

6) *prawdopodobieństwo wystąpienia wady (Cz)* – określa prawdopodobieństwo wystąpienia specyficznej wady. Jedyną metodą obniżenia tego prawdopodobieństwa jest wprowadzenie zmian konstrukcyjnych;

7) *metody, narzędzia bieżącej weryfikacji projektu* – sporządza się wykaz zapobiegawczych działań zatwierdzających bądź innych, które zapewnią adekwatność projektu w stosunku do rozważanych usterek i przyczyn ich powstania. Powszechnie stosowane narzędzia to rewizja projektu, testy odporności na uszkodzenia, rygorystyczne testy laboratoryjne, analizy wykonalności i testy prototypu;

8) *prawdopodobieństwo wykrycia wady (Wy)* – jest to ocena możliwości wykrycia potencjalnej przyczyny/mechanizmu lub słabych stron projektu przez stosowanie odpowiednich narzędzi;

9) *współczynnik poziomu ryzyka (WPR)* – określa ryzyko użytkownika związane z systemem i stanowi kryterium decyzyjne przy podejmowaniu działań na rzecz optymalizacji. Wartość WPR powinna mieścić się w przedziale od 1 do 1000. Przy wyższych wartościach należy przedsięwziąć kroki zmierzające do zmniejszenia w kalkulowanym ryzyku przy podjęciu działań korygujących;

10) *zalecane działania* — działania korygujące należy skierować przede wszystkim na problemy, będące na najwyższej pozycji, jeśli chodzi o wartości WPR.

3. Przykład zastosowania metody

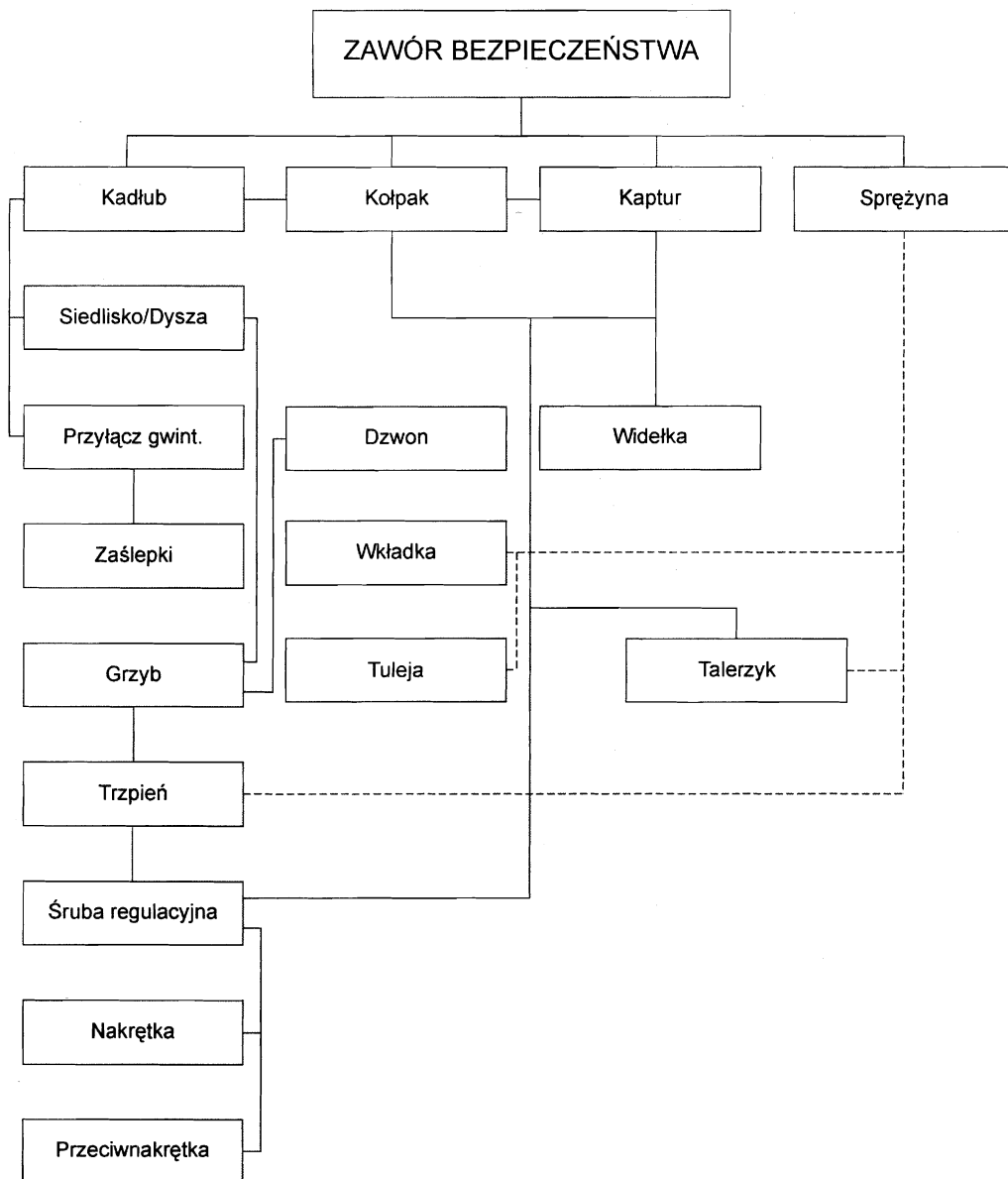
Zakład produkcyjny zlecił przeprowadzenie analizy FMEA bardzo istotnego elementu, jakim jest odlew kadłuba wchodzący w skład zaworu bezpieczeństwa. Zawór ten służy do zabezpieczenia przed nadmiernym wzrostem ciśnienia. Przeprowadzona analiza FMEA składała się z kilku etapów.

W pierwszym etapie analizy FMEA powołano zespół zadaniowy, w którego skład wchodził: inżynierowie z doświadczeniem w projektowaniu i wytwarzaniu, montażu, obsłudze i kontroli jakości analizowanego wyrobu.

Zespół ten przyjął następujące działania:

- analizę fragmentu systemu, który składa się z wielu elementów konstrukcyjnych. Do potencjalnych wad zaliczono fizyczne uszkodzenia tego elementu podczas eksploatacji, gdy nie realizuje on swoich funkcji,

- przyczyny potencjalnych wad elementu znaleziono w błędnym działaniu układu niższego rzędu, opierając się na danych konstrukcyjnych,
- skutki wad powodowały wadliwe działanie całego systemu.



Rys. 3.3. Schemat blokowy zaworu bezpieczeństwa

Źródło: K. Kaleta: Praca magisterska (niepublikowana).

Po ustaleniu zasad działania, przed przystąpieniem do właściwej analizy, zespół zadaniowy stworzył plan działania oparty na:

- 1) opracowaniu schematu blokowego zaworu bezpieczeństwa, w skład którego wchodzi analizowany wyrób – kadłub, a także przedstawieniu struktury współpracy elementu z innymi elementami w podzespolu (rys. 3.3),
- 2) zdefiniowaniu wymagań w stosunku do wyrobu,
- 3) określeniu klienta i jego wymagań,
- 4) przeprowadzeniu analizy potencjalnych wad,
- 5) oszacowaniu ryzyka poprzez wyznaczenie współczynnika poziomu ryzyka (WPR),
- 6) przedstawieniu wniosków z przeprowadzonej analizy.

ad 2. Zdefiniowanie wymagań w stosunku do analizowanego wyrobu

- Kadłub jest jedną z integralnych części zaworu. Ze względu na wcześniejsze problemy, powstałe przy projektowaniu, należy rozpatrzyć wszystkie możliwe usterki, mogące wyniknąć w czasie pracy zaworu.
- Należy rozważyć całkowity proces technologiczny, począwszy od wykonania odlewu, a skończywszy na gotowym wyrobie.
- Kadłub montowany jest do instalacji za pomocą połączenia śrubowego. Dlatego należy właściwie dobrać wymiary i obróbkę kołnierzy przyłączeniowych, uwzględniając ich klasę chropowatości i posuw tokarki.
- Należy odpowiednio dobrać rozstaw otworów mocujących kadłub z kołpakiem celem uniknięcia rozbieżności.
- Należy uszeregować identyfikację wyrobu, począwszy od wykonania odlewu aż po końcowy detal.

ad 3. Określenie klienta i jego wymagań

W punkcie tym zostali przedstawieni klienci, ich wymagania odnośnie do analizowanego wyrobu oraz potencjalne wady, jakie mogą wystąpić w trakcie użytkowania omawianego wyrobu (tablica 3.3).

Określenie klienta i jego wymagań

Określenie klienta	Wymagania klienta	Potencjalne wady
1	2	3
Klient ostateczny – użytkownik zaworu	<p>Bezpieczeństwo użytkowania.</p> <p>Właściwe parametry początku otwarcia zaworu.</p> <p>Właściwy montaż do instalacji.</p> <p>Trwałość urządzenia.</p> <p>Walory estetyczne.</p> <p>Właściwe oznakowanie</p>	<p>Niedostateczne bezpieczeństwo użytkownika zaworu może wynikać z:</p> <ul style="list-style-type: none"> - braku gazoszczelności na połączeniach kadłuba z kołpakiem, - braku szczelności kadłuba, - wad śrub mocujących, - niewłaściwych warunków pracy. <p>Niewłaściwe ciśnienie początku otwarcia zaworu spowodowane może być:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nieprawidłowymi parametrami, szlifowania, - złym frezowaniem siedliska, - niewłaściwą osiowością zaworu, - niewłaściwym montażem grzyba na siedlisku. <p>Nietrwały montaż może wystąpić w przypadku:</p> <ul style="list-style-type: none"> - złego wykonania otworów mocujących, - niewłaściwego owiercenia kołnierzy przyłączeniowych, - braku uszczelki. <p>Trwałość urządzenia zależy od:</p> <ul style="list-style-type: none"> - właściwie dobranego składu chemicznego odlewu, - braku ukrytych wad odlewu, - odpowiednich parametrów obróbki kadłuba, - właściwego montażu. <p>Brak estetyki jest najczęściej spowodowany:</p> <ul style="list-style-type: none"> - niejednolitą powierzchnią odlewu (nadlewy, uszczerbienia), - złym malowaniem zaworu, - niewłaściwie dobranym rodzajem farby do warunków pracy. <p>Niewłaściwe oznaczenie lub jego brak może wystąpić w przypadku:</p> <ul style="list-style-type: none"> - oderwania lub uszkodzenia tabliczki znamionowej, - zatarcia lub niewłaściwego znaczenia zaworu na kołnierzu wlotowym, - braku oznaczenia typu kadłuba, - braku wybitego numeru odlewu.
Zakład przemysłowy	<p>Brak uszkodzeń mechanicznych.</p> <p>Zgodność z wymiarami przedstawionymi na rysunku technicznym.</p> <p>Zgodność z modelem.</p> <p>Terminowe dostawy.</p>	<p>Uszkodzenie mechaniczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - źle dobrany materiał, - pęknięcia odlewu, - niejednolita powierzchnia odlewu. <p>Odształcenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - niewłaściwa technologia (złe parametry procesu metalurgicznego, niewłaściwa temperatura odlewania), - wady powstałe podczas transportu. <p>Niewłaściwe wymiary i model:</p> <ul style="list-style-type: none"> - detal niespełniający warunków projektu (konstrukcji), - wydłużenie prac badawczych, - zwiększone koszty. <p>Terminowe dostawy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - niemożność wywiązania się z umów z klientami, - opóźnienia w zapasach magazynowych, - możliwość rozwiązania umowy przez klienta.

1	2	3
Magazyn detali	Brak uszkodzeń. Kompletność dostaw magazynowych. Jednoznaczne oznaczenie części oraz ich identyfikacja.	Uszkodzenia i kompleksowość dostaw jak wyżej. Brak oznaczenia: - oznaczenie nietrwałe, - niewykonanie operacji oznaczenia, - nieuwzględnienie trwałego oznaczenia na kadłubie, - brak możliwości oznaczenia partii na wyrobie.
Wydział produkcji	Utrzymanie zapasów materiałowych. Trwałość kadłuba. Dobre właściwości mechaniczne kadłuba. Zgodność z rysunkiem technologicznym i modelem.	Zła polityka magazynowa pociąga za sobą: - brak ciągłości produkcji, - niedotrzymanie terminów uzgodnionych z klientem, - utratę dotychczasowych rynków zbytu. Niewłaściwe parametry kadłuba: - straty materiałowe, - niebezpieczeństwo dla pracowników, - niewłaściwa praca zaworu, - wystąpienie wżerów w materiale.
Wydział montażowy	Trwałość połączeń między detalami. Szczelność kadłuba. Zgodność wymiarów z rysunkiem. Kompletność wszystkich części.	Niewłaściwe wymiary: - nieaktualny rysunek, - nieuwzględniony technologiczny skurcz materiału, - brak wprowadzenia we właściwym momencie zmian technologicznych, - niewłaściwy surowiec na wsad użyty do odlania detalu, - niewłaściwie prowadzony proces technologiczny. Trwałość połączeń między detalami i szczelność kadłuba: - brak możliwości montażu zaworu, - konieczność wprowadzenia poprawek, - reklamacje u dostawcy półproduktów. Brak kompletu części na stanowisku montażu – źle zaplanowana produkcja.

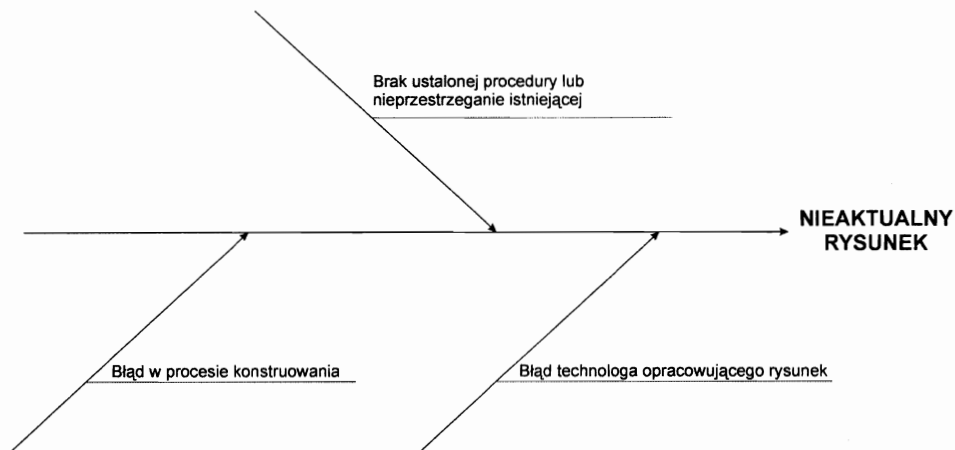
ad 4. Przeprowadzenie analizy potencjalnych wad

W celu usystematyzowania potencjalnych wad i skutków, ustalenia właściwych przyczyn oraz wyodrębnienia tych przyczyn, których źródłem może być konstrukcja kadłuba, został sporządzony wykres przyczynowo-skutkowy Ishikawy. Diagram ten uwidoczniał, jak bardzo złożony jest omawiany problem, a także pozwolił, w formie graficznej, przedstawić przyczyny występowania wad. Graficzne ujęcie tego procesu pozwoliło na jasne i przejrzyste przedstawienie potencjalnych błędów. Na wykresie Ishikawy przedmiotem badań jest skutek wystąpienia wady, który został przedstawiony po prawej stronie głównej strzałki poziomej. Główne przyczyny, które są bezpośrednio związane ze skutkiem i mają na ten skutek wpływ, zostały zaznaczone na początku poszczególnych strzałek bocznym skierowaniem ku głównej strzałce. Główne przyczyny to: **projekt, metoda, ludzie, maszyny, kooperanci, zarządzanie** (rys. 3.4).

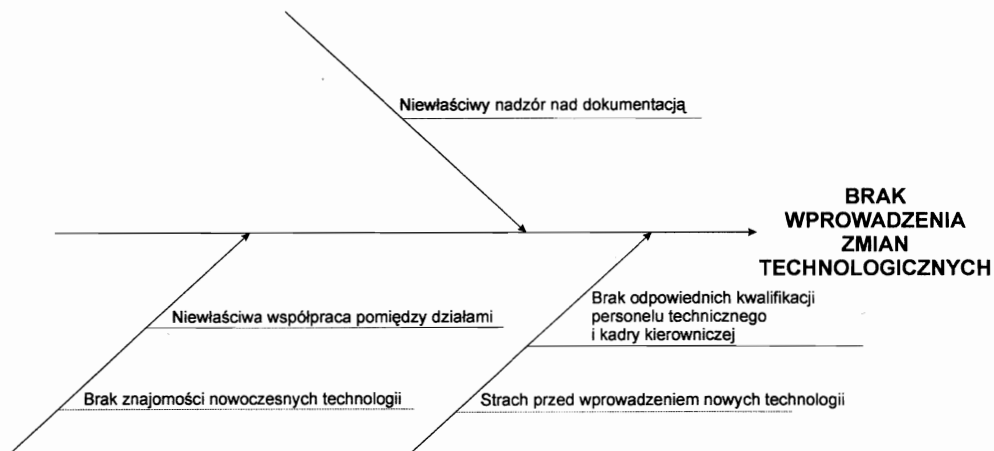
Na rysunkach od 3.5 do 3.10 przedstawiono wybrane wady oraz ogólne przyczyny ich występowania.



Rys. 3.4. Diagram Ishikawy

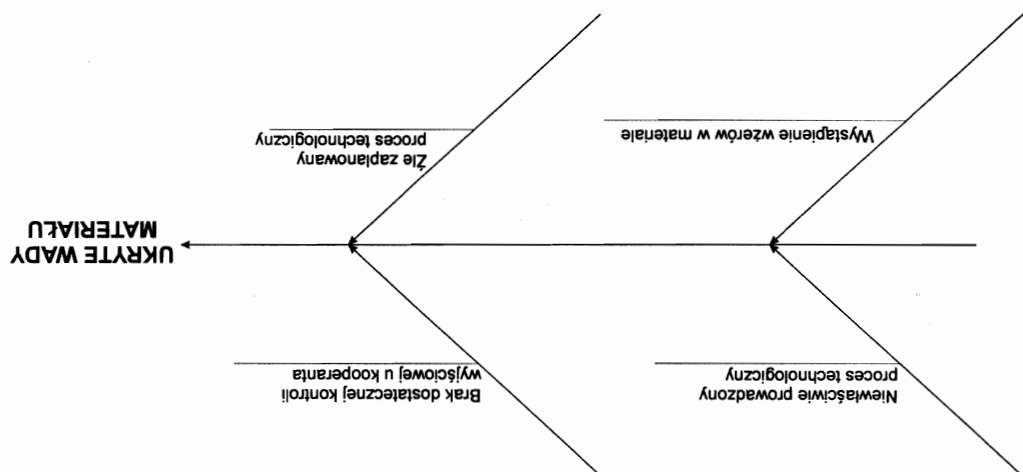


Rys. 3.5. Diagram Ishikawy – nieaktualny rysunek

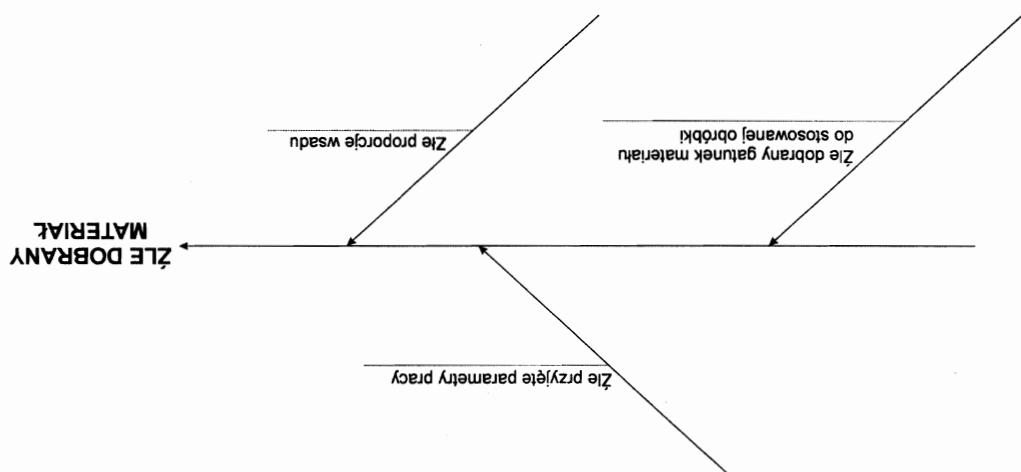


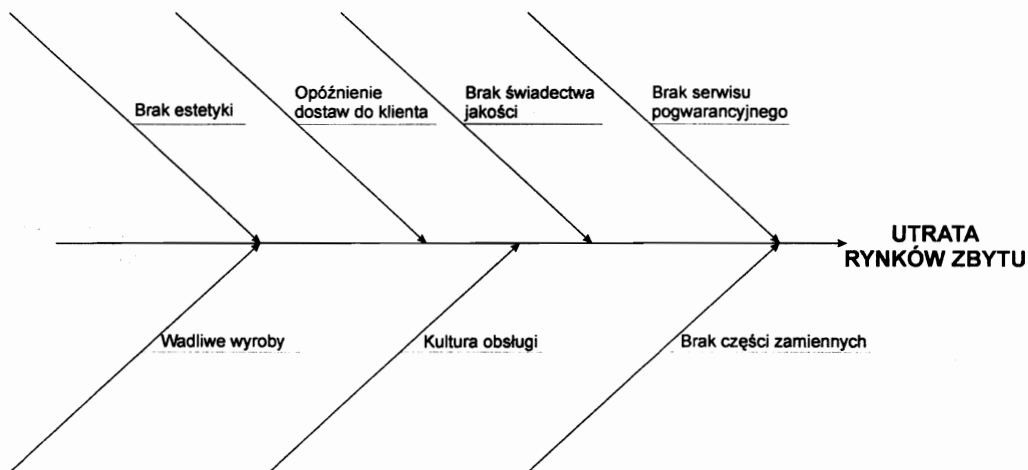
Rys. 3.6. Diagram Ishikawy – brak wprowadzenia zmian technologicznych

Rys. 3.8. Diagram Ishikawy – ukryte wady materiału

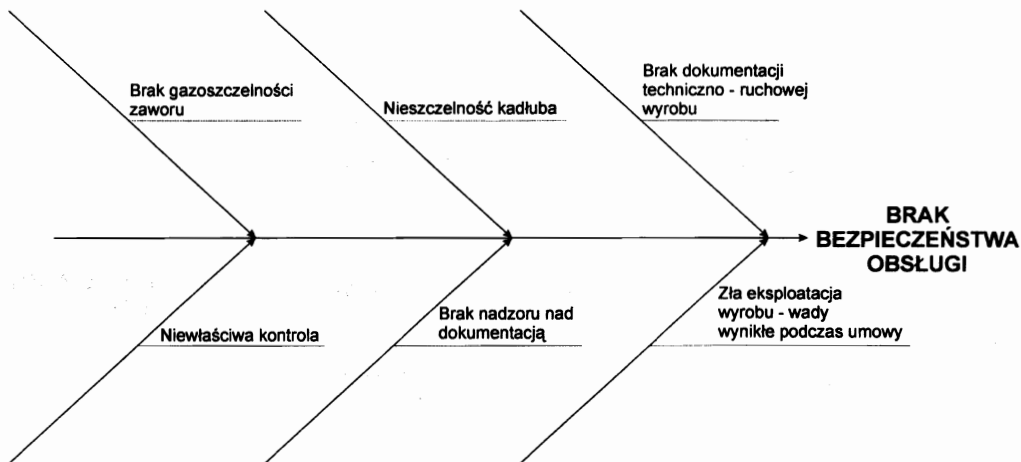


Rys. 3.7. Diagram Ishikawy – złe dobrany materiał





Rys. 3.9. Diagram Ishikawy – utrata rynków zbytu



Rys. 3.10. Diagram Ishikawy – brak bezpieczeństwa obsługi

ad 5. Oszacowanie ryzyka poprzez wyznaczenie współczynnika poziomu ryzyka

W ramach analizy FMEA określono znaczenie usterek i błędów według punktowego szacowania, za pomocą „Zn”, „Cz”, „Wy”. Sposób wyznaczenia tych wartości został przedstawiony poniżej.

Na początku analizy należy ustalić potencjalne przyczyny występujących usterek, a następnie ocenić poziom ryzyka dla każdej przyczyny. Dokonuje się tego za pomocą trzech kryteriów:

- Znaczenie (**Zn**), to znaczy konsekwencje dla klienta, jakie niesie wystąpienie wady.
- Częstotliwość (**Cz**) występowania wady.
- Wykrywalność (**Wy**), czyli prawdopodobieństwo wykrycia wady w przedsiębiorstwie.

Na podstawie tych kryteriów wyznacza się współczynnik poziomu ryzyka **WPR**

$$WPR = Zn \times Cz \times Wy \quad (3.3)$$

Iloczyn ten obrazuje poziom prawdopodobieństwa ryzyka związanego z wystąpieniem wady.

Kryteria szacowania Zn , Cz , Wy dla omawianego wyrobu obrazuje tablica 3.4. Natomiast analizę i ocenę potencjalnego ryzyka oraz wyniki weryfikacji i optymalizacji rozwiązań zawiera tablica 3.5.

Tablica 3.4

Kryteria szacowania Zn , Cz , Wy dla analizowanego wyrobu

Znaczenie dla klienta Zn	Prawdopodobieństwo wystąpienia Cz	Wykrywalność wady Wy
1 – bez znaczenia	1 – przypadkowe	1 – bardzo wysoka
2-3 – niskie	2-3 – niskie	2-5 – wysoka
4-6 – umiarkowane	4-6 – umiarkowane	6-8 – umiarkowana
7-8 – wysokie	7-8 – wysokie	9 – niska
9-10 – bardzo wysokie	9-10 – bardzo wysokie	10 – przypadkowa

Tablica 3.5

Systemowa analiza FMEA wyrobu – kadłuba

Analiza przyczyn i skutków wad Systemowa analiza FMEA wyrobu													
Typ: Zawór bezpieczeństwa nr xxxxxx									Firma: x			Data: 10.07.00	
Element: Kadłub									Osoba odpowiedzialna: xxxxxx				
Nr wady	Potencjalna wada	Potencjalne skutki wady	Potencjalne przyczyny wady	Działania zapobiegawcze	Zn	Cz	Wy	WPR	Wyniki działania				
									Działania na rzecz poprawy wykrywalności wady	Zn	Cz	Wy	WPR
1.	Nieaktualny rysunek	- źle wykonana forma, - dodatkowe koszty wprowadzenia wyrobu, - opóźnienia terminu realizacji	- brak ustalonej procedury lub nieprzestrzeganie już istniejącej	- weryfikacja i analiza dokumentacji	1	6	2	12	Stworzenie odpowiedniej procedury regulującej nadzór nad dokumentacją	1	2	2	4
			- błąd w procesie konstrukcji	- analiza procesu konstrukcyjnego	2	8	1	16	Powołanie jednostki nadzorującej cały proces konstrukcyjny	2	3	1	6

Analiza przyczyn i skutków wad Systemowa analiza FMEA wyrobu													
Typ: Zawór bezpieczeństwa nr xxxxxx									Firma: x		Data: 10.07.00		
Element: Kadłub									Osoba odpowiedzialna: xxxxxx				
Nr wady	Potencjalna wada	Potencjalne skutki wady	Potencjalne przyczyny wady	Działania zapobiegawcze	Zn	Cz	Wy	WPR	Wyniki działania				
									Działania na rzecz poprawy wykrywalności wady	Zn	Cz	Wy	WPR
2.	Nieodpowiednie właściwości wytrzymałościowe materiału	- niebezpieczeństwo dla pracowników wydziału produkcyjnego w przypadku wad ukrytych, - złe działanie zaworu poprzez jego szybszą eksploatację, - niewłaściwe parametry pracy, - wystąpienie zwiększonej ilości braków zewnętrznych i wewnętrznych, - zwiększona ilość reklamacji	- niewłaściwe prowadzony proces technologiczny	- kontrola prowadzonego procesu technologicznego	8	2	1	16	Analiza procesu i uwzględnienie zjawisk występujących podczas nowego procesu	8	1	1	8
			- złe dobrany skład chemiczny wyrobu	- analiza składu chemicznego i dobór odpowiedniego materiału zgodnego z polską normą	8	4	8	256	Analiza surowców do produkcji wyrobu	8	2	6	96
			- ukryte wady odlewu	- uwzględnienie skurczu materiałowego oraz dobór temperatury odlewania	6	8	10	480	Analiza procesu metalurgicznego oraz wykonanie dodatkowych prób materiału	6	6	6	216

Analiza przyczyn i skutków wad Systemowa analiza FMEA wyrobu													
Typ: Zawór bezpieczeństwa nr xxxxxx									Firma: x			Data: 10.07.00	
Element: Kadłub									Osoba odpowiedzialna: xxxxxx				
Nr wady	Potencjalna wada	Potencjalne skutki wady	Potencjalne przyczyny wady	Działania zapobiegawcze	Zn	Cz	Wy	WPR	Wyniki działania				
									Działania na rzecz poprawy wykrywalności wady	Zn	Cz	Wy	WPR
3.	Brak gazoszczelności kadłuba	- konieczność dokonania poprawek, - niewłaściwa praca zaworu, - niebezpieczeństwo wydostania się czynnika na zewnątrz zaworu, - możliwość zagrożenia dla znajdujących się w pobliżu użytkowników, - możliwość utracenia dopuszczenia typu przez UDT i poniesienia przez to nakładów finansowych	- wystąpienie pęknięć kadłuba	- wykonanie prób ciśnieniowych na posiadanym przyrządzie	8	4	1	32	Przeprowadzenie badań ultradźwiękowych poprzez kooperanta dostarczającego detal	8	2	1	16
			- niewłaściwe parametry obróbki dostarczonego detalu: - ustawienie na automacie pierwszych sztuk, - wady narzędzi skrawających	- kontrola dostaw narzędzi skrawających, poprawne ustawienie automatu	1	9	1	9	Weryfikacja dostawców narzędzi skrawających	1	6	1	6
			- brak uszczelki na połączeniu kadłub-kołpak lub uszkodzenie istniejących	- kontrola dostaw oraz stworzenie instrukcji nadzoru montażu zaworu na danych stanowiskach	10	2	1	20	Przeprowadzenie auditu u kooperanta celem sprawdzenia jakości dostarczanych detali	10	1	1	10

Analiza przyczyn i skutków wad													
Systemowa analiza FMEA wyrobu													
Typ: Zawór bezpieczeństwa nr xxxxxx									Firma: x		Data: 10.07.00		
Element: Kadłub									Osoba odpowiedzialna: xxxxxx				
Nr wady	Potencjalna wada	Potencjalne skutki wady	Potencjalne przyczyny wady	Działania zapobiegawcze	Zn	Cz	Wy	WPR	Wyniki działania				
									Działania na rzecz poprawy wykrywalności wady	Zn	Cz	Wy	WPR
4.	Niewłaściwa praca zaworu	- konieczność dokonania poprawek w zamontowanym zaworze, - zwiększona liczba reklamacji klientów, - konieczność przeprowadzenia serwisu pogwarancyjnego, - zwiększenie kosztów produkcji	- niewłaściwy montaż grzyba na siedlisku	- instrukcje montażu, - szkolenie pracowników	10	2	2	40	Udostępnienie wszystkim pracownikom, związanych z montażem grzyba na siedlisku, instrukcji i omówienie procesu montażu na szkoleniu	10	1	2	20
			- źle fazowane siedlisko w kadłubie poprzez odejście od wymiaru, z uwzględnieniem odchyleń pomiarowych lub wystąpienie ukrytych wad materiałowych	- dobór nowych past szlifierskich, - zakup lub remont urządzeń już działających	10	2	2	40	Zakup urządzenia do pomiaru kąta sfierzowania siedliska lub wykonanie go w narzędziowni zakładowej	10	2	1	20
			- źle owiercone przyłącza gwintowane na wlocie i wylocie kadłuba	- stworzenie nowej instrukcji, - poprawa obiegu dokumentacji w przedsiębiorstwie	10	1	1	10	Sprawdzenie instrukcji i współpraca pomiędzy wydziałami przedsiębiorstwa	10	1	1	10

Analiza przyczyn i skutków wad Systemowa analiza FMEA wyrobu														
Typ: Zawór bezpieczeństwa nr xxxxxx									Firma: x.			Data: 10.07.00		
Element: Kadłub									Osoba odpowiedzialna: xxxxx					
Nr wady	Potencjalna wada	Potencjalne skutki wady	Potencjalne przyczyny wady	Działania zapobiegawcze	Zn	Cz	Wy	WPR	Wyniki działania					
									Działania na rzecz poprawy wykrywalności wady	Zn	Cz	Wy	WPR	
5.	Braki estetyki	- reklamacje od klienta, - łuszczenie się farby, - konieczność stosowania dodatkowych procesów podczas montażu	- źle dobrana farba służąca do malowania wyrobu	- zakup nowej farby	7	4	1	28	stosowanie farby od jednego dostawcy	7	2	1	14	
			- wystąpienie wżerów lub nadlewów w materiale	- w przypadku wystąpienia wżerów w materiale należy stosować napawanie, - przy nadlewach naddatek materiału należy zeszlifować	7	7	1	49	Zastosowanie dodatkowej obróbki skrawaniem	7	5	1	35	

Analiza przyczyn i skutków wad Systemowa analiza FMEA wyrobu													
Typ: Zawór bezpieczeństwa nr xxxxxx									Firma: x		Data: 10.07.00		
Element: Kadłub									Osoba odpowiedzialna: xxxxx				
Nr wady	Potencjalna wada	Potencjalne skutki wady	Potencjalne przyczyny wady	Działania zapobiegawcze	Zn	Cz	Wy	WPR	Wyniki działania				
									Działania na rzecz poprawy wykrywalności wady	Zn	Cz	Wy	WPR
6.	Niewłaściwe oznaczenie lub jego brak	- brak możliwości identyfikacji wyrobu, - kłopot z ustaleniem typorozmiaru zaworu podczas serwisu i regeneracji, - niespełnione zalecenia, uwzględnione w dokumentacji zaworu	- brak identyfikacji wyrobu	- dział konstrukcyjny stworzył warunki wykonania i odbioru zaworu bezpieczeństwa z uwzględnieniem oznaczenia wyrobu, - umieszczenie dodatkowych informacji na kadłubie	8	8	1	64	Zastosowanie nowych sposobów łączenia tabliczek znamionowych	8	4	1	32
			- informacje dotyczące typorozmiaru	- zastosowanie nowych metod nanoszenia informacji na wyrób	8	8	1	64	Sprawdzanie naniesionych informacji na wyrób	8	4	1	32

W tablicy 3.6 przedstawiono działania „przed” i wyniki działania „po” przeprowadzonej analizie FMEA.

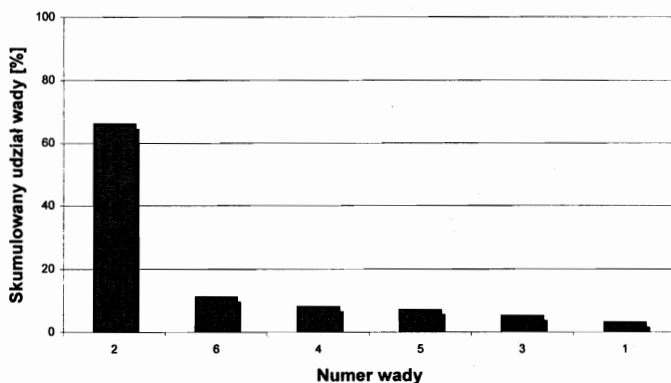
Diagram Pareto (rys. 3.11) został wykonany dla danych z tablicy 3.6. Na wykresie tym widać, że występujące błędy zostały uszeregowane. W kolumnach wartości wpisane zostały w porządku malejącym, co pozwala zobaczyć, którymi problemami należy zająć się najpierw.

Wizualne przedstawienie kluczowych zagadnień pozwala skoncentrować się na zlikwidowaniu tych przyczyn, które powodują większość problemów (rys. 3.12).

Tablica 3.6

Wartości działania „przed” i „po”

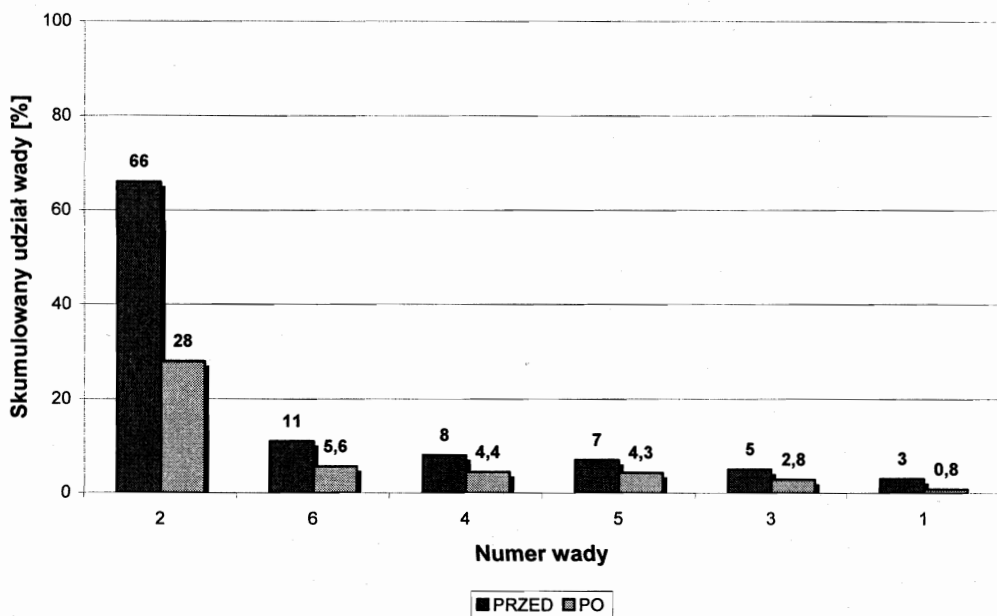
Numer wady	Suma WPR (przyczyny wady)		Skumulowana wartość w %	
	„przed”	„po”	„przed”	„po”
1.	28	10	3%	0,8%
2.	752	320	66%	28%
3.	61	32	5%	2,8%
4.	90	50	8%	4,4%
5.	77	49	7%	4,3%
6.	128	64	11%	5,6%



legenda:

- 1 – nieaktualny rysunek
- 2 – nieodpowiednie właściwości wytrzymałościowe materiału
- 3 – brak gazoszczelności kadłuba
- 4 – niewłaściwa praca zaworów
- 5 – brak estetyki
- 6 – niewłaściwe oznaczenie lub jego brak

Rys. 3.11. Diagram Pareto dla analizowanych wad kadłuba



Rys. 3.12. Porównanie działań przed i po przeprowadzeniu analizy FMEA

Wnioski

Przeprowadzając analizę FMEA, przyjęto założenie, że za poważne wady uważa się te, których współczynnik poziomu ryzyka (WPR) przekroczył 20. Na tej podstawie za niebezpieczne uznano 6 wad, powstałych na skutek niewłaściwego projektowania i wykonania wyrobu. Do tych wad należą:

- nieaktualny rysunek WPR=28 – wskaźnik zredukowano do 10,
- nieodpowiednie własności wytrzymałościowe materiału WPR=752, wskaźnik ten udało się zminimalizować do 320,
- brak gazoszczelności kadłuba WPR=61 – wskaźnik zredukowano do 32,
- niewłaściwa praca zaworu WPR=90 – wskaźnik zredukowano do 50,
- brak estetyki WPR=77 – wskaźnik zredukowano do 49,
- niewłaściwe oznaczenie lub jego brak WPR=128 – wskaźnik zredukowano do 64.

Określono także działania korygujące i zapobiegawcze. W ramach tych działań postanowiono:

- przeanalizować lub zweryfikować stosowaną dokumentację,
- przeanalizować procesy konstrukcyjne,
- przeprowadzić analizę składu chemicznego i odpowiednio dobrać materiał zgodny z polską normą,
- stworzyć nową dokumentację zaworu bezpieczeństwa z uwzględnieniem nowych metod oznaczenia wyrobu,
- uwzględnić skurcz materiału oraz dobrać temperaturę odlewania,
- wykonać kontrolę dostaw,
- stworzyć instrukcję nadzoru w przypadku wystąpienia wżerów w materiale,
- wykonać próby ciśnieniowe na posiadanym przyrządzie.

Dzięki przeprowadzonej analizie FMEA uszczegółowiono proces projektowania i konstrukcji kadłuba zaworu bezpieczeństwa, ponadto zostały ujawnione potencjalne wady, które mogły wystąpić podczas projektowania, wykonywania odlewu, obróbki i montażu kadłuba.

Zastosowana analiza FMEA dała możliwość obniżenia kosztów wytworzenia detalu poprzez eliminację jego potencjalnych wad.