

Kilka słów o sobie

Rok urodzenia – 1950 r.

Kwalifikacje

Studia – Uniwersytet Warszawski Wydział Fizyki, lata 1968 -1973 (spec. fizyka atmosfery)

Doktorat – Wyższa Inżynierska Pożarniczo-Techniczna Szkoła, Moskwa 1984 r.

(matematyczne modelowanie pożarów)

Habilitacja - Akademia Obrony Narodowej 1989 r. (obrona cywilna)

Tytuł naukowy - 2007 r.

Kariera zawodowa:

1973 – 1984 asystent fizyki w Wyższej Oficerskiej Szkole Pożarniczej (od 1982 roku Szkole Głównej Służby Pożarniczej, SGSP)

1984 – 1986 kierownik Zakładu Teorii Pożarów w SGSP

1986 -1992 Zastępca Dyrektora ds. Naukowych w Centrum Naukowo Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie k/Otwocka.

1992 – 2005 Komendant- Rektor Szkoły Głównej Służby Pożarniczej

2005 -2020 nauczyciel akademicki - profesor, Szkoła Główna Służby Pożarniczej

Od 2020 Profesor Emeritus Szkoły Głównej Służby Pożarniczej



Inżynieria w bezpieczeństwie

Kanon Teorii Bezpieczeństw

prof. dr hab. Jerzy Wolanin

Uwagi ogólnej natury

Charakterystyka przedstawionej tutaj teorii

- Redukcja rozważań do najmniejszej liczby twierdzeń i ich największej możliwej prostoty, jednak ujmujących całość zagadnień związanych z bezpieczeństwem- *zasada redukcjonizmu*.
- Przedstawienie twierdzeń teorii bezpieczeństwa w możliwie eleganckiej formie – *kryterium estetyki*.
- Teoria obejmuje twierdzenia właściwe dla nauk o bezpieczeństwie , osadzając te nauki w określonych ramach swoistych dla tych nauk.

Uwagi ogólnej natury

Co to jest inżynieria?

W ściślejszym (systemowym) sensie, inżynieria to używanie właściwości materii, energii oraz **obiektów abstrakcyjnych** dla tworzenia **konstrukcji**, maszyn **i produktów**, przeznaczonych do wykonywania określonych funkcji lub rozwiązania określonego problemu.

Wikipedia

Uwagi ogólnej natury

Bezpieczeństwo jako produkt inżynierski.

Bezpieczeństwo konstruuje się w oparciu o:

- Analizę ryzyka (ilościową lub/i jakościową), jego szacowanie oraz jego hierarchizację,
- „budowanie” systemu prawnego,
- „budowanie” struktur organizacyjnych,
- analizę opcji obniżających ryzyko (zwiększających bezpieczeństwo),
- testowanie przyjętych rozwiązań,
- wdrożenie,
- eksploatacja,
- doskonalenie.

Uwagi ogólnej natury

Bezpieczeństwo jako dobro publiczne

Na pierwszy rzut oka wydaje się, że idea dobra publicznego niewiele ma wspólnego z ideą bezpieczeństwa. Jednak istnieje ścisłe powiązanie między obydwoma ideami. Obie idee stanowią fundament kultury bezpieczeństwa.

Ideę Dobra Publicznego można zawrzeć w dwóch punktach:

1. Dobro Publiczne jest „niewykluczające” co oznacza, że jest bardzo kosztowne lub w ogóle niemożliwe aby podmiot korzystający z tego dobra wykluczył z korzystania z niego jakikolwiek inny podmiot.
2. Dobro Publiczne nie podlega rywalizacji co oznacza, że w przypadku korzystania z dobra publicznego przez określony podmiot nie można zabraniać korzystania z niego przez inne podmioty.

NIKT nie może być wykluczony z korzystania z Dobra Publicznego.

Khan Academy “What are public goods?” Internet Link

Uwagi ogólnej natury

Bezpieczeństwo jest Dobrem Publicznym.

Ten fakt uzasadnia ograniczanie wolności w imię tego dobra.

Pojęcia podstawowe

Uogólnione podmioty bezpieczeństwa

Środowisko naturalne, środowisko przyrodnicze – to ogół elementów ożywionych i nieożywionych przyrody, które pozostają w ciągłej interakcji ze sobą nawzajem, a także z człowiekiem, który żyje w ich obrębie i ma na nie wpływ.

Wikipedia

Przestrzeń cywilizacyjna – najbliższa temu pojęciu jest definicja przestrzeni społecznej, stwierdzająca że "Przestrzeń jest abstrakcyjną ideą (...), i jest wreszcie tworem ludzkim, antropogenicznym, kulturowym i społecznym, a więc wytworzonym przez jednostki, grupy i zbiorowości ludzkie (społeczna i kulturowa)".

Komentarz

- Wszelkie rozwiązania związane z bezpieczeństwem rozpiętym nad przestrzenią cywilizacyjną weryfikowane są przez zdarzenia, zachodzące w środowisku naturalnym.
- Środowisko naturalne jest selekjonerem rozwiązań, dotyczących bezpieczeństwa zastosowanych w przestrzeni cywilizacyjnej. Zjawisko to nosi nazwę doboru cywilizacyjnego.
- Uogólnione podmioty bezpieczeństwa stanowią zbiór sumy *szczególnych podmiotów bezpieczeństwa* np. bezpieczeństwa zdrowotnego, energetycznego, społecznego, ekologicznego, IK, narodowego itp..

Domeny bezpieczeństwa, IDB



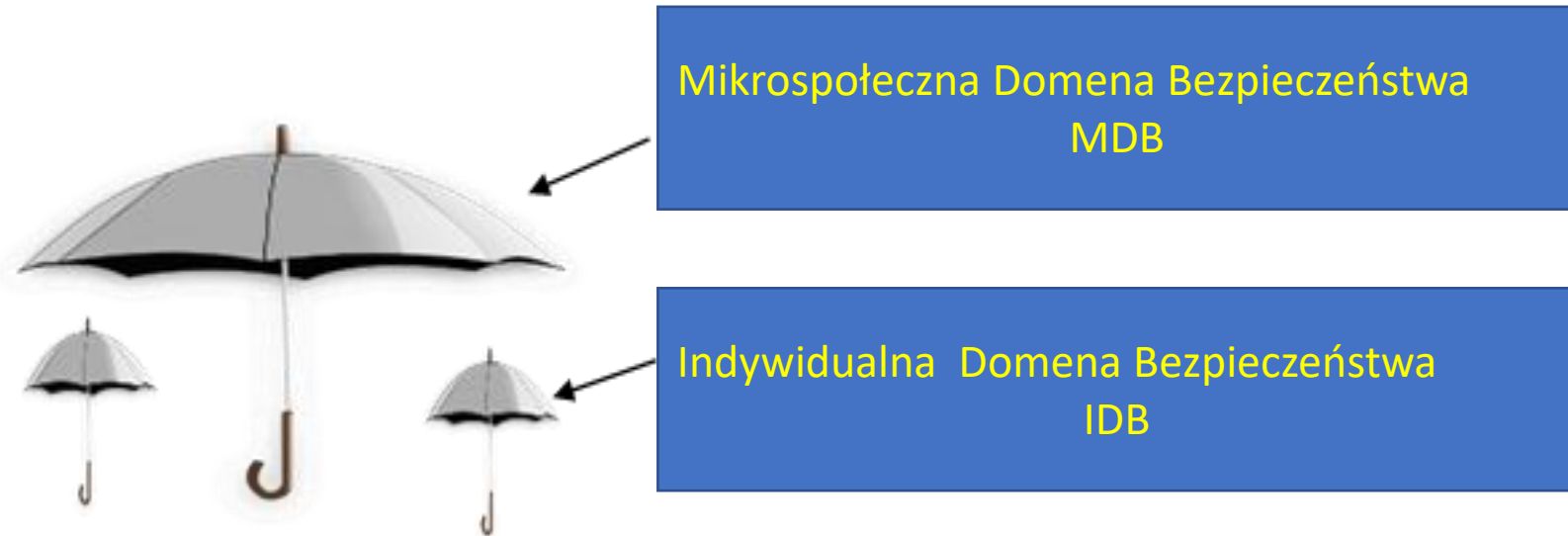
Indywidualna Domena Bezpieczeństwa
IDB

Indywidualna Domena Bezpieczeństwa (IDB) jest to obszar działania człowieka, które może wykreować sytuację, stwarzającą zagrożenie lub sytuację chroniącą przed zagrożeniem, a której kreacja zależy tylko i wyłącznie od jego decyzji.

Źródło: J. Wolanin „Inżynieria w bezpieczeństwie wewnętrznym” Szkoła Główna Służby Pożarniczej, 2020

Pojęcia podstawowe

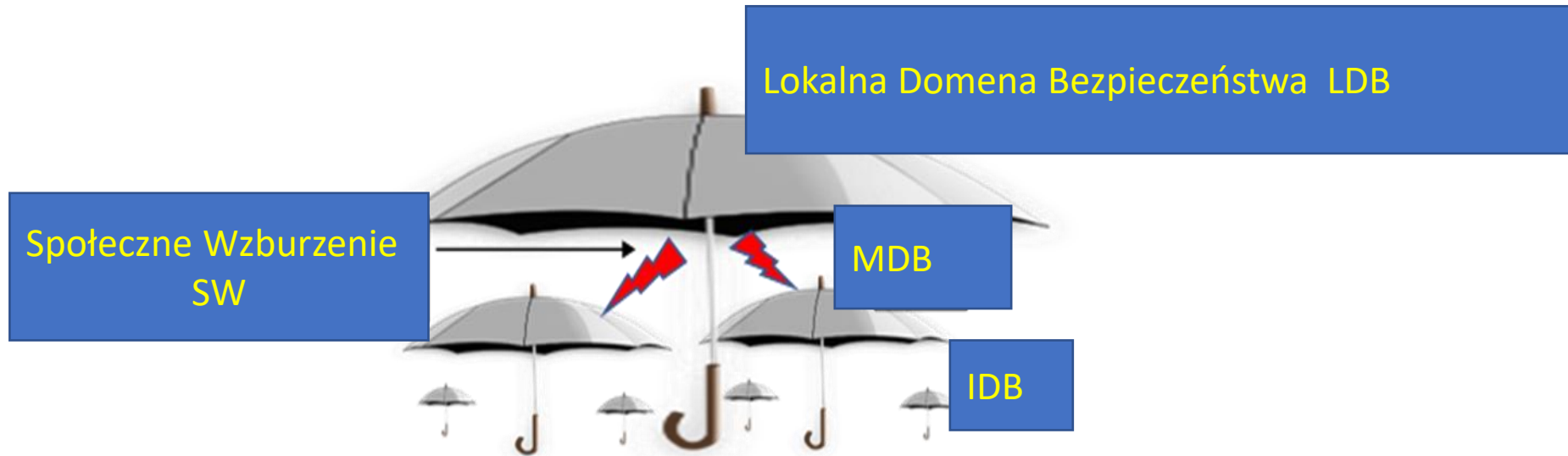
Domeny bezpieczeństwa, MDB



Mikrospołeczna Domena Bezpieczeństwa (MDB) jest to obszar działania grupy ludzi, znajdujących się w bliskich relacjach, będących w stanie wykreować sytuację, stwarzającą zagrożenie lub sytuację chroniącą przed zagrożeniem, a której kreacja zależy tylko i wyłącznie od decyzji w obrębie tej grupy. W przypadku wystąpienia zagrożenia do MDB zalicza się również grupy wolontariuszy, wspomagających ochronę osób lub innych członków MDB, a także obejmuje środowisko pracownicze .

Pojęcia podstawowe

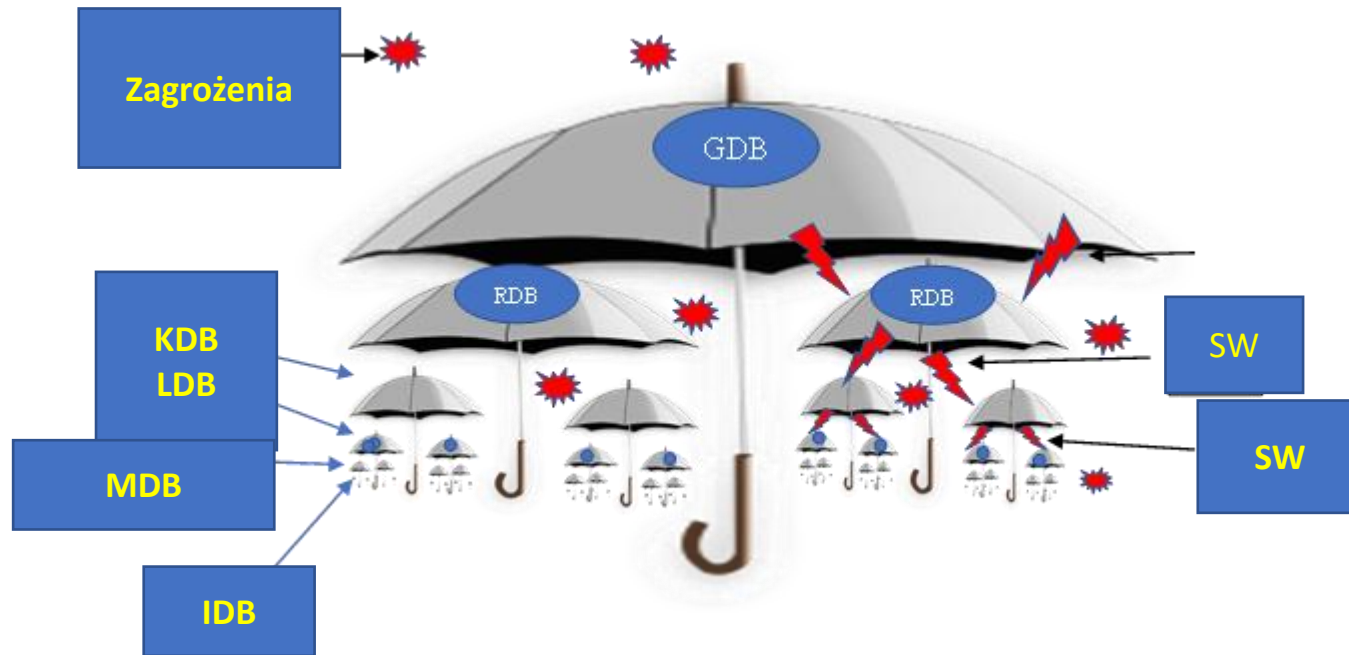
Domeny bezpieczeństwa, LDB



Lokalna Domena Bezpieczeństwa jest to obszar działania społeczności lokalnych mogących wykreować sytuacje stwarzające zagrożenie lub sytuację chroniącą przed zagrożeniem, a których kreacja zależy tylko i wyłącznie od społeczności lokalnej lub kompetencji rządu.

Pojęcia podstawowe

Domeny bezpieczeństwa, KDB (NDB), GDB....



Krajowa (Narodowa) Domena Bezpieczeństwa KDB, Regionalna Domena Bezpieczeństwa RDB, Globalna Domena Bezpieczeństwa GDB, Społeczne Wzburzenie, SW

Ziarnista struktura bezpieczeństwa

Komentarz

- Bezpieczeństwo nie stanowi jednolitego „parasola ochronnego” lecz ma strukturę ziarnistą.
- Badania nad bezpieczeństwem zawsze osadzone są w jednej lub obu podmiotach uogólnionych i/lub dotyczą relacji między nimi, w których zanurzone są szczególne podmioty bezpieczeństwa.

Kto określa scenariusze dotyczące zmian klimatycznych?

- Badania nad bezpieczeństwem zawsze są wyskalowane do jednej lub kilku domen bezpieczeństwa i/lub dotyczą relacji między nimi.

To co w IDB jest na „poziomie” katastrofy dla KDB może być na „poziomie” zaniedbywalnym.

Komentarz

- Społeczne Wzburzenie (SW) obok inżynierskich metod analizy ryzyka stanowi integralną część tego ryzyka. Oznacza to, że SW jest elementem idei bezpieczeństwa i określane jest jako poczucie bezpieczeństwa.
- Społeczne Wzburzenie może być policzalne przy pomocy metod inżynierskich. (np. poprzez korelację stanów emocjonalnych w stosunku do zagrożenia i podjętym działaniem z tym związanym).
- Metody określania ryzyka oraz zarządzania nim różnią się w zależności od domeny. W szczególności, dotyczy to określenia dotkliwości (skali) skutków.

Komentarz

Nie można oddzielić idei bezpieczeństwa od koncepcji ryzyka.

Pojęcia podstawowe

Zdarzenia

Ryzyko związane jest ze zdarzeniami.

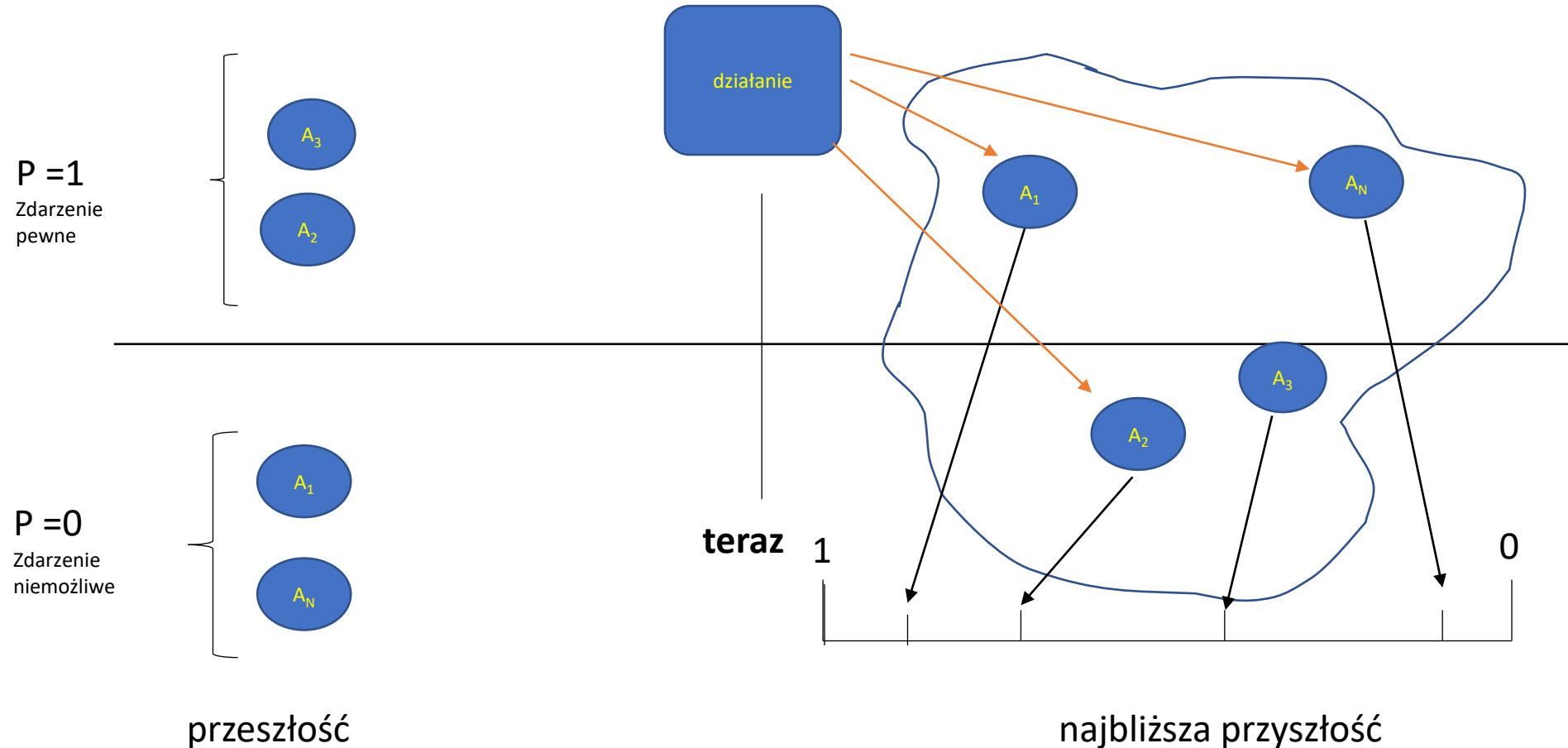
Przez zdarzenie rozumie się każdą zmianę negatywnie lub pozytywnie oddziałującą na uogólnione podmioty bezpieczeństwa .

W przypadku teorii bezpieczeństwa zmiana dotyczy obu uogólnionych podmiotów bezpieczeństwa wraz z zanurzonymi w nich szczególnymi podmiotami bezpieczeństwa (co najmniej jednego) i przebiegająca w określonej domenie.

Zjawisko zmiany jest tutaj pojęciem pierwotnym. Warto zauważyć, że zjawisko zmiany, a tym samym pojęcie zdarzenia, implicite zawiera czas. Jest to ważny fakt i będzie rozważany w dalszej części.

Pojęcia podstawowe

Zdarzenia



Inżynierska koncepcja zdarzeń- dalej wyjaśnię co znaczy „teraz”

O zdarzeniach

- Zdarzenia można podzielić na zdarzenia korzystne i zdarzenia niekorzystne. W dalszej części, mówiąc o zdarzeniach mowa będzie o zdarzeniach niekorzystnych, chyba że zaznaczone będzie inaczej.
- Nawet, gdy mówimy o wykorzystaniu szans to można mówić o zdarzenia niekorzystnych niepozwalających na wykorzystanie tych szans.
- Gdy prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia wynosi „1” to zdarzenie jest pewne. Gdy prawdopodobieństwo wystąpienia wynosi „0” to nie oznacza jeszcze, że zdarzenie jest niemożliwe, chociaż prawdopodobieństwo zdarzenia niemożliwego zawsze wynosi „0”.

O zdarzeniach

- Przyszłym zdarzeniom można przyporządkować liczby zawarte między „0” a „1” charakteryzujących możliwość ich urzeczywistnienia.
- Możliwość wystąpienia zdarzeń przyszłych można scharakteryzować podając ich opisowy charakter np. zdarzenie: pewne, bardzo możliwe, możliwe, mało prawdopodobne, możliwość wystąpienia zanedbywalna. Wartość prawdopodobieństwa charakteryzuje niepewność. (kostka do gry bez rzutów można określić prawdopodobieństwo wyrzucenia określonej liczby oczek)
- Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia (możliwość) można też scharakteryzować poprzez częstotliwość jego wystąpienia wynikającą ze statystyk. *Uwaga – statystyki to historia, a nie przyszłość.*

O zdarzeniach - podsumowanie

Jednym z fundamentalnych elementów nauk o bezpieczeństwie, mając na uwadze wszelkie (w tym historyczne) **źródła**, a także teraźniejszy **kontekst**, jest zapobieganie zdarzeniom przyszłym lub/i zwalczanie ich możliwych **skutków**, mających miejsce w jednym lub/i obu podmiotach uogólnionych, dotyczących szczególnych podmiotów bezpieczeństwa, a przebiegających w określonej domenie lub/i domenach bezpieczeństwa.

Wniosek

Obok badania możliwości wystąpienia przyszłych zdarzeń drugim fundamentalnym elementem nauk o bezpieczeństwie jest badanie możliwych skutki tych zdarzeń wraz z możliwością odbudowy strat.

O skutkach

Negatywne skutki, oddziałujące na podmioty uogólnione i zachodzące w domenach bezpieczeństwa są zawsze wynikiem wystąpienia zdarzenia niekorzystnego. W dalszej części prezentacji mówiąc o skutkach ma się na myśli negatywne skutki.

Skutki dzieli się na kategorie:

- a) Ludzie – liczba ewakuowanych, rannych, ofiar śmiertelnych.
- b) Wartości o charakterze społecznym – wolność, suwerenność, pomyślność obywateli, wartości kulturowe, religijne, itp..
- c) Mienie – wartość strat (w tym zabytki kultury, religijne, historyczne).
- d) Środowisko wraz ze stratami ekonomicznymi.

O skutkach

- Skutki zdarzeń również są niepewne.
- Skutki zdarzeń można opisać lub modelować je. Fenomenologiczne opisy skutków lub nawet ich matematyczne modelowanie obarczone są również niepewnością.
- Skutki związane są z **podatnością**, zdefiniowaną jako czułość, tj reakcją (odpowiedzią) na zmiany wielkości zagrożenia. Np. mała zmiana dynamiki zagrożenia, powodująca duże zmiany w skutkach oznacza dużą podatność.
- Opisy skutków lub wyniki matematycznego modelowania nazywa się scenariuszami. Opisowa charakterystyka niepewności ich urzeczywistnienia jest podobna do opisowej charakterystyki możliwości wystąpienia zdarzeń. (ilościowa, półilościowa, jakościowa)

Bezpieczeństwo a Ryzyko

Węższa definicja bezpieczeństwa

- 1) Bezpieczeństwo jest stanem podmiotu uogólnionego i/lub podmiotów uogólnionych określonym przez poziom ryzyka, *związanego z procesem trwania, przetrwania i rozwoju.* (po przecinku; W. Pokruszyński, J. Piwowarski *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka Wyższa szkoła Bezpieczeństwa Publicznego i Indywidualnego "Apeiron"*)

$$B = f(R)$$

Tutaj: B- bezpieczeństwo, f() – funkcja, R -ryzyko

Akceptowalność ryzyka stanowi jednym z głównych wyzwań badawczych w naukach o bezpieczeństwie. Stanowi ona kryterium tego czy jest bezpiecznie, czy też nie. Ryzyko jest więc parametrem w pełni charakteryzującym bezpieczeństwo?

- 2) Ryzyko jest to kombinacja niepewności wystąpienia zdarzenia wraz ze skutkami wywoływanymi jego wystąpieniem.(jedna z najbardziej ogólnych definicji ryzyka)

O ryzyku

Matematycznie ryzyko można zapisać następująco:

$$R(\tau) = p(\tau) \times C(\tau) + SW(\tau)$$

R – ryzyko, p – prawdopodobieństwo, C – skutki, SW – społeczne wzburzenie, τ – czas

Ponieważ możliwość wystąpienia zdarzenia, skutki oraz społeczne wzburzenie można scharakteryzować w sposób jakościowy, to również ryzyko można opisać jakościowo:

Ryzyko jest to kombinacja możliwości wystąpienia zdarzenia i jego możliwymi skutkami z uwzględnieniem społecznego wzburzenia.

Iloczyn $p \times C$ lub kombinację możliwości wystąpienia zdarzenia wraz z jego skutkami (w opisie jakościowym) często nazywa się ryzykiem eksperckim $R_{\text{eksp.}}$. Stoi to niejako w opozycji do SW, będącego subiektywną (niekoniecznie indywidualną) percepcją ryzyka.

Uwaga.

Ryzyko eksperckie nie nosi charakteru bezwzględnie obiektywnego, gdyż niezależnie od rodzaju opisu (ilościowego lub jakościowego) zależy od wiedzy i doświadczenia eksperta.

Bezpieczeństwo a jego poczucie

Tak więc, bezpieczeństwo B jest funkcją poziomu ryzyka oszacowanego przez ekspertów $R_{\text{eksp.}}$ wraz ze społecznym wzburzeniem SW . Krótko można to zapisać następująco:

$$B = f(R_{\text{eksp.}}, SW)$$

Pierwszy argument funkcji - $R_{\text{eksp.}}$ wiąże się z bezpieczeństwem oszacowanym (określonym) „obiektywnie”, zaś drugi argument - SW wiąże się z poczuciem bezpieczeństwa.

Wniosek

W badaniach ważne są obydwa aspekty bezpieczeństwa w szczególności ich wzajemne relacje.

Wyzwanie

Jednym z podstawowych wyzwań nauk o bezpieczeństwie jest badanie wzajemnej zależności między ryzykiem eksperckim a społecznym wzburzeniem.

Skrajne przykłady tych relacji:

• *Prowadzenie pojazdu po spożyciu alkoholu,* $SW \ll R_{\text{eksp.}}$

• *Budowa elektrowni atomowej w Polsce,* $SW \gg R_{\text{eksp.}}$

Najczęściej spotykana sytuacja: $SW \sim R_{\text{eksp.}}$

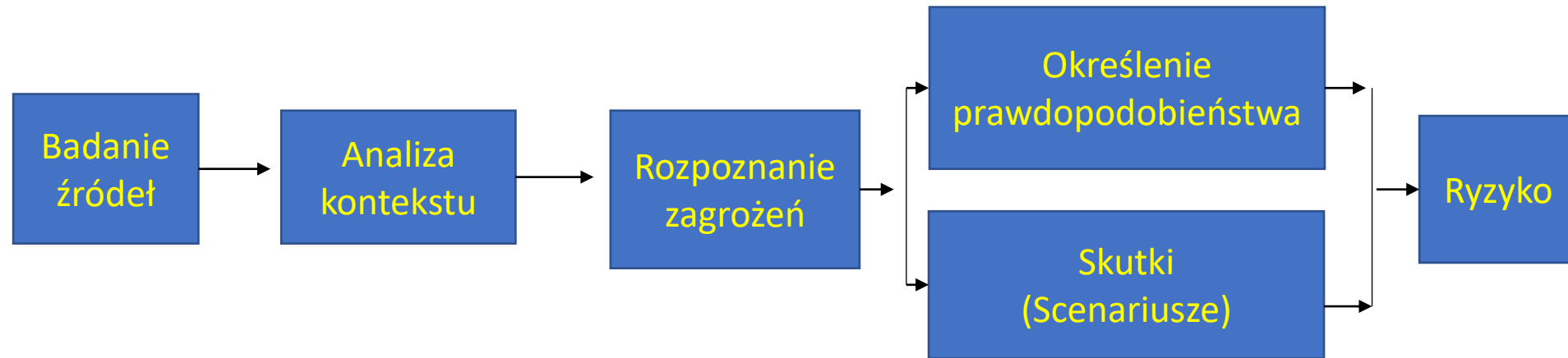
Np. aktualnie ucieczka młodych Rosjan przed mobilizacją,

Wniosek

Podczas analizy ryzyka zawsze należy uwzględniać społeczne wzburzenie.

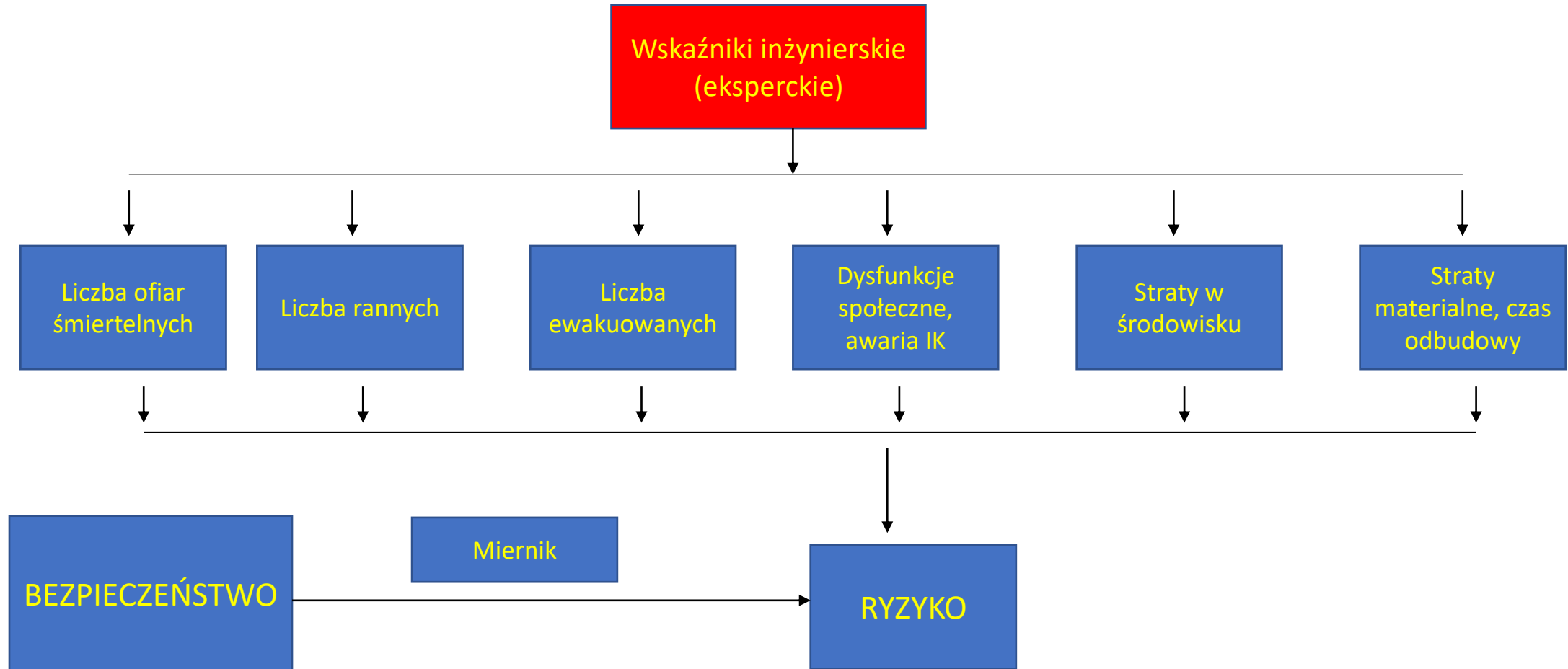
O procedurze pomiaru bezpieczeństwa

Określenie ilościowe lub jakościowe parametru charakteryzującego bezpieczeństwo jakim jest ryzyko wymaga określonej procedury.

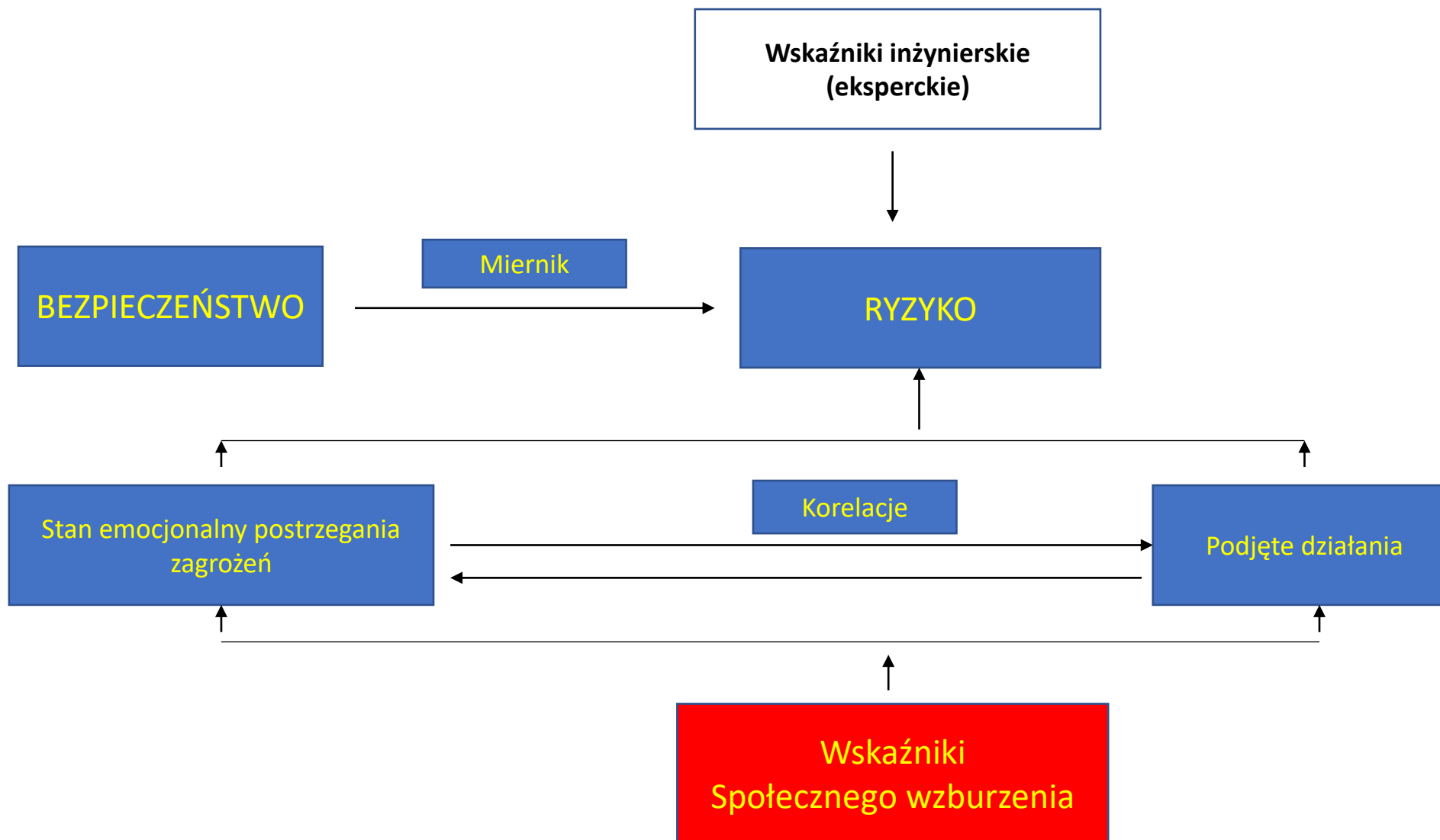


Analiza źródeł, analiza kontekstu obejmuje wszystkie uwarunkowania z uwzględnieniem podatności i odporności. Tak jak w przykładzie z kostką do gry analiza kontekstu pozwala często z dużą precyzją określić możliwość wystąpienia zdarzenia i jego skutków. Powyższa procedura jest „prawie zupełna” z punktu widzenia koncepcji bezpieczeństwa.

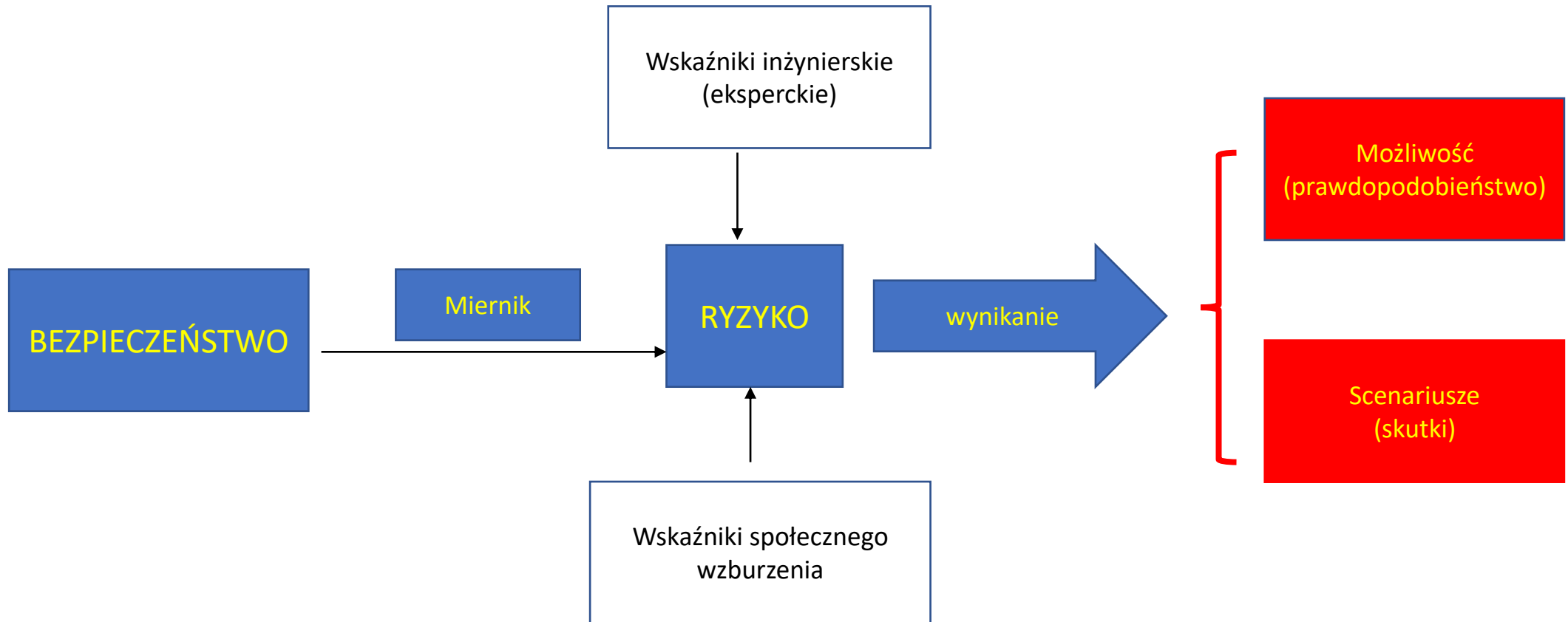
O procedurze pomiaru bezpieczeństwa



O procedurze pomiaru bezpieczeństwa

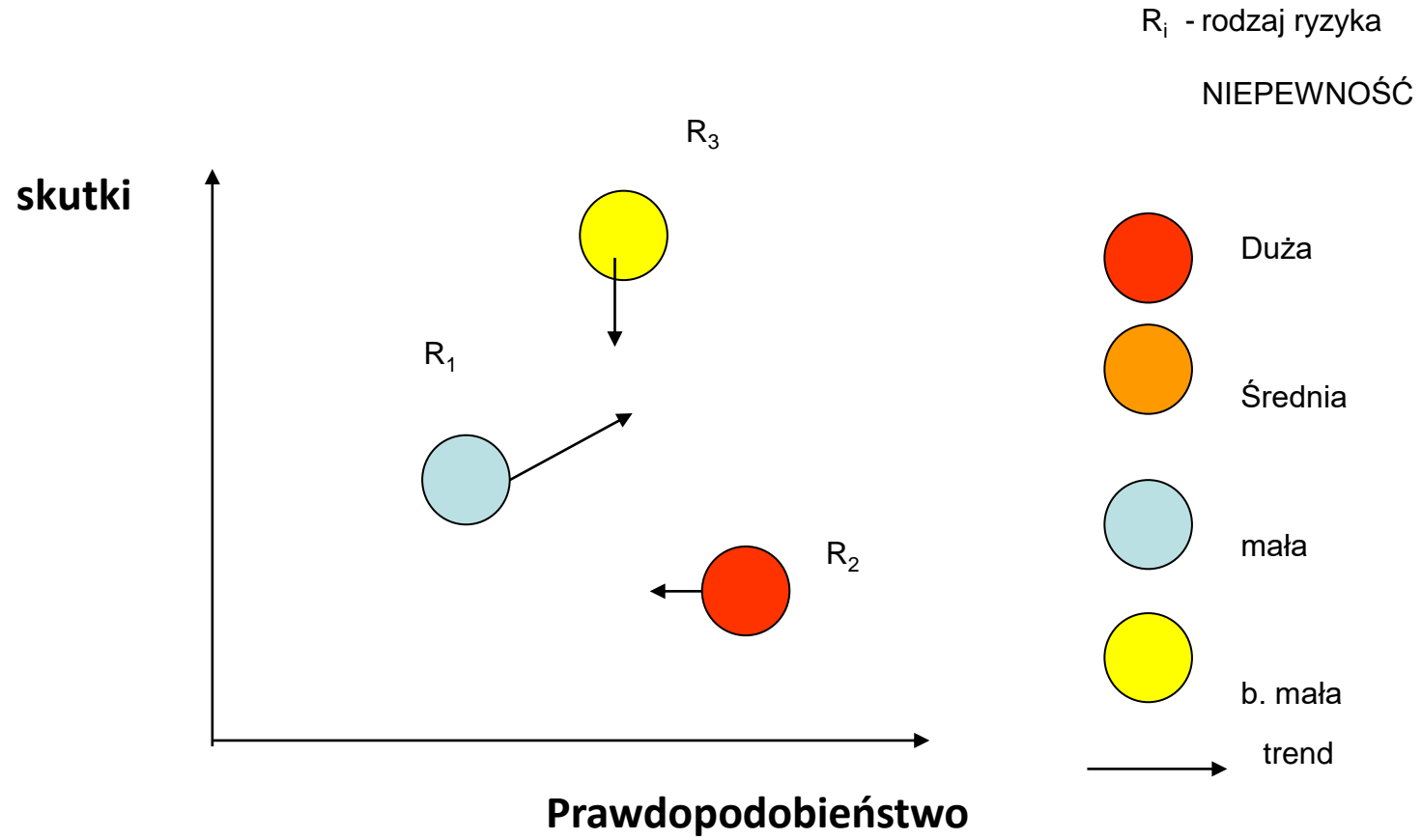


O procedurze pomiaru bezpieczeństwa



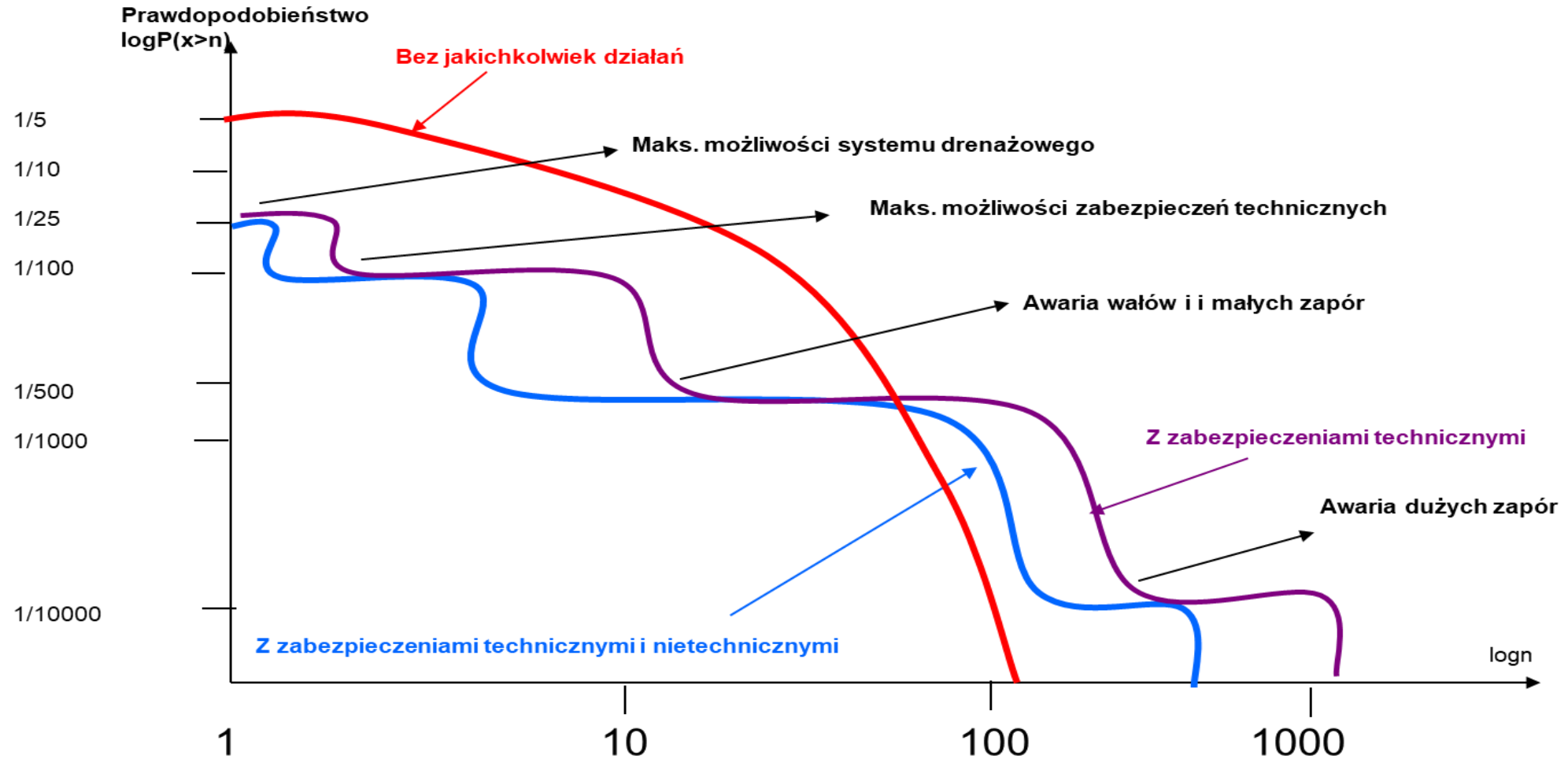
Prezentacja wyników Matryca ryzyka

5						
4		Ryzyko małe		Ryzyko b. duże		
$p = 10^{-3}$ 3						
2	Ryzyko nieistotne			X	Ryzyko ekstremalne	
1			Ryzyko duże			
Prawd./skutki.	A	B	N= 10	C	D	E

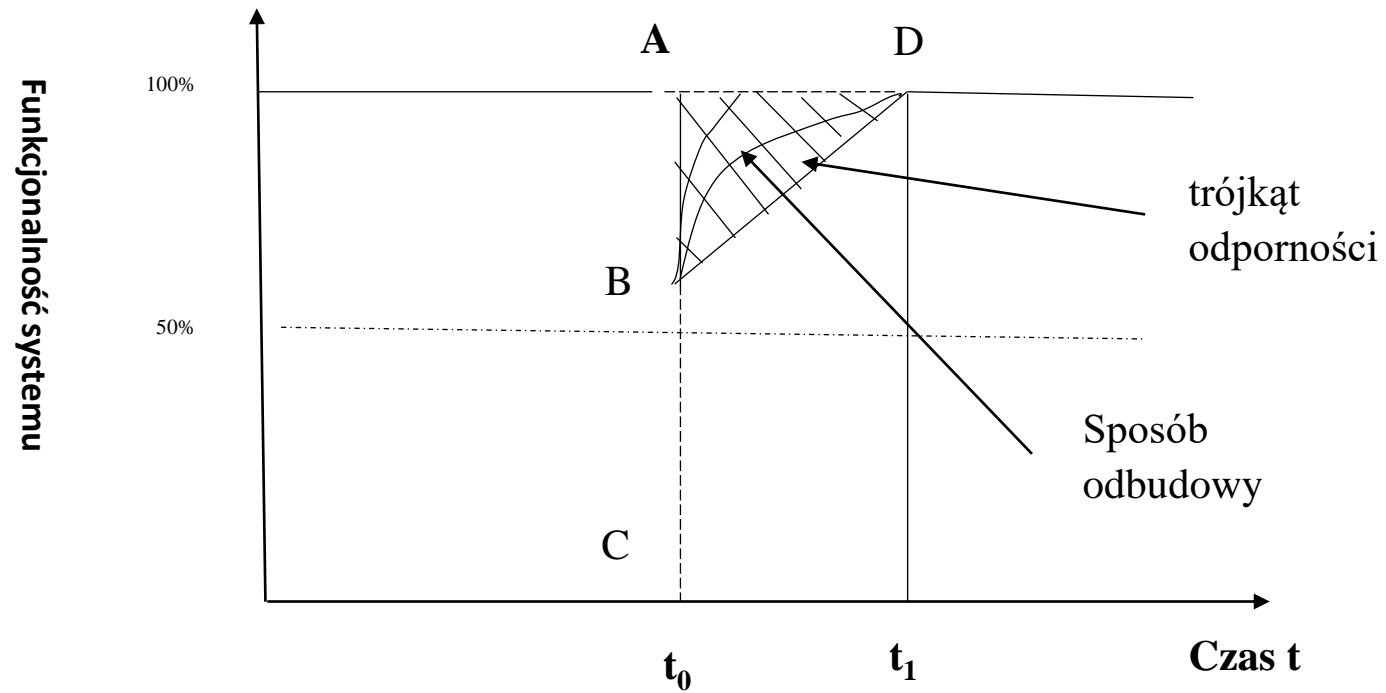


Matryca ryzyka z uwzględnieniem niepewności

Prezentacja wyników Profile ryzyka



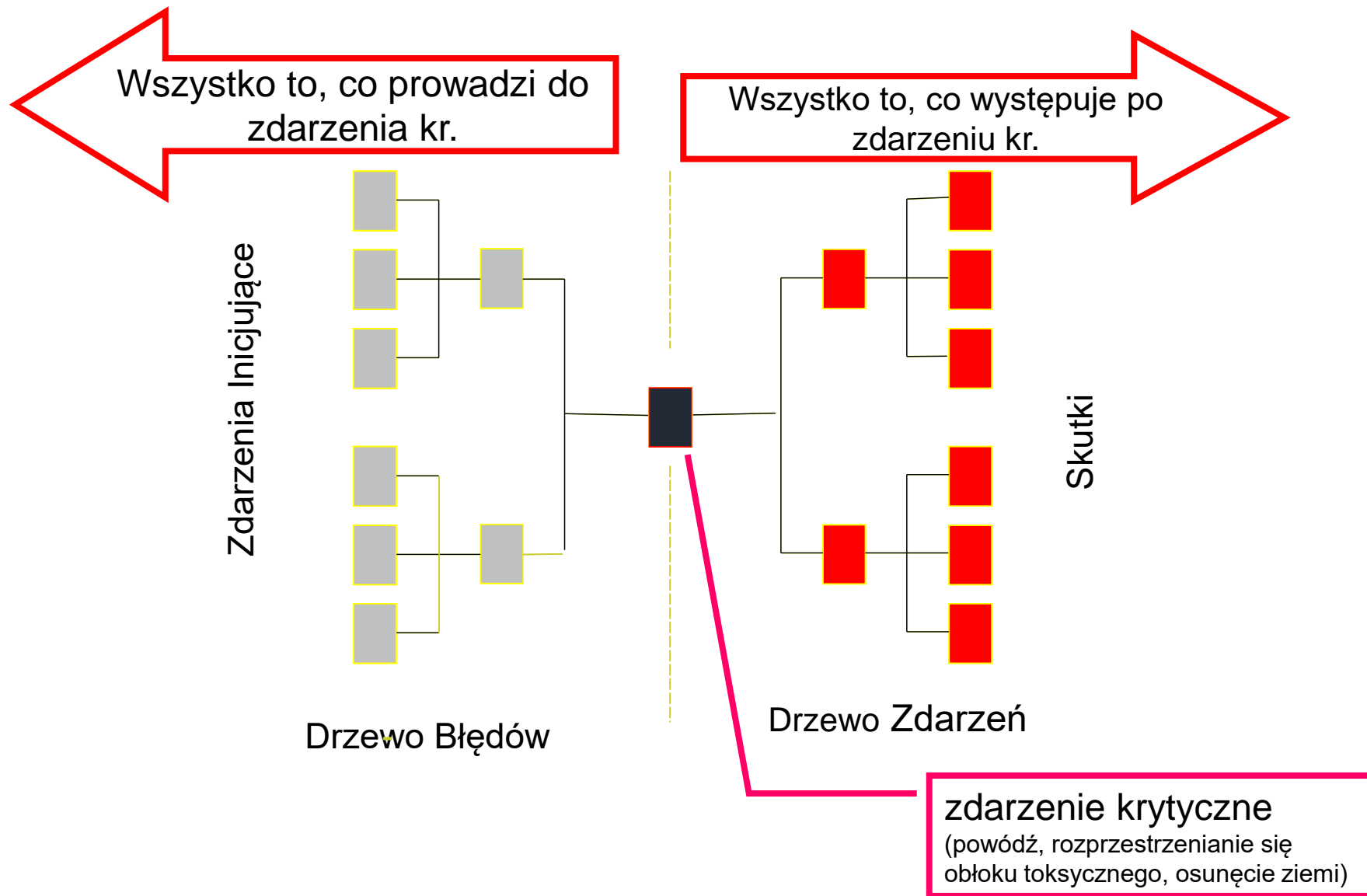
Prezentacja wyników Ilustracja odporności



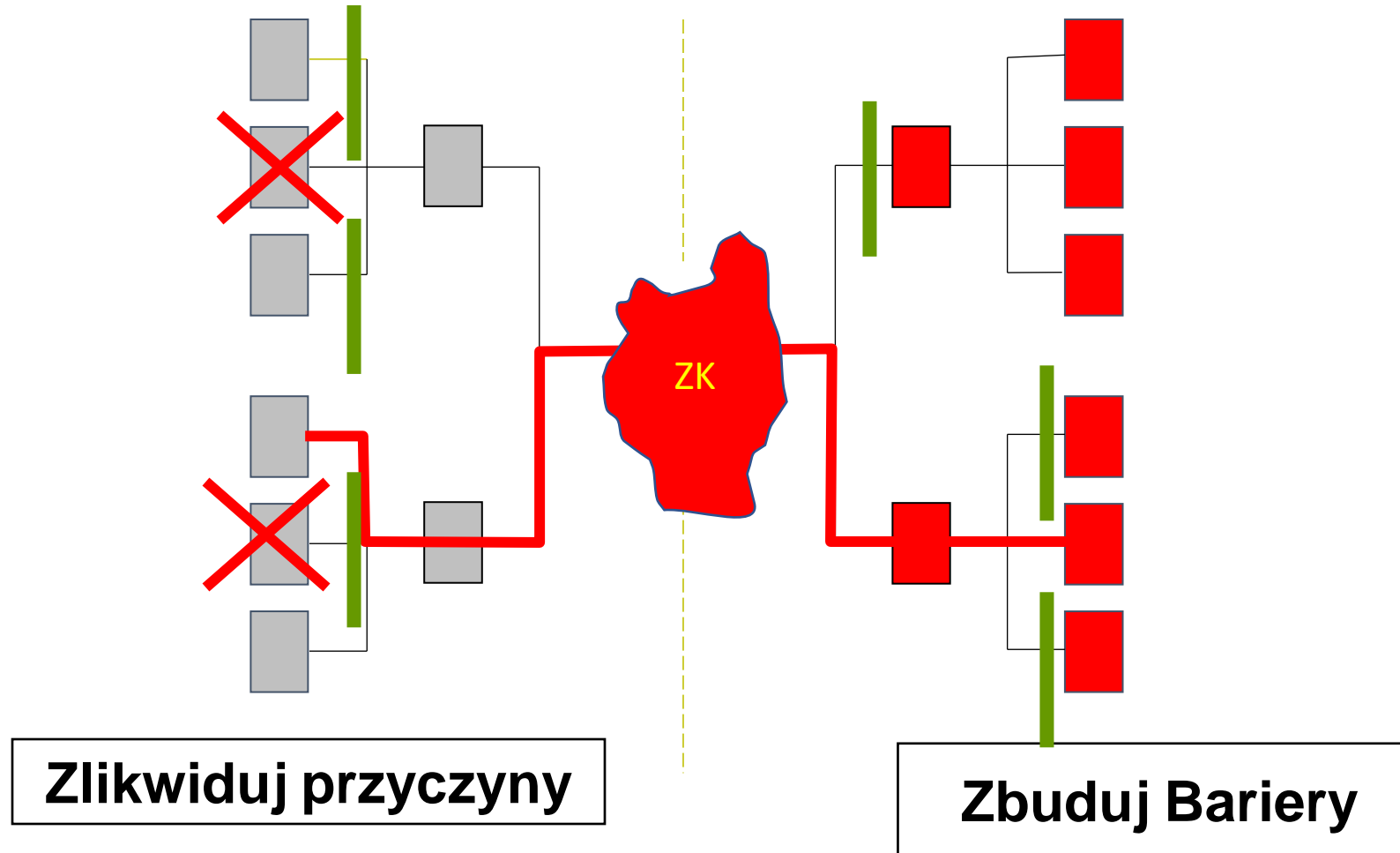
Własności odporności i jej trójkąt Źródło Ayyub, 2014

Wybrane narzędzia

Drzewa Błędów i Drzewa Zdarzeń



Wybrane narzędzia Możliwości Działania



Wybrane narzędzia

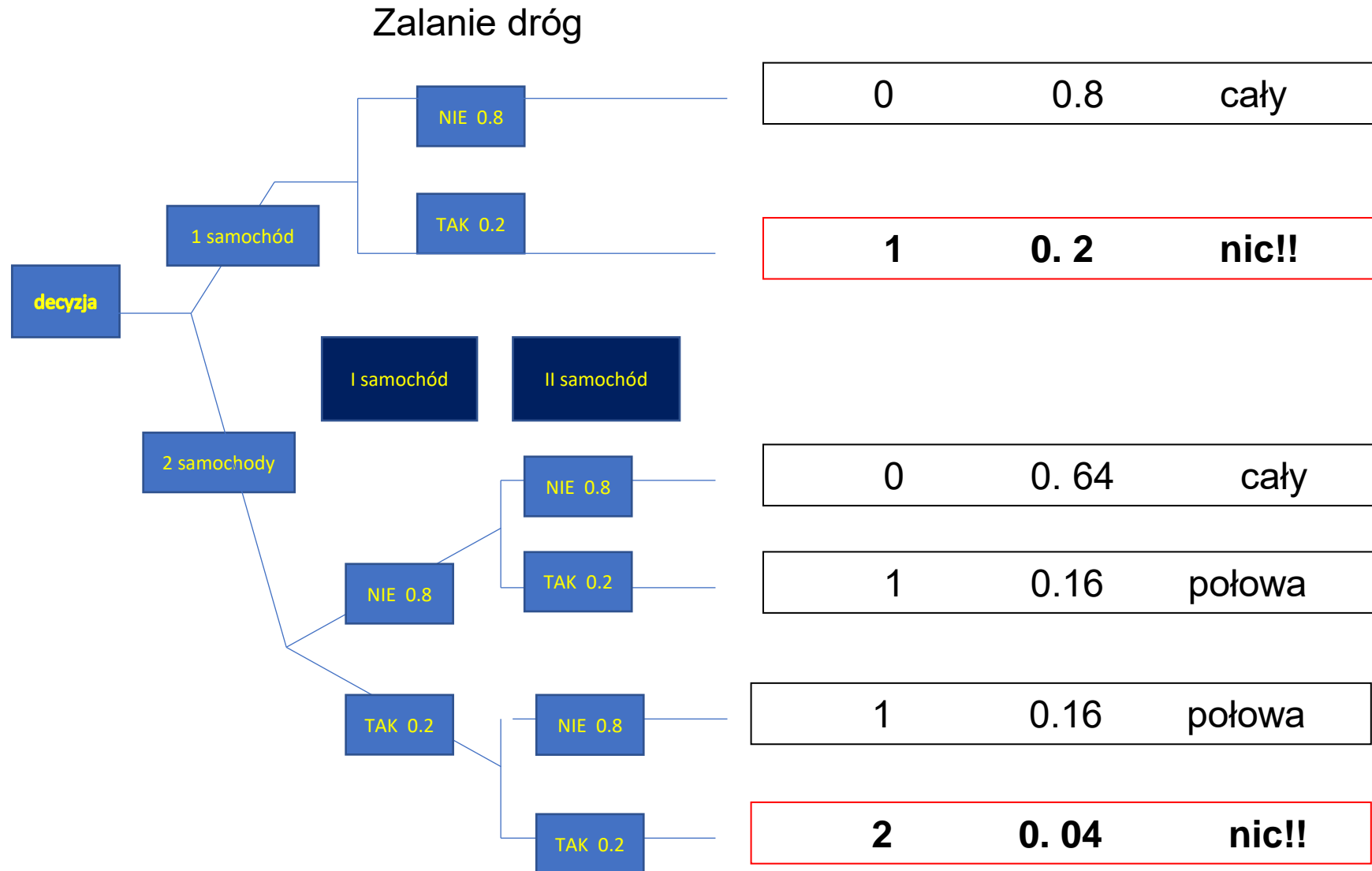
Matryca Kosztów

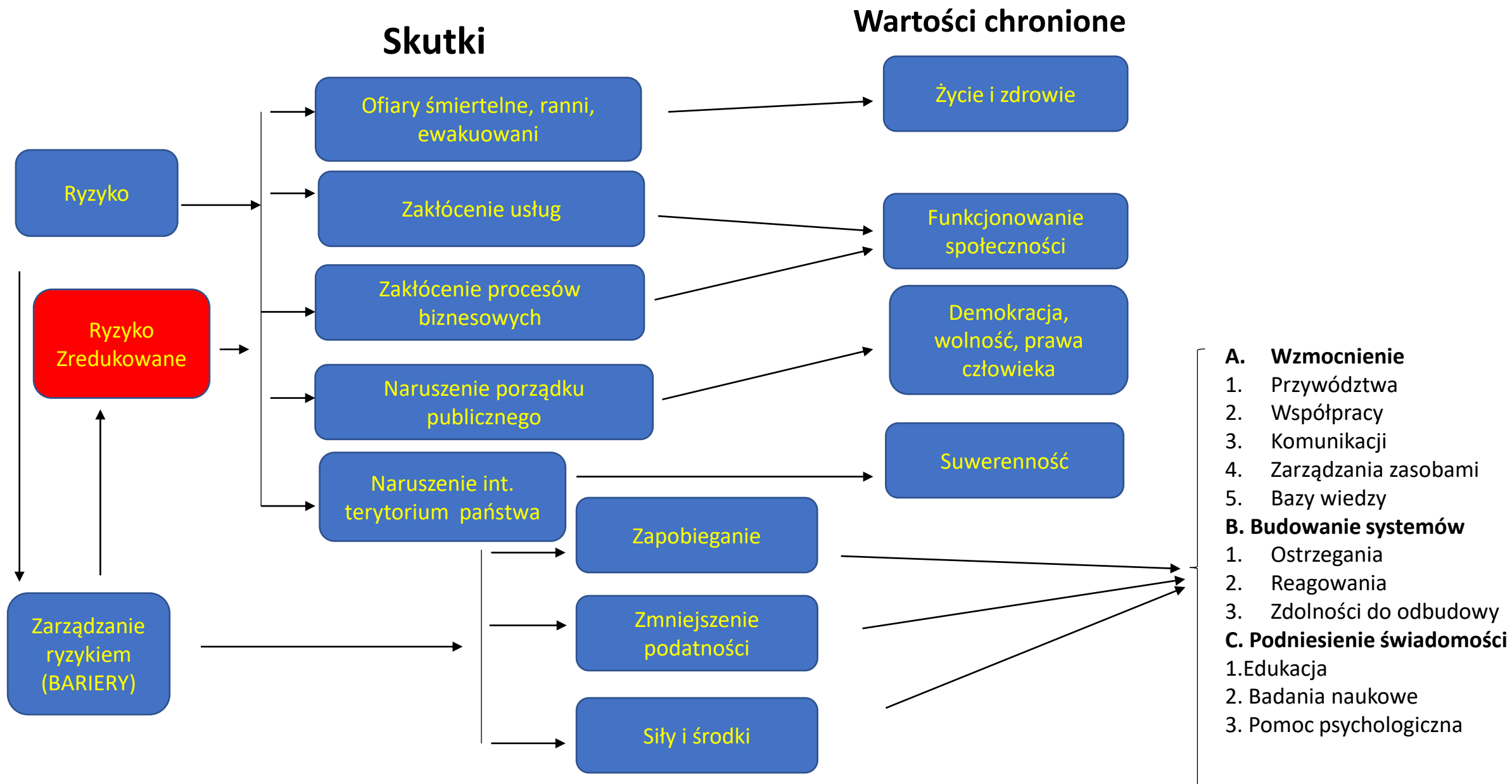
DZIAŁANIE	SCENARIUSZE (prawdopodobieństwo zainfekowania ludzi)			
	znikomo małe	małe	średnie	duże
Nie robić nic	0	20	50	100
Mała interwencja	5	10	40	80
Średnia interwencja	10	20	35	70
Duża interwencja	40	42	45	50

Wybrane narzędzia Matryca Żalu

DZIAŁANIE	SCENARIUSZE prawdopodobieństw zainfekowania ludzi			
	znikomo małe	małe	średnie	duże
Nie robić nic	0	10	15	50
Mała interwencja	5	0	5	30
Średnia interwencja	10	10	0	<u>20</u>
Duża interwencja	40	32	10	0

Przykład.
Co się bardziej opłaca?





Matryca odporności dla zredukowanego ryzyka

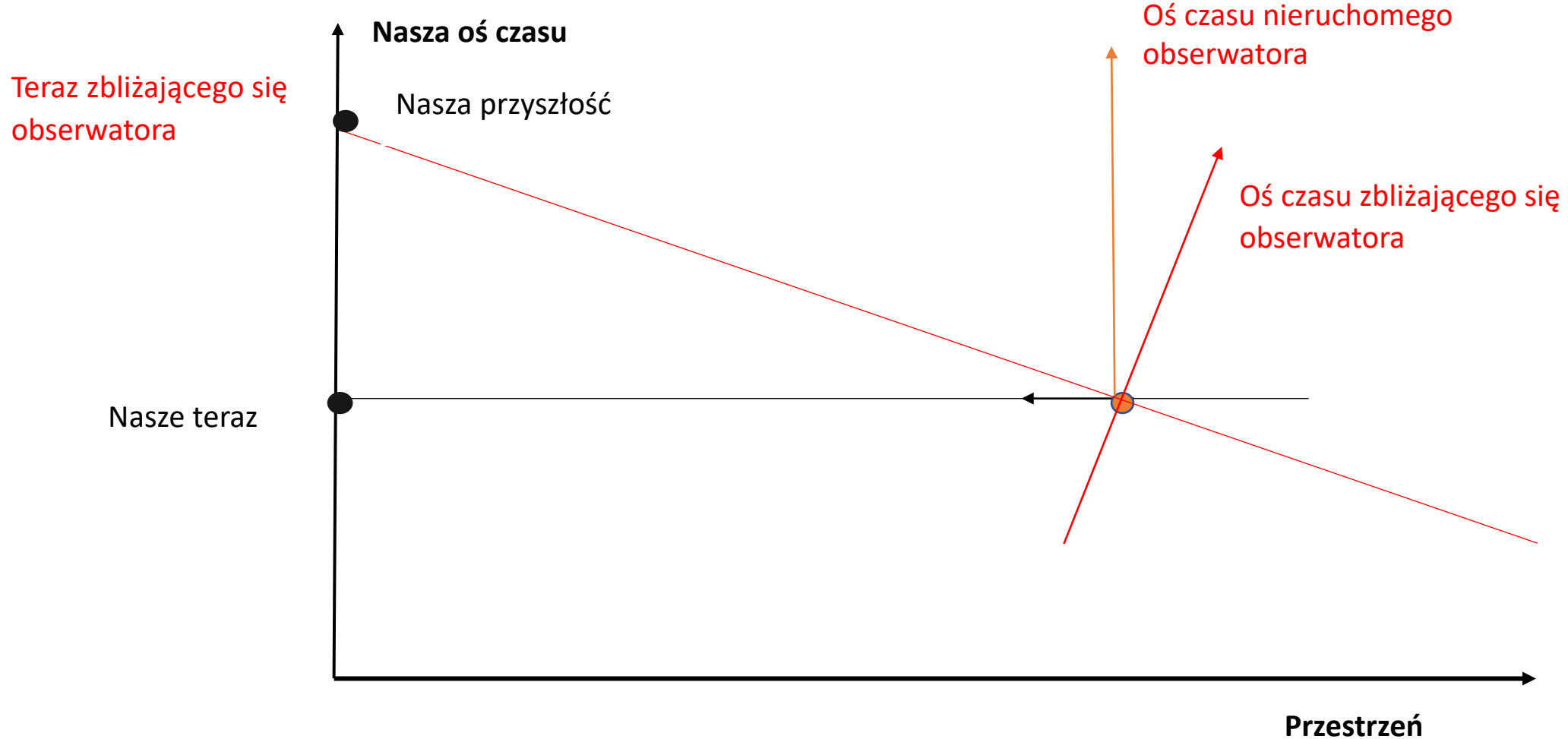
Efektywność Systemu %	Ryzyko małe	Ryzyko średnie	Ryzyko duże	Ryzyko bardzo duże	Ryzyko ekstremalne
100	Duża	Odporność			
80		X			Brak odporności
60	Średnia	odporność			lub
40			Mała		zagrożeniu nikatowe
20			odporność		

Szersza definicja bezpieczeństwa

Odporność jest kombinacją efektywności systemów chroniących przed zagrożeniami i ryzyka, związanego z tymi zagrożeniami.

**BEZPIECZEŃSTWO JEST STANEM PODMIOTU UOGÓLNIENEGO I/LUB
PODMIOTÓW UOGÓLNIONYCH OKREŚLONYM PRZEZ POZIOM
ODPORNOŚCI, ZWIĄZANEJ Z PROCESEM TRWANIA, PRZETRWANIA I
ROZWOJU**

Przyszłe zdarzenia w świetle praw fizyki



Przy odległości 10 miliardów lat świetlnych i przybliżaniu się obserwatora czerwonego jego terażniejszość to nasza przyszłość wynosząca 150 lat (B. Green „Struktura Kosmosu. Przestrzeń, czas i struktura rzeczywistości” Prószyński i S-ka 2004 str. 154-155)

Czy poprzedni slajd ma praktyczne znaczenie?

Rozważmy zagrożenie A i związane z nim możliwe scenariusze o określonych skutkach C_i gdzie i oznacza i -tyj scenariusz oraz odpowiadające im prawdopodobieństwa p_i . Wartość i , jak wspomniano wyżej, zmienia się od 1 do nieskończoności (każdy scenariusz jest możliwy do urzeczywistnienia się). To co można stwierdzić to, że jeden z nich na pewno urzeczywistni się.

Pytanie: czy można z tą niekończoną liczbą możliwych scenariuszy coś zrobić w praktyce?

Odpowiedź brzmi: tak

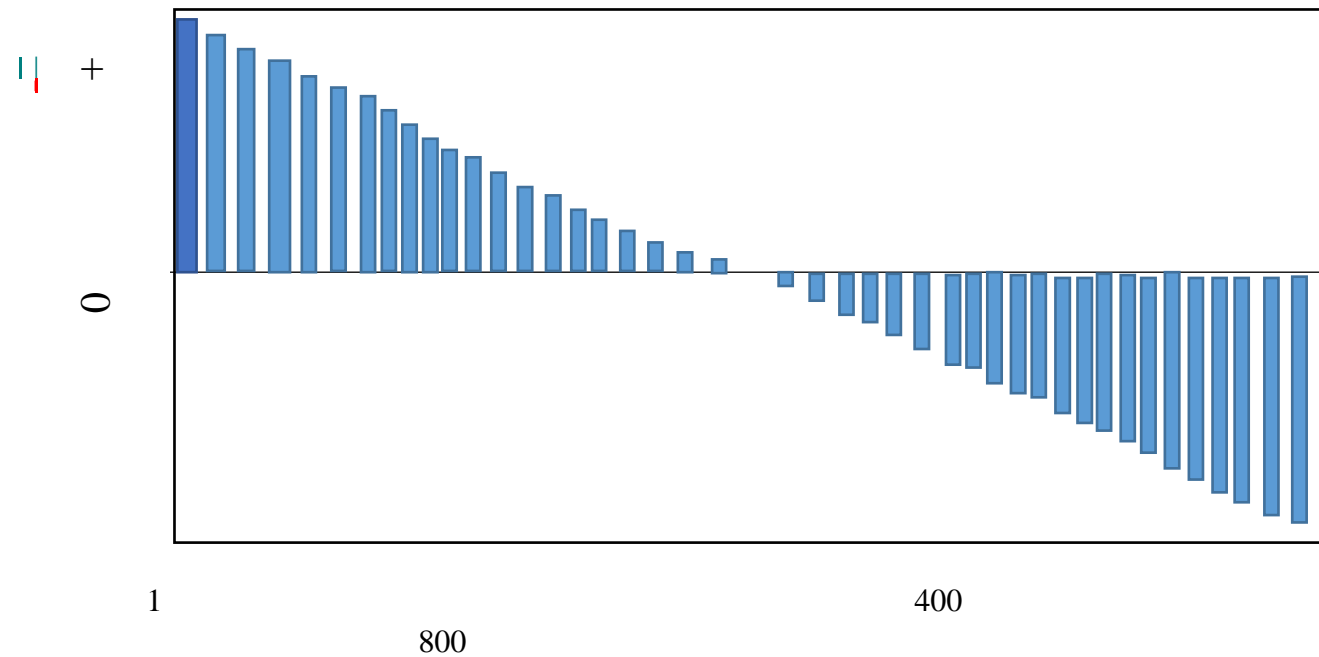
Można wykazać, że zachodzi następująca nierówność:

$$C_1 \times p_1 + C_2 \times p_2 + \dots + C_i \times p_i + \dots \text{suma nieskończona} \leq C_{\max}.$$

Z nierówności tej wynika, że jeżeli maksymalne skutki „najgorszego” scenariusz są akceptowalne, to nie tylko akceptujemy wszystkie możliwe skutki innych scenariuszy, ale również nieskończoną sumę możliwości ich wystąpienia.

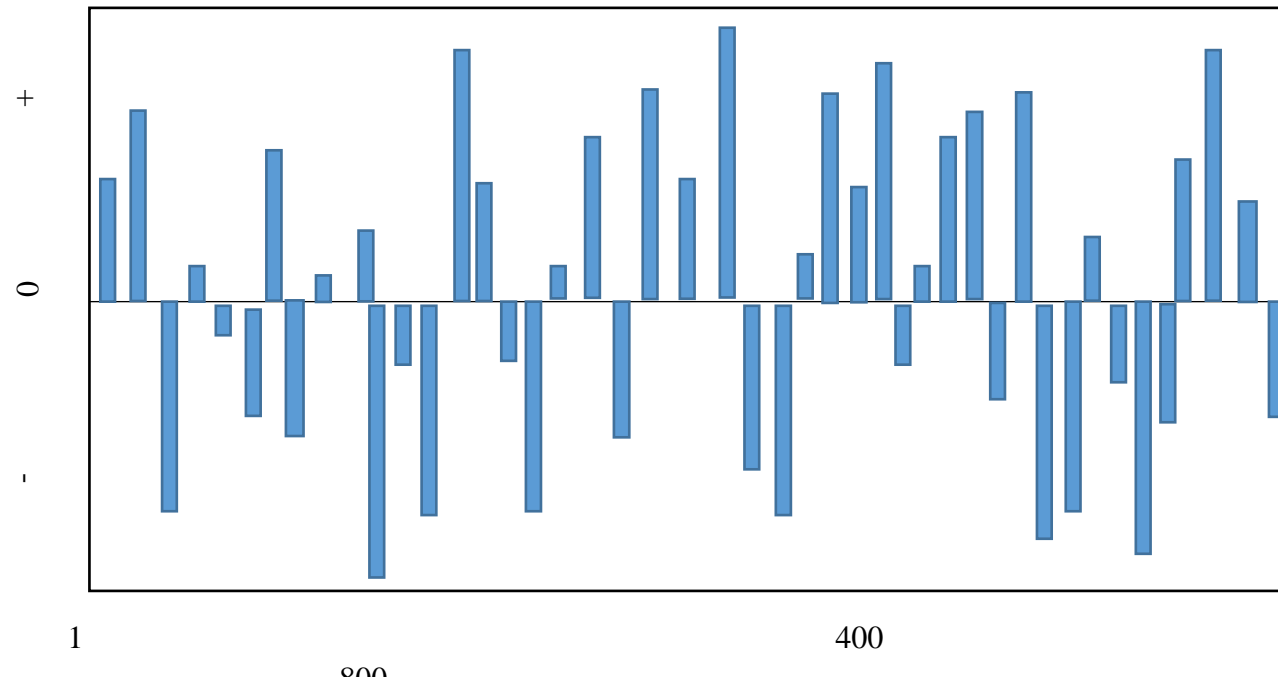
W ten sposób dyskusję o możliwej nieskończonej liczbie scenariuszy można ograniczyć z góry tj. do skutków maksymalnych wiedząc, że de facto uwzględniamy wszystkie scenariusze.

Tak jest w latach 1991 -1995



Rys. 4.5(a) Ranking menadżerów według wyników finansowych w latach 1991- 1995.

To „widzi” oddalony obserwator zbliżający się do nas



Rys. 4.5-(b) Ranking tych samych menadżerów według wyników finansowych
w latach 1996 – 2000

[Źródło: Młodinow *Matematyka niepewności. Jak przypadki wpływają na nasz los.* Warszawa, Prószyński Media Sp. z o. o. 2009](#)

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ