

# Ryzyko rotacji pracowników w przedsiębiorstwie budowlanym



dr hab. inż.  
**AGNIESZKA LEŚNIAK, PROF. PK.**  
Politechnika Krakowska  
Wydział Inżynierii Lądowej  
**ORCID: 0000-0002-4811-5574**



mgr inż.  
**FILIP JANOWIEC**  
Politechnika Krakowska  
Wydział Inżynierii Lądowej  
**ORCID: 0000-0002-1627-7181**



mgr inż.  
**RADOSŁAW ĆWIERTNIA**  
Przedsiębiorstwo Robót Kolejowych  
Wrocław sp. z o.o.  
**ORCID: 0000-0002-4577-6115**

W artykule przedstawiono propozycję szacowania i oceny ryzyka rotacji pracowników w wybranym przedsiębiorstwie budowlanym. Pomimo dużego prawdopodobieństwa rotacji personelu wyznaczone ryzyko zostało ocenione jako średnie. Nie wymaga podjęcia pilnych działań, jednak powinno być okresowo monitorowane.

## Wstęp

Jednym z kluczowych założeń tworzonych harmonogramów robót budowlanych jest ich skuteczne wdrożenie i przestrzeganie podczas realizacji inwestycji [1]. W przypadku dużych przedsięwzięć infrastrukturalnych przekroczenia założonych terminów mogą wynikać z doświadczenia zaangażowanych podwykonawców, a także sposobu tworzenia wewnętrznych grafików pracy lub dostępności wykwalifikowanej kadry inżynierskiej [2]. Przyjmowane wydajności pracy maszyn oraz pracy ludzkiej wynikają zazwyczaj z teoretycznych możliwości eksploatacyjnych, uzupełnionych o doświadczenia własne przedsiębiorstw, uwzględniających wiele czynników, m.in. awaryjność posiadanego sprzętu budowlanego, typ wykonywanych asortymentów robót bądź praktykę zawodową i doświadczenie posiadanego personelu [3]. O ile usterka urządzeń mechanicznych jest stosunkowo łatwa do przewidzenia lub naprawy, o tyle pozyskanie wykwalifikowanego personelu technicznego stanowi aktualnie problem i może powodować duże utrudnienia w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa budowlanego [4].

Obecnie realizowane programy modernizacji linii kolejowych w Polsce są na bardzo zaawansowanym etapie [5]. Kumulacja robót, stres w pracy, a także charakterystyka robót kolejowych (wymagająca dużego nakładu sił własnych oraz ciągłego skupienia personelu) w perspektywie czasu mogą powodować wypalenie zawodowe, skutkujące zmianą

pracy. Na rotację pracowników może mieć także wpływ ciągła praca poza miejscem zamieszkania (delegacyjny system pracy), stanowiąca duże obciążenie zarówno bezpośrednio dla kadry technicznej, jak i dla jej rodzin [6]. Poznanie wszystkich motywacji tego zjawiska wydaje się trudne, jednak dla potrzeb funkcjonowania przedsiębiorstwa budowlanego, a także dla powodzenia programów modernizacji linii kolejowych w Polsce, ważne jest zapewnienie ciągłości świadczenia usług wykonawczych. W tym celu należy prawidłowo rozpoznać wiele ryzyk, w tym ryzyko rotacji pracowników. Niniejszy artykuł przedstawia propozycję szacowania i oceny ryzyka rotacji pracowników w przedsiębiorstwie budowlanym działającym w branży kolejowej.

## Charakterystyka wybranego przedsiębiorstwa budowlanego

Do analizy ryzyka wybrano przedsiębiorstwo budowlane świadczące usługi z zakresu robót specjalistycznych, związanych z budową linii kolejowych. Główny przedmiot działalności przedsiębiorstwa dotyczy realizacji robót budowlanych, modernizacyjnych, rewitalizacyjnych, remontowych i utrzymaniowych w zakresie infrastruktury szynowej na terenie Polski. Zgodnie z klasyfikacją Kodeksu Spółek Handlowych [7] przedsiębiorstwo jest spółką z ograniczoną odpowiedzialnością z organem zarządzającym w postaci dwuosobowego zarządu. Na dzień 1.01.2022 r. przed-

siębiorstwo zatrudniało ponad 65 osób, a roczny obrót netto nie przekraczał równowartości 50 mln euro, co pozwala zakwalifikować spółkę jako średniego przedsiębiorcę w myśl obowiązujących przepisów prawa [8]. Firma dotychczas świadczyła swoje usługi dla generalnych wykonawców realizujących kluczowe inwestycje dla spółki PKP Polskie Linie Kolejowe SA.

## Wyznaczenie oraz ocena ryzyka

W literaturze funkcjonuje kilkanaście definicji ryzyka, wśród których, z uwagi na charakter badanego w artykule zjawiska, warto przytoczyć następującą: Ryzyko to sytuacja, w której ze znanym prawdopodobieństwem mogą wystąpić zdarzenia losowe, powodujące powstanie określonych skutków [9]. Niezależnie od przyjętej definicji ryzyko należy łączyć z dwoma parametrami, tj. prawdopodobieństwem wystąpienia pewnego niebezpieczeństwa (zdarzenia) oraz jego skutkami (efektami). Podstawowym aktem prawnym dotyczącym ryzyka jest norma PN-ISO 31000:2018 Zarządzanie ryzykiem – Wytyczne (ISO 31000) [10]. Według przedstawionej tam definicji przez pojęcie zarządzania ryzykiem rozumie się skoordynowane działania dotyczące kierowania i nadzorowania organizacją w odniesieniu do ryzyka. Analiza ryzyka może dostarczyć informacji na temat wielu różnych aspektów działalności przedsiębiorstwa budowlanego oraz obejmować proste zagadnienia lub rozbudowane zależności zachodzące w firmie [11].

Dla potrzeb niniejszego artykułu zdecydowano się na uwzględnienie dodatkowego nakładu finansowego ze względu na zatrudnienie brakujących (zwolnionych) pracowników. Do analizy wykorzystano dane pochodzące z trzech pełnych lat funkcjonowania przedsiębiorstwa. Ryzyko rotacji zostanie wyznaczone przy uwzględnieniu „pracowników produkcyjnych”, do których zalicza się: kierowników robót, inżynierów, majstrów, brygadzystów, toromistrzów, monterów nawierzchni torowej, kierowców oraz operatorów maszyn.

W celu oszacowania ryzyka zostanie wykorzystana funkcja matematyczna łącząca prawdopodobieństwo wystąpienia rotacji pracownika oraz jej konsekwencję, przedstawioną jako koszt zatrudnienia nowego pracownika [12]. Funkcję ryzyka przedstawia wzór 1.

$$R_r = f(P, C) \quad (1)$$

gdzie:

$R_r$  – ryzyko rotacji pracownika;

$P$  – prawdopodobieństwo rotacji pracownika;

$C$  – koszt związany z zatrudnieniem nowego pracownika.

Wyznaczenie prawdopodobieństwa rotacji pracownika  $P$  zostało oszacowane na podstawie porównania liczby zwolnień/zatrudnień do całkowitej liczby „pracowników produkcyjnych” w analizowanym okresie (12 pełnych miesięcy). Założono, że w przeciągu 12 miesięcy przedsiębiorstwo miało miesięcznie zbliżoną do siebie liczbę pracowników, a potrzeby produkcyjne spółki były jednokrotne przez cały ten okres. Na podstawie dostępnych danych przedsiębiorstwa oszacowano liczbę zwolnień/zatrudnień, a także wyznaczono całkowitą liczbę pracowników produkcyjnych zatrudnionych w tym okresie. Poprzez rotację pracowników będą rozumiane wyłącznie te zwolnienia i zatrudnienia, które obejmowały zastąpienie brakującego personelu technicznego. W analizowanym okresie (3 kolejne lata: 2018–2020) przedsiębiorstwo ulegało systematycznemu rozwojowi, pozyskując coraz większą liczbę zleceń. Spowodowało to systematyczny wzrost ogółu pracowników firmy. Zdecydowano, że do liczby rotacji pracowników nie będzie wchodziła ta liczba zatrudnień, która wynikała z rozwoju firmy, tj. wymagała zwiększenia ogółu personelu. Wobec tego liczba rotacji pracowników będzie równa liczbie zwolnień w analizowanym okresie. Zbiorcze zestawienie informacji dotyczących prawdopodobieństwa rotacji pracownika przedstawia tab. 1.

Oszacowanie kosztów zatrudnienia nowego pracownika może zależeć od stażu pracy, kwalifikacji, typu umowy lub charakteru powierzanych obowiązków [13]. Istnieje również grupa innych świadczeń,

**Tab. 1. Prawdopodobieństwo rotacji pracownika – zestawienie informacji pozyskanych z przedsiębiorstwa**

Składnik ryzyka	Okres działalności przedsiębiorstwa		
	1.01.2018–31.12.2018	1.01.2019–31.12.2019	1.01.2020–31.12.2020
Liczba zwolnień	16	33	47
Liczba zatrudnionych pracowników (średnia w miesiącu)	25	50	66
Prawdopodobieństwo rotacji pracowników – $P$ [%]	64,00	66,00	71,21

**Tab. 2. Koszt zatrudnienia pracownika – zestawienie informacji pozyskanych z przedsiębiorstwa**

Składnik ryzyka	Okres działalności przedsiębiorstwa		
	1.01.2018–31.12.2018	1.01.2019–31.12.2019	1.01.2020–31.12.2020
Badania lekarskie (średnia)	375 zł	415 zł	475 zł
Środki Ochrony Indywidualnej (BHP)	455 zł	472 zł	498 zł
Szkolenie BHP	50 zł	60 zł	80 zł
Koszt zatrudnienia nowego pracownika	880 zł	947 zł	1 053 zł

**Tab. 3. Określenie przedziałów wartości parametru  $P$  oraz  $C$**

Prawdopodobieństwo – $P$		Koszt zatrudnienia pracownika – $C$	
Rzadkie	0% – 20%	Bardzo niski	0% – 20%
Mało prawdopodobne	20% – 40%	Niski	20% – 40%
Możliwe	40% – 60%	Średni	40% – 60%
Prawdopodobne	60% – 80%	Wysoki	60% – 80%
Prawie pewne	80% – 100%	Bardzo wysoki	80% – 100%

**Tab. 4. Kwantyfikacja przedziałów wartości kosztów zatrudnienia pracownika w analizowanych latach**

Koszt zatrudnienia pracownika – $C$	2019	2020	2021
0% – 20%	0 zł – 1033,60 zł	0 zł – 1082,29 zł	0 zł – 1131,46 zł
20% – 40%	1033,61 zł – 2067,19 zł	1082,30 zł – 2164,58 zł	1131,47 zł – 2262,92 zł
40% – 60%	2067,20 zł – 3100,79 zł	2164,59 zł – 3246,87 zł	2262,93 zł – 3394,38 zł
60% – 80%	3100,80 zł – 4134,38 zł	3246,88 zł – 4329,16 zł	3394,39 zł – 4525,84 zł
80% – 100%	4134,39 zł – 5167,98 zł	4329,17 zł – 5411,45 zł	4525,85 zł – 5657,30 zł

które powinny zostać wypłacane w ramach umowy, m.in. dodatek za pracę w szczególnych warunkach (praca w obrębie czynnych torów kolejowych). Na potrzeby artykułu założono, że „pracownicy produkcyjni” są zatrudnieni w przedsiębiorstwie wyłącznie w oparciu o umowę o pracę, bez innych, dodatkowych uwarunkowań. Wobec takiego stosunku pracy na pracodawcy leży obowiązek pokrycia kosztów obowiązkowych badań lekarskich, wymaganego na budowie wyposażenia BHP oraz innych, niezbędnych

świadczeń. Wszystkie te wydatki są ponoszone przez przedsiębiorstwo każdorazowo przy zatrudnieniu nowego pracownika i są to opłaty bezzwrotne, które powinny zostać w kalkulowane do budżetu firmy. Obliczenia nie zawierają również kosztów stałych, niezależnych od stażu pracy, takich jak diety czy delegacje. W celu oszacowania ilości dodatkowych kosztów związanych z rotacją pracowników wyznaczono średnie koszty zatrudnienia nowego pracownika, osobno dla każdego z analizowanych okresów. Różnice

Tab. 5. Macierz ryzyka

		Koszt zatrudnienia pracownika				
		Bardzo niski	Niski	Średni	Wysoki	Bardzo wysoki
Prawdopodobieństwo	Rzadkie					
	Mało prawdopodobne					
	Możliwe					
	Prawdopodobne					
	Prawie pewne					

Tab. 6. Opis poziomów ryzyka

Poziom ryzyka	Opis działań
Niski	Poziom ryzyka akceptowalny – brak działań
Średni	Poziom ryzyka nieakceptowalny – wymaga okresowego monitorowania, działanie może zostać przesunięte w czasie
Wysoki	Poziom ryzyka nieakceptowalny – wymaga stałego monitorowania, działanie może zostać przesunięte w czasie
Bardzo Wysoki	Poziom ryzyka nietolerowany – podjęcie pilnego działania

Tab. 7. Poziomy ryzyka rotacji pracowników dla analizowanego przedsiębiorstwa

Składnik ryzyka	Okres działalności przedsiębiorstwa		
	1.01.2018–31.12.2018	1.01.2019–31.12.2019	1.01.2020–31.12.2020
Prawdopodobieństwo rotacji pracowników	64,00%	66,00%	71,21%
	Prawdopodobne	Prawdopodobne	Prawdopodobne
Koszt zatrudnienia pracownika	17,03%	17,50%	18,61%
	Bardzo niski	Bardzo niski	Bardzo niski
Poziom ryzyka rotacji	Średni	Średni	Średni

Tab. 8. Koszty ryzyka rotacji pracowników

Składnik ryzyka	Okres działalności przedsiębiorstwa		
	1.01.2018–31.12.2018	1.01.2019–31.12.2019	1.01.2020–31.12.2020
Liczba zwolnień	16	33	47
Koszt zatrudnienia pracownika [zł]	880 zł	947 zł	1 053 zł
Koszt rotacji pracowników (alokacja ryzyka) [zł]	14 080 zł	31 251 zł	49 491 zł

kosztów są związane ze średnią rynkową ceną świadczeń ponoszonych przez pracodawcę. Koszt stały brutto związany z zatrudnieniem jednego nowego pracownika w analizowanym przedsiębiorstwie w rozważanych okresach jego działalności przedstawiono w tab. 2.

Do oceny ryzyka zostanie wykorzystana macierz ryzyka zawierająca 5 przedziałów wartości dla parametru P (prawdopodobieństwa rotacji pracownika) oraz parametru C (kosztu związanego z zatrudnieniem nowego pracownika). Parametr P został określony za pomocą przedziału prawdopodobieństw zdarzeń, natomiast parametr C został wyrażony

jako % średniego miesięcznego wynagrodzenia brutto w danym roku kalendarzowym. Przedziały te ujęto w formie tabelarycznej i przedstawiono w tab. 3. Skwantyfikowany koszt zatrudnienia pracownika w kolejnych latach przedstawiono w tab. 4.

Po określeniu składników macierzy przystąpiono do jej tworzenia. Wykorzystano jeden z powszechnie stosowanych układów macierzy, który zawiera 4 poziomy referencyjne ryzyka [13]. Macierz ryzyka przedstawiono w tab. 5., natomiast w tab. 6. opisano poziomy referencyjne ryzyka.

Na podstawie założonych kryteriów oceny ryzyka rotacji pracowników można stwier-

dzić, że we wszystkich trzech analizowanych okresach poziom ryzyka jest średni. Pomimo wysokiego poziomu prawdopodobieństwa zwolnień oraz zatrudnień nowych pracowników (od 64,00% do 71,21%) przyjęty koszt zatrudnienia nowego pracownika jest bardzo niski w odniesieniu do średniego miesięcznego wynagrodzenia brutto w Polsce (od 17,03% do 18,61%). Zgodnie z przyjętymi kryteriami ryzyko wymaga okresowego monitorowania, a ewentualne działania zaradcze mogą zostać przesunięte w czasie.

### Alokacja ryzyka w budżecie przedsiębiorstwa

Praktycznym rozwiązaniem, uwzględniającym ryzyko rotacji pracowników w budżecie przedsiębiorstwa budowlanego, może być jego alokacja w planach finansowych na kolejne lata działalności. Istniejące metody alokacji ryzyka dotyczą często realizacji skomplikowanych przedsięwzięć inżyniersko-budowlanych realizowanych przez duże podmioty gospodarcze [11]. Uwzględniając potrzeby podwykonawcy, a także częsty brak wykwalifikowanego zaplecza techniczno-organizacyjnego, ryzyko to można w kalkulować jako część budżetu założonego na wynagrodzenia pracownicze „kadry produkcyjnej”. Zaproponowano, aby rzeczywiście poniesione koszty w danym okresie odnieść do wartości wynagrodzeń wszystkich pracowników w tym okresie. W tab. 8. przedstawiono koszty rotacji pracowników.

Uwzględniając trzy pełne lata działalności przedsiębiorstwa, można za pomocą funkcji liniowej dokonać aproksymacji dodatku stanowiącego alokację ryzyka, a także przewidzieć spodziewany budżet, który powinien zostać założony na potrzeby rotacji pracowników w przedsiębiorstwie. Wykorzystując dane z tab. 9., dokonano aproksymacji funkcją liniową przy użyciu metody najmniejszych kwadratów [14]. Po wykonaniu obliczeń otrzymano zależność opisaną wzorem 2:

$$y = 17705,5 \cdot x - 3803,7 \quad (2)$$

gdzie:

y – spodziewany dodatek za alokację ryzyka rotacji w roku t funkcjonowania przedsiębiorstwa [zł];

x – kolejny rok funkcjonowania przedsiębiorstwa (n=1, ..., t).

Rzeczywisty koszt rotacji pracowników w poszczególnych latach oraz jego linię trendu przedstawiono na rys. 1.

W celu sprawdzenia dokładności aproksymacji wyznaczono błąd procentowy. Otrzymane wyniki przedstawiono w tab. 9.

Dla analizowanego okresu stwierdzono mały błąd procentowy zawierający się w przedziale od 0,36% do 1,28%, co pozwala z dużą precyzją dokonać oszacowania alo-

kacji ryzyka rotacji pracowników w budżecie analizowanego przedsiębiorstwa na kolejne lata działalności.

## Podsumowanie

Wykonywanie robót w branży budowlanej, szczególnie w zakresie robót budowy linii kolejowych, może powodować znaczącą rotację pracowników. W analizowanym przedsiębiorstwie zidentyfikowano wymianę ponad połowy pracowników rocznie. Pomimo dużego prawdopodobieństwa rotacji personelu wyznaczone ryzyko, w postaci iloczynu prawdopodobieństwa rotacji i skutku w postaci kosztu zatrudnienia nowego pracownika, zostało wyznaczone jako średnie. Nie wymaga ono pilnych działań, jednak powinno być okresowo monitorowane. Duże zmiany kadry technicznej powodują skutki finansowe dla przedsiębiorstwa, które powinno uwzględnić je podczas planowania budżetu na kolejne lata funkcjonowania. Jednym ze sposobów alokacji ryzyka jest zabezpieczenie dodatkowych środków finansowych. W artykule została przedstawiona metoda aproksymacji kosztów funkcją liniową, która dla analizowanego przedsiębiorstwa charakteryzowała się małymi błędami procentowymi i może być stosowana w praktyce.

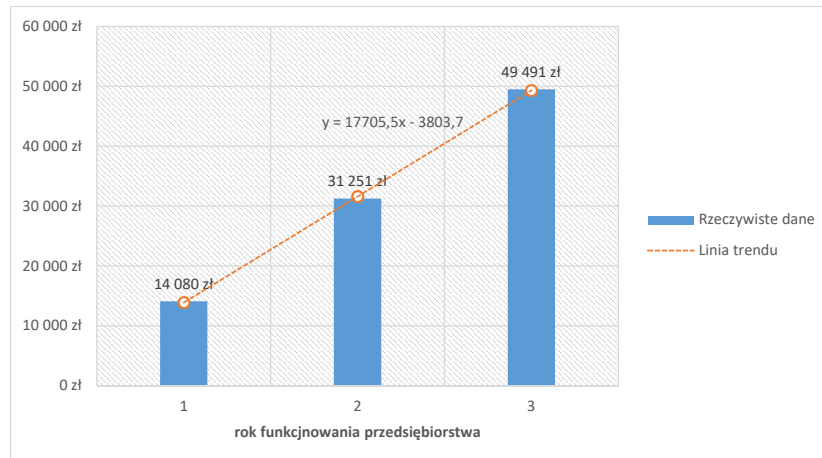
## Literatura

- [1] Leśniak, A., & Plebankiewicz, E. (2010). Opóźnienia w robotach budowlanych. *Zeszyty Naukowe/Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych im. gen. T. Kościuszki*, 332–339.
- [2] Poloński, M., & Pruszyński, K. (2008). Wyznaczenie wielkości buforów czasu i terminu zakończenia przedsięwzięcia w harmonogramach budowlanych. *Prace Naukowe Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej*, 90, 289–297.
- [3] Marcinkowski, R. (2013). Planowanie organizacji robót budowlanych na podstawie analizy nakładów pracy zasobów czynnych. *Budownictwo i Architektura*, 12(1), 39–46.
- [4] Szymański, T. (2012). Pomiar sprawności funkcjonowania przedsiębiorstw z sektora budownictwo. *Zarządzanie i Finanse*, 1(2), 385–397.
- [5] Uchwała Rady Ministrów 86/2021 z dnia 20 lipca 2021 r. w sprawie przyjęcia sprawozdania z wykonania planu realizacji Krajowego Programu Kolejowego do 2023 roku za rok 2020.
- [6] Hryniewicz, J.T. *Stosunki pracy w polskich organizacjach*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Scholar Sp. z o.o., 2007.
- [7] Ustawa z dnia 15 września 2000r. Kodeks spółek handlowych (Dz.U. 2021 poz. 2052).
- [8] Ustawa z dnia 6 marca 2018 r. Prawo przedsiębiorców (Dz.U. 2022 poz. 24).
- [9] Knight, F. H. *Risk, uncertainty, and profit*. Boston: Schaffner & Marx; Houghton Mifflin Co., 1921.
- [10] PN-ISO 31000:2018 *Zarządzanie ryzykiem – Zasady i wytyczne*, 2018.
- [11] Skorupka, D. (2008). Zarządzanie ryzykiem w przedsięwzięciach budowlanych. *Zeszyty Naukowe/Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych im. gen. T. Kościuszki*, 120–129.
- [12] Kerzner, H. *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.
- [13] Czackowski, W. (2014). Znaczenie kosztów ogólnych budowy w sektorze prywatnych usług budowlanych. *Acta Scientiarum Polonorum. Architectura*, 13(3), 61–70.
- [14] Cichoń, C., Cecot, W., Krok, J., & Pluciński, P. *Metody komputerowe w liniowej mechanice konstrukcji*. Wybrane zagadnienia. Kraków: Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2009.

DOI: 10.5604/01.3001.0015.8052

## PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Janowiec Filip, Ćwiertnia Radosław, Leśniak Agnieszka, 2022, Ryzyko rotacji pracowników w przedsiębiorstwie budowlanym, „Builder” 4 (297). DOI: 10.5604/01.3001.0015.8052



Rys. 1. Koszt rotacji pracowników

Tab. 9. Błąd aproksymacji kosztu rotacji pracowników

Koszt rotacji pracowników	Okres działalności przedsiębiorstwa		
	1.01.2018–31.12.2018	1.01.2019–31.12.2019	1.01.2020–31.12.2020
Rzeczywiste dane	14 080,00 zł	31 251,00 zł	49 491,00 zł
Aproksymacja	13 901,83 zł	31 607,33 zł	49 312,83 zł
Błąd procentowy	1,28%	1,13%	0,36%

**Streszczenie:** Realizacja prac budowlano-montażowych jest obciążona wieloma ryzykami. Odpowiednie zaplanowanie i przygotowanie procesu budowlanego pozwala zminimalizować potencjalne negatywne konsekwencje zachodzących zjawisk. Jednak niektóre zdarzenia są trudne do przewidzenia, ponieważ wynikają z indywidualnej charakterystyki procesów lub osobistych decyzji pracowników przedsiębiorstwa. Jednym z takich zjawisk jest omówione w pracy ryzyko rotacji pracowników. W artykule przedstawiono propozycję szacowania i oceny ryzyka rotacji pracowników w wybranym przedsiębiorstwie budowlanym. Pomimo dużego prawdopodobieństwa rotacji personelu wyznaczone ryzyko zostało ocenione jako średnie. Nie wymaga ono podjęcia pilnych działań, jednak powinno być okresowo monitorowane.

**Słowa kluczowe:** ryzyko, rotacja pracowników, przedsiębiorstwo, kolejowe inwestycje budowlane

## Abstract: THE RISK OF EMPLOYEE ROTATION IN A CONSTRUCTION COMPANY.

The implementation of construction and assembly works is burdened with many risks. Appropriate planning and preparation of the construction process allows to minimize the potential negative consequences of the phenomena occurring. However, some events are difficult to predict, as they result from the individual characteristics of processes or personal decisions of construction company's employees. One of such phenomena is the risk of employee rotation discussed

in this article. The article presents a proposal for estimating and assessing the risk of employee rotation in a selected construction company. Despite the high probability of staff rotation, the designated risk was assessed as medium. It does not require urgent action, but should be monitored periodically.

**Keywords:** risk, workers turnover, enterprise, railway construction projects