



Współfinansowane przez
Unię Europejską

Przewodnik dobrych praktyk

Projekt

**Organizacja Szkoły Managera w celu
kształcenia i szkolenia zawodowego osób
dorosłych**

**o nr 2021-2-PL01-KA210-VET-000049680
współfinansowany ze środków Unii
Europejskiej w ramach programu
Erasmus+**

Białystok 2023



Spis treści

Wprowadzenie	1
CZĘŚĆ PIERWSZA	2
Czym jest bim i skąd to całe zamieszanie?	2
Tradycyjny proces inwestycyjny – co nie działa?	3
Zrozum Swoje Przedsiębiorstwo	13
Zróżnicowane pomysły na sukces w budownictwie	14
Święty Graal, czyli proces zintegrowany (IPD).....	22
Cele, korzyści i aktywatory – po co to robimy?	26
Pierwsze wdrożenie – czyli twój pierwszy raz	28
BIM-owy marketing – jak rozpoznać profesjonalistę	31
Identyfikacja podstawowych zagrożeń	34
CZĘŚĆ DRUGA	37
Lean.....	37
Historia Lean	38
Lean Construction.....	41
Narzędzia i techniki Lean	43
Wykorzystanie Lean w projekcie	46
Eliminacja marnotrawstwa (wymiary BIM, MPDT)	47
Zwinne systemy zarządzania projektami (Agile)	55
CZĘŚĆ TRZECIA.....	79
Digital Twin – BIM na sterydach	79
Technologie Przemysłu 4.0 w BIM.....	81
Dobre praktyki BIM na etapie eksploatacji obiektu budowlanego	83
Wybór rozwiązań - wyzwania Digital Twin	85
Zakończenie	88



WPROWADZENIE

Głównym celem projektu było sprostanie wspólnym potrzebom i priorytetom w dziedzinie kształcenia i szkolenia zawodowego osób dorosłych. Projekt był realizowany w partnerstwie przez klastry tj. Klaster budowlany w Polsce i Klaster budowlany w Słowenii. Priorytetem projektu Organizacja Szkoły Managera w celu kształcenia i szkolenia zawodowego osób dorosłych było podniesienie jakości pracy i praktyk zaangażowanych organizacji, budowanie zdolności organizacji w zakresie prac międzynarodowych i międzysektorowych, co w efekcie ma umożliwić transformację i zmianę prowadzącą do poprawy każdej z organizacji.

Obie organizacje zrzeszają przedsiębiorstwa z branży budowlanej, obecnie głównym wyzwaniem w tej branży jest projektowanie i realizacja budynków zeroenergetycznych a dodatkowym wyzwaniem jest optymalizacja zużycia surowców i energii zarówno na etapie budowy budynku jak i eksploatacji. Wznoszenie takich budynków stanowi wyzwanie pod kątem projektowym jak i wdrożeniowym. Przede wszystkim wymaga od firm umiejętności w zakresie sprawnego sterowania procesem produkcyjnym na każdym jego etapie – od projektowania, poprzez produkcję aż do przekazania do użytkowania. Firmy zgłaszały potrzebę usprawnienia produkcji, doskonalenia jak i wprowadzania zmian.

Wobec powyższego w projekcie został zorganizowany cykl warsztatów pod nazwą Szkoła Managera, mających na celu szkolenia w zakresie Lean Management, wymianę doświadczeń w zakresie usprawnień procesów produkcyjnych jakie zachodzą w budownictwie (szczególnie budynków zeroenergetycznych). Ważnym obszarem była wymiana doświadczeń uczestników polskich i słoweńskich.

Niniejszy Przewodnik dobrych praktyk został wydany w ramach upowszechniania efektów projektu i jest on zbiorem publikacji zawierającym zarówno treści merytoryczne przedstawiane w ramach działań projektowych jak i efekty wypracowane dzięki realizacji projektu.



CZĘŚĆ PIERWSZA

Autorzy: dr Bartosz Zamara, dr Marek Mieńkowski

*Dla człowieka, który dysponuje tylko
młotkiem, każdy problem zaczyna
wyglądać jak gwóźdź.*

H. Maslow

Czym jest bim i skąd to całe zamieszanie?

Budownictwo stanowi ważną gałąź gospodarki. Dziwne może się wydawać to, że mimo ogarniającej nasze otoczenie cyfryzacji i ogólnego wzrostu produktywności w niemal wszystkich obszarach, budownictwo trwa niemal na tym samym poziomie od dziesięcioleci. Sposób budowania nie zmienił się szczególnie od średniowiecza. Owszem, korzystamy z nowocześniejszych materiałów o większej wytrzymałości, możemy budować wyżej i podnosić więcej. Możemy się szybciej komunikować i transportować materiały na większe odległości. Pozwala to budować więcej i szybciej. Budynki są lepiej zabezpieczone przed działaniem żywiołów. Jednak samo budowanie polega na ręcznym wykonywaniu określonych operacji przez pracowników fizycznych. Operacje te, są z reguły wykonywane przez wyspecjalizowane ekipy w określonej kolejności, w tym samym miejscu, co wymaga dobrego planowania i koordynacji. Sam proces od dziesiątek, a w zasadzie setek lat bazuje na płaskiej dokumentacji, będącej odwzorowaniem wizji projektanta, lepiej lub gorzej spełniającej oczekiwania inwestora, a w średniowieczu fundatora.

Proces inwestycyjny na początku XXI w. nadal jest trapiiony przez wiele nieefektywności, skutkujących nadmiernymi kosztami oraz marnotrawstwem materiałów i energii. Mimo coraz większej digitalizacji życia codziennego proces inwestycyjny, a raczej jego uczestnicy, dzielnie opierają się cyfryzacji, która niejednokrotnie okazała się czynnikiem zwiększającym efektywność i redukującym koszty.

To, czy zmiana w procesie inwestycyjnym powinna naśladować inne branże, czy raczej być odpowiedzią na konkretne bolączki budownictwa, autorzy pozostawiają do rozstrzygnięcia czytelnikowi. Niemniej książkę o cyfryzacji w budownictwie, która może być katalizatorem postulowanej zmiany, zaczynamy od wskazania konkretnych problemów, z którymi zmagają się branża na płaszczyźnie organizacyjnej i informacyjnej.



Nie ulega wątpliwości, że wdrażanie zmian w organizacjach i procesach, które polegają głównie na ludziach, jest wyzwaniem napotykanym opór. Powinniśmy być jednak odważni w dążeniu do zmian skutkujących wznoszeniem obiektów lepszych, trwalszych, mniej oddziałujących na środowisko. Nie dla siebie, a dla naszych dzieci – one będą musiały żyć w otoczeniu, które im zostawimy.

Tradycyjny proces inwestycyjny – co nie działa?

Proces inwestycyjny, czyli: „Będzie pan zadowolony...”

Czym jest proces inwestycyjny? Przegląd literatury wskazuje, że nawet autorzy przedmiotu nie są w tej kwestii spójni, kiedy przedstawiają swoje definicje. Z kolei, różnorodność definicji umożliwia zróżnicowane interpretacje w zakresie identyfikacji momentu początkowego, zakresu czynności, czy jasnej definicji grupy interesariuszy¹. Brak standardów pojęciowych stanowi wyzwanie od strony zarządczej istotnie wpływając na efektywność procesu i jakość produktu finalnego (jakkolwiek byłby on zdefiniowany). Polska pod tym względem jest wyjątkowym przypadkiem, ponieważ brakuje silnych instytucji zawodowych związanych z zarządzaniem projektami inwestycyjnymi. Skutkuje to brakiem standardów branżowych w zakresie zarządzania projektami inwestycyjnymi, które pozwoliłyby na ujednolicenie słownika pojęć, terminów, nazewnictwa, faz, itp.

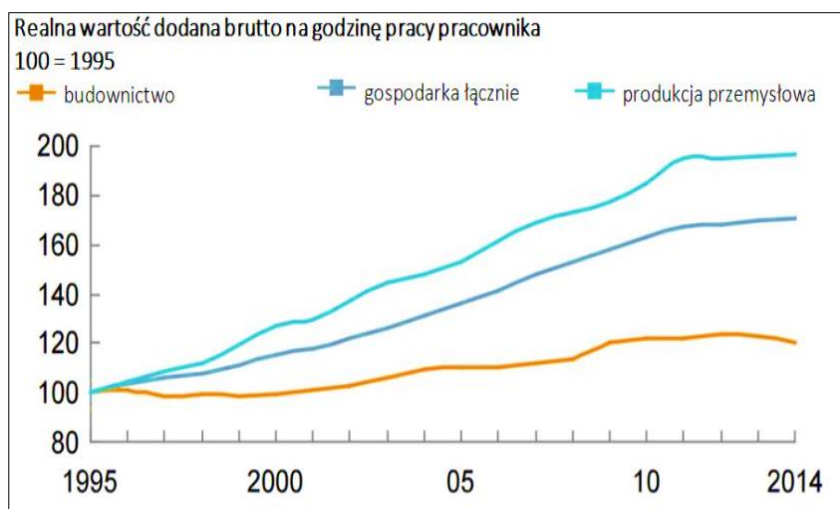
Jedna z dość ogólnych definicji mówi, że proces inwestycyjny to „ciąg skoordynowanych czynności o charakterze technicznym, prawnym, technologicznym, organizacyjnym, finansowym itp., prowadzących do realizacji i eksploatacji planowanej inwestycji budowlanej w określonym czasie oraz przy ograniczonych zasobach finansowych”. Cechy charakterystyczne procesu inwestycyjnego to nieruchomość produktu, indywidualny charakter każdego obiektu, częsta i głęboka ingerencja w środowisko przyrodnicze, konieczność stałej współpracy głównych uczestników, długi okres przygotowania, etapowa realizacja dokumentacji projektowej, długowieczność i kapitałochłonność.

Dla odmiany brytyjski RIBA (Royal Institute of British Architects) ujednolicił nazewnictwo etapów życia obiektu inwestycyjnego, ustanawiając punkt odniesienia dla branży budowlanej w Wielkiej Brytanii. W warunkach polskich każdy inwestor wprowadza własne nazewnictwo i dostosowuje je do swoich potrzeb i praktyk. Sytuacja braku ogólnokrajowych standardów w omawianym zakresie generuje wiele nieefektywności, które przekładają się na dodatkowe koszty realizacji procesów inwestycyjnych. W celu umożliwienia sprawnej komunikacji

¹ W ogólnym rozumieniu interesariusze (*stakeholders*) są osobami lub organizacjami, na które planowana inwestycja oddziałuje lub one same oddziałują na przedmiotową inwestycję.



w czasie realizacji projektu inwestor musi sam zaplanować jej przebieg i sposoby komunikacji. Etap przygotowania do sprawnego zarządzania procesem inwestycyjnym jest często pomijany jako zbędne obciążenie dla budżetu inwestycji – przecież i tak wszyscy wiedzą, co, jak i kiedy robić, zawsze tak robiliśmy i było dobrze. Takie założenie skutkuje dodatkowymi kosztami na usuwanie błędów wynikających z niedomówień, nieporozumień, pomyłek i zaniechań. Podejście to doskonale obrazuje wskazywaną w raportach cechę branży, czyli powolne adaptowanie zmian i małą innowacyjność, która hamuje wzrost efektywności sektora względem innych gałęzi gospodarki. Na ryc. 1 przedstawiono wyniki wieloletnich badań nad wzrostem efektywności w różnych gałęziach gospodarki USA. Wynik budownictwa jest najgorszy na tle pozostałych badanych. Jest to m.in. skutek zachowawczego podejścia branży.



ryc. 1 Przyrost produktywności w budownictwie na tle gospodarki w latach 1995–2014

Skoro wyniki budownictwa w zakresie przyrostu efektywności w długim okresie tak znacząco odbiegają od reszty gospodarki, a branża stawia opór innowacjom, to proces inwestycyjny musi być niezmiernie złożony, wielowątkowy, z licznymi wariantami i opcjami. Do pewnego stopnia tak jest, ale – parafrazując Henry’ego Forda – żadne przedsięwzięcie nie jest szczególnie trudne, jeśli podzielić je na mniejsze zadania. Na ryc. 2 pokazano fazy cyklu życia obiektu, które opisane są poniżej.

Faza dostarczania inwestycji²

- **Etap przygotowania inwestycji** – składa się z analizy potrzeb i opłacalności, formułowania i rozwoju wytycznych do przeprowadzenia procesu inwestycyjnego skutkującego wprowadzeniem zmiany w otoczeniu. Zestawienia wykonywane są na

² Delivery Phase wg ISO 19650-1:2019



wysokim poziomie ogólności, a decydenci posługują się analizami wskaźnikowymi przy podejmowaniu decyzji o prowadzeniu lub rezygnacji z zamierzenia. Na tym etapie, w przypadku decyzji o kontynuacji, prowadzone są również analizy wariantów prowadzenia inwestycji. Jednym z produktów tej fazy jest zestaw wytycznych do projektowania.



rzc. 2 Schemat cyklu życia obiektu budowlanego

- **Etap projektowania** – projektowanie jest złożonym procesem zagnieżdżonym w procesie inwestycyjnym, który zwyczajowo dzieli się na etapy wynikające z następujących po sobie opracowań, będących kolejnymi przybliżeniami opisu planowanego obiektu. Jest to faza, w której podejmowane są kluczowe decyzje dla ostatecznego wyniku procesu inwestycyjnego³.
- **Etap budowy** – fizyczna realizacja budynku lub budowli na podstawie przygotowanej i zatwierdzonej wcześniej dokumentacji. Faza dostarczania inwestycji kończy się przekazaniem obiektu do użytkowania.

³ Nawet jeśli projektowanie zajął się z budową, każde roboty budowlane są poprzedzone przygotowaniem dokumentacji, będącej podstawą ich wykonania. To w projekcie ostatecznie decyduje się zatem o parametrach realizowanego obiektu.



Faza zarządzania i eksploatacji inwestycji⁴

Trwa ona przez kolejne dziesięciolecia, aż po rozbiórkę lub całkowitą przebudowę obiektu budowlanego. W trakcie tej fazy obiekt jest użytkowany, prowadzone są bieżące przeglądy oraz remonty i modernizacje.

Proces jest kaskadowy, co oznacza, że kolejne etapy postępują po sobie. Produkty wyjściowe jednego etapu stanowią wsad do kolejnego. Proces jest także powtarzalny, znany, prowadzony przez doświadczonych managerów, którzy zdobywają doświadczenie za każdy razem przechodząc przez te same etapy. Co zatem stanowi problem? Wyzwaniem nie są etapy, ale liczba interesariuszy, ich powiązań i często sprzecznych celów. Podmioty gospodarcze różnej wielkości i specjalizacji, urzędy różnych szczebli, instytucje finansujące, organizacje społeczne wywierają lub próbują wywrzeć wpływ na przebieg procesu inwestycyjnego, co w połączeniu z nieprecyzyjnym prawem i jego interpretacjami często zamienia prowadzenie procesu inwestycyjnego w spacer po polu minowym. To dlatego inwestorzy mają tendencję do podążania utartymi ścieżkami i korzystania ze sprawdzonych wcześniej rozwiązań. Często są do tego zmuszeni regulacjami.

Zakończenie robót budowlanych i przekazanie obiektu do użytkowania kończy proces inwestycyjny, jednak z punktu widzenia cyklu życia obiektu budowlanego, obliczanego na dziesiątki lat, jest to zaledwie dynamiczny wstęp do bardziej przewidywalnego, ale i znacznie dłuższego etapu użytkowania i utrzymania. W ujęciu kosztowym, w zależności od autora, metodyki obliczeń i rodzaju obiektu, koszty procesu inwestycyjnego to zaledwie 20–40% kosztów cyklu życia obiektu. Jednak decyzje podjęte w czasie procesu inwestycyjnego mają kluczowe znaczenie dla efektywności wydatkowania pozostałej części kosztów cyklu życia obiektu.

Poza kosztami finansowymi obiekty budowlane generują koszty środowiskowe i społeczne. Branża wydaje się coraz bardziej świadoma i gotowa brać pod uwagę całość oddziaływania obiektów budowlanych na otoczenie, niemniej ciągle realizacja inwestycji budowlanych skutkuje budową obiektów, które nie spełniają pokładanych w nich oczekiwań, poddawanych krytyce na różnych płaszczyznach. Dotyczy to niemal wszystkich kategorii obiektów, od infrastruktury, przez budynki mieszkalne, po obiekty użyteczności publicznej.

Wydaje się, że branża w bardzo ograniczony sposób kumuluje wiedzę i doświadczenie w skali globalnej. Inwestor, który stara uczyć się na własnych błędach (lub błędach członków zespołu), próbuje ich unikać przez dodawanie odpowiednich klauzul w kolejnych umowach, co również generuje koszty obsługi prawnej. W Polsce brak jest przecież standardów umów na usługi budowlane czy projektowe, a adaptowane przez niektórych inwestorów standardy FIDIC są tak modyfikowane, że niewiele zostaje z pierwowzoru.

⁴ Operational Phase wg ISO 19650-1:2019.

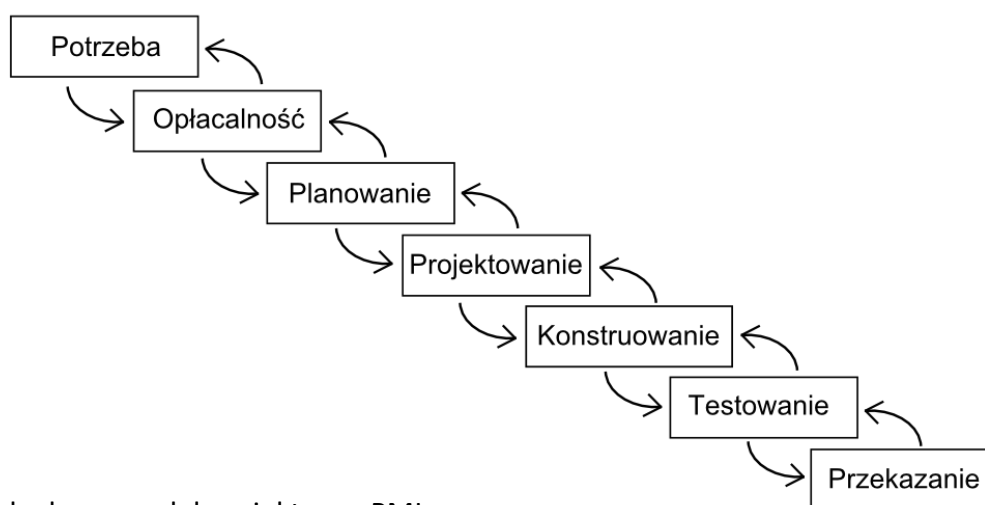


To w końcu projekt czy proces?

Jednostkowy charakter produktu realizowanego w dynamicznym otoczeniu niesie ze sobą jeszcze jedną konsekwencję na poziomie zarządzania procesem budowlanym. Jest to **projektowy charakter zarządzania**. Projekty to przedsięwzięcia nakierowane na wprowadzenie zmiany w otoczeniu posiadającej następujące cechy

- złożoność,
- niepowtarzalność,
- zespołowa realizacja,
- ograniczenie czasowe,
- z góry określony wynik/cel,
- realizacja przy ograniczonych zasobach (np. finansowych),
- duże grono luźno bądź wcale niepowiązanych ze sobą interesariuszy.

Jako projekt proces inwestycyjny wpisuje się w kaskadowy model zdefiniowany przez Project Management Institute (PMI), w którym kolejne fazy następują po sobie, nieco nachodząc na siebie. Model kaskadowy w przypadku projektu inwestycyjnego zakłada zupełny rozdział następujących po sobie faz. Na ryc. 3 przedstawiono model kaskadowy według PMI. Za dostarczenie produktów w ramach kolejnych etapów odpowiadają różne podmioty, co komplikuje przebieg procesu. Można przyjąć, że pierwsze trzy etapy są prowadzone przez inwestora przed formalnym ogłoszeniem zamiaru rozpoczęcia inwestycji (analiza potrzeby i opłacalności oraz wstępne założenia do projektowania) i odpowiadają koncepcji i rozwojowi koncepcji. W kolejnych etapach dołączają kolejni interesariusze, z których każdy realizuje własne interesy (projektowanie, konstruowanie – czyli budowę). Na koniec obiekt jest przekazywany do użytkowania i zespół projektowy rusza ku kolejnemu wyzwaniu.



Ryc.3 Kaskadowy model projektu wg PMI

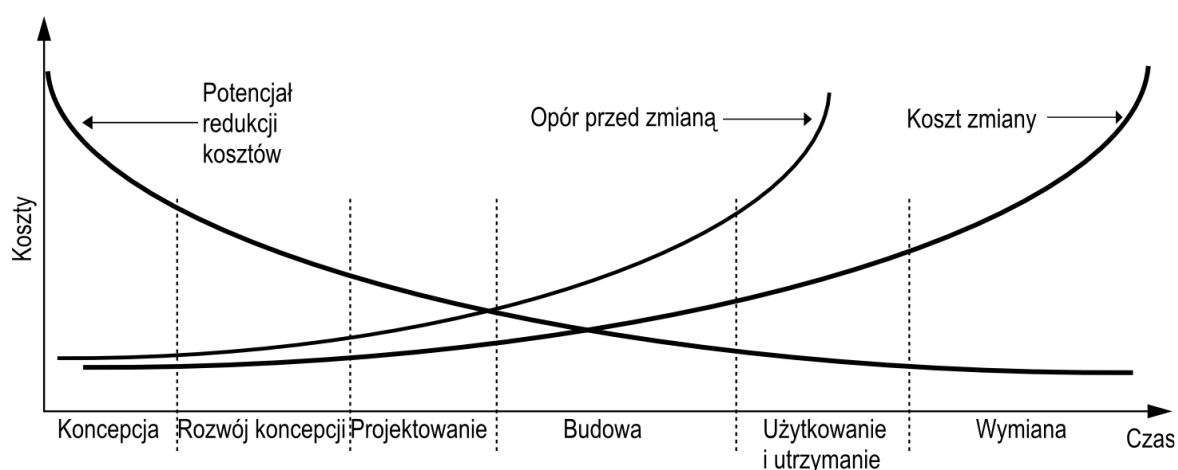


Dodatkowo projekty inwestycyjne są kosztowne, często spektakularne i wzbudzające emocje, przez co obarczone ryzykiem na niemal każdym etapie. Im większe oddziaływanie obiektu na otoczenie, tym większe grono interesariuszy i potrzeba zarządzania nimi.

Projektowy charakter zarządzania długofalowymi przedsięwzięciami w rozdrobnionym otoczeniu generuje również trudność w kumulowaniu wiedzy, uczeniu się i doskonaleniu praktyk w taki sposób, aby każdy kolejny proces inwestycyjny i jego produkt był doskonalszy (jakkolwiek byśmy definiowali doskonałość). Każdy uczestnik procesu uczy się i doskonali na własną rękę. Dobór uczestników do konkretnego projektu inwestycyjnego jest często przypadkowy, a każdy łańcuch jest tak mocny, jak jego najsłabsze ogniwo.

Projektowy sposób zarządzania inwestycjami ma jeszcze jedną konsekwencję dla cyklu życia obiektu budowlanego. Po zakończeniu projektu, obiekt staje się przedmiotem ciągłego procesu, obejmującego użytkowanie, utrzymanie i bieżącą konserwację. Obiekt przechodzi w ręce zupełnie innych ludzi, wyspecjalizowanych w tych właśnie czynnościach. Osoby te z biegiem czasu poznają obiekt, jego charakter, wady i muszą sobie z tym radzić. Rzadko mają szansę uczestniczyć w projektowaniu nowego obiektu oraz dzielić się wiedzą i doświadczeniem na temat konkretnych rozwiązań, ich funkcjonalności, trwałości czy niezawodności. W przypadku inwestorów budujących na własne potrzeby sytuacja jest nieco lepsza – mają bezpośredni interes w tym, aby obiekt był efektywny w całym cyklu życia. Z tym jednak również bywa różnie.

Dostępność ograniczonych zasobów możliwych do wykorzystania w czasie realizacji projektu inwestycyjnego skutkuje koniecznością monitorowania i kontroli kosztów realizacji już na etapie projektowania. Niedoszacowanie budżetu lub specyfikacja zbyt kosztownych rozwiązań może się skończyć problemami na etapie przetargu na roboty budowlane, budowy lub wręcz przerwaniem realizacji. Jak istotne jest to zagadnienie, obrazuje ryc. 3



ryc. 3 Potencjał redukcji kosztów i kosztów zmian w czasie



Malejąca krzywa potencjału redukcji kosztów wskazuje na spadającą możliwość redukcji kosztów realizowanego obiektu w miarę upływu czasu, kiedy to jego definicja jest coraz bardziej dokładna. Rosnące krzywe kosztu zmiany i oporu przed zmianą wskazują, że wraz ze zwiększającym się zaangażowaniem w projekt inwestycyjny wzrasta opór przed zmianą i koszt jej wprowadzenia. Nawet w przypadku zmiany mającej obniżyć koszty realizacji, mającej sprawić, że koszt wniesienia obiektu zmieści się w zaplanowanym budżecie. Wskazuje to na wielką wagę pierwszych etapów projektu inwestycyjnego, kiedy to można wprowadzić dowolną zmianę relatywnie niskim kosztem. Inwestorzy często zapominają o kontroli budżetu na tym etapie i są zaskakiwani przez oferty wykonawców. Szukanie oszczędności tuż przed rozpoczęciem budowy nie dość, że jest bardzo ograniczone, skutkuje z reguły znaczącym obniżeniem standardu obiektu, negatywnie wpływając na jego użytkowanie. Wpływ decyzji podejmowanych na etapie projektowania na cenę realizacji jest jednym z najistotniejszych zagadnień z punktu widzenia sukcesu projektu.

Co nie działa?

Przekładając powyższe na projekty inwestycyjne, model kaskadowy zakłada zupełny rozdział następujących po sobie faz: analizy (planowania), projektowania, budowy, testów (odbiorów) i przekazania. W efekcie tradycyjne budownictwo boryka się m.in. z:

- problemem niskiej jakości – kiedy projekt jest już realizowany, a błędy projektowe i wykonawcze rozwiązywane są w na etapie inspekcji i odbiorów, koszt drastycznych zmian jest ogromny; w rezultacie często tworzy się rozwiązania „substandardowe”, żeby ratować budżet;
- brakiem możliwości prostego powrotu do poprzedniej fazy – jeżeli wstępne wymagania klienta okażą się w jakiś sposób wadliwe lub zmieniają się w trakcie realizacji jednej z faz projektu, zespół musi praktycznie od nowa rozpocząć pracę nad daną częścią dokumentacji;
- brakiem kontroli zaawansowania prac i harmonogramu – ponieważ ostateczna dokumentacja do wydania tworzona jest dopiero pod koniec projektu, nigdy tak na prawdę nie wiadomo, ile roboczogodzin zajmie jej ukończenie; wydawać by się mogło, że ostatnie 20% projektu, wraz z kolejnymi poprawkami i uwagami klienta, składem, wydaniem, rozciąga się na 50–80% czasu trwania projektu;
- brakiem możliwości modyfikacji zgodnie z oczekiwaniami klienta – model kaskadowy zakłada testowanie i prezentację dopiero pod koniec procesu projektowego; zmiany wprowadzane w trakcie generują utratę kontroli nad harmonogramem, a co za tym idzie budżetem projektu.



Manager zarządzający projektem – szczególnie na etapie tworzenia tradycyjnie wykonywanej dokumentacji – ma więc niewielką kontrolę nad jego realizacją w terminie i zgodnie z wymaganiami klienta. Oczywiście wyjątek stanowią projekty typowe, gdzie doświadczenie projektantów oraz wiedza na temat wymagań klienta i warunków lokalnych jest pełna.

Czy osoby biorące udział w procesie inwestycyjnym są niekompetentne i nie radzą sobie z wyzwaniami? Czy zamawiający, inwestorzy nie potrafią zdefiniować potrzeb w sposób zrozumiały dla projektanta? Może projektanci nie mają odpowiedniej wyobraźni i umiejętności, żeby wytyczne inwestora opisać w dokumentacji? A może wykonawcy stosują tańsze zamienniki, obniżające standard i trwałość budynków, jednocześnie zwiększające ich energochłonność? Istnieje również możliwość, że użytkownicy mają zbyt duże oczekiwania i nie potrafią docenić tego, co otrzymali. Co gorsza, nie za dobrze potrafią się tym dobrem posługiwać i serwisować, co prowadzi do nadmiernego i przyspieszonego zużycia... Takich stereotypowych stwierdzeń można przytoczyć jeszcze wiele. Nie ulega jednak kwestii, że branża zmaga się z wieloma wyzwaniami. Z badań wynika, że jednym z częściej wymienianych, kluczowych czynników sukcesu, barierą i zarazem obszarem do poprawy w realizacji projektów inwestycyjnych jest komunikacja. Jak to możliwe, że w XXI w. branża operująca według znanego od setek, jeśli nie tysięcy lat schematu pomysł–projekt–realizacja–użytkowanie, mimo dostępności niewiarygodnie efektywnych środków transmisji informacji, jakakolwiek by ona była, wciąż wskazuje na komunikację jako jedną z głównych barier efektywnego procesu inwestycyjnego? Dwie zasadnicze przyczyny to:

- **rozdrobienie rynku i brak standardów wymiany informacji**, które usprawniałyby komunikację – powoduje to, że w większości przypadków trzeba się dostosowywać do najwolniej biegnącego; jeśli najwolniej biegnącym jest uczestnik procesu, którego nie da się wyeliminować (np. konserwatywny inwestor niewidzący potrzeby zmiany lub urząd, który nie ma możliwości zaadaptowania nowych technologii wymiany informacji), to proces już u zarania nie będzie efektywny;
- **nieostra lub nieprecyzyjna definicja oczekiwań** – inwestorzy rozumiani jako instytucje reprezentowani są przez osoby o różnych kwalifikacjach i doświadczeniu w prowadzeniu inwestycji budowlanych, co ma szczególne znaczenie dla inwestorów, którzy nie są wyspecjalizowani w jednym rodzaju obiektów, nie kumulują wiedzy i nie wykorzystują jej w kolejnym procesie; w przypadku inwestorów niewyspecjalizowanych lub stawiających pierwsze kroki definicja oczekiwań może być nieostra, nieprecyzyjna lub po prostu nierealna, a niespójne wytyczne będą podstawą wykonania projektu; należy pamiętać, że projektowanie odbywa się metodą kolejnych przybliżeń i kolejne etapy podlegają akceptacji inwestora, natomiast inwestor niekompetentny lub niedoświadczony nie będzie w stanie zidentyfikować błędów lub rozbieżności od swoich oczekiwań; bywa,



że komitet sterujący projektem inwestycyjnym składa się z osób nierozumiejących dokumentacji technicznej, logiki procesu i wagi kolejnych kroków.

Komunikacja to przekazanie pewnej informacji w sposób zapewniający jednakowe jej zrozumienie przez nadawcę i odbiorcę. Niesprawna komunikacja powoduje różne interpretacje, a w konsekwencji rozbieżność między oczekiwaniami stron a podejmowanymi działaniami. Taka sytuacja negatywnie wpływa na produkt procesu inwestycyjnego ze względu na jego jednostkowy charakter. Każdorazowa realizacja obiektu budowlanego jest budowaniem gotowego produktu. Brak możliwości przetestowania prototypu, następnie jego zoptymalizowania, jak to ma miejsce w przemyśle wielkoseryjnym, ma wiele konsekwencji. W przypadku projektowania samochodu zespół projektowy często dopasowuje masowo produkowane podzespoły do potrzeb danego modelu, który będzie produkowany w tysiącach egzemplarzy. W budownictwie sytuacja jest odwrotna. Jednostkowy obiekt budowlany składa się z tysięcy elementów, podzespołów i urządzeń, które projektant stara się dobrać w sposób optymalny, spełniający wymagania inwestora, zapewniający komfort i bezpieczeństwo użytkownikom. Koszt realizacji tej kompozycji musi ponadto spełniać założenia budżetowe inwestora. Dodatkowo należy pamiętać, że projektowanie jest sportem zespołowym. Liczba osób i organizacji zaangażowanych w sporządzanie dokumentacji (branżyści, konsultanci itp.) rośnie wraz ze stopniem komplikacji realizowanego obiektu. Skomunikowanie wszystkich uczestników przedsięwzięcia wydaje się zatem kluczowe.

Sukces projektu czy zbieg okoliczności?

Projektowe zarządzanie realizacją, ciągły proces utrzymania obiektu, różne grupy interesariuszy na odmiennych etapach cyklu życia obiektu budowlanego, rozbieżne interesy zaangażowanych osób i firm oraz wiele innych czynników wpływają na obiekt budowlany w jego cyklu życia. Za organizację procesu inwestycyjnego i wynik odpowiedzialny jest inwestor – od jego kompetencji i woli zależy ostateczny produkt. Głównie inwestor wpływa na przebieg procesu inwestycyjnego oraz to, jak obiekt spisuje się w okresie użytkowania. Nie da się ukryć, że inwestorzy w zależności od charakteru (publiczny/prywatny) czy modelu biznesowego (budowa i użytkowanie/budowa na sprzedaż) mają różne systemy wartości, które wpływają na decyzje podejmowane w trakcie realizacji procesu inwestycyjnego. Decyzje te rzutują z reguły na cały cykl życia obiektu budowlanego. Liczba wariantów inwestorów jest dość duża, niemniej postawy prezentowane przez podmioty występujące w tej roli i ich przedstawicieli wskazują na prymat bieżącej oszczędności nad długoterminową, choćby ta druga była znacznie większa. Często wynika to z ograniczonego budżetu przeznaczonego na realizację i osobnego budżetu w okresie utrzymania. Nie sprzyja to analizie obiektu w jego cyklu życia, co skutkuje budową obiektów, które wymagają nadmiernych nakładów w okresie



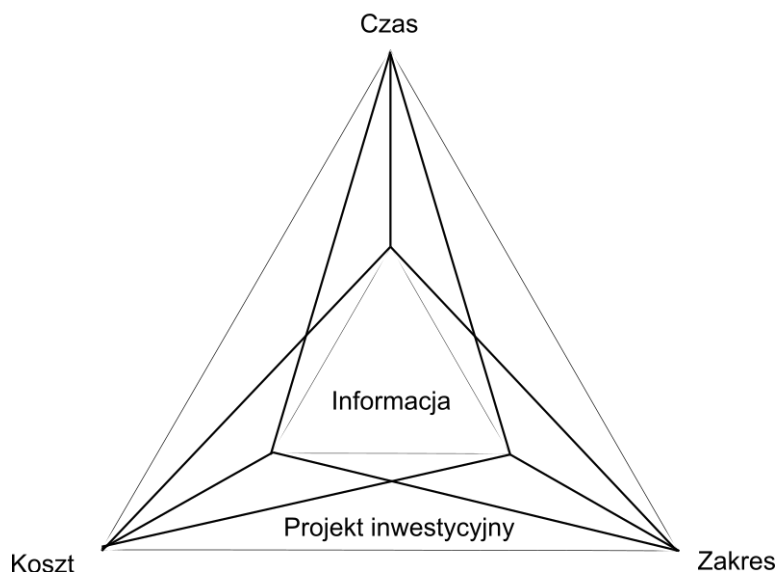
użytkowania. Dotyczy to zarówno konserwacji, jak i zużycia energii. W obecnych czasach na rynku nieruchomości komercyjnych niektórzy inwestorzy uznają implementację rozwiązań umożliwiających redukcję oddziaływania obiektu na otoczenie za sposób na zdobycie przewagi konkurencyjnej. Trudno jednak ocenić, na ile to reklama, a na ile faktyczna troska o środowisko. Jest to tylko jeden z aspektów, przez pryzmat których można oceniać postawy inwestorów. Mają one odzwierciedlenie w wytycznych do projektowania, czyli na początku komunikacji na linii inwestor–projektant.

Wytyczne do projektowania, program funkcjonalno-użytkowy, *Project Brief* – to terminy określające materiał będący zestawem danych wyjściowych przekazywanych przez inwestora projektantowi. Jest to ogólny opis planowanego obiektu, zakładanych parametrów, wyobrażeń, celów i oczekiwań przedstawiony w mniej lub bardziej techniczny sposób. Rolą projektanta jest opracowanie na tej podstawie dokumentacji technicznej spełniającej wiele wymagań. Poza oczywistymi wymaganiami inwestora przedstawionymi w wytycznych konieczne jest, aby obiekt był bezpieczny dla użytkowników i otoczenia, spełniał warunki planistyczne, dało się go zbudować w danym otoczeniu w założonym przez inwestora budżecie i czasie. Im lepiej opracowane i jaśniejsze wytyczne, tym większe prawdopodobieństwo, że projektant je dobrze zinterpretuje. Praktyka pokazuje jednak, że nie jest to regułą. Z różnych względów na kolejnych etapach procesu inwestycyjnego w dokumentacji projektowej wprowadzane są zmiany. O relacji między możliwością i kosztem wprowadzenia zmiany w trakcie procesu inwestycyjnego wspomniano wyżej. Po rozpoczęciu budowy koszty zmian dynamicznie rosną. Idealnie byłoby zatem, aby wszystkie ewentualności zostały przewidziane przed rozpoczęciem robót. Czy jest możliwe, aby wykonawca robót już od przetargu operował jedną, poprawną, skoordynowaną, spełniającą oczekiwania inwestora i innych interesariuszy wersją dokumentacji projektowej?

Wskaźniki sukcesu projektu wynikają z jego definicji i są to: koszt, termin realizacji i jakość, rozumiana czasem jako zakres. Wskaźniki te są współzależne, zmiana jednego wpływa na pozostałe dwa. Obrazuje to trójkąt zarządzania projektami przedstawiony na ryc. 4. Struktura trójkąta opiera się na komponencie informacji, który może być rozumiany jako dokumentacja projektowa, ale także wszelka inna informacja na temat planowanego i realizowanego obiektu budowlanego (model informacyjny inwestycji). Metody wytwarzania, wymiany, agregacji oraz przetwarzania informacji mają więc zasadniczy wpływ na wszystkie wskaźniki sukcesu realizowanego projektu.



Współfinansowane przez
Unię Europejską



ryc. 4 Trójkąt zarządzania projektami

Źródło: opracowanie własne

Każdy uczestnik rynku może wymienić wiele problemów znanych z doświadczenia, badań lub anegdot wynikających z braku odpowiedniej informacji w określonym czasie. Brak ten jest skutkiem wadliwej komunikacji w trakcie procesu inwestycyjnego. Generuje to konflikty, koszty, opóźnienia i mnóstwo innych nieefektywności procesu inwestycyjnego, co tak bardzo wpływa na otoczenie człowieka. Czy jesteśmy zatem w stanie zarządzić informacją, jej generowaniem, przechowywaniem i dystrybucją w sposób, który usprawni proces inwestycyjny?

Zrozum Swoje Przedsiębiorstwo

***Nie rozwiążemy problemów,
myśląc w taki sam sposób, jak
kiedy je tworzyliśmy.***

Albert Einstein

Decyzja o wdrożeniu BIM ma istotne znaczenie dla przedsiębiorstwa, jednak stanowi jedynie element szerszego zagadnienia cyfryzacji przedsiębiorstwa. Jest to rozstrzygnięcie o znaczeniu strategicznym, ponieważ z jednej strony oznacza otwarcie się na nowe możliwości, a z drugiej wymaga poniesienia kosztów wdrożenia. Aby świadomie móc oszacować korzyści i koszty wdrożenia w konkretnym przedsiębiorstwie, konieczna jest wiedza o jego aktualnej roli w procesie inwestycyjnym, pozycji rynkowej i sposobie generowania przewagi



konkurencyjnej. Tylko w ten sposób możliwe będzie świadome wybranie strategii wdrożenia BIM, dobór narzędzi i dostosowanie procesów do nowego sposobu prowadzenia biznesu. Niniejszy rozdział rozpoczyna się krótką charakterystyką modeli biznesowych poszczególnych uczestników rynku. Następnie opisano w nim potencjalną relację BIM z zarządczymi obszarami procesu inwestycyjnego, takimi jak rola managera, sposoby kontraktowania robót, nowoczesne metodyki zarządzania, aby przejść do opisu redefinicji strategii ze względu na BIM i wskazówek dotyczących wdrożenia strategii. Pozwoli to na podjęcie dyskusji o roli BIM w przedsiębiorstwie na wysokim poziomie strategicznym oraz identyfikację korzyści w konkretnych przypadkach.

Zróżnicowane pomysły na sukces w budownictwie

Podmioty w branży budowlanej

Branża budowlana w Polsce należy do najbardziej rozdrobnionych. Jednym z czynników różnicujących firmy jest model biznesowy. W najbardziej ogólnym znaczeniu jest to sposób, w jaki firma zmienia dostępne zasoby w przychód, a w konsekwencji zysk dla właścicieli. Każda firma ma model biznesowy. Może być nieuświadomiony, ale na pewno istnieje. Można zadać pytanie, czy aby założyć przedsiębiorstwo, trzeba mieć zdefiniowany model biznesowy, czy jest on raczej wynikiem i opisem pewnego pomysłu na biznes, który okazał się sukcesem. Na pewno wielu przedsiębiorców rusza na podbój rynku z pomysłem na dostarczenie klientom pewnej wartości w zamian za określone wynagrodzenie, bez sprecyzowanego i opisanego modelu biznesowego. Po prostu działalność jest bezpośrednią reakcją na zidentyfikowane zapotrzebowanie. Opisanie i uświadomienie modelu biznesowego umożliwia natomiast jego analizę, poprawę, dostosowanie do zmieniającego się otoczenia. Jedno jest pewne – niezależnie od konfiguracji, dobry model biznesowy powinien być jak koło zamachowe, które raz wprowadzone w ruch, umożliwia rozwój i ekspansję przedsiębiorstwa.

Jak zatem wgląda to w branży budowlanej? Ogólnie w cyklu życia obiektu budowlanego można wyróżnić następujące podmioty, zasadniczo różniące się pomysłem na działalność:

- Inwestor – podmiot inicjujący przedsięwzięcie, definiujący potrzebę i zapewniający środki na jej realizację;
- podmioty o charakterze doradców – wykorzystują wiedzę do opisu sposobu zaspokojenia potrzeby;
- wykonawcy robót – wykorzystują dostępne zasoby do realizacji obiektu;
- właściciele, użytkownicy obiektu – firmy, podmioty, które czerpią korzyści z istniejącego obiektu;



- obsługa budynku, techniczna i administracja – podmioty dbające o dobry stan obiektu, wygodę i bezpieczeństwo jego użytkowników.

Przedstawiciele każdej z wymienionych grup mają nieco inny pomysł na biznes, jedni bywają klientami innych. Doradcy sprzedają wiedzę, wykonawcy usługi budowlano-montażowe, a inwestorzy doprowadzają do realizacji obiektów budowlanych w celu sprzedaży lub posiadania długoterminowego i czerpania z tego korzyści. Inwestorzy długoterminowi są w tym podobni do inwestorów publicznych, którzy z reguły budują w celu posiadania i użytkowania określonego obiektu.

Podmioty w branży budowlanej poza pomysłem na biznes różnią się skalą działalności, strategią, celami czy wartościami. Poza tym na rynku działają zróżnicowane podmioty, od wielkich przedsiębiorstw po jednoosobowe działalności gospodarcze. W przedsiębiorstwach tych pracują ludzie, którzy mają różne przekonania, doświadczenia i jako tacy wykazują opór przed zmianą. Co zatem tak techniczne i specjalistyczne narzędzie jak metodyka BIM może wnieść na tak wysokim poziomie zarządzania przedsiębiorstwem, jakim jest model biznesowy? Czy różnica kilku poziomów zarządzania: od narzędziowego (ogólne postrzeganie BIM), przez poziom operacji, czyli generowanie przychodu, po poziomy taktyczny i strategiczny, ponad którym dopiero zaczynają się rozważania o modelu biznesowym, w ogóle pozwala na łączenie tych pojęć? Prosta odpowiedź brzmi: **TAK**. Jest to spowodowane faktem, że pełne wykorzystanie potencjału BIM jest możliwe tylko wtedy, gdy nastąpi całkowite dostosowanie sposobu prowadzenia procesu inwestycyjnego do zasad metodyki BIM. To z kolei wymaga zrewidowania modelu biznesowego na poziomie celów oraz sposobów generowania wartości i odpowiedzenie sobie na pytanie, jaki potencjał niesie BIM i jak należy dostosować przedsiębiorstwo, aby go wykorzystać. Zróżnicowanie podmiotów na rynku skutkuje tym, że nie ma jednej dobrej odpowiedzi ani wzorca. Przede wszystkim, różni interesariusze mogą mieć odmienne oczekiwania od BIM, co odnosi się zarówno do firmy, jak i pojedynczego procesu inwestycyjnego.

Na początku był inwestor....

Największy wpływ na przebieg procesu inwestycyjnego od strony organizacyjnej ma podmiot, który jest jego inicjatorem, czyli inwestor. Inwestor zapewnia finansowanie, ponosi ryzyko oraz czerpie korzyści ze zrealizowanej inwestycji. Kwestią dyskusyjną może być, czy wszyscy inwestorzy wykorzystują wspomniany wpływ w celu zapewnienia sukcesu inwestycji. Czy może jest tak, że w wyniku braku kompetencji, chęci pójścia na skróty i pozornego bycia sprytniejszym niż ostatnio oraz wielu innych czynników inwestor abdykuje ze swojej wysokiej pozycji i niejako daje się ponieść procesowi oraz ścierającym się interesom jego uczestników? Jak wskazano wyżej, zróżnicowanie podmiotów na rynku powoduje, że inwestorzy nie są grupą homogeniczną, ale wewnętrznie zróżnicowaną. Podział można przeprowadzić wedle kilku



kryteriów takich jak: własność (publiczna, prywatna), specjalizacja (biura, mieszkania, magazyn itp.), horyzont czasowy inwestycji (krótkoterminowa w przypadku budowy na sprzedaż, długoterminowa w przypadku budowy i użytkowania). Dla niemal dowolnej kombinacji opcji w ramach kryteriów można znaleźć przykład:

- gmina – podmiot publiczny budujący mieszkania komunalne na wynajem,
- deweloper – podmiot prywatny budujący mieszkania na sprzedaż,
- deweloper – podmiot prywatny budujący biura na sprzedaż,
- podmiot publiczny budujący i utrzymujący drogi krajowe i autostrady,
- spółka z udziałem skarbu państwa realizująca obiekty mieszkaniowe, biurowe i przemysłowe na sprzedaż i wynajem.

Każdego inwestora na rynku można scharakteryzować w podobny sposób, a i tak w ramach podgrup będą się różnili. Dodatkowym wyróżnikiem może być sposób pozyskiwania finansowania projektów lub sposób prowadzenia inwestycji. Oczywiście wydaje się, że taka różnorodność podmiotów będzie skutkowałą różnorodnością celów, potrzeb i oczekiwań wymagających analizy. Ponieważ w najbardziej ogólnym ujęciu metodyka BIM jest narzędziem podnoszącym efektywność procesów biznesowych, na poziomie strategicznym inwestor powinien zważyć koszty oraz potencjalne korzyści przeprowadzenia zmiany organizacyjnej polegającej na wdrożeniu BIM w przedsiębiorstwie. Korzyści będą uzależnione między innymi od: charakteru realizowanych obiektów, skali działalności, przewidywanego okresu posiadania realizowanego obiektu. Kluczowe w identyfikacji korzyści i definicji celów poszczególnych wdrożeń jest jednak holistyczne spojrzenie na zagadnienie BIM-u w organizacji. W przeciwnym wypadku istnieje możliwość niewykorzystania potencjału. Bardzo prostym przykładem może być wykorzystanie modeli BIM przygotowanych na cele realizacji do obniżenia kosztu przygotowania wizualizacji trójwymiarowych czy wirtualnych spacerów w celu promocji. Celem i skutkiem na poziomie strategicznym jest zmuszenie pracowników działów do współpracy między silosami funkcjonalnymi, w jakich się dotychczas znajdowali, i obniżenie całkowitych kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa. Podobnych relacji, które wymagają pewnej otwartości ze strony zarządzających organizacją, często będących osobami „nietechnicznymi”, można zidentyfikować więcej. Dowodzi to słuszności tezy o konieczności całościowego spojrzenia na zagadnienie wdrażania BIM w organizacji inwestora.

Jakie zatem wartości może nieść dla inwestora wdrożenie BIM w organizacji? Paleta korzyści realizowanych przez zaimplementowanie pełnego BIM w całym cyklu życia obiektu jest bardzo szeroka i obejmuje takie zagadnienia jak:

- kompletna i wewnętrznie spójna dokumentacja projektowa, pozbawiona kolizji między branżami,



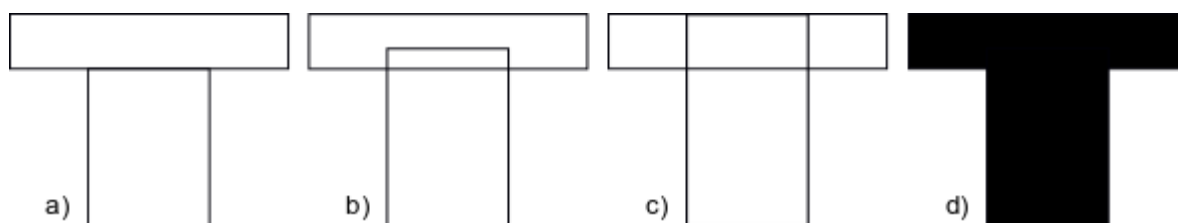
- możliwość oceny pracy projektanta na podstawie wizualizacji trójwymiarowej w wirtualnej rzeczywistości,
- dokładniejsze niż w modelu tradycyjnym planowanie kosztów, kosztorysowanie i wprowadzanie zmian w kosztorysach,
- możliwość wizualizacji harmonogramów realizacji oraz zwiększenie ich przewidywalności,
- możliwość wizualnej kontroli poprawności rozliczenia wykonawcy,
- wsparcie w zakresie BHP w trakcie budowy i użytkowania,
- kompletna i uporządkowana dokumentacja powykonawcza,
- generowanie materiałów reklamowych i prezentacji budynku z modeli trójwymiarowych,
- wykorzystanie modeli trójwymiarowych do usprawnienia komunikacji społecznej,
- gromadzenie nieograniczonych co do zakresu informacji o poszczególnych komponentach budynku w celu zarządzania budynkiem,
- pełna informacja o zdarzeniach w ciągu życia obiektu, kosztach użytkowania itp.,
- obniżenie kosztów prowadzenia wielu równoległych analiz pomijanych w tradycyjnie prowadzonym procesie i możliwość wykorzystania tego faktu do podniesienia prestiżu inwestycji (np. analiza oddziaływania obiektu na środowisko przez kontrolę i minimalizację śladu węglowego).

Powyższa lista nie jest wyczerpująca, ale można zaobserwować, że część korzyści jest osiągnięta we współpracy z innymi podmiotami. Na przykład kompletna informacja powykonawcza (jakkolwiek zdefiniujemy jej zawartość) jest wymierną korzyścią dla inwestora, jednak nie jest przez niego kompletowana. Jak zatem zapewnić materializację korzyści? Przez zdefiniowanie celu i zaprojektowanie procesu, a następnie przeprowadzenie go w sposób umożliwiający realizację celu. W zakresie projektowania procesu inwestycyjnego z wykorzystaniem BIM warto wprowadzić rozróżnienie między podmiotami publicznymi i prywatnymi. Przykłady z rynku brytyjskiego wskazują, że inwestorzy publiczni korzystają z norm i standardów branżowych. Próbą unormowania procesu BIM w Polsce jest BIM Standard PL. Natomiast podmioty prywatne podchodzą do zagadnienia mniej rygorystycznie i indywidualnie definiują cele prowadzące do realizacji korzyści, na których szczególnie zależy danemu inwestorowi.

W celu materializacji określonych korzyści podmioty zaangażowane w wytwarzanie informacji o budynku muszą zawczasu zostać poinformowane o celach, jakim mają służyć przygotowywane modele, i zasadach ich przygotowywania. Skutki biznesowe braku zarządzania i kontroli nad procesem BIM i jego produktami to zmarnowany czas i środki na



jego wdrożenie. Uczestnicy procesu bez odpowiednich wytycznych i nadzoru będą produkowali modele i informację niespójną i nieprzydatną dla innych uczestników procesu będących jednocześnie użytkownikami informacji. Na przykład możliwość wykorzystania modelu do zautomatyzowania pracy kosztorysanta może zostać zaprzepaszczone, jeśli projektant nie uwzględni takiego oczekiwania w trakcie swojej pracy. Na ryc. 6 przedstawiono, w jaki sposób projektant może zamodelować element belki podpierającej płytę stropową. Tylko jedna z trzech opcji jest przydatna dla kosztorysanta (a), a wszystkie trzy mogą spełniać potrzeby projektanta, ponieważ, generując przekrój, wypełnia go pełnym kolorem czarnym (d). Pozostawienie projektantowi dowolności w tym zakresie może zatem skutkować dodatkowymi kosztami lub niezadowoleniem z pracy kosztorysanta, który przecież dostał model 3D. Dlaczego więc sprawnie i szybko nie przygotował wiarygodnego kosztorysu lub przedmiaru?



ryc. 6 Możliwości modelowania belki podpierającej strop i stropu jako niezależnych komponentów.

Źródło: opracowanie własne

Reasumując, różnorodność podmiotów, ich celów i charakteru realizowanych obiektów budowlanych wymaga gruntownego przemyślenia i zaprojektowania procesu BIM pod kątem celów, jakie ma realizować. Obowiązek ten spoczywa na inwestorze, ponieważ to on jest odpowiedzialny za sukces projektu jako całości i definiuje potrzeby. Ponadto najlepsze efekty przynosi jak najwcześniejsze ustalenie reguł gry dla wszystkich uczestników projektu.

Projektanci, konsultanci – czas to pieniądz

Inwestor na poszczególnych etapach przygotowania inwestycji z reguły korzysta z kompetencji podmiotów zewnętrznych oferujących wiedzę i doświadczenie. Konsultantem, bez którego nie obejdzie się żaden proces inwestycyjny, jest projektant. Model biznesowy konsultanta w dużym uproszczeniu sprowadza się do kupowania kompetencji od swoich pracowników w zamian za regularne i przewidywalne wynagrodzenie, szacowaniu czasu koniecznego do realizacji danego zlecenia, a następnie sprzedawania kompetencji personelu w sposób zapewniający przetrwanie i rozwój przedsiębiorstwa. Kluczowym zagadnieniem dla



konsultanta jest zatem czas poświęcony na realizację określonego zlecenia. Czy BIM wpływa na czas realizacji zleceń projektantów i innych podmiotów, których działalność bazuje na wiedzy i doświadczeniu? Prosta odpowiedź znów brzmi: TAK. Jednak wpływ ten może być zarówno pozytywny, jak i negatywny. To, co dla jednego podmiotu może być korzystne, dla innego jest utrudnieniem.

Nie ma wątpliwości, że największe obciążenie z tytułu wdrożenia BIM w procesach inwestycyjnych ponoszą podmioty odpowiedzialne za projektowanie. Wdrożenie wymaga zakupu oprogramowania do modelowania trójwymiarowego, które jest bardziej wymagające sprzętowo niż aplikacje do projektowania dwuwymiarowego. Istnieje więc konieczność inwestycji w nowy sprzęt komputerowy i przeszkolenie pracowników w zakresie obsługi nowych aplikacji. Nowe technologie umożliwiają jednak świadczenie usług w nowy, bardziej wydajny sposób. Czy możliwe jest pogodzenie sukcesu projektu, który będzie bezpośrednim sukcesem inwestora, z celami, przetrwaniem i sukcesem firmy projektowej czy innego konsultanta?

Jak wspomniano, konsultanci szacują czas. W ich interesie leży wykonanie zlecenia w jak najkrótszym czasie. W przypadku wdrożenia BIM, czas zleży w dużej mierze od inwestora, sposobu definicji i kontroli procesu BIM-owego. Istnieje bowiem możliwość, że niedopilnowany model o właściwościach jak prezentowane na ryc. 6 trafi do kosztorysanta, któremu nie pozostanie nic innego jak przygotowanie przedmiarów w sposób tradycyjny, bez wykorzystania potencjału BIM.

Reasumując, chcąc usprawnić proces inwestycyjny na poziomie konsultingu, konieczna jest świadomość wymagań, jakie powinny spełnić pozostałe strony procesu w celu umożliwienia świadczenia usług o oczekiwanej jakości bez narażania przedsiębiorstwa na nieoczekiwane trudności. Tu jednak wracamy do definicji celów i oczekiwań, ich komunikacji, a następnie kontroli na kolejnych etapach procesu inwestycyjnego.

Wykonawca: jednak będzie pan zadowolony

Model biznesowy wykonawcy robót polega na doprowadzeniu do tego, aby robotnicy wbudowali dostarczone materiały zgodnie z dostarczoną dokumentacją, w sposób zapewniający dochód i rozwój przedsiębiorstwa. Duży wykonawcy już jakiś czas temu spostrzegli wartość digitalizacji procesów, w tym BIM, i zaczęli wdrażać go niezależnie od zapotrzebowania zdefiniowanego przez inwestora. Celem było oczywiście zdobycie przewagi konkurencyjnej, np. dzięki lepszemu oszacowaniu ryzyka lub kubatury betonu w konstrukcji.



Wdrożenia te miały na celu wsparcie celów biznesowych wykonawcy bez szczególnego uwzględnienia poszczególnych interesariuszy procesu inwestycyjnego.

Wprowadzenie BIM w całości procesu inwestycyjnego poza interesami wykonawcy musi uwzględniać sposób kontraktowania odpowiedzialności za informację na każdym etapie. Kompletna i bezbłędna informacja dostarczona przez inwestora na etapie przetargu ma wartość również dla wykonawcy, który może dokładniej oszacować ryzyko inwestycji przy niższych kosztach przygotowywania oferty. Aktualna praktyka pokazuje jednak, że inwestorzy nie są skory do przejmowania odpowiedzialności za zestawienia ilościowe oszacowane na podstawie modeli BIM. Może to mieć związek z nieumiejętnością weryfikacji modeli dostarczonych przez projektantów w zakresie spełnienia wymagań. Często więc wykonawcy wykorzystujący BIM w swojej działalności przygotowują sami dla siebie kolejny model, który spełnia ich oczekiwania i standardy pozwalające na przygotowanie oferty, za którą biorą pełną odpowiedzialność. Przy takim podejściu korzyści dla przedsiębiorstwa wykonawcy będą wynikową korzyści materializowanych na poziomie pojedynczej inwestycji.

Szersze wdrożenie BIM w przedsiębiorstwie wykonawczym umożliwia efektywne komunikowanie i rozliczanie się z podwykonawcami, jak również planowanie i monitorowanie robót. Dotyczy to nie tylko obszaru zarządzania budową, lecz także wsparcia operacji w zakresie wizualizacji zagrożeń czy przygotowania się do szczególnie trudnych etapów, ograniczonych w czasie.

Reasumując: planuj i monitoruj

Największy wpływ na inwestycję ma inwestor i w idealnym układzie to on powinien zainicjować proces BIM w konkretnej inwestycji, w formie, która generuje wartość dla jego organizacji. Odpowiednie zdefiniowanie celów wdrożenia BIM w inwestycji pozwoli na prawidłowe zaprojektowanie procesu generowania i wymiany informacji, co z kolei umożliwi sprawną pracę i rzeczywiste wykorzystanie zalet BIM przez pozostałych uczestników procesu inwestycyjnego.

Kluczową sprawą przy określaniu celów wdrożenia BIM w konkretnym projekcie inwestycyjnym jest gruntowna znajomość narzędzi i możliwości, jakie daje metodyka. Pozwala to na realistyczne oszacowanie relacji kosztów i korzyści z wdrożenia. Kolejnym korkiem jest zaprojektowanie procesu BIM z myślą o realizacji celów, tak aby dane były zbierane wtedy, kiedy jest to najmniej uciążliwe. Nie ma sensu deponować informacji o kolorze ścian na etapie koncepcji, ponieważ może się ona wielokrotnie zmienić. Spowoduje to niepotrzebną uciążliwość dla projektanta koncepcji i może wygenerować zbędny koszt. Informacja ta powinna zostać dodana do bazy danych tuż przed lub tuż po realizacji ściany, kiedy została podjęta ostateczna decyzja o kolorze lub została naniesiona konkretna barwa z palety RAL danego producenta. Projektując proces BIM, poza definicją danych, które mają się pojawić w



bazie, konieczna jest znajomość procesu budowlanego w celu określenia optymalnego momentu ich gromadzenia.

BIM, jeśli definiować go jako narzędzie, proces czy metodykę, stanowi szansę dla biznesu i jego efektywności. Niemniej to od decydentów, a później użytkowników zależy, czy pokładane w nim nadzieje się zmaterializują i podniosą efektywność organizacji. Różnorodność narzędzi i interesariuszy procesu oznacza, że nie ma prostych rozwiązań i przepisów, jak ustrukturyzować mechanizm informacyjny w sposób, który będzie pasował do wszystkich inwestycji budowlanych. Z tego powodu ze świadomością możliwości technologii i kosztów jej wprowadzenia należy określić cele, które chcemy osiągnąć dzięki wdrożeniu nowej metodyki. W tym celu można wykorzystać metodę określania celów SMART, będącą akronimem angielskich słów:

- **konkretny (*specific*),**
- **mierzalny (*measurable*),**
- **osiągalny (*achievable*),**
- **istotny (*relevant*),**
- **określony w czasie (*timebound*).**

Określenie celów w ten sposób pozwoli zmierzyć skalę sukcesu towarzyszącą określönemu wdrożeniu. Na przykład celem wdrożenia może być obniżenie liczby kolizji ujawnianych w trakcie realizacji o 80%. Cel tak sformułowany jest **konkretny i mierzalny** (zakładamy, że mamy punkt odniesienia np. z poprzednich inwestycji). BIM pozwala na gruntowną analizę kolizji eliminującą 100% kolizji, cel jest więc **osiągalny**. Dodatkowe koszty wynikające z konieczności usuwania kolizji na budowie sprawiają, że cel staje się **istotny**, a sama definicja projektu powoduje, iż jest **określony w czasie**. Jednocześnie jeśli czegoś nie można zmierzyć, to nie można tego poprawić. Natomiast możliwość wyrażenia czegoś liczbą jest pierwszym krokiem do odniesienia celu do wartości pieniężnych, co jest ostateczną jednostką porównawczą w przedsiębiorstwie. Śledzenie kosztów wdrożenia i możliwość wyceny jego korzyści pozwala na obliczenie wskaźnika zwrotu z inwestycji ROI (*Return on Investment*). Metodyczne podejście do zagadnienia wdrożenia BIM w pojedynczej inwestycji czy całym przedsiębiorstwie pozwala na obiektywną i globalną ocenę jego efektów w oderwaniu od anegdotycznych faktów i pojedynczych zdarzeń lub niepowodzeń przytaczanych przez osoby niechętnie wprowadzanej zmianie. Wdrożenie, jak każda zmiana, będzie budziło opór, jednak dyskusja o faktach i liczbach zamiast przekonań i anegdot jest jedną z form przekonywania oponentów.



Święty Graal, czyli proces zintegrowany (IPD)

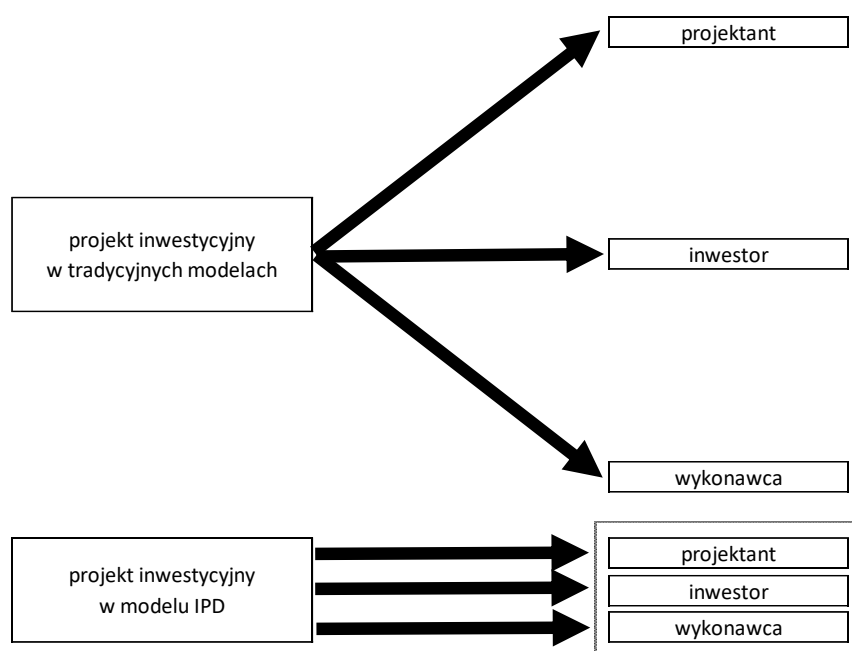
Kontraktową odpowiedzią na próby poprawienia efektywności w budownictwie (m.in. Lean, Agile i Scrum) i stworzenia warunków do zaistnienia synergii doświadczenia wszystkich kluczowych graczy zaangażowanych w projekt jest zintegrowany proces inwestycyjny (*Intergrated Project Delivery*, IPD). Jest on odmienną formą organizacji realizacji inwestycji. Nie daje się sklasyfikować w sposób podobny do bardziej tradycyjnych i popularnych form prowadzenia inwestycji i kontraktowania robót i usług, ponieważ nie ma w nim typowej relacji kontraktowej na linii inwestor–dostawcy usług czy robót. IPD polega na zespołowym podejściu do procesu inwestycyjnego, co pozwala na zwiększenie efektywności. Główni uczestnicy, jak inwestor, projektanci i wykonawca/y, organizują się w jeden organizm w celu wykorzystania talentów i doświadczenia członków. Pozwala to na optymalizację produktów projektu inwestycyjnego i przyspieszenie terminów realizacji poszczególnych etapów oraz ogólne zwiększenie wartości produktu dla interesariuszy i odbiorców, co odbywa się w ramach wielostronnej umowy regulującej podział kosztów, ryzyka i zysków z przedsięwzięcia. Skoro wszyscy są udziałowcami i znają jego uwarunkowania, nie ma powodu do stawiania interesu przedsiębiorstwa ponad sukces projektu. Typowa dla zwykłych kontraktów asymetria informacji, skutkująca swoistym przeciąganiem liny, powoduje, że przy okazji realizacji projektu każda ze stron próbuje ugrać jak najwięcej dla siebie, nie licząc się z sytuacją innych uczestników.

Sytuacja ta jest zobrazowana na ryc. 7. Projekt w modelach tradycyjnych jest „ciągnięty” w kierunku nadanym przez inwestora, jednak pozostali uczestnicy procesu przy okazji realizują własne cele. W przypadku modelu IPD wszyscy uczestnicy, którzy przystąpili do jego realizacji, mają interes w osiągnięciu sukcesu, więc „ciągną” projekt w tym samym kierunku. Ustalenie jasnych reguł na samym początku projektu określa warunki współpracy kluczowych uczestników, zwiększając ich motywację do działania na rzecz powodzenia projektu. Pozwala to również na zmniejszenie ryzyka roszczeń między uczestnikami i zwiększenie motywacji do szukania rozwiązań polubownych. Kolejnym atutem tego rozwiązania jest możliwość korzystania z kompetencji wszystkich uczestników od wczesnych etapów koncepcji i projektowania. Na przykład doświadczenie wykonawcy może mieć istotne znaczenie dla przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych, których zmiana może być trudna lub kosztowna w późniejszym okresie.

Współpraca oparta na formule IPD może być adaptowana z wykorzystaniem różnego rodzaju formalizacji współpracy stron, może również wykraczać znacznie poza standardową triadę inwestycji, czyli inwestora, projektanta i wykonawcę. Do współpracy mogą zostać włączeni producenci podzespołów lub prefabrykatów czy przedstawiciele użytkowników w przypadku bardziej specjalistycznych obiektów, takich jak fabryki czy szpitale.



Współfinansowane przez
Unię Europejską



ryc. 7 Koncepcyjna różnica między tradycyjnymi modelami prowadzenia projektu inwestycyjnego a IPD

Źródło: Opracowanie własne.

Aby wspomniana wcześniej redukcja asymetrii przyniosła zwiększenie zaufania i chęci współpracy stron na rzecz projektu, konieczne jest zastosowanie narzędzi wspierających transparentność procesu, wymianę informacji i współpracę między interesariuszami. W tradycyjnych modelach prowadzenia procesu informacyjnego zagadnienia współpracy i wymiany informacji nie stanowią tak dużego wyzwania. Inwestor przekazuje dokumenty wykonawcy (często wiążącą wersją jest wciąż wydruk na papierze) i dalej komunikuje się z nim pismami. W przypadku IPD takie podejście nie ma racji bytu. Zaangażowani w proces uczestnicy muszą mieć dostęp do aktualnej informacji o projekcie niemal w każdym momencie. Umożliwia to bieżące konsultowanie spraw, eliminację kolizji, planowanie, kontrolę kosztów i zmian na dowolnym etapie przygotowania i realizacji projektu.

W przypadku dużej inwestycji prowadzonej w modelu tradycyjnym dokumentacja papierowa rośnie do wielu segregatorów. Takie podejście w modelu IPD nie ma sensu, konieczne jest zaangażowanie narzędzi informatycznych, co stanowi kolejne wyzwanie. Większość uczestników rynku korzysta z rozwiązań informatycznych, jednak skoro dotychczas ostatecznym nośnikiem informacji był papier, możliwość wydruku z danej aplikacji wystarczała. W przypadku IPD konieczne jest ustalenie sposobu generowania i wymiany



informacji w formatach cyfrowych. W tym kontekście narzędziem wspierającym IPD jest BIM, który umożliwia wymianę informacji i dostęp do zawsze aktualnych danych o projekcie. Aby taka wymiana miała faktycznie miejsce, konieczne jest włączenie w metodykę BIM całego zespołu, i to od samego początku.

Czas i jakość	• Jest to najszybsza metoda w wyniku zaangażowania i współpracy wszystkich uczestników projektu inwestycyjnego od jego wczesnych etapów • jakość zrealizowanego obiektu jest w interesie jego wszystkich uczestników
Koszty i ich zmienność	• wszyscy uczestnicy mają interes w sukcesie inwestycji, w najlepszej relacji kosztów do dostarczonych przez projekt korzyści • koszty mogą być zmienne, w zależności od priorytetów, jednak uczestnicy projektu mają świadomość konsekwencji lub korzyści, stąd łatwiej jest kontrolować zmiany
Elastyczność i ryzyko	• podział ryzyka jest ustalony na początku w umowie wielostronnej regulującej relacje uczestników • prowadzenie procesu inwestycyjnego wymaga transparentności i zaufania, np. przez zastosowanie odpowiednich narzędzi • ryzyko roszczeń między uczestnikami mającymi udział w sukcesie przedsięwzięcia jest zredukowane
Wyzwania dla BIM	• istnieje konieczność precyzyjnego uzgodnienia wspólnych wymagań dotyczących informacji oraz procesów związanych z ich obiegiem w ramach dyskusji między stronami • Istnieje konieczność włączenia w realizację metodyki (szkolenia, sprawne narzędzia, liderzy) całego zespołu oraz podwykonawców

tab. 1. Główne cechy inwestycji prowadzonej w modelu IPD

Źródło: Opracowanie własne.

IPD w sensie formalnym jest stosowane za granicą, głównie w USA, do realizacji skomplikowanych obiektów użyteczności publicznej, np. szpitali. Są to z reguły projekty realizowane dla inwestora publicznego. Należy zadać pytanie, czy w warunkach polskich, taki układ jest w ogóle możliwy. Czy możliwe jest stworzenie organizacji niezależnych podmiotów, które ustalają i przestrzegają reguły takie jak:

- wzajemny szacunek i zaufanie,
- udział w zysku i korzyściach wszystkich uczestników,



- podejmowanie decyzji oparte na współpracy i innowacji,
- wczesne zaangażowanie kluczowych uczestników,
- wczesne definiowanie celów,
- otwarta komunikacja,
- wykorzystanie odpowiednich technologii,
- kierowanie się przywództwem w miejsce ścisłego podporządkowania.

Są to podstawy IPD według American Institute of Architects (AIA), instytucji promującej IPD w USA, kraju będącym pionierem wykorzystania tej metody realizacji inwestycji.

W inwestycjach o charakterze komercyjnym modele tradycyjne, niezintegrowane, mogą dawać inwestorowi nastawionemu na maksymalizację zysku iluzję większej kontroli, braku konieczności dzielenia się zyskiem, co również nie wróży świetlanej przyszłości tej formule prowadzenia inwestycji. Niemniej integracja procesu na płaszczyźnie informacji o obiekcie powinna być celem wszystkich uczestników rynku, jak i jego regulatorów. Umożliwia realizację obiektów budowlanych przy jednoczesnej minimalizacji zużycia zasobów w całym cyklu życia obiektu lub maksymalizacji zysku przez pełną kontrolę nad procesem. Z drugiej strony nie można pominąć zjawiska obserwowanego głównie pośród deweloperów mieszkaniowych. W czasach hossy niektórzy z największych graczy na rynku próbują wcielić się jednocześnie w role wszystkich uczestników procesu. W organizacji takiego dewelopera, w ramach grupy, holdingu czy w innej formule, są organizowane jednostki o kompetencjach projektowych, wykonawczych, nadzorczych, a nawet produkcyjnych i handlowych. Nie wchodząc w szczegóły organizacji współpracy między tymi podmiotami, jest to forma integracji procesu inwestycyjnego pod jednym szyldem. Ma to na celu maksymalizację zysku podmiotu dominującego przez przechwycenie marży, która w innym wypadku trafiłaby do usługodawców. Rzadziej chodzi o maksymalizację wartości dla użytkowników, klientów czy innych uczestników przez fakt wczesnego zaangażowania doświadczonego wykonawcy do konsultowania projektu, co jest pierwotną motywacją w procesie IPD. Można oczywiście argumentować, że większy zysk dewelopera pozytywnie wpłynie na jego nastawienie altruistyczne i działania na rzecz CSR (*Corporate Social Responsibility*), na przykład przez organizację większej niż minimalna wymagana powierzchni zielonej na osiedlu. Wydaje się to jednak optymistycznym założeniem. Ponadto historia pokazuje, że w czasach spowolnienia gospodarczego tak rozbudowana organizacja, bez zapewnionego frontu robót liczonego w tysiącach mieszkań, staje się ciężarem, redukowanym w celu zapewnienia przetrwania dewelopera. Wydaje się zatem, że IPD w oryginalnym zamyśle integrowania specjalistycznych podmiotów i dzielenia się z nimi ryzykiem i zyskiem na jasnych zasadach jest lepszym pomysłem niż przejmowanie kontroli i sterowanie wszystkimi odgórnie.



W polskich warunkach pełne IPD może przyjmować formę spółek celowych lub porozumień wielostronnych. Kluczowe w takiej organizacji procesu jest zaufanie między stronami. Nic nie buduje go lepiej niż transparentność i możliwość wzajemnej kontroli z wykorzystaniem BIM.

Cele, korzyści i aktywatory – po co to robimy?

Problemem przy braku celów jest to, że możesz całe życie biegać po boisku i nigdy nie zdobyć punktu.

Bill Copeland

Każdy proces, wdrożenie czy innowację należy inicjować, mając w głowie jasno określony cel. Może się to wydawać oczywiste, jednak olbrzymia liczba przetargów i zapytań ofertowych dotyczących metodyki BIM nie daje jasnej odpowiedzi na najważniejsze z pytań: po co BIM?. Co więcej, grono zamawiających i wykonawców nie wie, czego się spodziewać po wdrożeniu poza niejasno określonym „wzrostem efektywności”. Zastanówmy się więc, jakie mogą być potencjalne cele poszczególnych interesariuszy oraz jakie korzyści można osiągnąć dzięki wdrożeniu BIM.

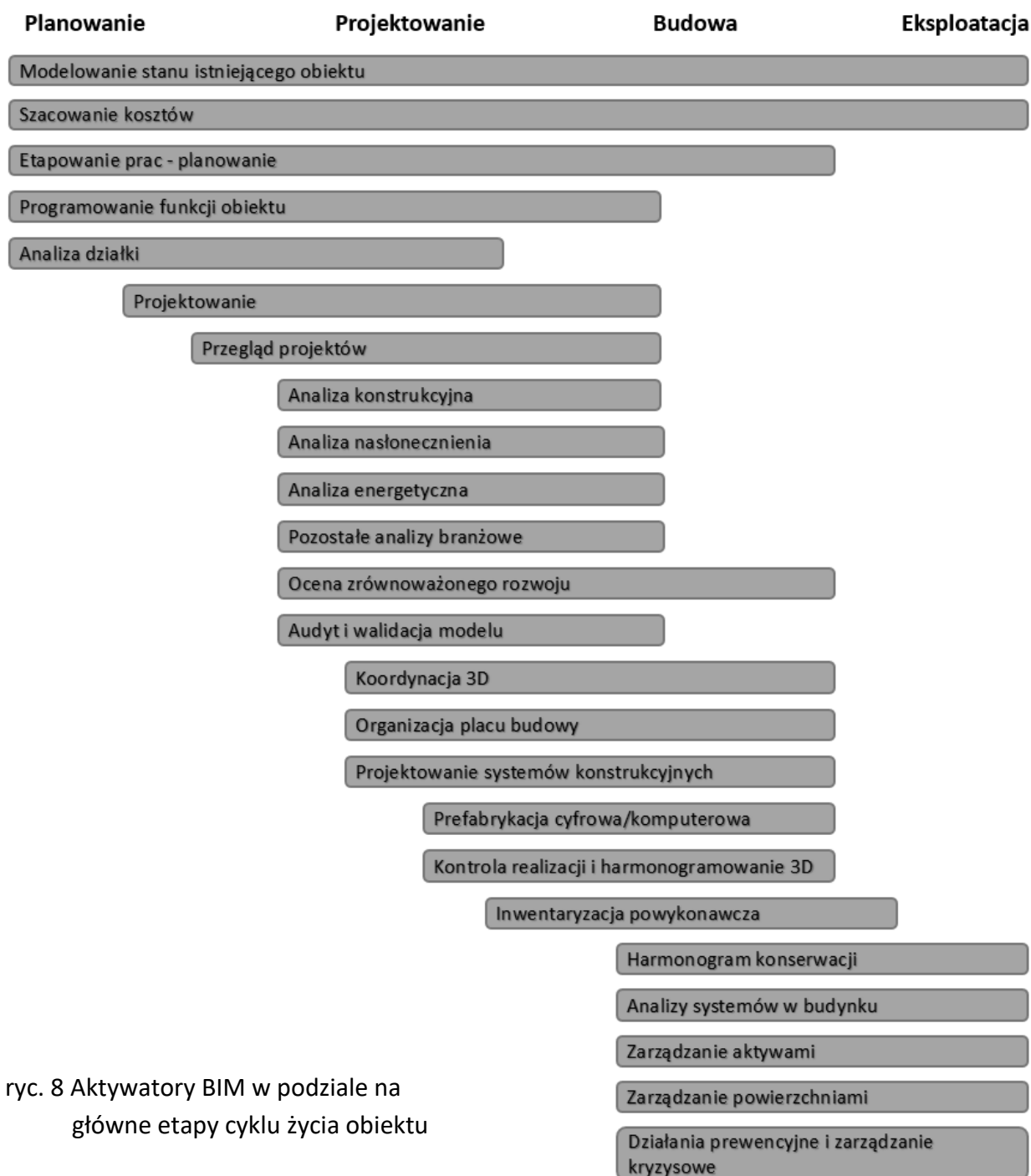
Pisząc o dojrzałej metodyce, należałoby zacząć od celu ostatecznego, czyli sprawnie zarządzanego, funkcjonalnego i trwałego obiektu budowlanego. Rolą zamawiającego jest więc jasne określenie potrzeb w procesie realizacji inwestycji, opartych na strategii definiowanej m.in. dokumentami OIR i AIR. W praktyce jednak poszczególni interesariusze procesu będą realizować partykularne cele obok lepiej lub gorzej zdefiniowanych celów zamawiającego. W niniejszym rozdziale zaprezentowano więc zestawienie najczęściej realizowanych celów oraz przykładowych mierników ich spełnienia. Różnić się one będą w zależności od rodzaju kontraktu oraz specyfiki projektu, jednak lista może dać pewien pogląd na metodę kształtowania realnej wartości na bazie potencjalnych korzyści. Kolejne podrozdziały odnoszą się do najczęściej stosowanych metod wykorzystania metodyki, tzw. aktywatorów (*BIM Uses*), które mają służyć osiągnięciu założonych celów na kolejnych etapach cyklu życia obiektu.

Aktywatory

Poza wspomnianymi w powyższym rozdziale, celów i metod realizacji metodyki BIM jest całkiem sporo. Liczba opisanych aktywatorów (metod użycia BIM) dla każdego z etapów cyklu życia obiektów nieustannie rośnie. Na rynku można spotkać się z listami publikowanymi przez różne organizacje i instytucje.



W kontekście doboru celów i metod dla realizacji BIM należy pamiętać, że po pierwsze istnieją jasno opisane i udokumentowane korzyści, poprzez które można zapewnić wdrożenie metodyki. Dobierając cele, możemy wybrać te najlepiej odpowiadające realnym potrzebom organizacji czy projektu. Po drugie, abstrahując od partykularnych korzyści każdego z interesariuszy procesu, cele i aktywatory zamawiającego powinny wykraczać poza ramy poszczególnych faz. Jak pokazuje ryc. 8, opublikowana przez Penn State University, niektóre aktywatory mogą i powinny być realizowane w trakcie pełnego cyklu inwestycyjnego.



ryc. 8 Aktywatory BIM w podziale na
główne etapy cyklu życia obiektu



Współfinansowane przez
Unię Europejską

Budując wartość projektu lub ofertę dla klienta, dobrze zastanowić się, które z aktywatorów organizacja jest w stanie wykorzystać (zrealizować) oraz które tak naprawdę odpowiadają założonym celom. Od tego bowiem zależeć będzie w praktyce co (produkty metodyki), kto (kadra realizująca, oceniająca i wykorzystująca efekty pracy), jak (oprogramowanie i procesy wdrożone na projekcie), kiedy (harmonogram realizacji metodyki BIM) i za ile (ostateczny budżet projektu) będzie zrobione. Dalsza część książki pomóc ma w odpowiedzi na te pytania.

Pierwsze wdrożenie – czyli twój pierwszy raz

***Nawet najlepszy wielki pomysł będzie
tak dobry, jak jego wdrożenie.***

Jay Samit

Omówiliśmy już, czym jest BIM oraz czym BIM nie jest. Opisaliśmy, jakie zmiany muszą zajść w przedsiębiorstwie oraz w zespołach szykujących się na cyfrową rewolucję, a także jak rewolucja ta może zmienić pracę projektantów, wykonawców i zarządców nieruchomości. Przedstawiliśmy narzędzia i procesy związane z realizacją projektu zgodnie z metodyką. Czas pomyśleć o pierwszym wdrożeniu.

W zależności od sytuacji pierwszy projekt w BIM może się ograniczać do realizacji metodyki w jednej firmie, obejmować zakresem jedynie wycinek cyklu inwestycyjnego lub cały proces od koncepcji aż po eksploatację. Bez względu jednak na etap czy zakres wdrożenia oraz rodzaj wdrażającej organizacji (zamawiający, projektant, GW) pilotaż wiąże się z bardzo dużym ryzykiem dla każdej ze stron uczestniczących w projekcie. Bardzo istotne jest więc, żeby zespół, a w szczególności decydenci, zdawali sobie sprawę z potencjalnych wyzwań oraz racjonalnie budowali swoje oczekiwania w stosunku do efektu końcowego.

Rynek budowlany – zwłaszcza w Polsce – znajduje się w bardzo interesującym miejscu. Z jednej strony świadomość metodyki, a przynajmniej faktu jej istnienia jest stosunkowo wysoka. Zrealizowanych zostało wiele przetargów publicznych obejmujących wykorzystanie elementów metodyki i dużo firm chwali się realizacją projektów w technologii BIM. Z drugiej strony dalecy jesteśmy od uznania BIM czy nawet narzędzi do tworzenia modeli za rynkową normę. Realizowane do tej pory projekty opracowywane były przez BIM-owych fascynatów. Nikt też w Polsce publicznie nie dzieli się ewentualnymi niepowodzeniami związanymi z wdrożeniem czy zamówieniem BIM. Nade wszystko brakuje benchmarków, które pozwoliłyby



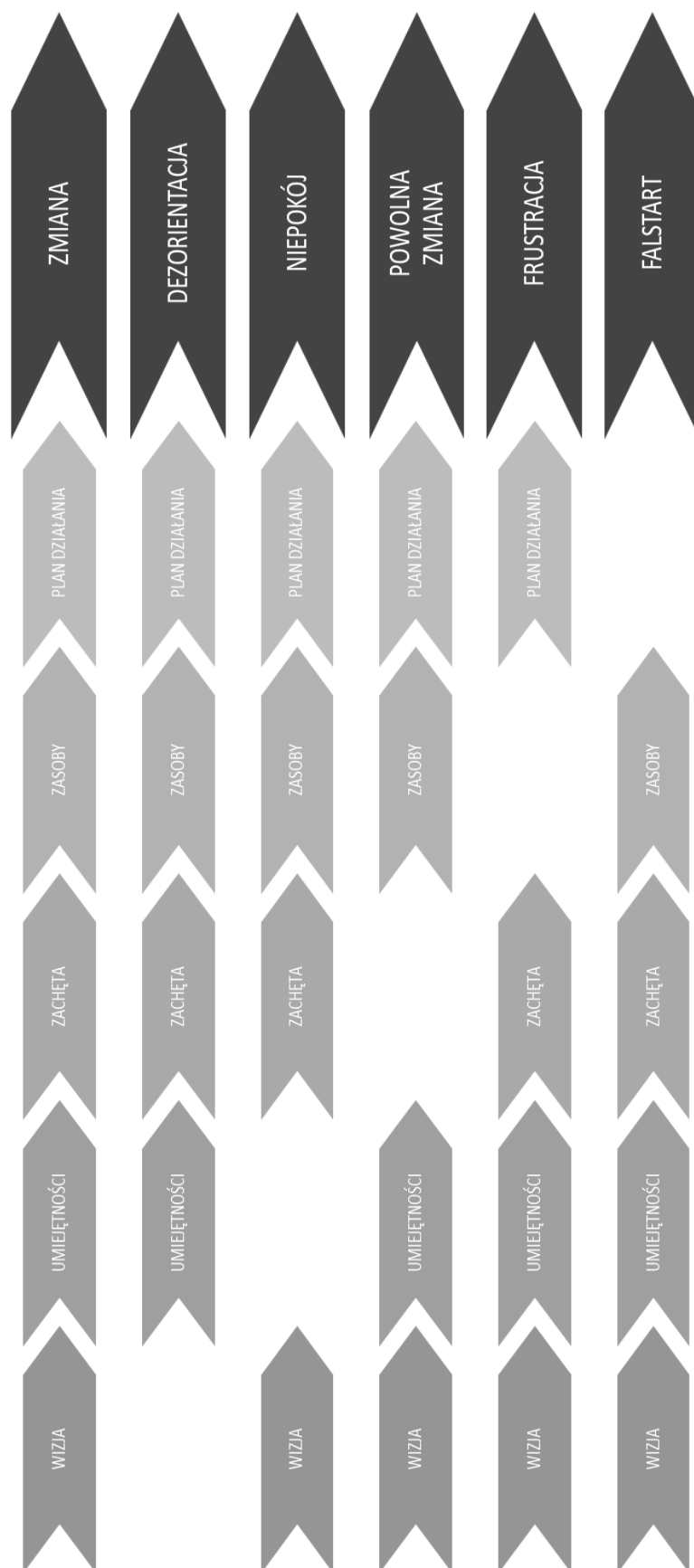
porównać projekty realizowane metodami tradycyjnymi i BIM. Publikuje się za to bardzo dużo materiałów marketingowych i statystyk rodem z projektów zagranicznych, gdzie pierwsze pilotaże realizowane były ponad 10 lat temu. Tymczasem BIM zaczyna być realizowany poza ścisłym kręgiem ekspertów i wchodzi przebojem do średnich i małych biur projektowych, a także na polskie budowy. Jest obecny w edukacji na wyższych uczelniach, a także licznych działaniach szkoleniowych na rynku.

To wszystko powoduje, że kolejne kilka lat będzie krytyczne dla implementacji i przyjęcia metodyki przez szerokie grono użytkowników. Oczywiście można powiedzieć, że dobre rozwiązania i technologie obronią się same. Można założyć, że rynek sam wymusi zmianę, jednak jej tempo może być drastycznie różne w zależności od doświadczeń managerów i dyrektorów realizujących projekty. Jeśli liderzy wdrożeń wywiążą się z obietnic i pokażą wartość metodyki (choćby najmniejszą), niewątpliwie kolejne projekty realizowane będą coraz sprawniej i bliżej BIM-owym ideałom pełnej współpracy. Jeżeli jednak nierealne obietnice i cele wdrożenia nie zostaną spełnione, poszczególne organizacje mogą zniechęcić się do BIM na kolejne lata. To zaś przełoży się na brak postępu w zakresie implementacji metodyki w Polsce.

W tym kontekście szczególnie istotne jest zrozumienie nie tylko potencjalnych benefitów, lecz także zagrożeń. Opisywane podczas prezentacji i w studiach przypadku wysokie wskaźniki osiągane są zazwyczaj przez dojrzałe i doświadczone organizacje. Decydując się na projekt pilotażowy BIM, musimy wziąć pod uwagę realia rynku, kwalifikacje naszych partnerów oraz budżet dedykowany na wdrożenie. Prawdopodobnie pozytywne efekty wdrożenia będą z początku niewielkie. Zespoły będą musiały dostosować się zmiany narzędzi i specyfiki pracy. Czas poświęcony do tej pory na pracę merytoryczną spożytkowany zostanie na szkolenia, konfigurację oprogramowania czy spotkania związane z opracowaniem strategii. Te i inne kwestie przełożą się na budżet projektu. Z drugiej strony firmy, które odpowiednio wcześniej rozpoczną pracę z metodyką, będą miały okazję najszybciej opanować narzędzia i procesy oraz przygotować się na efekty cyfrowej rewolucji. Do wdrożenia należy przygotować się jak do maratonu. Należy wziąć pod uwagę wszystkie dotychczas omówione elementy związane zarządzaniem zmianą, jak wizja, jasno określone cele, kompetencje zespołu właściwa motywacja i kultura pracy, ale także jasny i czytelny plan działania (patrz ryc. 9). Jak zwykle w przypadku BIM musimy zapewnić sobie właściwe procesy, ludzi i technologię. Bardzo ważne jest też określenie mierników sukcesu oraz przewidzenie potencjalnych zagrożeń. Zastanówmy się więc, jak się przygotować do pierwszego projektu w BIM. W kolejnych rozdziałach kluczowe aspekty wdrożenia opisane zostały z pozycji zamawiającego i wykonawcy.



Współfinansowane przez
Unię Europejską



ryc. 9 Schematycznie ukazane elementy skutecznego zarządzania zmianą oraz konsekwencje ich braków
Źródło: Opracowanie własne.



BIM-owy marketing – jak rozpoznać profesjonalistę

Kim jest profesjonalista? Skąd wiadomo, że podmiot, który zaprosimy do współpracy przy projekcie (konsultant, projektant, podwykonawca), spełni pokładane w nim oczekiwania? Skoro organizacja zdecydowała się już na poniesienie kosztów wdrożenia BIM, to powinna zadbać, aby dostawcy usług w ramach procesu informacyjnego prezentowali odpowiednie kompetencje. W przeciwnym razie wdrożenie najpewniej będzie porażką, a poniesione nakłady nie wygenerują oczekiwanego zwrotu. Decydenci w danej organizacji w najlepszym razie nie będą skłonni do wprowadzania zmian, skoro zawsze było dobrze, a ten jeden raz, kiedy dali się namówić, skończył się porażką i zbędnymi kosztami.

Szukając pewnego dostawcy usług, warto zacząć od definicji potrzeb odniesieniu do konkretnych celów przyświecających wdrożeniu. Na tej podstawie zamawiający redaguje swoje wymagania w odniesieniu do procesu informacyjnego. Są one opisane są w dokumencie EIR. W takiej sytuacji sprawa sprowadza się do weryfikacji oferentów. Jak organizacja wdrażająca BIM, która jeszcze nie ma za wiele kompetencji w tym obszarze, może zweryfikować kompetencje oferenta? Jak odróżnić gwiazdę BIM rzucającą tajemniczymi skrótami od poważnej i doświadczonej organizacji? Dzięki działalności wielu podmiotów propagujących wiedzę na temat BIM nie jest to wiedza tajemna. Kolejne wdrożenia w inwestycjach publicznych i prywatnych powiększają grono osób z doświadczeniem. Coraz popularniejsze stają się kursy i certyfikacje w zakresie BIM, które stanowią potwierdzenie nabytej wiedzy (nie zawsze doświadczenia). Jak zatem poradzić sobie z przetargiem? Odpowiedź wydaje się banalna – zaprosić do współpracy kogoś bardziej doświadczonego. Kogoś, kto brał udział lub asystował we wdrożeniach i może potwierdzić swoje doświadczenie referencjami. Nie ma sensu oszczędzać na wiedzy. Płacąc za nią, warto zapewnić warunki jej trwałej implementacji w organizacji. Doświadczony partner pozwoli na obiektywną i krytyczną ocenę informacji zwrotnej uzyskanej w trakcie przetargu.

W tym miejscu warto podkreślić rolę zamawiającego, który, podejmując decyzję o prowadzeniu projektu z wykorzystaniem BIM, bierze na siebie odpowiedzialność za nadanie procesowi informacyjnemu kształtu przez ustalenie ram, warunków brzegowych i celów, jakie ten proces ma spełnić. Nawet zaproszenie do współpracy doświadczonych konsultantów z zakresu BIM nie pomoże, jeśli zamawiający czy inwestor nie odpowie sobie na podstawowe pytania: po co to robimy i czego oczekujemy na końcu. Bez rzetelnej odpowiedzi na te pytania zamawiający skazuje się na porażkę, m.in. dlatego, że nie definiując oczekiwań względem procesu, nie ma możliwości zdefiniowania oczekiwań względem kompetencji osób, które ten



proces mają prowadzić i kontrolować. Natomiast rozmowa o BIM bez szczegółów to tzw. zamawianie „BIM sztuk raz” – każdy udaje, że wie, o czym mówi, a na koniec okazuje się, że kończymy z inwestycją prowadzoną w sposób tradycyjny, do której dorabiany jest model 3D, bo przecież miał być BIM.

Na szczęście BIM w Polsce ma coraz większe grono fanów, fachowców i wyznawców. Od kilku lat na kilku uczelniach prowadzone są uznane studia podyplomowe z metodyki projektów prowadzonych w BIM. Istnieją również przykłady inwestycji publicznych i prywatnych, które były prowadzone w sposób zgodny z zasadami opisywanymi w niniejszej książce. Można zatem stwierdzić, że wiedza na temat prawidłowo prowadzonego procesu BIM w Polsce jest dostępna i przekazywana w sposób metodyczny. Jest to dobra sytuacja, ponieważ oznacza, że posiadamy uznane grono autorytetów z obszaru BIM, do których można się odwołać lub poprosić o wsparcie. Ponadto studia podyplomowe cieszące się renomą pozwalają sądzić, że ich absolwenci będą spełniali pokładane w nich oczekiwania. Można zatem stwierdzić, że zasób kadrowy, mogący w sposób kompetentny wesprzeć określony proces inwestycyjny w wykorzystaniu BIM, systematycznie się powiększa. Jakich narzędzi zatem użyć, aby stwierdzić jednoznacznie, że wybrany wykonawca, dostawca usług lub projektant faktycznie wie, o czym mówi, a nie jest jedynie szamanem, posługującym się specjalistycznym słownictwem w celu zrobienia wrażenia?

Pierwszym elementem weryfikacji powinien być dobrze określony zestaw wymogów opisany w SIWZ, EIR czy zapytaniu ofertowym. Już na wstępie powinien ograniczyć entuzjazm jednostek nieposiadających odpowiednich kompetencji. Wymogi te powinny obejmować, poza formalną deklaracją, możliwość weryfikacji doświadczenia w kluczowych obszarach. Jak przeprowadzić weryfikację? Podstawowe narzędzia to analiza dokumentów referencyjnych, ankiety lub wręcz testy dla osób pełniących konkretne funkcje z ramienia wykonawcy. Odpowiednio ustrukturyzowane ankiety, zawierające dość szczegółowe pytania o dotychczas prowadzone projekty, sposoby, procesy i narzędzia BIM, mają podobne znaczenie jak dobrze przygotowane zapytanie ofertowe. Sprawiają, że grono przypadkowych oferentów ulega zmniejszeniu. Korzyść jest obopólna. Zamawiający nie musi ponosić kosztów analizy takiej oferty, a i oferent – kosztów jej przygotowania, wiedząc, że nie ma większych szans prześlizgnąć się przez sito wymagań kompetencyjnych. Szersze spojrzenie na koszty zatrudnienia konsultanta do wyboru wykonawcy najpewniej wykaże oszczędność wynikającą z mniejszej ilości pracy do wykonania przy ocenie ofert. Zmniejszy również prawdopodobieństwo dokonania nietrafnego wyboru, co niesie ogromne straty dla organizacji lub projektu. Szczegółowe ankiety są coraz częściej spotykanym narzędziem w przetargach na projektantów i wykonawców w projektach inwestycyjnych z wykorzystaniem BIM.



Przykładowe zagadnienia w ankietach mogą brzmieć następująco:

- Opisz krótko, jak przygotowywane są modele i jaki zakres informacji jest w nich zawierany.
- Opisz, jak tworzycie i dzielcie się modelami BIM oraz dokumentacją płaską.
- Podaj szczegóły stosowanego w organizacji oprogramowania BIM (w odniesieniu do określonych obszarów procesu).
- Opisz zwięźle, jak firma wykorzystuje modele do koordynacji projektu.
- Ile licencji oprogramowania ... ma firma?
- Z jakich standardów korzystacie w codziennej pracy?
- Szczegółowe pytania o doświadczenie osób i referencje do wykonanych prac.

Drobiazgowa ankieta pozwala również określić rozdźwięk między potrzebami zamawiającego a możliwościami wykonawcy. Pozwala to zaplanować program szkolenia i dostosowywania kompetencji do oczekiwań. Jest to zatem ważne narzędzie identyfikacji ryzyka procesu informacyjnego.

Nieco bardziej absorbującym narzędziem, z którego dotychczas korzystała np. GDDKiA oddział Kraków, jest test kompetencyjny na stanowisko koordynatora i BIM Managera. Test miał miejsce przed wyborem wykonawcy zlecenia „Opracowanie kompleksowej dokumentacji projektowej i opracowań towarzyszących dla zadania pn. «Budowa obwodnicy Zatora w ciągu drogi krajowej nr 28» wraz z uzyskaniem decyzji administracyjnych i sprawowaniem nadzoru autorskiego”. Wyniki testu kompetencyjnego miały wpływ na ocenę ofert w przetargu. Zamawiający stwierdził, że praktyczne umiejętności mają większe znaczenie niż doświadczenie, które wciąż jest trudne do zweryfikowania.

Jeszcze czym innym są wspomniane już modele testowe, obejmujące reprezentatywne fragmenty poprzednich realizacji lub wymodelowane zgodnie z wymaganiami projektu próbki możliwości oferenta.



Identyfikacja podstawowych zagrożeń

Ocena ryzyka procesu informacyjnego: ISO 19650, ISO 31500, PAS 1192-6

Ryzyko jest słowem używanym do określenia niepewności towarzyszącej jakiejś działalności człowieka. W zarządzaniu projektami tematyka zarządzania ryzykiem jest szeroko analizowanym obszarem, ponieważ z reguły materializacja jakiegoś ryzyka niesie ze sobą konieczność poniesienia kosztów. W celu minimalizacji strat wynikających z zaistnienia zdarzenia obarczonego niepewnością wprowadza się zatem do projektu zarządzanie ryzykiem. W uproszczeniu polega ono na zidentyfikowaniu zdarzenia niepewnego, określenia prawdopodobieństwa jego zaistnienia i kosztu koniecznego do poniesienia w przypadku zaistnienia tego zdarzenia. Metodyczne podejście do oceny i zarządzania ryzykiem obejmuje poniżej wyszczególnione kroki.

- Identyfikacja ryzyka (źródło, zdarzenia i konsekwencje)
- Analiza ryzyka
 - ocena konsekwencji
 - ocena prawdopodobieństwa
 - ocena dotkliwości skutków
- Ewaluacja ryzyka i planowanie odpowiedzi, działań itp.
- Monitoring, zapobieganie i reagowanie zgodnie z planem

Norma ISO 19650 wprost wskazuje, że zamawiający powinien prowadzić ocenę ryzyka procesu informacyjnego w zakresie wywiązywania się ze swoich obowiązków przez poszczególne zespoły zadaniowe. Norma wskazuje na ryzyka związane z:

- założeniami przyjętymi przez zespół zadaniowy w odniesieniu do wymagań dotyczących wymiany informacji przez zamawiającego;
- wywiązaniem się z terminów dostarczenia informacji określonych przez zamawiającego;
- treścią protokołu informacyjnego projektu;
- osiągnięciem proponowanej strategii dostarczania informacji;
- przyjęciem standardu informacyjnego projektu, procedur i metod opracowywania informacji;
- włączeniem (lub nie) proponowanych zmian do standardu informacyjnego projektu; mobilizacją zespołu zadaniowego w celu osiągnięcia wymaganych umiejętności i mocy przerobowych.



Rejestr ryzyk powinien zostać przedstawiony zamawiającemu przez wykonawcę po sporządzeniu MIDP, jako jego część. W praktyce rejestr może przyjąć formę tabeli, w której w kolejnych wierszach rejestrowane są konkretne zdarzenia niepewne, które mogą wpłynąć na przebieg procesu informacyjnego.

Przykład praktyczny

W przykładowym procesie analizy ryzyka procesu informacyjnego zidentyfikowano niepewność generowaną przez zespół projektowy instalacji sanitarnych. Wiadomo, że nie mają doświadczenia w modelowaniu określonego rodzaju instalacji ze względu na jej wyjątkowe skomplikowanie. Dodatkowo ich zespół uległ ostatnio redukcji w wyniku wypadku losowego. Ryzyka zidentyfikowane to:

- niedotrzymanie terminów,
- błędy w koordynacji.

Ryzyka w kolejnym kroku podlegają ewaluacji w ocenie konsekwencji i prawdopodobieństwa. Najlepiej przyjąć skalę w dwóch obszarach: dotkliwości i prawdopodobieństwa. Tak przeprowadzona ewaluacja pozwala w miarę obiektywnie ocenić faktyczną dotkliwość ryzyka i potrzebę poświęcenia mu uwagi. Sposoby odpowiedzi na ryzyka wskazane wyżej mogą się mieścić w jednej z praktycznych kategorii.

- Akceptacja – ryzyko o niskim prawdopodobieństwie i skutku można zaakceptować zakładając dodatkowe kwoty rezerwowe w budżecie bez konieczności dodatkowego planu awaryjnego.
- Łagodzenie – np. przez ściślejszy nadzór i kontrolę.
- Próba uniknięcia – np. przez pozyskanie zasobów dysponujących odpowiednim doświadczeniem.
- Transfer – np. outsourcing zadań do innego podmiotu.
- Odroczenie – np. obserwacja i odsunięcie w czasie pozostałych form reakcji (może się uda).

W praktyce cała analiza jest dokumentowana w tabeli zwanej rejestrem ryzyka, okresowo analizowanej i aktualizowanej. W tab. 2 przedstawiono przykładowy rekord w takim rejestrze.



1.	Lp.
Niedotrzymanie terminu koordynacji modeli instalacji sanitarnych z konstrukcją	Opis ryzyka
21/01/2020	Data dodania do rejestru
Jan Kowalski	Właściciel ryzyka, osoba odpowiedzialna
x	Ocena prawdopodobieństwa
y	Ocena dotkliwości
x * y	Ewaluator
Łagodzenie	Sposób adresowania ryzyka
Częsty monitoring postępu prac i wprowadzenie wewnętrznej kontroli zgodności z MIDTP	Sposób odpowiedzi
Otwarte	Status
	Data zamknięcia

tab. 2 Przykładowy rekord
w rejestrze ryzyka procesu
informacyjnego BIM
Źródło: opracowanie własne



CZĘŚĆ DRUGA

Autorzy: dr Paweł Łaguna, dr Marek Mieńkowski

Lean

Pośród badań inwestycji budowlanych można wyróżnić takie, które do podstawowych przyczyn nieefektywności sektora zaliczają:

- nadmierną liczbę personelu,
- kolizje logistyczne związane z pracą wielu załogami,
- nieskuteczne zarządzanie pracownikami,
- oczekiwanie na pracę,
- pogodę,
- źle skonfigurowany sprzęt,
- błędy projektowe,
- konieczność wprowadzania zmian projektowych,
- niedobory materiałów.

Jedną z metod, która może przynieść znaczące podwyższenie efektywności procesów i redukcję powyższych strat, jest wprowadzenie filozofii Lean do zarządzania projektami budowlanymi. Celowo użyte zostało sformułowanie „filozofia” zamiast „metodyka” lub „system zarządzania”. Większość problemów związanych z wdrożeniami Lean w organizacjach jest spowodowane wrywkowym stosowaniem metod i narzędzi. Tymczasem skuteczne wdrożenie musi być poprzedzone całkowitą zmianą kultury pracy, myślenia o projekcie, marnotrawstwie, wartości oraz odpowiedzialności za każdy z tych elementów. Zanim jednak rozważymy, jak Lean w praktyce zmienić może sektor budowlany, przybliżmy pokrótce historię i podłoże tej filozofii.



Współfinansowane przez
Unię Europejską

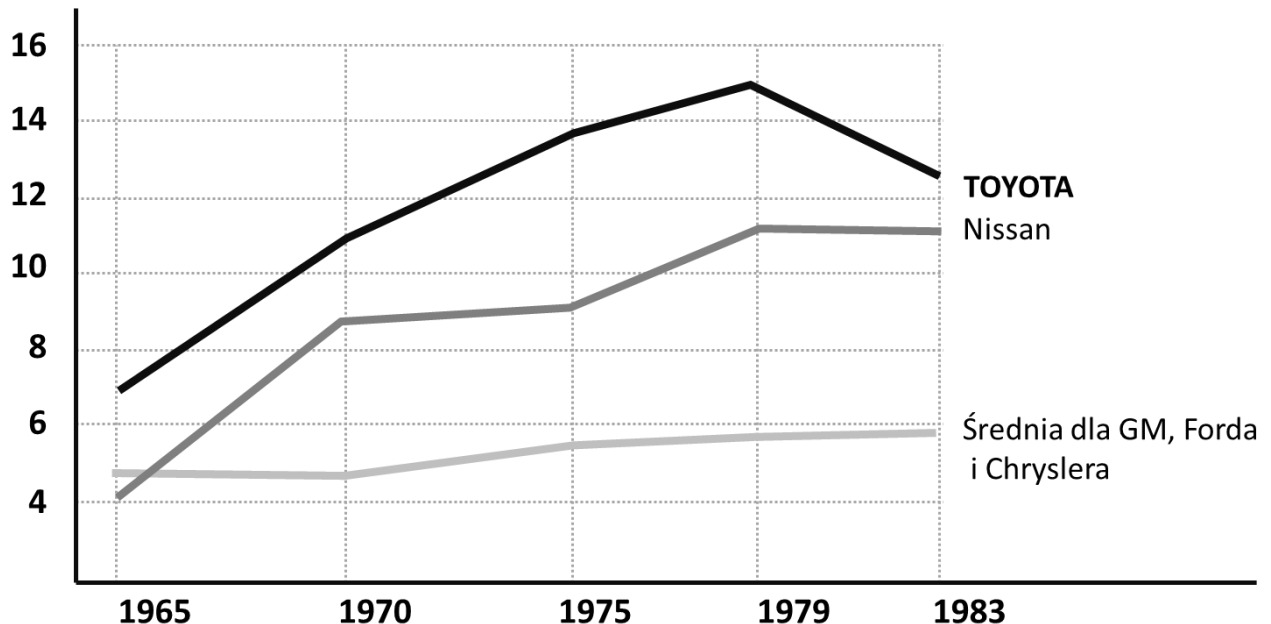


ryc. 10 Hierarchia zrozumienia i wdrożenia filozofii Lean

Źródło: opracowanie własne

Historia Lean

Metodyka Lean ma korzenie w sektorze produkcji, a konkretnie w masowej produkcji samochodów Toyoty. Na przełomie lat 50. i 60. XX w. japońska korporacja stworzyła *Toyota Production System* (TPS), dzięki któremu stała się konkurencyjna dla amerykańskiego przemysłu samochodowego i do dziś jest jednym z największych na świecie producentów aut. Ryc. 11 pokazuje zestawienie poziomu efektywności koncernu Toyoty z amerykańskimi i japońskimi konkurentami. Krzywe ukazują liczbę wytwarzanych samochodów w przeliczeniu jednego pracownika między 1965 a 1983 r., kiedy przemysł japoński dzięki innowacjom technologicznym i procesowym stał się olbrzymią konkurencją dla Amerykanów.



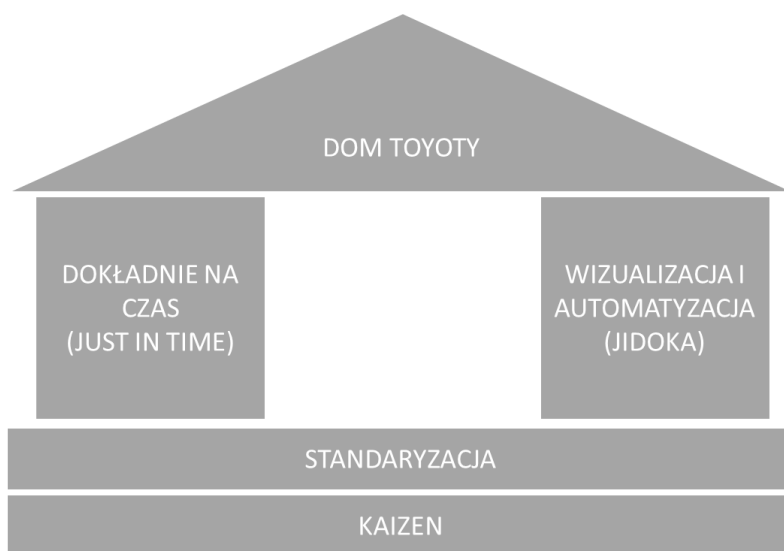
ryc. 11 Liczba wytwarzanych samochodów w przeliczeniu na pracownika po korekcie związanej z różnicami na rynkach japońskim i amerykańskim



TPS stworzyli Sakichi Toyoda (ojciec), Kiichiro Toyoda (syn) oraz Taiichi Ōno (inżynier produkcyjny) jako adaptację metod produkcji masowej opracowanych w Stanach Zjednoczonych oraz odpowiedź na problemy gospodarcze Japonii po II wojnie światowej. TPS zrewolucjonizował masową produkcję przez właściwe zarządzanie procesem produkcji, ukierunkowane na:

- eliminację odpadów,
- ograniczenie dublowania pracy,
- obniżenie poziomu zapasów,
- osiągnięcie mniejszej liczby roboczogodzin,
- podniesienie kompetencji oraz redukcję braku efektywności pracowników.

System TPS miał również zdecydowanie przyspieszyć reakcję na zmieniające się potrzeby klientów. W porównaniu do stosunkowo sztywnego procesu produkcji samochodów amerykańskich możliwość wariacji opartych na łączeniu i modyfikacji poszczególnych komponentów była prawdziwą rewolucją. Całość jednak nie udałaby się bez specyficznej kultury korporacyjnej. System, ilustrowany tzw. domem Toyoty (ryc. 12), jest oparty na kilku podstawowych koncepcjach, z których wyrosły narzędzia i procesy stosowane do dziś na całym świecie – również w sektorze budowlanym.



ryc. 12 Uproszczony schemat ideowy systemu TPS

Źródło: opracowanie własne



Fundament filozofii stanowi pojęcie *kaizen*, które w dosłownym tłumaczeniu oznacza „zmianę na lepsze”. W praktyce jest to imperatyw ustawicznego dążenia do poprawy na każdym szczeblu organizacji i procesu. Drugim z fundamentów jest konieczność standaryzacji wykonywanych działań na bazie zgromadzonych dotychczas najlepszych praktyk. Wdrożenie tych dwóch idei wymaga silnego zaangażowania pracownika oraz jego ustawicznego szkolenia. Wątek ten będzie przewijał się jeszcze wielokrotnie, ponieważ filozofia Lean, podobnie jak metodyka BIM, opiera się na świadomych, zaangażowanych i chętnych do zmian pracownikach oraz otwartych liderach wspierających ich ustawiczny rozwój.

Dwa główne filary TPS to:

- produkcja „dokładnie na czas” (*just-in-time*, JIT) – system zakładał, że właściwa część była realizowana i dostarczona we właściwym miejscu i we właściwym czasie; celem było planowanie procesu pozwalające na redukcję do minimum liczby zalegających na magazynie materiałów, czekających na dalszą obróbkę produktów i bezczynnych pracowników;
- Jidoka (wizualizacja problemów) – system zakładał jak najszybsze (automatyczne) wykrywanie oraz eliminowanie problemów i błędów produkcyjnych u ich źródła w celu ograniczenia błędnie wykonanych elementów oraz konieczności powtórnej pracy po ukończeniu danego procesu; idea pochodzi z początku XX w., kiedy Toyoda, dzięki innowacyjnemu krosnu, wprowadził do produkcji tekstyliów automatyczny system przerywania produkcji.

Od samego początku Toyoda był skupiony na eliminacji marnotrawstwa na każdym z etapów produkcji. Był to jeden z głównych celów przyświecających optymalizacji procesów. W przeciwieństwie jednak do tradycyjnego podejścia, gdzie staramy się maksymalizować efektywność każdego z etapów procesu, TPS zakłada zrównoważenie całości. Zamiast mobilizować pracownika do wytężonej pracy (transportu nadliczbowej liczby cegieł), warto sprawdzić, czy efekty jego działań będą wykorzystane przez kolejnych pracowników (możliwość przerobu ekipy murarskiej). W dynamicznym rozwoju TPS dużą rolę odegrał amerykański program Training Within Industry (TWI), wdrażany w Japonii po zakończeniu II wojny światowej w ramach wsparcia powojennej odbudowy gospodarki tego kraju. Toyota była jedną z pierwszych japońskich firm, które zaadaptowały TWI.

Paradoksalnie w latach 90. XX w. to Amerykanie przyjechali do Japonii uczyć się skutecznego zarządzania procesami. W 1990 r. grupa badaczy związanych z Massachusetts Institute of Technology (James Womack, Daniel Jones i Daniel Roos) opublikowała książkę *The Machine That Changed the World*, w której opisała metody wdrażane przez Toyotę. System TPS nazwali produkcją LEAN (szczypty), jako że: **„zużywa mniej wszystkiego w porównaniu z produkcją masową – połowę ludzkiego wysiłku w fabryce, połowę przestrzeni produkcyjnej, połowę**



inwestycji w narzędzia, połowę pracy inżynierskiej do opracowania nowego wyrobu w dwukrotnie krótszym czasie”.

Podsumowując, Lean to – cytując Taiichi Ōno, jednego z twórców filozofii – „zjawisko produkcyjne, które ma na celu maksymalizację efektu będącego wynikiem nakładu pracy ludzi. Lean jest zatem sposobem myślenia ukierunkowanym na szybką adaptację do zmian, eliminację marnotrawstwa oraz ciągłe doskonalenie”.

Lean Construction

Lean w budownictwie propaguje powstały w 1997 r. Lean Construction Institute (LCI), zrzeszający inwestorów, projektantów, wykonawców i producentów oprogramowania. W założeniach filozofia promować ma „współpracę, opartą na deklarowanych zobowiązaniach i odpowiedzialności za ich wypełnienie. Wymaga to jednak zdecydowanej zmiany kultury pracy oraz zwiększenia poziomu zaufania między poszczególnymi uczestnikami procesu. Wroga relacja oraz tzw. silosowe podejście, które funkcjonują obecnie w branży, muszą się zmienić, żeby możliwe było osiągnięcie celów i założeń zamawiającego. W projektach, w których stosowane są zasady filozofii Lean, zespoły powinny wspólnie korzystać z narzędzi wspierających współpracę i sprawną komunikację oraz szukać sposobów na eliminację marnotrawstwa. Zespoły mają również za zadanie stale się doskonalić przez ustawiczną analizę wykonywanych działań oraz autorefleksję.

Idee przyświecające twórcom LCI są zbieżne z założeniami dojrzałej metodyki BIM, gdzie kluczowe są sprawna komunikacja i transparentność, ale także ustawiczna weryfikacja i poprawa procesów. Jak można się domyślać, proste przeniesienie zasad i narzędzi typowych dla produkcji przemysłowej w realia projektowania czy realizacji inwestycji nie jest proste. Sektor produkcji i budowlany mają pewne cechy wspólne, jak:

- możliwość optymalizacji procesu przez współpracę zaangażowanych stron i edukację pracowników,
- możliwość weryfikacji wartości dostarczanej klientowi na każdym z etapów cyklu inwestycyjnego, np. przez analizy projektowe i wynikające z nich wnioski można zredukować liczbę koniecznych poprawek i zagrożeń poprawek na budowie,
- możliwość rozpoznania i eliminacji strat związanych z marnotrawstwem materiałów, nieefektywnym planowaniem, przestojami w trakcie pracy czy koniecznością wykonywania nieplanowanych poprawek,
- możliwość zastosowania systemu ssącego (Pull System), czyli planowania ukierunkowanego na produkt końcowy, a nie sekwencję zdarzeń; w sektorze budowlanym



popularność zdobyła metoda Last Planner, która uzależnia ostateczny kształt harmonogramu od osób odpowiedzialnych za faktyczne wykonanie kolejnych prac – planując od końca (produkt końcowy), osoby z „pierwszej linii” deklarują, ile czasu i jakie warunki muszą być spełnione, aby mogły zrealizować swoją porcję prac,

- możliwość zastosowania metod wizualizacji i identyfikacji problemów procesowych – idea cyfrowego budownictwa, której BIM jest częścią, oraz powiązane z nią narzędzia analityczne stanowią w tym zakresie prawdziwą rewolucję; budowa i analiza wirtualnego bliźniaka obiektu wraz z symulacją procesów pozwala identyfikować i eliminować część problemów na długo przed ich wystąpieniem na budowie czy w czasie eksploatacji; wykrywanie kolizji projektowych, śledzenie przestojów w procesach za pomocą platformy CDE czy planowanie logistyki placu budowy w środowisku wirtualnym to tylko niektóre z możliwości.

Oprócz podobieństw sektor budowlany ma swoją specyfikę. Do różnic zaliczyć można m.in.:

- duże odmienności między projektami – nawet w ramach danego typu obiektów inwestycje różnią się z uwagi na uwarunkowania prawa lokalnego, otoczenia czy struktury kontraktu oraz zespołu,
- każdy z dostawców i podwykonawców pracuje na podstawie innych warunków umownych, co zdecydowanie utrudnia kontrolę i zachowanie ciągłości w łańcuchu dostaw – zarówno na etapie projektowym (koordynacja branżystów i rzeczoznawców zewnętrznych), jak i realizacji i eksploatacji (dostawy materiałów, fluktuacja ekip na placu budowy),
- projekty inwestycyjne są zazwyczaj uzależnione od warunków atmosferycznych – silne wiatry, niskie temperatury czy długotrwałe upały mogą znacząco utrudnić pracę na budowie, dlatego jednym z zaleceń ekspertów Lean Construction jest korzystanie z prefabrykacji, kiedy tylko jest to możliwe; przeniesienie choćby części prac do kontrolowanych warunków hali produkcyjnej ogranicza liczbę roboczogodzin w niebezpiecznym środowisku budowy, podwyższa jakość wykonania poszczególnych elementów oraz częściowo uniezależnia proces od warunków pogodowych,
- wysoki poziom rotacji pracowników sektora budowlanego – jest to istotne utrudnienie, ponieważ Lean wymaga odpowiedniego zaangażowania w proces inżynierów i majstrów liniowych; rotacja powoduje też, że realna i głęboka zmiana możliwa jest tylko tam, gdzie inicjowana jest od góry przez zmianę kultury danej firmy, a nie wdrażana *ad hoc* w projekcie.



Narzędzia i techniki Lean

Poniżej przedstawiono kilka najczęściej stosowanych w sektorze budowlanym narzędzi i technik związanych z Lean. Zestawienie oparte jest na doświadczeniu autorów oraz przeglądzie światowej literatury w tym zakresie.

Kaizen. PDSA (Plan, Do, Study, Act) – idea samodoskonalenia wymaga odpowiednich metod. Najbardziej rozpowszechnioną metodą jest cykl Deminga, nazwany od twórcy Williama E. Deminga – amerykańskiego statystyka pracującego w Japonii. Cykl bywa nazywany P-D-S-A (lub P-D-C-A) od nazw kolejnych etapów. Zakłada następujące kroki w procesie doskonalenia produktów, usług i procesów:

- **ZAPLANUJ (Plan):** szczegółowo zaplanuj test lub zmianę ukierunkowaną na optymalizację. Przeanalizuj skutki zmiany, również te negatywne, zanim podjęte zostaną działania. Określ wskaźniki sukcesu oraz metody ich pomiaru. Opracuj plan wdrożenia oraz zaangażuj właściwe osoby. Dla BIM może to być proces planowania metodyki przez opracowanie wymagań po stronie zamawiającego (EIR) oraz definicji metod po stronie wykonawcy (BEP).
- **WYKONAJ, ZRÓB (Do):** przeprowadź pilotażowe wdrożenie zmiany w małej skali w kontrolowanych warunkach. Dla BIM może to być moment budowania modelu zgodnie z wymaganiami danej fazy opisanymi w BEP i załącznikach.
- **ZBADAJ (Study, Check):** gruntownie przeanalizuj rezultaty eksperymentu. Opracuj wnioski oraz przedyskutuj wyniki testów i osiągnięte efekty. W kontekście BIM może to być moment wykonywania analiz modeli lub procesów związanych z ich tworzeniem i wymianą informacji oraz czas podsumowujących narad koordynacyjnych.
- **ZASTOSUJ, DZIAŁAJ (Act):** podejmij właściwe działania, aby wdrożyć standard ulepszonych procesu. Dla metodyki BIM oznacza to np. moment zmiany założeń projektowych, optymalizację standardu tworzenia lub wymiany informacji.

Last Planner System (LPS), Concurrent Engineering (planowanie równoległe), Codzienne spotkania zespołów – metody planowania i organizacji pracy. Zasadniczo Lean stawia na silne zaangażowanie pracownika w procesie tworzenia harmonogramów realizacji projektu. Nacisk jest kładziony na całościową efektywność procesu w miejsce maksymalizacji efektywności jego etapów. Z tego powodu niezbędne jest ustawiczne śledzenie postępów oraz wprowadzanie korekt do harmonogramu na bazie deklaracji i raportów pracowników oraz liderów liniowych. Metody te mają na celu sprawną koordynację niewielkich zespołów, które pracują w krótkich iteracyjnych cyklach (1–2 tygodnie) i komunikują się między sobą praktycznie codziennie,



raportując postępy prac. Więcej o takim podejściu do planowania napisano w rozdziale o zwinnych metodach zarządzania.

Zarządzanie wizualne – technika typowa dla procesu produkcyjnego, gdzie odpowiednie elementy są oznakowane w sposób umożliwiający łatwy montaż. W procesach budowlanych zarządzanie wizualne można realizować na wiele sposobów, np. przez lokalizację czytelnych znaków związanych z bezpieczeństwem placu budowy czy znakowanie elementów metkami lub kodami QR, co umożliwia ich szybką identyfikację, segregację podczas dostaw i intuicyjny montaż. Jednocześnie wizualizacja odnosić się może do odpowiednio zbudowanych procesów wymiany informacji. Odpowiednie oznaczanie i filtrowanie elementów w modelach BIM przekazywanych między branżami skutecznie zapobiega pominięciu lub przegapieniu ważnych informacji. Systemy CDE umożliwiają czytelne raportowanie ważnych lub opóźnionych zadań. Wszystko to ma na celu sprawną pracę oraz uwidacznianie potencjalnych niezgodności i błędów.

Poka-Yoke (wykrywanie potencjalnych błędów), Automatyczne zatrzymanie procesu – Lean zakłada reagowanie na potencjalne błędy w realizacji prac na możliwie wczesnym etapie. W założeniach lepiej zatrzymać potencjalnie wadliwy proces niż kontynuować go i narażać się na odrzucenie gotowego produktu i konieczność poprawek. Dotyczy to również zagadnień bezpieczeństwa, gdzie pracownik jest zaangażowany w wyszukiwanie potencjalnych niebezpieczeństw, a nie jedynie reagowanie na już występujące, np. zgłasza niezabezpieczony kabel leżący na podłodze, zanim ktoś go uszkodzi i będzie iskrzył. W fabryce prócz procedur stosuje się odpowiednio skonfigurowane maszyny zatrzymujące linię produkcyjną w przypadku usterek. Dla metodyki BIM są do dyspozycji np. zasady weryfikacji określone w EIR oraz BEP. Precyzyjne określenie procedur i list kontrolnych dla tworzenia modeli informacyjnych jest kluczowe. W automatyzacji procesu walidacji pomaga specjalistyczne oprogramowanie, np. z jego pomocą i pliku kontrolnego w formacie mvdXML możliwe jest automatyczne wykrywanie niezgodności i braków informacyjnych w modelu BIM, a przez predefiniowane reguły automatyczne wykrywanie kolizji geometrycznych. Dla obiegu informacji funkcje takie może również pełnić odpowiednio skonfigurowane środowisko CDE, gdzie proces jest zatrzymywany w przypadku negatywnej opinii jednego z uczestników. Najistotniejsze są jednak kultura firmy i podejście każdego z pracowników, którzy, gdy widzą błędy, zachęceni są ich do ich natychmiastowego raportowania.

5s (Visual Work Place) – technika ta polega na takim konfigurowaniu miejsca pracy, aby każdy niezbędny do wykonywania zadań element był dostępny i znajdował się na swoim miejscu. 5S stosowane jest wśród generalnych wykonawców w celu porządkowania i usprawniania prac na placu budowy oraz zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa pracownikom.



Metody te można jednak odnieść również do pracy w środowisku BIM. Poniżej elementy 5S wraz z przykładami wykorzystania w trakcie realizacji metodyki BIM.

- 1S. Seiri (selekcja/sortowanie) – odpowiedni podział i segregacja modeli i ich elementów (podział na modele branżowe), ale również odpowiednia konfiguracja sprzętu i oprogramowania, żeby dostęp do najpotrzebniejszych funkcji był prosty i przejrzysty.
- 2S. Seiton (systematyka) – usystematyzowanie nazewnictwa poszczególnych komponentów (np. UniFormat, UniClass, Omniclass), utrzymywanie odpowiedniego nazewnictwa plików i kontenerów informacji, aby ich późniejsze wykorzystanie było jak najsprawniejsze, grupowanie zadań i elementów.
- 3S. Seiso (sprzątanie) – cykliczny audyt oraz optymalizacja modeli np. przez usuwanie widoków roboczych, zbędnych informacji z komponentów itp.
- 4S. Seiketsu (standaryzacja) – dotyczy stosowania poprzednich 3S, ale zasadniczo ten element można odnieść do korzystania z wewnętrznego albo zewnętrznego standardu w zakresie realizacji metodyki (ISO 19650, standard firmowy, BEP).
- 5S. Shitsuke (samodyscyplina/samodoskonalenie) – samokontrola utrzymywania standardu projektowego, weryfikacja rozwiązań oraz optymalizacja i popularyzacja zmodyfikowanego standardu i dobrych praktyk realizowana przez koordynatorów, ale także szeregowych pracowników.

Odpowiednie stosownie 5S może znacząco wpłynąć na efektywność zespołu BIM oraz ekip na budowie. Szczególnie w chwilach wytężonej pracy pod presją zorganizowane miejsce pracy (środowisko oprogramowania) oraz dostępność do najpotrzebniejszych narzędzi (specjalnie przeznaczone i sprawdzone skrypty, nakładki, szablony dokumentacji) pozwalają przyspieszyć pracę, zredukować stres i zbudować morale zespołu.

Value Stream Mapping – w rozumieniu Lean projekt to płynny proces, generujący określoną wartość dla klienta. Aby odpowiednio zaplanować dostarczanie wartości na każdym z etapów projektu inwestycyjnego, konieczna jest analiza kolejnych kroków. W tym kontekście mapowanie wartości jest jeszcze bardziej istotne niż w Lean Production, gdzie klient analizuje zazwyczaj dopiero produkt końcowy. Do sprawnego zarządzania wartością w BIM służą EIR i BEP, gdzie definiowane są poszczególne kamienie milowe projektu, ale także szczegółowo rozpisane produkty metodyki, jak modele, rysunki, analizy, zestawienia czy wizualizacje. W zależności od etapu projektu uzgadniane są tabele produktów i zadań oraz szczegółowość i zakres przekazywanych informacji (MPDT, MIDP, TIDP). Pozwala to rozpoznać



i ewentualnie wyeliminować zbędne informacje i elementy, a także odpowiednio określić kroki niezbędne do osiągnięcia poszczególnych kamieni milowych.

Zintegrowany Proces realizacji Projektu (*Integrated Project Delivery*), Szczupły Proces realizacji Projektu (LPD) – Lean zachęca do jak najbliższej współpracy i zaufania między wszystkimi zaangażowanymi w projekt stronami. Aby współpraca taka mogła być realizowana, potrzebne są odpowiednie ramy kontraktowe. W ostatnich latach powstało więc kilka nowych typów kontraktów budowlanych, które mają wspierać odpowiednią kulturę pracy przez odpowiednie zapisy umowne. Pomijając różnice między poszczególnymi typami prowadzenia projektów rekomendowanymi przez ekspertów Lean, wspólnym mianownikiem jest więc współpraca i skupienie na końcowym produkcie.

Wykorzystanie Lean w projekcie

Wdrożenie filozofii Lean w projekcie wiąże się z kilkoma podstawowymi krokami. Ponieważ, jak wspomniano, BIM korzysta z podobnych metod, do każdego z punktów przypisano odniesienia. Pokazują one bezpośrednie korelacje między filozofią Lean a narzędziami i metodami BIM.

Identyfikacja wartości z punktu widzenia zamawiającego (OIR, AIR, PIR, EIR, BEP)

Tradycyjne podejście zakłada koncentrację na zapytaniu zamawiającego oraz jego realizacji. Istotne jest, co klient chce wybudować, jakie rysunki, specyfikacje dostarczyć i w jaki sposób wykonać opisane prace, jednocześnie minimalizując własne nakłady. Proces Lean zakłada rozpoznanie faktycznej potrzeby zamawiającego. Nie pytamy jedynie „co”, lecz także „dlaczego” chce budować. To przeniesienie akcentu pozwala na budowę zaufania i zrozumienia między stronami od najwcześniejszych etapów projektowych. Propagowany zarówno przez zwolenników BIM, jak i LCI Zintegrowany Proces realizacji Projektu (IPD) wspiera lepsze zrozumienie potrzeb zamawiającego i zaangażowanie wykonawców w ich wypełnienie. Jednak bez względu na rodzaj kontraktu metodyka BIM wykorzystuje narzędzia takie jak EIR, BEP do jasnej definicji celów i potrzeb informacyjnych zamawiającego i weryfikacji ich spełnienia. Oczywiście proces negocjacji warunków nie może dotyczyć jedynie realizacji metodyki BIM, ale całości kontraktu. Każdy etap procesu powinien zatem rozpocząć się od negocjacji obejmujących nie tylko wymagania klienta, lecz także doradztwo, które pozwoli na odpowiednie ich zrozumienie i ewentualnie dostosowanie do możliwości wykonawcy. Dobrą praktyką jest prowadzenie dialogów technicznych czy innowacyjnych jeszcze przed rozpisaniem przetargu.



Definicja strumienia wartości (Data Drops, MPDT, MIDP, TIDP)

Odpowiednie zrozumienie celów zamawiającego pozwala na zdefiniowanie procesów i kolejnych etapów niezbędnych do ich osiągnięcia. Strumień wartości to sekwencja etapów wraz z określeniem niezbędnych do ich wykonania informacji, zasobów ludzkich, sprzętu oraz materiałów. Każdy element procesu, który nie służy osiągnięciu wyznaczonych celów, jest zbędny i należy go wyeliminować. Odpowiednikiem dla metodyki BIM jest uzgadnianie z zamawiającym planów o różnym poziomie szczegółowości obejmujących dokładność, zakres oraz format przekazywanych informacji. Końcowym efektem planowania są tabele MIDP i TIDP, które opisują, jakie produkty końcowe mają zostać dostarczone zamawiającemu w ramach kolejnych kamieni milowych projektu. Pułapką BIM może być „zarzucenie” zamawiającego dokumentacją bądź analizami generowanymi z modelu. Kluczowe jest, aby tworzyć i dostarczać tylko te informacje, które zostały przez wszystkie strony uznane za istotne dla realizacji założonych celów. Należy też pamiętać, że tabele MIDP powinny być modyfikowane wraz z postępem prac i zmieniającymi się potrzebami stron.

Eliminacja marnotrawstwa (wymiary BIM, MPDT)

Jednym z podstawowych celów filozofii Lean jest eliminacja lub minimalizacja każdego typu marnotrawstwa. Żeby jednak zrozumieć, a przede wszystkim zidentyfikować i wyeliminować marnotrawstwo z projektów, trzeba poznać jego podstawowe typy. Poniżej wymieniono typy marnotrawstwa definiowane przez Lean.

- **Nadprodukcja** – wytwarzanie większej liczby produktów niż wymaga klient. Odnosi się to również do sytuacji, w której dana praca wykonana jest zbyt wcześnie. Co ważne, klientem pracy może być kolejna osoba w procesie, np. tynkarz po murarzu lub projektant instalacji po architekcie tworzącym koncepcję. W kontekście modelowania BIM nadprodukcję informacji można ograniczać przez stosowanie się do zdefiniowanego dla danych okoliczności standardu LOD.

Przykłady:

- generowanie i drukowanie 10 przekrojów, wizualizacji czy aksonometrii z modelu BIM, chociaż wymagane dla zrozumienia projektu są 2 charakterystyczne,
- modelowanie geometrii o wyższej szczegółowości niż założony poziom w tabeli MPDT.

- **Bezczynność** – oczekiwanie pracowników na kolejną partię zadań lub produktów poprzedzającego etapu. Bez jasno wytyczonych zadań bywa, że pracownicy zajmują się bezproduktywnymi czynnościami, które w świecie mediów społecznościowych i internetowych zakupów odrywają uwagę nawet w czasie wyętej aktywności. Dodatkowym aspektem psychologicznym jest sygnał, że rozluźnienie będzie początkiem



stresu związanego z nadmiarem obowiązków i nadgodzin w przyszłości. Należy więc odpowiednio bilansować procesy, aby nie generowały przestojów (np. przez odpowiednio skonfigurowane platformy CDE) lub planować je i zawczasu przenosić pracowników do innych zadań. Czas uspokojenia warto przeznaczyć na zaplanowane szkolenia czy opracowywanie wewnętrznych projektów badawczo-rozwojowych.

Przykłady wymagające odpowiedniego zarządzania czasem pracowników:

- *oczekiwanie na materiały niezbędne do wykonania danego elementu budowlanego (np. brak cegieł niezbędnych do postawienia muru),*
- *oczekiwanie na decyzję zamawiającego w sprawie wyglądu elewacji, co skutkuje opóźnieniem w opracowaniu detali wykonawczych.*
- Zbędne przetwarzanie – wykonywanie w całości bądź w części poprzednio wykonanych czynności przez źle zaprojektowany proces lub w celu ich zbytecznej poprawy. Odpowiednio zaprojektowany proces Lean zakłada, że każdy element, który raz osiągnął wystarczającą jakość, przechodzi do dalszej obróbki. Niestety w procesach budowlanych zdarza się, że poszczególni członkowie zespołu kilkakrotnie analizują te same problemy tylko po to, żeby dojść do tych samych wniosków. Zdarza się też, że biurokracja, zmysł estetyczny czy wrodzony perfekcjonizm każą „ulepszać” dokumenty lub elementy, które spełniły już uzgodnione z zamawiającym oczekiwania. Dodatkowa praca wykonywana na nich jest więc zbędna. Ten rodzaj marnotrawstwa jest szczególnie trudny do wykrycia. Receptą jest standaryzacja procesów. W kontekście BIM kluczowe są odpowiednio stworzone szablony projektów, skrypty czy biblioteki komponentów odpowiednie do danego typu projektów. Raz wdrożone, mogą służyć przez wiele lat, znacznie przyspieszając pracę. Z pomocą idą też światowe i firmowe standardy oraz narzędzia, które pozwalają gromadzić wytworzoną przez poszczególnych pracowników wiedzę, np. firmowa strona Wiki zbierająca dobre praktyki i doświadczenia zespołu. Jednocześnie jasno określone normy jakościowe dla modeli informacyjnych (np. poziomy LOD), zapobiegają zbędnemu „ulepszaniu” modeli.

Przykłady:

- *uzupełnianie parametrów modeli BIM wymaganych dopiero na kolejnych etapach realizacji projektu, co skutkuje koniecznością ich zmiany z powodu zmian projektowych,*
- *opracowywanie już raz wykonanej konfiguracji pliku CAD dla nowego projektu lub zadania.*
- Zbędny transport – polega na niewłaściwej konfiguracji łańcucha dostaw, co skutkuje długotrwałym lub źle zorganizowanym transportem. Powoduje to wyższe koszty dostaw oraz uszkodzenie produktów. Do tej kategorii należy również zaliczyć bezsensowne delegacje, które można zastąpić wideokonferencją lub inną formą komunikacji. Metodyka



BIM może redukować to marnotrawstwo, np. narzędzia do koordynacji modeli pozwalają usprawnić proces logistyki na placu budowy, zapewniając dostawy w systemie *Just-in-Time*, a platformy CDE i aplikacje VR (*Virtual Reality*) usprawniają proces zdalnej komunikacji.

Przykład:

– *zamawianie przez GW nieco tańszego niż lokalny materiał transportowanego z zagranicy, co powoduje opóźnienia i uszkodzenia materiałów – straty mogą być większe niż oszczędność wynikająca z ceny jednostkowej.*

- Magazynowanie – oznacza zamrożenie kapitału w artykułach lub pracy wykonanej i oczekującej na wykorzystanie na kolejnym etapie procesu. Składowanie produktów generuje potrzebę wygospodarowania odpowiedniej przestrzeni oraz jej administracji. Szczególnie w przypadku budów realizowanych w centrach miast taka przestrzeń może być wyjątkowo kosztowna (potrzeba podnająć teren na zaplecze budowy lub magazynowanie). Jednocześnie długotrwałe składowanie produktów budowlanych może skutkować ich uszkodzeniem. Formą magazynowania mogą być również nieprzeczytane e-maile i dokumenty oczekujące na zatwierdzenie. W kontekście metodyki BIM budowa modeli informacyjnych ma umożliwić bardziej precyzyjne planowanie i w efekcie realizację prac w systemie *Just-In-Time*. Platformy CDE mają usprawnić obieg wiadomości i dokumentów.

Przykład:

– *generowanie dokumentów, raportów, e-maili, których wpływ na projekt jest niski (nikt ich nie czyta) można zastąpić konstruktywną naradą koordynacyjną.*

- Zbędny ruch – to wszystkie dodatkowe lub zbyt długo trwające czynności potrzebne do wykonania zadania. Odpowiedzią może być np. metoda 5S, pozwalająca na optymalizację miejsca pracy, a w przypadku produkcji modeli BIM standaryzacja i odpowiednia konfiguracja środowiska oprogramowania.

Przykłady:

– *niewłaściwie skonfigurowane zestawy narzędzi lub brak ich dostępności powodują konieczność poszukiwania i każdorazowego konfigurowania stanowiska w trakcie kolejnych zadań,*

– *niewłaściwie skonfigurowane ścieżki katalogów, brak skrótów, nieintuicyjne nazwy prowadzą do konieczności długotrwałego i wielokrotnego wyszukiwania pliku czy informacji.*

- Błędy i defekty – skutkują koniecznością poprawek, stratą czasu i pieniędzy. Jedynym sposobem na minimalizację efektów błędów jest system wczesnej kontroli jakości wbudowany w każdy etap procesu oraz precyzyjna definicja przyczyn ich powstawania.



Służyć temu mają m.in. wizualizacja problemów na jak najwcześniejszym etapie oraz traktowanie problemów jak wyzwań. Błędy pomijane na kolejnych etapach procesu mają tendencję do kumulacji, co generuje poważne straty dla inwestora – szczególnie na etapie realizacji. Kontrola jakości jest wpisana w metodykę BIM. Opisane w EIR i BEP metody weryfikacji modeli oraz specjalistyczne oprogramowanie do kontroli kolizji i parametrów niegeometrycznych to tylko niektóre elementy zapewnienia i ustawicznej kontroli jakości.

Przykłady:

- *błędnie wykonane, lecz odebrane elementy posadzek betonowych uniemożliwiają realizację warstw wykończeniowych podłóg, co powoduje konieczność ponownego zaangażowania ekipy oraz transport wywiezionego już sprzętu,*
- *braki informacyjne w modelach wykonawczych BIM powodują konieczność tworzenia kolejnych zapytań o informację oraz zmian projektowych na etapie realizacji robót.*
- Niewykorzystany potencjał ludzki – każda osoba ma zasób umiejętności i doświadczeń. Gdy zdolności te nie są rozwijane lub osoba nie jest dobierana do wykonywanych zadań, jej talent, umiejętności i wiedza się marnują. Doświadczenie autorów pokazuje, że potencjał pracowników jest notorycznie trwoniony. Powodem może być ustawiczne „gaszenie pożarów” (zamiast prewencji), brak należytej uwagi i szacunku dla pomysłów pracownika lub toksyczne środowisko pracy. Aby temu przeciwdziałać, firmy wdrażają systemy ocen i cykliczne rozmowy z pracownikami. Prócz weryfikacji postępów mają one na celu umożliwienie zabrania głosu w istotnych dla projektu lub organizacji kwestiach, konstruktywną krytykę lub – co ważniejsze – propozycję poprawy. W obliczu mocno zmieniającego się środowiska młodych inżynierów aspekt ten zdaje się kluczowy w budowie nowoczesnej organizacji gotowej na BIM. Niestety, brak stabilizacji sektora może generować trudności w procesie odpowiedniego motywowania i gratyfikacji najbardziej zaangażowanych pracowników, czemu przeciwdziałać można m.in. przez innowacyjne i elastyczne podejście do realizacji zamówień.

Przykłady:

- *brak wykorzystania potencjału tworzących skrypty inżynierów, których umiejętności mogłyby znacząco usprawnić modelowanie BIM,*
- *brak szkoleń dla pracowników budowy, którzy nie rozumieją potrzeby optymalizacji i porządkowania miejsca pracy, co skutkuje stratą roboczogodzin i zwiększonym poziomem ryzyka wypadku na placu budowy.*



Opracowanie płynnego procesu (EIR, BEP, MIDP)

Idealny projekt realizowany w zgodzie z filozofią Lean zakłada ciągły, nieprzerwany, niezawodny i w pełni przewidywalny proces. Oczywiście nie jest to osiągalne w praktyce, jednak odpowiednio zaplanowana sekwencja zdarzeń, właściwie dobrane zasoby oraz klarowna komunikacja między stronami procesu są kluczowe dla zachowania płynności. Kiedy jeden z etapów realizowany jest z opóźnieniem lub wyprzedza harmonogram, informacja na ten temat musi dotrzeć do wszystkich zaangażowanych. W przeciwnym razie dochodzi do marnotrawstwa, takiego jak bezczynność, zbędny transport magazynowanie czy zbędny ruch. Zarówno w kontekście tworzenia modeli, jak i później ich wykorzystania na placu budowy (np. przez wirtualny harmonogram wizualizowany przy pomocy modelu) konieczne jest odpowiednie zdefiniowanie procesów wymiany informacji. Służyć temu powinny konsultacje z zamawiającym i pozostałymi interesariuszami, ale także odpowiednio skonfigurowane narzędzia CDE.

Planowanie w systemie ssącym (*Pull-Planing*)

Tradycyjnie za planowanie projektu budowlanego jest odpowiedzialne kilka osób stojących na czele organizacji wykonawcy lub zamawiającego. Poszczególne etapy oraz czas ich trwania określone są odgórnie, często bez konsultacji z zespołem, który praktycznie będzie realizować poszczególne zadania. Wydajność takiego planu mierzy się efektywnością każdego etapu z osobna i tak też sprawowana jest kontrola skupiona na odbiorach poszczególnych części.

Jak wspomiano, wykorzystanie typowego dla Lean Construction systemu ssącego wymaga zaangażowania w pracę nad harmonogramem pracowników pierwszej linii. Co istotne w tym kontekście, dopóki nie mają oni możliwości wyartykułowania potrzeb lub zaprotestowania w przypadku nieracjonalnych wymagań, harmonogram jest nierealny. Jedną z podstawowych zasad takiego harmonogramowania brzmi: „Słowo TAK nic nie znaczy, jeśli nie możesz powiedzieć NIE”.

System ssący zakłada, że:

- harmonogram jest budowany „od tyłu”, tj. od gotowego produktu (np. gotowa dokumentacja projektowa, zrealizowany etap robót budowlanych, przekazany do użytkownika obiekt budowlany) do dnia rozpoczęcia działań,
- etapy i czas ich trwania są określane przez personel pierwszej linii, upoważniony do podejmowania decyzji i zobowiązań,
- działania są inicjowane w oparciu o potrzeby dalszych etapów procesu,
- wydajność jest definiowana przez weryfikację ogólnej przepustowości procesu i minimalizację marnotrawstwa,



- system kontroli jest nieustannie redefiniowany na podstawie monitorowania wyników, aż do osiągnięcia zamierzonych celów.

Proces planowania rozpoczyna się od zdefiniowania głównych etapów – kamieni milowych – oraz dat ich ukończenia. Zaangażowani w realizację poszczególnych etapów spotykają się i uzgadniają niezbędne działania i zasoby do realizacji celów, licząc od planowanej daty zakończenia. Czas liczony jest bez rezerw. Po opracowaniu wszystkich kamieni milowych badana jest logika i sprawność procesu. Po ewentualnej optymalizacji definiowane są najwcześniejsze praktyczne daty startu danego etapu, określane przez daty ukończenia wszystkich niezbędnych do jego rozpoczęcia procesów.

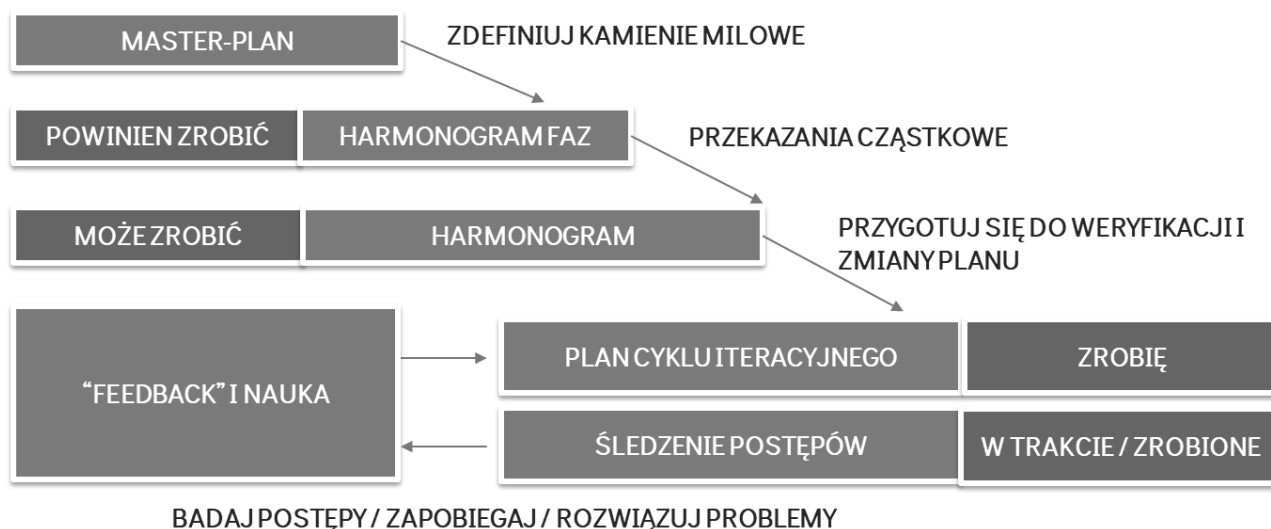
Oczywiście w praktyce jest to bardzo trudne. Wymaga pełnego zaangażowania liniowych liderów i kierowników robót, którzy precyzyjnie i bez nadmiernego optymizmu określą czas potrzebny na ukończenie danego etapu. Jednocześnie muszą zdefiniować, jakie prace trzeba wykonać, zanim zaczną działania. Presja otoczenia czy klienta nie mogą być czynnikami decydującymi. Deklaracje każdej ze stron muszą być wzięte pod uwagę, dlatego tak ważne jest, by w pracę zaangażować doświadczonych pracowników, którzy wielokrotnie wykonywali i raportowali podobne prace. Kluczowa jest płynność procesu, a nie efektywność lub nadgodziny poszczególnych branż czy ekip.

Po ustaleniu ogólnych kamieni milowych oraz harmonogramu faz planowanie wchodzi w 1–2 tygodniowe cykle, gdzie deklaracje obejmują stosunkowo małe wycinki robót. Dzięki temu ewentualne opóźnienia czy nadwyżki można szybko skontrolować i zareagować na nie w trakcie kolejnych narad. Zespoły często wykorzystują odpowiednie narzędzia, jak tablica z kolorowymi kartkami czy oprogramowanie symulujące tablicę w środowisku wirtualnym. Zadania wraz z zadeklarowanym czasem wykonania dzielone są na planowane w trakcie wykonania oraz archiwum. Pozwala to na przydzielanie zadań poszczególnym zespołom lub osobom oraz śledzenie wykonania w trakcie danego cyklu. Wspiera to transparentną współpracę i zmusza do brania odpowiedzialności za zadeklarowane terminy i produkty końcowe.

Instytut LCI opracował Last Planner – dedykowaną sektorowi budowlanemu wersję systemu ssącego. Metoda ta zdobyła już swoich zwolenników i jest wykorzystywana w wielu opisanych w literaturze branżowej przypadkach, zarówno na etapie projektowania, jak i budowy pokazano poniżej uproszczony schemat pracy w systemie Last Planner.



Współfinansowane przez
Unię Europejską



ryc. 13 Schemat procesu planowania w ramach systemu Last Planner

Źródło: opracowanie własne

Podsumowując, system ssący można realizować w następujących krokach:

- zdefiniuj fazowanie prac,
- ustal daty ukończenia faz (lub kamienie milowe),
- korzystając z metody *sticky notes* planuj sekwencję zadań **wstecz od daty ukończenia**
- stosuj rzeczywiste okresy trwania poszczególnych czynności (bez zapasów czy planowania „życzeniowego”).
- ponownie sprawdź logikę harmonogramu w celu ewentualnych optymalizacji,
- określ najwcześniejszą praktyczną datę rozpoczęcia procesu,
- zdecyduj, jakie czynności należy buforować lub zabezpieczyć za pomocą dodatkowego czasu:
 - które aktywności są najbardziej zagrożone?
 - jakie są zagrożenia?
 - jaka jest kolejność według stopnia niepewności?
 - przeznacznaj dostępny czas na najbardziej zagrożone czynności,
- sprawdź, czy zespół czuje się komfortowo ze stworzonym harmonogramem, a jeśli nie, ponownie zaplanuj albo przesun dany kamień milowy, jeżeli jest to możliwe.

Nieustanne doskonalenie (*Lessons Learned*, CDE)

Konieczność ciągłego doskonalenia procesów standaryzacji i eliminacji strat stanowi podstawę filozofii Lean. Możliwości poprawy są identyfikowane, wdrażane i stosowane w ramach standardu, dzięki zaufaniu między uczestnikami procesu i zaangażowaniu pracowników



poszczególnych firm. Świadomość pracowników jest szczególnie ważna. Ostatecznie to oni często najlepiej orientują się, gdzie leżą największe trudności i jakie poprawki są możliwe do wprowadzenia. Proces poprawy powinien być realizowany systematycznie i cyklicznie z wykorzystaniem przystosowanych narzędzi i procedur. W kontekście BIM właściwie każdy element metodyki winien być ustawicznie kontrolowany. Iteracyjne cykle produkcji modeli należy systematycznie sprawdzać zarówno od strony merytorycznej (weryfikacja projektowa, analizy funkcjonalne i sprawnościowe modeli), jak i od warsztatowej (weryfikacja poprawności nazewnictwa, kompletności parametrów itp.). Dokumenty (EIR, BEP) związane z metodyką również powinny cyklicznie podlegać ocenie, rewizjom i walidacji zarówno przez ekspertów, jak i uczestników projektów. Nawet światowe standardy narażone są na dynamiczne zmiany na rynku oprogramowania i usług, co skutkuje wydawaniem kolejnych rewizji. Choć więc ideał nie jest możliwy do osiągnięcia, dążenie do niego wpisane jest w DNA zarówno Lean, jak i metodyki BIM.

Na koniec należy zauważyć, że wdrożenie zasad i narzędzi Lean w sposób bezrefleksyjny niekoniecznie przyniesie oczekiwane efekty. Przykłady japońskich firm produkcyjnych pokazują, że czerpanie wprost z szeroko publikowanych metod Toyoty nie przełożyło się na taki sam wzrost efektywności. Każdą metodę należy bardzo wnikliwie przeanalizować pod kątem konkretnego projektu i organizacji.

Przemysł budowlany stosunkowo wolno ewoluuje w kierunku nowej kultury organizacyjnej, ale korzyści płynące z podejścia Lean zachęcają coraz więcej firm do zmiany. Kluczowym wyzwaniem przy adaptacji Lean w firmie jest więc zmiana kultury pracy i budowa zaufania wśród pracowników – szczególnie między firmami. Lean to system ludzi myślących (*Thinking People System*). Twórcy fenomenu Toyoty postawili na nieustanny rozwój i naukę pracowników. Większość ludzi chce wykonywać pracę dobrze i czuć satysfakcję z wartości, którą ona generuje. Firma powinna więc włączyć pracownika w rozwiązywanie problemów, poprawę jakości i bezpieczeństwa oraz minimalizację strat. Co ciekawe, wiele z metod powiązanych z filozofią jest realizowanych przez pracowników sektora budowlanego bez świadomości ich pochodzenia i historii.

Metodyka BIM bardzo mocno czerpie ze sprawdzonych w branży produkcji metod planowania, optymalizacji i kontroli procesu dostarczania informacji. Osoby zajmujące się metodyką są szczególnie wyczulone na możliwość (konieczność) zmian w sektorze. Technologia BIM może więc ułatwić zrozumienie i wdrożenie nowej kultury pracy w firmach, gdzie BIM jest już sprawdzoną i zaakceptowaną praktyką lub zainteresować te organizacje, gdzie wdrażany jest Lean.



Zwinne systemy zarządzania projektami (Agile)

Historia Agile

W połowie lat 80. XX w. japońscy profesorowie Hirotaka Takeuchi i Ikujiro Nonaka napisali artykuł *The New New Product Development Game*. Został on opublikowany w styczniu 1986 roku w „Harvard Business Review”. Opisywał pracę najbardziej wydajnych zespołów z firm takich jak Hawlett-Packard, 3M, Honda czy Fuji-Xerox. Okazało się, że tworząc nowe produkty, zespoły nie realizują najbardziej rozpowszechnionego systemu kaskadowego zarządzania projektem. Zamiast tego autonomiczne samoorganizujące się zespoły wykonywały nakładające się na siebie w czasie zadania szybciej oraz z większą elastycznością, reagując na zmienne potrzeby. Kolejne lata badań i analiz wdrożeń prowadzone zwinnych zespołach w Japonii i Stanach Zjednoczonych doprowadziły w roku 2001 do publikacji *Manifestu zwinnego tworzenia oprogramowania (Manifesto for Agile Software Development)*. Podstawę manifestu stanowiły 4 podstawowe zasady.

„Odkrywamy nowe metody programowania dzięki praktyce w programowaniu i wspieraniu w nim innych. W wyniku naszej pracy zaczęliśmy bardziej cenić:

- ludzi i interakcje od procesów i narzędzi,
- działające oprogramowanie (produkt) od szczegółowej dokumentacji,
- współpracę z klientem od negocjacji umów,
- reagowanie na zmiany od realizacji założonego planu.

Oznacza to, że elementy wypisane po prawej są wartościowe, ale większą wartość mają dla nas te, które wypisano po lewej”

Podobnie jak Lean, Agile stawia więc na ludzi oraz proces, który jest przez nich dostosowywany, aby jak najlepiej spełnić wymagania klienta/rynku. Manifest został uzupełniony o 12 zasad, które mają promować kulturę współpracy, w której zmiana jest czymś normalnym i oczekiwanym, a wartość oferowana klientowi stoi powyżej formalnych wymagań.

Wydaje się oczywiste, że duże znaczenie dla twórców manifestu miała filozofia Lean oraz stojące za nią idee. Jak zauważają P. Cappelli i A. Tavis, eksperci w zakresie zarządzania zespołami ludzkimi, „zwinne metody zarządzania nie są już zastrzeżone wyłącznie dla działów technologicznych. Dotarły one do innych obszarów i pionów funkcjonalnych – od opracowywania innowacji, przez produkcję, po marketing – a teraz przekształcają sposób zatrudniania pracowników, dbania o ich rozwój i zarządzania nimi”.



O ile więc metodyka Agile będzie miała ograniczone zastosowanie na budowie czy nawet w tradycyjnym procesie projektowym, o tyle może stanowić ramy współpracy dla zespołów realizujących skomplikowane projekty oparte na metodyce BIM. Aby zrozumieć, jak Agile może się przełożyć na sprawne tworzenie modeli informacyjnych, należy bliżej przyjrzeć się narzędziom i technikom zwinnego zarządzania.

W kolejnych rozdziałach pojawiać się będą terminy w języku polskim oraz angielskim. Wynika to z szeroko stosowanej terminologii oryginalnej, co dla niektórych czytelników może być niezbędne w zrozumieniu opracowań szczegółowych lub podczas rozmów z ekspertami.

Model kaskadowy a Agile

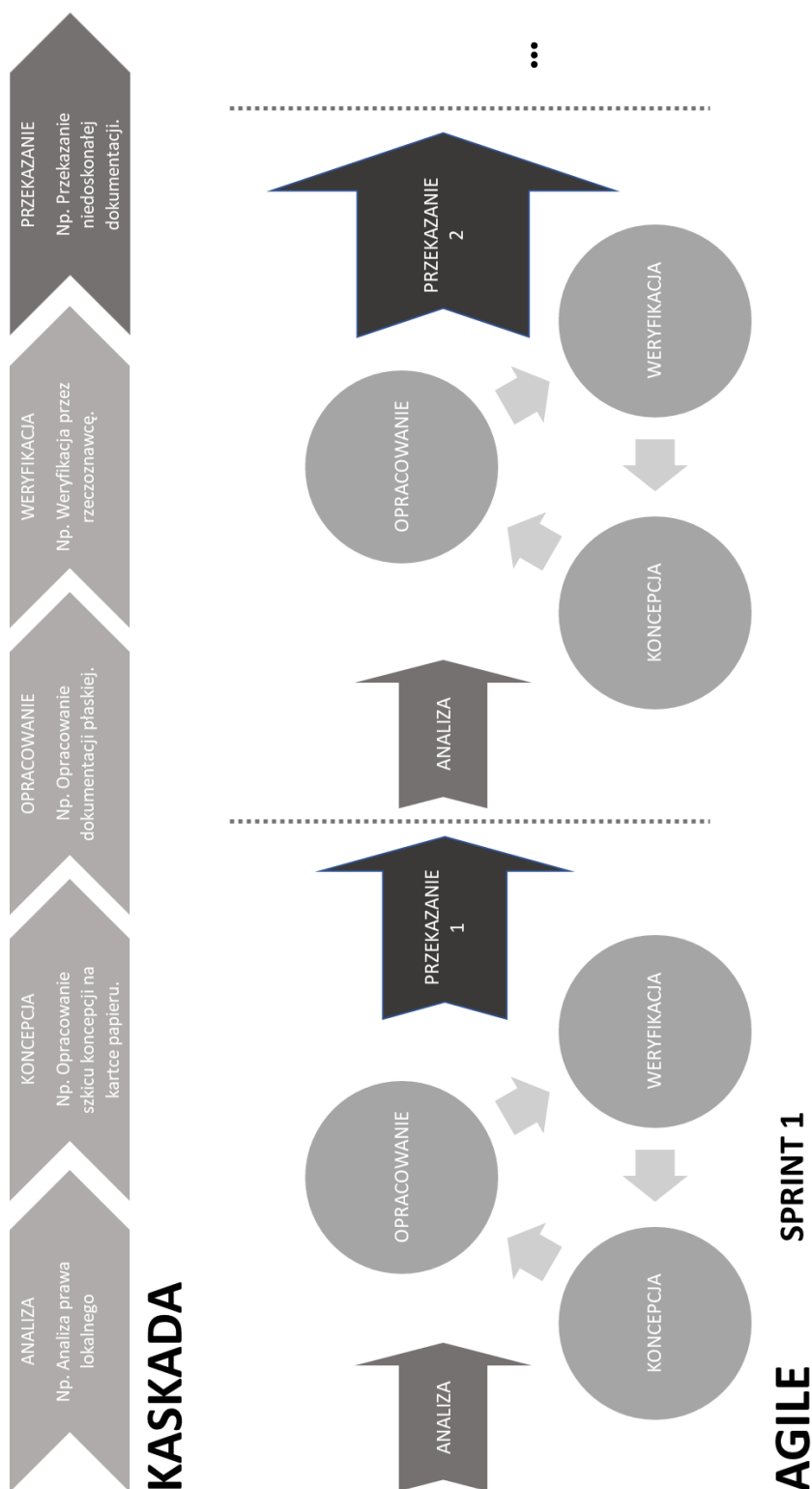
Model kaskadowy (*Waterfall*) jest bodaj najpopularniejszym obecnie podejściem do zarządzania projektami w sektorze budowlanym. Doskonale wpisuje się on w tradycyjne podejście do realizacji inwestycji budowlanych. System jest oparty na dekompozycji projektu na poszczególne fazy, następujące po sobie jedna po drugiej. Kluczowe są plan oraz jasno sprecyzowane i niezmiennie wymagania w stosunku do produktu końcowego. System opiera się na prostym następstwie: zrób A – zrób B – zrób C. Kolejnego kroku nie można rozpocząć przez ukończeniem poprzedniego. Jak łatwo się domyślić, metoda ta sprawdza się np. doskonale w przypadku pojedynczych procesów na budowie: wykonaj fundamenty – wykonaj posadzkę na gruncie – postaw ściany – wykonaj strop – postaw ściany – wykonaj dach. Na poziomie strategicznym zarządzanie projektem poprzez tzw. metodady tradycyjne może dawać doskonałe rezultaty. Wszędzie tam, gdzie możliwa jest powtarzalność, przewidywalność i standaryzacja warto korzystać jasno określonej ścieżki decyzyjnej i jasnego fazowania projektów.

Jednakże na poziomie operacyjnym, szczególnie w przypadku procesów empirycznych (gdzie wiedza wynika z doświadczania i podejmowania decyzji w oparciu o to, co zostało poznane), metoda kaskadowa może się nie sprawdzić m.in. z uwagi na wcześniej opisane problemy. Procesy takie powinny raczej przypominać eksperyment naukowy, zgodnie z przytoczonym w poprzednim rozdziale cyklem PDSA: projektowanie, budowa prototypu, test, optymalizacja. Podstawową różnicą między systemem kaskadowym a metodami Agile jest iteracyjność procesu. Agile zakłada cykliczne projektowanie, budowę, testowanie oraz wydawanie odpowiednio małych porcji projektu. Kluczowa jest właśnie możliwość częstej (co 3–4 tygodnie) weryfikacji niewielkich ilości informacji. W przypadku oprogramowania dawało to możliwość tworzenia i weryfikacji małych porcji funkcjonalności bądź interfejsu użytkownika, zanim jeszcze powstał gotowy produkt. W przypadku obiektów budowlanych można np. wydawać coraz bardziej kompletne modele BIM w celu ustawicznej weryfikacji spełnienia wymagań zamawiającego. Poniżej zaprezentowano schematyczne porównanie etapów pracy



Współfinansowane przez
Unię Europejską

w systemie kaskadowym oraz zwinnym. Modelu kaskady nie należy mylić z fazami realizacji inwestycji, odnoszą się one raczej do etapów konkretnej fazy, takich jak tworzenia dokumentacji projektowej.



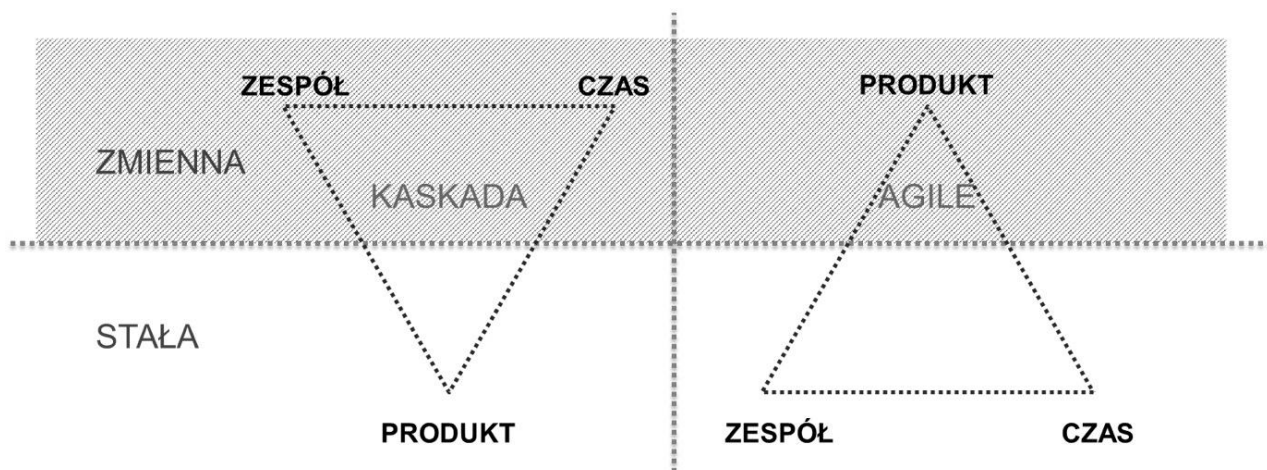
ryc. 14 Schemat etapów w systemie kaskadowym i zwinnym
Źródło: opracowanie własne.



Dla projektów obiektów budowlanych podejście takie ma również kluczowe znaczenie. Co oczywiste, każdy projekt powinien być iteracyjny. Projektant analizuje częstokroć setki rozwiązań (eksperymenty myślowe, szkice, makiety itp.), zanim dojdzie do końcowego rozwiązania. Jednak w przypadku korzystania z tradycyjnych form tworzenia dokumentacji po opracowaniu wstępnej koncepcji możliwość wprowadzania drastycznych zmian staje się coraz trudniejsza w miarę postępu pracy nad dokumentacją. Dodatkowo rysowane na płasko projekty wymagają pracochłonnego przetworzenia na potrzeby analiz. Zwykła wizualizacja wymaga stworzenia osobnego modelu 3D w celu pokazania walorów estetycznych projektowanego obiektu. Model energetyczny buduje się zazwyczaj raz na etapie projektu budowlanego, a ewentualne poprawki ograniczają się do optymalizacji grubości przegród budowlanych.

Tymczasem, korzystając z technologii BIM, można nieustannie testować model lub jego fragmenty i wprowadzać poprawki bez konieczności „przerysowywania” całej dokumentacji. Dotyczy to również fazy realizacji i eksploatacji inwestycji, gdzie kolejne optymalizacje projektu wykonawczego bądź ewentualnych zmian można sprawdzać w środowisku wirtualnym. Odpowiednie zaplanowanie kolejnych rzutów informacji (Data Drops) oraz obowiązujących dla nich analiz pozwala wprowadzić prawdziwie iteracyjny proces na niemalże każdym etapie projektowania i realizacji inwestycji.

W praktyce w systemie kaskadowym, z uwagi na nieprzewidziane okoliczności, zmieniają się czas niezbędny do realizacji (opóźnienia, przesunięcia) i zespół. Stały jest produkt zdefiniowany na etapie inicjacji projektu. W systemie Agile czas i zespół pozostają w większości przypadków niezmiennie, zmienne są za to wymagania w stosunku do projektu. Motto Agile brzmi: *fail fast – learn fast* (szybko polegnij, szybko wyciągnij wnioski). Czasem warto już na początku projektu zweryfikować założenia klienta i w ramach ciągłej współpracy i dialogu budować wspólnie z nim coraz lepszy produkt, niż ślepo skupiać się na pierwotnym planie. Należy w tym miejscu podkreślić, że zmienność produktu nie polega na niekontrolowanym obniżaniu jakości. Wręcz przeciwnie. Chodzi o racjonalizację założeń oraz budowanie dodatkowej wartości, ale w ramach minimalnych wymagań (tzw. MVP), które są niezmiennie. Dla metodyki podstawowe wymagania, które nie podlegają negocjacji, mogą się znaleźć w EIR lub SIWZ zamawiającego.



ryc. 15 Porównanie systemu kaskadowego i Agile w kontekście kluczowych zmiennych i stałych w organizacji pracy

Źródło: opracowanie własne.

Drugą, bodaj równie istotną zmianą w myśleniu o projekcie jest budowa i organizacja zespołu. Zespoły Agile tworzone są jako samoorganizujące się niewielkie grupy specjalistów. Eksperci wskazują, że optymalny zespół to 6–7 osób (+/- 2 osoby). Prócz członków zespołu metodyka wyróżnia wiele funkcji pomocniczych, jednak nie zarządczych, lecz raczej wspierających. Zespoły organizują się na bazie relacji, kompetencji i specjalności w zakresie wykonywanych zadań, co nie znaczy, że grupa nie może mieć lidera. Jak już wspomniano, zespoły mają być stałe i przeznaczone do konkretnego projektu. Przerzucanie członków między projektami powoduje znaczny spadek efektywności i konieczność wdrażania się do nowych zadań.

Jak wygląda prowadzenie projektu w systemie Agile? Detale mogą się różnić w zależności od konkretnej metody, ale podstawowe elementy są stałe.

- Osoba odpowiedzialna za produkt (przedstawiciel klienta) przedstawia wizję produktu końcowego i wraz z zespołem definiuje ogólny harmonogram (*Product Backlog*), przez wartościowanie poszczególnych części produktu w kontekście całości.
- Zespół rozpoczyna tworzenie poszczególnych części składowych produktu w ramach 2–3 tygodniowych cykli iteracyjnych.
- Pod koniec każdego cyklu zespół prezentuje efekty pracy przedstawicielowi klienta oraz pozostałym interesariuszom.
- Następuje weryfikacja osiągnięcia celów oraz ewentualna korekta harmonogramu.
- Następuje weryfikacja metod pracy oraz wdrożenie poprawek związanych z procesem tworzenia produktu.



- Cykle iteracyjne trwają aż do osiągnięcia zadowalającego produktu końcowego lub upływu przeznaczonego na projekt czasu.

Można powiedzieć więc, że nawet jeśli projekt prowadzony będzie przy pomocy tradycyjnego systemu zarządzania, warto zastanowić się, czy metody zwinne nie pomogą w dostarczaniu najlepszych możliwych produktów na poziomie pracy poszczególnych zespołów. Agile może znacząco poprawić organizację i efekty pracy na poziomie operacyjnym.

Agile na przykładzie Scrum – artefakty, role i wydarzenia

Zgodnie z definicją samych twórców, Kena Schwabera i Jeffa Sutherlanda, Scrum to „ramy postępowania (*framework*), dzięki którym ludzie mogą adaptacyjnie rozwiązywać złożone problemy, tak by w produktywny, iteracyjny sposób wytwarzać produkty o najwyższej możliwej wartości” .

Scrum jest stosunkowo prostą i elastyczną metodą zarządzania zwinnego. Jednocześnie dobrze definiuje podstawowe role i techniki, którymi mogą się posługiwać zespoły kreatywne. Co ważne, choć istotą Scrum są niewielkie zespoły, metodykę można adaptować do kilku, a nawet kilkunastu współpracujących ze sobą zespołów tworzących sieć powiązań. Scrum, poza tworzeniem oprogramowania, jest obecnie wykorzystywany na całym świecie do walidacji procesów, efektów pracy, w rozwoju produktów, usług oraz w zarządzaniu organizacjami.

Wydaje się, że teoria Scrum dobrze wpisuje się w metodykę BIM, co mają pokazać prezentowane odniesienia i przykłady z praktyki projektowej oraz prowadzenia prac budowlanych. Poniżej wymieniono podstawowe cechy Scrum.

- **Przejrzystość** – dotyczy to zarówno jasnej i czytelnej komunikacji, jak i stosowania klarownych zasad współpracy i zrozumiałych dla wszystkich członków zespołu standardów związanych z produktem. Dla metodyki BIM przejrzystość jest również kluczowa, np. wszyscy członkowie zespołu muszą się posługiwać wspólnym nazewnictwem, wszyscy członkowie zespołu muszą znać wymagania w stosunku do tworzonych produktów (modeli, rysunków, analiz, wizualizacji).
- **Inspekcja** – zespoły realizujące Scrum są zobowiązane są do systematycznej weryfikacji dostarczanych elementów (przyrostu oraz harmonogramów realizacji projektu (Backlog Produktu, Backlog Sprintu). Jednocześnie kontrola nie powinna być realizowana zbyt często, aby nie przeszkadzać w realizacji projektu. Dobre praktyki BIM zakładają cykliczną



kontrolę modeli informacyjnych oraz ich elementów przez wytypowane osoby, są to np. BIM manager/BIM koordynator dla modeli, Manager Informacji dla procesów. Kontrola odbywa się zgodnie z ustalonymi standardami wewnętrznymi i uzgodnionymi ze stronami punktami rzutu informacji (*data drops*).

- Adaptacja – w przypadku niezgodności produktu z oczekiwaniami lub możliwości usprawnienia procesu zespół jest zobowiązany jak najszybciej opracować i wdrożyć poprawkę. Jest to oczywiście (podobnie jak pozostałe elementy teorii Scrum) powiązane z filozofią Lean, która w założeniach ma eliminować błędy i problemy od razu po ich powstaniu. W ramach metodyki BIM eliminacja błędów i dążenie do optymalizacji procesów jest kluczem do sukcesu. Ma to zapewnić m.in. zastosowanie odpowiednich narzędzi do kontroli modeli (specjalistyczne oprogramowanie) oraz procesów (platformy CDE), ale przede wszystkim zaangażowanie personelu.

Artefakty

W ramach Scrum wyróżniamy 3 podstawowe artefakty – elementy, nad którymi pracuje zespół.

- Backlog Produktu to uporządkowana lista wszystkiego, co w danym momencie wiadomo odnośnie do rozwoju produktu. Stanowi jedyne źródło wymagań i elementów, które mają być zrealizowane w celu dostarczenia produktu. Stanowi swoisty harmonogram, który podlega jednak cyklicznym zmianom na bazie kolejnych cykli iteracyjnych, aby produkt był „odpowiedni, konkurencyjny i użyteczny”, zgodnie z wymaganiami klienta i rynku. Szacowanie czasu niezbędnego do wykonania poszczególnych zadań, a co za tym idzie liczba „historii” w Sprincie, pozostaje w gestii zespołu. Właściciel produktu i Scrum Master mogą starać się wpływać na zespół przez budowanie kompromisów i wyszukiwanie optymalizacji, jednak ostateczna decyzja należy do osób fizycznie wykonujących daną pracę.
- Backlog Sprintu – tworzą go zadania realizowane w ramach konkretnego sprintu oraz szczegółowy plan ich realizacji. Podlega uzupełnieniu w ramach prowadzonych działań, tworząc na koniec sprintu materiał do analizy.
- Przyrost (*Increment*) – wartość wszystkich elementów dostarczonych w ramach danego sprintu, wraz z poprzednimi. Przyrost to namacalny rezultat wykonanej pracy, który podlega ocenie podczas podsumowania pracy w danym cyklu iteracyjnym.

Najbardziej kłopotliwy bywa Backlog Produktu, którego stworzenie wymaga dużego doświadczenia i bliskiej współpracy zespołu realizującego projekt. Pozostałe artefakty są wynikowe. Na Backlog składają się zazwyczaj: mapa drogowa i wymagania do projektu.



Współfinansowane przez
Unię Europejską

Mapa drogowa – to harmonogram głównych kamieni milowych i plan działania obrazujący rozwój projektu oraz możliwe pokrywanie się realizacji poszczególnych zadań. Przykładowa wizualizacja prostej mapy drogowej projektu znajduje się na ryc. 16.

Mapa drogowa powinna ewoluować wraz z rozwijającym się produktem. Budując wstępny harmonogram, należy wykorzystać do maksimum możliwość równoległego wykonywania części zadań. Modelowanie parametrycznych komponentów można rozpocząć jeszcze przed ukończeniem pomiarów, dzięki fragmentarycznym skanom poszczególnych części obiektu (drzwi, okna, wyposażenie, itp.).



ryc. 16 Fragment przykładowej mapy drogowej projektu BIM polegającego na odtworzeniu dokumentacji dla obiektu istniejącego

Wymagania do projektu – często są definiowane w osobnym dokumencie (Product Requirements Document, PRD), opracowanym przez zamawiającego. W kontekście BIM rolę dokumentu odgrywają AIR i EIR. Należy pamiętać, że stworzenie dokumentu może wymagać specjalistycznej wiedzy, konsultacji i badań oraz zaangażowania zewnętrznych specjalistów. Kiedy jednak inwestor i zespół wykonawcy rozumieją cele i porozumiewają się tym samym językiem, szczegółowe wymagania powinny być negocjowane wspólnie. Proces ten dla BIM kończy się uzgodnieniem dokumentu BEP.

W tym kontekście warto wspomnieć o wymaganiach minimalnych dla projektu (Minimum Viable Product, MVP). Jest to zestaw wymagań, bez którego produkt nie może być przekazany. Dla projektu budynku mieszkalnego na MVP składać się mogą: dokumentacja pozwalająca na uzyskanie pozwolenia na budowę, minimalna wymagana powierzchnia użytkowa mieszkań. Ponieważ proces Agile ma testować najbardziej optymalne rozwiązania w ramach kolejnych iteracji i budować wartości aż do końca procesu (termin przekazania dokumentacji), warto już na początku uzgodnić wymagania, które należy zaspokoić jak najszybciej, aby projekt nie był zagrożony ciągłymi poprawkami.

By sprawnie zarządzać podziałem zadań oraz Backlogiem, konieczne jest rozbicie głównej wizji klienta na części, które będą możliwe do realizacji w ramach kolejnych sprintów. Część z praktyków stosuje więc tzw. dekompozycję wizji, polegającą na dzieleniu i grupowaniu zadań.



Motywy (*Themes*) – to ogólne grupy zadań, które wymagają realizacji zbliżonych działań, dla projektów budowlanych są to np. pomiary, modelowanie na potrzeby projektu budowlanego, tworzenie materiałów promocyjnych. Można powiedzieć, że motywy pozwalają na określenie głównych celów organizacji i ich przyporządkowanie do konkretnych grup. W kontekście BIM pozwalają na stworzenie i stanowią część AIR i EIR. Dobrym motywem dla firmy oferującej wyprawę na Marsa byłoby hasło: „Bezpieczeństwo przede wszystkim!”.

Cechy (*Features*) lub Epiki (*Epics*) – stanowią kolejny podział wizji na mniejsze części. Cechy pozwalają odpowiednio określić ważność poszczególnych elementów w kontekście harmonogramu projektu (Backlogu) oraz potrzeb klienta. Stanowią grupę historii lub w początkowej fazie dekompozycji mogą być tworzone z historii niemieszczących się w jednym sprincie. Efekt realizacji Cechy powinien umożliwić użytkownikom coś zrobić, uzyskać korzyść, np. podjąć strategiczną decyzję. Cecha to tworzenie modelu architektury lub konstrukcji na danym etapie. Cechy pozwalają na stworzenie tabel MPDT.

Historie (*User Stories*) – stanowią podstawową jednostkę pracy zdefiniowaną w Scrum. Pozwalają uzyskiwać realną wartość na zakończenie poszczególnych sprintów. Muszą więc być odpowiednio niewielkie, niezależne od siebie, dawać realną wartość w kontekście sprintu, być porównywalne z innymi historiami oraz umożliwiać precyzyjną ocenę efektów, a także podlegać negocjacji. Na jeden sprint może się składać kilka historii. Historie można tworzyć przez definiowanie efektu i oczekiwanego zysku w ramach projektu, np. „Chciałbym otrzymać aktualny harmonogram zrealizowany w technologii BIM 4D, żebym mógł zweryfikować założenia dla logistyki placu budowy”. Oczekiwany zysk to brak błędów logistycznych i strat finansowych wynikających z opóźnień w realizacji robót. Historie tworzą tabelę MIDP. Podobnie jak każdy element tabeli MIDP, tak i każda z historii powinna mieć jasno określony zestaw wymagań (kryteria akceptacji), których spełnienie umożliwia przekazanie jej do oceny klienta. Należy jednak pamiętać, że tworząc historię, trzeba się skupić na efekcie końcowym, jaki chcemy osiągnąć, a niekoniecznie na namacalnym produkcie (modelu, raporcie).

Zadania (*Tasks*) – stanowią najmniejszą porcję pracy i są zazwyczaj przypisywane do poszczególnych członków zespołu, którzy deklarują, ile godzin zajmie im realizacja każdego z nich. Dzięki tej metodzie członkowie zespołu mogą bardziej rzetelnie przewidywać pracę w kolejnych dniach, zamiast planować z dużym wyprzedzeniem. Postęp realizacji zadań oraz trafność deklaracji weryfikowane są podczas codziennych spotkań, tablicy *sticky notes*, wykresów trendu, jak: spalanie/wypalanie (*burn-down/burn-up charts*) lub specjalistycznego oprogramowania. W metodyce BIM zadania definiowane są przez tabelę TIDP.



ryc. 17 Uproszczony schemat dekompozycji wizji

Źródło: opracowanie własne

W tym kontekście przyrost można definiować zrealizowanymi z powodzeniem historiami, a Backlog Sprintu to nic innego jak zestaw zadań wraz z metodami ich realizacji, przypisany do konkretnego cyklu iteracyjnego. Dobrą praktyką jest utrzymywanie Backlogu Produktu, Backlogu Sprintów oraz innych parametrów metodyki w jednym miejscu. Obecnie powstaje coraz więcej narzędzi cyfrowych do zarządzania procesami zwinnymi, które prócz planowania pozwalają na kontrolę i wizualizację postępów realizowanych procesów. Przykładem są popularne Trello, JIRA czy Microsoft Project. Powstają też specjalne narzędzia dla BIM, np. Plannerly, gdzie funkcjonalności tablicy *sticky notes* i wykresów Gantta zostały połączone z możliwością tworzenia dokumentów czy poziomów LOD, a także wizualizacji modeli BIM.

Role

Prostota Scrum przekłada się również na liczbę ról i funkcji wymaganych na projekcie. W skład zespołu Scrum wchodzi: właściciel produktu (*Product Owner*), Scrum Master oraz niewielki, 6- do 9-osobowy zespół deweloperski (*Development Team*). Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę każdej z ról.

Zespół deweloperski – grupa 5–9 osób złożona z profesjonalistów, których zadaniem jest dostarczenie, na zakończenie każdego sprintu, „ukończonego” i gotowego do potencjalnego wydania przyrostu – dającej konkretną wartość części produktu końcowego. W założeniach przyrost tworzą tylko członkowie zespołu deweloperskiego. Zespół powinien więc zbierać w osobach członków wszystkie kompetencje niezbędne do realizacji zadania. Mówi się, że zespoły Scrum organizowane są podobnie do oddziałów wojsk specjalnych. Każdy z członków zespołu winien być dobrany na bazie posiadanych szerokich kompetencji na wysokim poziomie ogólności (np. umiejętność modelowania w danym oprogramowaniu klasy BIM lub



– korzystając z wojskowej analogii – posługiwanie się bronią palną) oraz głęboką wiedzę na temat wybranej specjalności (np. umiejętność tworzenia skryptów automatyzujących pracę). Teoria Scrum mówi, że choć poszczególni członkowie zespołu mogą realizować oddzielne zadania, bazując na swoich specjalnościach, odpowiedzialność za wykonywaną pracę ponoszą wszyscy. W praktyce, w szczególności przy dużych projektach obiektów budowlanych, 7-osobowy zespół nie da rady stworzyć kompletnej dokumentacji czy nawet pojedynczej dokumentacji branżowej. W przypadku projektów budowlanych tworzy się więc raczej sieć współpracujących

ze sobą zespołów specjalistycznych oraz powiązanych z nimi rzeczoznawców, ekspertów i dostawców. Wymaga to oczywiście odpowiedniej organizacji, ale należy pamiętać, że nie każdy zespół i nie w każdych okolicznościach musi realizować Scrum. Jeśli jednak któryś się na to zdecyduje, tym ważniejsze stają się role Scrum Mastera oraz właściciela produktu, żeby zachować sprawną komunikację między odrębnymi grupami. Więcej o skalowaniu metodyki Agile napisano pod koniec rozdziału.

Właściciel produktu – to osoba ostatecznie odpowiedzialna za produkt końcowy oraz wartość pracy zespołu w trakcie jego dostarczania. Jego rolą jest m.in. prezentowanie zespołowi wizji i wymagań klienta, zarządzanie, porządkowanie i jasne komunikowanie Backlogu Produktu, kontrola i optymalizacja wartości dostarczanej przez zespół. Właściciel produktu może reprezentować grupę klientów (zarząd firmy itp.), jednak tylko on może zmienić harmonogram i ważność poszczególnych produktów cząstkowych. Osoby chcące zmienić priorytet danego elementu Backlogu muszą się zwrócić do właściciela produktu. Wymaga to odpowiedniej organizacji komunikacji oraz szacunku dla tej roli i człowieka, który ją odgrywa. W ramach metodyki BIM niektórzy przyjmują, że rola właściciela Produktu powinna przypaść BIM managerowi. Jest to jednak błędne założenie. Bliżej tej roli jest tzw. manager informacji (*Information Manager*), który prócz administracji CDE, zgodnie z brytyjskim BIM poziom 2, ma odpowiadać za sprawną wymianę informacji i kontrolę ich zgodności z wymaganiami. Rola ta jest często łączona z rolą lidera projektu po stronie klienta. Należy jednak pamiętać, że właściciel produktu musi być w miarę możliwości dyspozycyjny i osadzony w pracy nad konkretnym projektem. Często rolę tę przyjmuje więc manager projektu, który pozostaje w najbliższym kontakcie z reprezentantami zamawiającego.

Scrum Master – to osoba odpowiedzialna za realizację i usprawnianie procesów realizowanych na projekcie Scrum. Jest z założenia najbardziej doświadczony w stosowaniu Scrum. Pełni funkcję tzw. przywódcy służebnego (*servant leader*) dla zespołu. Jednocześnie wspiera pozostałych interesariuszy w zrozumieniu i korzystaniu z efektów procesów Scrum. Jego podstawową rolą jest ułatwianie pracy zespołowi, a w efekcie sprawne dostarczania produktu zamawiającemu. W praktyce do zadań Scrum Mastera należy m.in. pomoc techniczna w zarządzaniu Backlogiem, usprawnianie i moderacja komunikacji między właścicielem produktu a zespołem, wsparcie merytoryczne w zakresie stosowania Scrum,



zapewnianie zasobów i usuwanie przeszkód podczas realizacji zadań przez zespół, wspieranie organizacji we wdrożeniu i zapewnieniu efektywności Scrum na prowadzonych projektach.

Podobną rolę dla metodyki BIM pełni BIM Manager. W dojrzałych organizacjach osoba ta jest odpowiedzialna za uzgodnienie standardów i metod realizacji metodyki w odniesieniu do celów zamawiającego. Wbrew obiegowej opinii nie zajmuje się głównie koordynacją modeli (jest to raczej rola wytypowanego koordynatora), lecz głównie kontroluje przepływ informacji między interesariuszami i wspiera inżynierów BIM i pozostałych interesariuszy w osiągnięciu pełnej efektywności. Jednakże, jeśli organizacja chce wdrożyć Scrum od zera, a w zespole brakuje doświadczenia w tym zakresie, lepiej powierzyć funkcję Scrum Mastera specjalście (np. zewnętrznemu trenerowi), który odpowiednio zaplanuje wdrożenie, przeszkoli pracowników i przygotuje wytypowane osoby do dalszej samodzielnej pracy.

Wydarzenia

Jednym z głównych mitów dotyczących metodyki Agile jest to, że brakuje w niej struktury i zasad. Tymczasem w Scrum określone są nie tylko role i obowiązki członków zespołu. System definiuje również wiele tzw. wydarzeń (*events*) ukierunkowanych na strukturyzację pracy. Wszystkie mają z góry przypisany maksymalny czas trwania, jednak poza sprintem można je kończyć wcześniej, po osiągnięciu zamierzonego celu. Wydarzenia mają ograniczyć do minimum konieczność organizowania innych formalnych spotkań i w rezultacie umożliwić zespołowi sprawną pracę. Wydarzenia Scrum wyszczególniono poniżej.

- **Sprint** – to wycinek czasu (nie dłuższy niż miesiąc, zazwyczaj 2–3 tygodnie), w trakcie którego można dostarczyć gotowy do weryfikacji element lub elementy produktu końcowego (przyrost). Po ustaleniu celu sprintu oraz norm jakościowych dla oceny jego efektów pozostają one niezmiennie aż do zakończenia. Oczywiście specyfika Agile oraz iteracyjność procesu (ciągłe badanie efektów w ramach każdego cyklu) powodują, że zdarzyć się mogą zmiany w zakresie danego sprintu. Nie ma w tym nic złego, jeśli takie zmiany nie stanowią zagrożenia dla harmonogramu sprintu, a właściciel produktu wyrazi na nie zgodę. U podstaw takich działań stoi teza, że dopóki nie zaczniemy pracować nad problemem, nie możemy na 100% przewidzieć jego dokładnej specyfiki i wyzwań, z którymi przyjdzie się zmierzyć.
- **Planowanie sprintu** – spotkanie (nie dłuższe niż 8-godzinne) mające na celu odpowiedź na dwa pytania: Co może zostać dostarczone w ramach przyrostu dla danego sprintu? W jaki sposób wykonamy pracę niezbędną do osiągnięcia celu?. Zespół, opierając się na Backlogu, wybiera historie, które będzie realizował w ramach danego okresu, oraz deklaruje czas niezbędny na wykonanie poszczególnych zadań. Oczywiście w praktyce osiągnięcie porozumienia w tym zakresie może być trudne, dlatego Scrum Masterzy wykorzystują



wiele gier negocjacyjnych (np. Scrum poker) oraz technik, które mają pomóc zespołowi w osiągnięciu konsensusu.

W kontekście zespołów BIM najistotniejsze jest doświadczenie w realizacji planowanych zadań. Bez niego precyzyjna deklaracja czasu potrzebnego do osiągnięcia celu może być bardzo trudna. Planowanie i kontrola sprintu, jak i całego Backlogu realizuje się na zasadach zbliżonych do systemu ssącego przy wykorzystaniu podobnych narzędzi (np. tablicy sticky notes lub specjalistycznego oprogramowania). Podobnie jak w przypadku Lean Construction, istotne jest, aby członkowie zespołu mieli możliwość negocjacji zakresu i metod osiągnięcia celu z właścicielem produktu oraz między sobą. Jak to jednak wygląda w praktyce? Poniżej przykładowy scenariusz.

Celem sprintu ma być opracowanie koncepcji projektu architektury wnętrz, kondygnacji typowej w biurowcu (tzw. fit-out). Właściciel produktu określa podstawowe wymagania – estetykę, elementy podlegające ocenie (wizualizacje, rzuty, przekroje, aplikacja VR). Praca dzielona jest na poszczególne zadania, jak modelowanie w oprogramowaniu BIM elementów wykończenia, wyposażenia, koordynacja modeli branżowych, uzupełnianie danych niegeometrycznych itp. Następnie poszczególni członkowie zespołu deklarują czas niezbędny do ukończenia poszczególnych zadań. W wyniku negocjacji ustalone są m.in. wytyczne estetyczne, szczegółowość informacji przypisanych do komponentów, poziom szczegółowości geometrycznej w nawiązaniu do Backlogu i BEP. W trakcie negocjacji (lub nawet w trakcie sprintu) okazuje się, że opracowanie wszystkich zadań jest niemożliwe z powodu zbyt krótkiego czasu. Zakres sprintu jest renegocjowany, by utrzymać cel końcowy i normy jakościowe dla pozostałych elementów przyrostu rezygnuje się z aplikacji VR, która jest stosunkowo najmniej ważna dla zamawiającego. Jej realizację przesuwa się na kolejny sprint.

Podczas planowania sprintu ważne, aby historie sortować od najważniejszych w Backlogu, ale również zapewnić odpowiednie tempo i rytm cykli iteracyjnych. Niedobrze, jeśli jeden cykl iteracyjny trwa 5 tygodni (bo trzeba zrobić 3 najważniejsze historie o dużej liczbie roboczogodzin), a następne tygodnie i podsumowania wytrącają zespół z rytmu. Warto tak grupować historie, aby każdy ze sprintów trwał mniej więcej tyle samo i generował podobną ilość materiału do weryfikacji przez zamawiającego. Zamiast dni roboczych do oceny historii stosuje się często punkty określające w sposób bardziej abstrakcyjny szacowaną pracochłonność. Na ryc. 18 pokazano schematyczny przydział poszczególnych historii do sprintów w celu zachowania odpowiedniego rytmu (w tym przypadku 10–11 pkt przypisanych do historii znajdujących się w poszczególnych sprintach).



FRAGMENT BACKLOGU – HISTORIE
SORTOWANE OD NAJWAŻNIEJSZYCH

SCHEMATYCZNY BACKLOG
SPRINTÓW

HISTORIA A – 8 pkt.	SPRINT 1	SPRINT 2	SPRINT 3
HISTORIA B – 5 pkt.			
HISTORIA C – 4 pkt.	HISTORIA B - 5	HISTORIA A - 8	HISTORIA F - 2
HISTORIA D – 3 pkt.			
HISTORIA E – 2 pkt.	HISTORIA C - 4	HISTORIA D - 3	HISTORIA G - 8
HISTORIA F – 2 pkt.			
HISTORIA G – 8 pkt.	HISTORIA E - 2		

Ryc. 18 Schematyczny proces porządkowania Backlogu Sprintu, celem osiągnięcia jednostajnego rytmu pracy i weryfikacji

Źródło: opracowanie własne

- **Codzienny Scrum** – codzienne spotkanie zespołu deweloperskiego (nie dłuższe niż 15 minut), które jest dla niego wydarzeniem. Ma dać odpowiedź wszystkim członków na 3 pytania:
 - Co udało się zrobić wczoraj w ramach realizacji sprintu?
 - Co planuję dziś w ramach realizacji sprintu?
 - Czy widzę problemy w ramach realizacji sprintu?

Cytując *Scrum Guide*: „Codzienne Scrumy poprawiają komunikację, eliminują inne spotkania, identyfikują i usuwają przeszkody, sprzyjają szybkiemu podejmowaniu decyzji i podnoszą poziom wiedzy zespołu deweloperskiego. Jest to spotkanie kluczowe dla procesu inspekcji i adaptacji”. Co ważne, Scrum nie służy rozwiązywaniu problemów, a jedynie ich zaakcentowaniu. Zaangażowany zespół spotyka się często po Scrumie w celu omówienia i rozwiązania wyartykułowanych wyzwań czy znalezienia metody na usprawnienie pracy w przypadku przewidywanych opóźnień. Scrum daje możliwość wypowiedzi wszystkim członkom zespołu, również tym, którzy w innych sytuacjach nie czują się na tyle pewnie, by manifestować swoje niezadowolenie lub obawy związane z realizacją zadań. W zespołach BIM – szczególnie w przypadku wymagających projektów – Scrum pozwala szybko uwspólniać wiedzę, kiedy zajęci własnymi zadaniami nie mamy czasu patrzeć na postępy czy problemy współpracowników. Dynamiczny rozwój metodyki BIM powoduje, że to, co dla jednego jest trudne i stanowi barierę w sprawnym modelowaniu informacji, dla innego może być dawno rozwiązany problemem. Sprint ma na celu również w tym zakresie pogłębić komunikację



między członkami zespołu. Na przykład nowo przyjęty nieśmiały z natury pracownik przez cały dzień boryka się z koniecznością ciągłych poprawek w numeracji pomieszczeń na rzutach. Tymczasem po sprincie, gdzie problem jest wyartykułowany, bardziej doświadczony członek zespołu proponuje zastosowanie przeciwznanego skryptu automatyzującego ten proces. Gdy zespół słabo się komunikuje, nieefektywne modelowanie może trwać tygodniami. Przez konieczność wypowiedzi na sprincie problem staje się wyzwaniem dla całego zespołu i może być błyskawicznie rozwiązany.

Przegląd sprintu – wydarzenie organizowane na zakończenie sprintu, trwające nie więcej niż 4 godziny (sprinty 2–3-tygodniowe kończą się zazwyczaj krótszymi przeglądami). W praktyce projektowej spotkania takie można przyrównać do narad koordynacyjnych czy grupowej kontroli harmonogramu. Podstawową różnicą jest jednak obecność członków zespołu oraz nieformalny charakter wydarzenia, które ukierunkowane jest na pobudzenie dyskusji i uzyskanie informacji zwrotnej od kluczowych decydentów, zaproszonych przez właściciela produktu. Elementem przeglądu jest możliwość prezentacji danej porcji materiału (przyrostu) przez odpowiedzialnych członków zespołu – demo. Pozwala to na budowę zaufania, natychmiastowy *feedback* od kluczowych interesariuszy i lepsze zrozumienie intencji klienta. Członkowie zespołu dowiadują się „z pierwszej ręki”, co zrobili dobrze, a co należy poprawić, i mogą personalnie przyjąć pochwałę lub naganę od decydentów.

Prócz prezentacji i oceny osiągniętego celu omawiany jest dalszy rozwój produktu – kolejne niezbędne kroki, a także ich waga w kontekście całego Backlogu. Na przykład pod koniec sprintu opracowano analizy energetyczne na bazie wykonanych modeli BIM. Ich wyniki są bardzo niekorzystne. Raport prezentuje osoba odpowiedzialna za wykonanie analizy, a dzięki wnikliwej wiedzy odpowiada jeszcze w trakcie spotkania na wątpliwości interesariuszy. Decyzją zamawiającego zmiana musi ulec bryła obiektu. Wpłynie to bezpośrednio na kolejny sprint, który miał służyć tworzeniu projektu zagospodarowania terenu. Rezultaty przeglądu to: wykryty na czas problem związany z projektem, omówienie sposobów na uniknięcie podobnych problemów w przyszłości, dyskusja nad możliwym rozwiązaniem, zmiana Backlogu projektu oraz, co również ważne, budowa zaufania między wszystkimi zaangażowanymi w proces.



Współfinansowane przez
Unię Europejską



ryc. 19 Efekt retrospektywy – tablica uzupełniona pomysłami i uwagami członków zespołu, na bazie której powstaje plan poprawy procesu

Źródło: graph'it.

Retrospektywa sprintu – spotkanie będące okazją dla zespołu scrumowego do przeprowadzenia analizy dotychczasowych działań oraz wprowadzenia optymalizacji w kolejnych sprintach (nie dłuższe niż 45 minut na każdy tydzień omawianego sprintu). O ile przegląd sprintu służy ocenie wartości dla klienta, o tyle retrospektywa to analiza technicznych aspektów samej pracy. Zespół, przy udziale Scrum Mastera, sprawdza, co się działo w kontekście pracy ludzi, ich relacji, procesów i narzędzi. Identyfikowane są wszystkie pozytywne elementy oraz to, co poszło źle. Efektem retrospektywy powinien być spisany i systematycznie wdrażany zestaw usprawnień. Jest wiele metod prowadzenia retrospektywy. Stosuje się warsztaty angażujące uczestników w opisywanie swoich odczuć co do procesu, np. przez uzupełnianie na tablicy korkowej kategorii „start”, „stop”, „mniej”, „więcej”, „kontynuuj” w kontekście pożądanых i niepożądanych zjawisk (patrz ryc. 19). Inną metodą jest deklarowanie, co sprawiało, że członkowie zespołu byli „poirytowani”, „smutni” czy „szczęśliwi” (metoda MAD, SAD, GLAD). Najważniejszy jest jednak udział wszystkich członków zespołu i kultura zaufania, w której nie obwiniamy się nawzajem za niepowodzenia, lecz szukamy możliwości poprawy.



Kontrola efektów pracy

Zgodnie z filozofią Lean również praca w zespołach Agile winna podlegać rygorystycznej ocenie. Głównym celem nie jest dystrybucja winy czy pochwał, lecz przede wszystkim poszukiwanie możliwości poprawy. Bez mierników skuteczności działań poprawa jest trudna do osiągnięcia. Metryki związane z prowadzeniem projektu w metodyce zwinnej można podzielić na te związane z pomiarem tempa i ilości wykonanej pracy oraz te, które skupiają się na przepływie wartości między wykonawcą i zamawiającym. Mają one zmierzyć:

- rezultaty pracy zespołu i dać pogląd na ilość i rodzaj wartości dostarczonej zamawiającemu,
- efektywność danego zespołu Scrum – jego wkład w ogólny sukces inwestycji,
- efektywność procesów Scrum, np. ich wydolność, w celu wdrożenia poprawek.

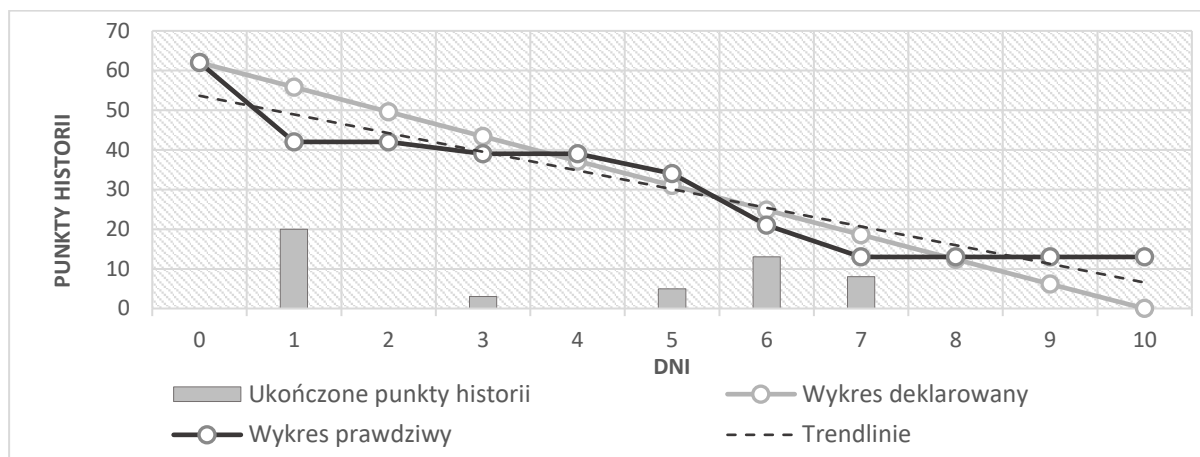
Poniżej przedstawiono kilka podstawowych metod badania sprawności procesów oraz realizujących je zespołów.

Pomiar wyników – główna odpowiedzialność właściciela komponentu. Poniżej wypisano wskaźniki, które mogą pomóc zmierzyć pracę wykonaną przez zespoły komponentów i wartość dostarczoną zamawiającemu.

- Sukces celu sprintu. Weryfikacja, czy określony na etapie planowania cel został osiągnięty, dzięki jasno określonym metrykom. Na przykład planując realizację modeli, sprawdzamy, czy osiągnęły one poziom szczegółowości określony w BEP i MPDT. Definiując cele sprintu, a następnie mierząc, ile sprintów osiągnęło cel, można uzyskać jakościową ocenę pracy zespołu.
- Uniknięte defekty i częstość występowania wad. W optymalnym przypadku zespół powinien w pełni zweryfikować produkty częściowe (historie) i unikać niedoskonałości przez jak najlepsze zrozumienie wymagań zamawiającego. W praktyce pojawiać się będą błędy i nieporozumienia. Warto więc mierzyć liczbę uwag i poprawek nanoszonych na dokumenty i analizy w trakcie podsumowań sprintów.
- Prędkość i rytm (tzw. kadencja) pracy zespołu Scrum. Warto kontrolować, ile historii w jakim czasie jest dostarczanych w ramach kolejnych sprintów. Pomaga to oszacować, ile pracy zespół może wykonać w przyszłych sprintach.
- Sprint Burndown Chart – wykres podsumowania przebiegu sprintu jest klasyczną reprezentacją postępu w sprincie. Pokazuje liczbę godzin pozostałych do ukończenia historii zaplanowanych każdego dnia podczas bieżącego sprintu. Podsumowanie w czytelny sposób pokaże, czy zespół ma szansę ukończyć sprint z sukcesem.



Współfinansowane przez
Unię Europejską



ryc. 20 Przykładowy Burndown Chart, określający tempo realizacji historii w trakcie sprintu w stosunku do założeń

Źródło: graph'it.

Pomiar skuteczności biznesowej mierzonej w trakcie realizacji zamówienia oraz całej inwestycji – główna odpowiedzialność właściciela projektu oraz zespołu zarządczego inwestycji. Poniżej wyszczególniono wskaźniki, które pomagają ocenić skuteczność zespołów w osiąganiu celów biznesowych.

- Czas wejścia na rynek z gotowym produktem – jest to okres, w którym produkt zaczyna dostarczać wartość zamawiającemu, np. czas, w którym można realizować przetarg na bazie dokumentacji projektowej.
- ROI – zwrot z inwestycji dla projektu oblicza całkowitą wartość wygenerowaną z produktu w porównaniu z kosztem sprintu wymaganego do jego opracowania. Scrum ma potencjał generowania zwrotu z inwestycji znacznie szybciej niż tradycyjne metody prowadzenia projektu, ponieważ poszczególne produkty mogą być wdrażane zaraz po ich zatwierdzeniu. Z każdym sprintem zespoły Scrum tworzą coraz więcej wartości dodanej, co może się przełożyć na realną wartość dla zamawiającego. O ile w pracach na budowie ma to ograniczone zastosowanie (chyba że obiekt jest częściowo przekazany do użytkowania), o tyle prace projektowe prowadzone iteracyjnie pozwalają szybko dać wartość, np. przez wygenerowanie materiałów promocyjnych jeszcze przed ukończeniem dokumentacji projektowej.
- Przeniesienie kapitału – mierzy, czy warto kontynuować projekt przy danych założeniach, czy wartość ekonomiczna projektu przekracza jego koszty. Na przykład analizy sprawności obiektu mogą pokazać olbrzymie przyszłe koszty eksploatacyjne lub błędy uniemożliwiające realizację.



- Zadowolenie zamawiającego – istnieje kilka dobrze znanych wskaźników służących do pomiaru zadowolenia klientów. Używanie ankiet i badanie wskaźników zadowolenia klientów w trakcie warsztatów wskazuje, czy zespoły osiągają swój ostateczny cel, którym jest dostarczanie wartości klientom.

Monitorowanie zespołu Scrum – główna odpowiedzialność Scrum Mastera. Poniżej wyszczególnione wskaźniki mogą pomóc zespołowi Scrum w monitorowaniu działalności i wczesnym identyfikowaniu problemów, zanim wpłyną one na pracę i rozwój produktu.

- Retrospektywa sprintu – uwagi omawiane podczas retrospektywy pokazują ogólny stan zadowolenia zespołu.
- Zadowolenie zespołu – okresowe badanie zespołu jest ważne, aby zobaczyć, jak bardzo członkowie zespołów są zadowoleni ze swojej pracy. Może też dostarczyć sygnałów ostrzegawczych dotyczących problemów z kulturą organizacyjną, konfliktów w zespole lub problemów procesowych.
- Retencja w zespole – mała liczba wymian członków w zespole wskazuje na zdrowe środowisko pracy, natomiast wysoka liczba zmian osobowych może wskazywać na coś przeciwnego.

Poszczególne metryki warto weryfikować w trakcie trwania projektu i prezentować na podsumowaniach sprintu oraz podczas retrospektyw.

Skalowanie Agile

Jak już wspomniano, nie wszystkie zespoły zaangażowane w proces muszą realizować Scrum, żeby zwinnie zarządzać jednym zespołem. Istnieją jednak metody, które pozwalają na organizację kilku lub nawet kilkunastu zespołów Agile. Z metod tych korzystają duże zespoły, m.in. wielkie korporacje z Doliny Krzemowej. Jak więc skutecznie wprowadzić Scrum poza własnym zespołem? Poniżej kilka podstawowych dobrych praktyk.

1. Określenie minimalnych wymagań co do efektu końcowego prac. Często zamawiający ma trudności z jasną komunikacją wizji oraz kluczowych wymagań. Dla metodyki BIM elementy te powinny znaleźć się w EIR. Dobrą praktyką jest więc dzielenie celów i wymaganych metod realizacji BIM na kluczowe (podstawowe) i dodatkowe. Dzięki temu, przy wsparciu właściciela produktu, zespoły mogą w pierwszej kolejności skupić się na kluczowych elementach.
2. Wspólny Backlog Produktu. Zgodnie z założeniami Agile harmonogram wskazujący na najbardziej priorytetowe w danym momencie zagadnienia będzie się zmieniał wraz z postępami prac. Ważne więc, by jego porządkowanie odbywało się przy współudziale przedstawicieli wszystkich zespołów oraz żeby dostęp do aktualnej wersji mieli wszyscy, a nie tylko managerowie.



3. Zapewnienie właściwej infrastruktury IT. Po pierwsze należy zainwestować w narzędzia, które pozwolą koordynować większą liczbę (zazwyczaj rozproszonych) zespołów. Do narzędzi tych należą oczywiście platformy typu CDE (lub całe ich ekosystemy zintegrowane w ramach wspólnego środowiska). Na etapie projektowym dobrze jeśli mamy do dyspozycji platformę umożliwiającą pracę na modelach centralnych w tzw. chmurze. Innym typem niezbędnego oprogramowania będzie narzędzie do utrzymywania i udostępniania Backlogu (harmonogramu projektu). Tutaj z pomocą mogą przyjść wspomniane już narzędzia jak JIRA czy Microsoft Project w wersji chmurowej. Ważne, żeby oprogramowanie było proste w użytkowaniu i dawało możliwość szybkiego dostępu do najbardziej aktualnych danych.
4. Utrzymanie niewielkich zespołów. Bez względu na wielkość przedsięwzięcia, wymagana jest pełna zwinność, osiągalna jedynie przez niewielkie, samoorganizujące się zespoły. Jeff Bezos wielokrotnie wspominał, że Amazon działa w strukturze zespołów, które mogą najeść się dwiema pizzami (*two-pizza rule*).
5. Utrzymanie stosunkowo krótkich cykli iteracyjnych. Ponieważ koordynacja i podejmowanie decyzji w większych grupach zwiększa ryzyko bezwładności procesów, tym bardziej należy zwracać uwagę na szybką realizację i weryfikację przyrostu.
6. Wybór właściwego właściciela produktu. Tę funkcję powinien sprawować kierownik/manager projektu, który ma możliwie najwyższe kompetencje i wiedzę z zakresu realizacji inwestycji, a jednocześnie pozostaje w ścisłym kontakcie z decydentami po stronie zamawiającego. Rola właściciela produktu może być powielana w poszczególnych zespołach, gdzie będą ją odgrywać np. managerowie (informacji) poszczególnych wykonawców.
7. Synchronizacja pracy. Praca poszczególnych zespołów musi być synchronizowana w sposób umożliwiający wspólną koordynację, spotkania i narady. Choć wydaje się to oczywiste, w praktyce niezbędne są jasno wytyczone i uzgodnione ramy (opisane np. w BEP), które wymuszają terminarz zrzutów informacji czy aktualizacji modeli koordynacyjnych w środowisku oprogramowania BIM.
8. Wybór właściwej ramy pracy. Istnieje wiele uznanych i sprawdzonych metod skalowania Agile. Do najbardziej znanych należą:
 - Large Scale Scrum (LeSS) – stosunkowo najprostsza metoda przygotowana w dwóch ramach (*frameworks*): LESS przeznaczona dla 2–8 zespołów Scrum oraz LESS huge dla nawet kilkudziesięciu zespołów pracujących na jednym produkcie;
 - Scaled Agile Framework (SAFe) – metoda zakłada 4 ramy uzależnione od skali i rodzaju przedsięwzięcia – Essential SAFe, Large Solution SAFe, Portfolio SAFe, Full SAFe;



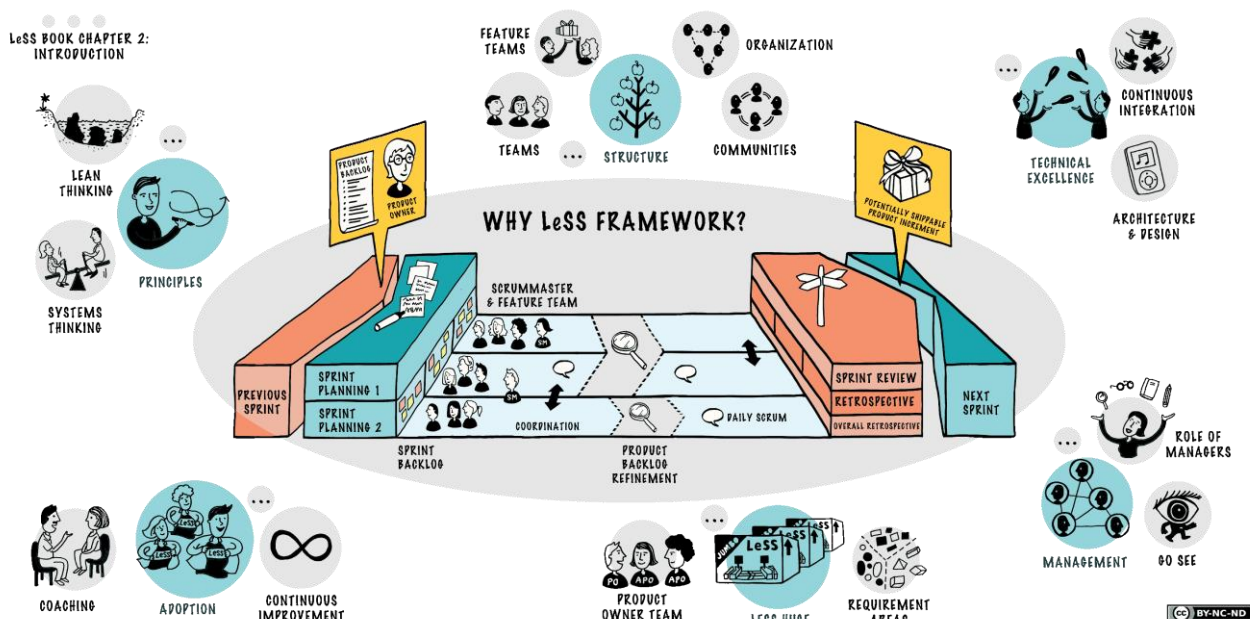
- Disciplined Agile Delivery (DAD) – proponuje podejście hybrydowe, unifikujące najlepsze praktyki wielu ram zwinnej organizacji pracy, jak Scrum, SAFe, Extreme Programming itp.;
- Scrum Of Scrums (SOS) – metoda zdyskredytowana przez ekspertów, wymieniona głównie z uwagi na dosyć dużą popularność. Zakłada budowanie zespołów Scrum na dodatkowych poziomach na zasadzie rozgałęziającego się drzewa, gdzie wybrani przedstawiciele zespołów tworzą zespoły na kolejnym poziomie organizacji.

Każda z powyższych metod ma swoją specyfikę, jednak w uproszczeniu można powiedzieć, że kluczem jest dodanie kolejnego poziomu koordynacji efektów pracy oraz dodatkowych ról wspomagających proces tworzenia produktu. LeSS uzupełnia etap planowania o „planowanie sprintu 1” realizowane w zespole właściciela produktu. Zespół ten składa się z delegowanych rotacyjnie przedstawicieli poszczególnych zespołów roboczych.

Po wyborze i przydzieleniu kluczowych historii do sprintu organizowane jest „planowanie sprintu 2”. W trakcie tego wydarzenia już w zespołach roboczych tworzony jest Backlog Sprintu oraz przydzielane są zadania. Dzięki obecności przedstawicieli realizujących pracę w zespołach (a nie tylko managerów) możliwe jest wspólne realne planowanie i wyjaśnianie wątpliwości z właścicielem produktu. Podobnie prowadzone są retrospektywy – najpierw w zespołach, a potem między nimi. Daje to możliwość poprawy dynamiki pracy na każdym poziomie koordynacji. Wyjątkiem od tej reguły są podsumowania sprintów, realizowane przy możliwie pełnym udziale wszystkich członków zespołów oraz przedstawicieli zamawiającego. Organizowane są coraz częściej – przynajmniej częściowo – zdalnie, co pozwala uniknąć zbiorowisk. Jednocześnie obecność inżynierów realizujących konkretne zadania daje możliwość zadawania bardzo konkretnych pytań. W połączeniu z modelami informacyjnymi, gotowymi do prezentacji i analizy, pozwala to bezpośrednią dyskusję z decydentami i błyskawiczne podejmowanie decyzji kluczowych dla dalszej pracy. Poniżej ryc. pokazano schemat pracy w ramach LeSS.



Współfinansowane przez
Unię Europejską



ryc. 21 Schemat ideowy pracy w ramach Large Scale Scrum (LeSS)

Podsumowanie części drugiej

Jak piszą twórcy, Scrum (Agile) jest łatwy do zrozumienia, ale trudny do opanowania.

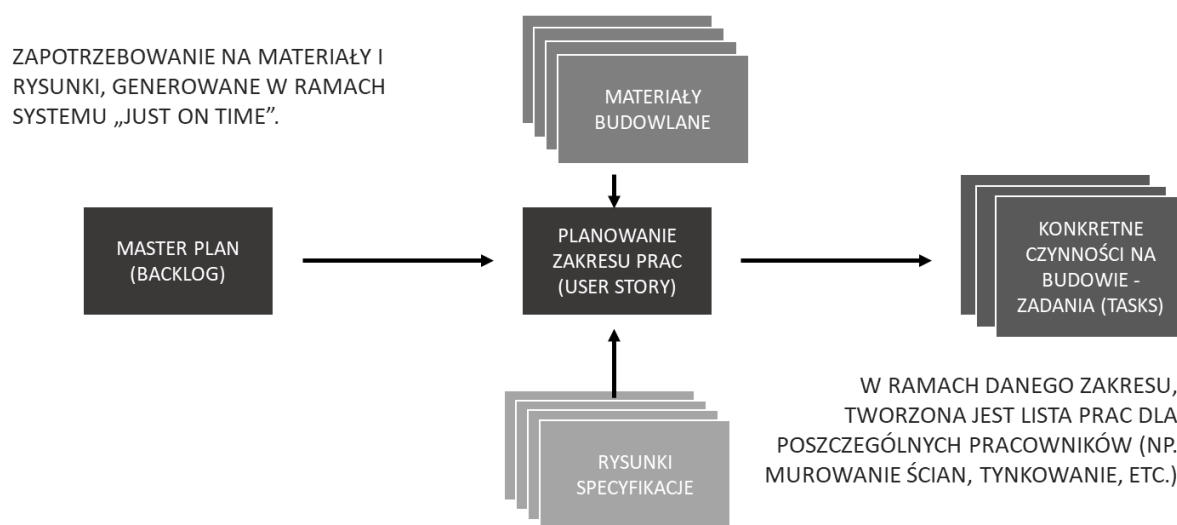
Zmiana sposobu zarządzania wymaga przede wszystkim zmiany kultury w organizacji. Podobnie jak w przypadku filozofii Lean, kluczowe jest wsparcie ze strony decydentów organizacji i pełne zaangażowanie zespołu. Typowa dla sektora budowlanego niechęć do zmienności – kojarzona z utratą kontroli – stanowi jedną z podstawowych przeszkód wdrażania metodyki Agile. Druga to brak wsparcia merytorycznego ze strony liderów, którzy zamiast „zarządzać” powinni pełnić funkcję mentorów. Co ciekawe, oba te problemy dotyczą również wdrożenia metodyki BIM.

Aby zespoły Scrum mogły sprawnie funkcjonować, konieczne jest zapewnienie w projekcie niezbędnych kompetencji, tak by do minimum ograniczyć potrzebę wsparcia zewnętrznego przy realizacji przedzielonych zadań. Dla poszczególnych członków problematyczna może się okazać płaska hierarchia w zespole. Część pracowników lubi przejrzyste struktury wertykalne, gdzie szeregowy pracownik ma nad sobą specjalistę, managera czy dyrektora. Praca w zespole Scrum zapewne nie zapewni awansu poprzez „odsiedzenie” kilku lat w firmie. Premiowane jest raczej pogłębianie kompetencji, coraz pełniejsze zaangażowanie i przyjmowanie większej odpowiedzialności za powierzone zadania. Oczywiście nazwy na wizytówkach mogą pozostać, ale ważniejsza jest chęć wspólnej pracy na rzecz klienta.

Należy pamiętać, że nie wszystkie zadania i zespoły wymagają zwinnego zarządzania. W przypadku prostych i powtarzalnych procesów, gdzie liczą się precyzja i szybkość wykonywania poszczególnych etapów, Scrum może się nie sprawdzić. Można tu przytoczyć,



wspomnianą już wojskową analogię i porównać regularną armię do jednostek specjalnych. Obie formacje mają swoje zastosowania, chociaż organizowane są według zupełnie innych zasad. Krótkie cykle pracy i weryfikacji można jednak stosować niemal wszędzie, ale szczególnie tam, gdzie nie znamy precyzyjnej metody dojścia do optymalnego rezultatu. Jak pokazuje ryc. 22 – nawet na budowie, która jest typowo kaskadowym procesem, można wpieść pewną zwinność w codzienną pracę. Dla niektórych projektów, gdzie dokumentacja doprecyzowywana jest w trakcie budowy, może to mieć kluczowe znaczenie. Agile może stanowić więc dobrą odpowiedź na otaczającą nas niepewność, związaną zarówno ze zmiennymi potrzebami klientów jak i użytkowników obiektów budowlanych.



ryc. 22 Schemat planowania historii (*user story*) na budowie

Źródło: Opracowanie własne

Jak więc odróżnić tradycyjne organizacje od zwinnych? Do charakterystycznych cech tych drugich zaliczyć można:

- szybkość i elastyczność podejmowanych działań,
- sprawną odpowiedź na zmiany i niepewność,
- wysoką jakość i wysoce zindywidualizowane produkty oraz usługi,
- gotowość tworzenia produktów i usług z wysoką zawartością informacji i wartością dodaną,
- chęć poszukiwania i aktywizacji kluczowych kompetencji wśród członków zespołów,
- błyskawiczną reakcję na kwestie społeczne i środowiskowe,



Współfinansowane przez
Unię Europejską

- syntezę różnych technologii,
- integrację zarówno wewnątrz przedsiębiorstwa, jak i między przedsiębiorstwami.

Można powiedzieć, że cechy te powinny opisywać każdy zespół chcący wdrożyć dojrzałą metodykę BIM. Zarówno filozofia Lean, jak i zwinne metody zarządzania stanowią odpowiedź na problemy wynikające z dehumanizacji procesów masowej produkcji. Coraz większa zmienność otaczającego świata i konieczność szybkiego reagowania na wymagania klientów i użytkowników budynków i infrastruktury wydają się wymagać coraz bardziej elastycznego podejścia do procesów inwestycyjnych. To, co jeszcze kilkanaście lat temu promowane było jako nowoczesne budownictwo, dziś traktowane jest często niespełniające norm. Budowa szacunku wśród uczestników projektu, szybka reakcja na zmiany, ukierunkowanie na zbieranie i analizę danych, konieczność ciągłej nauki i doskonalenia, ograniczanie marnotrawstwa i dostarczenie możliwie najwyższej wartości klientowi to już nie cechy organizacji Lean czy zespołu Agile – to uniwersalne zasady funkcjonowania nowoczesnych przedsiębiorstw.

W kontekście tej książki najważniejsze jest jednak to, że metodykę BIM można realizować (przynajmniej w części) bez wnikliwej wiedzy o Lean czy Agile, ale żadna organizacja sektora budowlanego nie skorzysta w pełni z dobrodziejstw nowoczesnego zarządzania projektami bez wykorzystania BIM.



CZĘŚĆ TRZECIA

Autor: dr inż. Paweł Tadejko

Digital Twin – BIM na sterydach

Cyfrowy bliźniak (ang. digital twin) i BIM to pojęcia związane z zarządzaniem informacjami o obiektach budowlanych. Jednak istnieją między nimi duże różnice. W idealnym środowisku, cyfrowy bliźniak jest jak najpełniejszym obrazem (w formie cyfrowej) zjawisk zachodzących w realnym świecie. Może on dotyczyć maszyn na hali produkcyjnej, autonomicznych samochodów czy inteligentnych budynków. Właściwości inteligentnego budynku powstają jakby przy okazji, bo digital twin realizowany jest dzięki możliwości przetwarzania danych w czasie rzeczywistym i stałej aktualizacji stanu obiektów i procesów.

Jak już wiemy Building Information Modeling jest procesem projektowania i zarządzania informacjami o obiektach budowlanych, w trakcie ich życia cyklu. Jest to jednak tylko niewielki podzbiór danych i informacji cyfrowego bliźniaka, najczęściej „zatrzymany w czasie”. Gdzieś pomiędzy znajduje się inteligentny budynek (ang. smart building), który jest podzbiorem cyfrowego bliźniaka. Inteligentny budynek wykorzystuje systemy sterowania i dane w nich zbierane do bardziej optymalnego kontrolowania parametrów systemów budynku, takich jak klimatyzacja, oświetlenie, ogrzewanie, etc.

Digital twin stara się nie tylko zbierać i prezentować dane budynku ze wszystkich dostępnych źródeł, aby dać nam **pełny cyfrowy obraz** budynku, ale daje też nowe możliwości. Digital twin jest dynamiczny i umożliwia zarządzanie i monitorowanie fizycznego obiektu za pośrednictwem internetu rzeczy (IoT), big data i narzędzi zaliczanych do kategorii sztucznej inteligencji. Dzięki temu digital twin jest bardziej zaawansowanym narzędziem i jest uważany za następną generację w rozwoju BIM.

BIM na etapie eksploatacji

Building Information Modeling dzięki wykorzystaniu cyfrowych narzędzi i modeli trójwymiarowych, pozwala także na uzyskanie aktualnego i dokładnego opisu obiektu w trakcie jego eksploatacji. Z biegiem czasu BIM będzie stawał się nieodłącznym elementem procesu projektowania i budowy, a jego zastosowanie w fazie eksploatacji obiektu budowlanego staje się coraz bardziej powszechne. I to nie tylko z powodu formalnych procedur, standardów ISO, czy wymagań SWZ. BIM (i jego rozszerzenie w postaci digital twin)



Współfinansowane przez
Unię Europejską

na etapie eksploatacji, może przynosić wymierne efekty ekonomiczne związane z utrzymaniem inwestycji.



Ryc. 23 Zakres modelu BIM w fazach projektowania, budowy i utrzymania obiektów budowlanych.

Źródło: Bocconcino, Maurizio & Turco, Massimiliano & Vozzola, Mariapaola & Rabbia, Anna. (2021). Intelligent information systems for the representation of the city - Urban survey and design for resilience.

W fazie eksploatacji BIM może pełnić funkcję narzędzia do zarządzania obiektem (udostępniając aktualne i dokładne informacje o obiekcie), umożliwiając m.in. szybką identyfikację i rozwiązywanie problemów technicznych. Może też być wykorzystywany jako platforma analizy danych z monitorowanych systemów, aby lepiej planować prace serwisowe i konserwacyjne.



Korzyści z zastosowania cyfrowych bliźniaków w budownictwie

Oferując wysoki stopień interoperacyjności i automatyzacji, cyfrowe bliźniaki mają potencjał, aby zrewolucjonizować kilka aspektów biznesu budowlanego. W tej sekcji skupimy się tylko na wybranych korzyściach płynących z zastosowania cyfrowych bliźniaków w budownictwie.

Podstawowymi zaletami są oczywiście:

- Lepsze zarządzanie zasobami
- Łatwiejsza komunikacja z interesariuszami
- Podejmowanie decyzji i planowanie bazujące na bardziej wiarygodnych danych
- Zautomatyzowane monitorowanie postępu prac

Z kolei agregacja i analiza danych, w szczególności z wykorzystaniem uczenia maszynowego (ang. machine learningu) otwiera nowe możliwości, m.in. takie jak:

- monitorowanie danych zbieranych z instalacji, dotyczących użytkowania i wydajności w czasie rzeczywistym; prezentacja i wizualizacja;
- możliwe „uczenie się” systemów i projektowania scenariuszy optymalizacji, na podstawie analizy zbieranych danych;
- uruchamianie symulacji i testowania scenariuszy „what-if”, w tym także procedur bezpieczeństwa;
- uruchamianie systemów klasy analizy anomalii i prognozowania awarii instalacji – systemów konserwacji zapobiegawczej (ang. predictive maintenance);

Technologie Przemysłu 4.0 w BIM

Wdrożenie platformy CDE jako pierwszego kroku w kierunku zarządzania projektem w metodologii BIM jest dopiero początkiem. Pełne wykorzystanie możliwości analizy danych na etapie eksploatacji inwestycji, wymaga nie tylko platformy CDE, ale też dodatkowych narzędzi i systemów składowania i analizy danych.

Technologie “Internet of Things”, “Artificial Intelligence” (AI) oraz “Big Data” to technologie kluczowe dla Przemysłu 4.0. To dzięki nim możliwa jest analiza dużych ilości danych zbieranych z sensorów IoT, w szczególności też analiza w czasie rzeczywistym, niezbędna do sterowania, działania systemów bezpieczeństwa i wykorzystania algorytmów Sztucznej Inteligencji (SI), np. w algorytmach (ang. predictive maintenance).



Wspomniane technologie są kluczem idei Digital Twin w budownictwie. Stąd nawiązanie do Przemysłu 4.0, który opiera się silnie na filarach technologicznych:

- IoT / IIoT – Internet Rzeczy i Przemysłowy Internet Rzeczy – jako technologie służące do dostarczania danych z obiektów budowlanych i instalacji w tych obiektach;
- Cloud Computing – Chmura obliczeniowa w klasycznej postaci oraz w konfiguracjach chmury prywatnej, a także przetwarzania brzegowego (ang. fog/edge computing) – jako technologia składowania danych z bliźniaka cyfrowego;
- Machine Learning - Uczenie maszynowe, rozumiane jako algorytmy i narzędzia sztucznej inteligencji, które posiadają zdolność uczenia się bez konieczności jawnego zaprogramowania zasad, według których mają postępować;

Wykorzystanie AI może odbywać się w ramach autonomicznych systemów, ale może być wsparciem dla realizacji zadań, co do których decyzje są podejmowane przez człowieka⁵. Co ciekawe, w ostatnich latach, pojawiły się także publikacje, które przedstawiają możliwości wykorzystania inteligentnych systemów do wspomagania procesów decyzyjnych w realizacji koncepcji lean maintenance, która pozwala na zwiększenie efektywności operacyjnej infrastruktury. W szczególności istnieją możliwości wykorzystania metody sztucznej inteligencji do poszukiwania zależności pomiędzy określonymi działaniami realizowanymi w ramach wdrażania lean maintenance a uzyskanymi wynikami⁶.

Można wręcz powiedzieć, że systemy oparte o na algorytmach SI są wzorcową implementacją idei samodoskonalenia i realizują cykl Deminga z wykorzystaniem narzędzi SI. Krok ZBADAJ (Study, Check) - analizując rezultaty działania instalacji budynkowych (jako odpowiednik procesu uczenia SI) – buduje wiedzę nt. sposobu wykorzystania obiektów budowlanych. Kiedy z kolei ZASTOSUJ, DZIAŁAJ (Act) - podejmuje działania, aby wdrożyć ulepszony proces sterowania systemami budynkowymi. Dla metodyki BIM oznacza to procesy wymiany informacji oraz korygowania sposobu działania instalacji, względem założeń projektowych.

⁵ How big data and AI will optimise continuous improvement, VINCI Energies - The Agility Effect, 2020

<https://www.theagilityeffect.com/en/article/how-big-data-and-ai-will-optimise-continuous-improvement/>

⁶ The Use of Artificial Intelligence Methods to Assess the Effectiveness of Lean Maintenance Concept Implementation in Manufacturing Enterprises, Applied Sciences - Design and Management of Manufacturing Systems, 2020, <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/21/7922>



Dobre praktyki BIM na etapie eksploatacji obiektu budowlanego

Wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji sprawia, że idea digital twin rozszerza metodykę BIM, aby zapewnić klientowi i zarządcom obiektów odpowiednie narzędzia do obsługi MEP (mechanical, electrical, plumbing) i HVAC (heating, ventilation and air conditioning) oraz rozwiązywania problemów związanych z konserwacją za pomocą cyfrowego bliźniaka: daty instalacji, materiałów, okresu użytkowania, itp. Dobre praktyki BIM na etapie eksploatacji obiektu budowlanego powinny uwzględniać następujące aspekty:

1. Integracja z systemami zarządzania budynkiem: BIM powinien być ściśle zintegrowany z systemami zarządzania budynkiem, takimi jak systemy kontroli dostępu, systemy ochrony przeciwpożarowej i systemy kontroli energetycznej. Integracja ta pozwala na uzyskanie bieżących informacji o stanie technicznym budynku i umożliwia szybszą reakcję na ewentualne problemy.
2. Aktualizacja modelu: Model BIM powinien być regularnie aktualizowany, aby zapewnić jego aktualność i dokładność. Aktualizacje powinny być wprowadzane w odpowiednim czasie, na przykład po wprowadzeniu zmian w obiekcie lub po wykonaniu remontów.
3. Współpraca zespołu: W fazie eksploatacji obiektu budowlanego ważne jest, aby zespół odpowiedzialny za zarządzanie obiektem współpracował ze sobą i z innymi dostawcami usług. Współpraca ta pozwala na uzyskanie bieżących informacji o stanie technicznym budynku i umożliwia szybszą reakcję na ewentualne problemy.
4. Planowanie i przeglądy: BIM powinien być wykorzystywany do planowania i przeprowadzania regularnych przeglądów obiektu budowlanego. Model BIM może być wykorzystywany do planowania prac konserwacyjnych, zarówno w trybie klasycznym, jak i z wykorzystaniem systemów konserwacji zapobiegawczej.
5. Wsparcie w identyfikacji i rozwiązywaniu problemów technicznych: BIM umożliwia szybką identyfikację potencjalnych problemów technicznych, a także pomaga w ich rozwiązaniu. Modele BIM zawierają wszystkie niezbędne informacje dotyczące obiektu, w tym jego konstrukcję, instalacje, układ funkcjonalny i inne ważne parametry. Dzięki temu, w razie potrzeby, można szybko i łatwo przeprowadzić konserwację lub naprawę.

Nanyang Technological University Singapore - Case Study

Projekt Nanyang Technological University (NTU) EcoCampus⁷ w Singapurze jest jednym z najciekawszych przykładów wykorzystania cyfrowego bliźniaka do optymalizacji działania instalacji w budynkach, a tym samym wspierać także realizację założeń idei Nearly Zero-Emission Building (NZEB). Wykorzystuje interaktywną wizualizację 3D i szczegółowe opracowanie planu generalnego do modelowania zużycia energii i optymalizacji wydajności w

⁷ NTU Singapore | IES, <https://www.iesve.com/ntu-singapore>, 2023



Współfinansowane przez
Unię Europejską

całym kampusie, wraz ze szczegółową symulacją i kalibrowanym modelowaniem 21 budynków kampusu. Realizowany w dwóch fazach projekt wykorzystywał innowacyjną technologię ICL (Intelligent Communities Lifecycle) firmy IES⁸ do zapewnienia wysokiego poziomu wizualizacji i analizy testowych technologii redukcji energii na kampusie.

NTU chciało przede wszystkim zrozumieć, na poziomie kampusu, które rozwiązania testowe działają najlepiej oraz określić optymalną skalę i lokalizację ich zastosowania. Korzystając z rzeczywistych danych operacyjnych pochodzących z zakładów energetycznych oraz systemów zarządzania budynkami (BMS) NTU, IES była w stanie ocenić i zidentyfikować możliwości osiągnięcia optymalnej wydajności w istniejących budynkach operacyjnych na terenie kampusu, wykorzystując innowacyjny proces Ci2 (Collect, Investigate, Compare, Invest).



Ryc. 24 Kampus Nanyang Technological University

IES postrzega ICL jako "cyfrowego bliźniaka" dla zrównoważonego projektowania. Cyfrowy bliźniak pozostaje w synchronizacji z fizycznym obiektem poprzez czujniki, dzięki którym pozwala na uchwycenie reprezentacji fizycznego obiektu w dowolnym momencie. Wszelkie potrzebne testy, analizy, symulacje itp. można teraz przeprowadzić na cyfrowym bliźniaku,

⁸ IES Virtual Environment | The Leading Integrated Suite for Accurate Whole Building Performance Simulation

<https://www.iesve.com/software/virtual-environment>, 2023



a nie na obiekcie fizycznym, wykorzystując dokładne dane o nim w czasie rzeczywistym, a nie założenia dotyczące jego właściwości.

Podczas etapu "zbierania" i "badania" zebrano informacje o budynku i zaimportowano dane operacyjne do iSCAN, aby zbadać problemy/usterki w wybranych 21 budynkach na terenie kampusu NTU. Zwrócono uwagę na następujące problemy: niski i wysoki poziom CO₂, niestabilne temperatury poza klimatem, niższe niż oczekiwano temperatury powietrza powrotnego, wadliwe liczniki zużycia energii oraz problemy z ustawieniem temperatury w biurach pracowników i salach konferencyjnych. Pierwszy etap realizacji – tylko z wykorzystaniem inteligentnego sterowania instalacjami budynku przyniósł następujące wyniki, Faza 1:

- 10% szacunkowych oszczędności energii
- S\$3.9M oszczędności finansowe (singapore dollars)
- 8.2kt – wartość licznika carbon savings

Dane wejściowe z zaprojektowanych modeli BIM, w tym geometryczne i niegeometryczne dane strategii efektywności energetycznej i komponentów budynku mogą być skutecznie analizowane przy użyciu modelowania symulacji zdarzeń dyskretnych. Kluczowe wskaźniki wydajności, takie jak koszt, czas i poprawa efektywności energetycznej, są wynikami specyficznymi dla każdej strategii. Dzięki wykorzystaniu narzędzi SI opartych na algorytmach uczenia maszynowego, które uczyły się na danych zebranych z eksploatacji budynku osiągnięto jeszcze lepsze wyniki w Fazie 2:

- 31% szacunkowych oszczędności energii
- S\$4.7M oszczędności finansowe (singapore dollars)
- 9.6kt - wartość licznika carbon savings

Wybór rozwiązań - wyzwania Digital Twin

Wdrożenia tak zaawansowanych rozwiązań stawiają przed nami wiele możliwości, ale też wiele wyzwań. Architektura danych we wdrożeniach digital twin w budownictwie może różnić się w zależności od wielu czynników, takich jak: skala projektu, potrzeby biznesowe i ograniczenia technologiczne. Jednak niektóre powszechnie stosowane podejścia to:

- Chmura obliczeniowa: Wiele danych, takich jak modele 3D, dane o jakości powietrza, ruchu i hałasie, może być przechowywanych w chmurze obliczeniowej. Chmura umożliwia dostęp do danych z dowolnego miejsca i umożliwia współdzielenie informacji między różnymi użytkownikami.



Współfinansowane przez
Unię Europejską

- Edge / Fog computing: Dla danych, które wymagają szybkiego dostępu i przetwarzania, takich jak dane z czujników i sensoryczne, warto rozważyć wykorzystanie edge lub fog computing. W tym podejściu dane są przetwarzane na urządzeniach lokalnie i tylko niezbędne informacje są przesyłane do chmury.
- Architektura Hybrydowa: Można również stosować hybrydową architekturę, w której dane są przechowywane w chmurze i przetwarzane na krawędzi w zależności od potrzeb. To pozwala na połączenie najlepszych cech obu podejść.

Ważne jest, aby architektura danych była bezpieczna, niezawodna i elastyczna, aby umożliwić łatwą integrację z innymi systemami i usługami. Warto również zwrócić uwagę na koszty i skalowalność, aby uniknąć problemów związanych z rosnącymi potrzebami w miarę rozwoju projektu.



Ryc. 25 Komponenty składowe wdrożenia digital twin;

Źródło: opracowanie własne.

Jeśli przyjrzymy się komponentom składowym wdrożenia, to okaże się, że mamy tam więcej pytań o znaczeniu strategicznym:

- Jak zaprojektować instalacje, aby pomagały monitorować KPI?
- Jak zweryfikować, którzy dostawcy technologii posiadają API pozwalające na łatwą integrację?
- Gdzie składować dane – własne data center czy Edge/Cloud Computig?



Współfinansowane przez
Unię Europejską

- Do jakich celów chmura obliczeniowa może być niezbędna?
- Jakie systemy składowania i hurtowni danych wykorzystać?
- Jak dobrać komponenty analizy danych, optymalizacji, symulacji?
- Które komponenty wynajmować (ang. outsourcing), a które zbudować samodzielnie?

Kluczowe decyzje pomagają często podjąć partnerzy technologiczni, eksperci BIM czy firmy doradcze. W przypadku BIM i digital twin coraz częściej kluczowe decyzje muszą być wypracowane wspólnie z dostawcami technologii z branży IT. Dlatego, że to właśnie dane są nazywane „złotem” lub „ropą” XXI wieku, a organizacje potrafiące wykorzystywać dane to „data-driven organization”. Bez danych i specjalnych systemów ich składowania i analizy nie mogłyby działać systemy optymalizacji, nie tylko te oparte na AI.



ZAKOŃCZENIE

Projekt „Organizacja Szkoły Managera w celu kształcenia i szkolenia zawodowego osób dorosłych” był realizowany w okresie 01.03.2022r. – 28.02.2023r. Cel projektu został zrealizowany – nawiązano współpracę międzynarodową, pozwalającą na podniesienie jakości pracy i praktyk zaangażowanych organizacji, zapewniającą możliwość transformacji i zmiany prowadzącej do poprawy każdej z organizacji.

W ramach projektu nastąpił transfer wiedzy i praktyk w zakresie wykorzystania i wdrażania instrumentów służących cyfryzacji w budownictwie, takich jak Lean Management, Building Information Modeling, Lean Construction, Agile management.

W ramach projektu zrealizowano:

- konferencję otwierającą projekt wprowadzającą do tematyki merytorycznej projektu tj. nowoczesnych rozwiązań cyfrowych w budownictwie, Lean Management, technologii BIM
- szkolenia dotyczące Lean Management w budownictwie, w ramach którego poruszono kwestie m. in. cyfryzacja procesów w budownictwie, przemysłu 4.0, digital twins, zarządzanie ryzykiem procesów informacyjnych, warsztat z planowania procesu informacyjnego, kształtowanie informacji o obiekcie, Lean Lean Construction, Agile management, BIM w praktyce Lean management, Elementy Agile w projektowaniu BIM – zrealizowano dwa szkolenia – pierwsze w Polsce, w którym udział wzięli przedstawiciele firm zrzeszonych w ramach Polskiego Klastra Budowlanego oraz drugie w Słowenii, które zostało skierowane do przedstawicieli firm zrzeszonych w ramach Słoweńskiego Klastra Budowlanego
- wizyty studyjne w polskich i słoweńskich firmach, których celem była wymiana doświadczeń, nauka dobrych praktyk, poznanie rozwiązań wdrożeniowych
- konferencję podsumowującą projekt, w trakcie której zaprezentowano wypracowane efekty projektu.

Realizacja projektu stworzyła możliwość dyskusji na temat praktycznego aspektu wdrażania rozwiązań związanych z cyfryzacją w budownictwie.

Technologia BIM przede wszystkim pozwoli na poprawę efektywności procesu budowlanego – czyli zmniejszenie marnotrawstwa czasu i materiałów. Proces projektowy się wydłużył i jest bardziej kosztowny – ale wynika to z konieczności większego nasycenia informacją, lepszej koordynacji branż i podjęcia większej ilości decyzji na etapie projektowym. Dokładny model cyfrowy budynku ze wszystkimi jego składnikami pozwala na lepszą wycenę, zaplanowanie prac i nadzór nad realizacją. Szczegółowe projektowanie pozwala uniknąć kolizji które są kosztowne i mogą wpływać na termin realizacji zamierzenia.



Warto też przyjrzeć się przyczynom braku efektywności podczas realizacji inwestycji w sektorze budowlanym, do których należą:

- *Słaby projekt – najczęściej niedoprecyzowany i nieskoordynowany – także ze względu na brak decyzji klienta.*
- *Oderwanie projektantów od wykonawców – rozwiązania zaprojektowane są błędnie lub/i drogo i wymagają przeprojektowania w trakcie budowy.*
- *Niewystarczające zaplanowanie budowy – niewystarczająca koordynacja poszczególnych wykonawców.*
- *Nierzetelność poszczególnych podwykonawców objawiająca się słabą jakością (wymagającą poprawek) i opóźnieniami. Opóźnienia się kumulują.*

Tomasz Perkowski, Architekt / Deweloper Produktów, Unihouse SA

BIM pozwoli na istotne oszczędności w budowlanym procesie inwestycyjnym jedynie w wypadku kiedy wszyscy uczestnicy procesu budowlanego włącznie z Inwestorem i wykonawcami (a nie tylko projektanci) będą potrafili poruszać się w BIM. Modelowanie informacji o budynku (BIM) tylko jako koordynacja samego procesu projektowego nie wydaje się niezbędny, a w niektórych wypadkach wręcz może przeszkadzać. Oczywiście jest łatwe wykrywanie kolizji pomiędzy instalacjami, ale oczywiście ma to znaczenie tylko wtedy, kiedy wszystkie branże projektowe modelują instalacje, pilnują nawzajem i usuwają kolizje pomiędzy sobą. Zarządzanie informacją o Inwestycji od momentu rozpoczęcia jej projektowania aż do zarządzania już funkcjonującym obiektem niesie za sobą oszczędności przy remontach, przebudowach, serwisach itp. W przypadku realizacji Inwestycji zgodnie z projektem i późniejsze aktualizowanie danych na etapie zarządzania obiektem, to wielkie ułatwienie, wymaga jednak dużych nakładów ze strony wszystkich uczestników procesu od projektowania do zarządzania. Żeby tak się stało BIM musi żyć od początku do końca trwania obiektu.

Brak efektywności podczas realizacji inwestycji w sektorze budowlanym wynika z braku znajomości projektu, celu jakiego projekt służy i braku koordynacji na budowie pomiędzy uczestnikami procesu budowlanego. Niezmiennie od kiedy pamiętam - znaczny brak efektywności wynika też z braku wystarczającej decyzyjności ze strony Inwestorów i próby przerzucenia wszelkiego ciężaru odpowiedzialności za Inwestycję na projektanta i wykonawcę. Jeżeli BIM ma się udać, to Inwestor musi świadomie się w nim poruszać i czynnie uczestniczyć. Nawet jeżeli projektant i wykonawcy będą sprawnie w nim działali w BIM, to bez czynnego Inwestora efektywność nadal będzie kuleć.

arch. Jakub Antonowicz / Właściciel, KUBATURA - Antonowicz, Napiórkowski S.K.A.