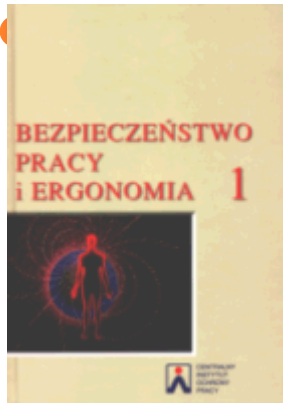




# WPROWADZENIE DO ZAGROŻEŃ MECHANICZNYCH



# Literatura



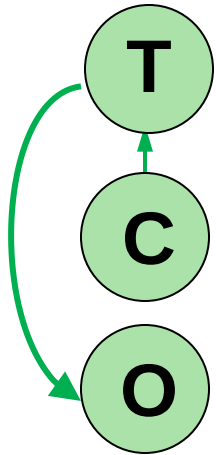
**Redaktor naukowy Danuta  
Koradecka**

**Bezpieczeństwo Pracy i  
Ergonomia**  
**Centralny Instytut Ochrony  
pracy, Warszawa, 1997**



**BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA  
PRACY**  
**redaktor naukowy**  
**prof. dr hab. med. Danuta Koradecka**  
**CIOP, 2008**

# Zdarzenia niepożądane



⇒ uszkodzenia, awarie

⇒ błędy

⇒ *na stanowisku pracy:* pojawienie się hałasu, wystąpienie zapylenia powietrza, awarie na innych stanowiskach itd.

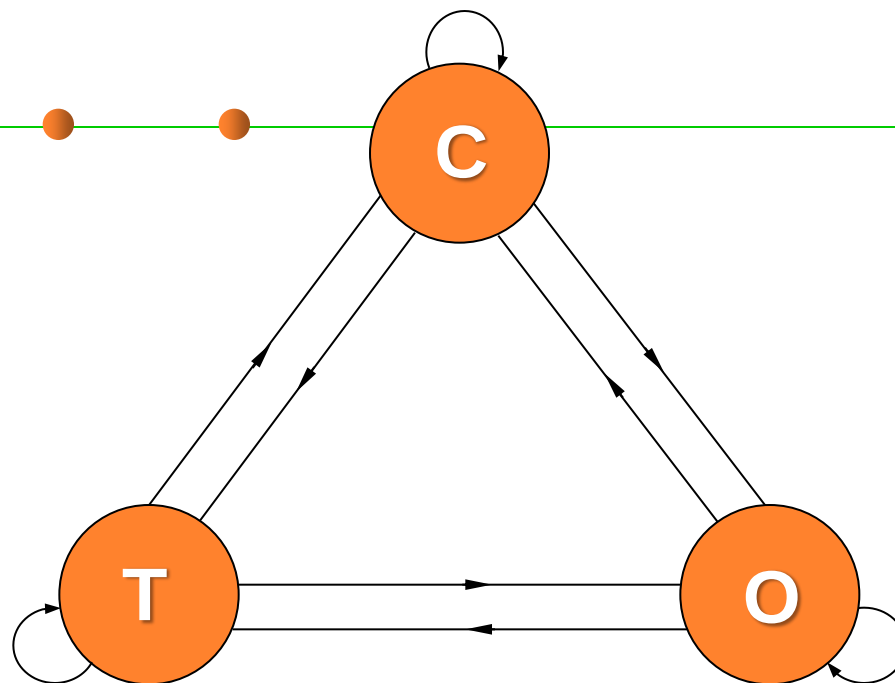
## *w skali globalnej:*

- zjawiska i kataklizmy przyrodnicze (huragany, trzęsienia ziemi, powodzie, zderzenia z asteroidami itd.)
- zmiany klimatu (w tym efekt cieplarniany), dziury ozonowe itd.

# Zdarzenia niepożądane



# STRATY POWODOWANE PRZEZ ZDARZENIA I ZJAWISKA NIEPOŻĄDANE

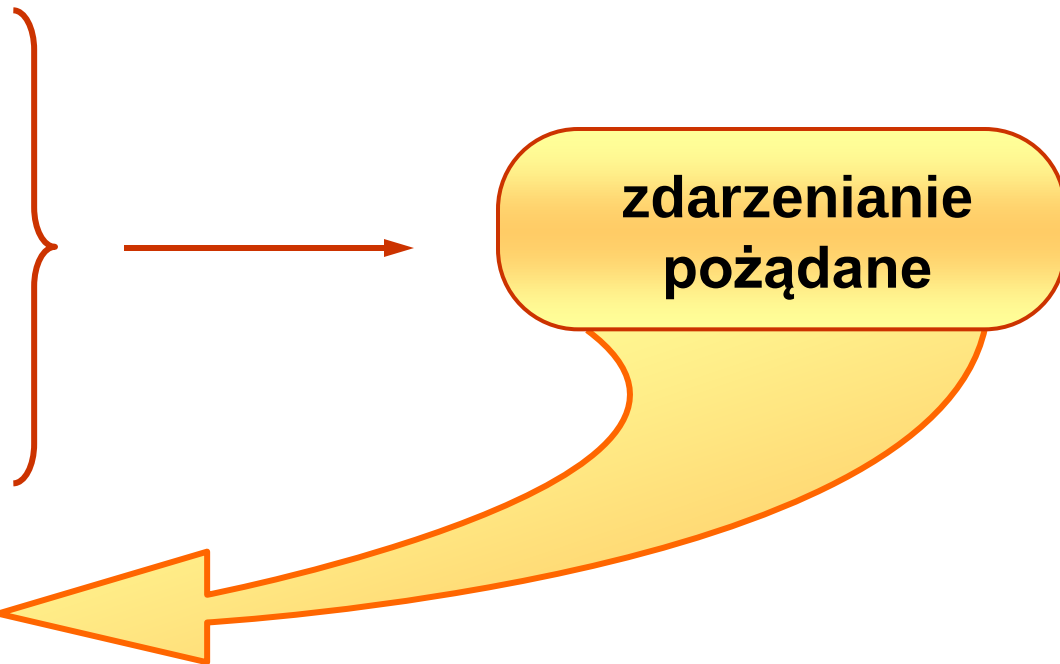


**Zdarzenia niepożądane**

**straty**

Katastrofy  
Wypadki  
Awarie  
Nietrafne decyzje  
Utraty kontraktów

N



### Rodzaje strat:

- ludzkie (zdrowia i życia)
- materialne (mienia, budynków, sprzętu)
- dóbr kultury
- środowiska
- opinii i zaufania

N

- finansowe



# **STRATY I ICH PRZYCZYNY**

## Liczba ofiar wybranych rodzajów zdarzeń

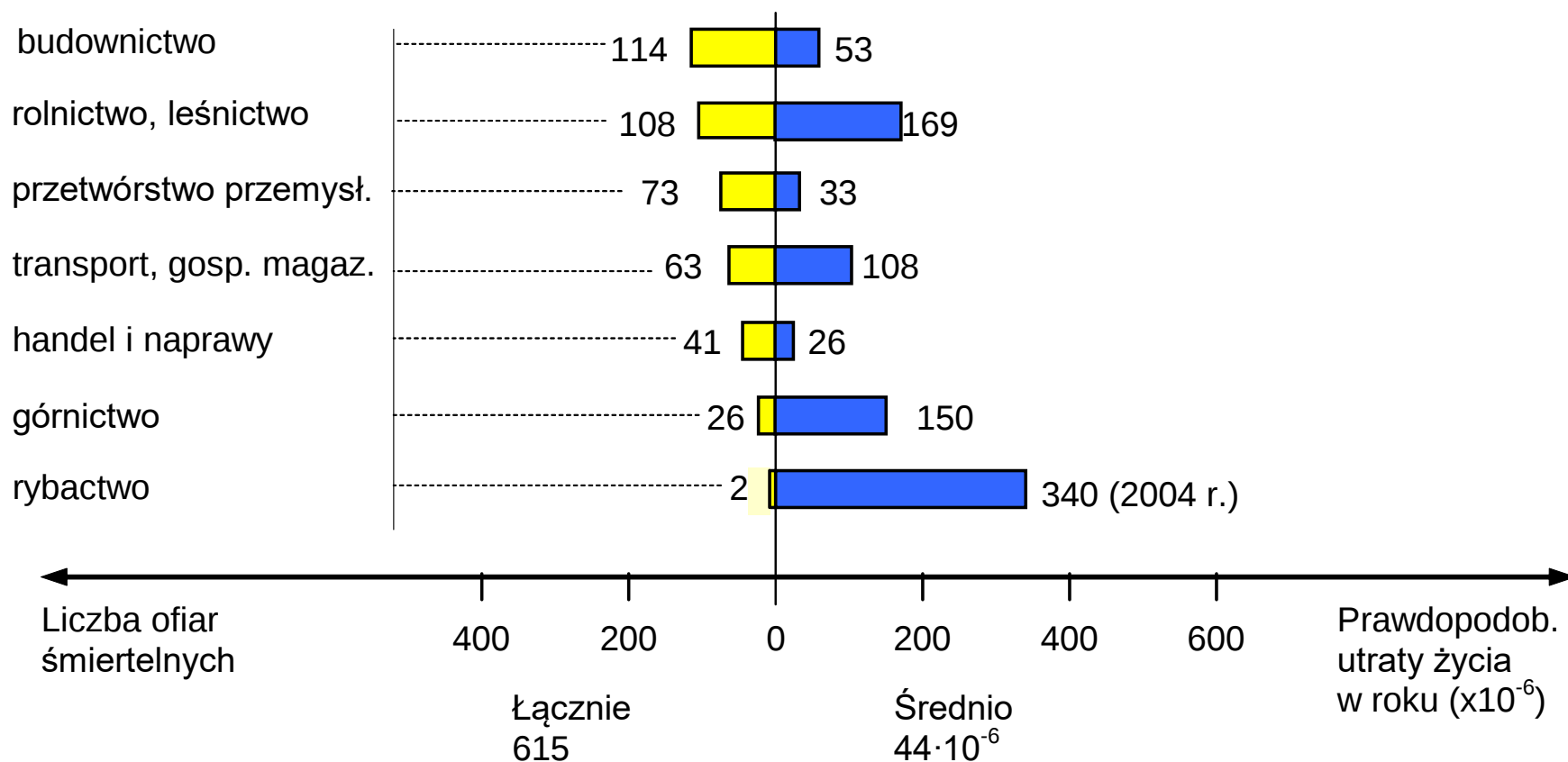
| Rodzaje zdarzeń     | Liczba ofiar śmiertelnych w 1 roku przypadająca na 1 mln mieszkańców |                       |                       |                |                |                |                |                |             |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
|                     | Szwecja<br>2009                                                      | Wlk. Brytania<br>1998 | Wlk. Brytania<br>2009 | Niemcy<br>1998 | Niemcy<br>2009 | Polska<br>1994 | Polska<br>2000 | Polska<br>2009 | USA<br>2009 |
| Wypadki na drogach  | 43                                                                   | 59                    | 37                    | 92             | 51             | 178            | 163            | 120            | 109         |
| Wypadki w pracy     | 7                                                                    | 3                     | 3                     | 16             | 9              | 25             | 18             | 16             | 18          |
| Samobójstwa         | 124                                                                  |                       | 68                    |                | 118            | 143            | 128            | 170            | 113         |
| Pożary              |                                                                      |                       |                       |                |                | 14             | 13             | 14             | 9           |
| Zabójstwa           | 9                                                                    | 7                     | 3                     | 9              | 6              | 30             | 33             | 18             | 61          |
| Utonięcia           |                                                                      |                       |                       |                |                | 27             | 14             | 10             |             |
| Choroby odtytoniowe |                                                                      |                       |                       |                |                |                | ok.<br>2200    | ok.<br>2700    | 1450        |

## Liczba ofiar śmiertelnych w 1 roku w Polsce (dane z 2010 r.)

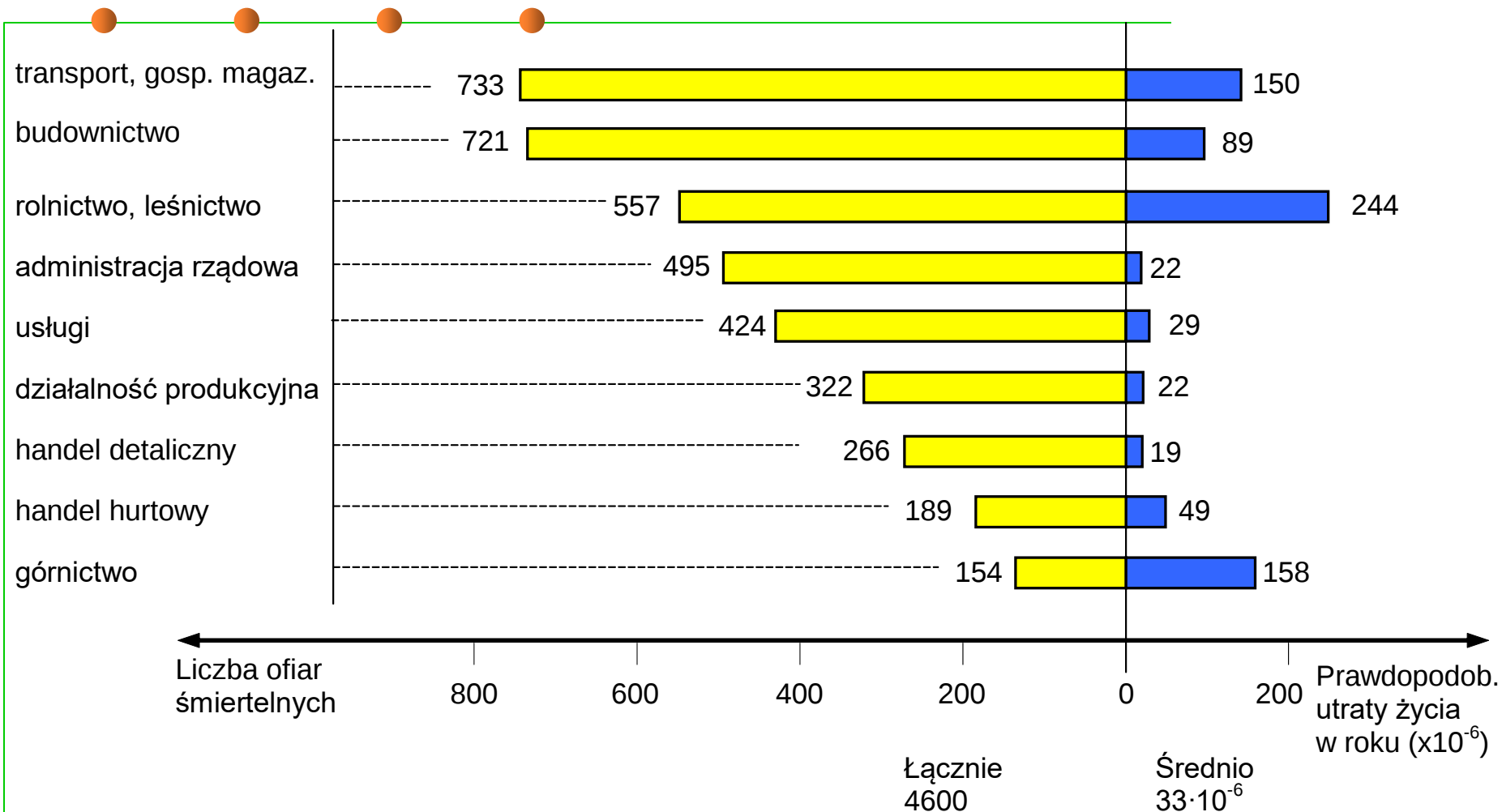
| Grupa rodzajów zagrożeń                            | Liczba ofiar śmiertelnych w roku |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| zanieczyszczenie powietrza                         | 40 000                           |
| odtytoniowe                                        | ok. 110 000                      |
| domowe                                             | ok. 5000                         |
| drogowe                                            | 4200                             |
| zawodowe                                           | ok. 4200                         |
| samobójstwa                                        | 6300                             |
| pożary                                             | 500                              |
| zabójstwa                                          | 840                              |
| katastrofy techniczne<br>i kataklizmy przyrodnicze | 100 <sup>1)</sup>                |

<sup>1)</sup> Średnia z okresu 1992-2011

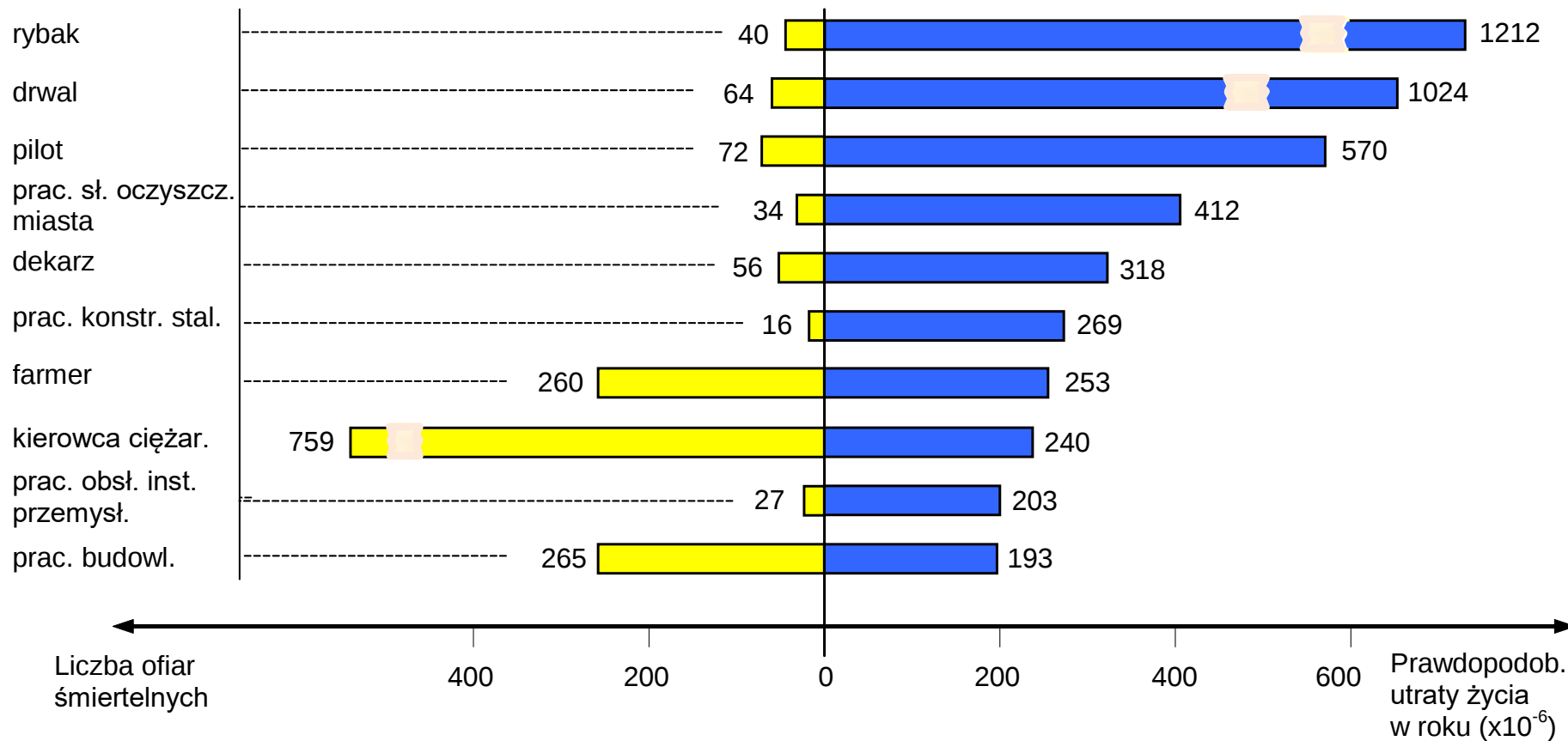
## Zbiorowe i indywidualne straty ludzkie w 2010 roku w Polsce dla wybranych sekcji gospodarki narodowej



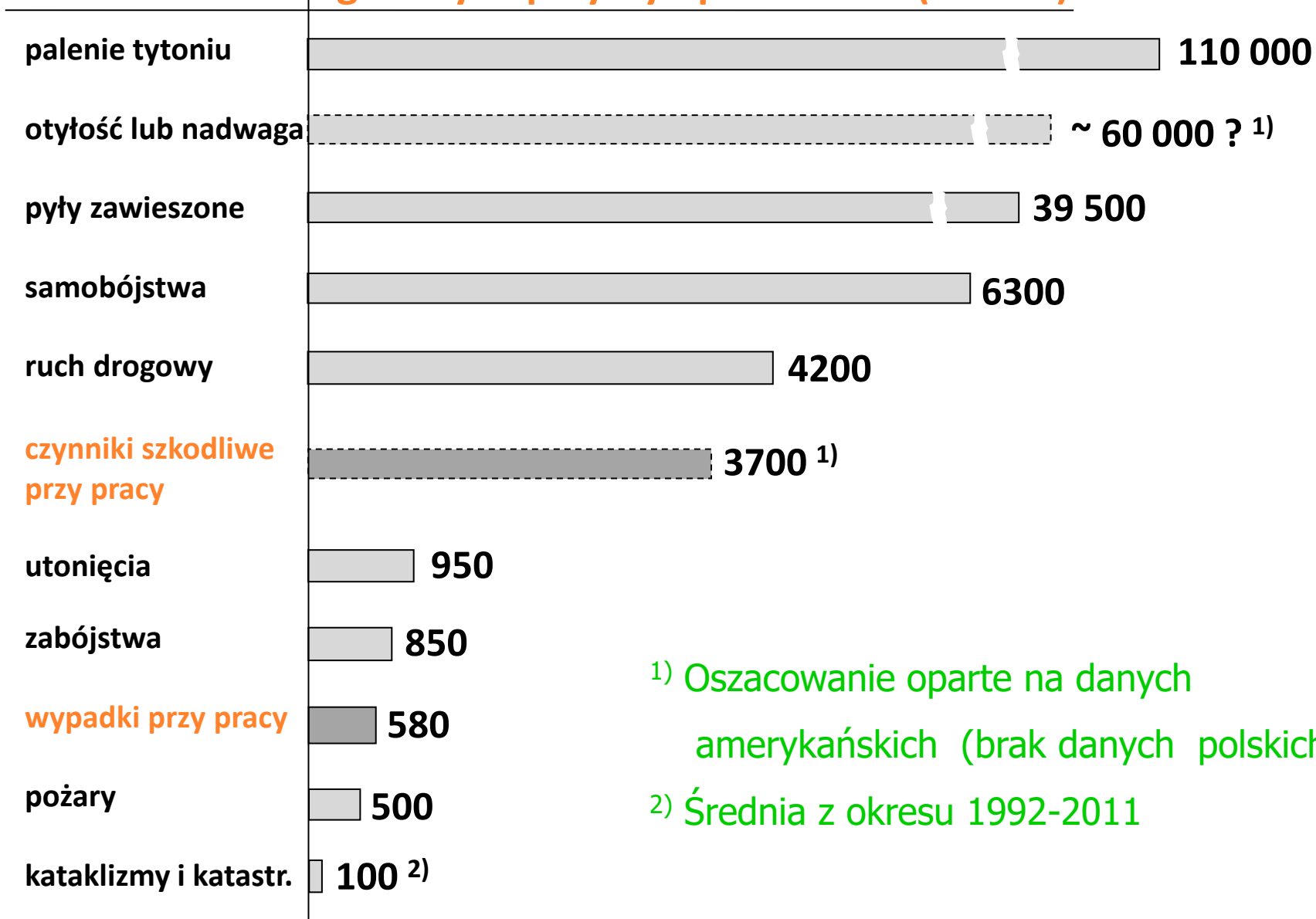
# Zbiorowe i indywidualne straty ludzkie w 2011 roku w USA dla wybranych działów gospodarki



# Zawody o największym ryzyku zawodowym w USA w 2011 r.



## Liczba zgonów w Polsce według wybranych głównych przyczyn pośrednich (2010 r.)



<sup>1)</sup> Oszacowanie oparte na danych amerykańskich (brak danych polskich)

<sup>2)</sup> Średnia z okresu 1992-2011

**Całkowite (społeczne) koszty wypadków przy pracy**  
**(1÷3)% PKB**

- **w Polsce**  
(7÷21) mld zł → ok. 10 mld zł  
115 tys. wypadków przy pracy (2002 r.)  
śr. koszt 1 wypadku przy pracy: ok. 87 tys. zł.
- **w USA → 27 tys. dol.**
- **duża rozpiętość strat finansowych**
- **koszty spowodowanych przez wypadek śmiertelny kilkadziesiąt razy większe niż przez wypadek bez ofiar śmiertelnych**

## Całkowite koszty spowodowane przez wypadek drogowy w Polsce → śr. ok. 220 tys. zł

# Koszty wypadków



W USA całkowite koszty wszystkich rodzajów wypadków przekraczają

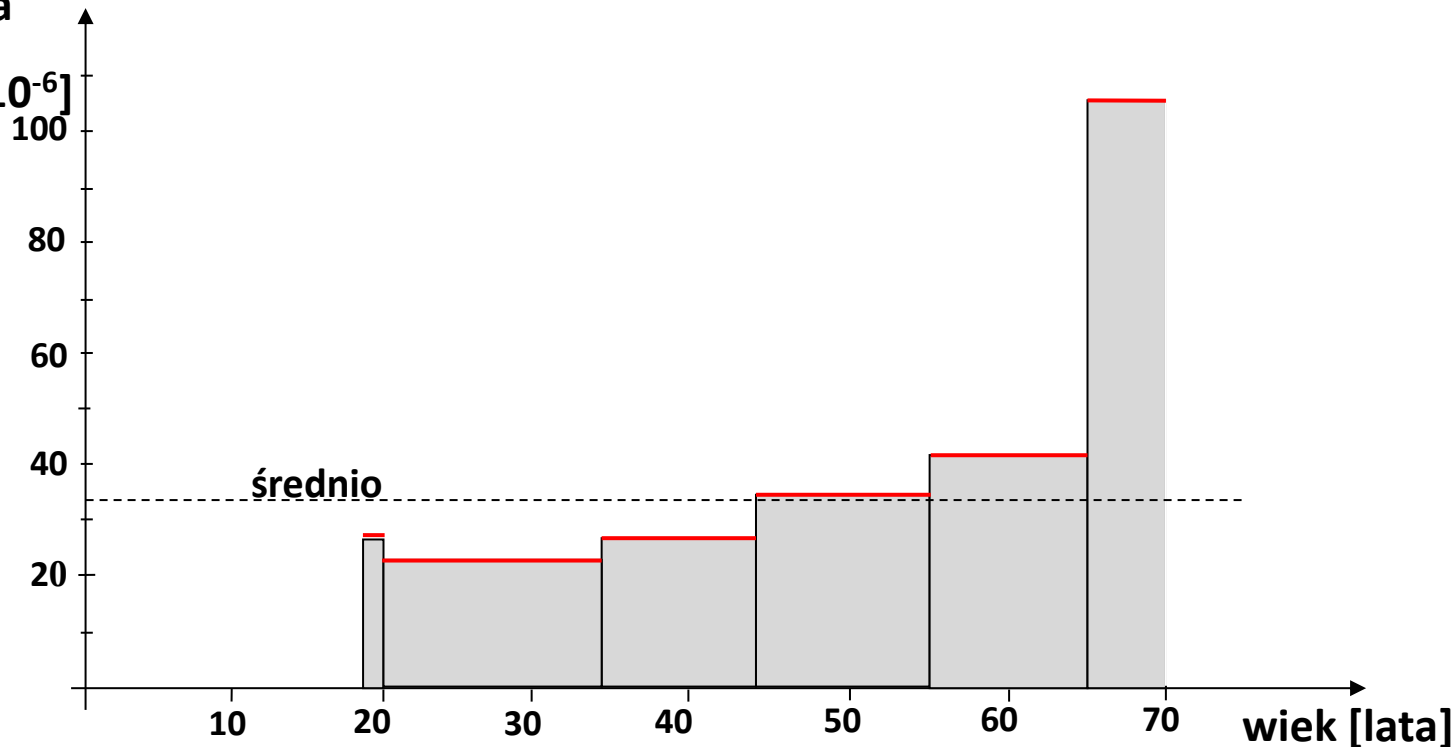
**10% PKB**



## Prawdopodobieństwo utraty życia przy pracy w zależności od wieku w USA w 2012 roku

Prawdopodob.  
utraty życia

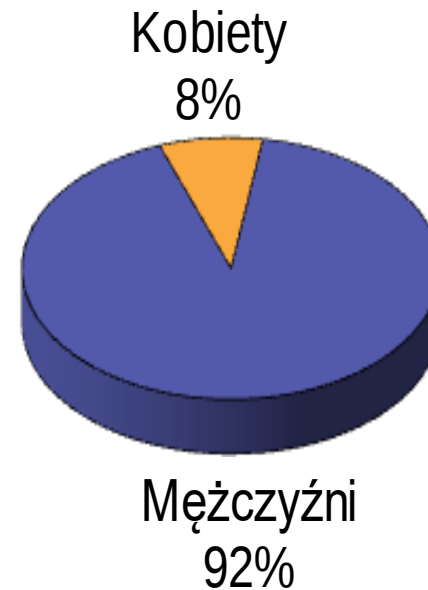
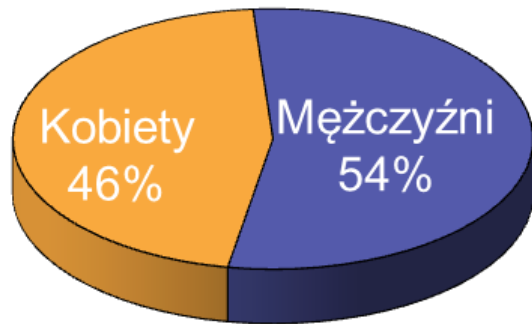
w 1 roku [ $10^{-6}$ ]



# Wypadki przy pracy

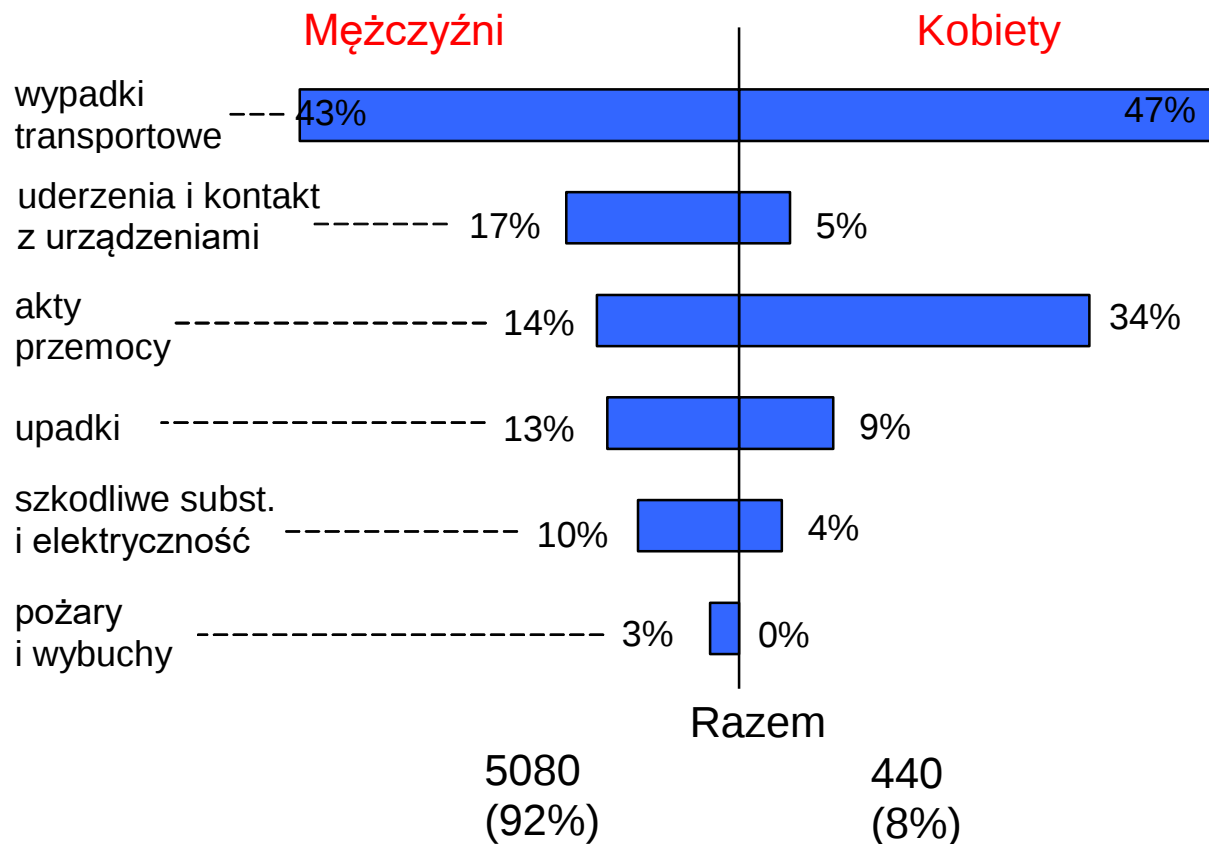
USA

2002



Zatrudnienie (ok. 138 mln.)

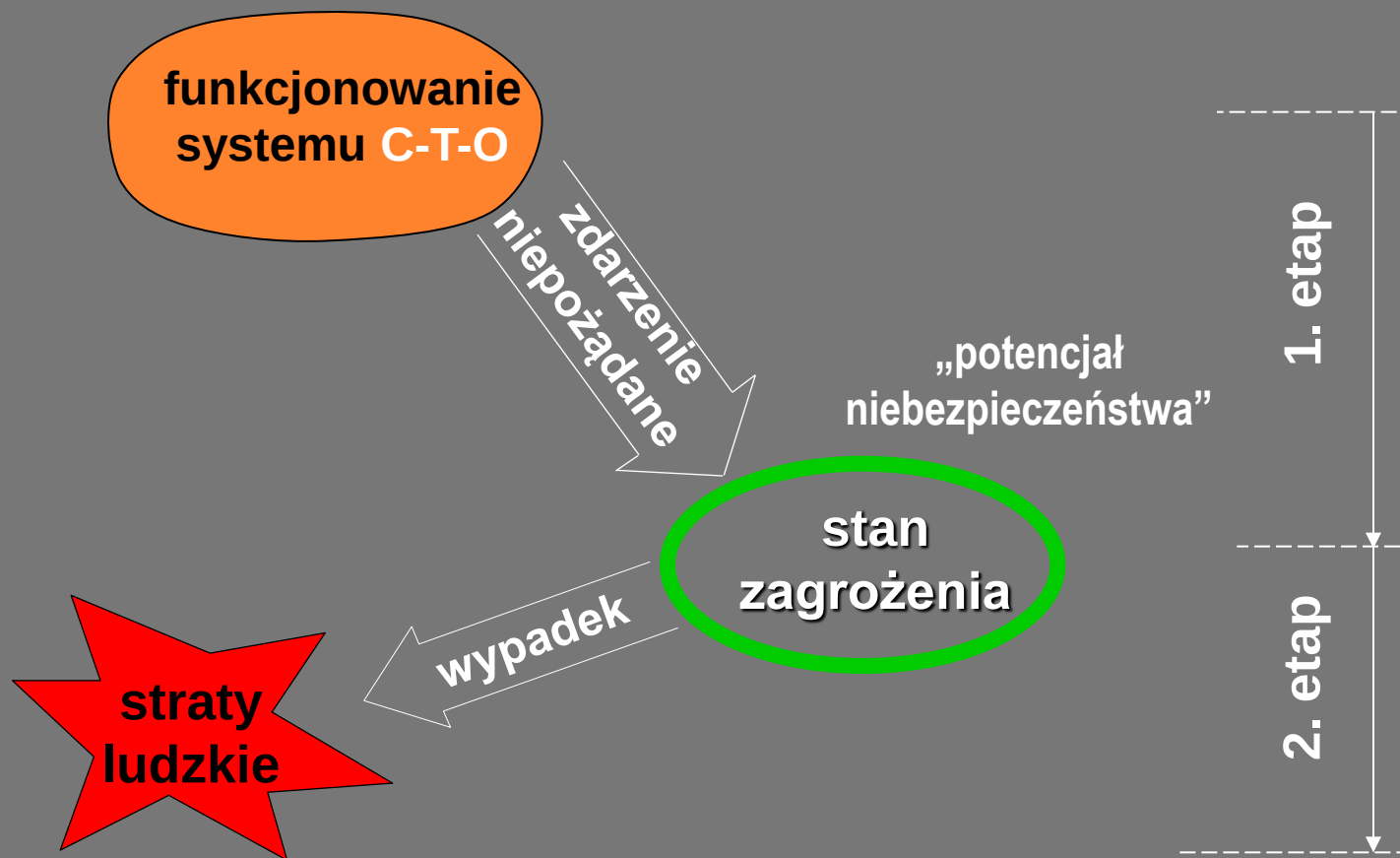
# Wypadki przy pracy w USA w 2002 r.





# DEFINICJA ZAGROŻENIA

# Etapy procesu powstawania strat



# Wpływ niezawodności na poziom ryzyka

$$\left( \begin{array}{c} \text{miara} \\ \text{ryzyka} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{miara} \\ \text{zawodności} \end{array} \right) \cdot \left( \begin{array}{c} \text{miara} \\ \text{zagrożenia} \end{array} \right)$$

**ryzyko** jest to możliwość doznania przez człowieka określonych strat (szkód)

- podczas określonego czasu jego życia lub podczas
- podjętego przez niego określonego działania

wskutek różnego rodzaju zjawisk i zdarzeń niepożądanych, które mogą wystąpić w rozpatrywanym systemie człowiek-technika-otoczenie

**Ryzyko strat ludzkich**

**Ryzyko strat finansowych**

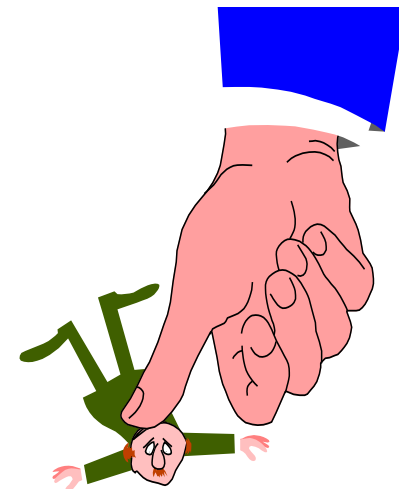
M

**Ryzyko indywidualne, ryzyko zbiorowe**

**Ryzyko zawodowe**

M

# Bezpieczeństwo ???



● ● ● ●

**Bezpieczeństwo**  $\longleftrightarrow$  **człowiek**

***Bezpieczeństwo** to pojęcie przeciwne do pojęcia ryzyka strat ludzkich*

***Bezpieczeństwo pracownika** to pojęcie przeciwne do pojęcia ryzyka zawodowego*

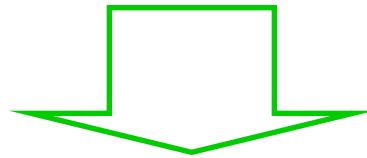
**Bezpieczeństwo pracy**



**ochrona życia i zdrowia  
człowieka na stanowisku  
pracy**

# Konsekwencje zdarzenia niepożądanego

Ryzyko (warunkowe), określane dla sytuacji  
wywołanej zajściem zdarzenia niepożądanego



**zagrożenie**

# Definicja zagrożenia



**Zagrożenie** jest to możliwość powstania określonych strat, ustalana dla sytuacji powstałej po zajściu pojedynczego zdarzenia niepożądanego w rozpatrywanym systemie człowiek-technika-środowisko

# Zagrożenie



•  
•  
•  
•

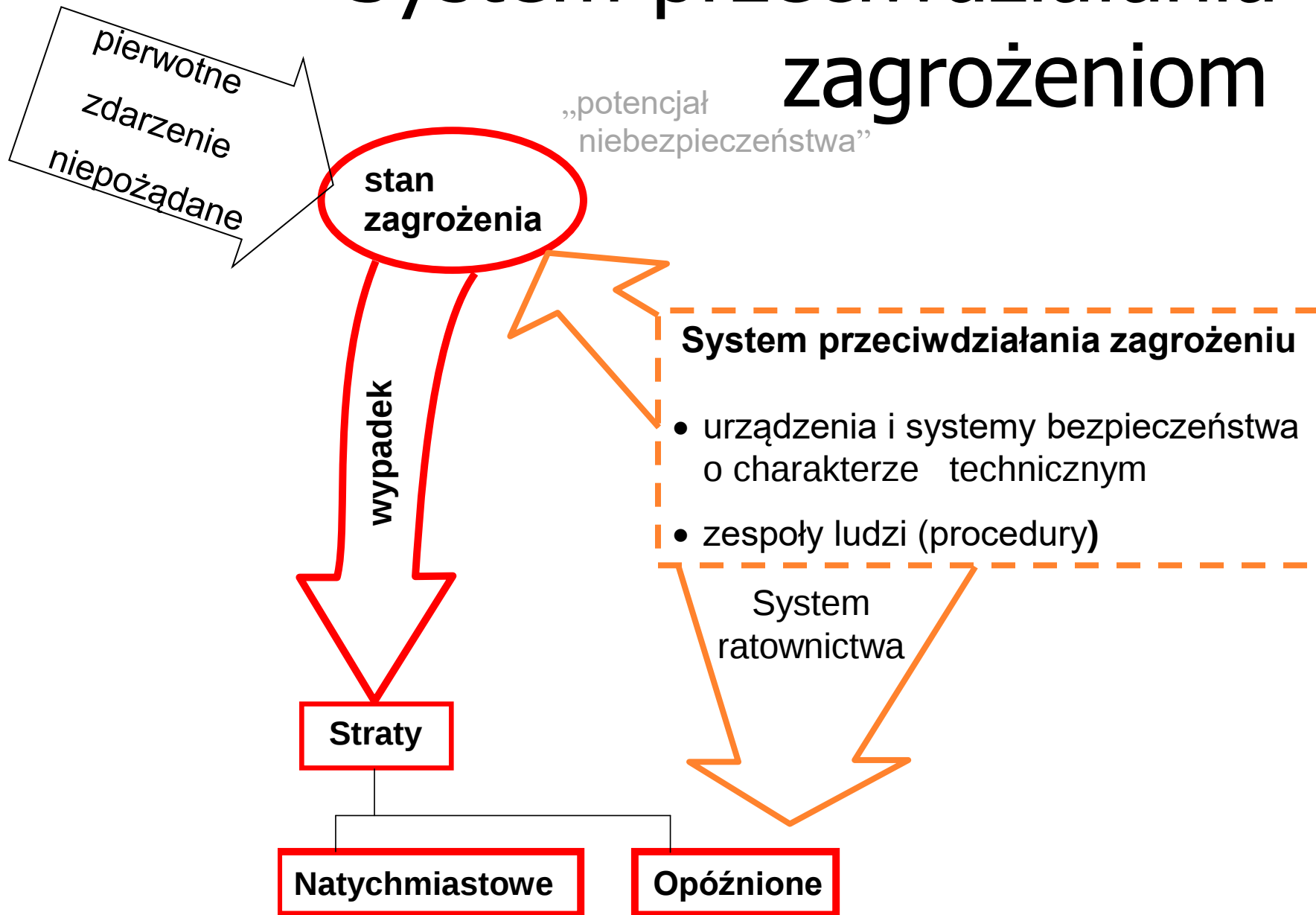
**zagrożenie (poziom zagrożenia)**

**rodzaj zagrożenia** (mechaniczne,  
pożarowe, akustyczne itd.)

**źródło zagrożenia**

**stan zagrożenia**

# System przeciwdziałania zagrożeniom



# Urządzenia przeciwdziałające zagrożeniom

Sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości



Automatyczne systemy gaszące



Wyłącznik różnicowo prądowy

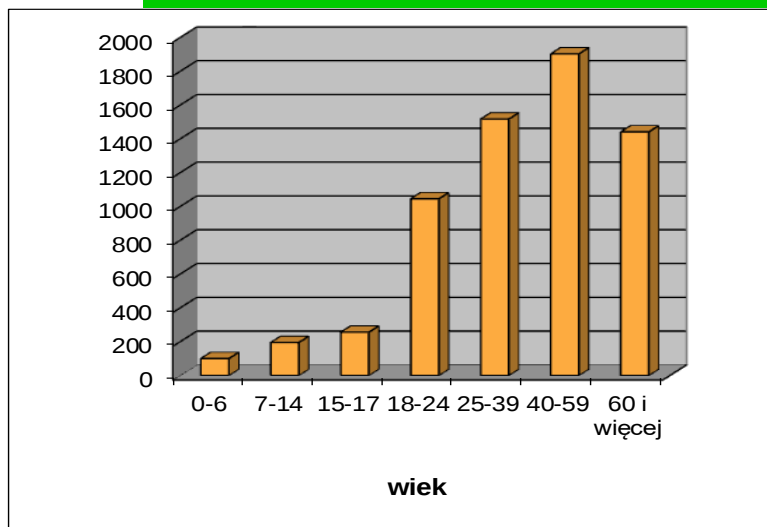


# Zagrożenia w wypadkach drogowych

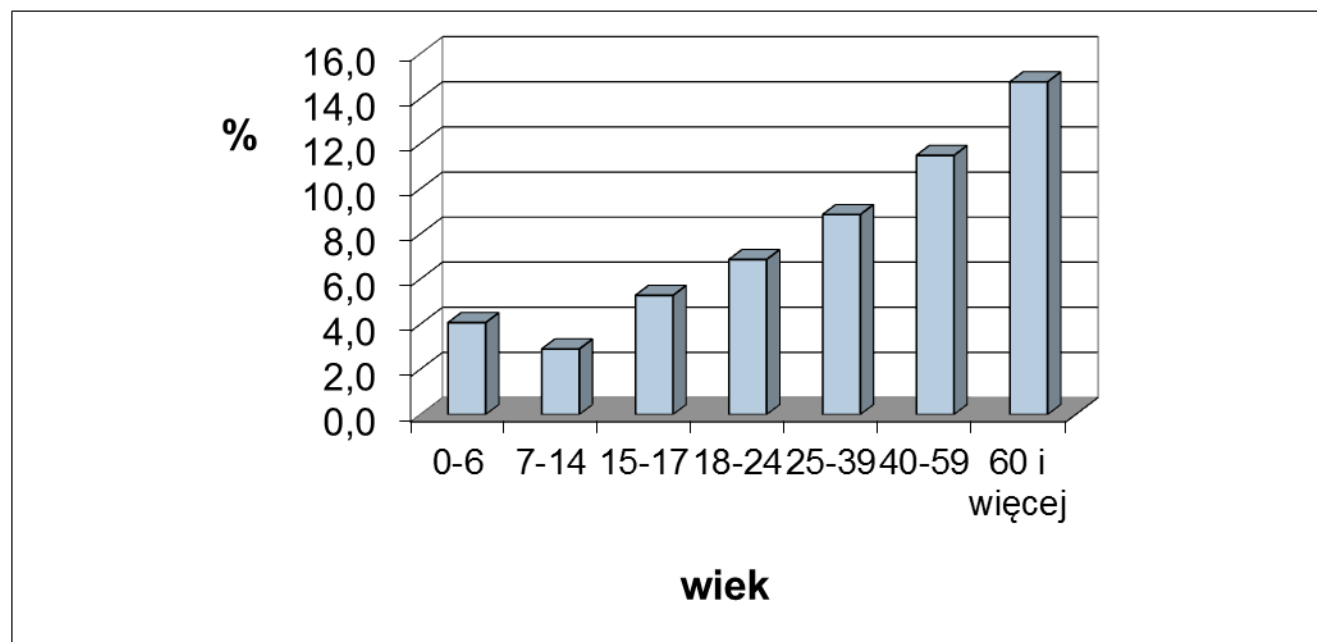
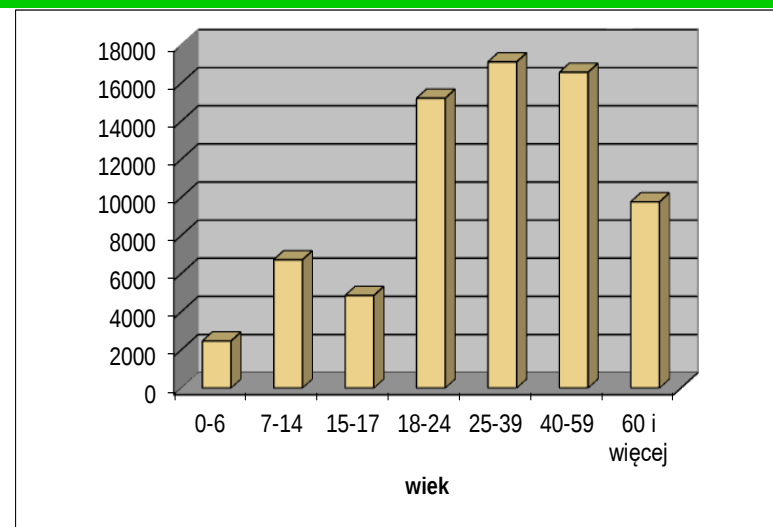
Wartości miary zagrożenia dla życia  
w wypadkach drogowych

| Kraj          | Wartość miary zagrożenia $Z(c_m)$ |              |              |              |              |
|---------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|               | 1993 r.                           | 1995 r.      | 1997 r.      | 1998 r.      | 2000 r.      |
| Rosja         | 0,200                             | 0,196        | 0,137        | 0,138        | 0,148        |
| Polska        | <b>0,140</b>                      | <b>0,122</b> | <b>0,104</b> | <b>0,105</b> | <b>0,110</b> |
| Węgry         | 0,086                             | 0,080        | 0,070        | 0,066        | 0,075        |
| Hiszpania     | 0,078                             | 0,068        | 0,061        | 0,056        | 0,049        |
| Francja       | 0,064                             | 0,075        | 0,066        | 0,067        | 0,060        |
| Czechy        | 0,063                             | 0,057        | 0,050        | 0,045        | 0,056        |
| Austria       | 0,031                             | 0,031        | 0,027        | 0,024        | 0,024        |
| Niemcy        | 0,026                             | 0,024        | 0,021        | 0,020        | 0,018        |
| Wlk. Brytania | 0,017                             | 0,015        | 0,014        | 0,014        | 0,014        |
| USA           | 0,0006                            | 0,019        | 0,017        | 0,019        | 0,019        |

# zabici



# ranni





# Zagrożenia w pracy

Wartości miary zagrożenia dla życia  
w wypadkach przy pracy w Polsce

| Sekcja gospodarki<br>narodowej      | Wartość miary zagrożenia $Z(c_m)$ |         |         |         |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---------|---------|---------|
|                                     | 1995 r.                           | 1997 r. | 1999 r. | 2002 r. |
| Ogółem                              | 0,0062                            | 0,0064  | 0,0060  | 0,0065  |
| W tym:                              |                                   |         |         |         |
| Przemysł                            | 0,0039                            | 0,0038  | 0,0037  | 0,0047  |
| Budownictwo                         | 0,0089                            | 0,0132  | 0,0102  | 0,0122  |
| Rolnictwo i leśnictwo               | 0,0080                            | 0,0080  | 0,0080  | 0,0071  |
| Transport, gospodarka<br>magazynowa | 0,0104                            | 0,0103  | 0,0081  | 0,0112  |
| Rybołówstwo i<br>rybactwo           | 0,0080                            | 0,0571  | 0,0230  | 0,0102  |

# Miary strat ludzkich

Indywidualne straty ludzkie mogą być charakteryzowane przez:

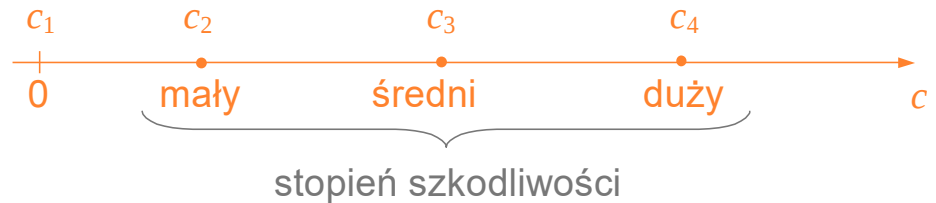
➤ rozmiar

➤ rodzaj (postać fizyczna straty i ew. część ciała)

Np. rozmiar  $C_1$  przyjmuje wartości  $c \in (c_{\min}, c_{\max})$

$$c_{\min} = 0$$

$$c_{\max} = \text{utrata życia } (c_m)$$



**Zbiorowe straty ludzkie**

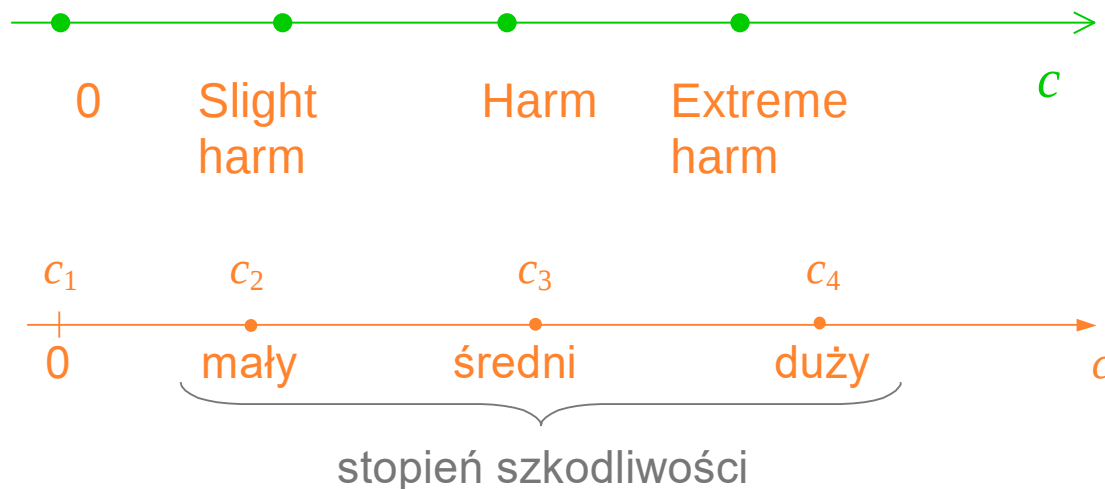
$$\left( \begin{array}{c} \text{straty} \\ \text{zbiorowe} \end{array} \right) = \sum \left( \begin{array}{c} \text{straty} \\ \text{indyw.} \end{array} \right)$$

oddzielnie dla każdej kategorii

# Modelowanie strat ludzkich w ocenie ryzyka zawodowego

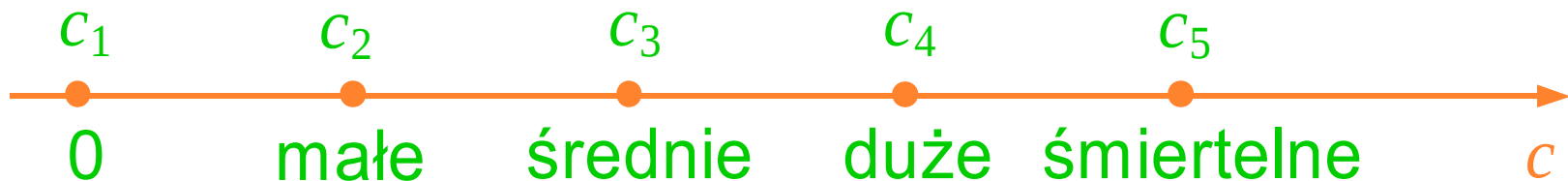
Miary rozmiaru strat → podział na kategorie

Trzy kategorie strat (krzywdy) w normie BS 8800



## MIARA INDYWIDUALNYCH STRAT LUDZKICH

### Kategorie strat



$c_4$  – urazy i choroby powodujące duże,  
na ogół trwałe ubytki zdrowia

$c_5$  – urazy i choroby powodujące śmierć

# Zagrożenia w środowisku pracy



# Dwie grupy zagrożeń



- straty są następstwem zdarzeń niepożądanych, które pojawiają się w systemie C-T-O
- ubytek zdrowia następuje w wyniku długotrwałego, wieloletniego narażenia na czynniki szkodliwe występujące w środowisku pracy



# Rodzaje zagrożeń

- czynniki chemiczne;
- pyły;
- drgania;
- hałas;
- pola elektromagnetyczne;
- elektryczność statyczna;
- prąd elektryczny;

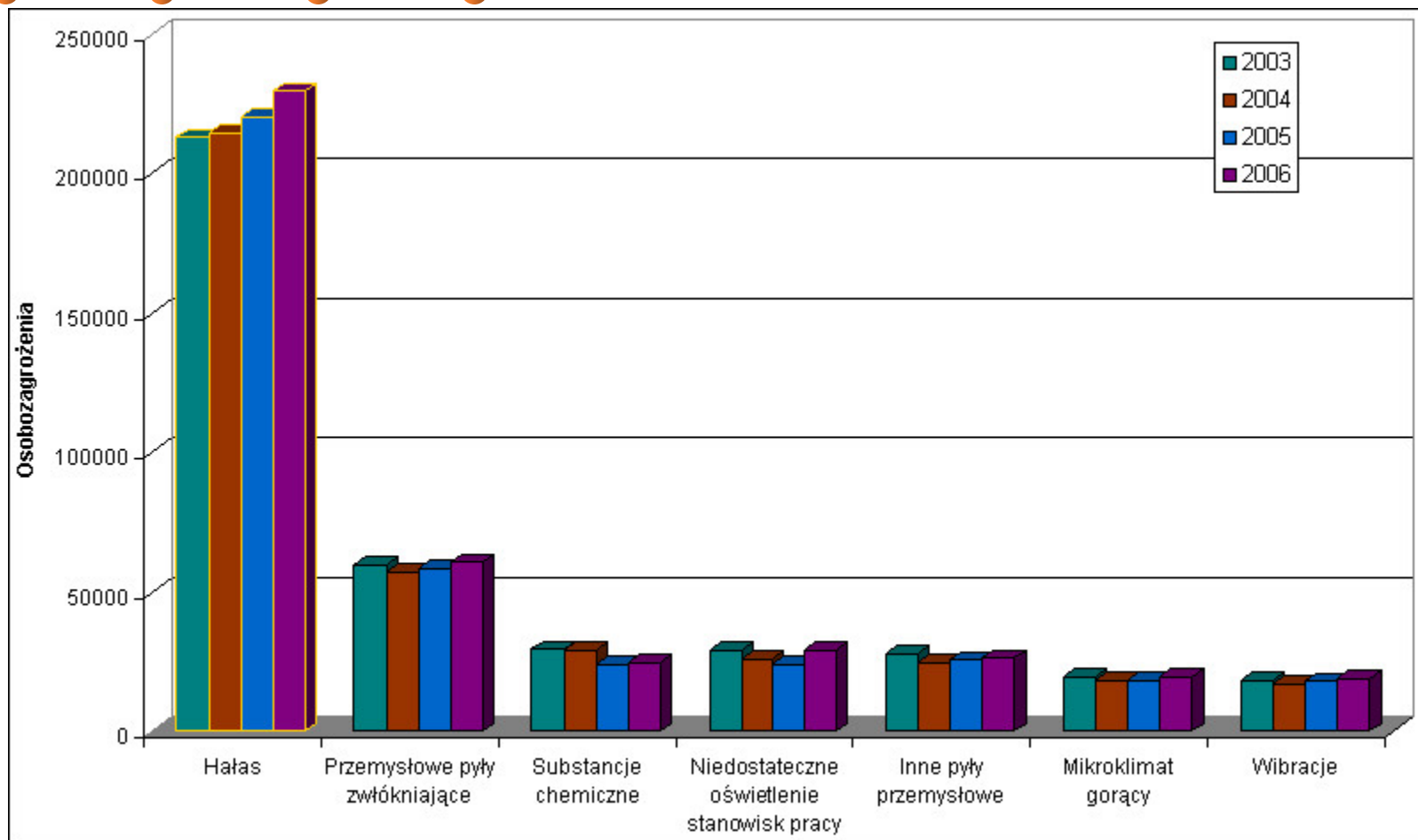


# Rodzaje zagrożeń

- oświetlenie stanowisk pracy;
- promieniowanie optyczne;
- promieniowanie jonizujące;
- obciążenia termiczne;
- podwyższone lub obniżone ciśnienie powietrza;
- czynniki biologiczne.

# Warunki zagrożenia czynnikami szkodliwymi i niebezpiecznymi

w latach 2003 - 2006



# NDS i NDN

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej  
z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie **najwyższych  
dopuszczalnych stężeń i natężeń** czynników  
szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy



# Zagrożenia mechaniczne i wibracyjne



# Sposoby zmniejszania ryzyka odniesienia obrażeń



# Zapobieganie występowaniu PZN

Zmniejszanie prawdopodobieństwa wystąpienia PZN

- ochrony zbiorowe (np. bariery ochronne przed upadkiem)
- wydzielone ciągi piesze
- nieśliskie, czyste podłogi
- diagnostyka stanu maszyn
- automatyzacja produkcji

# Zapobieganie powstawaniu strat

- osłony
- urządzenia zabezpieczające przed wystąpieniem uszkodzeń lub wypadków (np. wyłączniki krańcowe)
- bezpieczna konstrukcja narzędzi (odstępstwa bezpieczeństwa)
- urządzenia ochronne (np. kurtyny świetlne, maty czułe na nacisk)

# Zmniejszanie skutków zdarzenia

- ochrony indywidualne (uprząż bezpieczeństwa, kask ochronny)
- wyłączniki bezpieczeństwa
- ratownictwo i służby medyczne

# Rozmiar obrażeń

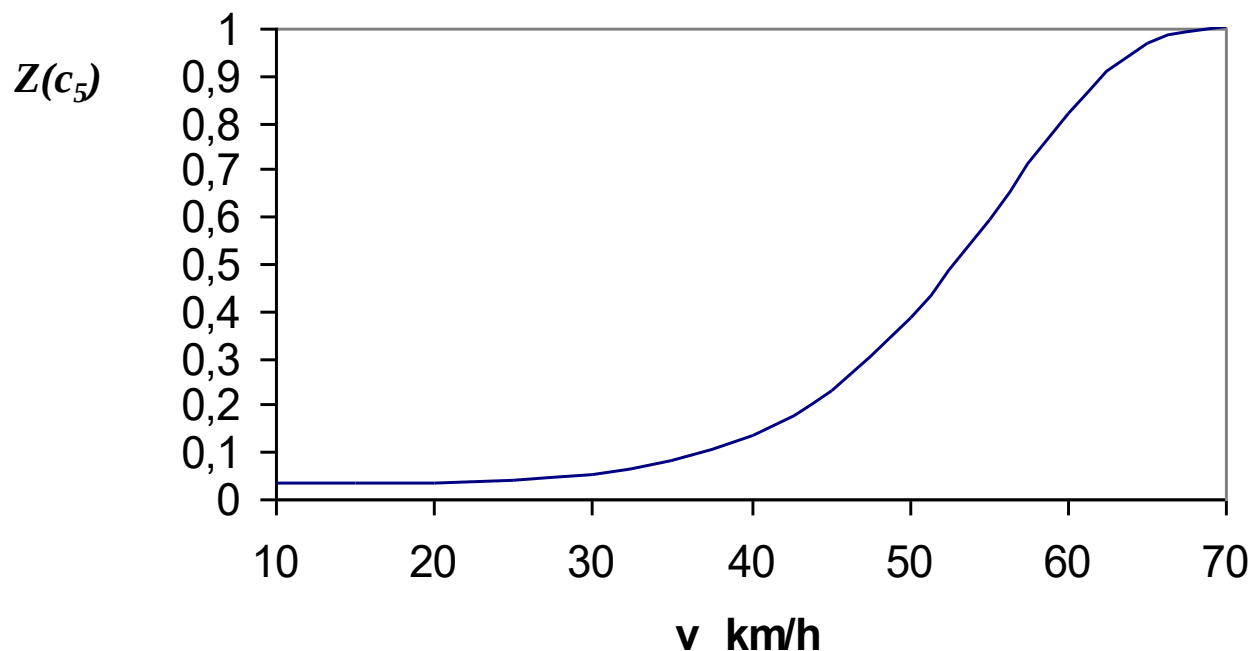


energia źródła  
zagrożenia

energia kinetyczna  
pracownika

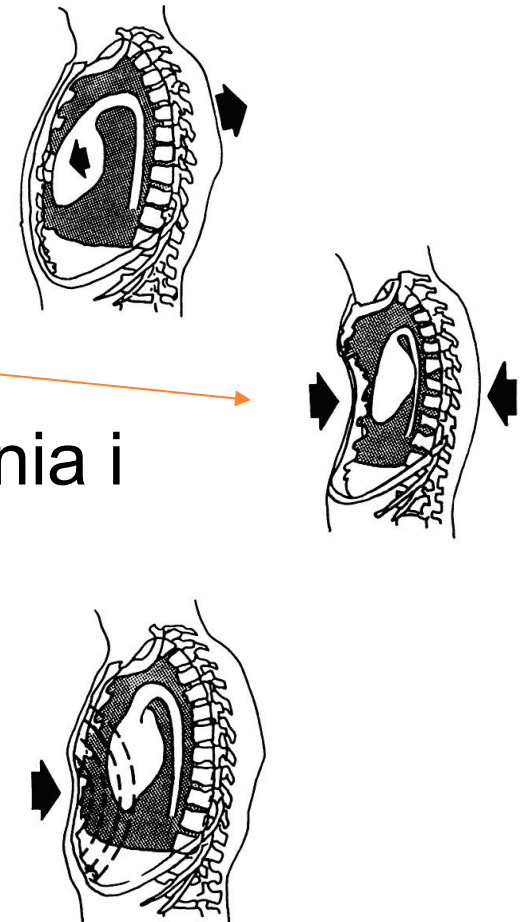
wartości nacisków  
wywieranych na ciało  
człowieka

# Zagrożenie dla życia pieszego w zależności od prędkości



# Czynniki mechaniczne

- działanie sił
- działanie przyspieszeń
- odkształcenie (ściskanie)
- łączne działanie odkształcenia i prędkości odkształcenia (kryterium wiskotyczne)
- fala uderzeniowa



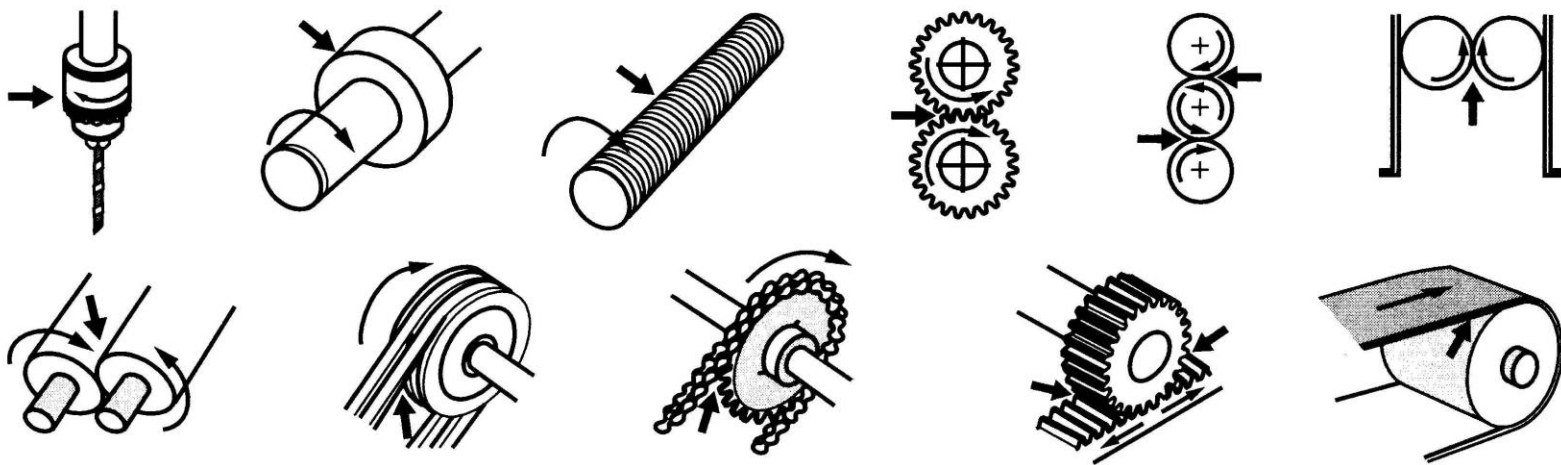
# Podział czynników mechanicznych

- ⇒ Przemieszczające się maszyny, transportowane przedmioty
- ⇒ ruchome elementy
- ⇒ ostre, wystające elementy
- ⇒ spadające elementy
- ⇒ płyny pod ciśnieniem
- ⇒ śliskie, nierówne, chybottliwe powierzchnie
- ⇒ ograniczone przestrzenie (dojścia, przejścia, dostępne)
- ⇒ położenie stanowiska pracy w odniesieniu do podłoża (praca na wysokości oraz w zagłębieniach)
- ⇒ inne, np. żywe zwierzęta

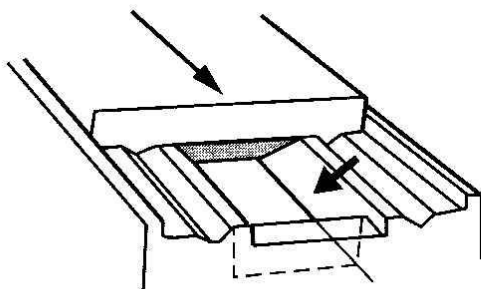
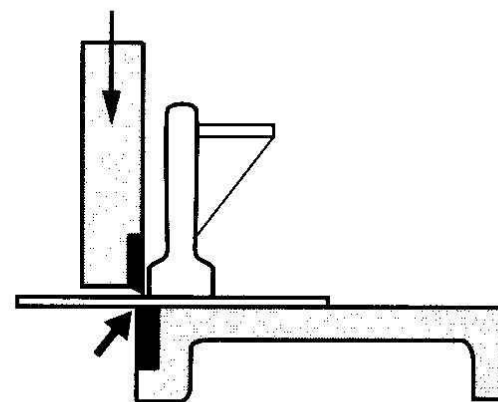
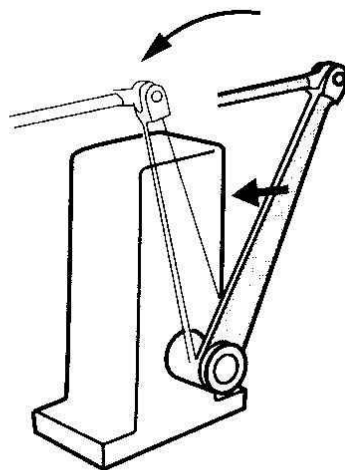
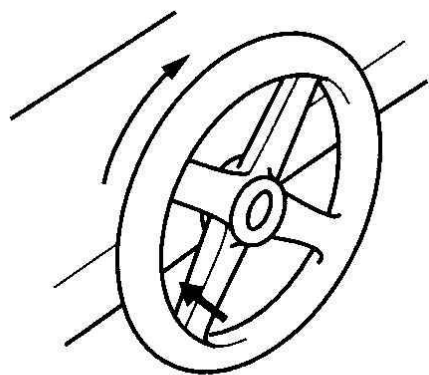


# Ruchome elementy maszyn

mogą spowodować pochwycenie, owinięcie lub wciągnięcie odzieży, włosów albo części ciała człowieka



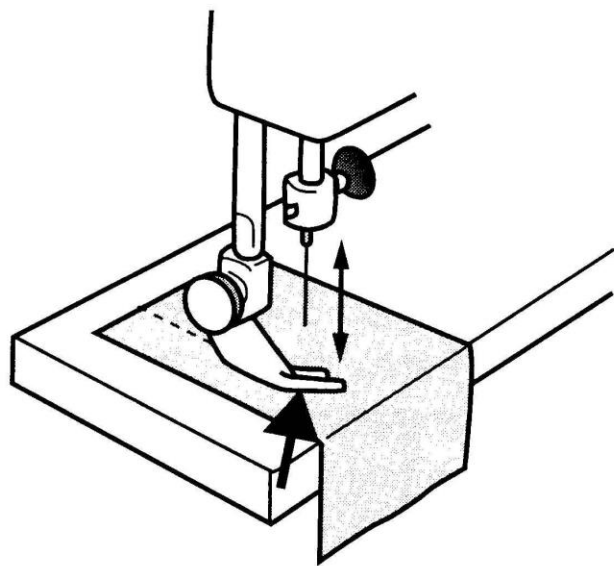
# Ruchome elementy maszyn



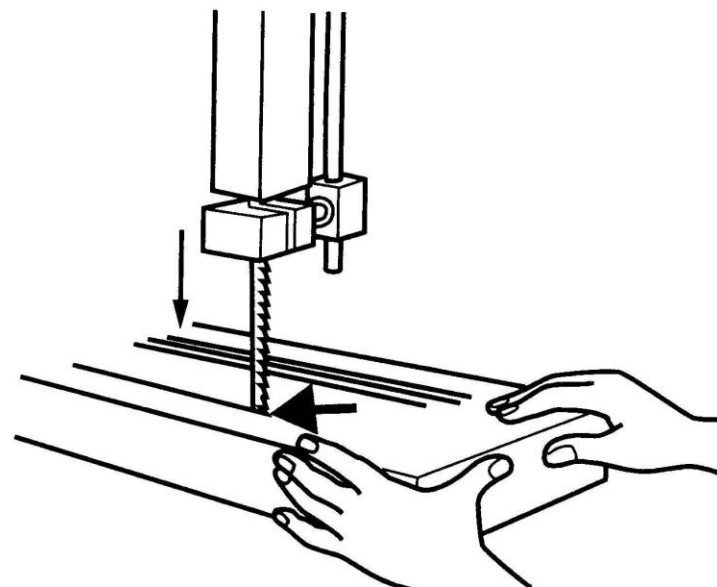
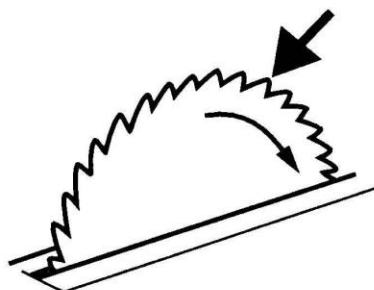
mogą spowodować obcięcie lub złamanie części ciała człowieka

# Elementy ostre

kłujące



tnące



# Środki techniczne

Techniczne środki przeciwdziałania  
zagrożeniom mechanicznym

przegrody  
materialne

odległości  
bezpieczeństwa

urządzenia  
ochronne  
„czasowe”

- urządzenia  
elektroczułe
- sterowanie  
oburęczne

⋮

inne środki

- urządzenia zabezpieczające  
przed uszkodzeniem maszyny
- ochrona przed uderzeniem  
przez przedmioty
- środki ochrony indywidualnej  
i zbiorowej

⋮

# ZAPOBIEGANIE ZAGROŻENIOM CZYNNIKAMI MECHANICZNYMI

Eliminowanie  
lub  
ograniczanie czynnika

eliminowanie lub ograniczanie  
czynników towarzyszących  
normalnemu funkcjonowaniu

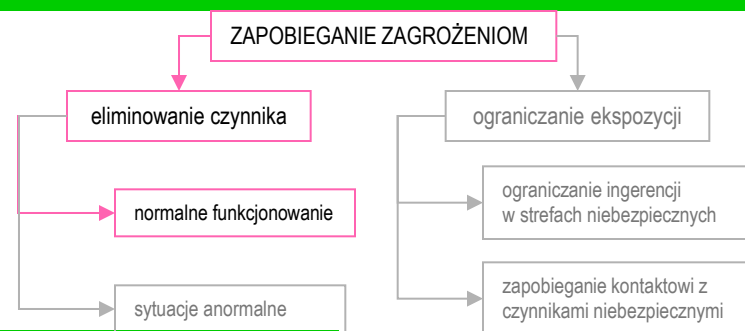
zapobieganie  
sytuacjom  
anormalnym

ograniczanie ekspozycji  
człowieka na czynniki  
nie wyeliminowane

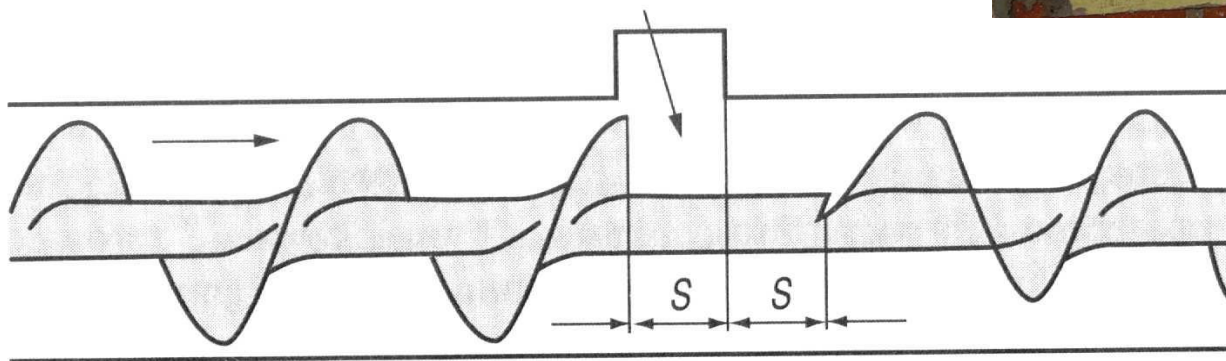
eliminowanie lub ograniczanie  
potrzebnych ingerencji w  
strefach niebezpiecznych

zapobieganie niezamierzonemu  
kontaktowi z czynnikami  
niebezpiecznymi

# Eliminacja czynnika mechanicznego



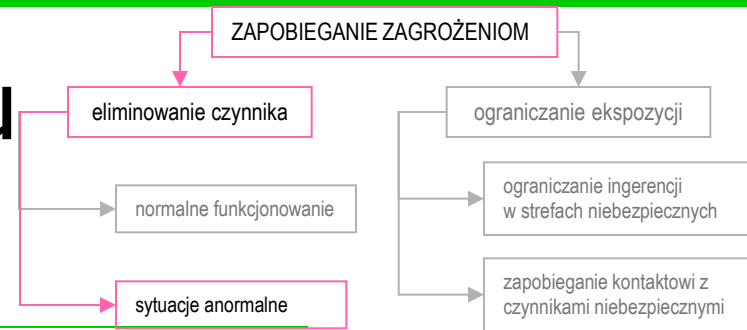
## Przykład



Przenośnik śrubowy

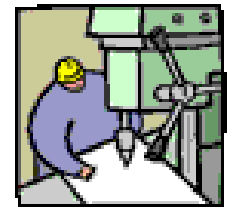
$s = 120 \text{ mm}$

# Zapobieganie powstawaniu sytuacji anormalnych



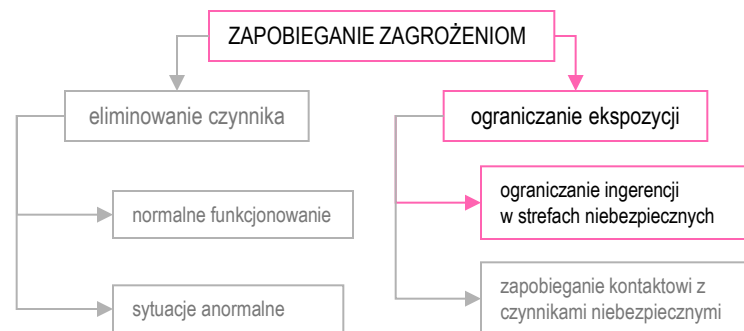
## urządzenia zabezpieczające uniemożliwiają:

- > wzrost siły, ciśnienia, obrotów, itp.  
(ograniczniki udźwigu, sprzęgła przeciążeniowe, zawory bezp.)
- > przekroczenie zasięgów ruchu  
(wyłączniki krańcowe)
- > kolizje elementów maszyny  
(zblokowanie elementów sterowniczych)
- > zanik mediów roboczych  
(zawory zwrotne)



# Eliminowaniu ingerencji w strefach niebezpiecznych służy:

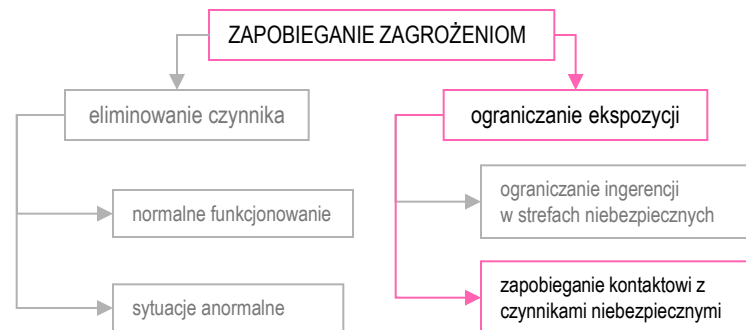
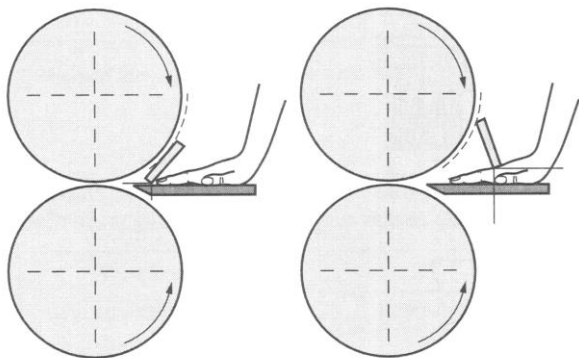
- mechanizacja i automatyzacja
- stosowanie systemów diagnozowania niesprawności
- wydłużanie okresów wymaganej obsługi technicznej
- wydłużanie okresów międzynaprawczych



# Eliminowanie ekspozycji przez ograniczenie kontaktu:

- rozdzielenie w przestrzeni lub czasie człowieka oraz maszyny
- przegrodzenie zasięgu granic oddziaływania człowieka oraz maszyny

Przykład osłony  
miejsc zagrażających wciągnięciem

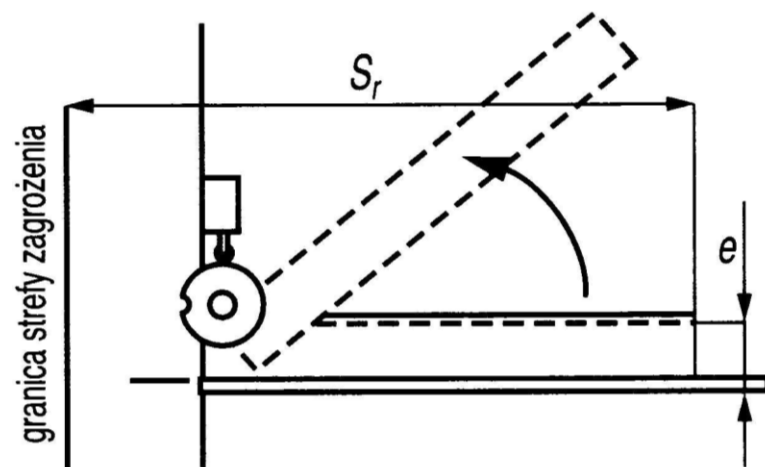
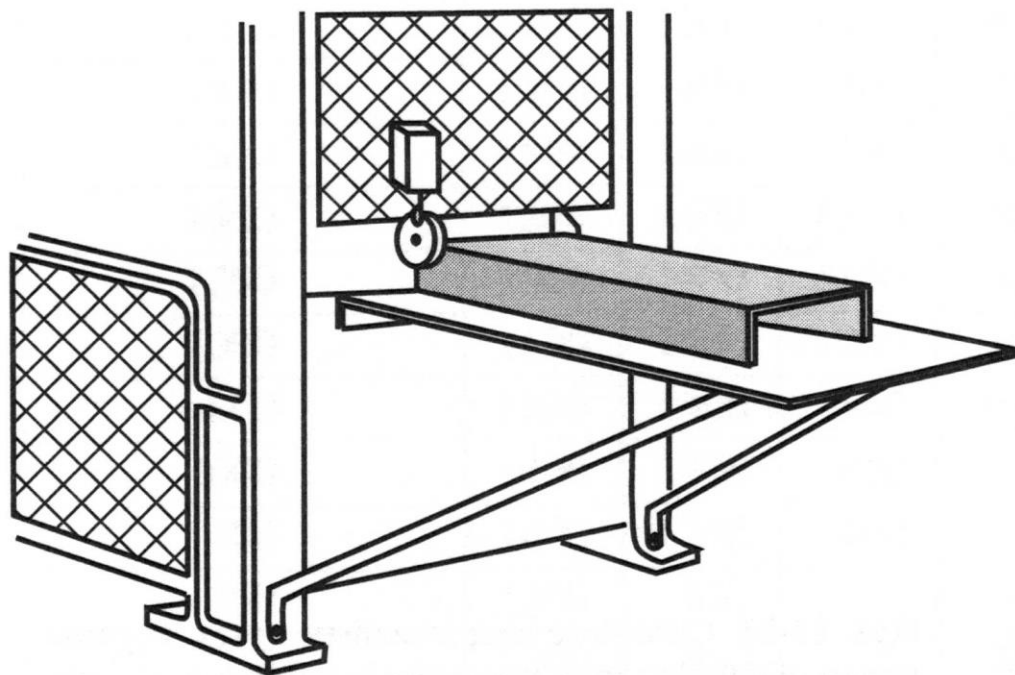


# Ochronne urządzenia odległościowe – **Osłony**

Ochronne urządzenia odległościowe zapobiegają niebezpiecznym oddziaływaniom maszyn i urządzeń produkcyjnych przez:

- ograniczenie dostępu ludzi do strefy zagrożenia,
- zatrzymanie ruchu niebezpiecznych części maszyn i urządzeń wcześniej niż część ciała człowieka wniknie do strefy zagrożenia,
- zapobieganie uruchomieniu maszyn i urządzeń, gdy człowiek lub część jego ciała znajduje się w strefie zagrożenia,
- usunięcie w określonym czasie człowieka lub części jego ciała ze strefy zagrożenia,
- usunięcie źródła zagrożenia na bezpieczną odległość.

# Przykład osłony ruchomej z blokadą i osłon stałych



$S_r$  - odległość bezpieczeństwa

$e$  - wysokość szczeliny pod osłoną

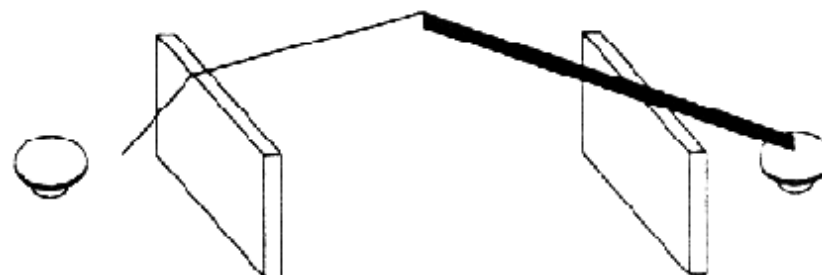
# Urządzenia ochronne oburęczne

**Prędkość przemieszczania kończyny górnej:**

**2 m/s dla odl. mniejszej od 500 mm**

**1,6 m/s przy odl. większych**

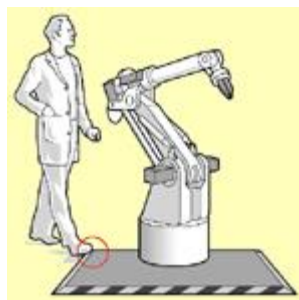
**(EN 999)**



# Elektroczułe wyposażenie ochronne

## Urządzenia wykrywające obecność osób:

- **bezdotykowe urządzenia ochronne**
- **mechaniczne urządzenia ochronne**  
(czułe na nacisk)



# Klasyfikacja bezdotykowych urządzeń ochronnych

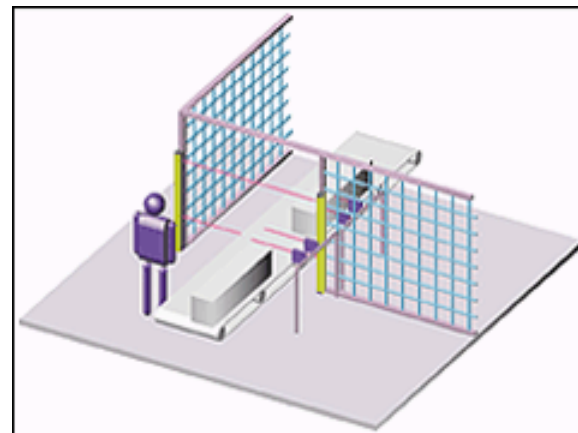
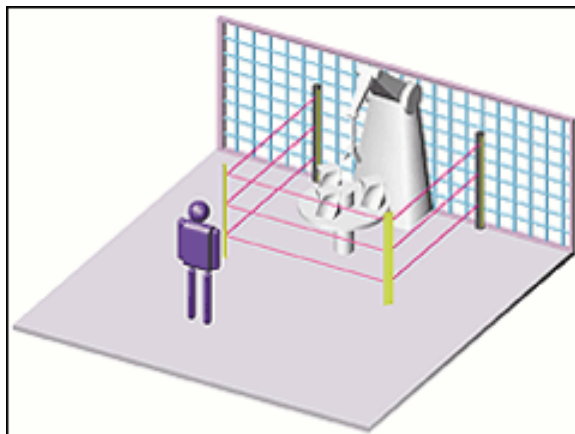
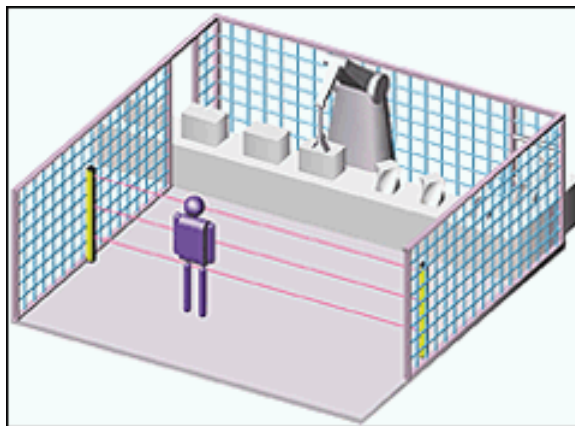
Bezdotykowe urządzenia ochronne wykorzystują zmiany pola optycznego, elektrostatycznego, elektromagnetycznego lub innego rodzaju.



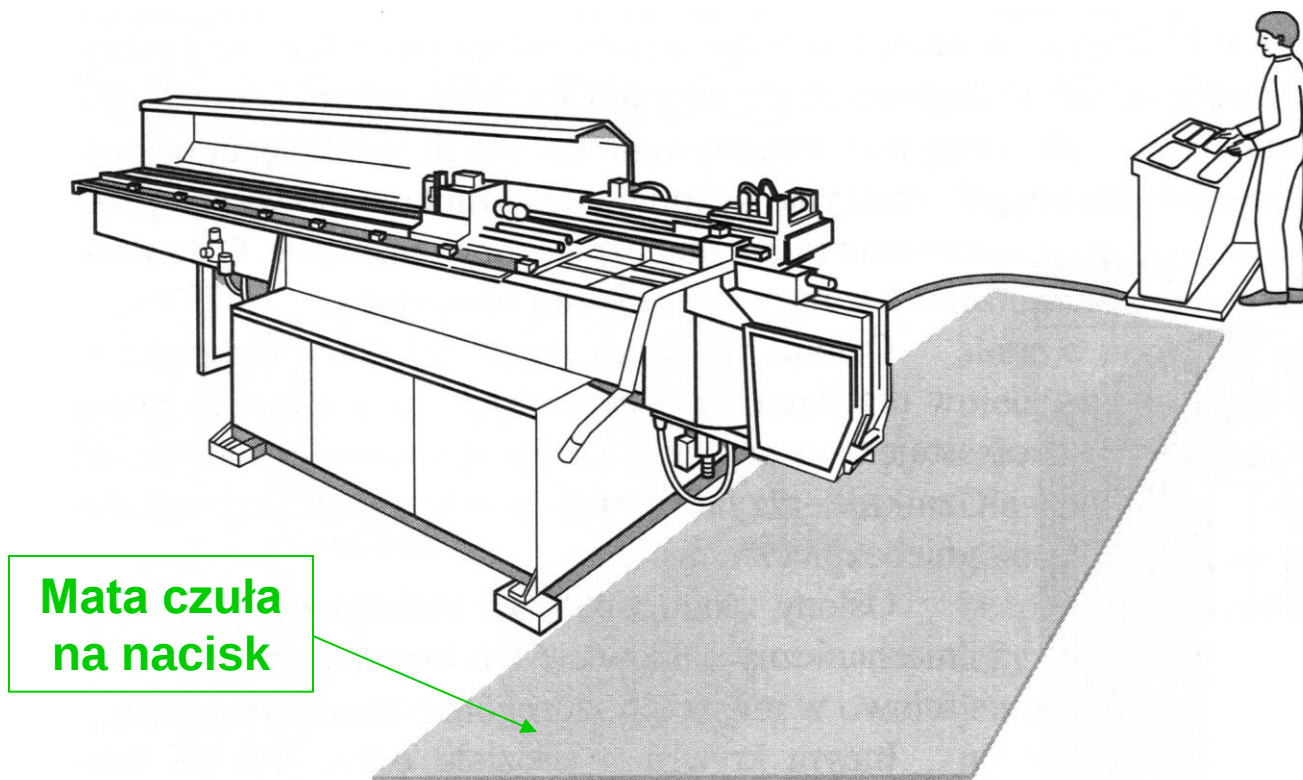
Są stosowane jako środki ochrony zbiorowej i instalowane w pobliżu linii produkcyjnych, stanowisk robotów itp.

Ich podstawowym zadaniem jest sygnalizowanie naruszenia chronionej strefy do innych urządzeń (zwykle w celu wstrzymania ruchu maszyn i alarmowania).

# Bariery świetlne

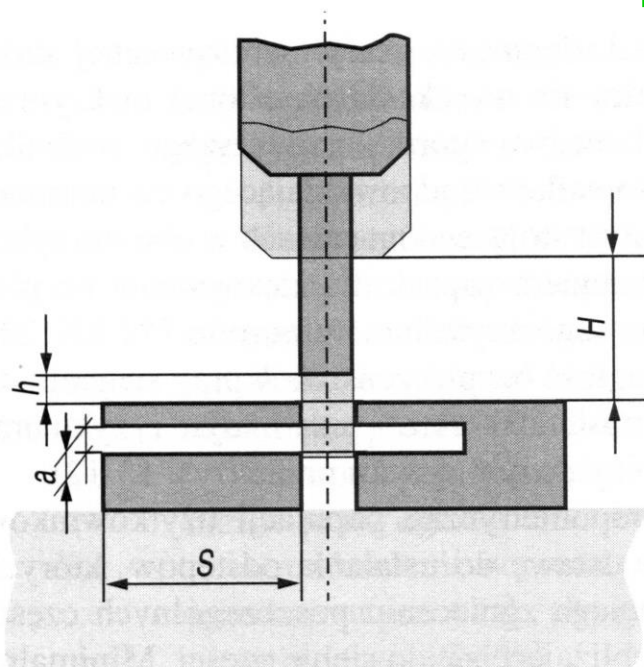


# Ochronne urządzenia odległościowe



# Bezpieczna konstrukcja narzędzi

## Przykład rozwiązania konstrukcyjnego wykrojnika



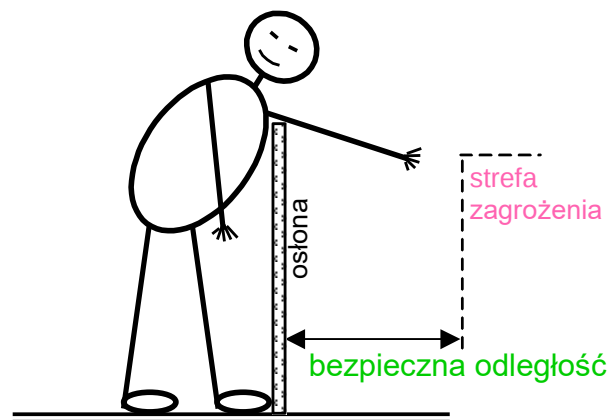
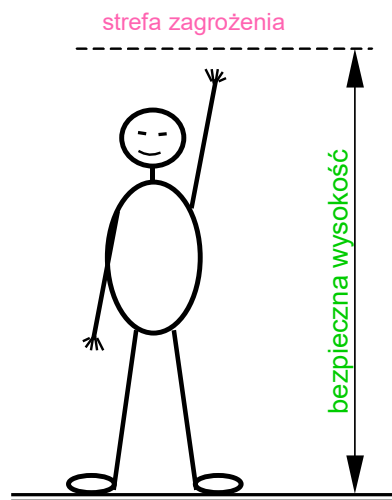
PN-EN 294

PN-EN 349

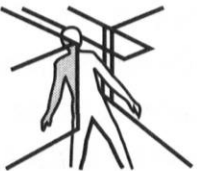
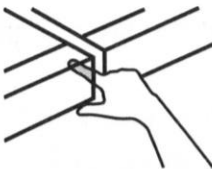
$h \leq 6$   
 $H \geq 25$

|          |   |    |    |    |
|----------|---|----|----|----|
| $a \leq$ | 4 | 6  | 8  | 10 |
| $S \geq$ | 2 | 10 | 20 | 80 |

# Ochrona pracownika za pomocą odległości bezpieczeństwa



# Odległości bezpieczeństwa chroniące przed zgnieceniem

| Część ciała    | Minimalny odstęp, mm | Ilustracja                                                                          | Część ciała | Minimalny odstęp, mm | Ilustracja                                                                            |
|----------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Tułów          | 500                  |    | Palce stóp  | 50                   |    |
| Głowa          | 300                  |    | Ramię       | 120                  |    |
| Kończyna dolna | 180                  |   | Ręka        | 100                  |   |
| Stopa          | 120                  |  | Palec ręki  | 25                   |  |

**PN-EN-349**

# Odrzut obrabianego przedmiotu

posuw ręczny lub półmechanizowany  
bardzo duże prędkości obrotowe narzędzia

w procesie skrawania:

- nagły wzrost oporów skrawania, nagłe zahamowanie
- narzędzia przez obrabiany przedmiot
- uderzenia narzędzia o obrabiany przedmiot

**struganie drewna na strugarce**

**frezowanie frezem tarczowym**



Nagły wzrost oporów skrawania wskutek  
niejednorodnych wtrąceń w strukturze drewna, tzw.  
twardzieli (sęki, zmiany kierunku słoików w drewnie itp.)

# Położenie stanowiska pracy względem poziomu odniesienia

**Poziom odniesienia – poziom, na którym pracownik pracuje i względem którego określana jest wysokość upadku na niższy poziom.**

**Poziomem odniesienia może być poziom dachu, pomostu na rusztowaniu ale również poziom gruntu przy pracach ziemnych.**

**Praca na wysokości jest to praca wykonywana na powierzchni znajdującej się na wysokości co najmniej 1,0 m od poziomu odniesienia (podłogi, gruntu itp.).**



# Ochrona przed czynnikami niebezpiecznymi i szkodliwymi

**Środki ochrony indywidualnej** - są to środki przeznaczone do ochrony człowieka przed niebezpiecznymi i szkodliwymi czynnikami, występującymi pojedynczo lub łącznie w środowisku pracy, stanowiące jego osobiste wyposażenie,

**Środki ochrony zbiorowej** - są to środki przeznaczone do jednoczesnej ochrony grupy ludzi, w tym i pojedynczych osób, przed niebezpiecznymi i szkodliwymi czynnikami pojedynczo lub łącznie w środowisku pracy, będące rozwiązaniami technicznymi stosowanymi w pomieszczeniach produkcyjnych, maszynach i urządzeniach.

**Środki ochrony indywidualnej** powinny być stosowane wówczas, gdy istniejące zagrożenia nie mogą być usunięte przy zastosowaniu **środków ochrony zbiorowej**

# Środki ochronne przy pracy na wysokości:

- balustrady,
- siatki ochronne,
- uprząże ochronne.

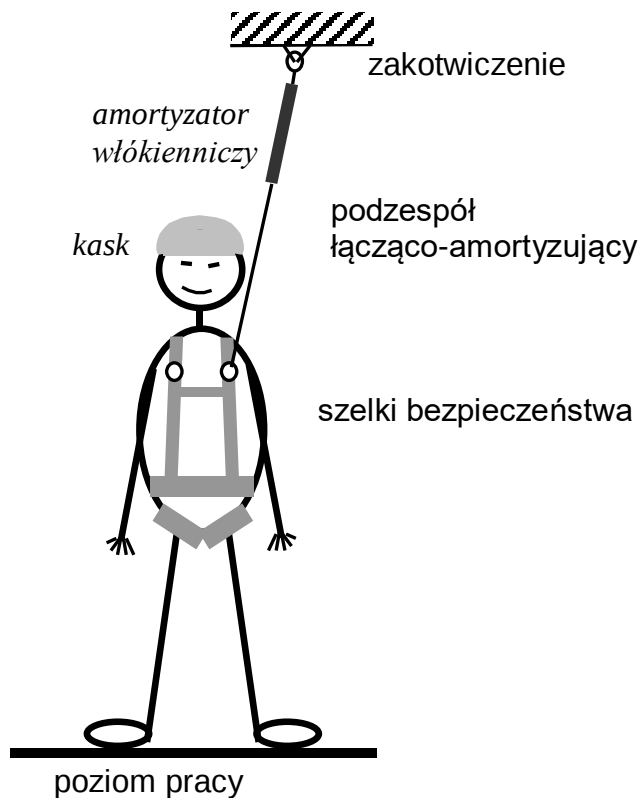


**Strefa niebezpieczna** powinna wynosić **1/10** wysokości, na której wykonywana jest praca ale nie mniej niż **6 m**.

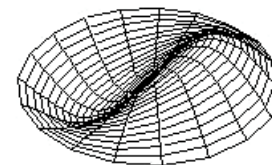
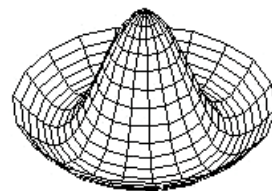
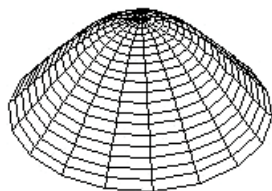
W strefie niebezpiecznej nie wolno umieszczać stanowisk pracy ani składować materiałów.

Przejścia przez strefę niebezpieczną powinny być osłonięte daszkami ochronnymi.

# Upręże bezpieczeństwa



# ZAGROŻENIA POWODOWANE PRZEZ DRGANIA MECHANICZNE



# Drgania mechaniczne



**czynnik fizyczny występujący w środowisku pracy**

- **czynnik uciążliwy**  
(utrudniający pracę lub obniżający zdolność do jej wykonywania)
- **czynnik szkodliwy**  
(powodujący stopniowe pogarszanie stanu zdrowia prowadzące do wystąpienia choroby zawodowej)
- **czynnik niebezpieczny**  
(powodujący natychmiastowe pogorszenie stanu zdrowia, czyli uraz).

# Wielkości i czynniki charakteryzujące drgania

(poziom ryzyka zawodowego związanego z  
narażeniem na drgania)

- natężenie drgań (wielkość charakteryzujące intensywność drgań),
- częstotliwość,
- rodzaj drgań,
- kierunek rozchodzenia się drgań,
- czas i rodzaj dziennej ekspozycji na drgania,
- okres, w którym występowało narażenie na działanie drgań.

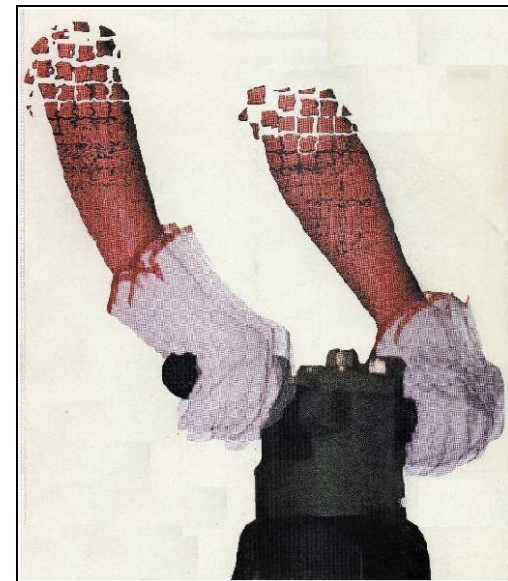


# Dwa rodzaje ekspozycji na wibrację

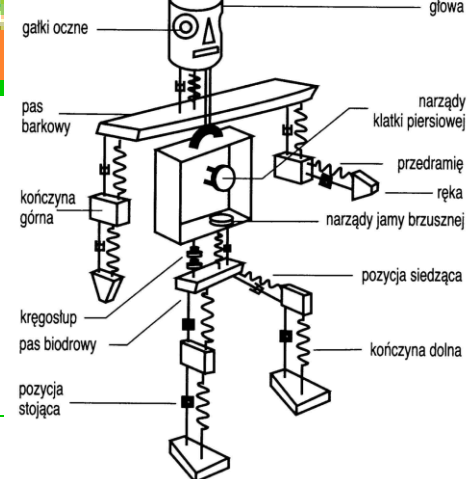


- drgania o oddziaływaniu ogólnym
- drgania o oddziaływaniu przez kończyny górne

**98%** chorób zawodowych  
powodowanych przez wibrację  
spowodowane drganiami  
przejmowanymi przez ręce



# Częstości rezonansowe narządów ciała człowieka



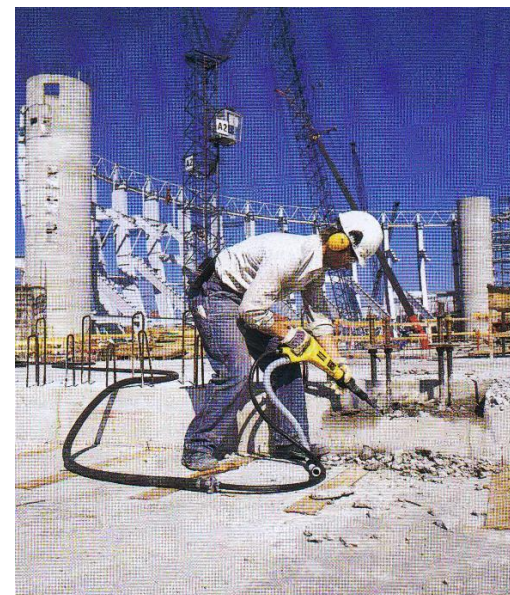
Rys. 11.1-6. Kinetyczny model ciała człowieka  
(J. T. Broch, 1980)

| Nazwa narządu             | Częstotliwość rezonansowa $f_r$ , Hz | Nazwa narządu            | Częstotliwość rezonansowa $f_r$ , Hz |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Głowa                     | 4,17 ÷ 25                            | Narządy jamy brzusznej   | 4,5 ÷ 10                             |
| Oczy                      | 60 ÷ 90                              | Wątroba                  | 3 ÷ 4                                |
| Szczeka                   | 6 ÷ 8                                | Pęcherz moczowy          | 10 ÷ 18                              |
| Krtąń, tchawica, oskrzela | 12 ÷ 16                              | Miednica                 | 5 ÷ 9                                |
| Narządy klatki piersiowej | 5 ÷ 9                                | Kończyny dolne           | 5                                    |
| Kończyny górne            | 3                                    | <b>Człowiek siedzący</b> | <b>5 ÷ 12</b>                        |
| Kręgosłup                 | 8                                    | <b>Człowiek stojący</b>  | <b>4 ÷ 6</b>                         |

# Skutki działania drgań na człowieka

Czas, po którym pojawiają się pierwsze zmiany chorobowe, a także ich zasięg zależą zarówno od stażu pracy jak i od czasu dziennej ekspozycji

- po kilku tygodniach narażenia mogą pojawić się zaburzenia czucia
- po kilku do kilkunastu miesiącach - zaburzenia krążenia krwi
- po kilku latach pracy w kontakcie z drganiami mogą pojawić się zmiany kostno-stawowe



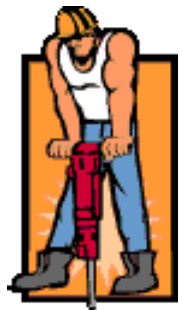
# Skutki działania drgań na człowieka

**Zaburzenia w układzie kostno-stawowym zmiany degeneracyjne w kościach i stawach zwyrodnienia i usztywnienia**

**Bolesne skurcze mięśni przedramion, rąk i podudzi to objaw zakłóceń czynności mięśni i ścięgien wywołane przeciwdziałaniem układu mięśniowego wymuszonym ruchom.**

**Problemy związane z funkcjonowaniem układu pokarmowego. Drgania powodują zaburzenia wydzielania soków trawiennych oraz pracy czynności trzustki i wątroby.**

**Drgania mechaniczne powodują również zakłócenia widzenia, mowy oraz zaburzenia błędnikowe ("choroba lokomocyjna", problemy z utrzymywaniem równowagi).**



# Skale obrażeń



# Skala obrażeń

numeryczna klasyfikacja typu i wielkości obrażeń

- **Skale anatomiczne**

anatomiczne położenie, rodzaj obrażenia, względna wielkość obrażeń opisuje skutki wypadku, efekt ( złamanie nogi, ręki itp.)  
Skrócona Skala Obrażeń AIS (Abbreviated Injury Scale).

- **Skala fizjologiczna**

opisuje stan pacjenta na podstawie funkcjonalnych zmian spowodowanych obrażeniami.

GCS (Glasgow Coma Scale) dla obrażeń głowy

*na podstawie trzech wskaźników: otwartych oczu, ustnej odpowiedzi, ruchowych reakcji.*

- **Skale zmniejszenia kalectwa i strat społecznych**

nie są oszacowane doznane obrażenia, lecz zmiany związane z urazami, wyznaczane ekonomicznymi wartościami

ICS (Injury Cost Scale), IPR (Injury Priority Rating) Szkoda (*Harm*).

# AIS (Abbreviated Injury Scale)

| <b>AIS</b> | <b>Wielkość obrażeń</b> | <b>Ang.</b>      |
|------------|-------------------------|------------------|
| 0          | brak obrażeń            | <i>no injury</i> |
| 1          | lekkie                  | <i>minor</i>     |
| 2          | umiarkowane             | <i>moderate</i>  |
| 3          | ciężkie                 | <i>serious</i>   |
| 4          | bardzo ciężkie          | <i>severe</i>    |
| 5          | krytyczne               | <i>critical</i>  |
| 6          | maksymalne              | <i>maximal</i>   |
| 9          | nieznane obrażenia      | <i>unknown</i>   |

# AIS (Abbreviated Injury Scale)

| AIS      | Głowa                                                                 | Klatka piersiowa                              | Brzuch                                                  | Kręgosłup                                                      | Miednica wraz z kończynami                                        |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | ból głowy, zawroty głowy                                              | złamanie pojedyncze jednego żebra             | powierzchnowa rana                                      | napięcie kręgosłupa (nie jest to złamanie ani przemieszczenie) | złamany palec                                                     |
| <b>2</b> | utrata świadomości na mniej niż 1 godz.                               | złamanie od 2 do 3 żeber oraz złamanie mostka | zranienie lub stłuczenie śledziony, nerek, albo wątroby | lekkie złamanie kręgosłupa bez uszkodzenia rdzenia kręgowego   | proste złamanie piszczeli, rzepki i miednicy                      |
| <b>3</b> | utrata świadomości od 1 do 6 godz., uczucie przygnębienia i załamanie | złamanie więcej niż 4 żeber                   | poważne uszkodzenie śledziony lub nerek                 | wypadnięcie dysku oraz uszkodzenie nerwu                       | złamana kość udowa, przemieszczenie kolana                        |
| <b>4</b> | utrata świadomości od 6 do 24 godz, otwarte złamanie                  | złamane żebra, odma płucna                    | poważne uszkodzenie wątroby                             | uszkodzenie rdzenia kręgowego                                  | urwanie lub zmiążdżenie nogi powyżej kolana, zmiążdżenie miednicy |
| <b>5</b> | utrata świadomości na więcej niż 24 godz., duża hemotoma              | uszkodzenie aorty (częściowy krwotok)         | poważne uszkodzenie nerek, wątroby lub okrężnicy        | quadriplegia                                                   | otwarte zmiążdżenie miednicy                                      |

# Glasgow Coma Scale

## – Skala Glasgow

**E + M + V = 3 do 15**

| <b>Eye Opening</b>          | <b>Otwieranie oczu</b>         | <b>E</b> |
|-----------------------------|--------------------------------|----------|
| spontaneous                 | sam                            | 4        |
| to speech                   | zapytany                       | 3        |
| to pain                     | reakcja na ból                 | 2        |
| no response                 | brak reakcji                   | 1        |
| <b>Best Motor Response</b>  | <b>Reakcja ruchowa</b>         | <b>M</b> |
| To Verbal Command:          | Na polecenie ustne             |          |
| obeys                       |                                | 6        |
| To Painful Stimulus:        | Stymulowany bólem              |          |
| localizes pain              | umiejszcawia ból               | 5        |
| flexion-withdrawal          | zginacze - wycofywanie         | 4        |
| flexion-abnormal            | zginacze – nienormalna reakcja | 3        |
| extension                   | prostowniki                    | 2        |
| no response                 | brak reakcji                   | 1        |
| <b>Best Verbal Response</b> | <b>Odpowiedź ustna</b>         | <b>V</b> |
| oriented and converses      | świadomy i rozmawia            | 5        |
| disoriented and converses   | zdezorientowany i rozmawia     | 4        |
| inappropriate words         | nieodpowiednie słowa           | 3        |
| incomprehensible sounds     | niezrozumiałe dźwięki          | 2        |
| no response                 | brak reakcji                   | 1        |

# Glasgow Coma Scale

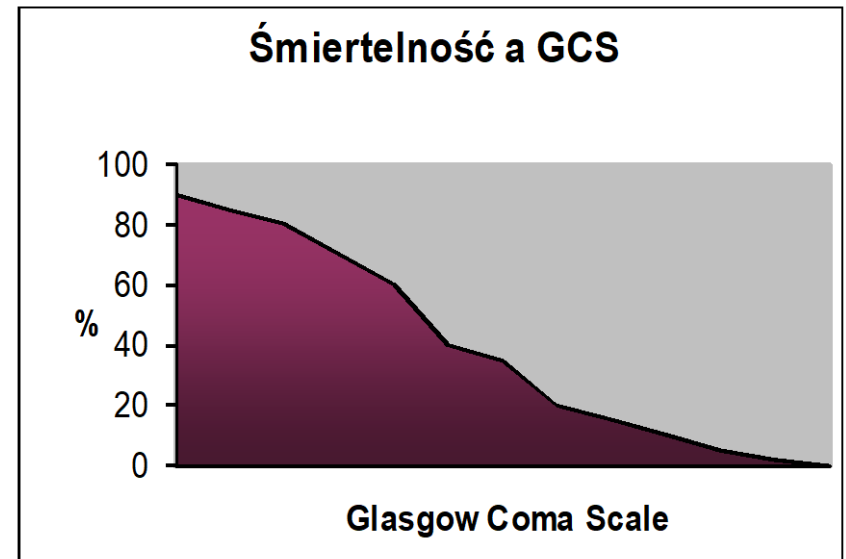
**E + M + V = 3 do 15**

**Wartość krytyczna 8 punktów (90% w śpiączce)**

**9-11 punktów obrażenia średnie**

**powyżej 12 obrażenia lekkie**

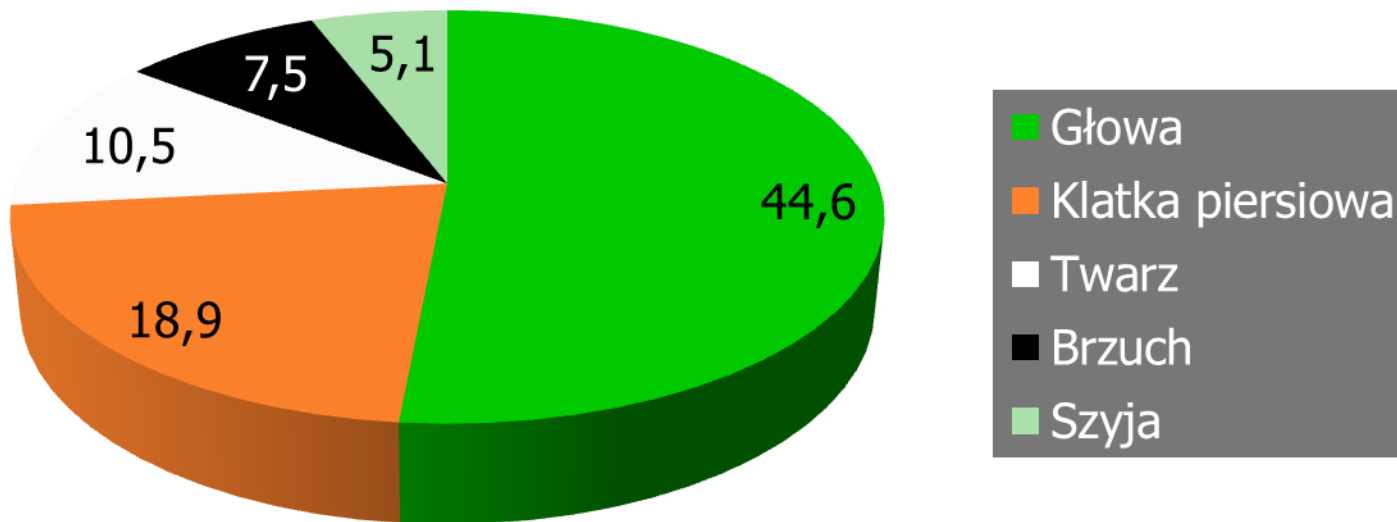
**wynik 8 lub mniej w ciągu 6 godzin. – 50% pacjentów umiera**



# IPR (Injury Priority Rating)

Utrata przewidywanych dochodów

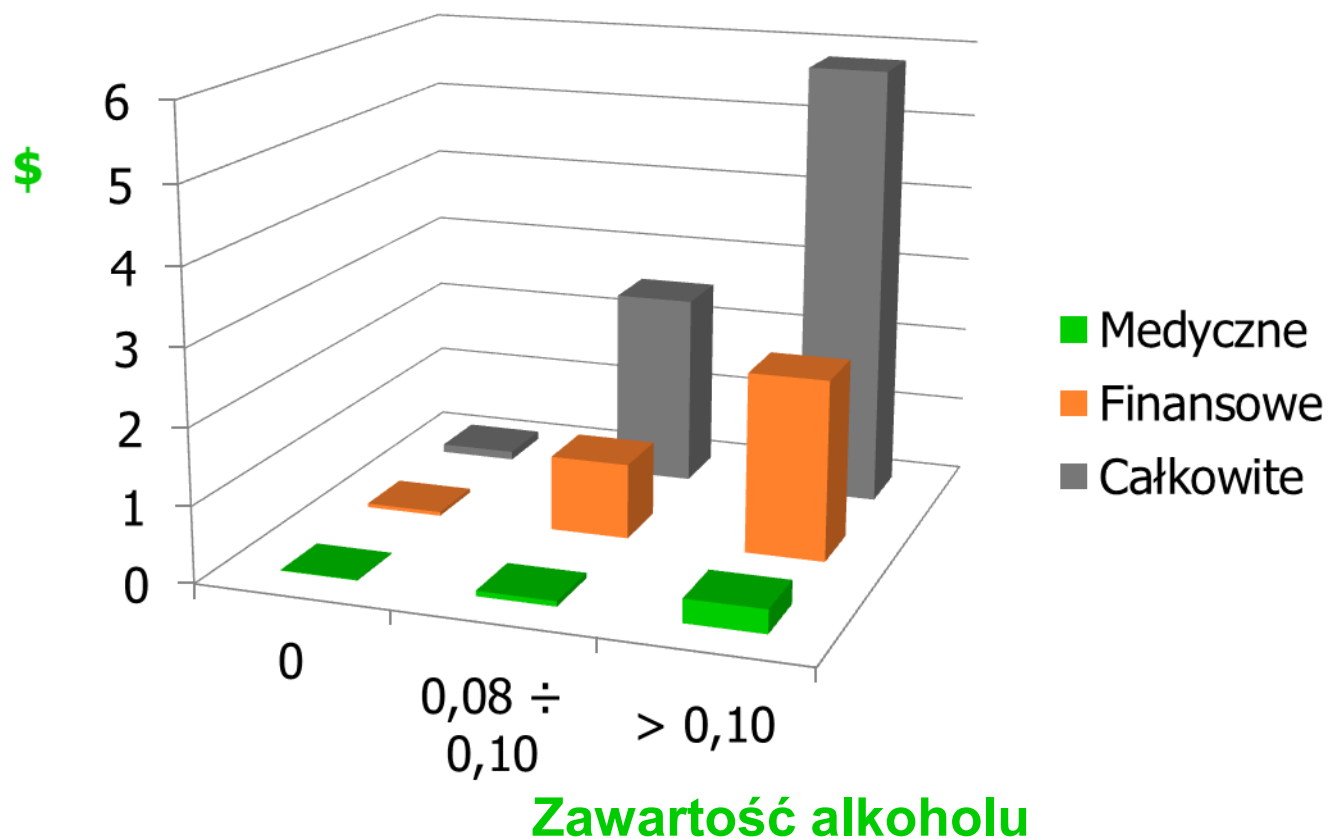
Rozkład kosztów w %



kierowcy i pasażerowie pojazdów  
w latach 1980-1981

# Koszty wypadków

## Koszty przejechania jednej mili



Koszty w dolarach USA z 1995 roku

# Koszty wypadków na jedną osobę poszkodowaną (1993)

| ALL VICTIMS                    | Victim Medical | Victim Work Loss | Public Services | Employer Costs | Travel Delay | Property Damage | Monetary  | Quality of Life | Comprehensive |
|--------------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------------|--------------|-----------------|-----------|-----------------|---------------|
| Police-Reported Severity       |                |                  |                 |                |              |                 |           |                 |               |
| K - Fatal                      | \$16,907       | \$808,673        | \$1,038         | \$7,264        | \$440        | \$9,695         | \$844,017 | \$1,514,227     | \$2,358,244   |
| A - Disabling                  | 13,244         | 21,362           | 257             | 1,088          | 192          | 3,818           | 39,961    | 90,023          | 129,984       |
| B - Evident                    | 2,910          | 7,150            | 167             | 452            | 186          | 3,245           | 14,110    | 21,381          | 35,491        |
| C - Possible                   | 1,569          | 4,097            | 109             | 253            | 158          | 2,456           | 8,642     | 10,206          | 18,848        |
| O - No Injury Observed         | 51             | 143              | 23              | 36             | 106          | 1,023           | 1,382     | 197             | 1,579         |
| UI - Injured, Severity Unknown | 4,334          | 8,667            | 160             | 488            | 177          | 3,021           | 16,847    | 26,068          | 42,915        |
| U - Unknown If Injured         | 815            | 1,547            | 51              | 120            | 122          | 1,461           | 4,116     | 5,321           | 9,437         |

|                        | medyczne |                 | Służby publiczne |                   | Opóźnienia w podróży |                   | finansowe |             | Jakość życia | całkowite |
|------------------------|----------|-----------------|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-----------|-------------|--------------|-----------|
| Śmiertelne             | 16,907   | \$808,673       | \$1,038          | \$7,264           | \$440                | \$9,695           | \$844,017 | \$1,514,227 | \$2,358,244  |           |
| Ciężkie                | 13,244   | 21,362          | 257              | 1,088             | 192                  | 3,818             | 39,961    | 90,023      | 129,984      |           |
| Umiarkowane (widoczne) | 2,910    | 7,150           | 167              | 452               | 186                  | 3,245             | 14,110    | 21,381      | 35,491       |           |
| Lekkie (możliwe)       | 1,569    | 4,097           | 109              | 253               | 158                  | 2,456             | 8,642     | 10,206      | 18,848       |           |
| Brak                   | 51       | 143             | 23               | 36                | 106                  | 1,023             | 1,382     | 197         | 1,579        |           |
|                        |          | Utrata zarobków |                  | Koszty pracodawcy |                      | Straty materialne |           |             |              |           |

# Injury Severity Score

ISS jest ogólnym wynikiem wielkości urazu dla pacjentów z wielokrotnymi obrażeniami

Z wyników AIS (Abbreviated Injury Scale) dla sześciu obszarów ciała: głowa, twarz, klatka piersiowa, jama brzuszna, kończyny, zewnętrzny, wybierane są trzy największe i obliczana jest suma ich kwadratów

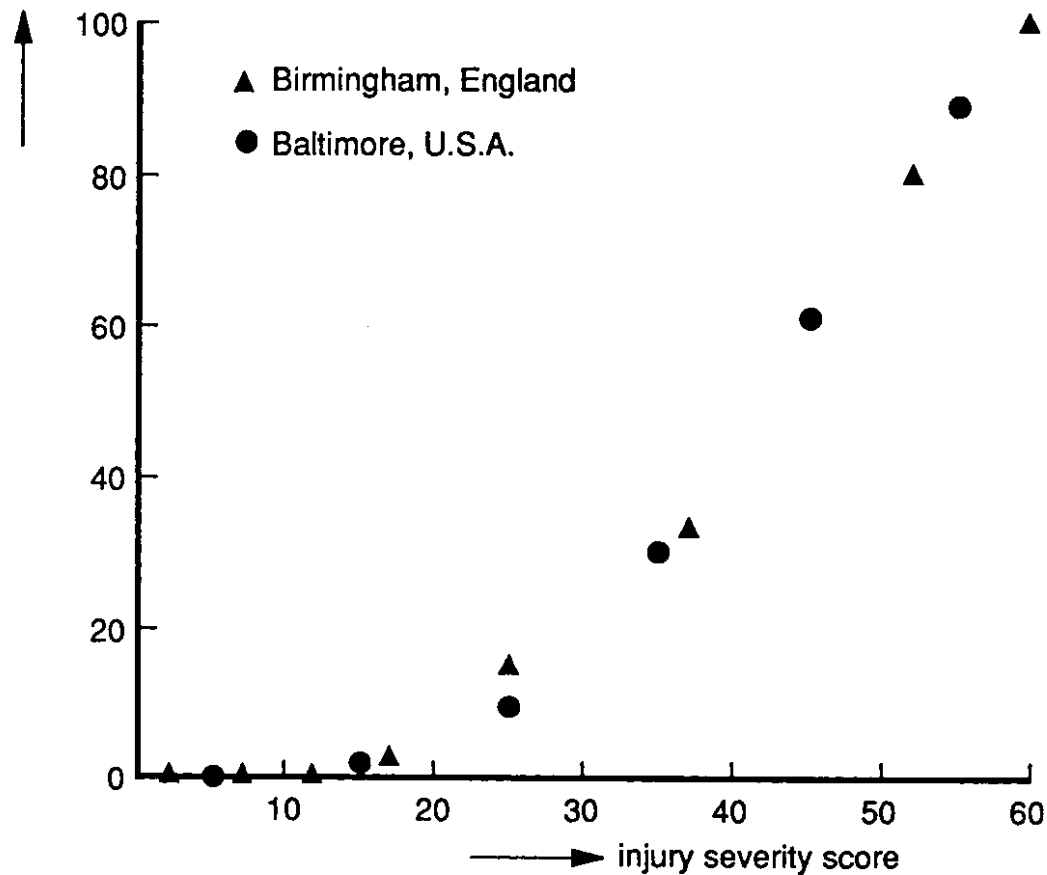
$$ISS = \#AIS^2 + \#AIS^2 + \#AIS^2$$

przykład obliczeń

jeżeli AIS wynosi 6 to ISS = 75

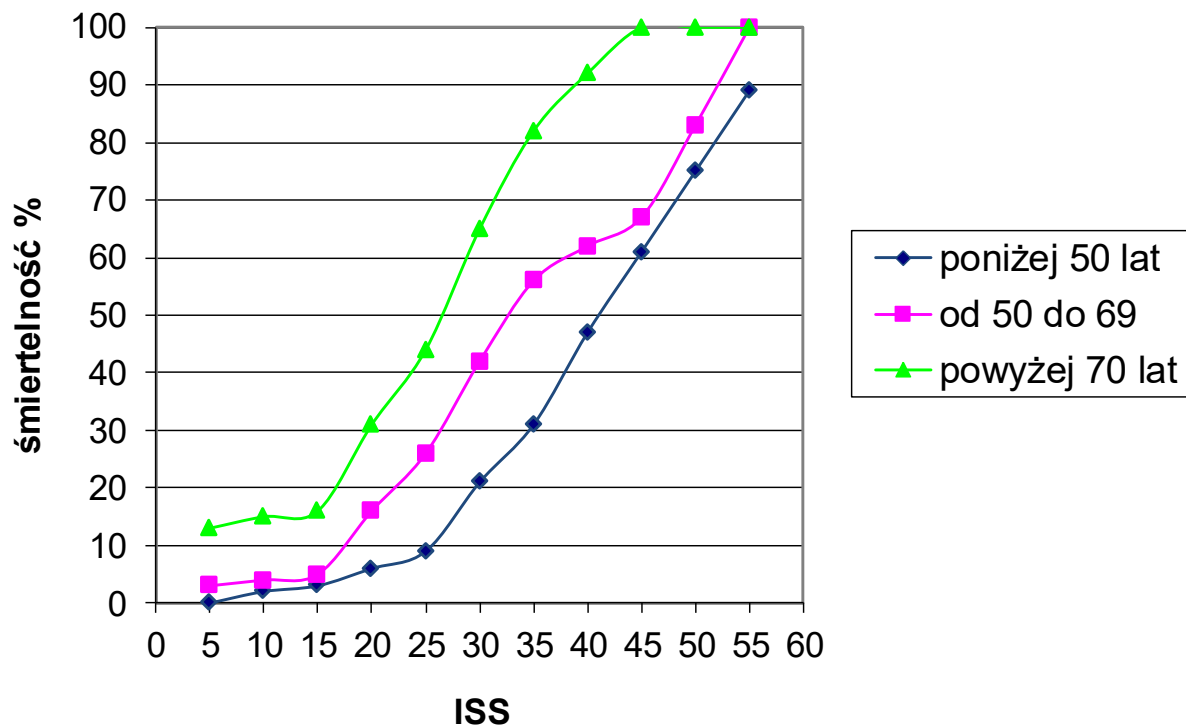
| Region                 | Opis obrażeń                                                | AIS    | Kwadrat trzech największych |
|------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------|
| Głowa i Szyja          | Wstrząs mózgu                                               | 3      | 9                           |
| Twarz                  | Bez obrażeń                                                 | 0      |                             |
| Klatka piersiowa       | Złamanie kilku żeber                                        | 4      | 16                          |
| brzuch                 | Lekkie uszkodzenie wątroby<br>rozległe rozerwanie śledziony | 2<br>5 | 25                          |
| Kończyny               | Złamanie kości udowej                                       | 3      |                             |
| Zewnętrzny             | Bez obrażeń                                                 | 0      |                             |
| Injury Severity Score: |                                                             |        | 50                          |

# Injury Severity Score



# ISS (Injury Severity Score)

$ISS = AIS^2(\text{najwyższy wynik}) + AIS^2(\text{drugi od góry wynik}) + AIS^2(\text{trzeci od góry wynik})$



**Skala ISS** po uwzględnieniu wieku pacjentów wykazuje bardzo dobry związek (wysoki współczynnik korelacji) z prawdopodobieństwem śmierci oraz innymi miarami obrażeń, np. czasem pobytu w szpitalu

# ICS (Injury Cost Scale)

Skale zmniejszenia kalectwa i strat społecznych

**Skala ICS wyznacza średnie koszty obrażeń**

Baza danych niemieckiej firmy ubezpieczeniowej

Analiza dotyczy wypadków w 1985r.

1026 osób zabitych i 15407 rannych

**ICS** - koszty leczenia i rehabilitacji (niezdolność do pracy, wypłaty świadczeń dla niepełnosprawnych, itp.)

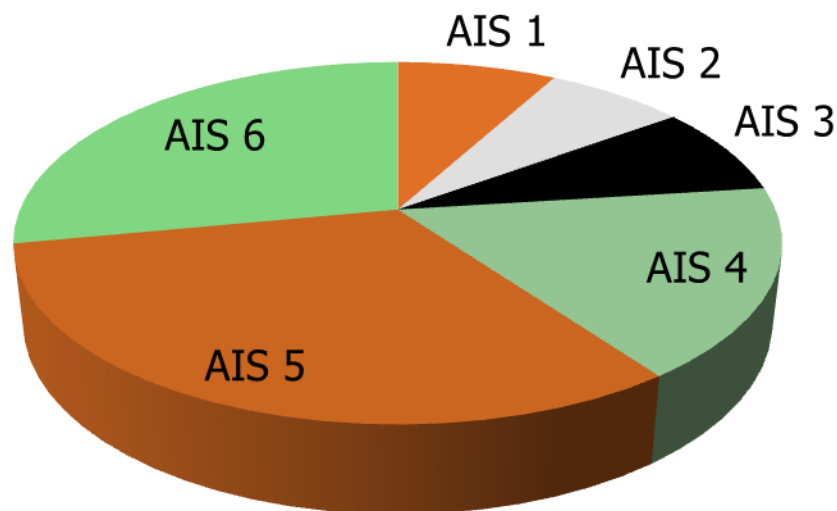
**ICSL** = **ICS** + koszty związane ze śmiertelnymi wypadkami  
(Injury Cost Scale Lethal)

# 10 najbardziej kosztownych obrażeń według skali ICSL

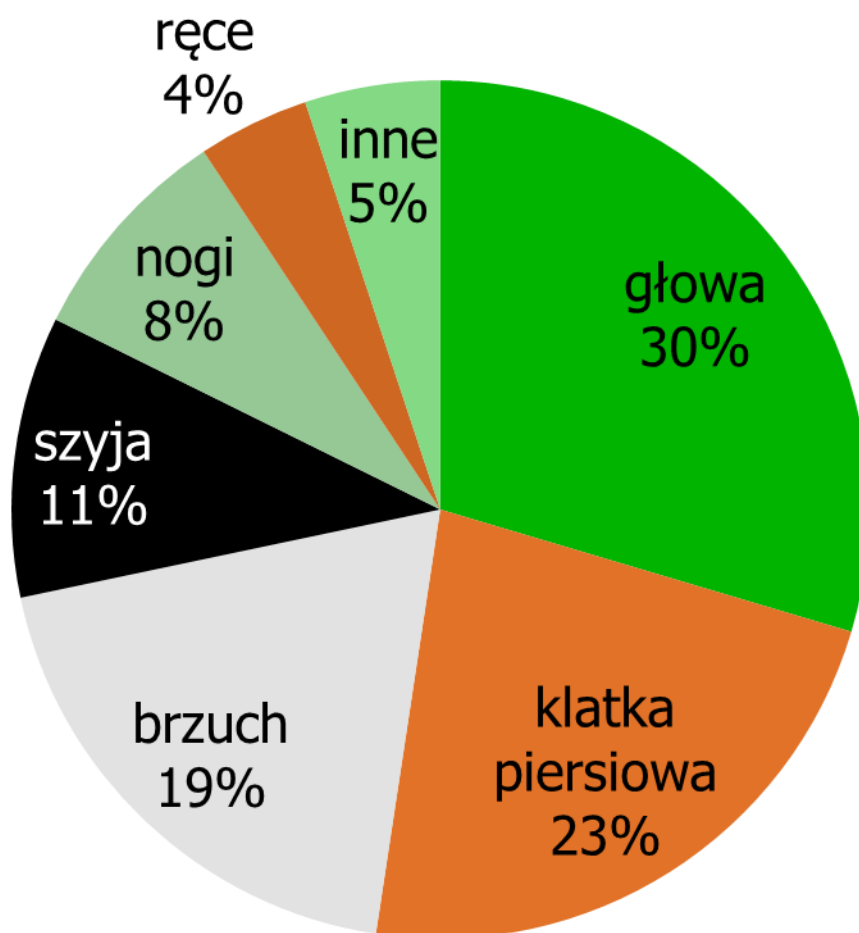
| <b>Obrażenia</b>                                                  | <b>Koszt społeczny<br/>w milionach \$</b> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1. urazy mózgu                                                    | 225                                       |
| 2. zamknięte złamanie stawu biodrowego, miednicy lub kości udowej | 120                                       |
| 3. złamanie kręgosłupa                                            | 98                                        |
| 4. zamknięte złamanie podudzia                                    | 79                                        |
| 5. zamknięte złamanie stopy                                       | 48                                        |
| 6. zamknięte złamanie ramienia                                    | 45                                        |
| 7. otwarte złamanie podudzia                                      | 45                                        |
| 8. wstrząs mózgu                                                  | 39                                        |
| 9. zamknięte złamanie kości promieniowej                          | 34                                        |
| 10. urazy kolana                                                  | 19                                        |

# Koszty związane z urazami

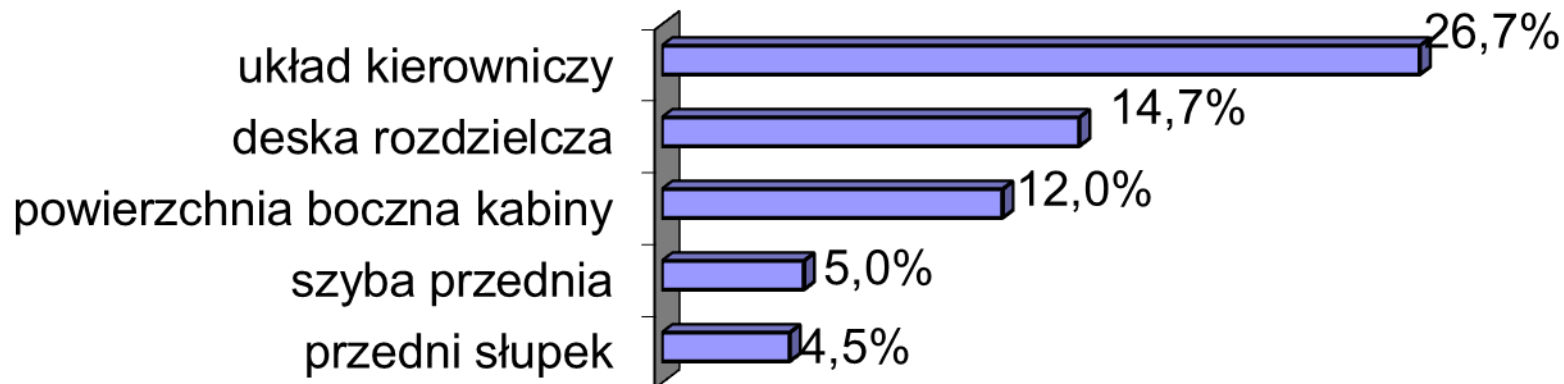
| Stopień skali AIS | Liczba przypadków tys. osób | Średni koszt tys. dol. | Harm – Strata mld. dol. | Udział procentowy |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|
| AIS 1             | 2826                        | 0,7                    | 1,9                     | 8%                |
| AIS 2             | 386                         | 3,9                    | 1,6                     | 7%                |
| AIS 3             | 174                         | 10,2                   | 1,9                     | 8%                |
| AIS 4             | 36,0                        | 107,1                  | 4,0                     | 17%               |
| AIS 5             | 28,5                        | 264,5                  | 7,4                     | 32%               |
| AIS 6             | 21,4                        | 307,8                  | 6,5                     | 28%               |



# Rozłożenie strat finansowych na poszczególne obszary ciała



# Elementy samochodu powodujące największą Szkodę



# Podnoszenie i przenoszenie ciężarów



# Przenoszenie ciężaru przez jednego pracownika

Masa przedmiotów przemieszczanych nie może przekraczać (NORMY DOTYCZĄCE MĘŻCZYŹN):

- 1) 30 kg - przy pracy stałej,
- 2) 50 kg - przy pracy dorywczej (do 4 razy na godzinę w czasie zmiany roboczej).

Ręczne przemieszczanie przedmiotów o kształtach okrągłych:

- 1) 300 kg –po terenie poziomym,
- 2) 50 kg – wtaczanie na pochylnię.

# Masa przedmiotów przemieszczanych nie może przekraczać (NORMY DOTYCZĄCE KOBIET)

- 1) 12 kg - przy pracy stałej,
- 2) 20 kg - przy pracy dorywczej (do 4 razy na godzinę w czasie zmiany roboczej).

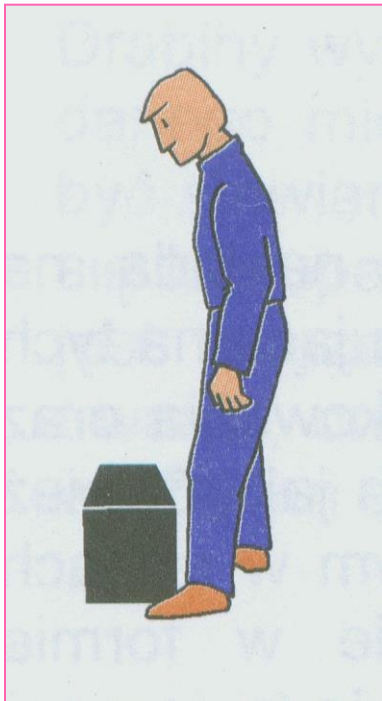
Ręczne przenoszenie pod górę – po pochylniach, schodach itp.

- 1) 8 kg - przy pracy stałej,
- 2) 15 kg - przy pracy dorywczej

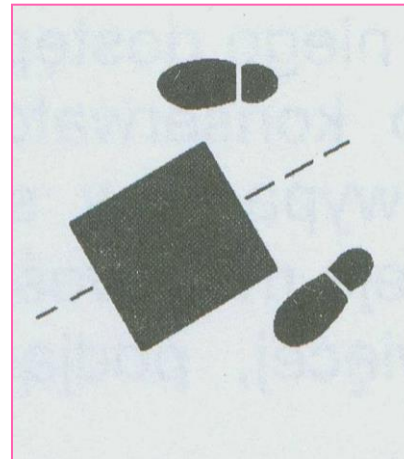
Załącznik do rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r.  
Wykaz prac szczególnie uciążliwych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet.

# Technika podnoszenia i przenoszenia ładunku

**Zatrzymaj się i pomyśl:**

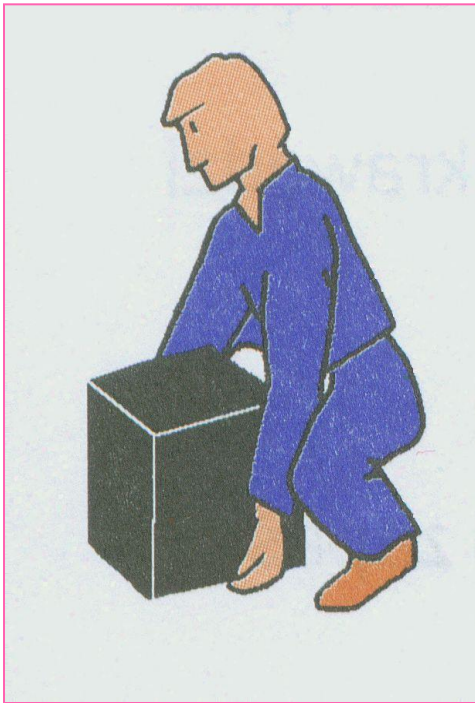


- ✓ zaplanuj czynność podnoszenia,
- ✓ poproś o pomoc, jeśli to konieczne,
- ✓ usuń to, co może ci przeszkadzać,



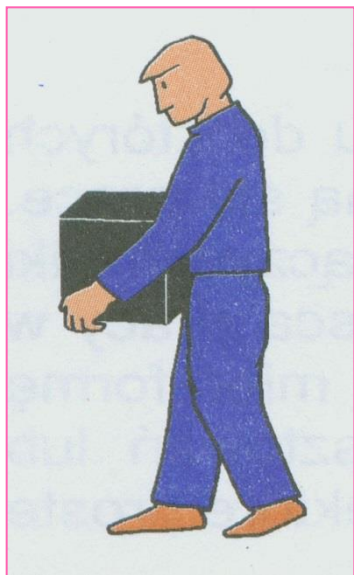
- ✓ ustaw odpowiednio stopy,

✓ uchwycić  
mocno  
ładunek,

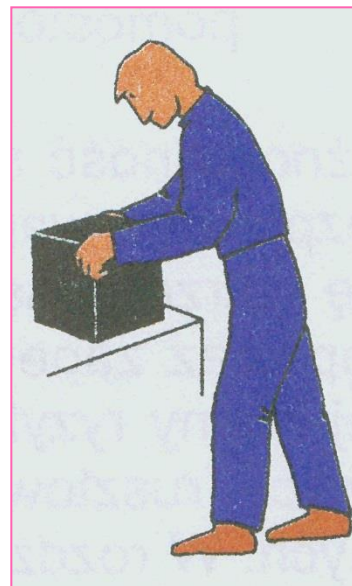


✓ nie wykonuj  
gwałtownych  
ruchów,





- ✓ zmieniaj pozycję wykorzystując stopy,
- ✓ trzymaj ładunek blisko ciała,



- ✓ najpierw połóż ładunek a dopiero potem nadaj mu odpowiednie położenie.

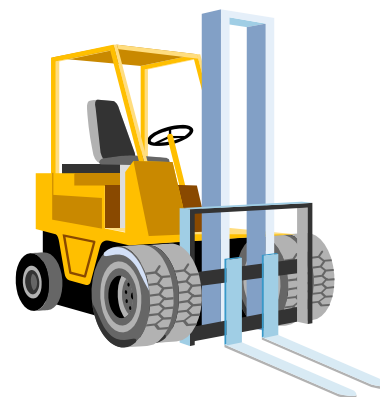
# Zespołowe przenoszenie przedmiotów,

których długość przekracza 4m i 30 kg powinno odbywać się pod warunkiem, że na jednego pracownika ciężar nie przekracza 25 kg przy pracy stałej i 42 kg przy pracy dorywczej.

Należy zapewnić:

- ✓ Dobór pracowników pod względem wzrostu i wieku oraz nadzór pracownika doświadczonego,
- ✓ Odstępy pomiędzy pracownikami, co najmniej 75cm,
- ✓ Sprzęt pomocniczy.

Niedopuszczalne jest przenoszenie ładunku o masie przekraczającej 500kg



# Zagrożenia

