

Kawa na łąwę

# Analiza FMEA procesu

Zbigniew Huber



*Myślenie to najcięższa istniejąca praca...  
i pewnie dlatego tak niewiele osób się za nie zabiera.*

*Henry Ford*

Niniejszy **darmowy** ebook zawiera fragment  
pełnej wersji pod tytułem:  
"Analiza FMEA procesu"

Aby przeczytać informacje o pełnej wersji, [kliknij tutaj](#)

**Darmowa publikacja** dostarczona przez  
[fmea.ministrona.pl](http://fmea.ministrona.pl)

**Niniejsza publikacja może być kopiowana, oraz dowolnie rozprowadzana tylko i wyłącznie w formie dostarczonej przez Wydawcę. Zabronione są jakiegokolwiek zmiany w zawartości publikacji bez pisemnej zgody wydawcy. Zabrania się jej odsprzedaży, zgodnie z [regulaminem Wydawnictwa Złote Myśli](#).**

© Copyright for Polish edition by [ZloteMysli.pl](http://ZloteMysli.pl)

Data: 07.06.2006

Tytuł: Analiza FMEA procesu (fragment utworu)

Autor: Zbigniew Huber

Projekt okładki: Zbigniew Huber

Korekta: Sylwia Fortuna

Skład: Anna Popis-Witkowska

Internetowe Wydawnictwo Złote Myśli

Złote Myśli s.c.

ul. Daszyńskiego 5

44-100 Gliwice

WWW: [www.ZloteMysli.pl](http://www.ZloteMysli.pl)

EMAIL: [kontakt@zlotemysli.pl](mailto:kontakt@zlotemysli.pl)

**Wszelkie prawa zastrzeżone.**

**All rights reserved.**

# SPIS TREŚCI

<u>PRZEDMOWA</u> .....	5
<u>WSTĘP</u> .....	6
<u>GRUPA ROBOCZA</u> .....	12
<u>MAPA PRZEPIYU PROCESU</u> .....	19
<u>WYKONUJEMY MAPĘ PRZEPIYU PROCESÓW</u> .....	23
<u>FORMULARZ FMEA</u> .....	24
<u>ROZPOCZYAMY ANALIZĘ PFMEA</u> .....	25
<u>POTENCJALNE WADY</u> .....	26
<u>POTENCJALNE SKUTKI WADY</u> .....	29
<u>OKREŚLENIE ZNACZENIA WADY</u> .....	32
<u>USTALENIE PRZYCZYN – WYKRES ISHIKAWY</u> .....	35
<u>PRZYKŁADOWE PRZYCZYNY WAD</u> <u>– NA CO ZWRACAĆ UWAGĘ</u> .....	39
<u>USTALENIE PRZYCZYNY ŹRÓDŁOWEJ – METODA 5-WHY</u> .....	65
<u>OKREŚLENIE PRAWDOPODOBIENSTWA WYSTĄPIENIA</u> .....	69
<u>OBECNE ŚRODKI PREWENCYJNE W PROCESIE</u> .....	72
<u>OBECNE ŚRODKI DETEKCJI W PROCESIE</u> .....	73
<u>OKREŚLENIE PRAWDOPODOBIENSTWA DETEKCJI</u> .....	75
<u>RPN</u> .....	76
<u>DZIAŁANIA ZAPOBIEGAWCZE</u> .....	78
<u>JAK EFEKTYWNIIE PROWADZIĆ FMEA I GROMADZIĆ WIEDZĘ?</u> .....	83
<u>JAK SYSTEMATYCZNIE GROMADZIĆ WIEDZĘ?</u> .....	85
<u>KILKA SŁÓW NA KONIEC</u> .....	87
<u>LITERATURA</u> .....	88

## Przedmowa

Drogi Czytelniku, książkę tę napisałem, aby przekazać praktyczne wskazówki na temat stosowania analizy FMEA procesu, jako jednego z doskonałych, a często źle wykorzystywanych narzędzi poprawy jakości.

Nie będziemy się tutaj zajmować teoretyzowaniem, jak prowadzić FMEA, ani powtarzać sloganów, które można znaleźć w Internecie czy innej literaturze ;-), lecz skupimy się na praktycznym podejściu do prowadzenia FMEA. Wiedza zawarta w tej książce jest w większości przypadków zbiorem doświadczeń, jakie nabyłem przez kilkanaście lat pracy w szybko rozwijającym się zakładzie produkcyjnym (producent urządzeń elektronicznych dla wielu sektorów rynku) i czasem moje przykłady oraz prezentowany punkt widzenia może być nieco nietypowy, ale często nietypowe sposoby postępowania mogą właśnie być najbardziej skutecznymi. Z metodą pFMEA (Process FMEA) zapoznamy się krok po kroku, omawiając sobie praktyczne wskazówki, co robić, aby FMEA było skuteczne. Przedstawię także propozycję, jak sprawić, że wiedza uczestników (potrzebna do wykonania dobrej analizy FMEA) będzie gromadzona w organizacji i będzie służyła doskonaleniu kolejnych analiz, a więc i doskonaleniu procesów, i co za tym idzie - zadowolenia klienta.

Zapraszam do lektury...

Zbigniew Huber

## Wstęp

Może to dziwnie zabrzmieć, ale FMEA podświadomie stosuje każdy z nas od bardzo dawna. Praktycznie każdy z nas się zastanawia, czy i jakie problemy możemy napotkać podczas realizowania swoich planów, celów czy marzeń, a więc praktycznie każdy człowiek (oprócz bezmózgowców ;-)) wykonuje pewnego rodzaju analizę problemów i sposobów ich uniknięcia w swojej głowie.

Podobnie jest z analizą FMEA, która jest oparta na takiej samej zasadzie – zastanawiania się, jak uniknąć ewentualnych problemów.

Oczywiście FMEA to usystematyzowana metoda analizowania potencjalnych problemów, ich przyczyn, i opracowywania działań zapobiegawczych w przypadkach, które tego wymagają.

FMEA to skrót od **F**ailure **M**ode and **E**ffects **A**nalysis.

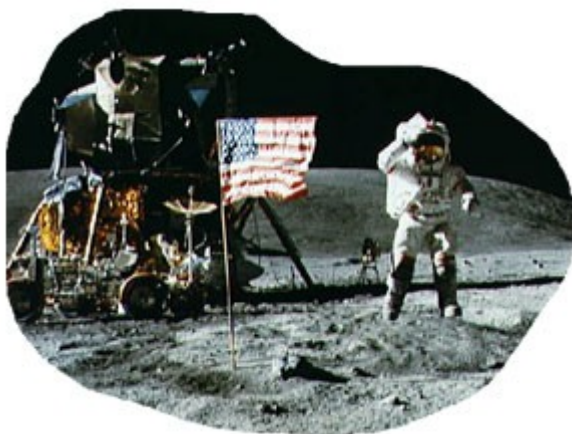
W analizie FMEA procesu, która jest tematem tej książki, celem jest systematyczne rozpoznanie potencjalnych wad wyrobu, określenie przyczyn i podjęcie działań mających na celu minimalizację lub eliminację przyczyn powstawania tych wad w procesie produkcyjnym.



Zanim przejdziemy do sedna sprawy – trochę historii.

Metodologia FMEA oficjalnie została opracowana w USA i wydana 9 listopada 1949 roku jako procedura MIL-P 1629 „Procedure for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis”.

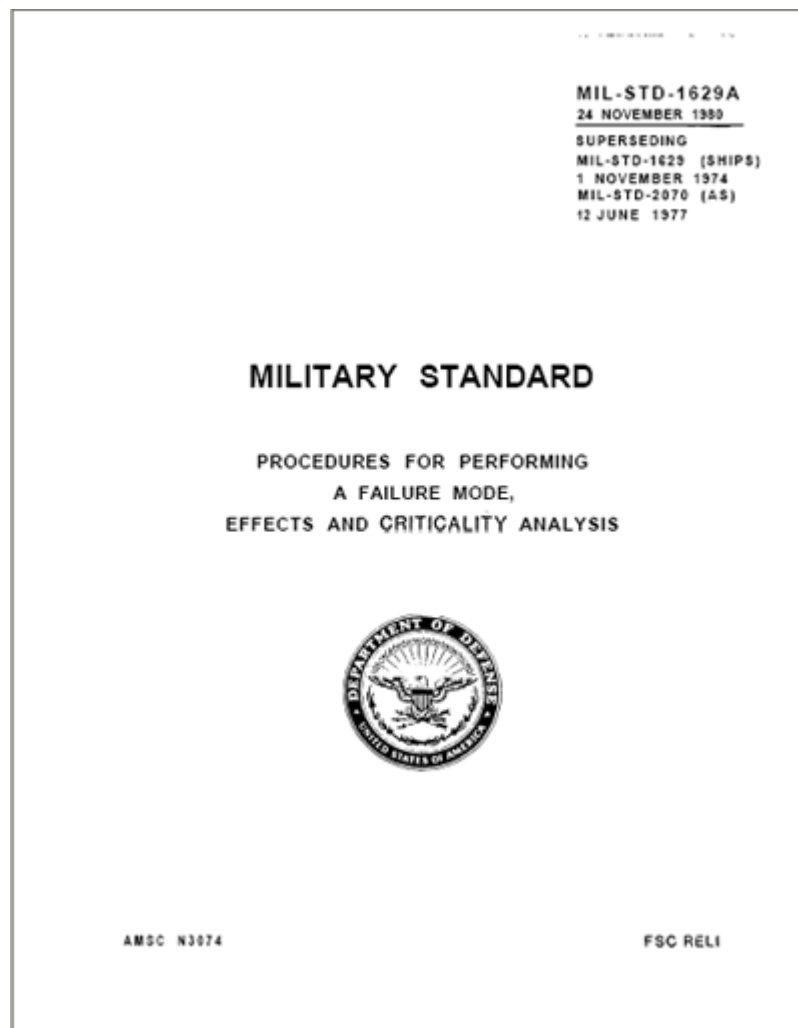
Analiza FMEA stosowana była oczywiście w przemyśle zbrojeniowym, podczas opracowywania i budowy rakiet.



Także NASA stosowała FMEA w swoich programach kosmicznych, między innymi w programie Apollo (lądowania człowieka na Księżycu).

W późnych latach 70-tych firma Ford, po słynnej wtedy aferze „Pinto”, zastosowała pierwszy raz FMEA do analizy swych samochodów pod kątem bezpieczeństwa i wymogów prawnych.

Procedura MIL-P 1629 oczywiście z biegiem lat ewoluowała i stała się podstawą do opracowania przez Departament Obrony USA kolejnego już, bardziej znanego standardu MIL-STD 1629 (w 1974 roku) oraz jego kolejnego wydania MIL-STD 1629A w 1980 roku (okładka na kolejnej stronie). Standard ten jest dostępny w sieci WWW.



Standard MIL-STD 1629A został anulowany 4 sierpnia 1998 roku. Użytkownicy tego standardu zostali poinformowani, aby korzystać z innych międzynarodowych standardów dotyczących stosowania analizy FMEA.

Poza aspektem militarnym jednocześnie w wielu innych sektorach przemysłu oraz ośrodkach akademickich dyskutowano nad zastosowaniami FMEA. W związku z tym powstało wiele standardów

FMEA dopasowanych do różnych gałęzi przemysłu / gospodarki. Główne z nich (poza MIL-STD 1629A) to:

### SAE J-1739

Standard opracowany przez Society of Automotive Engineers (SAE) w 1994 roku, opisujący zasady prowadzenia analizy FMEA projektu, procesu i maszyn. Zawiera także zalecany format formularzy do dokumentowania tych analiz.

### IEC 60812

Standard opublikowany w 1985 roku przez International Electrotechnical Commission, opisuje metody prowadzenia analizy FMEA i FMCA (C - Criticality), definiuje zalecane formularze do analiz itp. Ten standard jest czasem stosowany podczas analiz FMEA dla oprogramowania – SWFMEA (SW – **S**oftware).

W 1994 producenci z branży samochodowej (Ford, Chrysler, GM), zwani potocznie „The Big Three”, opracowali standard QS9000 określający, jakie wymagania muszą spełniać dostawcy komponentów do fabryk „Wielkiej Trójki”. Wraz ze standardem QS-9000 wydano też kilka podręczników referencyjnych:

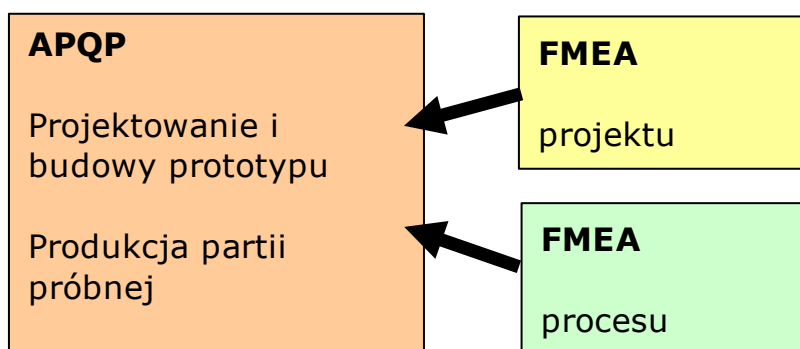
- APQP                      Advanced Product Quality Planning
- FMEA                      Failure Mode and Effect Analysis (SAE J-1739)
- SPC                         Statistical Process Control



- PPAP                      Production Part Approval Process
- MSA                        Measurement System Analysis

Wymagania procesu projektowania, wdrażania (testów, badań, przygotowania produkcji) i rozpoczęcia produkcji, określa jeden z podręczników: APQP (Advanced Product Quality Planning).

W ramach APQP wymaga się przeprowadzenia dwóch rodzajów analizy. FMEA projektu (w fazie projektowania wyrobu i budowy prototypu) oraz analiza FMEA procesu (w fazie uruchomienia produkcji partii próbnej).



Analizę FMEA procesu stosuje się na wczesnym etapie wdrażania wyrobu do produkcji, aby przewidzieć potencjalne problemy na etapie przygotowania maszyn, szkolenia personelu, przygotowania oprzyrządowania czy metod / procedur pracy.



Oczywiście, jeżeli jakiś proces już funkcjonuje bez uprzednio wykonanej analizy FMEA – to nic nie stoi na przeszkodzie, aby taką analizę dla funkcjonującego procesu wykonać. Lepiej późno, niż wcale. :)

Na podstawie właśnie analizy FMEA procesu opracowuje się tzw. plan kontroli, który definiuje metody nadzorowania i sterowania poszczególnymi etapami procesu produkcji wyrobu.

Obecnie QS-9000 jest zastępowany nowym standardem ISO-TS 16949, ale podręczniki referencyjne są także dopełnieniem nowego standardu, więc sama metoda FMEA się nie dezaktualizuje.

Z biegiem lat metodologia FMEA stała się coraz bardziej popularna i jest obecnie szeroko stosowana przez producentów z różnych branż, nawet pojawia się już w medycynie - „Medical FMEA”.

## Grupa robocza

Analiza FMEA jest pracą grupową, więc jednym z pierwszych etapów jest utworzenie grupy roboczej, która będzie odpowiedzialna za wykonanie tej analizy.

Dobór właściwych osób w grupie jest jednym z najbardziej kluczowych aspektów dobrej analizy FMEA i jej sukcesu. Podręczniki i wiele materiałów szkoleniowych podaje, że grupa powinna być multidyscyplinarna, czyli jej członkowie powinni być fachowcami



w różnych dziedzinach. Dodatkowo w każdej grupie musi być tzw. moderator.

Przykładowa grupa robocza może się składać z poniższych osób:

### Moderator FMEA

Jest to osoba nadzorująca prowadzenie analizy FMEA i dbająca o właściwą atmosferę i porządek prowadzonej analizy. Moderator powinien dbać o to, aby członkowie grupy czuli, że mają istotny wspólny cel, jakim jest rzetelna analiza i zapewnienie jakości wyrobu.

Niektórzy uczestnicy mogą być nieśmiali, uważać, że ich wiedza jest niewielka, i że mogą swoimi propozycjami czy pytaniami ośmieszyć się w oczach innych.

Rolą moderatora jest zaangażowanie tych osób w czynną dyskusję i przełamanie obaw, gdyż czasem to właśnie „laicy” mogą dostrzegać rzeczy, których „fachowcy” nie dostrzegają (bo gubi ich rutyna lub zbyt duża pewność siebie). Ważne jest, aby te osoby docenić za ich wkład, a takie postępowanie pozwala na budowę zaufania i podnosi kwalifikacje tychże osób.

Czasem moderator może mieć do czynienia z osobami, które narzucają swój punkt widzenia i usiłują dominować w grupie. Tutaj też jest rola moderatora w umiejętnym postępowaniu z tymi osobami. Można ich „zmiękczyć” poprzez udzielanie głosu innym osobom w danej kwestii, tak, aby pokazać, że zdanie innych też się liczy.

Jest wiele sposobów jak pracować w grupie z różnymi typami osobowości (czasem trudnymi) i moderator powinien poznać przynajmniej podstawy tej sztuki, aby skutecznie sobie radzić.

Moderator może też notować do arkusza FMEA wypracowane przez grupę roboczą ustalenia (pełnić jednocześnie funkcję sekretarza). Ta funkcja pozwala moderatorowi na bardziej efektywną kontrolę pracy grupy oraz „moderowanie” zachowań niektórych członków – autokratów...

### Pracownik produkcji (operator)

Pracownicy produkcji są osobami, które mają największą styczność z procesami produkcyjnymi i najczęściej mają wiele do powiedzenia – jeżeli tylko się ich umiejętnie słucha lub jeśli chce się ich słuchać.

Dlatego bardzo mocno zalecam, aby operatorzy byli czynnymi uczestnikami analiz FMEA. Dodatkowo takie postępowanie zwiększa zaangażowanie pracowników produkcji w poprawę jakości wyrobów / procesów oraz tworzy pozytywną atmosferę.

### Technolog / inżynier produktu / inżynier procesu

Technologowie procesu / inżynierowie to osoby z dużą znajomością procesu, produktu, surowców oraz wielu innych czynników mających wpływ na jakość procesów. Ich wiedza i pomysłowość jest bezcenna przy analizie FMEA i są to jedne z kluczowych osób w grupie FMEA.

Z drugiej strony może się okazać, iż niektórzy inżynierowie czy technologowie mogą podchodzić do pewnych innowacyjnych rozwiązań z dużą (czasem zbyt dużą) rezerwą. Dlatego uważam, że rolą moderatora jest, aby pomóc tym osobom otworzyć się na nowe możliwości rozwiązywania problemów. Proszę nie narzucać niczego, ale sugerować i wciągać w dyskusję. Z czasem to zaczyna przynosić efekty.

### Projektant

Może nie jest to często spotykane, ale uważam, że jeżeli mamy taką możliwość to należy zaprosić projektanta wyrobu, gdyż jego wiedza na temat produktu czy wymagań klienta może bardzo pomóc podczas analizy.

Jednocześnie podczas sesji FMEA projektant poznaje punkt widzenia osób odpowiedzialnych za realizację (produkcję) wyrobu, procesy produkcyjne oraz potencjalne problemy itd. Ta wiedza to

najlepsze i bezpłatne szkolenie dla projektantów, jak projektować coś tak, aby się to później dało wyprodukować. Z drugiej strony niektórzy projektanci są „uczuciowo” związani ze swoimi projektami i czasem mogą negatywnie reagować na wyrażane przez innych opinie co do produkowalności zaprojektowanego przez nich wyrobu.

Dlatego ważne jest, aby grupa FMEA potrafiła konstruktywnie dyskutować na temat potencjalnych problemów. Tutaj kluczową rolę ma właśnie moderator. To on powinien dbać, aby dyskusja nie sprowadziła się do bezowocnej wymiany zdań pomiędzy poszczególnymi członkami a samym projektantem.

### Kupiec / Logistyk

Podczas analizy na niektórych etapach wskazane jest, aby była obecna osoba, która ma kontakt z dostawcami surowców / półproduktów do naszego wyrobu.

Kupcy znający realia procesu zakupu komponentów, często mogą zasugerować, jakie działania należy podjąć, aby zminimalizować ryzyko niezgodnych jakościowo dostaw lub opóźnień w dostawach.

Wtedy już na etapie FMEA można określić, jakie komponenty mogą stwarzać problemy z dostawami, jakie działania podjąć. Przykładowo:

- Utworzenie magazynów buforowych u poddostawców na krytyczne komponenty (z bardzo długim czasem dostawy);

- Wprowadzenie systemu KANBAN w dostawach od wybranych poddostawców;
- Zakwalifikowanie drugiego źródła dla dostaw danego komponentu (drugi dostawca niekoniecznie musi go produkować, ale może być potencjalnym dostawcą już zakwalifikowanym);
- Inne.

### Dostawca

Zalecam także, jeżeli ma to praktyczne uzasadnienie, aby reprezentant dostawcy także był obecny podczas analizy FMEA, lub przynajmniej jej części związanej z jakością dostarczanych komponentów.

Sz szczególnie ma to duże znaczenie, jeżeli do naszego wyrobu będziemy stosować materiały (surowce lub komponenty), które są wykonywane specjalnie dla nas. Przykładowe elementy to odlewy, elementy wtryskiwane (plastikowe), i inne nietypowe elementy mechaniczne.

Może się okazać, że to właśnie dostawca dostrzeże potencjalne problemy podczas produkcji komponentów dla nas i może opracować / zaproponować ewentualne zmiany, zanim rozpocznie się właściwa produkcja.

Drugim pozytywnym aspektem „wciągnięcia” dostawcy do analizy FMEA jest fakt, iż dostawca przedstawiając nam swój punkt

widzenia jednocześnie pozwala nam poszerzyć naszą wiedzę na temat procesów u niego zachodzących.

Trzecim aspektem może być też fakt, że dostawca może mieć szansę sugerować różne rozwiązania mogące obniżyć koszty wykonania komponentów i przez to uczynić cały projekt bardziej opłacalnym.

Generalnie uważa się, że podczas FMEA procesu nie powinno się sugerować zmian w konstrukcji wyrobu, ale skupić się tylko na tym, jak ten wyrób zrealizować.



Osobiście jednak uważam, że jeżeli mamy wpływ na konstrukcję wyrobu, to jak najbardziej na miejscu jest zgłaszanie ewentualnych propozycji zmian w wyrobie, jeżeli takie zmiany pozwolą na eliminację poważnego problemu lub znaczące obniżenie kosztów. Dlatego ważne jest, aby zarówno dostawca komponentów jak i projektant mógł mieć możliwość wypowiedzenia się jak najwcześniej.

Takie podejście w wielu sytuacjach jest lepsze, niż sztywne trzymanie się reguł, bo ostatecznie o sukcesie rynkowym decyduje klient, który oczekuje produktu funkcjonalnego, niezawodnego i w dobrej cenie.

Spotkałem się kilka razy z sytuacją, że prosta modyfikacja elementu (oczywiście za zgodą projektanta), pozwalała na znaczące obniżenie kosztów wykonania tegoż elementu, niemożliwych do osiągnięcia inną drogą.



Oczywiście należy podchodzić to tego ze zdrowym rozsądkiem, aby nie zrzucać na barki projektanta każdego problemu, bo nie tędy droga.

Chciałbym też dodać, że podczas dobierania grupy roboczej należy starać unikać sytuacji, gdy kierownik i jego podwładny są w jednej grupie. Może się zdarzyć, że „podwładny” nie będzie chciał zgłaszać pomysłów, które prezentowałyby poglądy inne, niż proponuje „kierownik”. W takiej grupie panuje atmosfera raczej napięta i czasem najlepsze rozwiązania są pominięte. Oczywiście dużo zależy od tego „kierownika”, więc nie jest to zasada, ale warto ten aspekt mieć na uwadze podczas doboru ludzi.

## Jak skorzystać z wiedzy zawartej w pełnej wersji ebooka?

Aby uzyskać dostęp do pozostałych materiałów zawartych w tym ebooku, wejdź na stronę: <http://zarzadzanie-jakoscia.zlotemysli.pl/>



## **POLECAMY TAKŻE PORADNIKI:**

### **Idealny pracownik – Miłosz Młynarz**

Miłosz Młynarz  
**Idealny pracownik**



Jak zatrudnić właściwego kandydata do pracy w Twojej firmie?

#### ***Jak zatrudnić właściwego kandydata do pracy w Twojej firmie?***

Poznaj skuteczny system i **sekrety skutecznej rekrutacji** wzorowych pracowników, których będzie Ci zazdrościła konkurencja!

Więcej o tym poradniku przeczytasz na stronie:

<http://pracownik.zlotemysli.pl>

*"Bardzo dobre wskazówki w kierunku doboru personelu."*

*Franciszek Michałek, właściciel firmy*

### **Upadłość nie jest klęską – Jacek Jerzycki**



#### ***Jak nie popełniać błędów, które mogą doprowadzić Twoją firmę do upadłości i jak podnieść się po porażce?***

Wystarczy być na taką ewentualność przygotowanym, żeby upadłość firmy nie oznaczała klęski, a nawet mogła być źródłem przyszłego sukcesu. Oczywiście lepiej żeby się nie przytrafiła, ale są sytuacje kiedy to jest najsłuszniejsze posunięcie.

Więcej o tym poradniku przeczytasz na stronie:

<http://bankrut.zlotemysli.pl>

*"Ta książka wciąga jak niezły kryminał. Powinien ją przeczytać każdy, kto poważnie myśli o swoim biznesie."*

*- Wojciech Urbanowski, doradca w firmie consultingowej, lat 43*

**Zobacz pełen katalog naszych praktycznych poradników  
na stronie [www.zlotemysli.pl](http://www.zlotemysli.pl)**