

Agnieszka Czajkowska¹

WYKORZYSTANIE DIAGRAMU PARETO – LORENZA DO ANALIZY PRZYCZYN KATASTROF BUDOWLANYCH SPOWODOWANYCH BŁĘDAMI LUDZKIMI Z UWZGLĘDNIENIEM CYKLU ŻYCIA OBIEKTU BUDOWLANEGO W LATACH 2013-2017

Streszczenie: W artykule przeanalizowano przyczyny katastrof budowlanych w latach 2013-2017. W prowadzonej analizie przyczyny wystąpienia katastrof budowlanych powiązано z cyklem życia obiektu budowlanego. Szczególną uwagę poświęcono błędom ludzkim wpływającym na wystąpienie katastrof budowlanych. Do identyfikacji najczęstszych błędów skutkujących wystąpieniem katastrof budowlanych zastosowano diagram Pareto-Lorenza. Z przeprowadzonej analizy wynika, że dwa błędy przyczyniają się do wystąpienia 75% wszystkich katastrof. Błędy te należą do dwóch spośród pięciu głównych faz cyklu życia obiektu budowlanego - utrzymania obiektu budowlanego oraz prowadzenia robót w istniejącym obiekcie.

Słowa kluczowe: katastrofy budowlane, cykl życia obiektu budowlanego, diagram Pareto-Lorenza

1. Wprowadzenie

Katastrofą budowlaną jest „*niezamierzone, gwałtowne zniszczenie obiektu budowlanego lub jego części, a także konstrukcyjnych elementów rusztowań, elementów formujących, ścianek szczelnych i obudowy wykopów*” [1-3]. Katastrofy budowlane podlegają rejestracji od 1995 roku. W systemie elektronicznym rejestrowane są od 2008 roku. W rejestrze znajdują się informacje o katastrofach budowlanych wprowadzone przez powiatowych i wojewódzkich inspektorów nadzoru budowlanego w ramach zadań i kompetencji określonych w art. 76 ust. 1 pkt 2 ustawy - Prawo budowlane.

Najczęstszą przyczyną katastrof budowlanych są zdarzenia losowe wynikające z warunków atmosferycznych jak silne, porywiste wiatry, często wraz z intensywnymi opadami i wyładowaniami atmosferycznymi oraz pożary.

Główny Urząd Nadzoru Budowlanego prowadzi zestawienia liczbowe dotyczące:

- Struktury katastrof na przestrzeni lat,
- Miejsc wystąpienia katastrof wg województw,

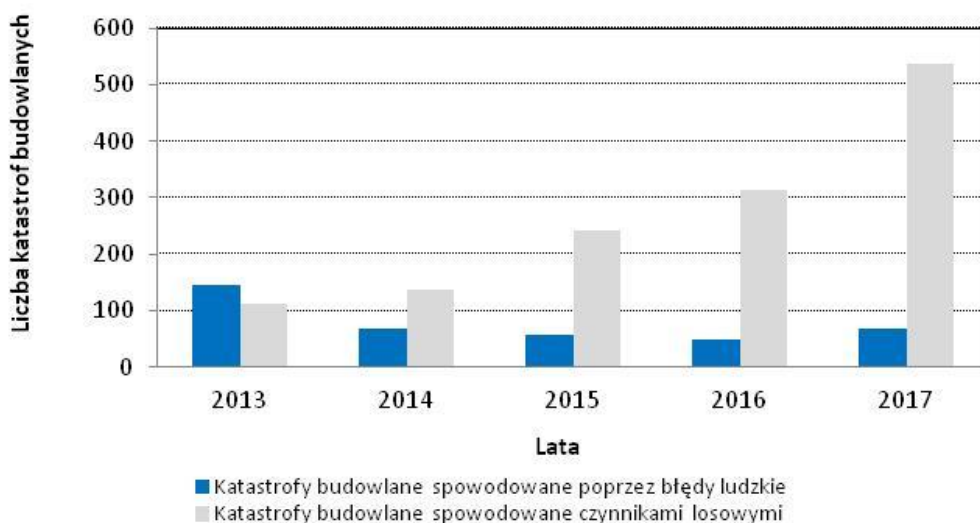
¹ Kielce University of Technology, a_czajkowska@o2.pl, ORCID ID: 0000-0002-7430-4758

- Rodzajów obiektów budowlanych z podziałem na:
 - budynki gospodarcze lub inwentarskie,
 - budynki mieszkalne, –obiekty przemysłowe -18 (2,9% wszystkich katastrof),
 - obiekty użyteczności publicznej,
 - budynki magazynowe,
 - budynki rekreacji indywidualnej,
 - budynki zamieszkania zbiorowego,
 - inne budowle.
- Faz życia obiektu budowlanego w tym:
 - złego stanu technicznego obiektu budowlanego,
 - braku wykonania kontroli obiektu budowlanego,
 - braku podjęcia wymaganych działań przez właściciela lub zarządcę wynikających z kontroli obiektu budowlanego,
 - braku podjęcia wymaganych działań przez właściciela lub zarządcę wynikających z innych opracowań technicznych,
 - użytkowania obiektu budowlanego niezgodnie z jego przeznaczeniem,
 - braku wykonania wymaganych obowiązków przez właściciela lub zarządcę wynikających z działań organów nadzoru budowlanego,
 - innych okoliczności.
- Błędów podczas budowy nowego obiektu lub wykonywania innych robót budowlanych w istniejącym obiekcie.
- Etapów procesu budowlanego, podczas których wystąpiła katastrofa:
 - podczas utrzymania obiektów,
 - podczas prowadzenia robót budowlanych.
- Elementów obiektu budowlanego objęte katastrofą:
 - pionowe elementy konstrukcyjne budynków,
 - konstrukcja dachu budynków,
 - konstrukcja stropu budynków,
 - elementy obiektów nie będących budynkami (mosty, wiadukty, drogi, wały, zapory, śluzy, jazy i sieci).
- Rodzajów konstrukcji nośnej obiektu ulegającego katastrofie: murowa, drewniana, żelbetowa monolityczna, żelbetowa prefabrykowana, mieszana.
- Czasu eksploatacji obiektu ulegającego katastrofie:
 - poniżej 10 lat,
 - w przedziale 11 –50 lat,
 - w przedziale 51-100 lat,
 - powyżej 100 lat.

- Inwestora lub właściciela obiektu ulegającego katastrofie:
 - Osoby fizyczne,
 - Skarb Państwa,
 - Inne podmioty,
- Osób poszkodowanych w katastrofach.

2. Katastrofy budowlane w latach 2013-2017

Najwięcej katastrof budowlanych powstaje w wyniku zdarzeń losowych jak. silne wiatry, intensywne opady deszczu lub śniegu, wstrząsy sejsmiczne. Drugą przyczyną jest działalność człowieka, np. wybuch gazu, pożar, wypadek komunikacyjny, w wyniku którego budynek ulegnie zniszczeniu. Trzecią grupę stanowią błędy podczas projektowania, utrzymania oraz rozbiórki. Na rysunku 1 przedstawiono strukturę katastrof budowlanych w latach 2013-2017 z podziałem na katastrofy spowodowane zdarzeniami losowymi oraz te spowodowane przez błędy ludzkie.



Rys. 1. Struktura katastrof budowlanych w latach 2013-2017

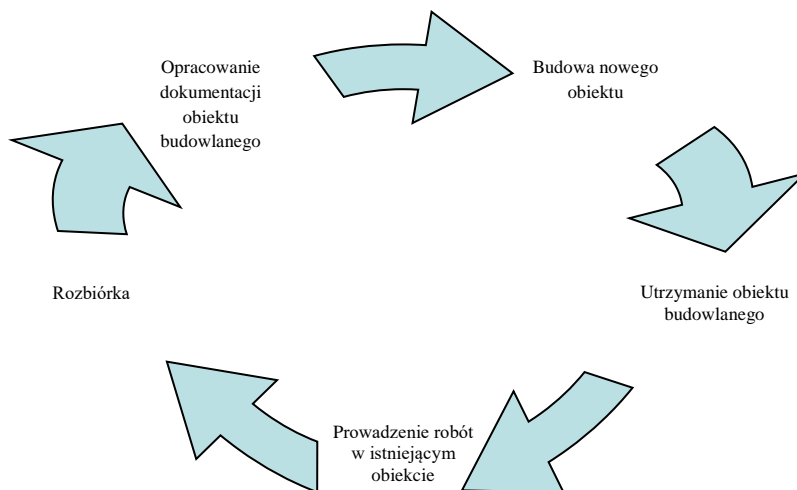
Źródło: Opracowanie własne na podstawie raportów GUNB

Z analizy wykresu wynika, że katastrofy spowodowane przez błędy ludzkie stanowią średnio 28% wszystkich katastrof budowlanych. Są to katastrofy, których można uniknąć lub znacznie ograniczyć ich występowanie.

3. Cykl życia obiektu budowlanego z uwzględnieniem najczęstszych błędów popełnianych przez człowieka

Celem analizy katastrof budowlanych wynikających z błędów popełnianych przez ludzi przeanalizowany został cykl życia obiektu budowlanego (rys. 2). Na cykl życia obiektu budowlanego [4] składa się pięć głównych etapów:

- Opracowanie dokumentacji obiektu budowlanego,
- Budowa nowego obiektu,
- Utrzymanie obiektu budowlanego,
- Prowadzenie robót w istniejącym obiekcie,
- Rozbiórka.



Rys. 2. Fazy cyklu życia obiektu budowlanego.

Źródło: Opracowanie własne

W tabeli 1 zestawiono dane dotyczące błędów ludzkich wynikających raportów Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego za lata 2013-2017.

Tabela 1. Liczba katastrof budowlanych wg faz cyklu życia obiektu budowlanego za lata 2013-2017

Symbol	Rodzaj błędu	2017	2016	2015	2014	2013	Razem
B1	błędy podczas opracowania dokumentacji obiektu budowlanego	1	2	23	1	1	28
B2	błędy podczas budowy nowego obiektu	10	7	6	37	4	64
B3	błędy podczas utrzymania obiektu budowlanego	42	39	38	44	70	233
B4	błędy podczas prowadzenia robót w istniejącym obiekcie	22	10	20	61	11	124
B5	błędy podczas rozbiórki	5	1	4	11	4	25

Źródło: opracowanie własne

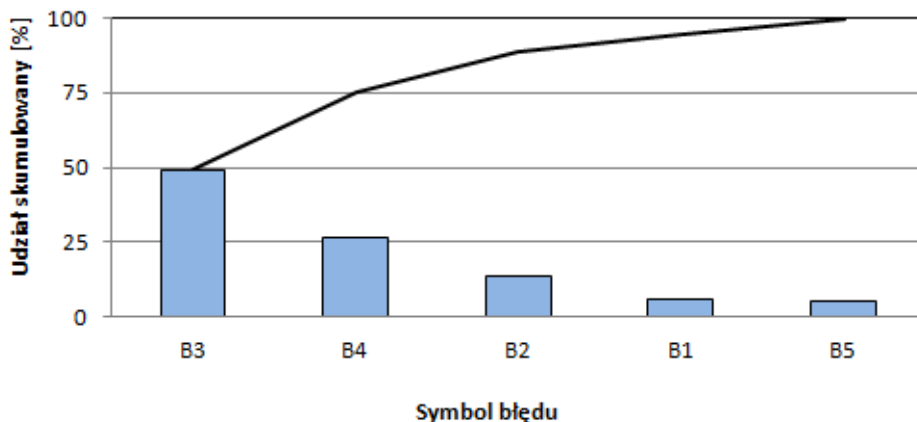
4. Zastosowanie diagram Pareto-Lorenza do identyfikacji najczęściej występujących przyczyn katastrof budowlanych związanych z błędami ludzkimi

Celem prowadzonej analizy jest zmniejszenie przyczyn katastrof budowlanych spowodowanych błędami ludzkimi. Diagram Pareto-Lorenza [5-7] pozwoli wyłonić te przyczyny, które w najwyższym stopniu wpływają na wystąpienie katastrof. Dane liczbowe zestawiono w tabeli 2 natomiast diagram Pareto – Lorenza przedstawiono na rys 3.

Tabela X. Katastrofy budowlane wg faz cyklu życia obiektu budowlanego w ujęciu procentowym i skumulowanym za lata 2013-2017

Symbol błędu	Liczba błędów	Udział procentowy	Udział skumulowany
B ₃	233	49,16	49,16
B ₄	124	26,16	75,32
B ₂	64	13,50	88,82
B ₁	28	5,91	94,73
B ₅	25	5,27	100,00
Suma	474	100	X

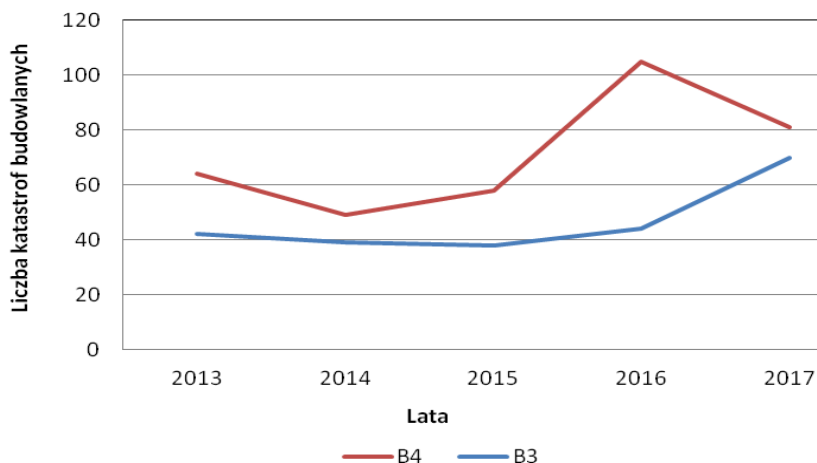
Źródło: opracowanie własne



Rys. 3. Diagram Pareto-Lorenza dla błędów najczęściej wpływających na wystąpienie nieszczęśliwych wypadków budowlanych w latach 2013-2017

Źródło: opracowanie własne

Z przeprowadzonej analizy wynika, że zgodnie z zasadą diagramu Pareto-Lorenza dwa błędy odpowiadają za 75% katastrof budowlanych spowodowanych przez człowieka. Błędy te to B3 - podczas utrzymania obiektu budowlanego oraz B4 - podczas prowadzenia robót w istniejącym obiekcie. Strukturę katastrof budowlanych wynikających z B3 i B4 zaprezentowano na rys. 4.



Rys. 4. Najczęstsze błędy (B4, B3) wpływające na wystąpienie katastrof budowlanych w latach 2013-2017

Źródło: opracowanie własne

5. Podsumowanie

W artykule przeanalizowano przyczyny katastrof budowlanych w latach 2013-2017. Szczególną uwagę poświęcono błędom ludzkim wpływającym na wystąpienie katastrof. W analizie wykorzystano diagram Pareto-Lorenza, który pozwolił na identyfikację błędów w największym stopniu wpływających na wystąpienie katastrof budowlanych. Występowanie katastrof powiązано z fazami cyklu życia obiektu budowlanego od opracowania dokumentacji poprzez budowę, utrzymanie, prowadzenie prac aż po rozbiórkę.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że:

- Najwięcej popełnianych błędów jest w trzeciej i czwartej fazie cyklu życia obiektu budowlanego czyli utrzymania obiektu budowlanego oraz prowadzenia robót w obiekcie budowlanym,
- Dwa błędy (B3, B4) stanowią 75% wszystkich błędów ludzkich skutkujących wystąpieniem katastrofy budowlanej w latach 2013-2017.

Bibliography

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo Budowlane (Dz.U. z 2010r., Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.).
- [2] Wierzbiński S. M.: *Rola rzeczoznawcy w przypadku zdarzenia się awarii budowlanej*. XXV konferencja Naukowo Techniczna Awary budowlane, 2011.
- [3] Czajkowska A.: *Analysis of causes of structural failures of buildings using TQC tools*. XXIX konferencja Naukowo Techniczna Awary budowlane, Międzyzdroje, 2019.
- [4] Czajkowska A., Ingaldi M.: *Analysis of the impact of individual phases in the building process cycle on the environment with respect to the principles of sustainable development*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 214 012012, 2017.
- [5] Midor K., Žarnovský J.: *Innovative use of quality management methods for product improvement*. Management Systems in Production Engineering, 2016, pp 264-267, No 4 (24).
- [6] Gajdzik B., Sitko J.: *An analysis of the causes of complaints about steel sheets in metallurgical product quality management systems*. Metalurgija, 2014, vol. 53(1).
- [7] Czajkowska A., Stasiak-Betlejewska R.: *Determinants of the machining process in the steel industry*. 25th Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials (METAL 2016), Brno, Czechy (25 - 27 V 2016 r.).

**THE USE OF THE PARETO-LORENZ DIAGRAM
TO ANALYSE THE CAUSES OF STRUCTURAL FAILURES
CAUSED BY HUMAN ERRORS WITH REGARD
TO THE LIFE CYCLE OF A BUILDING
IN THE YEARS 2013-2017**

Abstract: The paper reviews the causes of structural failures in 2013-2017. The analysis concerned the links between the causes of structural failures and the life cycle of a building. Particular emphasis was on human errors affecting the occurrence of structural failures. The Pareto-Lorenz diagram was used to identify the most common errors leading to the occurrence of the failures. The analysis showed that two errors contribute to 75% of all failures. These errors occur in two of the five major phases of the life cycle of a building - maintenance and construction works in the existing building

Key words: structural failures, life cycle of a building Pareto – Lorenza diagram.

Data przesłania publikacji do Redakcji: 12.03.2018

Data akceptacji publikacji przez Redakcję: 25.05.2019

DOI: 10.30657/qpi.2019.10.05