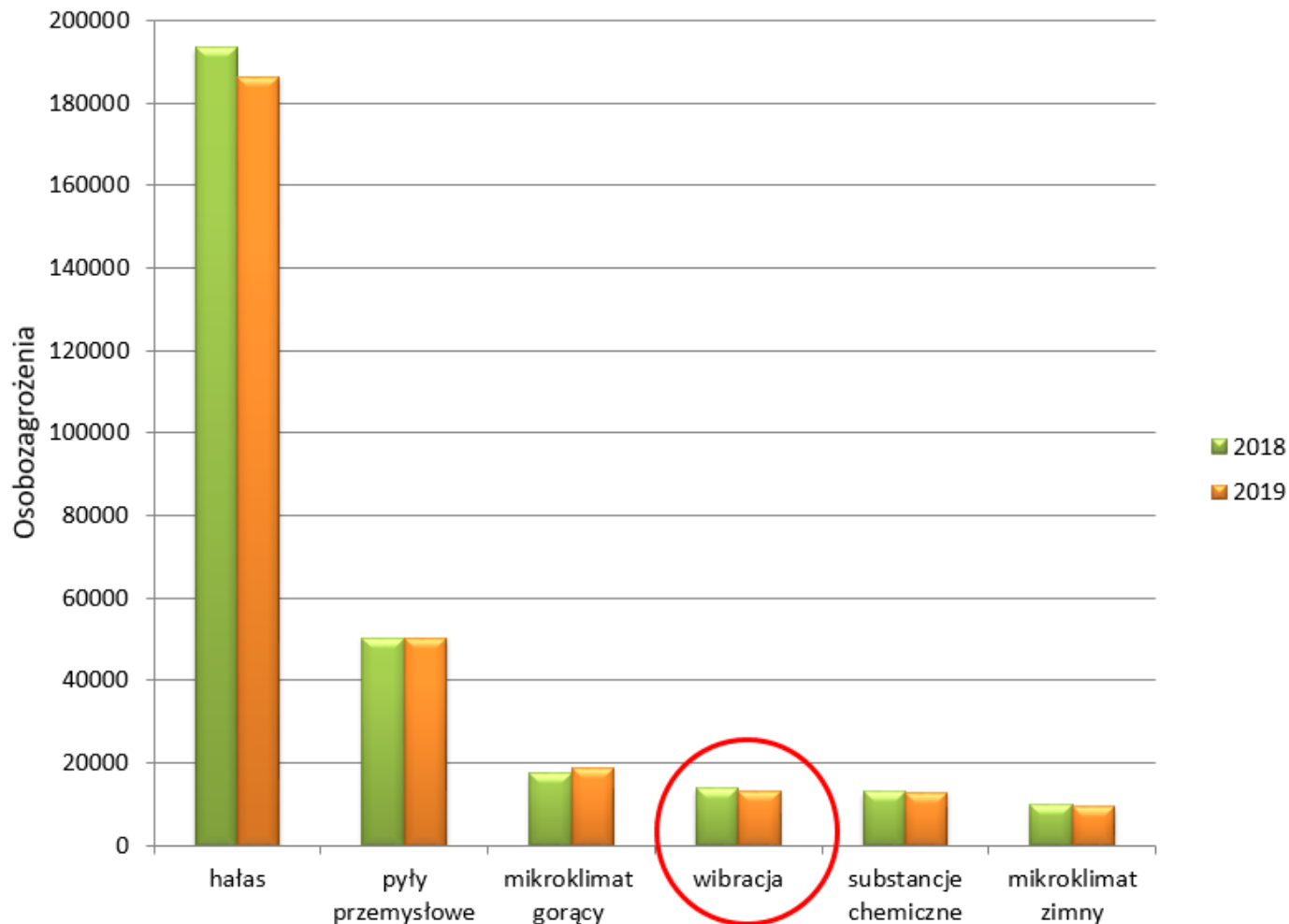


# DRGANIA MECHANICZNE W ŚRODOWISKU PRACY

zagrożenia i profilaktyka

## Zagrożenie drganiami mechanicznymi w środowisku pracy



Zatrudnieni w warunkach zagrożenia czynnikami szkodliwymi i niebezpiecznymi w latach 2018 - 2019 (dla czynników występujących w środowisku pracy).

# Oddziaływanie drgań mechanicznych na organizm człowieka

## Podział drgań mechanicznych:



- drgania działające na organizm człowieka przez kończyny górne (drgania miejscowe)

- drgania o działaniu ogólnym, wnikające do organizmu człowieka przez nogi, miednicę, plecy lub boki, nazywane(drgania ogólne)



## ZABURZENIA WYWOŁYWANE PRZEZ DRGANIA DZIAŁAJĄCE PRZEZ KONCZYNY GORNE - ZESPÓŁ WIBRACYJNY

(HAVS - Hand-Arm Vibration Syndrome)

- **postać naczyniowa lub naczyniowo – nerwowa**  
*tzw. choroba białych palców - VWF (Vibration White Finger)*
  - mechaniczne uszkodzenia ścian naczyń krwionośnych
  - zaburzenia w przepływie krwi
  - nieprawidłowa dystrybucja przepływu krwi między przepływ odżywczy i termoregulacyjny
  - napadowe skurcze naczyń krwionośnych powodowane zaburzeniami w tej dystrybucji
  - utrata czucia dotyku czucia wibracji, temperatury, drętwienie lub mrowienie palców i rąk oraz utrata sprawności manualnej, zmiany troficzne skóry w obszarze opuszek palców,
- **postać kostna lub kostno - stawowa**
  - zniekształcenia szpar stawowych
  - zwapnienia torebek stawowych
  - zmiany okostnej
  - zmiany w utkaniu kostnym
- **postać mieszana**

## Zaburzenia wywoływane działaniem drgań ogólnych

- **Zespół bólowy kręgosłupa**, będący następstwem zmian chorobowych, uznawany w niektórych krajach (np. w Belgii i Niemczech) za chorobę zawodową
- **Zaburzenia w czynnościach narządów wewnętrznych** są głównie wynikiem pobudzenia poszczególnych narządów do drgań rezonansowych. Najczęściej zmiany te wpływają na upośledzenie czynności układu pokarmowego (głównie żołądka i przełyku)
- **Zaburzenia w narządach rozrodczych, narządach klatki piersiowej, narządzie przedsionkowo-ślimakowym i narządach jamy nosowo-gardłowej.**

# SKUTKI SZKODLIWEGO ODDZIAŁYWANIA DRGAŃ NA ORGANIZM CZŁOWIEKA

**FUNKCJONALNE**

ZAKŁÓCENIA KOORDYNACJI RUCHÓW

WYDŁUŻENIE CZASU REAKCJI  
WZROKOWEJ

WYDŁUŻENIE CZASU REAKCJI  
RUCHOWEJ

NADMIERNE ZMĘCZENIE

**OBNIŻENIE JAKOŚCI  
WYKONYWANEJ PRACY**

**FIZJOLOGICZNE**

ZABURZENIA CZYNNOŚCI NARZĄDÓW  
WEWNĘTRZNYCH

ZMIANY W UKŁADZIE NERWOWYM

SCHORZENIA NACZYŃ KRWIONOŚNYCH

ZMIANY W UKŁADZIE KOSTNO  
STAWOWYM

ZABURZENIA CZYNNOŚCI MIĘŚNI I  
ŚCIĘGIEN

**ROZWÓJ ZMIAN  
CHOROBYCH**

**SKUTKI SPOŁECZNE I  
EKONOMICZNE**

## Parametry opisujące drgania miejscowe

suma wektorowa skutecznych skorygowanych przyspieszeń drgań

$$a_{hv,i} = \sqrt{a_{hwx,i}^2 + a_{hwy,i}^2 + a_{hwz,i}^2}$$

$$a_{hv,max} = \max \{ a_{hv,i} \} = \max \{ a_{hv_1}, a_{whv_2} \dots a_{whv_n} \}$$

gdzie:

$a_{hwx,i}$   $a_{hwy,i}$   $a_{hwz,i}$  , są wartościami przyspieszenia drgań zmierzonymi dla kierunków x, y i z przy wykonywaniu i-tej czynności

## Parametry opisujące drgania miejscowe

### 8-godzinna (dzienna) ekspozycja na drgania

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n a_{hv_i}^2 \cdot t_i}$$

gdzie :

$n$  – liczba czynności wykonywanych w narażeniu na drgania,

$i$  – numer kolejnej czynności wykonywanej w narażeniu na drgania,

$a_{hv_i}$  – suma wektorowa, skutecznych skorygowanych przyspieszeń drgań dla  $i$ -tej czynności

$t_i$  – czas wykonywania  $i$ -tej czynności,

$T$  – 480 minut (czas odniesienia - 8 godzin)



## Parametry opisujące drgania ogólne

wartość dominująca skutecznych skorygowanych przyspieszeń drgań

$$a_{w,max} = \max \{ a_{wl_i} \} = \max \{ a_{wl_1}, a_{wl_2} \dots a_{wl_n} \}$$

gdzie:

$n$  – liczba wykonywanych czynności w narażeniu na drgania,

$i$  – numer czynności wykonywanej w narażeniu na drgania,

$l$  – kierunek drgań (x, y lub z),

$a_{wl_i}$  – skuteczne, skorygowane przyspieszenia drgań wyznaczone dla kierunku  $l$  z uwzględnieniem właściwych współczynników kierunkowych ( $1,4a_{wxi}$ ,  $1,4a_{wyi}$ ,  $a_{wzi}$ )

## Parametry opisujące drgania ogólne

### 8-godzinna (dzienna) ekspozycja na drgania

$$A(8)_l = k_l \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n a_{wl_i}^2 \cdot t_i}$$

gdzie:

$n$  – liczba wykonywanych czynności w narażeniu na drgania,

$i$  – numer czynności wykonywanej w narażeniu na drgania,

$l$  – kierunek drgań (x, y lub z),

$k_l$  - współczynnik kierunkowy ( $k_x = k_y = 1,4$  ;  $k_z = 1$ )

$t_i$  – czas wykonywania i-tej czynności,

$a_{wl_i}$  – skuteczne, skorygowane przyspieszenia drgań wyznaczone dla kierunku  $l$  z uwzględnieniem właściwych współczynników kierunkowych ( $1,4a_{wxi}$ ,  $1,4a_{wyi}$ ,  $a_{wzi}$ )

## Wartości progów działania – drgania miejscowe

Rodzaj drgań	Wielkość charakteryzująca drgania mechaniczne w środowisku pracy	Wartość progu działania
drgania działające przez kończyny górne (drgania miejscowe)	Ekspozycja dzienna $A(8)$ wyrażona w postaci równoważnej energetycznie dla 8 godzin działania sumy wektorowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań, wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych ( $a_{hwx}$ , $a_{hwy}$ , $a_{hwz}$ )	<b>2,5 m/s<sup>2</sup></b>

## Wartości progów działania – drgania ogólne

Rodzaj drgań	Wielkość charakteryzująca drgania mechaniczne w środowisku pracy	Wartość progu działania
drgania o działaniu ogólnym (drgania ogólne)	Ekspozycja dzienna $A(8)$ wyrażona w postaci równoważnego energetycznie dla 8 godzin działania skutecznego, ważonego częstotliwościowo przyspieszenia drgań, dominującego wśród przyspieszeń drgań, wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych z uwzględnieniem właściwych współczynników ( $1,4a_{wx}$ , $1,4a_{wy}$ , $a_{wz}$ )	<b>0,5 m/s<sup>2</sup></b>

## Wartości dopuszczalne (NDN) drgań mechanicznych

Rodzaj drgań	Wielkość charakteryzująca drgania mechaniczne w środowisku pracy	Wartość dopuszczalna
drgania działające przez kończyny górne (drgania miejscowe)	Dzienna ekspozycja na drgania, $A(8)$	<b>2,8 m/s<sup>2</sup></b>
	Krótkotrwała ekspozycja na drgania, $a_{hv, 30min}$	<b>11,2 m/s<sup>2</sup></b>
drgania o działaniu ogólnym (drgania ogólne)	Dzienna ekspozycja na drgania, $A(8)$	<b>0,8 m/s<sup>2</sup></b>
	Krótkotrwała ekspozycja na drgania, $a_{w, 30min}$	<b>3,2 m/s<sup>2</sup></b>

## Wartości dopuszczalne (NDN) drgań mechanicznych - młodociani

Rodzaj drgań	Wielkość charakteryzująca drgania mechaniczne w środowisku pracy	Wartość dopuszczalna
drgania działające przez kończyny górne (drgania miejscowe)	Dzienna ekspozycja na drgania, $A(8)$	<b>1,0 m/s<sup>2</sup></b>
	Krótkotrwała ekspozycja na drgania, $a_{hv, 30min}$	<b>4,0 m/s<sup>2</sup></b>
drgania o działaniu ogólnym (drgania ogólne)	Dzienna ekspozycja na drgania, $A(8)$	<b>0,19 m/s<sup>2</sup></b>
	Krótkotrwała ekspozycja na drgania, $a_{w, 30min}$	<b>0,76 m/s<sup>2</sup></b>

## Wartości dopuszczalne (NDN) drgań mechanicznych – kobiety w ciąży

Rodzaj drgań	Wielkość charakteryzująca drgania mechaniczne w środowisku pracy	Wartość dopuszczalna
drgania działające przez kończyny górne (drgania miejscowe)	Dzienna ekspozycja na drgania, $A(8)$	<b>1,0 m/s<sup>2</sup></b>
	Krótkotrwała ekspozycja na drgania, $a_{hv, 30min}$	<b>4,0 m/s<sup>2</sup></b>
drgania o działaniu ogólnym (drgania ogólne)	Dzienna ekspozycja na drgania, $A(8)$	<b>Praca wzbroniona</b>

# Obowiązki pracodawców wynikające z narażenia na drgania mechaniczne

## Podstawa prawna

Kodeks pracy,

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 1997 nr 129 poz. 844 z późniejszymi zmianami),

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na drgania mechaniczne lub drgania mechaniczne (Dz.U. 2005 nr 157 poz. 1318 z późniejszymi zmianami).

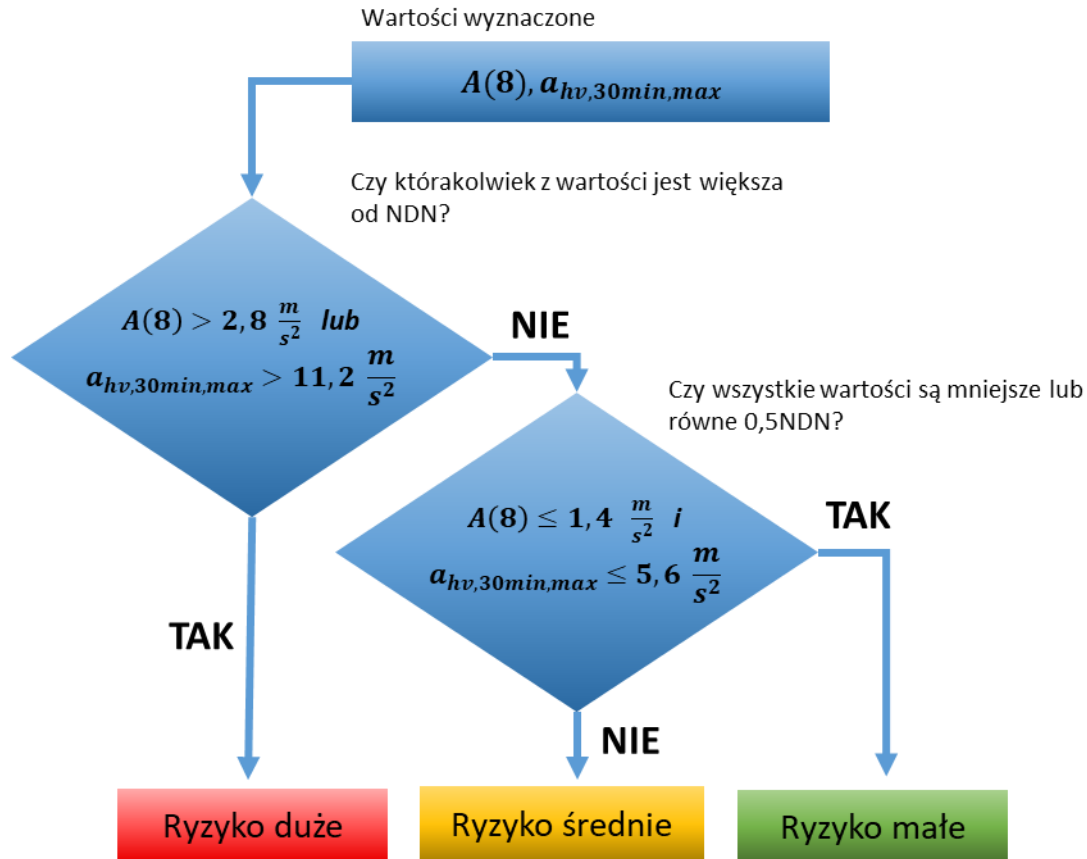


## Obowiązki pracodawców wynikające z narażenia na drgania mechaniczne

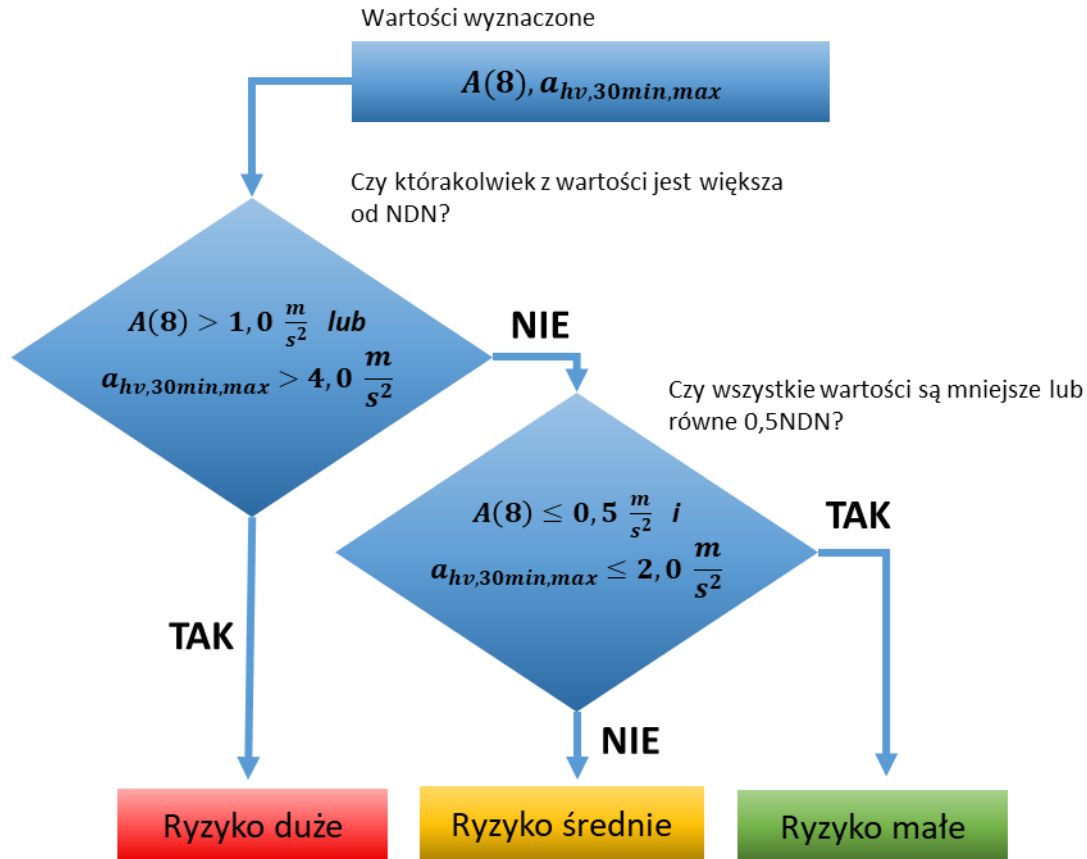
### **Pracodawca ma obowiązek:**

1. Dokonywać pomiarów wielkości charakteryzujących drgania mechaniczne w środowisku pracy i porównywać ich wyniki z wartościami NDN.
2. Po przekroczeniu progów działania planować i podejmować działania zmniejszające ryzyko zawodowe.
3. Oceniać ryzyko zawodowe związane z narażeniem pracowników na drgania mechaniczne.
4. Eliminować u źródła ryzyko zawodowe związane z narażeniem na drgania mechaniczne lub ograniczać je do możliwie najmniejszego poziomu.
5. W razie potrzeby oznaczać znakami bezpieczeństwa, wydzielać i ograniczać dostęp w miejscach pracy, w których wielkości charakteryzujące drgania mechaniczne przekraczają wartości NDN.
6. Pracownikom narażonym na działanie drgań mechanicznych zapewnić informacje i szkolenia w zakresie odnoszącym się do wyników oceny ryzyka zawodowego.

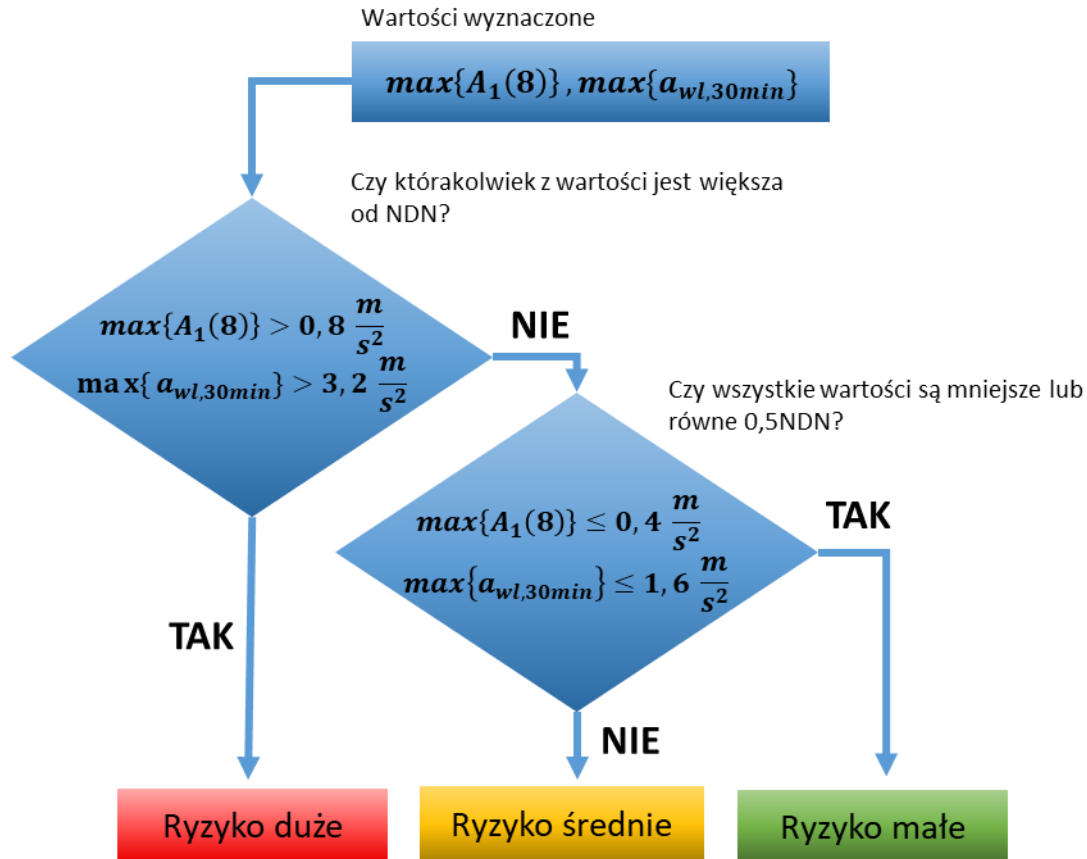
# Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na drgania miejscowe



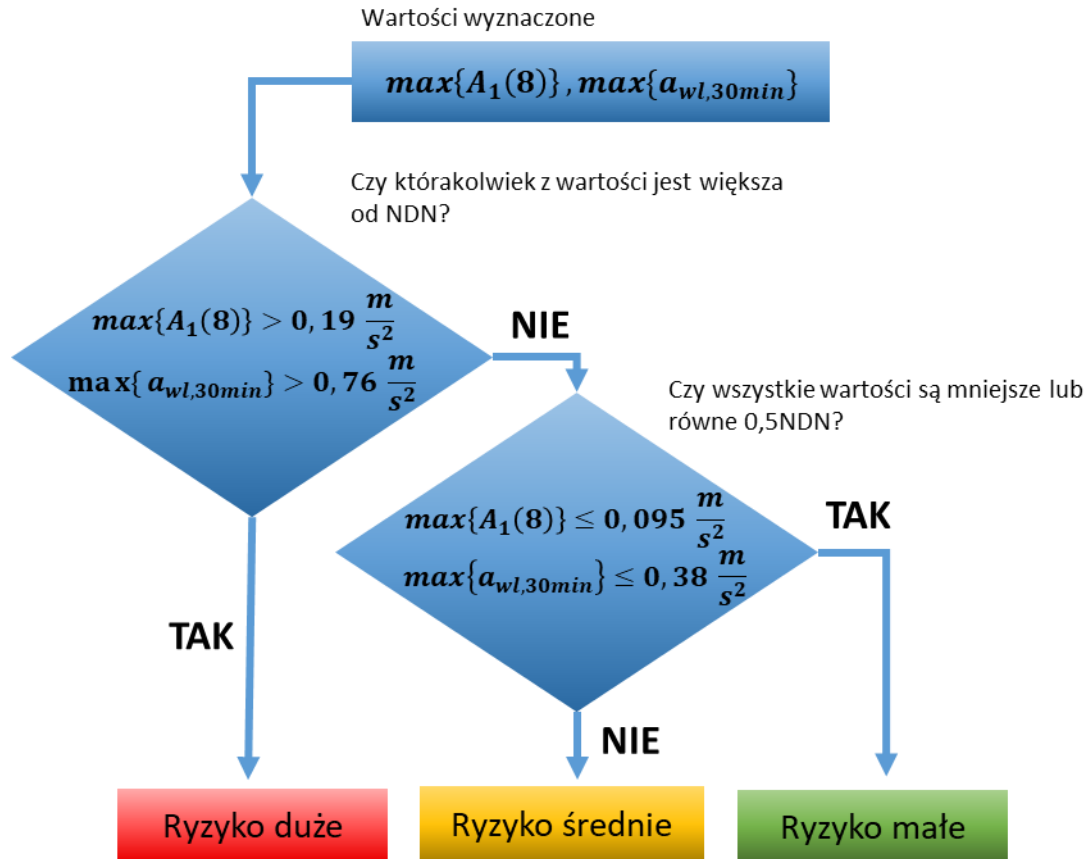
# Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na drgania miejscowe – młodociani i kobiety w ciąży



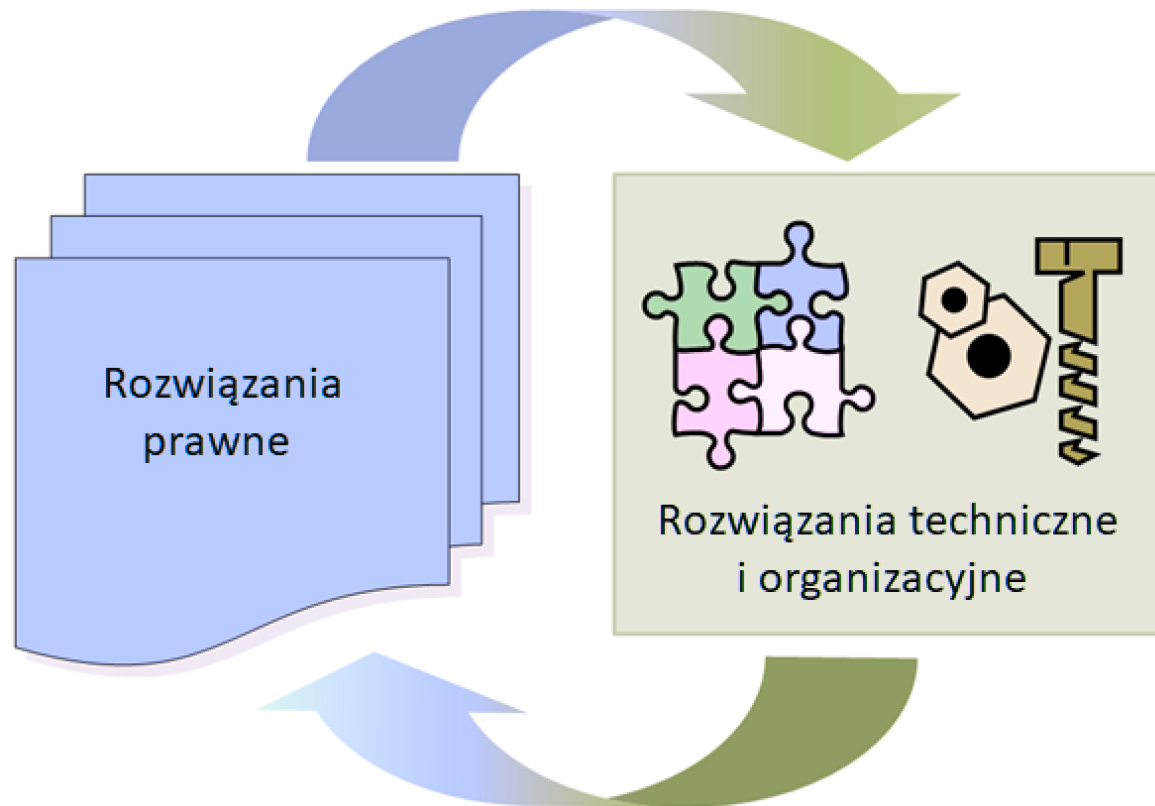
# Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na drgania ogólne



# Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na drgania ogólne - młodociani



# Ograniczanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na drgania mechaniczne



Powiązanie pomiędzy rozwiązaniami prawnymi oraz technicznymi i organizacyjnymi metodami zwalczania drgań mechanicznych

# Ograniczanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na drgania mechaniczne

## Metody ograniczania narażenia na drgania mechaniczne

1. Eliminacja zagrożenia poprzez jego redukcję u źródła powstawania,
2. Stosowanie środków ograniczających drgania na drodze propagacji, w tym stosowanie środków ochrony indywidualnej,
3. Automatyzacja procesów technologicznych i zdalne sterowanie źródłami drgań
4. Wprowadzanie dodatkowych układów redukcji drgań
5. Wykorzystywanie metod aktywnych i semi-aktywnych redukcji drgań
6. Wprowadzanie rozwiązań o charakterze organizacyjnym.

# Ograniczanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na drgania mechaniczne

## Redukcja drgań u źródła powstawania

- eliminacja nadmiernych luzów między współpracującymi elementami, wymiana zużytych elementów, wyrównywanie ruchomych części maszyn i urządzeń
- przeglądy techniczne
- stosowanie elementów izolujących i tłumiących drgania stanowiących elementy wyposażenia maszyny,
- konserwacja
- właściwe eksploatowanie maszyny (zgodnie z jej przeznaczeniem, w odpowiednich warunkach)



# Ograniczanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na drgania mechaniczne

## Środki ograniczające drgania na drodze ich propagacji

- wielowarstwowe konstrukcje tłumiąco-izolujące
- pokrycia tłumiąco-izolujące
- wibroizolatory
- maty antywibracyjnych
- platformy wibroizolacyjne
- dylatacje między fundamentami maszyn a otoczeniem

# Ograniczanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na drgania mechaniczne

**Środki ochrony indywidualnej** - rękawice wibroizolacyjne



# Ograniczanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na drgania mechaniczne

## Rozwiązania o charakterze organizacyjnym

- wprowadzeniu automatyzacji procesów i zdalnego sterowania,
- skracaniu czasu narażenia na drgania w ciągu dnia pracy,
- stosowanie przerw w pracy i rotacji na stanowiskach pracy,
- odpowiednie projektowanie i rozmieszczanie miejsc pracy,
- wydzielanie specjalnych pomieszczeń do odpoczynku,
- przesuwanie do pracy na innych stanowiskach osób szczególnie wrażliwych na działanie drgań,
- szkolenie pracodawców oraz pracowników,
- kontrolowaniu czynników sprzyjających rozwojowi zespołu wibracyjnego

## Profilaktyka medyczna

- Ze względu na duże zróżnicowanie wrażliwości ludzi na drgania mechaniczne, przy podejmowaniu pracy związanej z narażeniem na drgania konieczne jest przeprowadzanie badań lekarskich (w tym palestezjometrycznych). Osoby szczególnie wrażliwe nie powinny pracować np. jako drwale piłami łańcuchowymi, jako operatorzy młotów wibracyjnych itp.
- Okresowe kontrole lekarskie odgrywają ważną rolę w wykrywaniu wczesnych etapów zespołu wibracyjnego i mogą przyczynić się do zatrzymania jego dalszego rozwoju.