Optymalizacja ryzyka produkcyjnego na wybranym przykładzie

Marta Sukiennik, Aneta Napieraj, Dominik Rusek*

Streszczenie: Celem artykułu jest przedstawienie, w jaki sposób wybrane narzędzia i techniki *Lean Management* mogą służyć optymalizacji ryzyka produkcyjnego. Próby takiej analizy dokonano w oparciu o dane procesu produkcyjnego, realizowanego w jednym z przedsiębiorstw. Po zebraniu niezbędnych danych empirycznych, dokonano szeregu analiz i przedstawiono propozycje, których wynikiem jest optymalizacja czasu trwania procesu.

Słowa kluczowe: optymalizacja, *Lean Management*, ryzyko produkcyjne

Wprowadzenie

W niniejszym artykule dokonano próby optymalizacji ryzyka produkcyjnego. Zagadnienie realizowano na podstawie wyników przeprowadzonych badań i analiz, których efektem jest propozycja modyfikacji procesu produkcyjnego. W artykule podjęto próbę wykazania skuteczności wybranych metod analizy. Efektem badań ma być także skrócenie całkowitego czasu trwania procesu oraz zmiana przebiegu ścieżki krytycznej. Efektem długofalowym powinna być także poprawa jakości procesu produkcyjnego.

Proces zarządzania ryzykiem jest procesem złożonym, ciągłym i wymagającym nieustannego doskonalenia. Aby móc rozpocząć zarządzanie ryzykiem, trzeba precyzyjnie wskazać wszystkie jego źródła (Gil, 2001; Rumel-Syska, 1990).

Punktem wyjścia do analiz było zebranie danych empirycznych, w szczególności czasów trwania operacji i czynności procesu oraz długość drogi transportowej. Na ich podstawie skonstruowano sieć CPM oraz wyznaczono ścieżkę krytyczną. Etapy charakteryzujące się największym ryzykiem identyfikowano i przedstawiono za pomocą Diagramu Ishikawy. Dalsza analiza została przeprowadzona poprzez zastosowanie metody 5 × Why. W ten sposób poznano przyczyny powstawania problemów. Zaproponowano również dokonanie modyfikacji w poszczególnych obszarach przedsięwzięcia oraz wprowadzenia nowych narzędzi zarządzania, takich jak 5S czy *Kaizen* (Szczęśniak i in., 2016; Huber, 2016).

* dr inż. Marta Sukiennik, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, e-mail: marta.sukiennik@agh.edu.pl; dr inż. Aneta Napieraj, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, e-mail: aneta.napieraj@agh.edu.pl, inż. Dominik Rusek, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, e-mail: rusekdominik2@gmail.com.

1. Analizowany proces produkcyjny

Analizowany proces produkcyjny przedstawiony został za pomocą układu czynności. Szczegółowe zestawienie danych dotyczących procesu przedstawiono w tabeli 1, w szczególności są to: logiczna struktura sieci, czasy trwania czynności i odległości dróg transportowych.

Tabela 1

Tabela czynności procesu produkcyjnego

Czynność	Opis czynności	Poprzednik	Czas trwania (s)	Odległość (m)
1	2	3	4	5
A	Transport stali z pola odkładczego do regału przy Aidzie	–	936	65
B	Transport nakrętek z pola odkładczego do regału z nakrętkami	–	99	55
C	Transport stalowych tulei z pola odkładczego do regału z tulejami	–	99	55
D	Transport kauczuku syntetycznego z pola odkładczego do magazynu AV	–	252	140
E	Montaż stali w prasie Aida 400 t	A	600	–
F	Montaż formy do prasy Aida 400 t	E	900	–
G	Wytłaczanie stali w prasie Aida 400 t	F	1,7	–
H	Transport komponentu 1. z pola odkładczego przy prasie 400 t do magazynu	G	117	65
I	Transport komponentu 2. z pola odkładczego przy prasie 400 t do magazynu	G	117	65
J	Transport komponentu 1. z magazynu do pola odkładczego prasach Aida 110 t	H	135	75
K	Montaż formy do prasy Aida 110 t	J	720	–
L	Obróbka komponentu 1. w prasie Aida 110 t	K	3,3	–
Ł	Transport komponentu 1. z pola odkładczego przy prasie 110 t do magazynu	L	135	75
M	Transport komponentu 2. z magazynu do pola odkładczego przy zgrzewarkach	I	261	145
N	Transport nakrętek z regału z nakrętkami do pola odkładczego przy zgrzewarkach	B	36	20
O	Montaż formy w zgrzewarce oporowej Heron	MN	480	–
P	Zgrzewanie komponentu 2. z nakrętka (powstanie komponentu 3.)	O	24	–
R	Test <i>poka-yoke</i> po zgrzewaniu	P	5,8	–
S	Transport komponentu 3. z pola odkładczego przy zgrzewarkach do magazynu	R	261	145
T	Transport tulei z regału do pola odkładczego przy robocie spawalniczym	C	27	15
U	Transport komponentu 3. z magazynu do pola odkładczego przy robocie spawalniczym	S	306	170
W	Transport komponentu 1. z magazynu do pola odkładczego przy robocie spawalniczym	Ł	306	170
Y	Montaż formy do robota spawalniczego, oraz instalacja programu spawalniczego	T, U, W	780	–
Z	Spawanie komponentów 3. i 1. oraz tulei (powstanie komponentu 4.)	Y	39,5	–
AA	Test <i>poka-yoke</i> po spawaniu	Z	7,6	–
AB	Transport komponentu 4. z pola odkładczego przy robocie spawalniczym do magazynu AV	AA	306	170
AC	Transport komponentu 4. z magazynu do alejki przy śrutownicy	AB	113,4	63
AD	Śrutowanie komponentu 4.	AC	660	–
AE	Transport komponentu 4. do pola odkładczego przy maszynie do fosforowania	AD	9	5
AF	Fosforowanie komponentu 4.	AE	5,5	–

1	2	3	4	5
AG	Transport komponentu 4. z maszyny do fosforowania do maszyn nakładających klej	AF	9	5
AH	Nakładanie kleju na komponent 4.	AG	13	–
AI	Transport komponentu 4. z alejki przy auto-sprayu (działu nakładania kleju) do wulkanizacji	AH	54	30
AJ	Transport gumy z magazynu AV do wulkanizacji	D	216	120
AK	Nagrzanie formy do wulkanizacji w piecu Wichary Technologies	AJ	900	–
AL	Montaż nagrzanej formy do prasy wulkanizacyjnej	AK	840	–
AL	Wulkanizacja komponentu 4. (powstanie komponentu 5.)	AI, AL	156	–
AM	Transport komponentu 5. z wulkanizacji do malowania	AL	99	55
AN	Malowanie komponentu 5.	AM	41	–
AO	Suszenie pomalowanego komponentu 5.	AN	480	–
AP	Ostatni test <i>poka-yoke</i>	AO	11,2	
AR	Transport gotowego produktu na pole do wysyłki	AP	122,3	68

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie danych z tabeli 1 przedstawiono w postaci diagramu sieciowego CPM przebieg całego procesu produkcyjnego oraz wyznaczenie przebiegu ścieżki krytycznej (rys. 1).

Rysunek 1. Sieć CPM obrazująca analizowany proces produkcyjny

Źródło: opracowanie własne.

Wyznaczona ścieżka krytyczna wynosi 6799 sekund. W aspekcie optymalizacji ryzyka produkcyjnego oczekiwane jest jej skrócenie, do czego mają się przyczynić kroki podjęte w zakresie modyfikacji procesu.

2. Optymalizacja procesu produkcyjnego

Optymalizacji procesu produkcyjnego dokonano w następujących płaszczyznach działania przedsiębiorstwa: zarządzania, ludzkim, otoczenia, narzędziowym, maszynowym i produkcyjnym. Punktem wyjścia była analiza Diagramem Ishikawy (rys. 2), który wykorzystano do identyfikacji konkretnych przyczyn powstawania problemów w przedstawionych obszarach.

Rysunek 2. Diagram Ishikawy dla analizowanego procesu

Źródło: opracowanie własne.

2.1. Optymalizacja produkcji w obszarze zarządzania

W obszarze zarządzania jako przyczynę opóźnień procesu zdiagnozowano złą organizację procesu produkcyjnego. Przedstawione w tabeli 1 czynności I oraz M mogą być wyeliminowane, ponieważ zbędne okazało się transportowanie komponentu 2. do magazynu, gdyż potem komponent jest transportowany do procesu zgrzewania z nakrętką. Zbędny okazał się także transport komponentu 1. (czynność H oraz J) do magazynu, ponieważ jest on następnie poddawany kolejnej obróbce na sąsiednim stanowisku. W celu dokładniejszej analizy zastosowano metodę $5 \times \text{Why}$, przedstawioną na rysunku 3.

Transport komponentu 2.

Transport komponentu 1.

Rysunek 3. Analiza $5 \times \text{WHY}$ – zbędny transport komponentu 2. i komponentu 1. do magazynu

Źródło: opracowanie własne.

Za pomocą analizy $5 \times \text{Why}$ rozpoznano przyczynę zbędnego transportu komponentów. Wynikiem okazał się być brak komunikacji pomiędzy kierownikami poszczególnych działów. Jako rozwiązanie tego problemu zaproponowano zamontowanie informacyjnej tablicy magnetycznej sucho ścieralnej i nadanie kierownikowi działu dużych pras hydraulicznych obowiązku regularnego uzupełniania informacji o bieżących oraz planowanych procesach łącznie z planowaną godziną rozpoczęcia. Natomiast kierownikom zgrzewarek i małych pras – obowiązek analizy otrzymanych informacji oraz planowania produkcji w sposób niwelujący powstawanie zastoju oraz zbędnego magazynowania. W rezultacie wprowadzonych zmian, całkowity czas trwania procesu zostanie skrócony o 630 sekund.

2.2. Optymalizacja produkcji w obszarze ludzkim

W celu dokonania dokładniejszej diagnozy problemu zastosowano kilkudniową obserwację migawkową. Wykazała ona, że pracownicy obsługujący maszyny produkcyjne dużą część czasu przeznaczoną na wykonanie operacji poświęcają na przynoszenie i odnoszenie komponentów do maszyny. Pojemniki, które wcześniej pracownicy sami przywieźli, są ustawiane zbyt daleko od maszyny. Często też pracownicy po kilku godzinach pracy mieli problemy z lokalizacją pojemników, plątali się między nimi, a nawet się o nie potykali. Aby rozpoznać przyczynę powstawania problemów zauważonych w obserwacji, zastosowano analizę $5 \times \text{Why}$ (rys. 4).

Rysunek 4. Analiza $5 \times \text{WHY}$ – nieprawidłowe ułożenie pojemników

Źródło: opracowanie własne.

Poprzez wykonane obserwacje i ich analizę, stwierdzono przyczynę zbyt długiego czasu przeznaczanego na obróbkę poszczególnych komponentów. Opóźnienia spowodowane są brakiem porządku na stanowisku pracy. Sposobem na wyeliminowanie jest wprowadzenie standardów 5S na każdym stanowisku pracowniczym, które rozpoczęto od posprzątania i wyeliminowania niepotrzebnych przedmiotów w obrębie stanowisk pracy. Kolejnym etapem była analiza ruchów pracowników na konkretnych stanowiskach w celu ustalenia miejsca ustawienia koszyków z komponentami, aby zachowywały ergonomię ruchu, oraz

by wyeliminować potencjalne zderzenia pracowników. Po ustaleniu miejsc przeznaczonych na koszyki, narysowano widocznie żółte linie, między którymi muszą się one znajdować. Ostatnim etapem wdrażania 5S była regularna kontrola stanowisk pracy, w celu wdrożenia samodyscypliny pracowników. Efektem wprowadzenia standardów 5S jest zmniejszenie średniego czasu obróbki komponentów na poszczególnych stanowiskach, co ostatecznie daje 59,6 sekund oszczędności.

2.3. Optymalizacja otoczenia

Kolejnym analizowanym obszarem procesu produkcyjnego było jego otoczenie. Analizując przebieg procesu, zaobserwowano, iż dużo czasu poświęcane jest na transport komponentów. Zaproponowano utworzenie drugiego magazynu komponentów na miejscu pomieszczenia administracyjnego oraz socjalnego dla pracowników. Brak skomplikowanych, zamontowanych na stałe maszyn umożliwił łatwy i tani sposób przeniesienia w inne miejsce, bez zatrzymania produkcji. Usytuowanie drugiego magazynu zdecydowanie skróci długości dróg transportu wielu komponentów, a co za tym idzie – czas jej trwania. Pomieszczenia administracyjne i socjalne przeniesione zostały w miejsce magazynu produktów gotowych, który ze względu na dużą powierzchnię nie był w pełni wykorzystany.

Po wprowadzeniu przedstawionych zmian, konieczne będzie wprowadzenie standardów 5S w magazynach, oraz szczegółowa informacja dla kierownictwa działów o ulokowaniu poszczególnych komponentów w celu uniknięcia bałaganu i poszukiwaniu komponentów w magazynach. Po szczegółowej analizie zdecydowano również, do którego magazynu będą transportowane komponenty z poszczególnych etapów procesu. Wprowadzone zmiany skrócą drogi transportowe o 803 m, a czas procesu o 909 s.

2.4. Analiza gospodarki narzędziowej

Kolejnym analizowanym obszarem procesu produkcyjnego były narzędzia. Zauważono, że zbyt dużo czasu pochłania transport. Po rozmowie z pracownikami, przeprowadzono analizę $5 \times \text{Why}$ (rys. 5).

Rysunek 5. Analiza $5 \times \text{WHY}$ – nieprawidłowy transport narzędzi

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzono również badanie ruchów migawkowych. Stwierdzono, że średnie tempo poruszania się ludzi z wózkami wynosi 2 km/h, natomiast średnie tempo poruszania się ludzi bez wózka 4 km/h. Spowodowane jest to trudnością w prowadzeniu wózków paletowych. Rozwiązaniem tego problemu jest zakup nowych, elektrycznych wózków paletowych. Po wprowadzeniu proponowanych zmian średnie tempo poruszania się ludzi z wózkami wzrośnie dwukrotnie. Zaoszczędzony czas wynosić będzie 722,2 sekundy.

2.5. Optymalizacja pracy maszyn

Następnym analizowanym obszarem procesu jest maszyna. Przez tydzień obserwowano pracę maszyn produkcyjnych. Zauważono, iż częstym, regularnie powtarzającym się problemem, są awarie maszyn. Odnotowano także brak analizy przyczyn powstawania awarii. Jako działanie naprawcze wprowadzono utworzenie komórki *Kaizen*, w skład której wchodził doświadczeni pracownicy oraz mechanicy zajmujący się naprawą maszyn. Zadaniem komórki było poszukiwanie przyczyn powstawania awarii oraz ich powiązań w celu wprowadzenia modyfikacji mających na celu zmniejszenie ilości awarii, a co za tym idzie, czasu postoju maszyn. Efektem wprowadzenia zmian była redukcja ilości awarii o połowę, a w konsekwencji zmniejszenie średniego czasu obróbki komponentu. Oszczędności czasu wyniosły 39,1 sekundy.

2.6. Analiza materiałów produkcyjnych

Po obserwacji procesu produkcyjnego zaobserwowano, iż stosunkowo duża liczba zespalanych komponentów wymaga ręcznej naprawy przez pracownika. Za pomocą analizy 5 × Why (rys. 6), ustalono przyczynę powstania tego problemu.

Rysunek 6. Analiza 5 × WHY – awarie komponentów

Źródło: opracowanie własne.

Po przeprowadzonej analizie stwierdzono, że powodem powstawania dużej liczby komponentów wymagającej manualnej naprawy jest zły jakości drut spawalniczy. Działaniem naprawczym tego problemu jest zmiana dostawcy drutu spawalniczego oraz regularna kontrola jakości tegoż drutu przez utworzoną wcześniej komórkę *Kaizen*. Efektem

wprowadzonych działań była praktycznie całkowita eliminacja powstawania tej konkretnej wady. Oszczędność czasowa po zmianie wyniesie 5,2 sekundy.

3. Efekty modyfikacji

W tabeli 2 zestawiono czynności składające się na cały proces produkcyjny wraz z nowymi czasami ich trwania, czasem rozpoczęcia i zakończenia oraz zapasami.

Tabela 2

Tabela z czynnościami i czasami trwania po wprowadzeniu modyfikacji

Czyn- ność	Opis czynności	Poprzed- nik	Czas trwa- nia (s)	Odle- głość (m)	Najwcześniej- szy początek (s)	Najpóźniej- szy począ- tek (s)	Zapas (s)
1	2	3	4	5	6	7	8
	Początek		0				
A	Transport stali z pola odkładczego do regału przy Aidzie	–	936	65	0	0	0
B	Transport nakrętek z pola odkładczego do regału z nakrętkami	–	49,5	55	0	2642,6	2642,6
C	Transport stalowych tulei z pola odkładczego do regału z tulejami	–	49,5	55	0	3191,3	3191,3
D	Transport kauczuku syntetycznego z pola odkładczego do magazynu AV	–	45	50	0	3143,2	3143,2
E	Montaż stali w prasie Aida 400 t	A	600	–	936	936	0
F	Montaż formy do prasy Aida 400 t	E	900	–	1536	1536	0
G	Wytłaczanie stali w prasie Aida 400 t	F	1,7	–	2436	2436	0
H	Transport komponentu 1. z prasy Aida 400 t na pole odkładcze przy prasie Aida 110 t	G	9	10	2437,7	2437,7	
I	Transport komponentu 1. z prasy Aida 400 t na pole odkładcze przy zgrzewarkach	G	54	60	2437,7	2656,1	
J	Montaż formy do prasy Aida 110 t	H	720	–	2446,7	2446,7	0
K	Obróbka komponentu 1. w prasie Aida 110t	J	2,1	–	3166,7	3166,7	0
L	Transport komponentu 1. z pola odkładczego przy prasie 110 t do magazynu	K	85,5	95	3168,8	3168,8	0
Ł	Transport nakrętek z regału z nakrętkami do pola odkładczego przy zgrzewarkach	B	18	20	49,5	2692,1	2642,6
M	Montaż formy w zgrzewarce oporowej Heron	I,Ł	480	–	67,5	2710,1	2642,6
N	Zgrzewanie komponentu 2. z nakrętka (powstanie komponentu 3.)	M	17,9	–	547,5	3190,1	2642,6
O	Test poka-yoke po zgrzewaniu	N	5,8	–	565,4	3208	2642,6
P	Transport komponentu 3. z pola odkładczego przy zgrzewarkach do magazynu	O	27	30	571,2	3213,8	2642,6

1	2	3	4	5	6	7	8
R	Transport tulei z regału do pola odkładczego przy robocie spawalniczym	C	13,5	15	49,5	3240,8	3191,3
S	Transport komponentu 3. z magazynu do pola odkładczego przy robocie spawalniczym	P	36	40	598,2	3254,3	2656,1
T	Transport komponentu 1. z magazynu do pola odkładczego przy robocie spawalniczym	L	36	40	3254,3	3254,3	0
U	Montaż formy do robota spawalniczego, oraz instalacja programu spawalniczego	R,S,T	780	–	3290,3	3290,3	0
W	Spawanie komponentów 3. i 1. oraz tulei (powstanie komponentu 4.)	U	29,9	–	4070,3	4070,3	0
Y	Test <i>poka-yoke</i> po spawaniu	W	7,6	–	4100,2	4100,2	0
Z	Transport komponentu 4. z pola odkładczego przy robocie spawalniczym do magazynu AV	Y	153	170	4107,8	4107,8	0
AA	Transport komponentu 4. z magazynu do alejki przy śrutownicy	Z	56,7	63	4260,8	4260,8	0
AB	Śrutowanie komponentu 4.	AA	613,9	–	4317,5	4317,5	0
AC	Transport komponentu 4. do pola odkładczego przy maszynie do fosforowania	AB	4,5	5	4931,4	4931,4	0
AD	Fosforowanie komponentu 4.	AC	4,9	–	4935,9	4935,9	0
AE	Transport komponentu 4. z maszyny do fosforowania do maszyn nakładających klej	AD	4,5	5	4940,8	4940,8	0
AF	Nakładanie kleju na komponent 4.	AE	9,9	–	4945,3	4945,3	0
AG	Transport komponentu 4. z alejki przy auto-sprayu (działu nakładania kleju) do wulkanizacji	AF	27	30	4955,2	4955,2	0
AH	Transport gumy z magazynu AV do wulkanizacji	D	54	60	45	3188,2	3143,2
AI	Zagrzanie formy do wulkanizacji w piecu Wichary Technologies	AH	900	–	99	3242,2	3143,2
AJ	Montaż nagrzananej formy do prasy wulkanizacyjnej	AI	840	–	999	4142,2	3143,2
AK	Wulkanizacja komponentu 4. (powstanie komponentu 5.)	AG, AJ	129,9	–	4982,2	4982,2	0
AL.	Transport komponentu 5. z wulkanizacji do malowania	AK	49,5	55	5112,1	5112,1	0
AŁ	Malowanie komponentu 5.	AL.	35,1	–	5161,6	5161,6	0
AM	Suszenie pomalowanego komponentu 5.	AŁ	480	–	5196,7	5196,7	0
AN	Ostatni test <i>poka-yoke</i>	AM	11,2	–	5676,7	5676,7	0
AO	Transport gotowego produktu na pole do wysyłki	AN	61,2	68	5687,9	5687,9	0

Źródło: opracowanie własne.

Za pomocą diagramu sieciowego CPM przedstawiono graficznie przebieg procesu produkcyjnego oraz przebieg nowej ścieżki krytycznej po wprowadzonych modyfikacjach (rys. 7).

Rysunek 7. Sieć CPM analizowanego procesu po wprowadzeniu modyfikacji

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z analizy sieci CPM, obecnie ścieżka krytyczna, determinująca czas trwania całego procesu, wynosi 5749,1 s (przed wprowadzeniem zmian wynosiła 6799 s).

Uwagi końcowe

Celem artykułu było wskazanie rozwiązań, których zadaniem będzie skrócenie czasu trwania całego procesu. Zidentyfikowano straty w poszczególnych obszarach procesu produkcyjnego. Użyto do tego techniki stosowane w *Lean Management* takich jak Diagram Ishikawy czy metoda $5 \times \text{Why}$. Określono obszary powodujące występowanie największych opóźnień, a następnie stwierdzono dokładne przyczyny powstawania problemów:

1. Zarządzanie – zbędne operacje występujące w procesie.
2. Człowiek – zła organizacja stanowiska pracy.
3. Otoczenie – zła lokalizacja magazynu.
4. Narzędzie – nieodpowiednie narzędzie stosowane do transportu.
5. Materiał – zły jakości materiał stosowany w produkcji.
6. Maszyna – częste awarie maszyn.

Wynikiem przeprowadzonych badań była propozycja kolejnych modyfikacji w celu eliminacji przedstawionych strat, a w konsekwencji optymalizacji czasu trwania całego procesu. W efekcie zaproponowanych zmian zaoszczędzono w sumie 2365,6 s. Wskutek zmiany czasu trwania poszczególnych czynności wchodzących w skład ścieżki krytycznej, nastąpiła zmiana jej przebiegu i zmniejszenie całkowitego czasu trwania procesu o 1049,9 s. Wykazano, że ryzyko produkcyjne może być kontrolowane i minimalizowane dzięki wykorzystaniu technik i narzędzi koncepcji *Lean Management*. W analizowanym przypadku, przy stosunkowo niskich kosztach, skrócono czas trwania procesu produkcyjnego o ~1050 s, co daje 15,44% całkowitego jego czasu.

Literatura

- Gil, Z. (2001). *Zarządzanie ryzykiem i antyryzykiem w działalności gospodarczej i społecznej*. Kraków: Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH.
- Huber, Z. (2016). *Metoda 5 x why*. Pobrane z: <http://www.huber.pl/articles/art-3.pdf> (18.11.2016).
- Rumel-Syska, Z. (1990). *Konflikty organizacyjne. Ujęcie mikrospołeczne*. Warszawa: PWN.
- Szczęśniak, B., Zasadzień, M., Wapienik, Ł. (2016). *Zastosowanie analizy Pareto oraz Diagramu Ishikawy do analizy przyczyn odrzutów w procesie produkcji silników elektrycznych*. Pobrane z: <http://www.woiz.polsl.pl/znwoiz/z63a/ARTYKU%A3%209.pdf> (18.11.2016).

THE OPTIMIZATION OF RISK PRODUCTION ON SELECTED EXAMPLES

Abstract: This article shows how some of the tools and techniques of Lean Management can be used to optimize the production risk. The analysis is based on the data production process, implemented in one of the companies. After collecting the necessary empirical data, some analyzes was proposed. The result should be the optimization time process.

Keywords: optimization, Lean Management, the risk of production

Cytowanie

- Sukiennik, M., Napieraj, A., Rusek, D. (2017). Optymalizacja ryzyka produkcyjnego na wybranym przykładzie. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 1 (85), 507–517. DOI: 10.18276/frfu.2017.1.85-40.