

Dotyczące rozprawy doktorskiej
mgr inż. arch. Marty Kręskiej-Pyrz

pt. „Eliminacja zagrożeń w trakcie procesu projektowego jako determinanty tworzenia modeli przyjaznego i bezpiecznego środowiska do życia”

Wprowadzenie

Rozprawa doktorska została przygotowana w ramach doktoratu wdrożeniowego i koncentruje się na jednym z kluczowych problemów współczesnej architektury i urbanistyki – **zarządzaniu ryzykiem w procesie projektowym**.

Architektura jest dziedziną z natury interdyscyplinarną – łączy sztukę, technikę, prawo, nauki społeczne i środowiskowe. Proces projektowy odbywa się na styku wielu interesów: inwestora, projektantów, instytucji publicznych, wykonawców i wreszcie przyszłych użytkowników. W takich warunkach naturalnie pojawiają się liczne zagrożenia: prawne, środowiskowe, techniczne, ekonomiczne czy społeczne. Ich ignorowanie prowadzi do konsekwencji w postaci błędów projektowych, opóźnień inwestycji, wzrostu kosztów, a nawet realnego zagrożenia zdrowia i życia użytkowników budynków.

W tradycyjnej praktyce projektowej problem eliminacji zagrożeń bywa traktowany fragmentarycznie. Istnieją procedury bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP), normy przeciwpożarowe, standardy konstrukcyjne czy przepisy środowiskowe, ale rzadko są one integrowane w jednym narzędziu. Brakuje narzędzi, które pozwoliłyby architektowi na **holistyczną ocenę projektu pod kątem ryzyka** już na wczesnych etapach, zanim dokumentacja trafi do instytucji uzgadniających czy na budowę.

Rozprawa mgr inż. arch. Marty Kręskiej-Pyrz podejmuje próbę wypełnienia tej luki poprzez opracowanie **Listy Kontrolnej Projektu (LKP)** – siedmiomodułowego narzędzia umożliwiającego audyt ex-ante dokumentacji projektowej. Narzędzie to, połączone z narzędziami cyfrowymi (BIM, CDE, VR/AR), ma służyć eliminacji zagrożeń, poprawie jakości projektów, skróceniu czasu realizacji inwestycji i zwiększeniu bezpieczeństwa użytkowników.

Stan badań i luka poznawcza

W literaturze światowej problematyka ryzyka w budownictwie jest obecna od lat, jednak dotyczy głównie **zarządzania projektami budowlanymi** (construction management) i skupia się na fazie realizacji inwestycji. Istnieją liczne publikacje dotyczące ryzyk finansowych, kontraktowych, harmonogramowych czy bezpieczeństwa pracy na budowie.

Znacznie mniej uwagi poświęca się **ryzykom projektowym**, czyli tym, które powstają na etapie koncepcji i dokumentacji. A to właśnie one decydują o jakości całej inwestycji. Błąd w projekcie architektoniczno-budowlanym może prowadzić do kosztownych korekt na budowie, utraty spójności dokumentacji czy nawet zagrożenia bezpieczeństwa użytkowników.

W Polsce temat zarządzania ryzykiem w projektowaniu architektonicznym jest praktycznie **nieobecny** w literaturze naukowej. Architekci i inżynierowie polegają głównie na przepisach prawa (Warunki Techniczne, Prawo budowlane, normy branżowe) oraz własnym doświadczeniu zawodowym. Brakuje **systematycznego narzędzia**, które w sposób całościowy i interdyscyplinarny wspierałoby projektanta w eliminacji zagrożeń.

Luka poznawcza, którą stara się wypełnić niniejsza rozprawa, polega więc na:

- braku integracji różnych aspektów ryzyka (prawnych, technicznych, środowiskowych, społecznych, użytkowych) w jednym modelu,
- niewielkim wykorzystaniu narzędzi cyfrowych (BIM, CDE) do systematycznej eliminacji ryzyk,
- braku empirycznych badań nad skutecznością checklist w praktyce biur architektonicznych.

Cele i hipotezy badawcze

Celem głównym rozprawy było opracowanie **modelu eliminacji zagrożeń w procesie projektowym**, który można ująć w postaci **Listy Kontrolnej Projektu (LKP)** i zweryfikować w praktyce biurowej.

Cele szczegółowe obejmowały:

1. Identyfikację i klasyfikację zagrożeń występujących w procesie projektowym.
2. Opracowanie siedmiomodułowej checklisty obejmującej aspekty formalno-prawne, architektoniczne, techniczne, środowiskowe, bezpieczeństwa pracy oraz użytkowe.
3. Integrację checklisty z narzędziami cyfrowymi (BIM, CDE, VR/AR, symulacje 4D i 5D).
4. Walidację narzędzia na podstawie 30 zróżnicowanych projektów architektonicznych.
5. Zastosowanie metodyki Agile w iteracyjnym rozwijaniu i testowaniu narzędzia.
6. Ocenę efektów stosowania LKP – redukcji ryzyk, poprawy jakości dokumentacji, skrócenia czasu realizacji, zwiększenia bezpieczeństwa użytkowników.

Hipotezy badawcze:

- **H1:** Systematyczne stosowanie listy kontrolnej pozwala na wcześniejszą identyfikację i eliminację zagrożeń w procesie projektowym.
- **H2:** Integracja checklisty z narzędziami cyfrowymi (BIM, CDE) zwiększa jej efektywność i ułatwia komunikację w zespole projektowym.
- **H3:** Iteracyjny rozwój narzędzia (Agile) umożliwia jego dostosowanie do realnych potrzeb biur projektowych i inwestorów.
- **H4:** Zastosowanie checklisty w praktyce przekłada się na mierzalne korzyści – poprawę jakości dokumentacji, redukcję błędów i oszczędności czasu oraz kosztów.

Metodologia badań

Rozprawa ma charakter interdyscyplinarny i wdrożeniowy. Zastosowano w niej zestaw metod, które pozwalają łączyć refleksję teoretyczną z empiryczną weryfikacją w praktyce projektowej.

Analiza aktów prawnych i normatywnych

Punktem wyjścia badań była systematyzacja ponad **55 ustaw i rozporządzeń** regulujących proces budowlany i architektoniczny w Polsce. Dokumenty te zostały przypisane do odpowiednich etapów projektowych (PZT, PA-B, PT, BIOZ), co umożliwiło stworzenie „mapy regulacyjnej” procesu projektowego. Ten etap badań pozwolił zidentyfikować źródła ryzyk formalno-prawnych i zbudować fundament modułu kontrolnego checklisty.

Metody heurystyczne i mieszane

Autorka stosowała metody heurystyczne, takie jak:

- **wizje lokalne** – analiza kontekstu przestrzennego, środowiskowego i społecznego inwestycji,
- **inwentaryzacje i dokumentacje fotograficzne**,
- **szkice i modele koncepcyjne**,
- **porównania z projektami referencyjnymi**.

Metody te zostały połączone z analizą literatury naukowej, norm, wywiadami z inwestorami i konsultacjami z zespołem projektowym.

Studia przypadków (case study)

Centralnym elementem metodologicznym były **studia przypadków** – 30 projektów architektonicznych analizowanych szczegółowo pod kątem ryzyk i skuteczności eliminacji zagrożeń. Każdy projekt został potraktowany jako eksperyment, w którym testowano kolejne iteracje narzędzia.

Analizy ryzyka

Do oceny ryzyk zastosowano metody:

- **macierze ryzyka** (prawdopodobieństwo × skutek),
- **analiza FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)**,
- **diagramy „bow-tie”** obrazujące ścieżki powstawania zagrożeń i ich konsekwencje,
- **symulacje Monte Carlo** i modele regresji – dla oceny wpływu poszczególnych zmiennych na prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń.

Quasi-eksperyment

Przeprowadzono porównania dokumentacji projektowych przygotowanych **z zastosowaniem checklisty i bez niej**. Analizowano m.in. liczbę błędów formalno-prawnych, kolizji branżowych, czas uzgodnień z instytucjami i inwestorami.

Narzędzia cyfrowe

Rozprawa integrowała checklistę z nowoczesnymi narzędziami cyfrowymi:

- **BIM (Building Information Modeling)** – umożliwiającym cyfrową koordynację branżową i automatyczne wykrywanie kolizji,
- **CDE (Common Data Environment)** – środowiskiem wspólnej pracy projektowej,
- **VR/AR** – symulacjami wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości,
- **symulacjami 4D i 5D** – łączącymi model BIM z harmonogramem i kosztami inwestycji.

Metodyka Agile

Proces rozwoju narzędzia odbywał się zgodnie z zasadami **Agile project management**. Opracowanie checklisty miało charakter iteracyjny – kolejne wersje były wdrażane w praktyce, a następnie modyfikowane na podstawie feedbacku zespołu projektowego i inwestorów. Dzięki temu narzędzie było stale dostosowywane do realnych potrzeb.

Baza empiryczna – 30 projektów

Baza empiryczna rozprawy obejmuje **30 projektów architektonicznych**, które zostały dobrane tak, aby zapewnić różnorodność funkcjonalną, typologiczną i skali.

Typologie i skale projektów

- Budynki mieszkalne jednorodzinne i wielorodzinne** – projekty domów jednorodzinnych, osiedli mieszkaniowych i bloków wielorodzinnych.
- Obiekty edukacyjne** – szkoły, przedszkola, budynki dydaktyczne.
- Budynki administracyjne i użyteczności publicznej** – siedziby instytucji, urzędy, centra kultury.
- Inwestycje komercyjne i usługowe** – biurowce, pawilony handlowe, obiekty gastronomiczne.
- Adaptacje i modernizacje** – przebudowy budynków istniejących, zmiany funkcji i dostosowania do aktualnych przepisów.
- Opracowania urbanistyczne** – projekty zagospodarowania terenów publicznych, przestrzeni zielonych, układów komunikacyjnych.

Rola projektów w badaniach

Każdy projekt stanowił „laboratorium” testowe dla checklisty. Dzięki temu możliwe było:

- porównanie skuteczności narzędzia w różnych skalach i funkcjach,
- identyfikacja powtarzających się zagrożeń (np. brak koordynacji branżowej, błędy formalne),
- ocena wpływu narzędzia na redukcję błędów, oszczędności czasu i poprawę jakości dokumentacji.

Rezultaty empiryczne

Analiza 30 projektów potwierdziła, że stosowanie checklisty:

- redukuje liczbę braków formalnych i błędów w dokumentacji,
- skraca czas uzgodnień z instytucjami,
- poprawia jakość współpracy międzybranżowej,
- zwiększa bezpieczeństwo użytkowników poprzez uwzględnianie aspektów psychologii środowiskowej i dostępności.

Lista Kontrolna Projektu (LKP) – 7 modułów

Centralnym rezultatem rozprawy jest **Lista Kontrolna Projektu (LKP)**, czyli systemowe narzędzie do audytu ex-ante, które obejmuje siedem modułów odpowiadających kolejnym aspektom procesu projektowego. Każdy moduł zawiera zestaw punktów kontrolnych powiązanych z podstawą prawną, normatywną lub literaturową.

Moduł 1 – Projekt zagospodarowania terenu (PZT)

- Obejmuje analizę lokalizacji inwestycji i jej kontekstu przestrzennego.
- Punkty kontrolne odnoszą się do zgodności projektu z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego (MPZP) lub decyzją o warunkach zabudowy.
- Uwzględnia warunki gruntowo-wodne, ryzyko powodziowe, ekspozycję na hałas i zanieczyszczenia powietrza, dostęp do infrastruktury technicznej oraz obsługę komunikacyjną.
- Eliminacja zagrożeń polega na wczesnym wychwyceniu ograniczeń terenowych (np. kolizje z sieciami, ryzyko osuwisk, brak dostępu do drogi publicznej), co zapobiega problemom formalnym i kosztowym na późniejszych etapach.

Moduł 2 – Projekt architektoniczno-budowlany (PA-B)

- Dotyczy jakości architektury budynku i zgodności z Warunkami Technicznymi oraz innymi regulacjami (m.in. ppoż., bhp, dostępność).
- Obejmuje analizę układu funkcjonalnego, oświetlenia naturalnego, akustyki, warunków higieniczno-sanitarnych i bezpieczeństwa ewakuacji.
- Ważnym elementem jest włączenie aspektów **psychologii środowiskowej** – poczucia bezpieczeństwa użytkowników, komfortu percepcyjnego, unikania barier społecznych.
- Moduł ten chroni przed zagrożeniami, które mogą negatywnie wpływać na zdrowie, samopoczucie i komfort użytkowników.

Moduł 3 – Projekt techniczny (PT)

- Obejmuje koordynację dokumentacji branżowej (architektura, konstrukcja, instalacje).
- Punkty kontrolne dotyczą wykrywania **kolizji instalacyjnych**, zgodności parametrów projektowych oraz spójności dokumentacji opisowej i rysunkowej.
- Moduł jest zintegrowany z narzędziami **BIM** i **CDE**, co umożliwi cyfrową weryfikację poprawności modelu.
- Dzięki temu minimalizowane są zagrożenia kosztowne w fazie budowy – np. przeróbki wynikające z błędnej koordynacji.

Moduł 4 – Projekt BIOZ (Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia)

- Skupia się na ryzykach występujących podczas realizacji inwestycji.
- Sprawdza, czy projekt zawiera wymagane procedury BHP, zabezpieczenia wykopów, ochronę przed upadkiem z wysokości, bezpieczne dojścia i drogi ewakuacyjne na budowie.
- Minimalizuje zagrożenia wypadkowe, które często wynikają z niedostatecznego przygotowania dokumentacji projektowej.

Moduł 5 – Moduł formalno-prawny

- Kontroluje kompletność dokumentacji i jej zgodność z obowiązującymi przepisami.
- Sprawdza aktualność map do celów projektowych, decyzji administracyjnych, uzgodnień branżowych i raportów środowiskowych.
- Weryfikuje **uprawnienia projektantów i sprawdzających** oraz ich przynależność do izb zawodowych.
- Eliminacja zagrożeń polega na uniknięciu odrzucenia projektu przez urząd lub konieczności uzupełnień formalnych.

Moduł 6 – Moduł środowiskowy

- Dotyczy wpływu inwestycji na środowisko naturalne i jakość życia mieszkańców.
- Punkty kontrolne obejmują efektywność energetyczną, ochronę bioróżnorodności, retencję wód opadowych, ochronę przed hałasem i zanieczyszczeniami.
- Uwzględnia również innowacyjne rozwiązania: zielone dachy, fasady antysmogowe, instalacje odnawialnych źródeł energii.
- Moduł ten redukuje zagrożenia związane z negatywnym wpływem inwestycji na środowisko oraz przygotowuje budynki do adaptacji wobec zmian klimatu.

Moduł 7 – Moduł użytkowy i eksploatacyjny

- Skupia się na perspektywie użytkownika końcowego i eksploatatora budynku.
- Punkty kontrolne obejmują dostępność dla osób z niepełnosprawnościami, ergonomię rozwiązań, intuicyjność układów komunikacyjnych, czytelność oznakowania i bezpieczeństwo percepcyjne.
- Sprawdza również koszty eksploatacji i łatwość utrzymania obiektu.
- Wprowadza unikalny wymiar – ocenę jakości życia i komfortu użytkowników, co wykracza poza standardowe procedury projektowe.

Agile w praktyce

Iteracyjny rozwój narzędzia

Wdrożenie checklisty w praktyce projektowej odbywało się w cyklach zgodnych z metodyką **Agile**.

- Każda nowa wersja narzędzia była testowana w wybranym projekcie.
- Zbierano opinie od zespołu projektowego, inwestora i innych interesariuszy.
- Analizowano wyniki – liczba wykrytych błędów, oszczędności czasowe i finansowe, efektywność współpracy.
- Wprowadzano poprawki i tworzone kolejną iterację narzędzia.

Zalety podejścia Agile

- **Elastyczność** – narzędzie rozwijało się równoległe z projektami i dostosowywało do ich specyfiki.
- **Szybka reakcja na feedback** – błędy i niedociągnięcia były poprawiane na bieżąco.
- **Współpraca zespołowa** – metoda promowała lepszą komunikację między architektami, inżynierami i inwestorami.
- **Wzrost efektywności** – kolejne iteracje były coraz bardziej dopasowane do potrzeb praktyki.

Unikalność zastosowania Agile w architekturze

W architekturze metodyki Agile są stosowane rzadko – dominują tradycyjne, liniowe modele procesu inwestycyjnego (tzw. „waterfall”). Wdrożenie Agile w ramach tej rozprawy jest innowacyjne i pokazuje, że elastyczne podejście do rozwoju narzędzi projektowych pozwala szybciej osiągać lepsze rezultaty.

Rezultaty badań i wdrożenia

Eliminacja zagrożeń formalno-prawnych

Analiza 30 projektów pokazała, że zastosowanie checklisty znacząco redukuje błędy formalne.

- Projekty przygotowane **bez narzędzia** często zawierały braki w dokumentacji (np. nieaktualne mapy, brak wymaganych uzgodnień, niespójności między rysunkami a opisami).
- Dzięki modułowi formalno-prawnemu w dokumentacji z **checklistą** takie błędy zostały praktycznie wyeliminowane, co skróciło czas procedowania dokumentów w urzędach.

Koordinacja branżowa i techniczna

Moduł techniczny, zintegrowany z BIM i CDE, doprowadził do:

- redukcji liczby **kolizji instalacyjnych**,
- lepszego dopasowania parametrów konstrukcyjnych i instalacyjnych,
- skrócenia czasu uzgodnień z branżystami.

W praktyce oznaczało to mniejsze koszty poprawek na budowie oraz płynniejszą współpracę zespołu.

Poprawa jakości dokumentacji projektowej

Dzięki checklistom:

- dokumentacja była spójniejsza i łatwiejsza do interpretacji przez inwestora,
- zminimalizowano liczbę niejednoznacznych zapisów,
- poprawiono standardy prezentacji i komunikacji w zespole.

Oszczędności czasu i kosztów

- Analizy quasi-eksperymentalne pokazały, że czas uzgodnień i korekt skrócił się średnio o **15–20%**.
- Koszty dodatkowych poprawek na budowie spadły nawet o **30%** w porównaniu z projektami realizowanymi bez checklisty.

Zwiększenie bezpieczeństwa użytkowników

- Włączenie aspektów **psychologii środowiskowej** i zasad uniwersalnego projektowania doprowadziło do większej dostępności budynków i poczucia bezpieczeństwa użytkowników.
- Projekty uwzględniały rozwiązania prośrodowiskowe (np. zielone dachy, retencję wód opadowych, fasady antysmogowe), które poprawiają jakość życia mieszkańców i zdrowie publiczne.

Wzrost świadomości inwestorów

Narzędzie checklistowe ułatwiło komunikację z inwestorami:

- inwestorzy otrzymywali wizualizacje ryzyk w formie radarów i map intensywności,
- łatwiej rozumieli konsekwencje decyzji projektowych,
- stali się partnerami w procesie eliminacji zagrożeń, a nie tylko odbiorcami dokumentacji.

Porównania międzynarodowe

Niemcy i Wielka Brytania – kraje regulacyjne

- W Niemczech funkcjonuje system HOAI i obowiązek stosowania BIM w inwestycjach publicznych.
- W Wielkiej Brytanii rozwinięto standardy **PAS 1192** i obecnie ISO 19650, które regulują cyfrowe zarządzanie informacją w budownictwie.
- W obu krajach eliminacja ryzyk jest mocno zakorzeniona w **formalnych standardach** – checklisty mogłyby być tam dodatkowym narzędziem wspierającym procedury.

Niderlandy, Kanada i Australia – kraje elastyczne

- Holandia słynie z eksperymentalnych projektów architektonicznych, w których akcentuje się współpracę interdyscyplinarną i innowacje środowiskowe.
- W Kanadzie i Australii kładzie się nacisk na **audytowalność procesów projektowych**, digitalizację i transparentność wobec inwestorów i instytucji.
- W tych krajach LKP miałyby potencjał jako narzędzie uzupełniające praktykę partnerską i zorientowaną na użytkownika.

Polska – potrzeba modelu hybrydowego

- Polska praktyka projektowa jest silnie uwarunkowana przepisami prawa, ale jednocześnie brakuje standardów cyfrowych i narzędzi eliminacji ryzyk.
- LKP wypełnia tę lukę, łącząc **formalny rygor prawny z elastycznością cyfrowych narzędzi** (BIM, CDE, VR/AR).
- Rozwiązanie to może stać się częścią transformacji cyfrowej budownictwa w Polsce i być elementem standaryzacji w przyszłości.

Znaczenie naukowe i praktyczne

Wkład w naukę

Rozprawa wnosi istotny wkład do dyscypliny architektura i urbanistyka poprzez:

- opracowanie **interdyscyplinarnego modelu eliminacji zagrożeń** – łączącego aspekty prawne, techniczne, środowiskowe, społeczne i użytkowe,
- wprowadzenie do badań architektonicznych metod stosowanych dotąd w innych dziedzinach (np. **Agile project management, symulacje Monte Carlo, analiza FMEA**),
- integrację badań projektowych z narzędziami cyfrowymi (**BIM, CDE, VR/AR, 4D/5D**),
- wskazanie na znaczenie **psychologii środowiskowej** i perspektywy użytkownika w procesie eliminacji ryzyk.

Model zaproponowany w pracy ma charakter nowatorski, ponieważ traktuje eliminację zagrożeń nie jako poboczny element projektowania, lecz jako **determinantę jakości architektury** i warunek budowy bezpiecznego, przyjaznego środowiska życia.

Wartość praktyczna

Praca posiada wyjątkowo silny wymiar praktyczny:

- narzędzie w postaci **Listy Kontrolnej Projektu (LKP)** zostało wdrożone i przetestowane w **30 projektach**,
- jego stosowanie przyniosło wymierne korzyści: redukcję błędów formalnych, poprawę koordynacji, skrócenie czasu uzgodnień, oszczędności finansowe,

- checklista w wersji cyfrowej (aplikacja) pozwala na łatwe wdrożenie także w innych biurach projektowych,
- narzędzie jest **skalowalne i adaptowalne** – może być używane w projektach różnej skali i funkcji, w Polsce i za granicą,
- potencjał wdrożeniowy narzędzia wpisuje się w proces transformacji cyfrowej budownictwa i rosnące znaczenie standardów BIM.

Wymiar społeczny

Eliminacja zagrożeń w projektowaniu nie jest tylko kwestią techniczną – to również:

- zwiększenie **bezpieczeństwa i komfortu użytkowników**,
- poprawa jakości przestrzeni publicznych,
- ograniczenie negatywnego wpływu inwestycji na środowisko,
- wspieranie idei **zrównoważonego rozwoju** i adaptacji do zmian klimatu.

Wnioski końcowe

- I. **Eliminacja zagrożeń w procesie projektowym jest kluczowym determinantem jakości architektury** – wpływa zarówno na bezpieczeństwo użytkowników, jak i na trwałość, funkcjonalność i przyjazność środowiska życia.
- II. Opracowany w rozprawie model w postaci **Listy Kontrolnej Projektu (LKP)** stanowi **kompleksowe i interdyscyplinarne narzędzie**, które może być stosowane w codziennej praktyce biur projektowych.
- III. Weryfikacja w **30 projektach** potwierdziła skuteczność narzędzia – redukcję błędów, skrócenie czasu realizacji, oszczędności finansowe i wzrost jakości dokumentacji.
- IV. **Integracja z narzędziami cyfrowymi** (BIM, CDE, VR/AR, 4D/5D) czyni checklistę nowoczesnym rozwiązaniem odpowiadającym na wyzwania transformacji cyfrowej w budownictwie.
- V. **Zastosowanie metodyki Agile** umożliwiło iteracyjny rozwój narzędzia i jego dopasowanie do realnych potrzeb użytkowników – architektów, inżynierów i inwestorów.
- VI. W perspektywie międzynarodowej narzędzie odpowiada na trendy w Niemczech i Wielkiej Brytanii (standaryzacja, regulacje) oraz Holandii, Kanadzie i Australii (elastyczność, cyfryzacja). Polska powinna zmierzać ku modelowi hybrydowemu, a LKP może być elementem tej transformacji.
- VII. Rozprawa stanowi przykład **doktoratu wdrożeniowego o wysokiej wartości naukowej i praktycznej**, który nie tylko odpowiada na potrzeby biura projektowego, ale również wnosi wkład w rozwój dyscypliny architektura i urbanistyka.

Poszerzone streszczenie pokazuje, że powyższa dysertacja to **kompleksowe opracowanie naukowe i wdrożeniowe**, które łączy refleksję teoretyczną, interdyscyplinarne badania i realne efekty praktyczne.

Dzięki wprowadzeniu **Listy Kontrolnej Projektu**, integracji z narzędziami cyfrowymi i zastosowaniu podejścia Agile, stworzono narzędzie o potencjale wdrożeniowym w skali krajowej.

Słowa kluczowe: Lista Kontrolna Projektu (LKP), zarządzanie ryzykiem, proces projektowy, architektura i urbanistyka, BIM (Building Information Modeling), CDE (Common Data Environment), VR/AR w projektowaniu, Agile project management, checklista projektowa, cyfryzacja budownictwa, jakość dokumentacji projektowej, koordynacja międzybranżowa, eliminacja zagrożeń, prawo budowlane i normy techniczne, wdrożenie innowacji w architekturze.

STRESZCZENIE.

Rozprawa doktorska podejmuje problem zarządzania ryzykiem w procesie projektowym, ze szczególnym uwzględnieniem eliminacji zagrożeń formalnych, technicznych i środowiskowych już na etapie przygotowania dokumentacji architektonicznej. W odpowiedzi na brak zintegrowanych narzędzi wspierających architektów i inżynierów, opracowano Listę Kontrolną Projektu (LKP) – siedmiomodułowe narzędzie audytu ex-ante, obejmujące aspekty: zagospodarowania terenu, architektoniczno-budowlane, techniczne, bezpieczeństwa pracy (BIOZ), formalno-prawne, środowiskowe oraz użytkowe i eksploatacyjne.

Metodyka łączy analizę aktów prawnych, norm i wytycznych technicznych z praktycznym testowaniem narzędzia w 30 projektach architektonicznych o zróżnicowanej funkcji i skali. Zastosowano podejście Agile, dzięki czemu narzędzie było rozwijane iteracyjnie, a kolejne wersje dostosowywano do potrzeb biur projektowych i inwestorów. LKP została zintegrowana z narzędziami cyfrowymi – BIM, CDE, VR/AR, symulacjami 4D i 5D – co umożliwiło automatyzację części kontroli oraz szybszą identyfikację zagrożeń.

Rezultaty badań wskazują, że stosowanie LKP pozwala na:

- redukcję błędów formalno-prawnych i technicznych,*
- skrócenie czasu uzgodnień z instytucjami i międzybranżowej koordynacji,*
- oszczędności kosztów na etapie budowy dzięki ograniczeniu poprawek,*
- zwiększenie bezpieczeństwa użytkowników poprzez wdrożenie zasad dostępności, ergonomii i psychologii środowiskowej.*

Opracowany model wpisuje się w międzynarodowe trendy cyfryzacji budownictwa, łącząc rygor formalny z elastycznością narzędzi cyfrowych. Stanowi on zarówno wkład teoretyczny w dyscyplinę architektura i urbanistyka, jak i rozwiązanie praktyczne o wysokim potencjale wdrożeniowym w polskich biurach projektowych.