

dr hab. inż. Jerzy Paślawski, prof. PP¹⁾
ORCID: 0000-0002-5570-2363

Od tradycyjnego do zwinnego zarządzania procesami budowlanymi – podejście multihybrydowe

From traditional to agile construction process management – multi-hybrid approach

DOI: 10.15199/33.2023.01.04

Streszczenie. W artykule wskazano, że umiejętne połączenie metod tradycyjnych (harmonogram, model sieciowy) i współczesnych (elastyczność, zwinność, lean management), zwłaszcza w przypadku wykorzystania idei Budownictwa 4.0 daje szanse na doskonalenie zarządzania procesami na bazie z jednej strony stabilizacji wydajności, a z drugiej dostosowania do zmieniających się warunków otoczenia. Dzięki systemowi cyberfizycznemu oraz monitoringowi i możliwości zarządzania w czasie rzeczywistym istnieje możliwość zapewnienia realizacji założonego głównego planu pomimo ciągłych zmian w otoczeniu wewnętrznym i zewnętrznym. Konieczność uwzględnienia elastyczności pojawiła się w dziedzinie zarządzania procesami budowlanymi u progu 21. wieku i trwa, koncentrując się na *Agile Management*. Synergia wynikająca z zastosowania jednocześnie kilku podejść wydaje się warunkiem osiągnięcia sukcesu w postaci zgodności rzeczywistego przebiegu z planem.

Słowa kluczowe: harmonogram; model sieciowy; PERT; Agile Management; elastyczność; Lean Construction; Budownictwo 4.0, Industry 5.0; zarządzanie procesami.

Abstract. This article indicates that the skillful combination of traditional methods (schedule, network model) and modern methods (*Flexibility, Agility, Lean Management*), especially with the use of the idea of Construction 4.0 gives the opportunity to improve process management based on the stabilization of performance on the one hand, and, on the other, adaptation to changing environmental conditions. Thanks to the cyber-physical system as well as real-time monitoring and management, it is possible to ensure the implementation of the assumed master plan despite constant changes in the internal and external environment. The need to consider flexibility emerged in the field of construction process management at the turn of the 21st century and continues to focus on Agile Management. The synergy resulting from the simultaneous use of several approaches seems to be the condition for achieving success in the form of compliance of the actual mileage with the plan.

Keywords: schedule; network model; PERT; Agile Management; Flexibility; Lean Construction; Construction 4.0; Industry 5.0; process management.

Współcześnie realizowane procesy/przedsięwzięcia budowlane przebiegają w coraz bardziej skomplikowanych warunkach. W związku z tym zarządzając nimi, należy brać pod uwagę przede wszystkim [1]: szybkość i zdolność wykorzystywania okazji, możliwość dokonywania częstych zmian, dążenie do zmniejszenia kosztów (np. przez redukcję liczby poziomów zarządzania), rosnący stopień skomplikowania, rosnącą niepewność.

Funkcjonowanie systemów zarządzania wymaga dostosowania do aktualnych warunków działania oraz możliwości zastosowania odpowiednich narzędzi i metod zarządzania. Wzrost złożoności przedsięwzięć i dynamicznie zachodzące zmiany w otoczeniu wymusiły próbę zastosowania w budownictwie

metod zarządzania nawiązujących do systemów z powodzeniem stosowanych w innych dziedzinach produkcji przemysłowej (elastyczne systemy produkcyjne, zwinne zarządzanie, Six Sigma, Lean Management). Ostatnio szczególną popularność zdobyło podejście Agile Management, czyli zwinne zarządzanie, bazujące na metodach stosowanych w projektach informatycznych, gdy występują trudności z dokładnym określeniem zakresu przedsięwzięcia i wymagań klienta. Tymczasem także sygnalizowane są braki podczas realizacji projektów informacyjnych jedynie opartych na Agile Management [2]. Projekty informatyczne również wymagają zastosowania różnych metod, np. tradycyjnych harmonogramów czy modeli sieciowych. Śledząc rozwój metod zarządzania, można odnieść wrażenie, że najnowsze są najlepsze, jednak logiczne wydaje się wykorzystanie dorobku związanego z klasycznymi narzędziami

dotyczącymi planowania, zwiększenia efektywności ekonomicznej, ograniczenia zużycia zasobów, które nawiązują wprost do osiągnięć naukowej szkoły zarządzania. Poglądy przedstawicieli szkoły klasycznej (Taylor, Adamiecki, Gantt) ciągle stanowią źródła wiedzy dotyczącej zarządzania procesami/przedsięwzięciami budowlanymi, które obecnie mogą być bardziej efektywne dzięki np. wprowadzeniu metod zgodnych z kolejnymi rewolucjami przemysłowymi – Industry 4.0 [3] i 5.0 [4]. Automatyzacja w budownictwie w ujęciu zgodnym z założeniami czwartej już rewolucji przemysłowej (oraz wersji 5.0 ogłoszonej w 2022 r.) daje szansę nie tylko na zwiększenie produkcji, ale też eliminuje błędy typowe w przypadku produkcji budowlanej, często wynikające z realizacji procesów budowlanych metodami rzemieślniczymi (niski stopień mechanizacji i automatyzacji). Natomiast **trudno dążyć do wyeliminowania człowieka**

¹⁾ Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu; jerzy.paslawski@put.poznan.pl

w procesach budowlanych [5], czemu odpowiada postulat Industry 5.0 skierowany na wsparcie pracownika przez technologie cyfrowe. Dzięki coraz powszechniej dostępnym usługom informacyjnym dotychczasowe problemy aktualizacji klasycznych harmonogramów czy modeli sieciowych nie stanowią już tak istotnych ograniczeń. Podobnie możliwe staje się, np. dzięki wykorzystaniu systemu cyberfizycznego, ograniczenie zmienności przy realizacji typowych procesów budowlanych.

W artykule wskazano kierunek zarządzania przedsięwzięciami budowlanymi w oparciu o hybrydowe podejście, nie tylko zastosowanie Agile Management (bazujące na elastyczności), ale także wykorzystano metody klasyczne (harmonogram, model sieciowy) oraz Lean Construction, Agile i Industry 5.0. Zatem chodzi o wykorzystanie synergii dostępnych metod zarządzania. Agile Management i Lean Management są drogą do realizacji master planu zbudowanego zgodnie z klasycznymi zasadami zarządzania. Istotnym elementem systemu hybrydowego jest Industry 5.0 jako element koordynacji trzech wymienionych podejść w czasie rzeczywistym opartego na systemie cyberfizycznym.

Przedstawiono rozwój metod zarządzania ze wskazaniem bazujących na podejściu planistycznym z uwzględnieniem elastyczności i podejściu partycypacyjnym oraz wskazano nowe trendy (*Lean Construction, Agile Management i Flexible Management*). Rozważania zakończono modelem wykazującym synergię proponowanej czwórki: klasyczne, Agile i Lean oraz zarządzanie zgodne z Industry 5.0.

W Polsce wciąż dominujące jest podejście klasyczne, które bazuje na modelu kaskadowym (ang. waterfall model), gdzie zakres i plan przebiegu są wystarczająco wcześniej i dokładnie zaplanowane. Tymczasem w zarządzaniu zwinnym (*Agile Management*) szczegółowo zaplanowany jest zakres, podczas gdy planowany przebieg może być określony podejściem iteracyjno/adaptacyjnym. Inspirujące jest znaczne różnicowanie zaangażowania metod zwinnych w Polsce na poziomie zaledwie 8% [6] w porównaniu z danymi o możliwościach ich zastosowania wynoszący-

mi 70%, co stanowi wyzwanie dla menedżerów budownictwa w kraju. Wydaje się, że problem polega na wyborze między zakresem zastosowania metod tradycyjnych oraz zwinnych. Istotne jest w tym przypadku uwzględnienie kosztów wprowadzenia koniecznej zmiany podczas realizacji na podstawie metod tradycyjnych, które będą znacznie przekraczać analogiczne koszty poniesione w przypadku zastosowania metod zwinnych. W artykule przedstawiono też przykłady zastosowania omawianych metod w określonych sytuacjach. Podstawowy problem tkwi w odpowiedniej identyfikacji możliwości zastosowania różnych metod w odniesieniu do faktycznych warunków.

Rozwój metod zarządzania

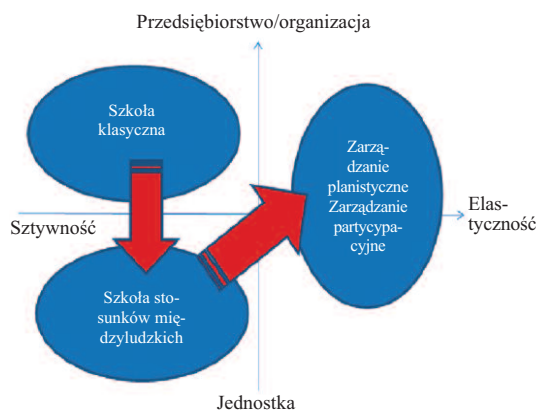
Typowe szkoły w analizie rozwoju metod zarządzania obejmują (rysunek 1): szkołę klasyczną, szkołę stosunków międzyludzkich, szkołę ilościową badań operacyjnych, podejście systemowe i podejście sytuacyjne. W znacznym uproszczeniu rozwój metod zarządzania przedstawił Alain Chouvet [7]. Na wykresie śledzić go można w układzie dwóch osi:

- poziomej: od zamknięcia i odporności w kierunku otwarcia i elastyczności;
- pionowej: od jednostki do przedsiębiorstwa/organizacji.

Klasyczne metody zarządzania (których historyczne początki sięgają 1900 r.) bazują na koncentracji na efektach działań organizacji (jednostka jest w tym układzie jedynie elementem wielkiego mechanizmu – stąd analogia do maszyny). Za przykład zastosowania tego typu podejścia można uznać linię produk-

cyjną w zakładach Forda (słynny model T). W wyniku rewolucji przemysłowej do pracy w tego typu fabrykach było wielu chętnych, z których przemysłowiec mógł wybrać najbardziej wydajnych pracowników (słynny eksperyment Taylora załadunku rudy żelaza zakładający kilkukrotne zwiększenie wydajności i jedynie 60-proc. zwiększenie płac był wyraźnie ukierunkowany na efekty na korzyść organizacji, a nie pracowników). Dążenie do znalezienia jak najlepszych metod produkcji spowodowało rozwój badań wydajności, badania fotograficzne poszczególnych ruchów wykonywanych przez pracowników itp. ukierunkowane jednak zdecydowanie na jak najlepsze wykorzystanie czasu pracy pracowników, a nie osiągnięcie lepszych warunków ich pracy. Obecnie można uznać te badania za fundament metod związanych z Lean Management. Okazało się jednak, że dalsze zwiększanie wydajności ma granice i dlatego następnym etapem rozwoju jest szkoła stosunków międzyludzkich, która zrodziła się na bazie rosnącego niezadowolenia pracowników i znaczenia związków zawodowych. Idea człowieka społecznego stała się kluczem do ponownego zwiększenia wydajności. Wzajemne kontakty i relacje między pracownikami oraz praca zespołowa mają kluczowy wpływ na wydajność i zadowolenie z pracy. Słynny eksperyment zrealizowany w latach 1924 – 1927 w Hawthorn Works (Western Electric) pod kierunkiem Elona Mayo jednoznacznie udowodnił, że dla pracowników ważniejsze są stosunki międzyludzkie niż materialne i techniczne warunki pracy (w tym wypadku natężenie oświetlenia). Zgodnie z teorią Masłowa istotne jest zabezpieczenie, poza podstawowymi potrzebami, także potrzeb psychospołecznych (potrzeb akceptacji, miłości, poczucia własnej wartości czy możliwość samorealizacji).

Osiągnięciem szkoły stosunków międzyludzkich jest teoria McGregora, która dzieli pracowników w zależności od ich motywacji do pracy na [8]:



Rys. 1. Rozwój metod zarządzania [7]

Fig. 1. Development of management methods [7]

■ Teoria X – bazująca na negatywnym stosunku pracownika do pracy – są to osoby o małych ambicjach, które wymagają zastosowania ciągłej kontroli (zgodna z założeniami teorii klasycznej);

■ Teoria Y – dotyczy osób lubiących i odpowiedzialnych za swoją pracę, dbających o rozwój i wychodzących z inicjatywą – w tym przypadku ścisła kontrola może stanowić przeszkodę w rozwoju.

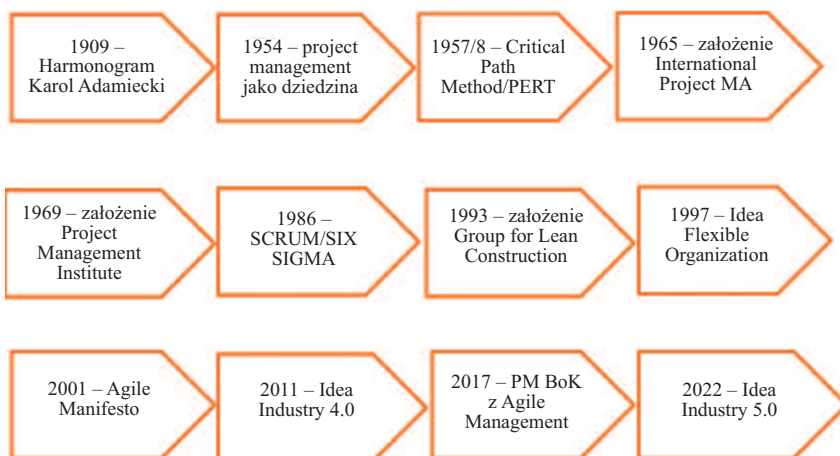
Zaangażowanie pracowników dzięki partycypacyjnemu podejściu zgodnemu ze szkołą stosunków międzyludzkich można uznać za fundament Agile Management (Agile Teams [9], jako zwinne zespoły zdolne do podejmowania szybkich decyzji w odpowiedzi na zmiany w otoczeniu).

Uproszczona koncepcja rozwoju zarządzania nie wyróżnia szkoły ilościowej (obejmującej ilościową teorię zarządzania oraz zarządzanie operacyjne), która zaliczana jest także do klasycznych teorii zarządzania [10]. Podejście systemowe i podejście sytuacyjne zaliczyć można do integrujących omawiane szkoły. Przechodząc do podejść niezbędnych w zmiennym otoczeniu, mamy z jednej strony podejście planistyczne (zmodernizowane podejście klasyczne), a z drugiej – partycypacyjne. Pierwsze możemy odnieść do Lean Management, a drugie – do Agile Management.

Historia zarządzania przedsiębiorstwami

Kluczowe daty w rozwoju zarządzania przedsiębiorstwami przedstawiono na rysunku 2. W 1908 r. Karol Adamiecki wygłosił w Stowarzyszeniu Techników w Warszawie referat pt. „Metoda wykreślna organizowania pracy zbiorowej w walcowniach”, który został bardzo dobrze oceniony i opublikowany w Przeglądzie Technicznym w 1909 r. [11]. Należy podkreślić, że Adamiecki stworzył harmonogram w celu planowania działań w walcowni (a więc w warunkach stabilnej produkcji fabrycznej w hali przemysłowej). Jego istotnym osiągnięciem jest sformułowanie podstawowych zasad organizacji pracy:

● **prawo harmonii** – współdziałające elementy procesu produkcyjnego powinny być dopasowane pod względem ilości pracy i jej jakości wykonania tak, by efektywność była największa przy naj-



Rys. 2. Kamienie milowe w rozwoju zarządzania przedsiębiorstwami

Fig. 2. Milestones in the development of project management

mniejszych stratach. Prawo to złożone jest z trzech składowych. Zasada harmonii doboru mówi o tym, by kooperujące jednostki wytwórcze miały zbliżone wzorce produkcyjne, a łączne czasy wszystkich czynności były jak najmniejsze. Zasada harmonii duchowej to wymagania istnienia więzi emocjonalnych pomiędzy ludźmi. Zasada harmonii działania określa sposób funkcjonowania organów w ściśle określonym czasie;

● **prawo podziału pracy** – warunkiem koniecznym do wysokiej wydajności jest podział na czynności składowe;

● **prawo koncentracji**, czyli współdzielenie wysoko wyspecjalizowanych funkcji;

● **prawo optymalnej produkcji** – należy wyznaczyć wielkość, która oznaczać będzie granicę wydajności, w przypadku której jednostkowy koszt jest najmniejszy;

● **prawo inercji przyzwyczajień i prawo przekory** – istotne jest odpowiednie przygotowanie określonych uprawnień, które należy wprowadzić, tak by każda zmiana w organizacji spotkała się z jak najmniejszym oporem pracowników.

Należy podkreślić, że w 1910 r. Henry Gantt przedstawił harmonogram (diagram Gantta), który opracował dla fabryki Bethlehem Steel (opublikowany w Engineering Magazine w tym samym roku). Kolejnym wydarzeniem o kluczowym znaczeniu w rozwoju Project Management było wynalezienie metody ścieżki krytycznej (Critical Path Method) opracowanej przez Morgana Walkera (DuPont) i Jamesa Kelleya (Re-

mington Rand) pod koniec lat pięćdziesiątych XX w. [12]. Rok później powstała metoda PERT (Program Evaluation and Review Technique), która została wykorzystana przez US Navy do realizacji projektu POLARIS [13]. Należy podkreślić, że realizacja przedsięwzięcia zgodnie z przyjętym wcześniej planem jest często trudna do realizacji ze względu na niepewność. Może to przede wszystkim wynikać z subiektywnych szacunków czasu trwania czynności (PERT). Powinno się brać pod uwagę także możliwość wystąpienia nieoczekiwanych wydarzeń zakłócających planowany przebieg procesów budowlanych. Sugerowane działania obejmują:

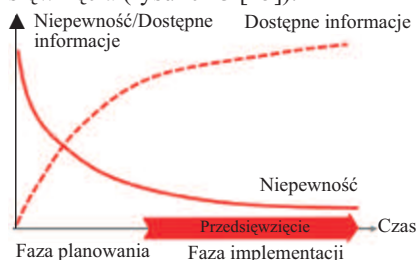
■ dążenie do odporności harmonogramu, zapewniające możliwość zaabsorbowania zakłóceń – np. buforów czasu;

■ opracowanie procedur reagowania na zakłócenia, które nie mogą być zaabsorbowane w harmonogramie bazowym, np. adaptacja.

Zastosowanie tradycyjnych narzędzi zarządzania prowadzi, zwłaszcza w przypadku założonych przedsięwzięć realizowanych w dynamicznie zmieniającym otoczeniu, do paradoksu planowania. Polega on na tym, że przystępujemy do planowania, zdając sobie sprawę, że plan ten stanie się nieaktualny ze względu na niepewność i ryzyko konieczne do uwzględnienia w procesie realizacji przedsięwzięcia budowlanego. Niepewność tę można podzielić na [14]: wynikającą z braku niezbędnej wiedzy oraz z probabilistycznej losowości zjawisk. Pierwsza z nich jest możliwa do redukcji, w przeciwieństwie do drugiej, która

wynika z natury badanego procesu w danych warunkach. W budownictwie można obniżyć poziom niepewności wynikającej z losowości zjawisk, np. przez wprowadzenie nowej technologii. W przypadku planowania przedsięwzięć budowlanych przyczyny niepewności mogą wynikać z: braku wiedzy, sprzecznych informacji lub braku informacji.

Paradoks planowania przedsięwzięć budowlanych polega na konieczności podejmowania decyzji we wczesnej fazie przedsięwzięcia (na etapie planowania), kiedy brakuje dostatecznych informacji. Zostaną one udostępnione dopiero w dalszych fazach realizacji przedsięwzięcia (rysunek 3 [15]).



Rys. 3. Paradoks planowania przedsięwzięć budowlanych [15]

Fig. 3. The paradox of planning construction projects [15]

Jak sugeruje Mitzberg [16], problem związany z niepewnością można rozwiązać, stosując elastyczność. DeMeyer i in. [17] argumentują, że w przypadku realizacji przedsięwzięcia w warunkach dużej niepewności mniejszy nacisk należy kłaść na planowanie, a większy na elastyczność i uczenie się. Floricel i Miller [18] proponują zastosowanie elastyczności do zarządzania niepewnością przez spójność i kreatywność. Beser i Hobbs [19] wskazują na konieczność wykorzystania Agile Management i Lean Construction w zarządzaniu w przypadku występowania problemów niemożliwych do przewidzenia. W przypadku występowania niepewności wynikającej z braku wiedzy niemożliwe jest zarządzanie jedynie przy użyciu tradycyjnych narzędzi.

Lean Management ma źródła w latach czterdziestych XX w. [20]. Jej zalety potwierdzono w latach siedemdziesiątych XX w., wykazując przewagę Toyota Production System nad przemysłem samochodowym USA. Zdolność do redukcji marnotrawstwa i zmienności przy jednoczesnym wzroście zaangażowania pracowników stanowi wyjątkowo

skuteczną metodę doskonalenia zarządzania procesami w budownictwie.

Metoda Agile Management powstała ok. 50 lat później, a po uchwaleniu Manifestu Agile w 2001 r. stała się bardziej popularna [20]. W porównaniu z tradycyjnymi metodami wykazuje znacznie większą sprawność w przypadku zmiennego otoczenia dzięki iteracyjności i elastyczności.

Idea Industry 4.0 została ogłoszona w 2011 r. [21] jako przełomowe podejście bazujące na systemach cyberfizycznych, wzajemnej komunikacji bezprzewodowej i sztucznej inteligencji. Industry 5.0 [4] zmierza do poszerzenia o nowe wymiary: regeneracyjne cechy przekształcenia przemysłu (gospodarka obiegu zamkniętego [22]), włączenie wymiaru socjalnego – zastąpienie idei eliminacji pracowników raczej przez ich wsparcie dzięki nowym technologiom oraz zrównoważony rozwój przez eliminację paliw kopalnych, ograniczenie emisji CO₂ itp.

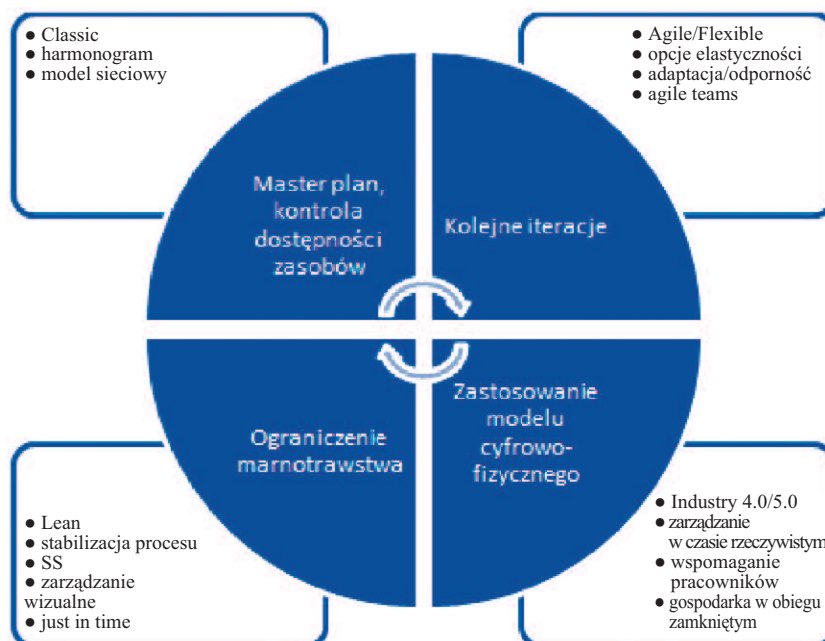
W opisanym rozwoju w dziedzinie zarządzania procesami i przedsięwzięciami należy zwrócić uwagę na konieczność jednoczesnego wykorzystania elementów tradycyjnego planowania oraz aktualnie wprowadzanych metod (Agile/Flexible Management, Lean Management i i Industry 4.0/5.0). Analizując poszczególne elementy metody MULMANCO – MULti MANagement in CONstruction (rysunek 4), powinno się

uwzględnić synergię możliwą do osiągnięcia na bazie czterech wymienionych dotychczas elementów:

- podejścia klasycznego: wyznaczenie master planu – planowanie całego przedsięwzięcia z uwzględnieniem budżetu, jakości i wpływu na środowisko (także w odniesieniu do emisji CO₂) itp.;
- podejścia Agile/Flexible – bazującego na opcjach elastyczności przy uwzględnieniu planów SPRINT realizowanych przez małe zespoły Agile Teams;
- podejścia Lean – eliminacja marnotrawstwa ukierunkowana na stabilizację wydajności produkcji;
- metody zgodnej z ideą Industry 4.0/5.0 bazującej na CPS – Cyber-Physical System zapewniającej zgodność przebiegu bieżących procesów z przyjętym master planem pomimo realizacji w turbulentnie zmiennym otoczeniu.

Analizując możliwości zastosowania opisanych metod w przypadku budów: parkingu w kompleksie hotelowym; osiedla mieszkaniowego oraz prac remontowych w wielorodzinnym budynku mieszkalnym określono korzyści i problemy związane z zastosowaniem proponowanych metod, które przedstawiono w tabeli.

Proponowane metody wzajemnie uzupełniają się, np. Agile Management zapewnia możliwość bieżącej kontroli jakości i postępu prac, co z reguły jest proble-



Rys. 4. Ogólna idea podejścia bazującego na synergii różnych metod zarządzania

Fig. 4. The general idea of an approach based on the synergy of various management methods

Korzyści i problemy wdrażania metod tradycyjnych i innowacyjnych

Benefits and problems in the implementation of traditional and innovative methods

Metoda	Przykład zastosowania	Korzyści	Problemy
Tradycyjna	harmonogram	wizualna prezentacja planu, kontrola dostępności zasobów	brak bieżącego monitoringu jakości
Lean	5S	eliminacja zbędnych elementów, uporządkowanie środowiska pracy	wymaga szkolenia, czasochłonne segregowanie
Agile	cykliczne spotkania planistyczne – częste iteracje	możliwość bieżącej kontroli, gotowość wprowadzenia zmian	wymaga pełnego zaangażowania każdej ze stron
Industry 4.0/5.0	system monitoringu	zaangażowanie pracowników, możliwość doskonalenia	poczucie dominacji systemu nad pracownikami

mem w przypadku zastosowania metod tradycyjnych. Godne uwagi wydaje się także stwierdzenie o zagrożeniu odczuwanym przez pracowników w przypadku zastosowania metod Industry 4.0/5.0. W tym świetle słuszny wydaje się postulat wsparcia pracowników przez systemy informatyczno-decyzyjne zaproponowane jako idea Industry 5.0 w porównaniu z założeniami Industry 4.0. Obserwując możliwości zastosowania jednocześnie Lean Construction i Agile, można dojść do wniosku, że poza typowymi kierunkami: eliminacja marnotrawstwa w przypadku Lean i iteracyjne zarządzanie w środowisku dynamicznie zmiennym można dostrzec pozytywne efekty stopniowego doskonalenia przez systematyczną naukę z przykładów. Jednoczesne zastosowanie zaproponowanych metod daje niewątpliwie efekt synergii.

Wnioski

Przedstawiona analiza możliwości zastosowania metod tradycyjnych oraz innowacyjnych (Lean, Agile, Industry 4.0/5.0) do zarządzania procesami budowlanymi prowadzi do następujących wniosków:

- realizacja procesów budowlanych z reguły wystawiona jest na oddziaływanie dynamicznie zmiennego otoczenia zewnętrznego i wewnętrznego;

- otoczenie dynamicznie zmienne znacznie ogranicza możliwości osiągnięcia sukcesu w przypadku zastosowania wyłącznie metod tradycyjnych;

- Lean Construction, którego zadaniem jest eliminacja marnotrawstwa, pełni także istotną rolę w ograniczeniu złożoności przedmiotowego systemu, co sprzyja realizacji procesów w zmiennym otoczeniu (ryzyko chaosu);

- w sytuacji działania w środowisku turbulentnie zmiennym należy zastosować podejście oparte na elastyczności/zwinności, które bazuje na iteracyj-

nych cyklach umożliwiających częstą weryfikację sytuacji decyzyjnej oraz zastosowanie odpowiedniej taktyki adaptacji bądź odporności;

- pozornie przeciwstawne idee Lean (osiągnięcie perfekcji w przewidywalnym otoczeniu i powtarzanych procesach) oraz Agile (niepewne i zmienne wymagania w zmiennym i niepewnym środowisku) uzupełniają się wzajemnie (synergia);

- z punktu widzenia realizacji niezwykle istotna jest możliwość prawidłowej identyfikacji warunków realizacji sprzyjających zastosowaniu odpowiedniego podejścia o właściwym parytecie zaangażowania;

- w przypadku robót wymagających ciągłego monitoringu zastosowanie metod tradycyjnych będzie ograniczone do opracowania master planu, natomiast Lean Management, Agile Management i Industry 4.0/5.0 zapewnią możliwość realizacji tego planu w warunkach dynamicznie zmiennego otoczenia.

Należy się spodziewać rozwoju koncepcji zmierzających do osiągnięcia synergii między metodami tradycyjnymi i innowacyjnymi na bazie wielu dostępnych metod (poza wymienionymi np. Six Sigma, Quality 4.0). Uzasadnione wydaje się zatem wyjście poza typowe elementy podejścia hybrydowego [23], stąd dodatek *multi* w nazwie. Pozostaje jedynie nadzieja na ograniczenie opóźnienia implementacji technologii informatycznych [24].

Literatura

- [1] Wysocki RK. Effective project management. 2017. John Wiley and Sons.
- [2] Kaczorowska A. Traditional and agile project management in public sector in Poland, scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series. 2020; 149: 287 – 302.
- [3] Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Crown Business. 2017. New York.
- [4] EU 2022. Industry 5.0: A transformative vision for Europe ESIR Policy Brief No. 3, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- [5] Kumar A, Kumar S. Industry 4.0: Evolution, Opportunities and Challenges, International Journal of Research in Business Studies. 2020; 5 (1): 139 – 148.

- [6] Trocki M. (red.). Metodyki i standardy zarządzania projektami. 2022. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

- [7] Chauvet A. Metody zarządzania. Przewodnik. 1997. Poltext, Warszawa.

- [8] Matejun M. Ewolucja nauk o zarządzaniu. 2012. Oficyna Wolters Kluwer business, Warszawa.

- [9] Khanagha S, Volberda HW, Alexiou A, Annoni MC. Mitigating the dark side of agile teams: peer pressure, leaders' control, and the innovative output of agile teams. Journal of Product Innovation Management. 2021; 39 (3): 334 – 350.

- [10] Griffin RW. Podstawy zarządzania organizacjami. 2022. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

- [11] Adamiecki K., 2022. Encyklopedia Zarządzania, pobrano 03.05.2022 z Internetu: https://mfiles.pl/pl/index.php/Karol_Adamiecki.

- [12] Kelley J, Walker M. Critical-Path Planning and Scheduling. Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference. 1959; 160 – 173.

- [13] Malcolm DGJH, Roseboom JH, Clark CE, Fazar W. Application of a Technique for Research and Development Program Evaluation, Operations Research. 1959; 7 (5): 646 – 669.

- [14] Lindley DV. Understanding uncertainty. 2006. John Wiley and Sons, New York.

- [15] Samsat K, Volden GH. Front-end definition of projects: Ten paradoxes and some reflections regarding project management and project governance. International Journal of Project Management. 2016; 34 (2): 297 – 313.

- [16] Mintzberg H. The rise and fall of strategic planning. 1994. Warlow, UK: Pearson Education Limited.

- [17] De Meyer A, Loch CH, Pich MT. From variation to chaos. MIT Sloan Management Review. 2002; 43: 60 – 67.

- [18] Floricel S, Miller R. Strategizing for anticipated risks and turbulence in large-scale engineering project, International Journal of Project Management. 2002; 19 (8): 445 – 455.

- [19] Beser C, Hobbs B. The paradox of risk management; a project management practice perspective. International Journal of Managing Projects in Business. 2012; 5 (2): 230 – 247.

- [20] McKinsey&Company 2020. Lean management or agile? The right answer may be both, pobrano dnia 6.05.2022 z Internetu: www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/lean-management-or-agile-the-right-answer-may-be-both

- [21] Forcael E, Ferrari I, Opazo-Vega A, Pulido-Arcas JA. Construction 4.0: A Literature Review. Sustainability. 2020; 12 (22): 9755.

- [22] Sobotka A, Czaja J. Analysis of factors stimulating and conditioning application of reverse logistics. Procedia Engineering. 2015; 122: 11 – 18.

- [23] Zasa FP, Patrucco A, Pelizzoni E. Managing the hybrid organization: how an agile and traditional project management coexist? Research Technology Management. 2021; 64 (1): 54 – 63.

- [24] Kapliński O. Problems of the information technologies use in polish construction sector. State of the art. Archives of Civil Engineering. 2009; 55(2): 173 – 197.

Przyjęto do druku: 17.10.2022 r.