

# 11

## ANALIZA UDZIAŁU I ZNACZENIA STOSOWANYCH METOD KONTROLI JAKOŚCI DO WYKRYWANIA NIEZGODNOŚCI PROFILI ALUMINIOWYCH

### 11.1 WPROWADZENIE

Jeden z pionierów zarządzania w Polsce - Lesław Wasilewski - zdefiniował jakość produktu jako „miarę braku niezgodności w produkcie (im mniej niezgodności, tym wyższa jakość)” [2]. Obecnie za idealny poziom jakości uważa się poziom sześć sigma, dający 3,4 niezgodności na milion możliwości ich wystąpienia (3,4 DPMO). W jaki sposób firmy mogą ograniczać ryzyko pojawienia się niezgodności oraz w przypadku jej pojawienia się – ryzyko przedostania się wyrobu obciążonego niezgodnością(ami) do klienta? Odpowiedź brzmi: wbudowując jakość w procesy produkcyjne oraz kontrolując jakość tych procesów oraz jakość produkowanych wyrobów. W idealnej rzeczywistości produkcyjnej, każdy wyprodukowany wyrób, który trafia do klienta jest zawsze dobry, zgodny z jego wymaganiami. Niestety, realia są takie, że wyroby niezgodne powstają i przedostają się do klientów a jedynym sposobem, aby firma mogła to zauważyć (zanim zrobi to klient), to kontrola ich jakości [20]. Firmy świadome możliwości pojawienia się wyrobu niezgodnego w procesie produkcyjnym organizują kontrolę jakości. Niedoskonałość istniejących procesów wywarzania stwarza bowiem konieczność stosowania kontroli w procesach produkcyjnych [14].

Kontrola jakości to proces utożsamiany z wykrywaniem niezgodności. W znaczeniu najogólniejszym kontrola jakości oznacza, że kontrolerzy jakości starają się wykrywać niezgodności, przyczyny ich powstawania oraz korygować odstępstwa od stanu pożądanego [13]. Kontrola jakości ma za zadanie zabezpieczyć jakość przez niedopuszczenie do klienta wyrobów niezgodnych z ustalonymi wymaganiami [15] lub zwiększyć szansę na to, aby wyrób był wolny od niezgodności w momencie przekazania go do użytkownika lub dalszych etapów procesu produkcyjnego [22]. Służby kontroli jakości aktywnie uczestniczą w zarządzaniu nad wyrobem niezgodnym w ramach funkcjonującego systemu zarządzania jakością wg normy ISO 9001. Pełen cykl zadań kontroli jakości w zakresie zarządzania nad wyrobem niezgodnym przedstawia rys. 11.1.

Służby kontroli jakości realizują szereg różnego rodzaju zadań, w szczególności muszą zarządzać podstawowymi siedmioma elementami systemu kontroli o nazwie P.I.S.-M.O.E.A [19], przy czym podstawowa ich zadanie pozostaje te same, czyli wykrywanie

niezgodności. Dział kontroli jakości rozliczany jest z tego, na ile klient (zewnątrzny lub wewnętrzny) zabezpieczony jest przed niezgodnościami ze względu na szczelność zaplanowanej i prowadzonej kontroli jakości.



**Rys. 11.1** Cykl zadań służb kontroli jakości wyrobów niezgodnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6]

## 11.2 SPECYFIKA I UOGÓLNIENIE STOSOWANYCH METOD KONTROLI JAKOŚCI

Firmy produkcyjne stosują specyficzne metody kontroli jakości w celu oceny zgodności produkowanych wyrobów z wymaganiami. W wyniku realizowanych procesów kontrolnych dochodzi do wykrywania niezgodności. W dwóch „bliźniaczych” przedsiębiorstwach produkcyjnych wytwarzających ten sam wyrób, zdarzyć się może, że do wykrywania danej niezgodności firmy zastosują te same metody kontroli jakości. Przy czym ta zbieżność jest raczej przypadkowa niż jest regułą w „bliźniaczych” firmach. O wiele częstszą sytuacją jest, że do wykrywania niezgodności wyrobu firmy stosują różne (specyficzne) metody kontroli jakości. Dzieje się tak na skutek wielu uwarunkowań wpływających na organizację procesów kontrolnych w przedsiębiorstwach. Są to zarówno uwarunkowania zewnętrzne, niezależne od samego systemu kontrolnego (np. wymagania przepisów, norm, klientów-odbiorców), jak i wewnętrzne, bezpośrednio wpływające na system kontrolny, np.: obecny poziom technologii kontroli jakości, poziom kwalifikacji kontrolerów jakości i służb jakości, typ i forma organizacji produkcji, specyfika samego produktu i dziedziny wytwarzania [6, 10, 11].

Metody kontroli jakości można klasyfikować wg różnych kryteriów, np. wg częstotliwości przeprowadzenia kontroli, stopnia zaawansowania procesu, cech i właściwości wyrobu, lokalizacji, stopnia mechanizacji kontroli, itp. [6]. Należy stwierdzić, że „sercem” każdej kontroli jakości są dwa typy danych: dane liczbowe lub alternatywne, stąd można stwierdzić, że każda kontrola jakości jest albo kontrolą liczbową albo alternatywną. Do grupy metod opartych o kontrolę liczbową należy zaliczyć te, w przypadku których ocena właściwości wyrobu odbywa się na podstawie cech mierzalnych, tzn. takich, którym w wyniku pomiaru można przypisać konkretną wartość liczbową. Kontrola alternatywna z kolei obejmuje grupę metod kontroli, gdzie ocena właściwości wyrobu odbywa się na podstawie cech niemierzalnych (albo mierzalnych, ale niemierzonych), przez porównanie

ze wzorcem i wystawienie oceny dwustopniowej, np. „wyrób zgodny” lub „wyrób niezgodny”, lub wielowartościowej [8, 9]. Ocena wyrobów metoda alternatywną jest powszechnie stosowana, gdzie bezpośredni lub pośredni pomiar wyrażony wartością liczbową interesującej nas cechy wyrobu jest niemożliwy, bądź utrudniony lub nieopłacalny [9]. Służby KJ do wykrywania niezgodności wyrobu korzystają przede wszystkim z metod opartych o:

- pomiar,
- badania,
- sprawdzenie,
- ocenę organoleptyczną.

Pomiar to zestaw operacji mający za cel określić wartość liczbową kontrolowanej właściwości [13]. Pomiar może być realizowany z wykorzystaniem metod pośrednich i bezpośrednich, przy użyciu mniej lub bardziej skomplikowanych urządzeń pomiarowych, z różnym udziałem kontrolera w procesie pomiarowym [4, 8].

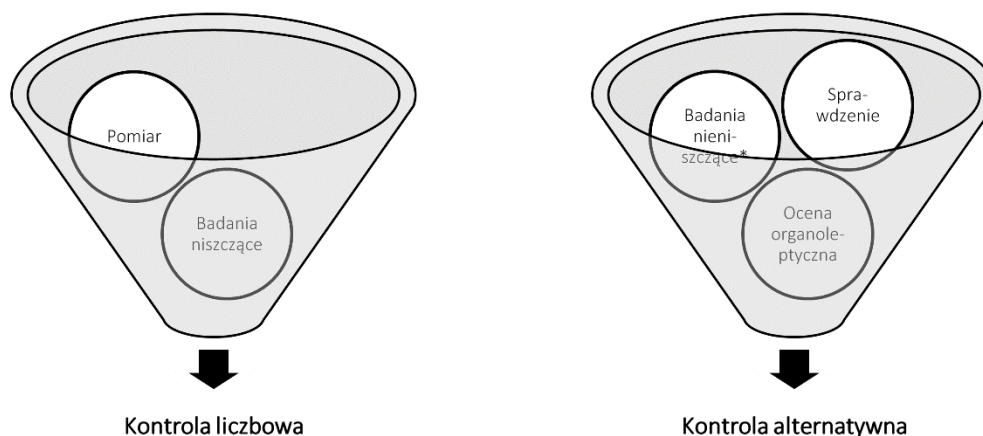
Badania to operacja, która składa się z określenia jednej lub więcej charakterystyk danego wyrobu, procesu lub usługi zgodnie z określoną procedurą [17]. Badania wymagają określonego zasobu wiedzy, znajomości podstaw, możliwości i ograniczeń metody, znajomości norm i przepisów, a także doświadczenia badawczego [12]; jest to system złożony z aparatury, personelu i metodyki [16]. Badania stosowane są w procesie kontroli w celu określenia czy badany obiekt spełnia wymagania stosowanych przepisów, norm, warunków odbiorowych lub eksploatacyjnych [12]. Badanie dotyczą m.in. takich „objektów” jak: urządzenia techniczne, konstrukcje stalowe, materiały hutnicze, połączenia spawane. Badania dzieli się, ze względu na stopień zniszczenia próbki kontrolowanego obiektu, na badania niszczące (ang. Destructive Testing, w skrócie DT) lub nieniszczące (ang. Non-Destructive Testing, w skrócie NDT).

Stwierdzenie dotyczy poprawności wymiaru, kształtu lub działania przedmiotu, którego wartość nie wykracza poza granice przewidzianej tolerancji. Poprzez sprawdzenie nie ustali się rzeczywistego wymiaru przedmiotu kontrolowanego, jedynie można stwierdzić, czy np. zachowana jest tolerancja, w której dany wymiar ma się zmieścić, a więc czy sprawdzany wymiar jest dobry czy zły. Sprawdzenie obejmuje stosowanie sprawdzianów, wzorników, szablonów lub innych urządzeń podających diagnozę typu OK, nOK [13]. Wynikiem sprawdzenia jest decyzja dwuwartościowa na temat zgodności kontrolowanej cechy wyrobu z wymaganiami, tj. wyrób należy przyjąć (decyzja typu OK) lub odrzucić (decyzja typu nOK) lub decyzja wielowartościowa (klasyfikacja wyrobu ze względu na daną cechę do określonych kategorii jakościowych).

Ocena organoleptyczna polega na określeniu właściwości wyrobu za pomocą któregoś ze zmysłów: wzroku, dotyku, węchu, smaku lub słuchu. Obejmuje takie metody kontroli, jak: kontrola wzorkowa (wizualna), dotykowa, węchowa, smakowa i słuchowa. Ocena wyrobów poprzez ocenę organoleptyczną odbywa się poprzez rozstrzygnięcie czy dany element, część wyrobu lub gotowy wyrób jest zgodny, czy nie w odniesieniu do stawianych mu wymagań, poprzez wykorzystywanie wyłącznie zmysłu/ów kontrolera.

W definicji pojęcia kontrola (inspekcja) w normie ISO 9000:2005, podkreśla się także, że kontrola to „ocenie zgodności przez obserwację i orzecznictwo w połączeniu,

odpowiednio, z pomiarami, przeprowadzeniem badań lub stosowaniem sprawdzianów” [17]. Służby kontroli jakości mogą korzystać z połączonego zestawu metod kontroli jakości w celu oceny zgodności wyrobu z wymaganiami (np. ocena wizualna i pomiar). Wskazane metody kontroli jakości typu pomiar, badania, sprawdzenie, ocena organoleptyczna można zaklasyfikować do kontroli liczbowej i kontroli alternatywnej. Zależność pomiędzy kontrolą liczbową i alternatywną a czterema metodami kontroli przedstawia rys. 11.2.



**Rys. 11.2 Metody kontroli liczbowej i alternatywnej**

\* Badania radiograficzne i ultradźwiękowa jako badania nieniszczące

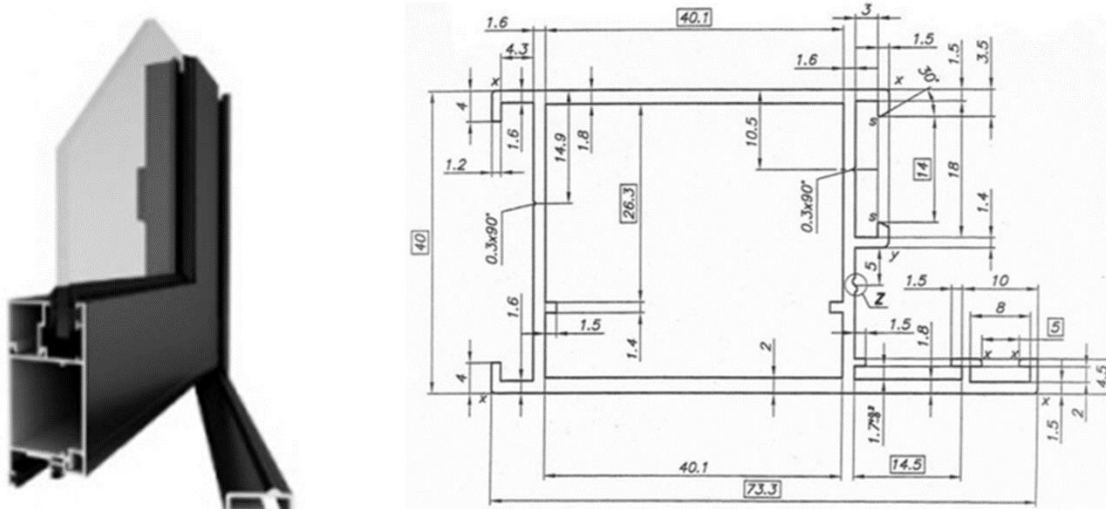
Źródło: opracowanie własne

Dla celów niniejszego artykułu przyjęto, że „kontrola organoleptyczna = kontrola wizualna” (z uwagi na ograniczone zastosowanie pozostałych metod kontroli organoleptycznej w wykrywaniu niezgodności badanego wyroby).

### 11.3 IDENTYFIKACJA PROCESÓW KONTROLI JAKOŚCI PROFILU ALUMINIOWEGO

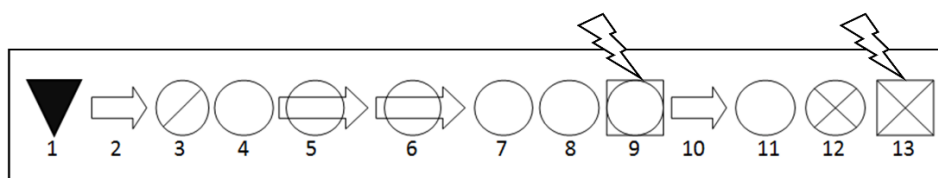
Przedmiotem badań jest profil aluminiowy stosowany na futrynę okienną z systemu PBI 40E (Economic). System wykorzystywany jest w zabudowie wewnętrznej w budownictwie mieszkaniowym, przydatności publicznej oraz przemysłowym. Producentem profilu jest jeden z największych dostawców architektonicznych systemów profili aluminiowych w Polsce. Systemy przedsiębiorstwa przeznaczone są do produkcji ścian osłonowych, różnorodnych okien, drzwi i nietypowych konstrukcji przestrzennych. Przedsiębiorstwo jest częścią jednej z największych grup aluminiowych w Europie Środkowo-Wschodniej, zajmującej się również usługowym malowaniem i obróbką profili aluminiowych. Badana wyrób - jego przekrój poprzeczny, kształt i wymiary zostały przedstawione na rys. 11.3. W ramach zaznaczono najważniejsze wymiary kontrolowane. Tolerancja dla tych wymiarów wynosi  $\pm 2$  mm.

Proces wytwórczy profilu odbywa się w dwóch etapach: I – proces tłoczenia profili, II – proces lakierowania profili na dwóch halach produkcyjnych. Dokonano identyfikacji operacji kontrolnych w procesie tłoczenia profilu bazując na ujęciu graficznym przebiegu tego procesu, tzw. ujęciu technologicznym mikroorganizacyjnym [3] (rys. 11.4).



Rys. 11.3 Wygląd i rysunek techniczny profilu na futrynę okienną z systemu PBI 40E

Źródło: materiały firmy



Rys. 11.4 Identyfikacja procesów kontrolnych w ujęciu technologicznym mikroorganizacyjnym procesu tłoczenia profilu aluminiowego

Źródło: opracowanie własne

Kontrola jakości wyrobu w procesie tłoczenia odbywa się dwukrotnie. W operacji kontrolnej nr 9 kontroler szuka niezgodności w kształcie profilu. Jeśli niezgodność zostanie wykryta, to profil przeznaczony jest do utylizacji. W operacji kontrolnej nr 13 występuje kontrola końcowa profilu przed wysyłką wyrobu na magazyn. Pracownik działu kontroli jakości przy użyciu suwmiarki, kątownika, szczelinomierza oraz rysunku technicznego sprawdza zgodność wymiarów i kształtów wyprodukowanych wyrobów. Bada twardość profili posługując się twardościomierzem Webstera. Wyrób oceniany jest także wizualnie przez kontrolera. Kontroler ocenia powierzchnie profili nieuzbrojonym okiem szukając przebarwień oraz pęknięć, które uniemożliwiają dalszą obróbkę. Oceniana jest także powierzchnia ze względu na to, czy nie znajdują się na niej uszkodzenia (kontrola wzorokowa i dotykowa). Profil, który nie przejdzie pozytywnie choćby jednego badania przeznaczony jest do złomowania.

#### 11.4 ANALIZA RELACJI POMIĘDZY CZĘSTOŚCIĄ KONTROLI A UDZIAŁEM WYKRYWANYCH NIEZGODNOŚCI

W celu analizy relacji między częstością występowania metod kontroli podczas wykrywania niezgodności wyrobu a udziałem wykrywanych niezgodności w pierwszej kolejności dokonano analizy niezgodności profili aluminiowych wykrytych na hali tłoczni w okresie 1 roku. Wyniki analizy struktury niezgodności wyrobu wraz z podziałem tych niezgodności ze względu na częstość występowania do 3 grup: A – krytyczne, B – ważne,

C – mniej ważne oraz identyfikacją metod kontroli jakości typu P, B, KW, S oraz KL i KA stosowanych do ich wykrywania [3], przedstawiono w tab. 11.1.

**Tab. 11.1 Struktura niezgodności wyrobu w okresie 1 roku**

Symbol NW	Nazwa NW	Udział (UP)	Skumulowany udział (SUP)	Grupa NW	Metoda KJ wykrywania NW	
		[%]	[%]		ABC	{P; B; KW; S}
T1	Uszkodzenia mechaniczne	33,8	33,8	A	KW	KA
T2	Cykliczne wgniecenia	24,9	58,7	A	KW	KA
T3	Dziury	6,5	65,2	A	KW	KA
T4	Skrzywienia	6,3	71,5	A	KW	KA
T5	Rysy	5,4	77,0	A	KW	KA
T6	Smugi	5,2	82,1	B	KW	KA
T7	Ślady wibracji	3,8	85,9	B	KW	KA
T8	Niewłaściwa twardość	3,2	89,1	B	B (DT-BT)	KL
T9	Zwichrowania	3,0	92,1	B	KW	KA
T10	Bąble	2,7	94,8	B	KW	KA
T11	Niezgodność wymiaru	2,7	97,4	C	P	KL
T12	Brak równoległości	1,9	99,3	C	KW	KA
T13	Brak płaskości poprzecznej	0,7	100,0	C	KW	KA
<b>SUMA:</b>		<b>100,00</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

Legenda:

NW – niezgodność wyrobu

B – badania

NDT – badania nieniszczące

KW – kontrola wizualna

KL – kontrola liczbowa

Źródło: opracowanie własne

P – pomiar

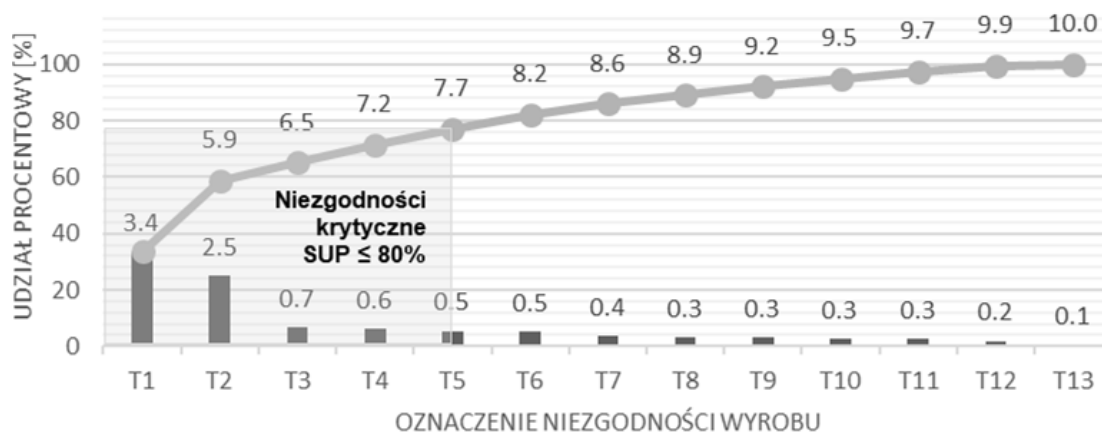
DT – badania niszczące

BT – badania twardości

S – sprawdzenie

KA – kontrola alternatywna

Bazując na danych z tab. 11.1 opracowano diagram Pareto-Lorenza (rys. 11.5) w celu identyfikacji niezgodności tzw. krytycznych (z grupy „A”) z punktu widzenia częstości ich występowania.



**Rys. 11.5 Diagram Pareto-Lorenza dla niezgodności wyrobu wykrytych na hali tłoczni**

Źródło: opracowanie własne

Niezgodnościami krytycznymi profili, z grupy „A”, jest 5 niezgodności z 13 (38,46%), tj. uszkodzenia mechaniczne (T1), cykliczne wgniecenia (T2), dziury (T3), skrzywienia (T4) oraz rysy (T5). Stanowią one 77,0% stwierdzonych problemów jakościowych. Skutkiem niezgodności o symbolu T4 jest brak możliwości łączenia profilu w docelowy system, z kolei pozostałych niezgodności krytycznych – nieodpowiednia estetyka profilu. Za powstanie niezgodności krytycznych wyrobu odpowiadają przyczyny z obszaru „4M” (człowiek, maszyna, metoda, materiał). Człowiek jest najczęstszą przyczyną pojawienia się niezgodności (T1). Niezgodności wynikające z zabrudzenia matryc i wady matryc oznaczono symbolem T2 i T5. Materiał (zbyt niska temperatura wsadu) odpowiada za występowanie niezgodności o symbolu T3. Natomiast obszar metody (złe rozciąganie profili) opisano symbolem T4. Wszystkie niezgodności z grupy „A” wykrywane są z wykorzystaniem kontroli wizualnej (wzrokowej). Wyniki analizy występowania metod kontroli jakości przy wykrywaniu niezgodności badanego wyrobu oraz udziału wykrywanych niezgodności przez te metody przedstawiono w tab. 11.2.

**Tab. 11.2 Analiza relacji pomiędzy udziałem kontroli a wykrytymi niezgodnościami**

Symbol metody KJ	Zastosowanie KJ przy wykrywaniu NW [%]	Wykrycie NW metodą KJ [%]
P	7,69	2,66
KW	84,62	94,19
B	7,69	3,15
S	0,00	0,00
<b>SUMA</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
KL	15,38	5,81
KA	84,62	94,19
<b>SUMA</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Legenda:

KJ – kontrola jakości

P – pomiar

KW – kontrola wizualna

KL – kontrola liczbowa

Źródło: opracowanie własne

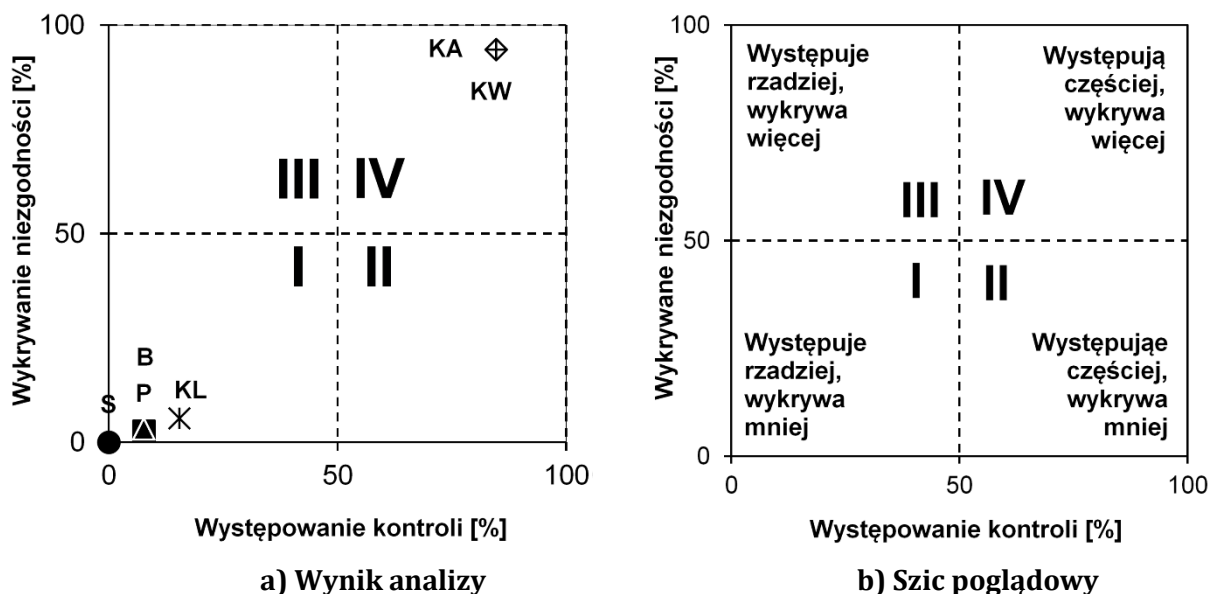
NW – niezgodność wyrobu

B – badania

S – sprawdzenie

KA – kontrola alternatywna

Wyniki analizy relacji (tab. 11.2) przedstawiono za pomocą wykresu macierzowego (rys. 11.6). Obszar na wykresie podzielono na ćwiartki, które przedstawiają zależność pomiędzy występowaniem danej metody kontroli przy wykrywaniu niezgodności a udziałem wykrywanych niezgodności wyrobu przez daną metodę kontroli jakości (rys. 11.6b). Metodą kontroli jakości, która najczęściej brała udział w wykrywaniu niezgodności wyrobu (11 z 13 przypadków; 84,62%) była kontrola wizualna (wzrokowa). Równocześnie jest to metoda kontroli, która wykrywała najwięcej niezgodności wyrobu (94,19%). Pomiar z użyciem suwmiarki i szczelinomierza wykrywał niezgodności wymiarowe (tj. N11). Niewłaściwa twardość profili (N8) wykrywano poprzez badania twardości metodą Webstera. Badania twardości prowadzone były zgodnie z międzynarodowym standardem ASTM B647. Wynikiem badania był odcisk, odkształcenie powierzchni profilu, stąd klasyfikacja tego badania jako badania niszczącego (DT).



**Rys. 11.6 Diagram macierzowy zależności udziału metod kontroli jakości i udziału wykrywanych niezgodności**

Legenda:

P – pomiar  
KW – kontrola wizualna  
KL – kontrola liczbowa

B – badania  
S – sprawdzenie  
KA – kontrola alternatywna

Źródło: opracowanie własne

Kontrola liczbowa brała udział w 15,38% przypadków przy wykrywaniu niezgodności, z kolei wykrywała 3,15% niezgodności, z kolei kontrola alternatywna uczestniczyła w wykrywaniu niezgodności w 84,62% przypadków, z kolei wykrywała 96,85% niezgodności. Metodą kontroli jakości z grupy metod typu KL i KA, która najczęściej uczestniczyła w wykrywaniu niezgodności profili aluminiowych (w 84,62% przypadków) oraz wykrywała największy odsetek niezgodności (spośród niezgodności wykrytych), tj. 94,19% jest kontrola alternatywna (KA). Podsumowujący szereg występowania metod kontroli jakości przy wykrywaniu niezgodności profili aluminiowych przedstawia wzór 11.1:

$$KW > P = B > S, \quad KA > KL \quad (11.1)$$

Szereg udziału wykrywanych niezgodności profili aluminiowych przez metody kontroli jakości przedstawia wzór 11.2:

$$KW > B > P > S, \quad KA > KL \quad (11.2)$$

## 11.5 ANALIZA RYZYKA WYKRYWANIA NIEZGODNOŚCI METODAMI KONTROLI

Wykorzystano metodę FMEA do określenia ogólnego poziomu ryzyka związanego z niezgodnościami (LPR), uwzględniając skutki tych niezgodności dla klienta (LPZ), prawdopodobieństwo ich powstania (LPW) oraz skuteczność wykrycia tych niezgodności przez metody kontroli jakości (LPO) [21], a następnie w celu wskazania, które metody kontroli mają względnie największe znaczenie ze względu na „krytyczność” wykrywanych niezgodności. Wyniki analizy FMEA przedstawiono w tab. 11.3.



Tab. 11.3 Analiza FMEA dla niezgodności profilu aluminiowego

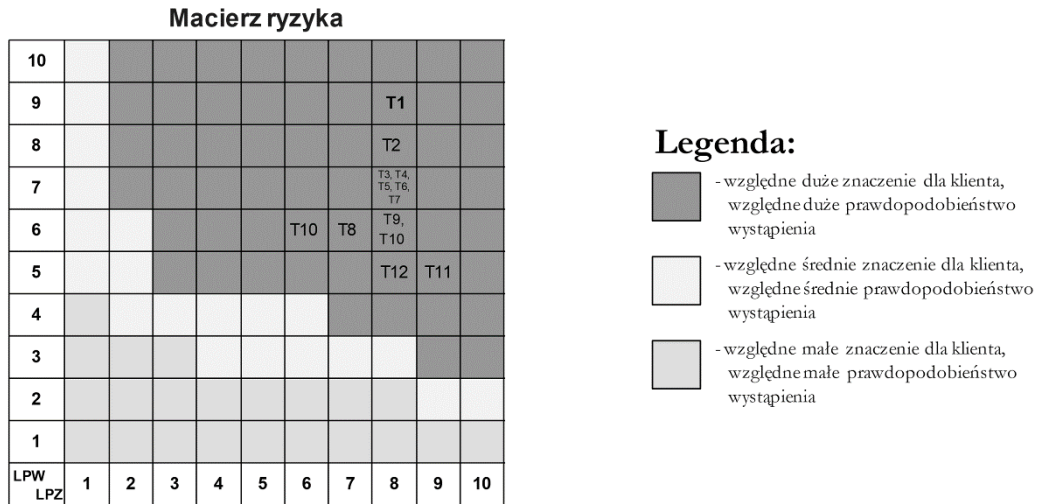
Symbol niezgodności	Nazwa niezgodności wyrobu	Skutki niezgodności	Przyczyny niezgodności	Stan istniejący				
				Metody kontroli	Ocena			
					LPW	LPO	LPZ	LPR
T1	Uszkodzenia mechaniczne	Profil nie spełnia walorów estetycznych	Nieuwaga pracowników	Kontrola wizualna (KW), 100%	9	8	8	576
T2	Cykliczne wgniecenia		Wady matryc		8	8	8	512
T3	Dziury				7	8	8	448
T4	Skrzywienia	Profilu nie można łączyć w systemie	Złe rozciąganie profili		7	8	9	504
T5	Rysy	Profil nie spełnia walorów estetycznych	Wady matryc, zabrudzenia na matrycach		7	8	7	392
T6	Smugi				7	8	7	392
T7	Ślady wibracji				Profilu nie można łączyć w systemie	7	8	9
T8	Nieodpowiednia twardość	Profil nie spełnia wymagań wytrzymałościowych	Niewłaściwa temperatura utwardzania	Badania twardości (B), 20%	6	7	10	420
T9	Zwichrowania	Profilu nie można łączyć w systemie	Złe rozciąganie profili	Kontrola wizualna (KW), 100%	6	8	9	432
T10	Bąble	Profil nie spełnia walorów estetycznych	Niewłaściwa temperatura tłoczenia, wady matryc		6	8	8	384
T11	Niezgodność wymiaru	Profilu nie można łączyć w systemie	Wady matryc	Pomiar (P), 40%	6	6	9	324
T12	Brak równoległości		Złe rozciąganie profili	Kontrola wizualna (KW), 100%	5	9	9	405
T13	Brak płaskości poprzecznej				5	8	9	360

Źródło: opracowanie własne

W celu identyfikacji niezgodności krytycznych wyrobu wykorzystano macierz ryzyka uwzględniając kryterium: częstotliwości występowania niezgodności (LPW) oraz znaczenie niezgodności dla klienta (LPZ). Wyniki analizy przedstawiono na rys. 11.7. Wszystkie niezgodności profili (T1-T12) trafiły do obszaru „najciemniejszego” (krytycznego). Z uwagi na względnie największe znaczenie dla klienta oraz największe prawdopodobieństwo wystąpienia, najbardziej krytycznymi okazały się być niezgodności oznaczone jako: T1 (uszkodzenia mechaniczne) oraz T11 (niezgodność wymiaru). Podstawą do analizy ryzyka związanego z wykrywaniem niezgodności profili przez weryfikowane metody kontroli jakości były przyjęte wartości liczb priorytetowych. Kwantyfikując ryzyko niezgodności za pomocą liczb priorytetowych, określono znaczenie każdej z metod KJ stosowanych w celu wykrywania niezgodności, obliczając:

- średnie LPZ dla „grupy” niezgodności przy zastosowaniu metody KJ określono „średnią” dotkliwość niezgodności wykrywanych metodą KJ;
- średnie LPO wyznaczyło „średnią” szansy wykrycia niezgodności metodą KJ;

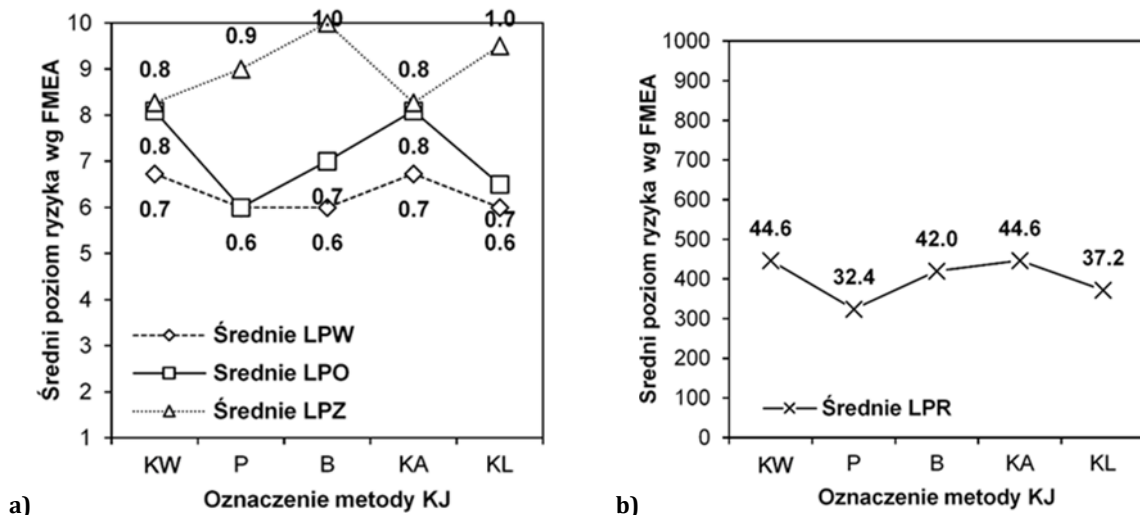
- średnie LPW wskazało „średnie” prawdopodobieństwo wystąpienia niezgodności wykrywanych metodą KJ;
- oraz średnie LPR określiło „średnie” ryzyko niezgodności wykrywanych przez KJ.



**Rys. 11.7 Macierz ryzyka niezgodności profili aluminiowych procesu tłoczenia**

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

Wyznaczono „średni” poziom ryzyka związany z wystąpieniem (LPW), odkryciem (LPO) oraz znaczeniem dla klienta (LPZ) niezgodności wykrywanych przez weryfikowane badawczo metody kontroli typu KW/P/B//KA/KL oraz oceniono dla każdej z metod ogólny „średni” poziom ryzyka (LPR). Wyniki analizy przedstawiono na rys. 11.8a i 11.8b.



**Średni poziom ryzyka związany z wystąpieniem (LPW), odkryciem (LPO) oraz znaczeniem dla klienta (LPZ)**

**Ogólny, średni poziom ryzyka (LPR)**

**Rys. 11.8 Niezgodności profili aluminiowych wykrywane metodą KW/P/B/KA/KL.**

Legenda:

B – badania

KL – kontrola liczbowa

Źródło: opracowanie własne

P – pomiar

KW – kontrola wizualna

KA – kontrola alternatywna

Z punktu widzenia prawdopodobieństwa wystąpienia niezgodności (LPW), kontrola wizualna (KW) oraz kontrola alternatywna (KA), jest kontrolą, która średnio rzecz ujmując, wykrywa niezgodności o największej wartości LPW, w następnej kolejności takimi metodami kontroli są pomiar oraz badania. Biorąc pod uwagę znaczenie niezgodności dla klienta (LPZ) badania (B) są metodą kontroli, które, średnio rzecz ujmując, wykrywają niezgodność o największym znaczeniu dla klienta, w następnej kolejności jest nią pomiar (P) oraz kontrola wizualna (KW). Prawdopodobieństwo niewykrycia niezgodności jest, średnio rzecz ujmując, największe w przypadku stosowania kontroli wizualnej (KW), następnie badań (B) oraz pomiaru (P). Największy całkowity poziom ryzyka (LPR) związany jest, średnio rzecz biorąc, z wykrywaniem niezgodności przez kontrolę wizualną, następnie przez badania oraz pomiar. Uogólniając, największe „średnie” ryzyko (LPR) związane z niezgodnościami profili aluminiowych z grupy metod kontroli typu KL i KA ponosi kontrola alternatywna (KA).

## PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono wyniki analizy relacji pomiędzy udziałem metod kontroli jakości, tj. pomiar, badania, sprawdzenie, kontrola wizualna, kontrola liczbowa, kontrola alternatywna, uczestniczących w wykrywaniu niezgodności badanego wyrobu – profilu aluminiowego a udziałem niezgodności wykrywanych przez te metody kontroli oraz wyniki z w zakresie analizy ryzyka związanego z wykrywaniem niezgodności przez badane metody kontroli jakości, w celu określenia względnego znaczenia badanych specyficznych metod kontroli jakości. Przeprowadzone analizy pozwoliły na:

- podział metod kontroli jakości wykrywania niezgodności na następujące grupy:
  - I – metody o względnie małym udziale wykrywania niezgodności oraz względnie niskim znaczeniu niezgodności: pomiar (P), badania (B), kontrola liczbowa (KL);
  - II – metody o względnie dużym udziale wykrywania niezgodności oraz względnie niskim znaczeniu niezgodności: żadna z metod kontroli;
  - III – metody o względnie niskim udziale wykrywania niezgodności oraz względnie dużej niezgodności: żadna z metod kontroli;
  - IV – metody o względnie dużym udziale wykrywania niezgodności oraz względnie dużej niezgodności: kontrola wizualna (KW) i kontrola alternatywna (KA).
- wskazanie metody kontroli jakości, która miała największy udział w wykrywaniu niezgodności wyrobu badanego na hali tłoczni – kontrola wizualna (KW);
- wskazanie metody kontroli jakości, która umożliwiła wykrycie największej liczby niezgodności na hali tłoczni – kontrola wizualna;
- wskazanie metody kontroli jakości typu KL lub KA, które miały największy udział w wykrywaniu niezgodności, na hali tłoczni – kontrola alternatywna (KA);
- wskazanie metody kontroli jakości, w przypadku której ryzyko (mierzone wartością LPR) związane z wykrywaniem niezgodnościami było największe – kontrola wizualna (kontrola alternatywna).

Badania wykazały, że kontrola wizualna (kontrola alternatywna) jest metodą kontroli, która najczęściej uczestniczyła w wykrywaniu niezgodności badanego wyrobu (była względnie najbardziej obciążona zadaniami związanymi z wykrywaniem niezgodności). W badanym okresie czasu (1 rok) niezgodności badanego wyrobu wykrywano najwięcej z wykorzystaniem tej metody kontroli (spośród wszystkich stwierdzonych). Wykazano także, że kontrola wizualna (kontrola alternatywna) ponosi względnie największe ryzyko związane z wykrywanymi niezgodnościami (średnie LPR), wynika stąd, że nie powinny ustawać działania mające na celu zwiększenie poziomu skuteczności tej kontroli. W tym celu zarządzający procesami kontroli alternatywnej powinni wykorzystać procedury analizy systemów pomiarowych dla kontroli alternatywnej (Attribute MSA Study) [1, 8]. Dzięki takim analizom istnieje możliwość określenia na ile skuteczne są stosowane metody kontroli wizualnej, pozwolą wskazać na udział błędów oceny zgodności, poziom zgodności decyzji między kontrolerami oraz między kontrolerami a ekspertem. Wyniki takich badań pozwolą na udoskonalenie stosowanego systemu kontroli alternatywnej w odniesieniu do analizowanego wyrobu.

## LITERATURA

1. AIAG. *Measurement System Analysis*. Reference Manual. 4th Edition, 2010.
2. A. J. Blikle. *Doktryna jakości. Rzecz o skutecznym zarządzaniu*. Gliwice: Helion, 2014.
3. S. Borkowski, K. Knop, K. Mielczarek. „Analysis of the Food Product Manufacturing Process for the Sake of the Control Operations Share.” in *Food Production Improvement*. S. Borkowski, B. Jereb, (Eds.) Celje: Faculty of Logistics, University of Maribor, 2014.
4. S. Borkowski, K. Knop. „Kontrola jakości w teorii i praktyce.” *Toyotaryzm. Zagadnienia kontroli w metodzie BOST*. S. Borkowski, M. Ingaldi, (Red.) Częstochowa: Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menedżerów Jakości i Produkcji, 2014.
5. S. Borkowski, R. Ulewicz. *Zarządzanie produkcją. Systemy produkcyjne*. Sosnowiec: Humanitas, 2008.
6. B. Czyżewski. *Wewnętrzna kontrola jakości w przedsiębiorstwie produkcyjnym*. Poznań: Wielkopolski Klub Jakości FSNT NOT, 2006.
7. B. Czyżewski. *Metody statystyczne w sterowaniu jakością procesów technologicznych*. Poznań: Wielkopolski Klub Jakości FSNT – NOT, 2009.
8. M. Diernig, A. Kujawińska. *MSA – Analiza Systemów Pomiarowych. Przewodnik po procedurach*. Poznań: AR Comprint, 2012.
9. J. Feliks, A. Lichota. „Wspomaganie analizy systemów pomiarowych (MSA),” *Archives of Foundry Engineering*, 3 (10), 2010.
10. A. Hamrol. *Zarządzanie jakością z przykładami*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2008.
11. A. Hamrol. *Strategie i praktyki sprawnego działania. LEAN, SIX SIGMA i inne*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2015.

12. D. Mężyk. „Zastosowanie endoskopii przemysłowej w procesie badań wizualnych jako metody diagnostyki obiektów przemysłowych.” *Dozór Techniczny*, 3, 2010.
13. R. Kolman. *Poradnik kontrolera jakości*. Bydgoszcz: Ośrodek Postępu Organizacyjnego, 1998.
14. J. Łunarski. *Zarządzanie jakością. Standardy i zasady*. Warszawa: WNT, 2012.
15. T. Olejnik, T. Wieczorek. *Kontrola i sterownie jakości*. Warszawa-Poznań: PWN, 1982.
16. W. Orłowicz. „Ultradźwiękowa kontrola jakości odlewów z żeliwa.” *Archiwum Odlewnictwa*, 1, 2001.
17. PN-EN ISO 9000:2006. *Systemy zarządzania jakością - Podstawy i terminologia*.
18. *Standard Test Method for Indentation Hardness of Aluminum Alloys by Means of a Webster Hardness Gage*. Pobrano z: <https://www.astm.org/Standards/B647.htm> [Dostęp: 12.03.2017].
19. P. Stopkłosa. „Poczuj PISMOEA nosem, czyli elementy systemu pomiarowego.” Pobrano z: <http://www.pronost.pl/artykuly/46-spc-msa-metrologia/189-poczuj-pismo-oea-nosem-czyli-elementy-systemu-pomiarowego> [Dostęp: 21.02.2017].
20. L. Webber, M. Wallace. *Quality control for dummies*. Hoboken (NJ, USA): Wiley Publishing, Inc., 2007.
21. R. Wolniak, B. Skotnicka-Zasadzień. *Metody i narzędzia zarządzania jakością. Teoria i praktyka*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2011.
22. P. Vogt, A. Kujawińska. „Analiza wpływu wybranych czynników pracy na skuteczność kontroli wzrokowej.” *Inżynieria Maszyn*, R. 18, z. 1, 2013, s. 40-50.

## ANALIZA UDZIAŁU I ZNACZENIA STOSOWANYCH METOD KONTROLI JAKOŚCI DO WYKRYWANIA NIEZGODNOŚCI PROFILI ALUMINIOWYCH

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia wyniki w zakresie analizy udziału i znaczenia specyficznych metod kontroli jakości stosowanych do wykrywania niezgodności profili aluminiowych powstających w procesie tłoczenia. Analizie poddano takie specyficzne metody kontroli jakości, jak: pomiar, badania, sprawdzenie, kontrola wizualna, kontrola liczbowa oraz kontrola alternatywna. Dokonano identyfikacji stosowanych procesów kontroli jakości. Wykorzystano diagram Pareto-Lorenza do identyfikacji niezgodności krytycznych badanego wyrobu w okresie 1 roku. Przeanalizowano zależność pomiędzy występowaniem metod kontroli jakości przy wykrywaniu niezgodności a udziałem niezgodności wykrywanych przez badane metody kontroli jakości. Dokonano także analizy ryzyka związanego z niezgodnościami wykrywanymi przez badane metody kontroli jakości bazując na wskaźnikach FMEA (liczbach priorytetowych). Metodą kontroli, która najczęściej uczestniczyła przy wykrywaniu niezgodności profili aluminiowych i wykrywała jednocześnie najwięcej niezgodności jest kontrola wizualna. Kontrola ta odpowiedzialna jest także za wykrywanie niezgodności, których ryzyko wystąpienia i znaczenie dla klienta jest największe, stąd konieczność podejmowania przez zarządzających działań zmierzających do zwiększenia poziomu jej skuteczności.

**Słowa kluczowe:** profil aluminiowy, kontrola jakości wyrobu, niezgodności, wykrywanie

## ANALYSIS OF THE SHARE AND IMPORTANCE OF QUALITY CONTROL METHODS USED TO DETECT NON-CONFORMANCE OF ALUMINUM PROFILES

**Abstract:** This paper presents the results of the analysis of the contribution and importance of specific quality control methods used to detect the non-conformance of the aluminum profiles produced by the pressing process. Specific quality control methods such as measurement, testing, verification, visual inspection, numerical control and alternative control have been analyzed. The quality control processes used were identified. The Pareto-Lorenz diagram was used to identify the critical non-conformity of the examined product over a period of one year. The relationship between the presence of quality control methods in detecting nonconformities and the inconsistencies detected by the quality control methods examined has been analyzed. An analysis of the risks associated with nonconformities detected by the tested quality control methods was also conducted based on the FMEA indicators (priority numbers). The control method that most often involved detecting non-conformance of aluminum profiles and detecting the most incompatibilities is the visual inspection. This control is also responsible for detecting inconsistencies with the greatest risk and importance for the customer, and hence the need for managers to increase their effectiveness.

**Key words:** Aluminum profile, product quality control, incompatibility, detection

Dr inż. Krzysztof KNOP  
Politechnika Częstochowska  
Wydział Zarządzania  
Katedra Inżynierii Produkcji i Bezpieczeństwa  
al. Armii Krajowej 19B, 42-200 Częstochowa  
e-mail: Krzysztof.Knop@wz.pcz.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 25.04.2017  
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 10.05.2017