

## OCENA PROPOZYCJI USPRAWNIEŃ PRODUKCJI

### Słowa kluczowe:

usprawnienia, kaizen costing, lean manufacturing, zarządzanie

### 1. Wstęp

Współczesne przedsiębiorstwa zmagają się z ogromną konkurencyjnością na rynku. Celem każdego przedsiębiorstwa jest zarabianie pieniędzy [2]. Najwyższe kierownictwo coraz częściej kładzie nacisk na innowacyjność w przedsiębiorstwach, które pozwala na długoterminowe oszczędności. Do tego celu wykorzystywane są współczesne koncepcje zarządzania, przedstawione w rozdziale drugim i trzecim, których właściwie zastosowane narzędzia przynoszą znaczne oszczędności przedsiębiorstwom. Nie należy już podchodzić do zarządzania standardowo i stereotypowo, tylko być o jeden krok do przodu przed konkurencją, wprowadzając w sposób systemowy usprawnienia systemu produkcyjnego [1, 5]. Każda propozycja usprawnienia powinna być jednakowo oceniona przed wdrożeniem, bazując np. na ustalonych procedurach postępowania ze zgłoszonymi usprawnieniami oraz na standardowym formularzu oceny projektów usprawnień, którego przykład przedstawiono w rozdziale czwartym, a praktyczne zastosowania zaprezentowano w rozdziale piątym.

### 2. Współczesne zarządzanie

Znane filozofie zarządzania to WCM (ang. *World Class Manufacturing*), czyli Światowej Klasy Produkcja, LM (ang. *Lean Manufacturing*) znana jako „odchudzona produkcja”, czy też TOC (ang. *Theory of Constraints*) – teoria ograniczeń. Każda z tych filozofii tworzy spójną całość, dlatego przedsiębiorstwa przeważnie skupiają się na wdrożeniach narzędzi tylko z jednej filozofii [3].

Standardowe podejście do zarządzania przedsiębiorstwem skupione na jednej filozofii może być niewystarczające, aby osiągać cel, jakim jest zarabianie pieniędzy. Warto byłoby stworzyć narzędzia, które połączyłyby powyższe filozofie w jeden uniwersalny system przynoszący zyski przedsiębiorstwu.

Poniżej, w kolejnym rozdziale, przedstawiono wybrane narzędzia reprezentujące wspomniane filozofie zarządzania.

### 3. Praktyczne podejście do doskonalenia w firmie produkcyjnej

Fundamentem dla wszystkich narzędzi doskonalenia produkcji oraz samego zarządzania produkcją są trzy aspekty:

- rewolucja w świadomości,
- praca zespołowa,
- metoda 5S.

Nie można wdrażać nowego podejścia bez zmiany świadomości wszystkich pracowników. Należy zaangażować

wszystkich pracowników, rozpoczynając od najwyższego kierownictwa, poprzez specjalistów, inżynierów, aż po operatorów. Zaangażowani muszą być wszyscy, aby implementacja danego narzędzia przyniosła żądane rezultaty. Najwyższe kierownictwo powinno kłaść nacisk na zmianę świadomości pracowników, ich podejścia do nowoczesnych technik zarządzania. Przede wszystkim musi przekonać podwładnych, iż nie jest to tylko dodatkowa praca, która nie przynosi żadnych korzyści i efektów.

Natomiast metoda 5S ma przygotować przedsiębiorstwo do wdrożenia właściwych narzędzi. 5S to narzędzie zarządzania, dzięki któremu jest tworzone i utrzymywane dobrze zorganizowane stanowisko pracy [1].

5S to pięć kroków:

- 1S – selekcja (ang. *sort*) – eliminacja zbędnych materiałów,
- 2S – systematyka (ang. *storage*) – ustalenie miejsca dla wszystkiego,
- 3S – sprzątanie (ang. *shine*) – sprzątanie, czyszczenie, usuwanie odpadów, brudu itp.,
- 4S – standaryzacja (ang. *standardization*) – stałe miejsce dla rzeczy, stałe zasady organizacji przechowania i utrzymywania czystości,
- 5S – samodyscyplina (ang. *sustain*) – automatyczna realizacja wyżej wymienionych zasad.

Metoda 5S to nie jest tylko sprzątanie, ale przede wszystkim stworzenie odpowiednio zorganizowanego stanowiska pracy (czystego, wysoko wydajnego, wysokiej jakości), gdzie w przypadku jakiegokolwiek anomalii będzie ona łatwo identyfikowalna. Ważne jest, aby przed kolejnymi usprawnieniami wykonać audyt obszarów krytycznych dla przedsiębiorstwa, np. stanowisk, które generują najwięcej problemów jakościowych. Taki audyt ułatwi określenie kierunku dalszych usprawnień.

Kolejnym krokiem powinno być wdrożenie takich metod i narzędzi jak między innymi: TPM (z ang. *Total Productive Maintenance*), Kaizen, Kanban, TOC (z ang. *Theory of Constraints*), SMED (z ang. *Single Minute Exchange of Die*), Poka-Yoke, PDCA (z ang. *Plan-Do-Check-Act*) itp. Wiążą się one z różnymi działaniami usprawniającymi, które mają charakter naprawczy, korygujący lub zapobiegawczy [3]. Wdrożenie wymienionych metod i narzędzi przynosi korzyści, które przed wdrożeniem musimy wstępnie oszacować.

Analizy przedstawione w dalszej części artykułu zostały przeprowadzone w międzynarodowym przedsiębiorstwie z branży motoryzacyjnej. Firma ta zajmuje się produkcją systemów bezpieczeństwa do samochodów osobowych i ciężarowych. Systemy bezpieczeństwa montowane w samochodach mają wpływ na zdrowie i życie użytkownika, a co za tym idzie, muszą być wykonane na jak najwyższym poziomie jakościowym. Poza jakością, należy zwrócić uwagę na czas ich wykonania oraz koszt. Są to kryteria, pod kątem których należy oceniać propozycje usprawnień.

#### 4. Ocena projektów usprawnień

Założeniem każdego usprawnienia jest poprawa wydajności linii produkcyjnej lub organizacji produkcji. Każde usprawnienie należy ocenić, tzn. porównać sytuację przed wdrożeniem usprawnienia oraz powstającej po wdrożeniu. Taka ocena przedstawiona może być za pomocą wskaźnika OEE (ang. *Overall Equipment Effectiveness*), czyli Całkowitej Wydajności Wyposażenia lub oceny kosztów (zysk/strata). Jednakże, wdrażając usprawnienia, zakłada się z góry osiągnięcie wzrostu OEE oraz zysku. Dlatego dodatkowo należy wziąć pod uwagę poniesione koszty związane z wdrożeniem usprawnienia i czasookres zwrotu poniesionych kosztów [3].

Na rysunku 1 przedstawiono diagram postępowania związanego z analizą zgłoszonych usprawnień.

W celu obliczenia opłacalności oraz zrozumienia właściwego znaczenia zaproponowanego usprawnienia, warto je na wstępie zakwalifikować do jednego z poniższych obszarów doskonalenia produkcji:

- BHP (bezpieczeństwo i higiena pracy),
- awarie,
- odrzuty i odpady,
- czas cyklu,
- gemba (miejsce pracy),
- reklamacje (wewnętrzne lub zewnętrzne).

Poniżej przedstawiono formularz do obliczenia oszczędności wynikających z wdrożenia zaproponowanych usprawnień (rys. 2). W formularzu uwzględniono trzy z wymienionych powyżej obszarów, które są najczęściej usprawniane – awarie,

odrzuty i odpady, których powinno być mniej oraz czas cyklu, który powinien być jak najkrótszy.

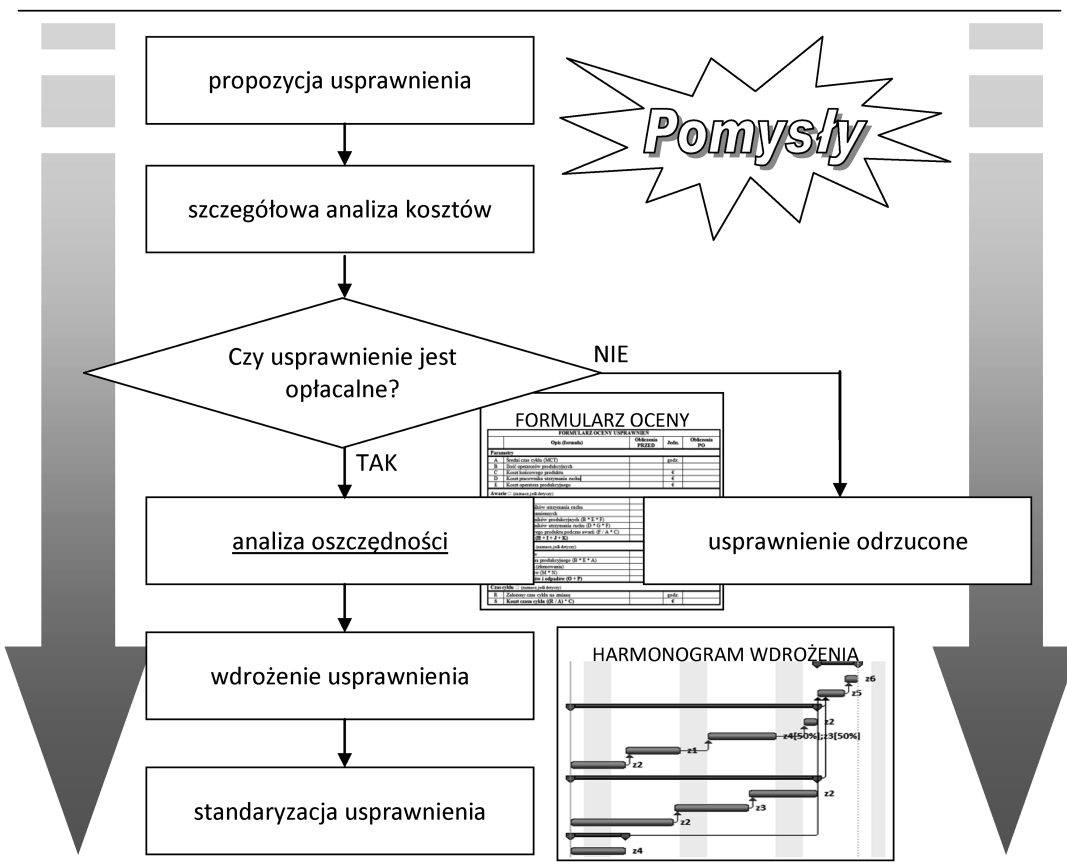
Parametry wejściowe usprawnianego systemu produkcyjnego, wymienione w pierwszej części formularza, są typowymi parametrami organizacyjnymi oraz kosztowymi, wyznaczanymi w działach zajmujących się analizami kosztowymi w przedsiębiorstwach. Natomiast wartości kolejnych parametrów związanych z różnymi obszarami usprawnień, wynikają bezpośrednio z opisu zaproponowanego usprawnienia – opisu stanu przed i po wprowadzeniu usprawnienia.

#### 5. Przykłady projektów usprawnień

Poniżej przedstawiono praktyczne przykłady wdrożenia usprawnień oraz wykorzystania powyższego formularza.

Wzięto pod uwagę dwie linie produkcyjne A8 oraz B1, gdzie 25 usprawnień było zgłoszonych i wdrożonych dla linii A8 i 20 dla linii B1. Na rysunku 3 pokazano ilość usprawnień z podziałem na grupy.

Jednym z usprawnień jest redukcja czasu usuwania typowej awarii dla przykładowo wybranej maszyny (rys. 4). W ciągu 6 miesięcy niezbędna była sześciokrotna wymiana paska klinowego, z powodu jego zerwania. Całkowity czas usuwania tych awarii to 649 minut. Podczas analizy eliminacji awaryjności dla tej maszyny, znaleziono przyczynę zrywania się paska klinowego i usunięto ją (brak osiowości). Zmieniono mocowanie układu, które usprawniło wymianę paska klinowego. Jeśli nawet awaria wystąpi, to czas usuwania awarii wyniesie teraz maksymalnie 30 minut.



Rys. 1. Diagram postępowania ze zgłoszonymi usprawnieniami

FORMULARZ OCENY USPRAWNIEŃ				
	Opis (formuła)	Obliczenia PRZED	Jedn.	Obliczenia PO
<b>Parametry</b>				
A	Średni czas cyklu (MCT)		godz.	
B	Ilość operatorów produkcyjnych			
C	Koszt końcowego produktu		€	
D	Koszt pracownika utrzymania ruchu		€	
E	Koszt operatora produkcyjnego		€	
<b>Awarie</b> <input type="checkbox"/> (zaznacz, jeśli dotyczy)				
F	Czas awarii		godz.	
G	Ilość pracowników utrzymania ruchu			
H	Koszt części zamiennych		€	
I	Koszt operatorów produkcyjnych ( $B * E * F$ )		€	
J	Koszt pracowników utrzymania ruchu ( $D * G * F$ )		€	
K	Koszt końcowego produktu podczas awarii ( $F / A * C$ )		€	
L	<b>Koszt awarii (<math>H + I + J + K</math>)</b>		€	
<b>Odrzuty i odpady</b> <input type="checkbox"/> (zaznacz, jeśli dotyczy)				
M	Ilość odrzutów			
N	Koszt operatora produkcyjnego ( $B * E * A$ )		€	
O	Koszt odpadu		€	
P	Koszt odrzutu ( $M * N$ )		€	
Q	<b>Koszt odrzutów odpadów (<math>O + P</math>)</b>		€	
<b>Czas cyklu</b> <input type="checkbox"/> (zaznacz, jeśli dotyczy)				
R	Założony czas cyklu na zmianę		godz.	
S	<b>Koszt czasu cyklu (<math>(R / A) * C</math>)</b>		€	

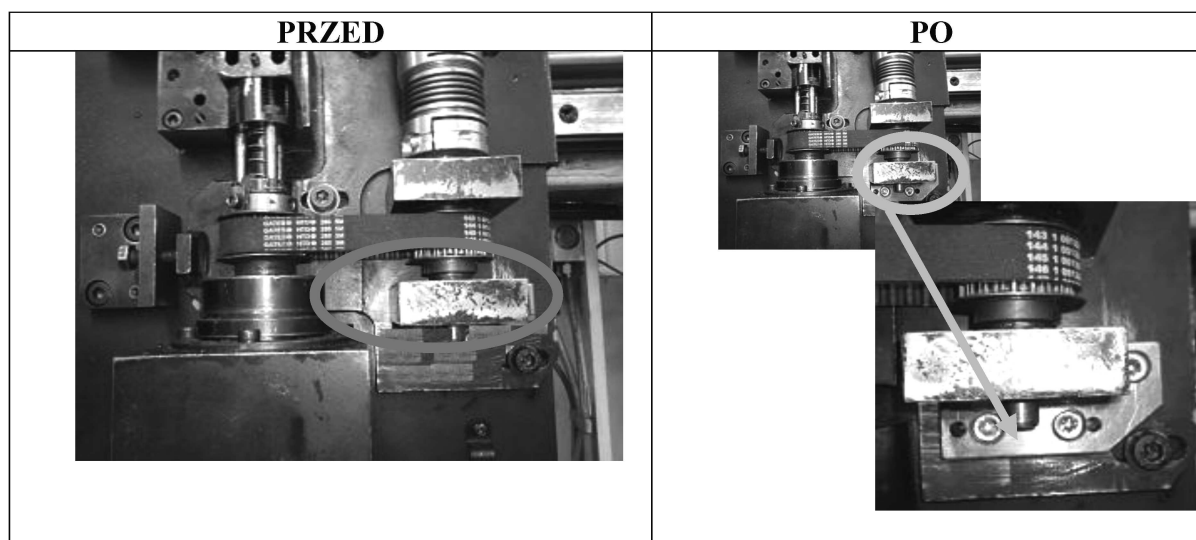
Rys. 2. Formularz oceny projektów

A8					
BHP	awaryjność	odrzućty i odpady	czas cyklu	gemba	reklamacja klienta
4	7	6	0	12	2

B1					
BHP	awaryjność	odrzućty i odpady	czas cyklu	gemba	reklamacja klienta
1	1	4	4	10	0

Rys. 3. Podział usprawnień na grupy dla linii A8 oraz B1



Rys. 4. Usprawnienie na linii A8 (przed i po)

W poniższym formularzu (rys. 5) przedstawiono obliczenia dotyczące wdrożenia usprawnienia – obliczenia dotyczą jednej awarii.

Kolejnym przykładem usprawnienia jest redukcja czasu cyklu dla maszyny na linii produkcyjnej B1 – maszyna ta jest wąskim gardłem.

Czas cyklu wynosił 43 sekundy. Proces produkcyjny na tej maszynie nie jest trudny, ponieważ jest to dokręcenie nasadki do obudowy wyrobu. Różnica przed i po wdrożeniu usprawnienia przedstawiona jest na rysunku 6. Modyfikacja polegała na wykonaniu modyfikacji w programie PLC maszyny, tzn. że kosztem był czas pracy automatyka oraz inżyniera, który odbierał tę modyfikację (modyfikacja była wykonana w czasie godzin pracy). Dzięki tej modyfikacji zredukowano czas cyklu o 3 sekundy. Obliczenia dotyczące oceny usprawnień pokazano na rysunku 7.

## 6. Podsumowanie

Zaproponowane i wdrożone usprawnienia przyniosły zysk, co pokazano na rysunku 5 oraz 7. Awaryjność paska klinowego kosztowała przedsiębiorstwo 13 977,90 €, a po wdrożeniu usprawnienia obliczono, że tego typu awaria będzie kosztowała 3 938,75 €. Dzięki temu pomysłowi, zaoszczędzono przy każdorazowym ewentualnym jej wystąpieniu ok. 10 000 €.

Drugie usprawnienie mające na celu zredukowanie czasu cyklu wąskiego gardła z 43 sekund na 40 pozwala na wyprodukowanie więcej wyrobów. Przed modyfikacją maksymalna ilość wyprodukowanych części to 627, a po modyfikacji to 675, czyli 48 wyrobów więcej. Oszczędność, a tym samym zysk dla przedsiębiorstwa to 4 709,30 € na jedną zmianę.

FORMULARZ OCENY USPRAWNIEŃ				
	Opis (formuła)	Obliczenia PRZED	Jedn.	Obliczenia PO
<b>Parametry</b>				
A	Średni czas cyklu (MCT)	0,013	godz.	0,013
B	Ilość operatorów produkcyjnych	7		7
C	Koszt końcowego produktu	100	€	100
D	Koszt pracownika utrzymania ruchu	10	€	10
E	Koszt operatora produkcyjnego	6,5	€	6,5
<b>Awarie</b> <input type="checkbox"/> (zaznacz, jeśli dotyczy)				
F	Czas awarii	1,8	godz.	0,5
G	Ilość pracowników utrzymania ruchu	2		1
H	Koszt części zamiennych	60	€	60
I	Koszt operatorów produkcyjnych (B * E * F)	81,0	€	22,75
J	Koszt pracowników utrzymania ruchu (D * G * F)	36	€	10
K	Koszt końcowego produktu podczas awarii (F / A * C)	13 800	€	3 846
L	<b>Koszt awarii (H + I + J + K)</b>	<b>13 977,90</b>	<b>€</b>	<b>3 938,75</b>

Rys. 5. Formularz usprawnień linii A8 (przed i po)

PRZED		PO	
opis	czas [sek.]	opis	czas [sek.]
załadowanie komponentów		załadowanie komponentów	
zakłampienie obudowy		zakłampienie obudowy	
skanowanie etykiety, analiza danych	4	ruch głowicy montującej, skanowanie etykiety, analiza danych	4
ruch głowicy montującej	5	żadnych zmian w następnych krokach	
żadnych zmian w następnych krokach			

Rys. 6. Kroki procesu produkcyjnego dla wąskiego gardła

FORMULARZ OCENY USPRAWNIEŃ				
	Opis (formuła)	Obliczenia PRZED	Jedn.	Obliczenia PO
<b>Parametry</b>				
A	Średni czas cyklu (MCT)	[43 sek.] 0,0119	godz.	[40 sek.] 0,0111
B	Ilość operatorów produkcyjnych	6		6
C	Koszt końcowego produktu	100	€	100
D	Koszt pracownika utrzymania ruchu	-	€	-
E	Koszt operatora produkcyjnego	-	€	-
<b>Czas cyklu</b> <input type="checkbox"/> (zaznacz, jeśli dotyczy)				
R	Założony czas cyklu na zmianę	7,5	godz.	7,5
S	<b>Koszt czasu cyklu ((R / A) * C)</b>	<b>62 790,70</b>	<b>€</b>	<b>67 500,00</b>

Rys. 7. Formularz usprawnień linii B1 (przed i po)

Przykłady usprawnień należą do metodologii kaizen, której podstawą są drobne usprawnienia. Powyższe przykłady pokazują, iż małe modyfikacje/usprawnienia mogą przynieść ogromne oszczędności. Należy pamiętać, iż usprawnienia z inwestycjami muszą zwrócić się w ciągu jednego roku. Nie tylko metodologia kaizen to usprawnienia, ale także inne narzędzia współczesnych narzędzi zarządzania. Podczas warsztatów związanych z wdrażaniem innych narzędzi zarządzania (np. TPM, SMED) definiowane są zawsze działania, które mają usprawnić dany proces czy system. Do obliczenia zyskowności danych działań można wykorzystać przedstawiony na rysunku 2 formularz.

#### Literatura:

- [1] Bicheno J., Holweg M., *The Lean Toolbox. The essential guide to lean transformation*, PICSIE Books, 2009.
- [2] Goldratt E.M., Cox J., *The goal: A Process of Ongoing Improvement*, North River Pr Inc., 2000.
- [3] Imai M., *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. McGraw Hill, USA, 1986.
- [4] Górska J., *World Class Manufacturing – Produkcja Klasy Światowej*. „Pomiary Automatyka Robotyka PAR”, 1/2008.
- [5] Womack J., Jones D., Roos D., *Machine that changed the world*, Free Press, New York 2007.

#### EVALUATION OF PROPOSALS IMPROVEMENTS IN PRODUCTION

##### Key words:

improvements, kaizen costing, lean manufacturing, management

##### Abstract:

Market is demanding for competing organizations in present days. Present management of enterprises has to be on high level and have to be one step ahead of the competition. This is reason to introduce modern management philosophies which can improve different processes.

One of the good method which brings savings is Kaizen. This management tool is focused on continuous improvements.

There are described two improvements in this paper. First one shows how to reduce cost of breakdowns. Second improvement shows how (without any investment) reduce cycle time and thus save about 4 700€ per shift.

There is proposed “evaluation form of improvements” in this paper, which helps to estimate profitability of investments. This calculation can be made for improvements in areas such as breakdowns, scrap or cycle time. This small form helps to quick calculate cost savings from improvements.

During implementation of the following tools (e.g. TPM, SMED), there are determined different activities, which improve production processes. These activities should be analyzed using proposed evaluation form to calculate savings.

**Dr hab. inż. Dariusz PLINTA, prof. ATH**

**mgr inż. Monika BANACH**

Akademia Techniczno-Humanistyczna

Bielsko-Biała

dplinta@ath.bielsko.pl

banach.monica@gmail.com