami (procurement plan)	13,64
q05.19	Ustalenie zasad pracy w zespole projektowym	13,38
q05.18	Udokumentowanie struktury zespołu projektowego	13,02
q05.4	Określenie zasad obsługi zmian w projekcie	12,90
q05.5	Określenie sposobu ewaluacji wyników projektu	12,44
q05.20	Przygotowanie planu zarządzania komunikacją	11,80
q05.21	Zaplanowanie działań angażujących interesariuszy projektu	11,15
q05.25	Ocena ryzyka projektu	10,62
q05.15	Przygotowanie planu zarządzania jakością projektu	10,43
q05.23	Przygotowanie planu zarządzania ryzykiem	9,65
q05.24	Stworzenie listy rodzajów ryzyka projektu	9,44
q05.26	Plan ograniczenia ryzyka w projekcie	9,25

Źródło: opracowanie własne.

Pozycje zajmujące najniższe pola w rankingu są związane z obszarem zarządzania ryzykiem projektów. Wynik ten jest zgodny z innymi prowadzonymi w Polsce i na świecie badaniami dotyczącymi planowania projektów, dojrzałości projektowej, metodycznego wsparcia dla zarządzania projektami czy zarządzania wiedzą. Co ciekawe, wśród obszarów pomijanych przez respondentów znalazły się także przygotowanie planu zarządzania jakością oraz planowanie komunikacji i angażowanie interesariuszy.

Dalsze kroki analizy były związane z przeprowadzeniem analizy czynnikowej. W zakresie jakości planowania, posługując się analogicznymi metodami badaw-

czymi 28 mierników jak w przypadku sytuacji planistycznych, sklasyfikowano sześć głównych składowych. Suma kwadratów ładunków po rotacji wyniosła 68%. Alfa Cronbaha oddająca rzetelność całości wyniosła 0,967.

Tabela 10.12. Całkowita wyjaśniana wariancja w ramach zmiennej „sytuacja planistyczna projektu”

Component	Total Variance Explained								
	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of variance	Cumulative %	Total	% of variance	Cumulative %	Total	% of variance	Cumulative %
1	11,063	39,509	39,509	11,063	39,509	39,509	4,071	14,538	14,538
2	2,298	8,207	47,716	2,298	8,207	47,716	3,533	12,618	27,155
3	1,878	6,706	54,422	1,878	6,706	54,422	3,380	12,071	39,226
4	1,409	5,031	59,454	1,409	5,031	59,454	3,177	11,347	50,573
5	1,336	4,773	64,226	1,336	4,773	64,226	3,104	11,085	61,658
6	1,053	3,760	67,986	1,053	3,760	67,986	1,772	6,328	67,986

Extraction Method: Principal Component Analysis

Źródło: opracowanie własne.

Pierwszą składową należy określić jako „wysiłek włożony w planowanie zarządzania ryzykiem”. W jej zakresie znalazły się działania związane z przygotowaniem planu zarządzaniem ryzykiem, identyfikacji ryzyka, jego oceną i przygotowaniem strategii odpowiedzi na ryzyko oraz ustaleniem metod raportowania postępu projektu.

- Ustalenie metod raportowania postępów projektu.
- Przygotowanie planu zarządzania ryzykiem.
- Stworzenie listy rodzajów ryzyka projektu.
- Ocena ryzyka projektu.
- Plan ograniczenia ryzyka w projekcie (*risk response plan*).

Druga wyodrębniona składowa łączy w sobie trzy obszary związane z zarządzaniem jakością, zespołem projektowym i komunikacją. Przyjęta nazwa oddaje to zróżnicowanie jako „wysiłek włożony w planowanie jakości, zespołu i komunikacji”. W jej zakres weszły następujące mierniki.

- Przygotowanie planu zarządzania jakością projektu.
- Określenie kryteriów odbiorów w projekcie.
- Zaplanowanie struktury zespołu projektowego.
- Udokumentowanie struktury zespołu projektowego.
- Ustalenie zasad pracy w zespole projektowym.
- Przygotowanie planu zarządzania komunikacją.
- Zaplanowanie działań angażujących interesariuszy projektu.

Za trzecią składową można uznać „wysiłek włożony w planowanie zadań i czasu w projekcie”. W ramach składowej sklasyfikowano czynniki związane z zidentyfikowaniem zadań projektowych i ich struktury, określenie harmonogramu i wymaganych zasobów. W jej zakres weszły następujące mierniki:

- Określenie struktury zadań projektu (wbs).
- Identyfikacja czynności projektu.
- Ustalenie kolejności zadań.
- Szacowanie czasu trwania zadań.
- Przygotowanie harmonogramu (wykres Gantta).
- Określenie wymaganych zasobów w projekcie.

Czwartą składową tworzą działania wchodzące w zakres dwóch obszarów wiedzy o zarządzaniu projektami. Najtrafniej można określić ją jako „wysiłek włożony w planowanie kosztów i zamówień projektu”. W jej zakres weszły następujące mierniki.

- Określenie kosztów zadań projektu.
- Opracowanie budżetu projektu.
- Opracowanie planu zarządzania zamówieniami (*procurement plan*).
- Przygotowanie dokumentacji zakupowej (przetargowej).

Piątą składową można rozumieć jako „wysiłek włożony w planowanie zarządzania projektem” – określenie dokładnego planu, również z metapoziumu (planowanie planowania), kontrola realizacji projektu i ustalenie sposobu wprowadzania zmian.

- Opracowanie całościowego planu projektu.
- Planowanie planowania (np. czas przeznaczony na planowanie, metody planowania, uczestnicy itp.).
- Ustalenie sposobu bieżącej kontroli projektu.
- Określenie zasad obsługi zmian w projekcie.

Ostatnią, szóstą składową można potraktować jako „wysiłek włożony w planowanie oceny projektu” – obejmuje ona zarówno definiowanie produktów projektu, jak i określenie sposobu jego ewaluacji.

- Określenie sposobu ewaluacji wyników projektu.
- Zdefiniowanie produktów projektu.

Podsumowując: w badanych projektach zespoły najwięcej wysiłku wkładały w definiowanie zakresu oraz planowanie zarządzania jego czasem i kosztami, czyli elementów wprost związanych z żelaznym trójkątem ograniczeń projektu. W najmniejszym stopniu praca była związana z zarządzaniem ryzykiem i jakością. W ramach klasyfikacji badanych czynników udało się zwrócić uwagę na sześć kluczowych:

- 1) Wysiłek włożony w planowanie zarządzania ryzykiem.
- 2) Wysiłek włożony w planowanie jakości, zespołu i komunikacji.
- 3) Wysiłek włożony w planowanie zadań i czasu w projekcie.

- 4) Wysiłek włożony w planowanie kosztów i zamówień projektu.
- 5) Wysiłek włożony w planowanie zarządzania projektem.
- 6) Wysiłek włożony w planowanie oceny projektu.

Co ciekawe, analiza czynnikowa wykazała związek między obszarami zarządzania projektami. Działania związane z planowaniem kosztów znalazły się w jednej składowej z planowaniem zamówień, co można tłumaczyć znaczeniem szacunków ofert dostawców dla tworzenia budżetu projektów. Powiązanie planowania zadań i czasu odpowiada zaś tradycyjnemu ujęciu planowania projektu z perspektywy harmonogramu.

10.3.3. Zmienność przebiegu projektów

W zakresie pytań tworzących trzecią zmienną modelu badawczego – zmienność projektu – uzyskano wyniki zgodnie z tabelą 10.10. Kolorem zaznaczono relatywną częstość wskazań dla każdego z mierników uwzględnionych w zmiennej, zaś w dalszych przedstawiono wybrane statystyki opisowe dla poszczególnych elementów planowania projektów.

Jak można zauważyć, największy zakres zmian dotyczył obszaru zarządzania czasem i kosztem projektu. W szczególności dotyczyło to czasu trwania zadań cząstkowych (średnia 3,92) i harmonogramu projektu (średnia 3,78). Zaraz za nimi uplasowały się zmiany dotyczące wymaganych zasobów (średnia 3,43) oraz kosztów zadań cząstkowych (średnia 3,38) i budżet projektu (średnia 3,32).

Podobnie jak w przypadku pozostałych zmiennych modelu dalsza analiza danych została poprzedzona sprawdzeniem ich rzetelności za pomocą współczynnika Alfa Cronbacha. W rozpatrywanym przypadku wyniki analizy pozwalają uznać dane i skale za wyjątkowo i doskonale rzetelne (Alfa = 0,953). Co ważne, usunięcie którekolwiek z mierników nie powoduje podniesienia Alfę, co dodatkowo wzmacnia przyjęty zakres pytań.

Informacja o analizowanych danych			
		N	%
Observacje	ważne	108	58,4
	wykluczone ^a	77	41,6
	ogółem	185	100,0
^a Usuwane obserwacjami ze względu na wszystkie zmienne w analizie.			

Statystyki rzetelności	
Alfa Cronbacha	Liczba pozycji
,953	28

Tabela 10.13. Zmienność przebiegu projektów – zbiorcze wyniki badania

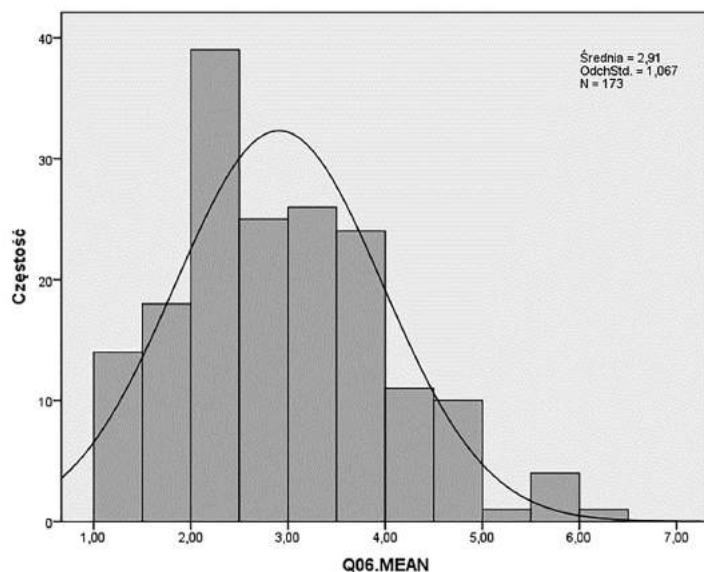
		1 - nie zmieniły się wcale	2	3	4	5	6	7 - zmieniły się fundamentalnie	N ważnych	Średnia	Błąd standardowy średniej	Dominanta	Percentyl 25	Mediana	Percentyl 75
q06.1	Całościowy plan projektu	11,40%	29,90%	21,60%	14,40%	12,60%	6,60%	3,60%	167	3,21	0,12	2	2	3	4
q06.2	Plan planowania projektu	13,70%	26,70%	25,50%	14,30%	12,40%	4,30%	3,10%	161	3,11	0,12	2	2	3	4
q06.3	Metody bieżącej kontroli projektu	19,80%	27,80%	20,40%	14,80%	14,80%	1,90%	0,60%	162	2,85	0,11	2	2	3	4
q06.4	Sposób obsługi zmian w projekcie	20,30%	21,50%	23,40%	18,40%	12,00%	3,20%	1,30%	158	2,95	0,12	3	2	3	4
q06.5	Sposób końcowej oceny projektu	27,30%	26,70%	11,80%	13,00%	9,90%	9,30%	1,90%	161	2,87	0,14	1	1	2	4
q06.6	Specyfikacja produktów projektu	29,80%	23,20%	11,30%	14,90%	11,90%	7,70%	1,20%	168	2,84	0,13	1	1	2	4
q06.7	Struktura zadań projektu (wbs)	19,50%	20,10%	24,50%	18,90%	9,40%	5,70%	1,90%	159	3,03	0,12	3	2	3	4
q06.8	Czynności projektu	15,60%	26,30%	20,40%	18,00%	12,00%	6,00%	1,80%	167	3,1	0,12	2	2	3	4
q06.9	Kolejność realizacji zadań	19,20%	26,90%	14,40%	16,80%	9,60%	7,80%	5,40%	167	3,16	0,14	2	2	3	4
q06.10	Czas trwania zadań cząstkowych	6,50%	18,90%	17,20%	18,90%	17,80%	13,60%	7,10%	169	3,92	0,13	2	2	4	5
q06.11	Harmonogram projektu (wykres Gantta)	10,20%	17,20%	22,90%	14,00%	13,40%	14,60%	7,60%	157	3,78	0,14	3	2	3	5
q06.12	Wymagane zasoby projektu	12,10%	21,20%	22,40%	18,20%	12,10%	9,70%	4,20%	165	3,43	0,13	3	2	3	5
q06.13	Koszty cząstkowych zadań projektu	16,30%	20,30%	19,60%	16,30%	11,80%	11,80%	3,90%	153	3,38	0,14	2	2	3	5
q06.14	Budżetu projektu	22,20%	16,30%	22,20%	10,50%	12,40%	7,80%	8,50%	153	3,32	0,15	1	2	3	5

		1 - nie zmieniły się wcale	2	3	4	5	6	7 - zmieniły się fundamentalnie	N ważnych	Srednia	Błąd standardowy średniej	Dominanta	Percentyl 25	Mediana	Percentyl 75
q06.15	Metody zarządzania jakością projektu	32,00%	26,50%	15,00%	14,30%	6,10%	5,40%	0,70%	147	2,55	0,13	1	1	2	4
q06.16	Kryteria odbiorów w projekcie	30,50%	27,90%	16,20%	11,70%	7,80%	5,20%	0,60%	154	2,56	0,12	1	1	2	4
q06.17	Struktura zespołu projektowego	20,10%	25,60%	20,70%	14,60%	9,10%	9,10%	0,60%	164	2,97	0,12	2	2	3	4
q06.18	Dokumentacja zespołu projektowego	28,80%	26,30%	19,90%	9,00%	9,00%	7,10%	0,00%	156	2,64	0,12	1	1	2	3,5
q06.19	Zasady pracy w zespole projektowym	26,10%	23,60%	19,40%	13,90%	10,90%	6,10%	0,00%	165	2,78	0,12	1	1	3	4
q06.20	Plan zarządzania komunikacją	29,10%	22,80%	19,00%	14,60%	7,60%	6,30%	0,60%	158	2,7	0,12	1	1	2	4
q06.21	Działania angażujące interesariuszy projektu	22,40%	27,00%	21,70%	9,90%	11,20%	5,30%	2,60%	152	2,87	0,13	2	2	3	4
q06.22	Sposoby raportowania postępów projektu	27,80%	29,10%	13,90%	13,90%	7,60%	5,70%	1,90%	158	2,69	0,13	2	1	2	4
q06.23	Plan zarządzania ryzykiem	34,50%	27,50%	15,50%	10,60%	5,60%	4,20%	2,10%	142	2,46	0,13	1	1	2	3
q06.24	Lista rodzajów ryzyka projektu	32,40%	20,70%	17,90%	13,80%	4,80%	6,90%	3,40%	145	2,72	0,14	1	1	2	4
q06.25	Ocena ryzyka projektu	33,10%	21,40%	20,70%	12,40%	4,80%	5,50%	2,10%	145	2,59	0,13	1	1	2	3
q06.26	Plan ograniczenia ryzyka w projekcie	37,20%	19,00%	19,70%	10,20%	6,60%	4,40%	2,90%	137	2,55	0,14	1	1	2	3
q06.27	Plan zarządzania zamówieniami	36,60%	21,40%	22,10%	9,20%	4,60%	3,10%	3,10%	131	2,45	0,14	1	1	2	3
q06.28	Dokumentacja zakupowa (przetargowa)	38,30%	23,30%	22,60%	7,50%	4,50%	1,50%	2,30%	133	2,3	0,12	1	1	2	3

Źródło: opracowanie własne.

W rezultacie przeprowadzonych badań otrzymano dane opisujące poziom zmienności realizowanych projektów. W tym celu dla każdego projektu wyliczono wskaźnik będący średnią arytmetyczną 28 mierników. Poniższy schemat obrazuje zbiorcze zestawienie wyników analizy.

Rysunek 10.5. Rozkład średniej arytmetycznej 28 mierników zmienności realizowanych projektów



Źródło: opracowanie własne.

Jak można zauważyć, wykres przyjmuje rozkład silnie prawoskośny z wartościami bliższymi dolnej granicy rozkładu. Średnia dla wszystkich projektów w badaniu wyniosła 2,91, co oznacza, iż sumaryczny poziom zmienności projektów był relatywnie niski. Przeprowadzona testem Kruskala-Wallisa analiza zróżnicowania średniej względem rodzaju projektu nie wykazała istotnego zróżnicowania średniej między grupami ($\chi^2 = 10,875$, $df = 11$, $p = 0,454$). Podobnie, źródło pochodzenia projektu nie miało na nią istotnego wpływu (U-Manna-Whitneya = 3614,0, $p = 0,763$).

Dalsza analiza dotycząca wpływu poszczególnych mierników na jakość planowania projektu pozwoliła opracować ich ujednoczony ranking. Analiza testem Friedmana ($\chi^2 = 251,885$, $df = 27$, $p < 0,001$) wykazała, iż podczas realizacji projektów najczęściej zmian dotyczy czas trwania zadań cząstkowych, kształtu harmonogramu i wymaganych zasobów.

Tabela 10.14. Wyniki analizy testem Friedmana

Rangi		Średnia ranga
q06.10	Czas trwania zadań cząstkowych	19,74
q06.11	Harmonogram projektu (wykres Gantta)	18,46
q06.12	Wymagane zasoby projektu	17,09
q06.13	Koszty cząstkowych zadań projektu	16,86
q06.1	Całościowy plan projektu	16,20
q06.2	Plan planowania projektu	15,92
q06.4	Sposób obsługi zmian w projekcie	15,85
q06.14	Budżetu projektu	15,71
q06.3	Metody bieżącej kontroli projektu	15,58
q06.8	Czynności projektu	15,45
q06.9	Kolejność realizacji zadań	15,36
q06.7	Struktura zadań projektu (wbs)	15,25
q06.5	Sposób końcowej oceny projektu	14,87
q06.21	Działania angażujące interesariuszy projektu	14,69
q06.6	Specyfikacja produktów projektu	14,36
q06.17	Struktura zespołu projektowego	14,23
q06.19	Zasady pracy w zespole projektowym	13,94
q06.20	Plan zarządzania komunikacją	13,78
q06.24	Lista rodzajów ryzyka projektu	13,37
q06.18	Dokumentacja zespołu projektowego	13,13
q06.22	Sposoby raportowania postępów projektu	12,94
q06.16	Kryteria odbiorów w projekcie	12,49
q06.25	Ocena ryzyka projektu	12,43
q06.26	Plan ograniczenia ryzyka w projekcie	12,23
q06.23	Plan zarządzania ryzykiem	12,05
q06.15	Metody zarządzania jakością projektu	12,04
q06.27	Plan zarządzania zamówieniami	11,47
q06.28	Dokumentacja zakupowa (przetargowa)	10,53

Źródło: opracowanie własne.

Pozycje zajmujące najniższe pola w rankingu są związane z obszarem zarządzania ryzykiem projektów, jakością i zamówieniami projektu. Co odzwierciedla i koresponduje z wysiłkiem wkładanym w wytworzenie tych kategorii planów.

Dalsze kroki analizy były związane z przeprowadzeniem analizy czynnikowej. W zakresie zmienności planowania, posługując się analogicznymi metodami badawczymi 28 mierników jak w przypadku jakości planowania, sklasyfikowano sześć głównych składowych. Suma kwadratów ładunków po rotacji wyniosła 71%. Alfa Cronbaha oddająca rzetelność całości wyniosła 0,95.

Tabela 10.15. Całkowita wyjaśniana wariancja w ramach zmiennej „zmiennosc projektu”

Total Variance Explained									
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of variance	Cumulative %	Total	% of variance	Cumulative %	Total	% of variance	Cumulative %
1	11,749	41,961	41,961	11,749	41,961	41,961	4,535	16,196	16,196
2	2,797	9,989	51,950	2,797	9,989	51,950	4,484	16,015	32,211
3	1,770	6,322	58,272	1,770	6,322	58,272	3,234	11,551	43,762
4	1,299	4,641	62,913	1,299	4,641	62,913	3,203	11,440	55,202
5	1,180	4,215	67,128	1,180	4,215	67,128	2,585	9,232	64,434
6	1,087	3,882	71,009	1,087	3,882	71,009	1,841	6,575	71,009
Extraction Method: Principal Component Analysis									

Źródło: opracowanie własne.

Za pierwszą składową można uznać „zmiany w zarządzaniu jakością, zespołem i komunikacją”. Czynnikiem wchodzącymi w skład tej składowej były m.in. ustalenia dotyczące zapewnienia jakości projektu, odbiorów, współpracy w zespole projektowym oraz komunikacji i raportowania postępów pracy. W jej zakres weszły następujące mierniki.

- Metody zarządzania jakością projektu.
- Kryteria odbiorów w projekcie.
- Dokumentacja zespołu projektowego.
- Zasady pracy w zespole projektowym.
- Plan zarządzania komunikacją.
- Działania angażujące interesariuszy projektu.
- Sposoby raportowania raportowania postępów projektu.

Drugą składową można określić jako „zmiany w zarządzaniu ryzykiem i zamówieniami” – określenie jego planu zarządzaniem ryzykiem, ich identyfikowanie, ocena i ograniczenie ryzyka projektowego, zarządzanie zamówieniami i prowadzenie dokumentacji zakupowej. W jej zakres weszły poniższe mierniki.

- Plan zarządzania ryzykiem.
- Lista rodzajów ryzyka projektu.
- Ocena ryzyka projektu.
- Plan ograniczenia ryzyka w projekcie (*risk response plan*).
- Plan zarządzania zamówieniami (*procurement plan*).
- Dokumentacja zakupowa (przetargowa).

Poprzez trzecią wyodrębnioną składową można rozumieć „zmiany w zakresie projektu” – czynności projektowych, oceny produktów projektu, określenie kolejności zadań i sposobu oceny końcowej. W jej zakres weszły następujące mierniki.

- Sposób końcowej oceny projektu.
- Specyfikacja produktów projektu.
- Struktura zadań projektu (wbs).
- Czynności projektu.
- Kolejność realizacji zadań.

Jako czwartą składową można potraktować „zmiany całościowego planu projektu” – zarówno całościowego planu projektu, jak i przyjętej metodyki zarządzania projektem oraz jego budżetu. W jej zakres weszły następujące mierniki.

- Całościowy plan projektu.
- Plan planowania projektu.
- Budżet projektu.

Piątą składową można określić jako „zmiany w czasie i zasobach projektu”. W jej skład weszły czynniki związane z określeniem czasu trwania zadań częściowych, harmonogramu, wymaganych zasobów i kosztu ich zastosowania w projekcie.

- Czas trwania zadań częściowych.
- Harmonogram projektu (wykres Gantta).
- Wymagane zasoby projektu.
- Koszty częściowych zadań projektu.

Za szóstą składową należy uznać „zmiany w sposobach kontroli projektu”. Zmienna ta grupuje czynniki odzwierciedlające zmiany w zakresie metod bieżącej kontroli projektu, obsługi związanych z tym zmian oraz modyfikacje zespołu projektowego.

- Metody bieżącej kontroli projektu.
- Sposób obsługi zmian w projekcie.
- Struktura zespołu projektowego.

Podsumowując: w badanych projektach największej zmienności podlegały dwa z trzech elementów żelaznego trójkąta, a tj. czas i koszty/zasoby projektu oraz w konsekwencji całościowy plan projektu. Trzeci element triady, czyli zakres, pozostał relatywnie stabilny, plasując się w połowie listy. W najmniejszym stopniu zmienności podlegały elementy najrzadziej tworzone w projektach, czyli plany związane z zarządzaniem jakością i ryzykiem, jak również dokumentacja zakupowa. W ramach klasyfikacji badanych czynników udało się zwrócić uwagę na sześć kluczowych.

- 1) Zmiany w zarządzaniu jakością, zespołem i komunikacją.
- 2) Zmiany w zarządzaniu ryzykiem i zamówieniami.
- 3) Zmiany w zakresie projektu.
- 4) Zmiany całościowego planu projektu.

- 5) Zmiany w czasie i zasobach projektu.
- 6) Zmiany w sposobach kontroli projektu.

Co ciekawe, analiza czynnikowa wykazała związek między obszarami zarządzania projektami. Zmiany związane z czasem projektów znalazły się w jednej składowej ze zmianami w zasobach, co można tłumaczyć relacją między dostępnością zasobów a opóźnieniami w realizacji projektów.

10.4. Weryfikacja hipotez badawczych

Na bazie przyjętego modelu badawczego opracowano zbiór trzech głównych hipotez badawczych dotyczących relacji między jego elementami:

- H1. Wyjściowe sytuacje planistyczne (uwarunkowania planowania projektu) determinują poziom zaangażowania planistów projektów w opracowanie jego planów.
- H2. Wysiłek włożony w planowanie projektu skutkuje stabilnością planów w trakcie realizacji projektu.
- H3. Istnieje istotny związek między antycypowaną niepewnością towarzyszącą projektowi a faktyczną zmiennością jego przebiegu.

Dane i wyniki analiz czynnikowych przedstawione w poprzednim rozdziale stanowiły podstawę weryfikacji tak postawionych hipotez.

Analiza czynnikowa pytań obejmujących sytuację planistyczną projektu, jakość planowania czy zmienność przebiegu projektu pozwoliła na wyodrębnienie czynników przejawiających się w danych pytaniach. Wykonana następnie analiza rzetelności (Alfa Cronbacha) dała możliwość określenia, na ile badane pytania są rzetelne, a więc powiązane ze sobą, spójne, sprawdzające to samo zagadnienie – poziomy rzetelności okazały się przynajmniej satysfakcjonujące.

Na podstawie analizy czynnikowej zidentyfikowano nieliczną grupę kluczowych składowych przedstawionych w poprzednim podrozdziale. Wysoka rzetelność umożliwiła posłużenie się nimi w celu zbadania wzajemnych relacji i weryfikacji hipotez. Ze względu na pomiar wszystkich zmiennych na skali o charakterze porządkowym posłużono się analizą korelacji i współczynnikiem rho Spearmana. Do weryfikacji istotności statystycznej korelacji przyjęto wartość graniczną $p = 0,05$.

10.4.1. Hipoteza 1. Wyjściowe sytuacje planistyczne (uwarunkowania planowania projektu) determinują poziom zaangażowania planistów projektów w opracowanie jego planów

W celu weryfikacji tak sformułowanej hipotezy posłużono się analizą korelacji między dwiema grupami składowych wyodrębnionych w ramach zmiennych „poziom ryzyka i niepewności” oraz „jakość planowania”. W ramach analizy szczegółowej postawiono $7 \times 6 = 42$ pary hipotez cząstkowych dotyczących istnienia bądź nie istotnej statystycznie zależności między parami składowych. Przyjęcie albo odrzucenie hipotezy zerowej było uzależnione od wyników analizy korelacji za pomocą współczynnika rho Spearmana, przy granicznym $p = 0,05$.

Tabela 10.16. Czynniki uwzględnione w analizie korelacji

Poziom ryzyka i niepewności	Jakość planowania
1. Precyzja określenia warunków projektu	1. Wysiłek włożony w planowanie zarządzania ryzykiem
2. Jakość informacji	2. Wysiłek włożony w planowanie jakości, zespołu i komunikacji
3. Szacowanie czasu zadań	3. Wysiłek włożony w planowanie zadań i czasu w projekcie
4. Definiowanie zadań projektu	4. Wysiłek włożony w planowanie kosztów i zamówień projektu
5. Określenie rezultatów projektu	5. Wysiłek włożony w planowanie zarządzania projektem
6. Stochastyczność struktury zadaniowej	6. Wysiłek włożony w planowanie oceny projektu
7. Biegłość technologiczna	

Źródło: opracowanie własne.

W wyniku weryfikacji hipotez uzyskano następujące wyniki, zobrazowane w sposób syntetyczny w tabeli 10.14.

Jak można zauważyć, badanie wykazało statystyczną istotność 26 na 42, czyli prawie 62% możliwych relacji między składowymi. Co interesujące, współczynnik Spearmana ma w każdym przypadku wartość dodatnią. Oznacza to, iż obserwowane związki są zbieżne monotonicznie – proporcjonalne. Wraz ze wzrostem wartości jednej składowej rośnie wartość drugiej. W celu lepszego zrozumienia tych relacji należy rzucić nieco światła na sposób pomiaru zmiennych.

Zmienna dotycząca poziomu niepewności i ryzyka mierzona i kodowana była tak, aby wraz ze wzrostem wartości otoczenie projektu stabilizowało się, a rzeczony poziom spadał (zob. tabela 10.15).

Tabela 10.17. Analiza korelacji między czynnikami dla hipotezy 1

Wysiłek włożony w zarządzanie ryzykiem	Czynniki jakości planowania					
	Wysiłek włożony w planowanie jakości, zespołu i komunikacji	Wysiłek włożony w planowanie zadań i czasu w projekcie	Wysiłek włożony w planowanie kosztów i zamówień projektu	Wysiłek włożony w zarządzania projektem	Wysiłek włożony w planowanie oceny projektu	
Precyzja określenia warunków projektu				rho = 0,28; p = 0,01		
Jakość informacji	rho = 0,20; p = 0,03		rho = 0,28; p < 0,01	rho = 0,27; p = 0,01	rho = 0,25; p < 0,01	rho = 0,26; p < 0,01
Szacowanie czasu zadań	rho = 0,23; p = 0,01		rho = 0,22; p = 0,01	rho = 0,28; p = 0,01	rho = 0,28; p < 0,01	rho = 0,18; p = 0,03
Definiowanie zadań projektu	rho = 0,23; p = 0,01	rho = 0,24; p = 0,02	rho = 0,49; p < 0,01	rho = 0,29; p = 0,01	rho = 0,26; p < 0,01	rho = 0,32; p < 0,01
Określenie rezultatów projektu	rho = 0,21; p = 0,02	rho = 0,21; p = 0,04	rho = 0,42; p < 0,01	rho = 0,45; p < 0,01	rho = 0,23; p = 0,01	rho = 0,25; p < 0,01
Stochastyczność struktury zadaniowej						
Biegłość technologiczna	rho = 0,19; p = 0,04			rho = 0,36; p < 0,01		rho = 0,21; p = 0,01

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 10.18. Sposób kodowania zmiennej dotyczącej poziomu niepewności i ryzyka projektu

4.		ZDECYDOWANIE NIE	RACZEJ NIE	NIE MAM ZDANIA	RACZEJ TAK	ZDECYDOWANIE TAK
Cofnij się pamięcią do rozpoczęcia analizowanego projektu. W jakim stopniu zgodziłbyś się z poniższymi stwierdzeniami?						
1	W momencie planowania projektu zespół miał dostęp do wszystkich niezbędnych informacji.	1	2	3	4	5
2	Informacje na bazie których planowaliśmy projekt były kompletne.	1	2	3	4	5

Źródło: opracowanie własne.

Pomiar i kodowanie zmiennej jakości planowania było związane ze wzrostem wartości wraz ze wzrostem poziomu zaangażowania i wysiłku w wykonanie poszczególnych działań planistycznych.

Tabela 10.19. Sposób kodowania zmiennej dotyczącej jakości planowania projektu

5. Określ poziom zaangażowania/wysiłku zespołu projektu w wykonanie poniższych działań: (wysiłek = praca, poświęcony czas, zasoby, liczba wykonawców, zainteresowanie tematem itp.)								
		BARDZO NISKI	NISKI	PRZECIĘTNY	WYSOKI	BARDZO WYSOKI	NIE DOTYCZY	NIE WIEM
1	opracowanie całościowego planu projektu	1	2	3	4	5	A	B
2	planowanie planowania (np. czas przeznaczony na planowanie, metody planowania, uczestnicy itp.)	1	2	3	4	5	A	B

Źródło: opracowanie własne.

Uzyskane wyniki sugerują zatem, iż wraz ze spadkiem poziomu ryzyka i niepewności rośnie wysiłek i wkład pracy w działania planistyczne w projektach. Idąc dalej tym

tropem, można podejrzewać i wnioskować, iż w badanej próbie projektów działania planistyczne były uwarunkowane stabilnością ich warunków realizacji. Wyraźnie widać to, gdy spojrzeć na pary czynników o największej wartości współczynnika Spearmana. Wysiłek włożony w planowanie zadań i czasu projektu w największym stopniu był skorelowany ze zdolnością do zdefiniowania zadań projektu ($\rho = 0,49$) i stabilnością rezultatów projektu ($\rho = 0,42$). Podobnie stabilność rezultatów projektu i biegłość technologiczna były silnie skorelowane z wysiłkiem włożonym w planowanie kosztów i zamówień projektu (ρ odpowiednio 0,45 i 0,36).

Z formalnego punktu widzenia przy odsetku istotnych korelacji wynoszącym prawie 62% pierwszą z trzech głównych hipotez należy uznać za zweryfikowaną pozytywnie. Poziom ryzyka i niepewności faktycznie wpływa na wysiłek i jakość planowania. Nieoczekiwanie jednak wpływ ten wydaje się odwrotny od intuicyjnego. Wyższa jakość planowania ma miejsce w przypadku lepszej dostępności informacji planistycznych, prostoty prognozowania przebiegu projektu, łatwości definiowania jego rezultatów. Jeśli poziom zmienności i ryzyka projektu rośnie, wysiłek planistyczny zespołów projektowych maleje. **W takiej sytuacji otrzymane wyniki kwestionują niejako znaczenie planowania jako mechanizmu okiełznania niepewności i ryzyka oraz symulowania na podstawie mozolnie zbieranych informacji optymalnej ścieżki przebiegu projektu. Wręcz przeciwnie, dostępność informacji, stabilność otoczenia projektu oraz biegłość i znajomość sposobu jego realizacji przyczyniają się do większego zaangażowania w przygotowanie planów. Narzędzia i techniki planistyczne stają się w tej sytuacji jedynie dodatkowym sposobem opisu dobrze znanej, łatwej do przewidzenia rzeczywistości.**

10.4.2. Hipoteza 2. Wysiłek włożony w planowanie projektu skutkuje stabilnością planów w trakcie realizacji projektu

W celu weryfikacji tak sformułowanej hipotezy posłużono się analizą korelacji między dwiema grupami składowych wyodrębnionych w ramach zmiennych „jakość planowania” i „zmienność projektu”. W ramach analizy szczegółowej postawiono $6 \times 6 = 36$ par hipotez cząstkowych dotyczących istnienia bądź nie istotnej statystycznie zależności między parami składowych. Przyjęcie albo odrzucenie hipotezy zerowej było uzależnione od wyników analizy korelacji za pomocą współczynnika ρ Spearmana, przy granicznym $p = 0,05$.

Tabela 10.20. Czynniki uwzględnione w analizie korelacji

Jakość planowania	Zmienność projektu
1. Wysiłek włożony w planowanie zarządzania ryzykiem	1. Zmiany w zarządzaniu jakością, zespołem oraz komunikacją
2. Wysiłek włożony w planowanie jakości, zespołu i komunikacji	2. Zmiany w zarządzaniu ryzykiem i zamówieniami
3. Wysiłek włożony w planowanie zadań i czasu w projekcie	3. Zmiany w zakresie projektu
4. Wysiłek włożony w planowanie kosztów i zamówień projektu	4. Zmiany całościowego planu projektu
5. Wysiłek włożony w planowanie zarządzania projektem	5. Zmiany w czasie i zasobach projektu
6. Wysiłek włożony w planowanie oceny projektu	6. Zmiany w sposobach kontroli projektu

Źródło: opracowanie własne.

W wyniku weryfikacji hipotez uzyskano następujące wyniki, zobrazowane w sposób syntetyczny w tabeli 10.18.

Badanie wykazało statystyczną istotność 9 na 36, czyli 1/4 możliwych relacji między składowymi. Większość istotnych statystycznie korelacji ma znak ujemny, czyli jest związana z zależnościami przeciwnie monotonicznymi – odwrotnie proporcjonalnymi. Relacja ta, w przeciwieństwie do wcześniejszej analizy, wydaje się być bliższa wnioskowaniu intuicyjnemu. Wraz ze wzrostem wysiłku i zaangażowania w działania planistyczne maleje częstotliwość i zakres zmian w trakcie przebiegu projektu²³³. Wysiłek koncepcyjny włożony w planowanie pozwala lepiej przewidzieć i określić przyszłe stany projektu oraz opracować optymalną strategię ich osiągnięcia. Wśród badanych czynników najsilniejsze tego typu relacje można dostrzec między wysiłkiem włożonym w planowanie kosztów i zamówień projektu oraz zmianami w zakresie projektu ($\rho = -0,37$), jak również zmianami całościowego planu projektu ($\rho = -0,30$). Relatywnie silny związek występuje także w stosunku do ograniczania zmian dotyczących czasu i zasobów projektu ($\rho = -0,28$).

²³³ Zmienność elementów planowania projektu była mierzona na skali dyferencjału poznawczego dla każdego elementu na osi od 1 – nie zmieniły się wcale – do 7 – zmieniły się fundamentalnie.

Tabela 10.21. Analiza korelacji między czynnikami dla hipotezy 2

		Czynniki zmienności przebiegu projektu					
		Zmiany w zarządzaniu jakością, zespołem oraz komunikacją	Zmiany w zarządzaniu ryzykiem i zamówieniami	Zmiany w zakresie projektu	Zmiany całościowego planu projektu	Zmiany w czasie i zasobach projektu	Zmiany w sposobach kontroli projektu
Czynniki jakości planowania	Wysiłek włożony w zarządzanie ryzykiem		$\rho = 0,24$; $p = 0,02$			$\rho = -0,21$; $p = 0,03$	
	Wysiłek włożony w planowanie jakości, zespołu i komunikacji		$\rho = 0,30$; $p = 0,01$				
	Wysiłek włożony w planowanie zadań i czasu w projekcie			$\rho = -0,23$; $p = 0,01$			
	Wysiłek włożony w planowanie kosztów i zamówień projektu			$\rho = -0,37$; $p < 0,01$	$\rho = -0,30$; $p = 0,01$	$\rho = -0,28$; $p = 0,01$	
	Wysiłek włożony w planowanie zarządzania projektem						
	Wysiłek włożony w planowanie oceny projektu		$\rho = 0,23$; $p = 0,02$	$\rho = -0,18$; $p = 0,04$			

Źródło: opracowanie własne.

Co ciekawe, wszystkie istotne statystycznie korelacje związane ze zmiennością w zarządzaniu ryzykiem i zamówieniami mają znak dodatni. Oznacza to, że wraz ze wzrostem wysiłku wkładanego w planowanie jakości, komunikacji, zespołu i planowanie oceny, jak również planowanie zarządzania ryzykiem rosła częstotliwość i zakres zmian w artefaktach planistycznych, takich jak:

- plan zarządzania ryzykiem,
- lista rodzajów ryzyka projektu,
- ocena ryzyka projektu,
- plan ograniczenia ryzyka w projekcie (*risk response plan*),
- plan zarządzania zamówieniami (*procurement plan*),
- dokumentacja zakupowa (przetargowa).

Interpretując zaobserwowane zjawisko, należałoby zwrócić uwagę na specyfikę działań związanych z zarządzaniem ryzykiem i zakupami. Jeśli ryzyko zdefiniujemy jako „prawdopodobne zdarzenie, którego wystąpienie może wpłynąć na stopień realizacji celów projektu”, to procesy identyfikacji, oceny i mitygacji ryzyka muszą bazować na już przygotowanych koncepcjach realizacji projektu, które określają jego cele. W konsekwencji duże zaangażowanie w działania planistyczne może prowadzić do identyfikacji znacznej liczby rodzajów ryzyka nie tylko na etapie przygotowania projektu, lecz także podczas jego dalszej realizacji. Dokumenty związane z zarządzaniem ryzykiem będą zatem podlegać ciągłej aktualizacji wraz z dynamiką ryzyka w cyklu życia projektu.

Powyższa logika częściowo tylko znajduje analogię w przypadku dokumentów dotyczących zamówień w projekcie. Wytlumaczenie tych relacji może stanowić przyczynek do wyznaczenia dalszych, pogłębionych kierunków badań.

10.4.3. Hipoteza 3. Istnieje istotny związek między antycypowaną niepewnością towarzyszącą projektowi a faktyczną zmiennością jego przebiegu

W celu weryfikacji tak sformułowanej hipotezy posłużono się analizą korelacji między dwiema grupami składowych wyodrębnionych w ramach zmiennych „poziom ryzyka i niepewności” oraz „zmienność projektu”. W ramach analizy szczegółowej postawiono $7 \times 6 = 42$ pary hipotez cząstkowych dotyczących istnienia bądź nie istotnej statystycznie zależności między parami składowych. Przyjęcie albo odrzucenie hipotezy zerowej było uzależnione od wyników analizy korelacji za pomocą współczynnika rho Spearmana, przy granicznym $p = 0,05$.

Tabela 10.22. Czynniki uwzględnione w analizie korelacji

Poziom ryzyka i niepewności	Zmienność projektu
1. Precyzja określenia warunków projektu	1. Zmiany w zarządzaniu jakością, zespołem oraz komunikacją
2. Jakość informacji	2. Zmiany w zarządzaniu ryzykiem i zamówieniami
3. Szacowanie czasu zadań	3. Zmiany w zakresie projektu
4. Definiowanie zadań projektu	4. Zmiany całościowego planu projektu
5. Określenie rezultatów projektu	5. Zmiany w czasie i zasobach projektu
6. Stochastyczność struktury zadaniowej	6. Zmiany w sposobach kontroli projektu
7. Biegłość technologiczna	

Źródło: opracowanie własne.

W wyniku weryfikacji hipotez uzyskano następujące wyniki, yobrazowane w sposób syntetyczny w tabeli 10.20.

Badanie wykazało statystyczną istotność 27 na 42, czyli 64,3% wszystkich możliwych relacji między składowymi, co podobnie jak w przypadku pierwszej hipotezy uzasadnia uznanie jej za zweryfikowaną pozytywnie.

Szczegółowa analiza współczynników korelacji Spearmana zamieszczonych w tabeli potwierdza podejrzenie oparte na intuicji, iż pierwotna ocena stopnia niepewności i ryzyka projektu pozwala przewidzieć stopień zmienności jego przyszłego przebiegu. Dane empiryczne wskazują, iż zdiagnozowane korelacje są monotonicznie przeciwstawne. Dostępności informacji, stabilności otoczenia projektu oraz biegłości i znajomość wykonawców co do sposobu jego wykonania towarzyszyła istotnie niższa częstotliwość rzeczywistych zmian odzwierciedlanych w dokumentach planistycznych projektu. Wraz ze stabilizacją uwarunkowań realizacji projektów ocenianych *ex ante* malała ich faktyczna zmienność oceniana *ex post*.

W szczególności relacja ta dotyczyła par składowych o najwyższych wartościach współczynnika Spearmana, oscylujących wokół 50%. Była to precyzja określania warunków projektów i odpowiadające jej czynniki do pary: zmiany w zakresie projektu, zmiany w czasie i zasobach projektu oraz zmiany całościowego planu projektu. Co istotne, precyzja określania warunków projektu istotnie była skorelowana ze wszystkimi składowymi po stronie „zmienności projektu”. Można zatem uznać, iż charakterystyka elementów tworzących ten czynnik w znaczącym stopniu pozwala prognozować faktyczny stopień zmienności projektu.

Tabela 10.23. Analiza korelacji między czynnikami dla hipotezy 3

		Czynniki zmienności przebiegu projektu						
		Zmiany w zarządzaniu jakością, zespołem oraz komunikacją	Zmiany w zarządzaniu ryzykiem i zamówieniami	Zmiany w zakresie projektu	Zmiany całościowego planu projektu	Zmiany w czasie i zasobach projektu	Zmiany w sposobach kontroli projektu	
Czynniki sytuacji planistycznej	Precyzja określenia warunków projektu	$\rho = -0,32; p < 0,01$	$\rho = -0,25; p = 0,01$	$\rho = -0,52; p < 0,01$	$\rho = -0,50; p < 0,01$	$\rho = -0,52; p < 0,01$	$\rho = -0,31; p < 0,01$	
	Jakość informacji	$\rho = -0,21; p = 0,01$		$\rho = -0,34; p < 0,01$	$\rho = -0,23; p = 0,01$		$\rho = -0,21; p = 0,01$	
	Szacowanie czasu zadań	$\rho = -0,27; p < 0,01$		$\rho = -0,36; p < 0,01$	$\rho = -0,29; p < 0,01$	$\rho = -0,42; p < 0,01$	$\rho = -0,26; p < 0,01$	
	Definiowanie zadań projektu	$\rho = -0,28; p < 0,01$		$\rho = -0,37; p < 0,01$	$\rho = -0,29; p < 0,01$	$\rho = -0,28; p < 0,01$	$\rho = -0,23; p < 0,01$	
	Określenie rezultatów projektu	$\rho = -0,24; p = 0,01$		$\rho = -0,33; p < 0,01$	$\rho = -0,32; p < 0,01$		$\rho = -0,21; p = 0,01$	
	Stochastyczność struktury zadaniowej							
	Biegłość technologiczna			$\rho = -0,24; p < 0,01$	$\rho = -0,23; p = 0,01$	$\rho = -0,27; p < 0,01$		

Źródło: opracowanie własne.

Elementami wchodzącymi w skład rozpatrywanej zmiennej były następujące stwierdzenia.

- Poziom ryzyka projektu był niski.
- Kluczowi interesariusze byli zgodni co do przebiegu projektu.
- Określenie potrzebnych zasobów nie sprawiło trudności.
- Liczba potrzebnych zasobów mogła być określona z dużą precyzją.
- Koszt wykonania poszczególnych zadań mógł być precyzyjnie określony.
- Nie było potrzeby rezerwowania znacznych środków finansowych na nieprzewidziane zdarzenia.
- Szacunki kosztów projektu były pewne.

Bibliografia

- Couture D., Russett R., *Assessing Project Management Maturity in a Supplier Environment*, Proceedings of the 29th Annual Project Management Institute, 1998.
- Crawford L., *Senior Management Perceptions of Project Management Competence*, „International Journal of Project Management” 2005, Vol. 23.
- Frankfort-Nachmias C., Nachmias D., *Metody badawcze w naukach społecznych*, Zysk i S-ka, Poznań 2001.
- Globerson S., Zwikael O., *Impact of the Project Manager on Project Management Planning Processes*, „Project Management Journal” 2002, Vol. 33.
- Globerson S., Zwikael O., *The Impact of the Project Manager on Project Management Planning Processes*, „Project Management Journal” 2002, Vol. 33, No. 3.
- Ibbs C., Kwak Y., *Assessing Project Management Maturity*, „Project Management Journal” 2000, Vol. 31(1).
- Juchniewicz M., *Analiza czynników kształtujących poziom i strukturę dojrzałości projektowej organizacji w Polsce*, w: Wyróżębski P., Juchniewicz M., Metelski W., *Wiedza, dojrzałość, ryzyko w zarządzaniu projektami. Wyniki badań*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2012.
- Kisielnicki J., *Zarządzanie projektami badawczo-rozwojowymi*, Wolters Kluwer, Warszawa 2013.
- Papke-Shields K.E., Beise C., Quan J., *Do Project Managers Practice What They Preach, and Does It Matter to Project Success?*, „International Journal of Project Management” 2010, Vol. 28.
- Pieter J., *Metodologia pracy naukowej*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Katowicach, Katowice 1965.
- Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*, red. W. Czakon, Wolters Kluwer, Warszawa 2011.

- Rees-Caldwell K., Pinnington A.H., *National Culture Differences in Project Management: Comparing British and Arab Project Managers' Perceptions of Different Planning Areas*, „International Journal of Project Management” 2013, Vol. 31.
- Saunders M., Lewis P., *Doing Research in Business and Management*, Prentice Hall 2012.
- Snead K.C., Harrell A.M., *An Application of Expectancy Theory to Explain a Manager's Intention to Use a Decision Support System*, „Decision Sciences” 1994, Vol. 25(4).
- Wyrozębski P., Juchniewicz M., Metelski W., *Wiedza, dojrzałość, ryzyko w zarządzaniu projektami. Wyniki badań*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2012.
- Wyrozębski P., Spalek S., *An Investigation of Planning Practices in Select Companies*, „Management and Production Engineering Review”, Vol. 5, No. 2, June 2014.
- Yiming C., Hao L., *Toward an Understanding of the Behavioral Intention to Use a Groupware Application*, Proceedings of 2000 Information Resource Management Association International Conference, Anchorage, AK, USA, Idea Group Publishing, 2000.
- Zwikael O., *Critical Planning Process in Construction Projects*, „Construction Innovation” 2009, Vol. 9(4).
- Zwikael O., Globerson S., *Benchmarking of Project Planning and Success in Selected Industries*, „Benchmarking – An International Journal” 2006, Vol. 13(6).
- Zwikael O., Globerson S., *Evaluating the Quality of Project Planning: a Model and Field Results*, „International Journal of Production Research” 2004, Vol. 42(8).
- Zwikael O., Pathak R.D., Ahmed G.S.S., *The Moderating Effect of Risk on the Relationship between Planning and Success*, „International Journal of Project Management” 2014, Vol. 32.
- Zwikael O., Shimizu K., Globerson S., *Cultural Differences in Project Management Processes: a Field Study*, „International Journal of Project Management” 2005, Vol. 23(6).

PODSUMOWANIE I ZAKOŃCZENIE

Planowanie jest powszechnie uznawane za podstawową funkcję zarządzania. Zmieniające się dynamicznie na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci warunki zarządzania nie podważyły znaczenia planowania, natomiast wybudziły nowe oczekiwania i wymagania odnośnie do zakresu, treści i metod planowania. Dotyczy to zarówno planowania w ogóle, jak i planowania projektów i jego najważniejszej części – planowania przebiegu projektów.

Spośród wielu czynników określających współczesne trendy rozwojowe najważniejszym z punktu widzenia planowania jest zmniejszająca się pewność informacji planistycznych. Horyzont pozyskania dokładnych, wiarygodnych informacji planistycznych w coraz większej liczbie przypadków bywa krótszy niż termin zakończenia projektów. Stawia to pod znakiem zapytania użyteczność stosowania koncepcji, modeli i metod planowania przebiegu projektów opracowanych dla planowania w warunkach pewności. Konieczne staje się zastosowanie innowacyjnych koncepcji, modeli i metod planowania odpowiednich do sytuacji planowania w warunkach ryzyka i niepewności.

Takie koncepcje i modele były opracowywane i stosowane w ograniczonym zakresie w przeszłości, a obecnie można odnotować ich intensywny rozwój i szerokie zainteresowanie nimi. Znajomość tych koncepcji, modeli i metod jest niestety ograniczona, z różnych powodów, do wąskiego grona specjalistów. Stąd wyniknęła potrzeba dokonania ich przeglądu, analizy i krytycznej oceny. Taki przegląd zawarty został w niniejszym opracowaniu.

Wyniki badania stanu wiedzy i zastosowań praktycznych koncepcji, modeli i metod planowania przebiegu projektów zostały skonfrontowane z wynikami badania problemów planowania przebiegu projektów realizowanych w polskich organizacjach. Badaniami zostali objęci: kierownicy projektów w ponad 22%, członkowie zespołów zarządzających projektem w ponad 27%, członkowie zespołów wykonawczych projektów w 40% i inne osoby związane z projektem.

W efekcie realizacji badania osiągnięto zamierzone cele badawcze dotyczące empirycznego poznania uwarunkowań i praktyk planowania przebiegu projektów.

Z perspektywy metodologicznej wykazano wysoką użyteczność i rzetelność opracowanych narzędzi badawczych, za których pomocą dokonano pomiaru zmiennych,

tj. poziomu ryzyka i niepewności projektu, jakości planowania oraz zmienności projektu.

Stosunkowo najpewniej zespoły projektowe poruszały się w ramach precyzji opisu oczekiwań, celu i rezultatu końcowego projektów, czyli elementów utożsamianych z etapem definiowania projektu. Z drugiej strony najczęściej niepewności towarzyszy im w zakresie dostępu, kompletności i jakości niezbędnych informacji planistycznych, relacji z otoczeniem oraz szacowania czasu trwania projektów. W ramach klasyfikacji badanych czynników udało się zwrócić uwagę na siedem kluczowych, tj. precyzję określenia warunków projektu, jakość informacji, szacowanie czasu zadań, definiowanie zadań projektu, określenie rezultatów projektu, stochastyczność struktury zadaniowej, biegłość technologiczną.

W badanych projektach zespoły najczęściej wysiłku wkładały w definiowanie zakresu oraz planowanie zarządzania jego czasem i kosztami, czyli elementów wprost związanych z żelaznym trójkątem ograniczeń projektu. W najmniejszym stopniu praca była związana z zarządzaniem ryzykiem i jakością. W ramach klasyfikacji badanych czynników udało się zwrócić uwagę na sześć kluczowych, tj. wysiłek włożony w planowanie zarządzania ryzykiem, wysiłek włożony w planowanie jakości, zespołu i komunikacji, wysiłek włożony w planowanie zadań i czasu w projekcie, wysiłek włożony w planowanie kosztów i zamówień projektu, wysiłek włożony w planowanie zarządzania projektem oraz wysiłek włożony w planowanie oceny projektu.

Z perspektywy zmienności uczestnicy badania wskazywali, iż w największym stopniu podlegały jej dwa z trzech elementów żelaznego trójkąta, tj. czas i koszty/zasoby projektu oraz w konsekwencji całościowy plan projektu. Trzeci element triady, czyli zakres, pozostał relatywnie stabilny, plasując się w połowie listy. W najmniejszym stopniu zmienności podlegały elementy najrzadziej tworzone w projektach, czyli plany związane z zarządzaniem jakością i ryzykiem, jak również dokumentacja zakupowa.

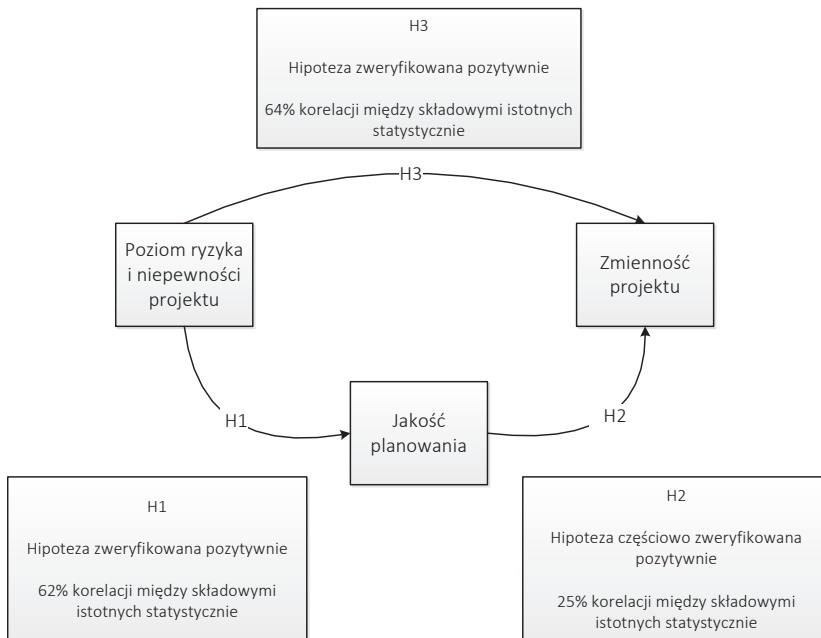
W ramach klasyfikacji badanych czynników udało się wyodrębnić sześć kluczowych elementów, tj. zmiany w zarządzaniu jakością, zespołem i komunikacją, zmiany w zarządzaniu ryzykiem i zamówieniami, zmiany w zakresie projektu, zmiany całościowego planu projektu, zmiany w czasie i zasobach projektu oraz zmiany w sposobach kontroli projektu.

Przyjęta strategia badawcza i metody analizy danych pozwoliły zweryfikować hipotezy główne postawione na wstępie.

W badaniu udało się wykazać związki między poziomem ryzyka i niepewności projektu a wysiłkiem włożonym w planowanie projektów. Wraz ze spadkiem poziomu ryzyka i niepewności rósł wysiłek i wkład pracy w działania planistyczne w projektach. W takiej sytuacji otrzymane wyniki kwestionują niejako znaczenie planowania jako mechanizmu okiełznania niepewności i ryzyka oraz symulowania

na podstawie mozolnie zbieranych informacji optymalnej ścieżki przebiegu projektu. Wręcz przeciwnie, dostępność informacji, stabilność otoczenia projektu oraz biegłość i znajomość sposobu jego realizacji przyczyniały się do większego zaangażowania w przygotowanie planów. Analogicznie, gdy informacji tych brakowało, a projekt stawał się bardziej niepewny, zaangażowanie w działania planistyczne malało.

Rysunek 11.1. Wyniki weryfikacji hipotez badania



Źródło: opracowanie własne.

W świetle zgromadzonego materiału badawczego druga hipoteza dotycząca relacji między jakością planowania a zmiennością przebiegu nie mogła zostać obroniona. Spośród możliwych par związków jedynie 1/4 z nich okazała się istotna statystycznie. Wobec takich wyników relacja między jakością planowania a zmiennością projektu może stać się obszarem przyszłych, skoncentrowanych i pogłębionych przedsięwzięć badawczych.

W przypadku hipotezy trzeciej również wykazano jej zasadność. Szczegółowa analiza statystyczna potwierdziła podejrzenie oparte na intuicji, iż pierwotna ocena stopnia niepewności i ryzyka projektu pozwalała antycypować stopień zmienności jego przyszłego przebiegu. Dostępności informacji, stabilności otoczenia projektu oraz biegłości i znajomości wykonawców co do sposobu jego wykonania towarzyszyła

istotnie niższa częstotliwość rzeczywistych zmian odzwierciedlanych w dokumentach planistycznych projektu. Wraz ze stabilizacją uwarunkowań realizacji projektów ocenianych *ex ante* malała ich faktyczna zmienność oceniana *ex post*.

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1.1. Model procesowy zarządzania projektami	12
Rysunek 1.2. Model procesowy przebiegu projektu	19
Rysunek 1.3. Planowanie na tle faz i funkcji zarządzania	25
Rysunek 1.4. Zintegrowany schemat planowania i sterowania	37
Rysunek 1.5. Miejsce planowania projektów w systemie planowania organizacji	45
Rysunek 1.6. Planowanie projektu na tle cyklu zarządzania przebiegiem projektu	47
Rysunek 1.7. Schemat procesu planowania struktury projektu	51
Rysunek 1.8. Rodzaje struktur projektu i ich wzajemne powiązania	52
Rysunek 1.9. Powiązanie struktury hierarchicznej i kooperacyjnej projektu	54
Rysunek 1.10. Schemat procesu planowania terminów projektu	55
Rysunek 1.11. Schemat procesu planowania zasobów projektu	57
Rysunek 1.12. Wyrównywanie zasobów projektu	59
Rysunek 3.1. Przykładowy wykres typu AoA	77
Rysunek 3.2. Zasady tworzenia wykresów typu AoA – rozpoczęcie kilku czynności po równocześnie	77
Rysunek 3.3. Zasady tworzenia wykresów typu AoA – zakończenie wielu czynności równocześnie	77
Rysunek 3.4. Zasady tworzenia wykresu typu AoA – pętle zwrotne	78
Rysunek 3.5. Zasady tworzenia wykresu typu AoA – rozpoczęcie czynności w trakcie innej czynności	78
Rysunek 3.6. Zasady tworzenia wykresu typu AoA – czynności pozorne	79
Rysunek 3.7. Podstawowe elementy wykresu typu AoN	79
Rysunek 3.8. Przykładowy wykres typu AoN	80
Rysunek 3.9. Przykład wykresu sieciowego w technice CPM	81
Rysunek 3.10. Przeliczanie sieci w technice CPM – wyznaczanie najwcześniejszych możliwych terminów	81
Rysunek 3.11. Przeliczanie sieci w technice CPM – wyznaczanie najwcześniejszych możliwych terminów dla zdarzeń węzłowych	82
Rysunek 3.12. Przeliczanie sieci w technice CPM – wyznaczanie najpóźniejszych dopuszczalnych terminów	82
Rysunek 3.13. Przeliczanie sieci w technice CPM – wyznaczanie najpóźniejszych dopuszczalnych terminów dla rozgałęzień sieci	83
Rysunek 3.14. Przykład wykresu sieciowego w technice CPM	83
Rysunek 3.15. Rezerwy czasu w technice CPM	84
Rysunek 3.16. Przykład planu przebiegu projektu wykonanego zgodnie z techniką CPM	84
Rysunek 3.17. Relacje typu początek – początek w technice MPM	86
Rysunek 3.18. Schemat umieszczania informacji o terminach w technice MPM	86

Rysunek 3.19. Schemat przeliczania sieci „w przód” w technice MPM	86
Rysunek 3.20. Schemat przeliczania sieci „w tył” w technice MPM	87
Rysunek 3.21. Relacje między czynnościami w technice EMPM	88
Rysunek 3.22. Przykład wykresu sieciowego w technice EMPM	88
Rysunek 3.23. Wyznaczenie najwcześniejszych możliwych terminów w technice EMPM	89
Rysunek 3.24. Wyznaczenie najpóźniejszych dopuszczalnych terminów w technice EMPM	89
Rysunek 3.25. Wyznaczenie rezerw czasu dla czynności i ścieżki krytycznej w technice EMPM	90
Rysunek 3.26. Relacje między czynnościami w technice PCS	90
Rysunek 3.27. Przykładowy harmonogram projektu	93
Rysunek 3.28. Harmonogram projektu stworzony w programie Gantt Project	95
Rysunek 3.29. Planowanie i kontrola projektu w technice LOB	97
Rysunek 3.30. Wykres linii równowagi dla działań powtarzalnych na dzień kontroli (przykład)	98
Rysunek 3.31. Przykład harmonogramów projektów w technice RAMPS	101
Rysunek 3.32. Przykład analizy zasobów w technice RAMPS	102
Rysunek 3.33. Diagram czynności powtarzalnych w metodzie RSM (przykład)	104
Rysunek 3.34. Identyfikacja ciągów działań w metodzie LSM	106
Rysunek 3.35. Wynikowy diagram planowania zadań z optymalizacją wykorzystania zasobów według metody LSM	107
Rysunek 3.36. Przykład zastosowania metody LSM w programie LinearPlus	108
Rysunek 3.37. Zapis działań w metodzie RDM	110
Rysunek 3.38. Diagram sieciowy projektu według podejścia GPM (przykład)	111
Rysunek 3.39. Diagram sieciowy projektu według podejścia GPM i CPM	112
Rysunek 3.40. Optymalny czas realizacji projektu zapewniający minimalizację kosztów	113
Rysunek 5.1. Technika PERT – przykład	138
Rysunek 5.2. Przykład sieci stochastycznej dla projektu startu rakiety kosmicznej ...	147
Rysunek 5.3. Procedura przetargu publicznego (dialogu konkurencyjnego) opisana za pomocą sieci stochastycznej	149
Rysunek 6.1. Uproszczona taksonomia problemów planistycznych projektów	158
Rysunek 6.2. Relacja pomiędzy ścieżką krytyczną i łańcuchem krytycznym w projekcie	162
Rysunek 6.3. Typowy rozkład prawdopodobieństwa czasu realizacji zadania	164
Rysunek 6.4. Szacowanie czasów trwania zadań	165
Rysunek 6.5. Wpływ zawyżonych szacunków czasów na harmonogram projektu	165
Rysunek 6.6. Tworzenie harmonogramu projektu według metody CCPM	167
Rysunek 6.7. Wpływ wielozadaniowości zasobu na realizację zadań	168
Rysunek 6.8. Bufor projektu	171
Rysunek 6.9. Ilustracja centralnego twierdzenia granicznego	172
Rysunek 6.10. Przykłady rozkładów log-normalnych	173

Rysunek 6.11. Parametry czasu dla RSEM	174
Rysunek 6.12. Zdolności absorpcyjne buforów zasilających	176
Rysunek 6.13. Bufory zasobów w CCPM	179
Rysunek 6.14. Niejednoznaczność procentowego ujęcia zaawansowania zadań	181
Rysunek 6.15. Penetracja bufora w CCPM	182
Rysunek 6.16. Ocena stanu projektu przy wykorzystaniu wskaźnika penetracji bufora projektu	182
Rysunek 7.1. Wpływ założeń na cele projektu	193
Rysunek 7.2. Ogólna sekwencja wypełniania matrycy logicznej	194
Rysunek 7.3. Logika interwencji w matrycy logicznej	199
Rysunek 8.1. Porównanie planowania w ujęciu tradycyjnym (naukowym) oraz systematycznym	213
Rysunek 8.2. „Cebula planistyczna” w zwinnym podejściu do zarządzania projektami	214
Rysunek 8.3. Szerokie ujęcie organizacji projektu zgodnie z podejściem zwinnym ...	216
Rysunek 8.4. Portfel produktów Retalix	217
Rysunek 8.5. Przykład mapy drogowej rozwoju produktów	218
Rysunek 8.6. Porównanie priorytetów rozwoju projektu według tradycyjnego i zwinnego podejścia w zarządzaniu projektami	221
Rysunek 8.7. Model przyrostowego rozwoju projektu przy zastosowaniu kolejnych wydań produktu	221
Rysunek 8.8. Model iteracyjnego zarządzania projektem zgodnie z metodyką SCRUM	223
Rysunek 8.9. Częstotliwość replanowania w podejściu zwinnym	226
Rysunek 9.1. Graf – drzewo celów	232
Rysunek 9.2. Grupy elementów i gałęzie drzewa celów	233
Rysunek 9.3. Powiązanie planu projektu i sterowania projektem w metodzie drzewa celów	237
Rysunek 10.1. Przyjęty model badawczy	242
Rysunek 10.2. Poziom wiedzy i doświadczenia w zarządzaniu projektami uczestników badania	248
Rysunek 10.3. Rozkład średniej arytmetycznej 25 mierników sytuacji planistycznej ..	254
Rysunek 10.4. Rozkład średniej arytmetycznej 28 mierników jakości planowania	261
Rysunek 10.5. Rozkład średniej arytmetycznej 28 mierników zmienności realizowanych projektów	268
Rysunek 11.1. Wyniki weryfikacji hipotez badania	287

SPIS TABEL

Tabela 1.1. Wpływ cech charakterystycznych projektów na ich sukces	10
Tabela 1.2. Struktura procesów zarządzania projektami według PMBoK	13
Tabela 1.3. Schemat metodyki PRINCE2 (<i>Projects in Controlled Environments</i>)	14
Tabela 1.4. Systematyzacja problematyki zarządzania projektami – model kostki zarządzania projektami	16
Tabela 1.5. Charakterystyka faz zarządzania przebiegiem projektu	18
Tabela 1.6. Rodzajów planów	21
Tabela 1.7. Koordynacja przy pomocy planów – zalety i wady	27
Tabela 1.8. Formy koordynacji	28
Tabela 1.9. Poziomy standaryzacji i ich zakres merytoryczny	30
Tabela 1.10. Rodzaje planowania z punktu widzenia standaryzacji działań	33
Tabela 1.11. Schemat trybu planowania według D. Hahna	36
Tabela 1.12. Cytaty myśli i aforyzmy o planowaniu	38
Tabela 1.13. Argumenty za i przeciwko planowaniu	39
Tabela 1.14. Rozwój podejścia presytuacyjnego do planowania	41
Tabela 1.15. Wymagania wobec celów projektu	48
Tabela 1.16. Podział obowiązków z zakresu planowania – przykład	49
Tabela 1.17. Techniki określania czasu realizacji czynności projektu	56
Tabela 1.18. Sytuacje planistyczne planowania przebiegu projektu – schemat	62
Tabela 2.1. Charakterystyka planowania przebiegu projektu w warunkach pewności .	68
Tabela 2.2. Charakterystyka planowania przebiegu projektu w warunkach ryzyka ...	69
Tabela 2.3. Charakterystyka planowania przebiegu projektu w warunkach niepewności	69
Tabela 2.4. Rozwój metod planowania przebiegu projektów	70
Tabela 2.5. Przegląd najważniejszych metod planowania przebiegu projektu	72
Tabela 4.1. Porównanie tradycyjnego i adaptacyjnego podejścia do planowania przebiegu projektów	123
Tabela 4.2. Struktury w projektach	124
Tabela 4.3. Dwa systemy poznawcze	130
Tabela 4.4. Zestawienie koncepcji i modeli planowania przebiegu projektów	131
Tabela 5.1. Przypisanie czasów trwania poszczególnych czynności, obliczenie czasu oczekiwanego i odchylenia standardowego	139
Tabela 5.2. Wyznaczenie czasu ścieżki krytycznej dla przykładowego projektu	139
Tabela 5.3. Określenie prawdopodobieństwa realizacji projektu w zadanym czasie – przykład	140
Tabela 5.4. Charakterystyki wierzchołków występujących w sieciach stochastycznych	144
Tabela 5.5. Operatory wejścia stosowane w metodzie GERT	147
Tabela 5.6. Operatory wyjścia stosowane w metodzie GERT	148

Tabela 6.1. Efekty wdrożeń metody łańcucha krytycznego w wybranych organizacjach na świecie	159
Tabela 6.2. Analiza trendu bufora projektu	183
Tabela 7.1. Schemat matrycy logicznej	189
Tabela 7.2. Logika wertykalna matrycy	200
Tabela 7.3. Logika horyzontalna matrycy	201
Tabela 7.4. Schemat matrycy logicznej LFA-M	202
Tabela 7.5. Struktura mapy wyników	205
Tabela 7.6. Połączona struktura mapy wyników i matrycy logicznej	207
Tabela 8.1. Struktura planowania projektów w zależności od stopnia ich zwinności ..	211
Tabela 8.2. Warstwy planowania w projektach zgodnie z podejściem zwinnym	215
Tabela 9.1. Tabela oceny elementów drzewa celów	234
Tabela 9.2. Korygowanie wskaźników względnej ważności w zależności od statusu elementów (zadań) – przykład	238
Tabela 10.1. Rozkład rodzajów projektów reprezentowanych przez uczestników badania	247
Tabela 10.2. Najczęściej zajmowane stanowiska w projektach	247
Tabela 10.3. Rozkład rozmiarów organizacji reprezentowanych przez respondentów ..	249
Tabela 10.4. Stopień zaangażowania badanych organizacji w działalność projektową ..	249
Tabela 10.5. Podział organizacji ze względu na skalę wsparcia ze strony centrali/organizacji nadrzędnej	250
Tabela 10.6. Zbiorczy profil projektów objętych badaniem	250
Tabela 10.7. Sytuacje planistyczne projektu – zbiorcze wyniki badania	252
Tabela 10.8. Wyniki analizy testem Friedmana	255
Tabela 10.9. Całkowita wyjaśniana wariancja w ramach zmiennej „sytuacja planistyczna projektu”	256
Tabela 10.10. Jakość planowania projektów – zbiorcze wyniki badania	259
Tabela 10.11. Wyniki analizy testem Friedmana	262
Tabela 10.12. Całkowita wyjaśniana wariancja w ramach zmiennej „sytuacja planistyczna projektu”	263
Tabela 10.13. Zmienność przebiegu projektów – zbiorcze wyniki badania	266
Tabela 10.14. Wyniki analizy testem Friedmana	269
Tabela 10.15. Całkowita wyjaśniana wariancja w ramach zmiennej „zmienność projektu”	270
Tabela 10.16. Czynniki uwzględnione w analizie korelacji	273
Tabela 10.17. Analiza korelacji między czynnikami dla hipotezy 1	274
Tabela 10.18. Sposób kodowania zmiennej dotyczącej poziomu niepewności i ryzyka projektu	275
Tabela 10.19. Sposób kodowania zmiennej dotyczącej jakości planowania projektu ..	275
Tabela 10.20. Czynniki uwzględnione w analizie korelacji	277
Tabela 10.21. Analiza korelacji między czynnikami dla hipotezy 2	278
Tabela 10.22. Czynniki uwzględnione w analizie korelacji	280
Tabela 10.23. Analiza korelacji między czynnikami dla hipotezy 3	281