

Wpływ wybranych czynników na jakość w budownictwie mieszkaniowym

Influence of selected factors on quality in residential construction

mgr inż. Karol Pochybełko (ORCID: 0000-0002-2265-0464), prof. dr hab. inż. Bożena Hoła (ORCID: 0000-0001-6630-8065), Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska

DOI 10.5604/01.3001.0016.2715

Streszczenie: W artykule zamieszczono wyniki badań dotyczące identyfikacji wybranych czynników i oceny ich wpływu na jakość budynków mieszkalnych. Badania i analizy czynników wpływu ograniczono do fazy realizacji, którą poprzedzała szczegółowa analiza kompletności dokumentacji projektowej, przyjętych rozwiązań, zastosowanych materiałów oraz możliwości zrealizowania obiektu. Jako miarę jakości budynków mieszkalnych przyjęto liczbę i rodzaj wad stwierdzonych podczas przeprowadzanych odbiorów technicznych. Obliczono wartości współczynników korelacji *rho* Spearmana oraz określono wpływ zidentyfikowanych czynników na jakość.

Słowa kluczowe: jakość, budynki mieszkalne, wady, czynniki wpływu na jakość, współczynnik korelacji.

Abstract: The article presents the results of research on the identification of selected factors and the assessment of their impact on the quality of residential buildings. Research and analyzes of the impact factors were limited to the implementation phase, which was preceded by a detailed analysis of the completeness of the design documentation, the solutions adopted, the materials used and the possibility of building the facility. The number and type of defects found during technical acceptance tests were adopted as a measure of the quality of residential buildings. The values of Spearman's *rho* correlation coefficients were calculated and the influence of the identified factors on the quality was determined.

Keywords: quality, residential buildings, defects, factors influencing quality, correlation coefficient.

1. Wprowadzenie

Identyfikacja czynników mających wpływ na powstawanie wad budowlanych powinna leżeć u podstaw działalności każdego przedsiębiorstwa budowlanego. Potwierdzają to badania [1], a także wizja jakości Crosby'ego [2], na podstawie której autor stwierdza, że jakość dotyczy wszystkich obszarów działalności przedsiębiorstwa i można ją mierzyć za pomocą kosztów [3]. Niewątpliwie możemy mówić

o złożoności uwarunkowań prowadzących do wysokiej lub niskiej jakości w budownictwie [4]. Ocena nieprawidłowości związanych z jakością budynku mieszkalnego nie może być kompletna bez szerokiej analizy działalności przedsiębiorstwa, przy czym kluczowe powinno być uwzględnienie uwarunkowań na wszystkich etapach realizacji przedsięwzięcia budowlanego.

W artykule przedstawiono wyniki badań, których celem była identyfikacja wybranych czynników i ocena ich wpływu na jakość budynków mieszkalnych. Prowadzone w tym

Tabela 1. Czynniki mające wpływ na jakość w budownictwie

L.p.	Czynnik mający wpływ na jakość w budownictwie
I Etap I – podjęcie decyzji przez wykonawcę o uruchomieniu procesu przeprowadzenia analizy dokumentacji	
1	Kontrola wewnętrzna dokumentacji projektowej przed rozpoczęciem realizacji obiektu w celu zidentyfikowania błędów projektowych.
II Etap II – przygotowanie, przez wykonawcę, oferty na realizację inwestycji	
2	Błędy w przedmiarach (źle wykonane przedmiary, nieuwzględniające szeregu pozycji kontraktowych).
3	Błędy projektowe w dokumentacji.
4	Brak bazy danych o firmach realizujących roboty budowlane w wysokiej jakości.
5	Brak analizy ofert na wykonanie robót i skonfrontowania ich z kosztorysem inwestorskim.
6	Brak działu przygotowania produkcji.
III Etap III – realizacja stanu surowego zamkniętego	
7	Zmiany w projekcie obiektu w trakcie budowy, generujące dodatkowe problemy techniczne do rozwiązania, (np. optymalizacja konstrukcji, instalacji itp.).
8	Opóźnienia w realizacji robót żelbetowych, będących kluczowym elementem każdej inwestycji, które przekładają się na opóźnienia w kolejnych zakresach robót.

Tabela 1. cd.

L.p.	Czynnik mający wpływ na jakość w budownictwie
9	Brak doświadczenia kierownika budowy w zakresie organizacji dużych budów.
IV	Etap IV – realizacja robót wykończeniowych inwestycji
10	Brak projektu wykończenia wnętrz części wspólnych – prace realizowane na podstawie bieżących uzgodnień w trakcie budowy.
11	Brak udziału kierownika budowy w procesie kontraktowania wykonawców robót wykończeniowych.
12	Zakontraktowanie firm bez doświadczenia, bez weryfikacji kompetencji, posiadanych referencji.
13	Brak przygotowanego zespołu kontraktowego zdolnego do przeprowadzenia kilkudziesięciu przetargów w krótkim interwale czasowym.
14	Brak wyznaczonej osoby z działu kontraktowania współpracującej na bieżąco z kierownikiem budowy.
15	Brak stabilności zespołu (duża fluktuacja) do prowadzenia przetargów kontraktowych.
16	Nieprzewidywalność umiejętności wykonawców, szczególnie niewykwalifikowanych pracowników zza wschodniej granicy.
17	Prowadzenie polityki „jednej firmy” (tzn. ten sam wykonawca realizujący kilka inwestycji u tego samego inwestora).
18	Brak doświadczenia kierownika budowy w egzekwowaniu od inżynierów budowy zadań związanych z organizacją budowy.
19	Trudności komunikacyjne we współpracy kierownika budowy z zespołem kontraktowym.
20	Niskie doświadczenie (lub jego brak) członków zespołu kontraktowego.
21	Opóźnienia w kontraktowaniu poszczególnych zakresów prac (np. zakontraktowanie danego zakresu prac kilka tygodni po planowanym terminie).
22	Kontraktowanie firm oferujących najniższe ceny.
23	Kontraktowanie danego zakresu prac kilka razy (ze względu na konieczność wprowadzenia wykonawstwa zastępczego).
24	Zakontraktowanie wykonawców bez analizy ich potencjału wykonawczego.
25	Nieuwzględnienie w umowach pomiędzy generalnym wykonawcą a podwykonawcą kompletnych zakresów prac do wykonania i wynikająca stąd konieczność uzupełniania zleceń po wykryciu niekompletności zakresu prac do wykonania.
26	Brak przygotowania finansowego do prowadzenia budowy dużej skali przez wykonawców.
27	Oczekiwanie zaliczek przez wykonawców nieposiadających zaplecza finansowego do zrealizowania przedmiotu kontraktu.
28	Utrata płynności finansowej podwykonawców (realizujących również inne inwestycje).
V	Etap V – odbiory inwestycji
29	Brak odbiorów wewnętrznych wykonanych prac.
30	Brak potencjału wykonawczego do przygotowania obiektu do odbiorów.
31	Zbyt mała liczba kadry inżynierskiej zaangażowanej w przygotowaniu mieszkań do odbiorów.
VI	Etap VI – przeprowadzenie procesu usunięcia wad i usterek
32	Brak odpowiedzialności kadry kierowniczej budowy (kierownik budowy, inżynierowie budowy) za usunięcie usterek w inwestycji.
33	Brak potencjału wykonawczego do usunięcia usterek w krótkim czasie.

zakresie badania i analizy ograniczono do fazy realizacji, którą poprzedzała szczegółowa analiza kompletności dokumentacji projektowej, przyjętych rozwiązań projektowych, zastosowanych materiałów oraz możliwości zrealizowania obiektu. To właśnie na tym etapie istnieje możliwość wyeliminowania większości błędów, przeoczeń i niepoprawnych założeń zawartych w dokumentacji projektowej.

2. Identyfikacja czynników mających wpływ na jakość budynku mieszkalnego

Kamieniem milowym każdego przedsięwzięcia budowlanego jest moment, w którym kończy się faza planowania i projektowania, a zaczyna faza realizacji obiektu budowlanego. Do czasu rozpoczęcia robót budowlanych zadania związane z przygotowaniem inwestycji do realizacji są wykonywane wyłącznie na poziomie koncepcyjnym (rysunkowym, obliczeniowym) i niegenerującym fizycznych wad budowlanych.

Podmioty wykonujące swoje obowiązki w fazie realizacji, w większości przypadków, nie mają wpływu na jakość pracy wykonanej na etapie projektowania i przygotowania inwestycji. Analizy w zakresie szczegółowego zdefiniowania czynników, które mogą wpływać na jakość budynku mieszkalnego ograniczono do fazy realizacji. Przyjęto założenie, że proces realizacji obiektu należy rozpocząć od analizy kompletności dokumentacji projektowej, przyjętych rozwiązań projektowych, zastosowanych materiałów, czy też możliwości zrealizowania obiektu. Na tym etapie istnieje możliwość wyeliminowania większości błędów, przeoczeń i niepoprawnych założeń zawartych w dokumentacji projektowej. Szczegółowo przeanalizowana dokumentacja jest podstawą do rozpoczęcia budowy obiektu budowlanego. Na podstawie badań przeprowadzonych wśród kadry zarządzającej budową zidentyfikowano 33 czynniki wpływu na jakość, które zamieszczono w tabeli 1. Badania zidentyfikowanych czynników przeprowadzono metodą sondażu diagnostycznego, techniką ankietową. Ankieta

Tabela 2. Zestawienie ilościowe usterek w budynkach poddanych badaniom

L.p.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Inwestycja	Powierzchnia użytkowa [m ²]	Kubatura budynku [m ³]	Liczba lokali	Liczba kondygnacji	Główna konstrukcja	Liczba usterek w lokalach	Liczba usterek w części wspólnej	Liczba usterek/ lokal	Liczba usterek/ m ² PU
1	A	3500	15425	34	2	żelbetowo-murowana	1414	0	41,6	0,4
2	B	6682	54336	141	8	żelbetowa	353	141	3,5	0,1
3	C	6370	52447	135	7	żelbetowa	1422	43	10,9	0,2
4	D	4031	19031	82	4	żelbetowo-murowana	1417	38	17,7	0,4
5	E	1907	9001	24	4	żelbetowo-murowana	759	47	33,6	0,4
6	F	3579	16893	67	4	żelbetowo-murowana	1824	57	28,1	0,5
7	G	4804	22675	78	4	żelbetowo-murowana	258	36	3,8	0,1
8	H	6047	42456	108	8	żelbetowa	1321	232	14,4	0,3
Suma		36920	232264	669			8768	594		

przeprowadzona była wśród osób na stanowiskach inżyniera budowy, kierownika budowy, specjalisty ds. kontraktowania i kadry zarządzającej przedsiębiorstwem. Respondenci oceniali wpływ każdego czynnika na jakość w pięciostopniowej skali Likerta.

3. Usterkowość w budynkach mieszkalnych

Miarą jakości jest liczba i rodzaj wad stwierdzonych podczas przeprowadzonych odbiorów obiektów budowlanych. Dzięki takiej wiedzy możliwa jest ocena, czy dany obiekt ma wymagane cechy użytkowe, czy też nie. Budynki, w których przeprowadzono odbiory techniczne, to obiekty które realizowane były w latach od 2017 do 2020 roku. W trakcie odbiorów technicznych zaewidencjonowano ponad 9300 wad występujących w 669 lokalach mieszkalnych o łącznej powierzchni użytkowej 36 920 m². Podstawowe informacje o budynkach zamieszczono w tabeli 2. Budynki o siedmiu i ośmiu kondygnacjach to obiekty o konstrukcji żelbetowej, natomiast budynki niższe mają konstrukcję mieszaną żelbetowo-murowaną [5]. Do dalszych analiz zastosowano zmienną określoną liczbę usterek przypadających na jeden lokal mieszkalny.

4. Ocena wpływu poszczególnych czynników na liczbę usterek

Do oceny wpływu poszczególnych czynników na powstawanie usterek w mieszkaniach zastosowano analizę korelacji ρ Spearmana. Schemat przyjętej metodyki przedstawiono na rysunku 1. Celem przeprowadzonego badania było określenie zależności między oceną wpływu czynnika n ($n = 1, \dots, 33$) na jakość obiektu, dokonaną przez kadrę

zarządzającą budową, a średnią liczbą usterek przypadających na 1 lokal. Statystyka ρ Spearmana ma postać:

$$\rho_s = \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

gdzie:

$$d_i = r_{1i} - r_{2i},$$

r_{1i} – ranga i -tego obiektu pod kątem oceny czynnika n , ($n = 1, \dots, 33$),

r_{2i} – ranga i -tego obiektu pod kątem liczby usterek w obiekcie i ; ($i = 1, \dots, 8$),

n – liczba obiektów i ; ($i = 1, \dots, 8$).

Sformułowano hipotezę zerową H_0 oraz hipotezę alternatywną H_1 :

H_0 : zmienne r_{1i} i r_{2i} są niezależne, a więc $\rho_s = 0$, jeżeli $p > \alpha$,

H_1 : zmienne r_{1i} i r_{2i} nie są niezależne, a więc $\rho_s \neq 0$, jeżeli $p \leq \alpha$.

Wartość ρ mówi nam o sile korelacji między dwiema zmiennymi. Na potrzeby tego opracowania zastosowano następujący podział, wynikający z badań własnych rozkładu wyników:

- wartości współczynnika korelacji ρ od 0 do 0,3 – słaby wpływ,
- wartości współczynnika korelacji ρ od 0,3 do 0,5 – umiarkowany wpływ,
- wartości współczynnika korelacji ρ od 0,5 do 0,8 – silny wpływ,
- wartości współczynnika korelacji ρ od 0,8 do 1 – bardzo silny wpływ.

Liczbę korelacji obliczono na podstawie wzoru:

$$t = \frac{\rho_s}{\sqrt{1 - \rho_s^2}} \sqrt{n - 2}$$

gdzie:

ρ_{α} – współczynnik korelacji Spearmana.

Dla otrzymanej wartości testu t odczytujemy z tablic wartość poziomu istotności p .

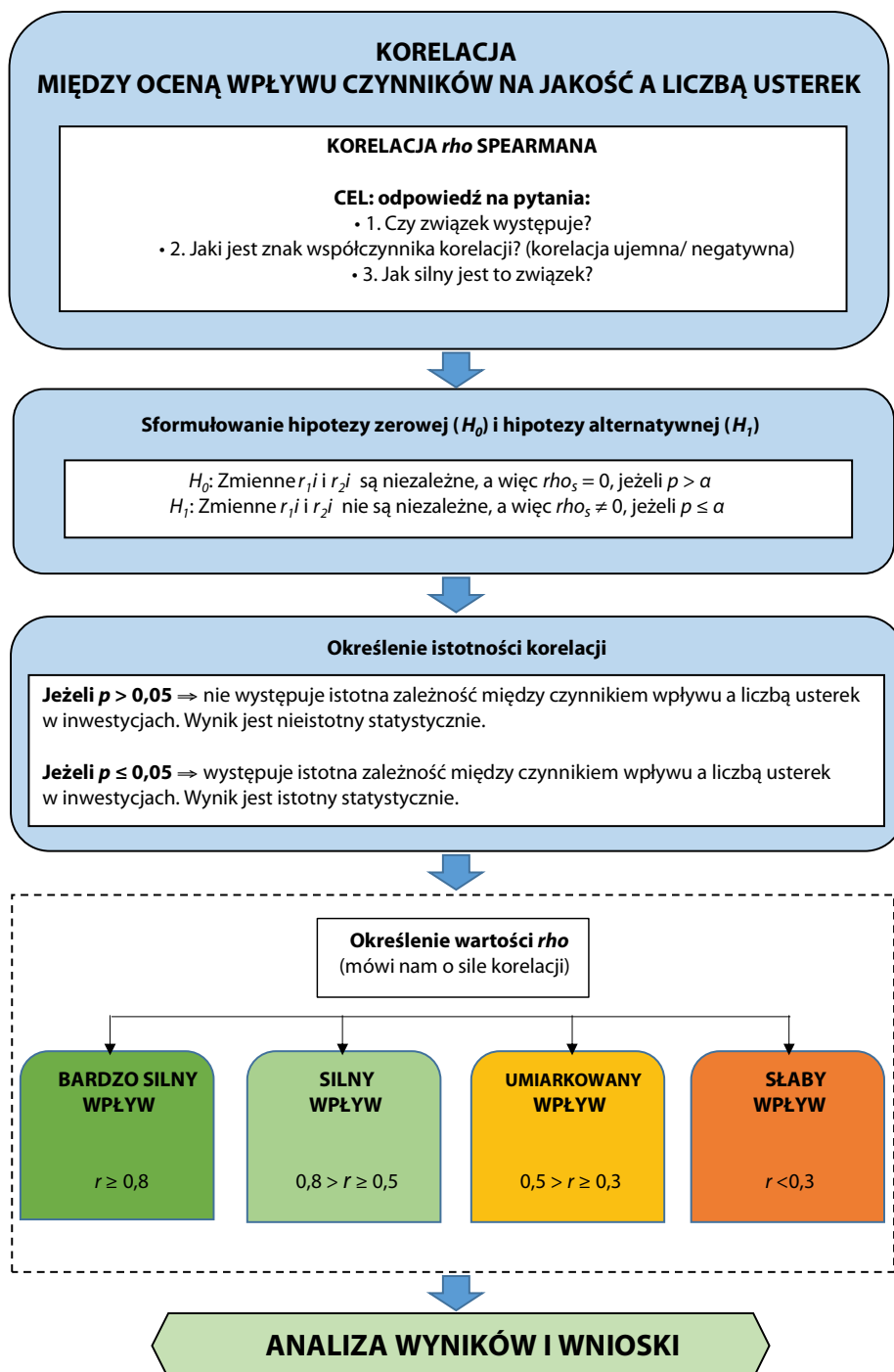
Jeżeli $p > 0,05 \Rightarrow$ to przyjmujemy, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0 . Oznacza to, że nie występuje istotna zależność między czynnikiem wpływu n a liczbą usterek w inwestycjach. Wynik jest nieistotny statystycznie.

Jeżeli $p \leq 0,05 \Rightarrow$ to przyjmujemy, że są podstawy do odrzucenia hipotezy H_0 . Na podstawie badanej próby można

przyjąć, że występuje istotna zależność między czynnikiem wpływu n a liczbą usterek w inwestycjach. Wynik jest istotny statystycznie.

5. Wyniki analizy

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 3. Na podstawie zestawienia wartości współczynników korelacji dokonano klasyfikacji czynników mających wpływ na powstawanie usterek.



Rys. 1. Schemat metodyki analizy korelacji między oceną wpływu czynników na jakość a liczbą usterek

Tabela 3. Ocena powiązania między oceną wpływu czynnika *n* na jakość obiektu a liczbą usterek na mieszkanie w realizowanych inwestycjach

Ocena wpływu czynnika	Numer czynnika w procesie	Czynnik	Wartość współczynnika korelacji	Współczynnik istotności
			<i>r</i>	<i>p</i>
Bardzo silny wpływ $r \geq 0,8$	6	Brak działu przygotowania produkcji.	0,916	0,001
	16	Nieprzewidywalność umiejętności wykonawców, szczególnie niewykwalifikowanych pracowników zza wschodniej granicy.	0,801	0,008
Silny wpływ $0,8 > r \geq 0,5$	30	Brak potencjału wykonawczego do przygotowania obiektu do odbiorów.	0,784	0,011
	27	Oczekiwanie zaliczek przez wykonawców nieposiadających zaplecza finansowego.	-0,663	0,037
	3	Błędy projektowe w dokumentacji.	0,635	0,045
	17	Prowadzenie polityki „jednej firmy” (tzn. ten sam wykonawca realizujący kilka inwestycji u tego samego inwestora).	-0,635	0,045
Umiarkowany wpływ $0,5 > r \geq 0,3$	10	Brak projektu wykończenia wewnątrz części wspólnych – prace realizowane na podstawie bieżących uzgodnień w trakcie budowy.	0,491	0,103
	14	Brak wyznaczonej osoby z działu kontraktowania współpracującej na bieżąco z kierownikiem budowy.	-0,468	0,071
	1	Kontrola wewnętrzna dokumentacji projektowej przed rozpoczęciem realizacji obiektu.	0,467	0,122
	32	Brak odpowiedzialności kadry kierowniczej budowy (kierownik budowy, inżynierowie budowy) za usunięcie usterek w inwestycji.	0,463	0,073
	9	Brak doświadczenia kierownika budowy w zakresie organizacji dużych budów.	0,443	0,136
	13	Brak przygotowanego zespołu kontraktowego zdolnego do przeprowadzenia kilkudziesięciu przetargów w krótkim interwale czasowym.	0,442	0,083
	18	Brak doświadczenia kierownika budowy w egzekwowaniu od inżynierów budowy zadań związanych z organizacją budowy.	0,419	0,151
	12	Zakontraktowanie firm bez doświadczenia, bez weryfikacji kompetencji, referencji.	0,408	0,158
	19	Trudności we współpracy kierownika budowy z zespołem kontraktowym,	0,4	0,163
	2	Brak precyzyjnych przedmiarów dla każdego zakresu prac, błędy w przedmiarach, nieuwzględnienie szeregu pozycji kontraktowych.	0,366	0,186
	21	Opóźnienia w kontraktowaniu poszczególnych zakresów prac (np. zakontraktowanie danego zakresu prac kilka miesięcy po planowanym terminie).	-0,347	0,2
	Słaby wpływ $r < 0,3$	7	Zmiany w projekcie elementów obiektu w trakcie budowy, generujące dodatkowe problemy techniczne do rozwiązania, (np. optymalizacja konstrukcji, instalacji itp.).	-0,282
23		Kontraktowanie danego zakresu prac kilka razy (ze względu na konieczność wprowadzenia wykonawstwa zastępczego).	0,265	0,263
25		Brak kompletnych umów obejmujących cały zakres prac do wykonania – konieczność uzupełniania zleceń po wykryciu niekompletności zakresu prac do wykonania.	-0,244	0,28
22		Kontraktowanie firm oferujących najniższe ceny.	0,241	0,283
29		Brak odbiorów wewnętrznych wykonanych prac.	-0,205	0,313
11		Brak udziału kierownika budowy w procesie kontraktowania wykonawców robót wykończeniowych.	-0,166	0,347
15		Brak stabilności zespołu (duża fluktuacja) do prowadzenia przetargów kontraktowych,	-0,165	0,348
20		Niskie doświadczenie (lub jego brak) członków zespołu kontraktowego.	0,12	0,388
24	Zakontraktowanie firm bez analizy możliwości wykonania przez nie danego zakresu prac.	-0,099	0,408	

Tabela 3. cd.

Ocena wpływu czynnika	Numer czynnika w procesie	Czynnik	Wartość współczynnika korelacji	Współczynnik istotności
			<i>r</i>	<i>p</i>
Słaby wpływ $r < 0,3$	31	Zbyt mała liczba kadry inżynierskiej zaangażowanej w przygotowaniu mieszkań do odbiorów.	-0,098	0,409
	26	Brak możliwości finansowych do prowadzenia budowy dużej skali przez wykonawców.	0,073	0,432
	4	Brak bazy danych o firmach realizujących roboty budowlane na wysokim poziomie.	0,06	0,444
	8	Opóźnienia w realizacji robót żelbetowych, będących kluczowym elementem każdej inwestycji, które przekładają się na opóźnienia w kolejnych zakresach robót.	-0,055	0,449
	5	Brak przeanalizowania ofert na wykonanie robót i skonfrontowania ich z kosztorysem inwestorskim.	-0,037	0,466
	33	Brak potencjału wykonawczego do usunięcia usterek w krótkim czasie.	-0,027	0,474
	28	Utrata płynności finansowej podwykonawców (realizujących również inne inwestycje).	0,012	0,489

6. Podsumowanie

Jakość jest pojęciem bardzo szerokim, występującym na wielu płaszczyznach i w wielu znaczeniach. W pojęciu tym zawarty jest cały zbiór cech produktu i usługi, które w pewien subiektywny sposób tworzą wartość produktu bądź usługi, i które mają wpływ na spełnienie oczekiwań klienta. Bez uwzględnienia jakości oraz stworzenia systemu zarządzania jakością przedsiębiorstwo nie ma możliwości przetrwania, w dłuższej perspektywie czasowej, na zmiennym rynku klienta. To właśnie od jakości wykonania zależy, czy przedsięwzięcie budowlane zostanie pozytywnie odebrane przez klientów [6].

W przeprowadzonych badaniach oceniono wpływ poszczególnych czynników na liczbę usterek w lokalach mieszkalnych, stwierdzanych podczas odbiorów budynków. Na podstawie otrzymanych wartości współczynnika korelacji *rho* Spearmana sformułowano poniższe wnioski.

- Bardzo silny wpływ na powstawanie usterek mają następujące czynniki:
 - brak działu przygotowania produkcji (czynnik 6),
 - nieprzewidywalność umiejętności wykonawców, szczególnie niewykwalifikowanych pracowników z za wschodniej granicy (czynnik 16).
- Silny wpływ na powstawanie usterek mają następujące czynniki:
 - brak potencjału wykonawczego do przygotowania obiektu do odbiorów (czynnik 30),
 - oczekiwanie zaliczek przez wykonawców nieposiadających zaplecza finansowego (czynnik 27),
 - błędy projektowe w dokumentacji (czynnik 3),
 - prowadzenie polityki „jednej firmy”, tzn. ten sam wykonawca realizujący kilka inwestycji u tego samego inwestora (czynnik 17).

Pozostałe czynniki zamieszczone w tabeli 3 mają umiarkowany i słaby wpływ na liczbę generowanych usterek.

- W większości analizowanych przypadków występuje korelacja dodatnia między oceną wpływu czynnika a liczbą usterek (wartość współczynnika korelacji od 0 do 1). Wzrostowi ocen wpływu czynnika *n* na jakość obiektu towarzyszy wzrost liczby usterek na mieszkaniu w realizowanych inwestycjach.
- Wśród czynników zakwalifikowanych do grup: „bardzo silny wpływ” ($\rho \geq 0,8$) i „silny wpływ” ($0,8 > \rho \geq 0,5$) w dwóch przypadkach wystąpiła korelacja ujemna (wartość współczynnika korelacji od -1 do 0), co oznacza, że im wyższa była ocena wpływu czynnika *n* na jakość obiektu, dokonana przez respondentów, tym mniejsza była liczba usterek na mieszkaniu. Są to następujące czynniki: oczekiwanie zaliczek przez wykonawców nieposiadających zaplecza finansowego (czynnik 27) i prowadzenie polityki „jednej firmy”, tzn. ten sam wykonawca realizujący kilka inwestycji u tego samego inwestora (czynnik 17).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Buys F., Roux M., Causes of defects in the South African housing construction industry: perceptions of built environment stakeholders: review articles Acta Structilia, tom 20, 2/2013, str. 78–99
- [2] Zymonik Z., Koszty jakości w zarządzaniu przedsiębiorstwem, 2003
- [3] Sommerville J., McCosh J., Defects in new homes: An analysis of data on 1,696 new UK houses Structural Survey, tom 24, 1/2006, str. 6–21, doi: 10.1108/02630800610654397
- [4] Oke A., Aigbavboa C., Dlamini E., Factors Affecting Quality of Construction Projects in Swaziland, 2017
- [5] Hoła B., Pochybełko K., Analiza usterek w wybranych budynkach mieszkalnych, Builder, tom 289, 8/2021, str. 64–67, doi: 10.5604/01.3001.0015.0419
- [6] Abas M., Khattak S., Hussain I., Maqsood S., Ahmed I., Evaluation of Factors Affecting Quality in Construction Project, Technical Journal, tom 6, 5/2020, str. 75–80, doi: 10.23883/ijrter.2020.6036.xl8mm