

**WYKAZ WARTOŚCI NAJWYŻSZYCH DOPUSZCZALNYCH NATĘŻEŃ FIZYCZNYCH CZYNNIKÓW
SZKODLIWYCH DLA ZDROWIA W ŚRODOWISKU PRACY**

A. Hałas i hałas ultradźwiękowy**1. Hałas**

- 1.1. Hałas w środowisku pracy jest charakteryzowany przez:
- a) poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy i odpowiadającą mu ekspozycję dzienną lub poziom ekspozycji na hałas odniesiony do przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w ustawie z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy, i odpowiadającą mu ekspozycję tygodniową (wyjątkowo w przypadku hałasu oddziałującego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach w tygodniu),
 - b) maksymalny poziom dźwięku A,
 - c) szczytowy poziom dźwięku C.
- 1.2. Dopuszczalne ze względu na ochronę słuchu wartości hałasu obowiązują jednocześnie i nie mogą przekraczać wartości podanych w pkt 1.3–1.5.
- 1.3. Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy nie może przekraczać 85 dB, a odpowiadająca mu ekspozycja dzienna nie może przekraczać wartości $3,64 \times 10^3 \text{ Pa}^2 \times \text{s}$ lub poziom ekspozycji na hałas odniesiony do przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w ustawie z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy, nie może przekraczać wartości 85 dB, a odpowiadająca mu ekspozycja tygodniowa nie może przekraczać wartości $18,2 \times 10^3 \text{ Pa}^2 \times \text{s}$.
- 1.4. Maksymalny poziom dźwięku A nie może przekraczać wartości 115 dB.
- 1.5. Szczytowy poziom dźwięku C nie może przekraczać wartości 135 dB.
- 1.6. Wartości podane w pkt 1.3–1.5 stosuje się, jeżeli inne szczegółowe przepisy nie określają wartości niższych.
- 1.7. Definicje pojęć i metody pomiaru hałasu określają Polskie Normy.

2. Hałas ultradźwiękowy

- 2.1. Hałas ultradźwiękowy na stanowiskach pracy jest charakteryzowany przez:
- a) równoważne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych od 10 do 40 kHz odniesione do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy lub równoważne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych od 10 do 40 kHz odniesione do przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w ustawie z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy (wyjątkowo w przypadku oddziaływania hałasu ultradźwiękowego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach w tygodniu),
 - b) maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych od 10 do 40 kHz.
- 2.2. Równoważne poziomy ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy, odniesione do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy lub przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w ustawie z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy, oraz maksymalny poziom ciśnienia akustycznego nie mogą przekraczać wartości podanych w tabeli 1.

Tabela 1.

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych [kHz]	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy lub przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w ustawie z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy [dB]	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego [dB]
10; 12,5; 16	80	100
20	90	110
25	105	125
31,5; 40	110	130

- 2.3. Wartości podane w tabeli 1 obowiązują jednocześnie.
- 2.4. Wartości podane w tabeli 1 stosuje się, jeżeli inne szczegółowe przepisy nie określają wartości niższych.
- 2.5. Definicje pojęć i metody pomiaru hałasu ultradźwiękowego określają Polskie Normy.

B. Drgania działające na organizm człowieka przez kończyny górne i drgania o ogólnym działaniu na organizm człowieka

1. Drgania działające na organizm człowieka przez kończyny górne

- 1.1. Drgania na stanowisku pracy działające na organizm człowieka przez kończyny górne są charakteryzowane przez:
 - a) ekspozycję dzienną, wyrażoną w postaci równoważnej energetycznie dla 8 godzin działania sumy wektorowej skutecznych, skorygowanych częstotliwościowo przyspieszeń drgań, wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych (a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz}),
 - b) ekspozycję trwającą 30 minut i krócej, wyrażoną w postaci sumy wektorowej skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych (a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz}).
- 1.2. Wartość ekspozycji dziennej nie może przekraczać $2,8 \text{ m/s}^2$.
- 1.3. Wartość ekspozycji trwającej 30 minut i krócej nie może przekraczać $11,2 \text{ m/s}^2$.
- 1.4. Wartości podane w pkt 1.2 i 1.3 stosuje się, jeżeli inne szczegółowe przepisy nie określają wartości niższych.
- 1.5. Definicje pojęć i metody pomiaru drgań działających na organizm człowieka przez kończyny górne określają Polskie Normy.

2. Drgania o ogólnym działaniu na organizm człowieka

- 2.1. Drgania na stanowisku pracy o ogólnym działaniu na organizm człowieka są charakteryzowane przez:
 - a) ekspozycję dzienną, wyrażoną w postaci równoważnego energetycznie dla 8 godzin działania skutecznego, skorygowanego 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) ekspozycję trwającą 30 minut i krócej, wyrażoną w postaci 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}).
- 2.2. Wartość ekspozycji dziennej nie może przekraczać $0,8 \text{ m/s}^2$.
- 2.3. Wartość ekspozycji trwającej 30 minut i krócej nie może przekraczać $3,2 \text{ m/s}^2$.
- 2.4. Wartości podane w pkt 2.2 i 2.3 stosuje się, jeżeli inne szczegółowe przepisy nie określają wartości niższych.
- 2.5. Definicje pojęć i metody pomiaru drgań o ogólnym działaniu na organizm człowieka określają Polskie Normy.

C. Mikroklimat

1. Mikroklimat gorący

- 1.1. Kryterium klasyfikacji środowiska termicznego do obszaru mikroklimatu gorącego jest wartość wskaźnika PMV (przewidywana ocena średnia) w zakresie powyżej +2,0.
- 1.2. Obciążenie termiczne w mikroklimacie gorącym określa się za pomocą wskaźnika WBGT wyrażonego w stopniach Celsjusza [$^{\circ}\text{C}$].
- 1.3. Wartości WBGT nie mogą przekraczać w ciągu 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy wartości dopuszczalnych podanych w tabeli 2.

Tabela 2.

Klasa tempa metabolizmu	Tempo metabolizmu		Wartości dopuszczalne WBGT			
	Odniesienie do jednostki powierzchni skóry, [W/m^2]	Całkowite (przy średniej powierzchni skóry $1,8 \text{ m}^2$), [W]	Osoba zaaklimatyzowana w środowisku gorącym [$^{\circ}\text{C}$]		Osoba niezaaklimatyzowana w środowisku gorącym [$^{\circ}\text{C}$]	
0 (spoczynek)	$M \leq 65$	$M \leq 117$	33		32	
1 (praca lekka)	$65 < M \leq 130$	$117 < M \leq 234$	30		29	
2 (praca średnio ciężka)	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	28		26	
3 (praca ciężka)	$200 < M \leq 260$	$360 < M \leq 468$	nieodczuwalny ruch powietrza	odczuwalny ruch powietrza	nieodczuwalny ruch powietrza	odczuwalny ruch powietrza
4 (praca bardzo ciężka)	$M > 260$	$M > 468$	25	26	22	23
			23	25	18	20

- 1.4. Definicje pojęć i metody pomiaru mikroklimatu gorącego określają Polskie Normy.

2. Mikroklimat zimny

2.1. Mikroklimat zimny odnosi się do warunków środowiska termicznego, dla których temperatura powietrza wynosi poniżej 10°C, a prędkość ruchu powietrza i jego wilgotność względna są większe odpowiednio od 0,1 ms⁻¹ i 5%.

2.2. Dopuszczalne wychłodzenie ogólne organizmu określa wartość wskaźnika IREQ_{min} i IREQ_{neutral} [m²·K·W⁻¹], które zależą od warunków środowiska termicznego, metabolizmu (wydatku energetycznego) oraz parametrów odzieży (izolacyjności i przepuszczalności powietrza).

2.3. Dopuszczalne wychłodzenie miejscowe organizmu określa wskaźnik t_{WC} [°C]. Wartości dopuszczalne czasu narażenia w zależności od wskaźnika t_{WC} określono w tabeli 3.

Tabela 3. Wartości dopuszczalne t_{WC}

Temperatura chłodzenia powietrzem t _{WC} [°C]	Dopuszczalny czas ekspozycji [min]
t _{WC} > -24	Ekspozycja ciągła
-24 ≥ t _{WC} > -34	Ekspozycja skrócona, określana zgodnie z równaniem: Czas ekspozycji = 50 · t _{WC} + 1730
-34 ≥ t _{WC} > -59	Ekspozycja skrócona, określana zgodnie z równaniem: Czas ekspozycji = 0,8 · t _{WC} + 57,2
t _{WC} ≤ -59	Ekspozycja zabroniona

2.4. Definicje pojęć oraz metody pomiaru i oceny mikroklimatu zimnego określają Polskie Normy.

D. Promieniowanie optyczne

1. Promieniowanie nielaserowe

1.1. Maksymalna dopuszczalna ekspozycja (MDE) – poziom promieniowania, na który w normalnych warunkach pracy mogą być ekspozycjonowane osoby bez doznawania szkodliwych skutków dla zdrowia; wartości MDE wyrażane są wielkościami wymienionymi w pkt 1.4.

1.2. Wartości MDE zależą od:

- długości fali promieniowania,
- czasu trwania ekspozycji,
- rodzaju narażonego narządu (oko lub skóra),
- kąta widzenia źródła promieniowania (w przypadku MDE dla oka i promieniowania z zakresu 300–1400 nm).

1.3. Wartości MDE na nielaserowe promieniowanie optyczne określa tabela 4.

1.4. Wielkości przyjęte do określania wartości MDE:

- H_s – skuteczne napromienienie (dla oka i skóry w zakresie długości fali 180–400 nm);
- H_{UVA} – napromienienie (dla oka w zakresie długości fali 315–400 nm);
- L_B – skuteczna luminancja energetyczna (dla oka w zakresie długości fali 300–700 nm);
- E_B – skuteczne natężenie napromienienia (dla oka w zakresie długości fali 300–700 nm);
- L_R – skuteczna luminancja energetyczna (dla oka w zakresie długości fali 380–1400 nm);
- E_{IR} – natężenie napromienienia (dla oka w zakresie długości fali 780–3000 nm);
- H_{skóra} – napromienienie (dla skóry w zakresie długości fali 380–3000 nm).

Definicje wyżej wymienionych pojęć oraz wzory przeliczeniowe wielkości występujących w tabeli 4 określają przepisy rozporządzenia w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z ekspozycją na promieniowanie optyczne.

1.5. Określenie czasu trwania ekspozycji:

- w przypadku zagrożenia fotochemicznego (lp. 1–6 w tabeli 4) należy określić całkowity czas ekspozycji w ciągu zmiany roboczej, bez względu na długość jej trwania,
- w przypadku zagrożenia termicznego (lp. 7–15 w tabeli 4) należy określić czas jednorazowej ekspozycji.

Definicje pojęć i metody wyznaczania czasu trwania ekspozycji na promieniowanie nielaserowe określają przepisy rozporządzenia w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z ekspozycją na promieniowanie optyczne.

Tabela 4. Wartości maksymalnych dopuszczalnych ekspozycji (MDE) na nielaserowe promieniowanie optyczne

Lp.	Długość fali λ [nm]	Wartości MDE	Czas ekspozycji do wyznaczenia wartości MDE t [s]	Kąt widzenia α [mrad] albo współcz. C_α [bezwymiarowy]	Narząd	Rozpatrywane zagrożenie
1	180÷400 (UVA, UVB i UVC)	$H_s = 30$ [J m ⁻²]	całkowity czas ekspozycji	-	Oko (rogówka, spojówka, soczewka) Skóra	Oddziaływanie fotochemiczne
2	315÷400 (UVA)	$H_{UVA} = 10^4$ [J m ⁻²]		-	Oko (soczewka)	
3	300÷700 (światło niebieskie) ¹⁾	$L_B = \frac{10^6}{t}$ [W m ⁻² sr ⁻¹]	dla $t \leq 10\ 000$ t – całkowity czas ekspozycji	$\alpha \geq 11$	Oko (siatkówka)	
4		$L_B = 100$ [W m ⁻² sr ⁻¹]	dla $t > 10\ 000$ t – całkowity czas ekspozycji			
5		$E_B = \frac{100}{t}$ [W m ⁻²]	dla $t \leq 10\ 000$ t – całkowity czas ekspozycji	$\alpha < 11^{2)}$		
6		$E_B = 0,01$ [W m ⁻²]	dla $t > 10\ 000$ t – całkowity czas ekspozycji			
7	380÷1400 (VIS i IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_\alpha}$ [W m ⁻² sr ⁻¹]	dla $t > 10$ t – jednorazowy czas ekspozycji	$C_\alpha = 1,7$ dla $\alpha \leq 1,7$ $C_\alpha = \alpha$ dla $1,7 \leq \alpha \leq 100$ $C_\alpha = 100$ dla $\alpha > 100$	Oko (siatkówka)	Oddziaływanie termiczne
8		$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ [W m ⁻² sr ⁻¹]	dla $10^{-6} \leq t \leq 10$ t – jednorazowy czas ekspozycji			
9		$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ [W m ⁻² sr ⁻¹]	dla $t < 10^{-6}$ t – jednorazowy czas ekspozycji			
10	780÷1400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_\alpha}$ [W m ⁻² sr ⁻¹]	dla $t > 10$ s t – jednorazowy czas ekspozycji	$C_\alpha = 11$ dla $\alpha \leq 11$ $C_\alpha = \alpha$ dla $11 \leq \alpha \leq 100$ $C_\alpha = 100$ dla $\alpha > 100$ (pomiarowe pole widzenia: 11 mrad) ³⁾		
11		$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ [W m ⁻² sr ⁻¹]	dla $10^{-6} \leq t \leq 10$ t – jednorazowy czas ekspozycji			
12		$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ [W m ⁻² sr ⁻¹]	dla $t < 10^{-6}$ t – jednorazowy czas ekspozycji			

Lp.	Długość fali λ [nm]	Wartości MDE	Czas ekspozycji do wyznaczenia wartości MDE t [s]	Kąt widzenia α [mrad] albo współcz. C_α [bezwymiarowy]	Narząd	Rozpatrywane zagrożenie
13	780÷3000 (IRA i IRB)	$E_{IR} = 18\,000 t^{-0.75} [W m^{-2}]$	dla $t \leq 1000$ t – jednorazowy czas ekspozycji	–	Oko (rogówka, soczewka)	
14		$E_{IR} = 100 [W m^{-2}]$	dla $t > 1000$ t – jednorazowy czas ekspozycji			
15	380÷3 000 (VIS, IRA i IRB)	$H_{skóra} = 20\,000 t^{0.25} [J m^{-2}]$	dla $t < 10$ t – jednorazowy czas ekspozycji	–	Skóra	

- ¹⁾ Zakres od 300 do 700 nm obejmuje część promieniowania UVB, całe promieniowanie UVA i większość promieniowania widzialnego, jednakże związane z nim zagrożenie określa się powszechnie mianem zagrożenia światłem niebieskim. Światło niebieskie w wąskim znaczeniu obejmuje jedynie zakres w przybliżeniu od 400 do 490 nm.
- ²⁾ W odniesieniu do stałej obserwacji bardzo małych źródeł, których kąt widzenia < 11 mrad, można przekształcić skuteczną luminację energetyczną L_B na skuteczne natężenie napromienienia E_B . Zwykle dotyczy to jedynie sytuacji stosowania narzędzi okulistycznych lub unieruchomienia oka podczas znieczulenia. Maksymalny czas patrzenia oblicza się za pomocą wzoru: $t_{max} = 100 / E_B$, gdzie E_B jest wyrażone w $W m^{-2}$. Ze względu na ruch oczu podczas wykonywania zwykłych zadań wzrokowych, wartość ta nie przekracza 100 s.
- ³⁾ Pomiarowe pole widzenia – kąt przestrzenny widziany przez detektor (kąt odbioru), taki jak radiometr/spektrometr, z którego detektor odbiera promieniowanie, wyrażany w steradianach [sr], którego nie należy mylić z kątem widzenia α (rozmiarem kątowym źródła obserwowanego). Do opisu kąta przestrzennego pola widzenia o symetrii kołowej stosuje się nieraz kąt płaski [mrad].

2. Promieniowanie laserowe

- 2.1. Maksymalna dopuszczalna ekspozycja (MDE) – poziom promieniowania laserowego, na który w normalnych warunkach pracy urządzenia laserowego mogą być ekspozycjonowane osoby bez doznawania szkodliwych skutków; wartości MDE wyrażane są jako natężenie napromienienia (E) albo napromienienie (H).
- 2.2. Wartości MDE zależą od:
 - a) długości fali promieniowania laserowego,
 - b) czasu trwania ekspozycji lub impulsu,
 - c) rodzaju narażonego narządu (oko, skóra),
 - d) kąta widzenia źródła promieniowania (w przypadku MDE dla oka i promieniowania z zakresu 400÷1400 nm).
- 2.3. Wartości MDE dla:
 - a) oka i skóry na promieniowanie laserowe z zakresu 180÷400 nm określa tabela 5,
 - b) oka na promieniowanie laserowe z zakresu 400÷1400 nm dla czasów trwania ekspozycji < 10 s określa tabela 6,
 - c) oka na promieniowanie laserowe z zakresu 400÷1400 nm dla czasów trwania ekspozycji ≥ 10 s określa tabela 7,
 - d) skóry na promieniowanie laserowe z zakresu 400÷1400 nm określa tabela 8,
 - e) oka i skóry na promieniowanie laserowe z zakresu 1400÷ 10^6 nm określa tabela 9.
- 2.4. Jeżeli dla danej długości fali promieniowania laserowego istnieje więcej niż jedna wartość MDE, stosuje się wartość bardziej restrykcyjną.
- 2.5. Określenie czasu trwania ekspozycji.
W zależności od analizowanego zagrożenia oraz trybu pracy lasera są to: czas trwania impulsu, czas jednorazowej ekspozycji (dla zagrożenia termicznego) lub całkowity czas ekspozycji w ciągu zmiany roboczej (dla zagrożenia fotochemicznego).
- 2.6. Mierzone wartości napromienienia lub natężenia napromienienia powinny być uśredniane w kołowej aperturze ograniczającej zgodnie z aperturami ograniczającymi określonymi w tabeli 10. Definicje pojęć i metody pomiaru określają odpowiednie Polskie Normy.
- 2.7. Wartości stosowanych współczynników korekcyjnych i innych parametrów obliczeniowych określa tabela 11.
- 2.8. W przypadku źródeł laserowych emitujących promieniowanie impulsowe powtarzalne, niezależnie od długości fali, należy określić wartości MDE oka i skóry dla każdego z poniższych warunków:
 - a) zagrożenie pojedynczym impulsem – należy określić MDE na pojedynczy impuls promieniowania (MDE_{poj}); ekspozycja na dowolny pojedynczy impuls w ciągu impulsów nie może przekraczać MDE_{poj} o tym czasie trwania impulsu,
 - b) zagrożenie ciągiem impulsów w czasie trwania ekspozycji – należy określić MDE na ciąg impulsów w czasie trwania ekspozycji; ekspozycja na dowolną grupę (lub podgrupę impulsów w ciągu impulsów) dostarczonych w czasie trwania ekspozycji nie może przekraczać MDE dla tego czasu trwania ekspozycji,

- c) zagrożenie termiczne ciągiem impulsów, których oddziaływanie ma charakter addytywny:
- należy określić wartość skumulowanego termicznego współczynnika korekcyjnego $C_p = N^{-0,25}$, gdzie N oznacza liczbę impulsów w czasie trwania ekspozycji, a następnie przemnożyć przez wyznaczoną wartość MDE dla pojedynczego impulsu MDE_{poj} i do analizy przyjąć wartość wynikową nowego MDE_T $MDE_T = C_p \cdot MDE_{poj}$,
 - dla danej długości fali rozpatrywanego promieniowania laserowego, gdy czas trwania pojedynczego impulsu jest krótszy od czasu T_{min} określonego w tabeli 12, należy do obliczeń MDE przyjąć czas trwania impulsu równy T_{min} , natomiast gdy czas trwania pojedynczego impulsu jest dłuższy od T_{min} , należy do obliczeń przyjąć rzeczywisty czas trwania impulsu.

Tabela 6. Wartości maksymalnych dopuszczalnych ekspozycji (napromienienia H) oka na promieniowanie laserowe – czas trwania ekspozycji < 10 s

Długość fali [nm]		Czas trwania ekspozycji t [s]		
		$10^{-13} \div 10^{-11}$	$10^{-9} \div 1.8 \cdot 10^{-5}$	$1.8 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-5}$
Widzialne i IRA	400÷1050	$H = 1,5 \cdot 10^{-4} C_A C_E [\text{J m}^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^{-3} C_A C_E [\text{J m}^{-2}]$	$H = 18 \cdot t^{0,75} C_A C_E [\text{J m}^{-2}]$
	1050÷1400	$H = 1,5 \cdot 10^{-3} C_C C_E [\text{J m}^{-2}]$	$H = 2,7 \cdot 10^5 t^{0,75} C_C C_E [\text{J m}^{-2}]$	$H = 90 \cdot t^{0,75} C_C C_E [\text{J m}^{-2}]$
Wartości współczynników korekcyjnych C_A, C_C, C_E podano w tabeli 11.				

Tabela 7. Wartości maksymalnych dopuszczalnych ekspozycji (natężenia napromienienia E lub napromienienia H) oka na promieniowanie laserowe – czas trwania ekspozycji ≥ 10 s

Długość fali [nm]		Czas trwania ekspozycji t [s]	
		$10^1 \div 10^2$	$10^2 \div 10^4$
Widzialne 400÷700 ¹⁾	400÷600 fotochemiczne uszkodzenie siatekówek ³⁾	$H = 100 C_B [\text{J m}^{-2}]$ ($\gamma = 1,1 \text{ mrad}^3$)	$E = 1 C_B [\text{W m}^{-2}]$; ($\gamma = 1,1 t^{0,5} \text{ mrad}^3$)
	400÷700 termiczne uszkodzenie siatekówki	jeżeli $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$, to $E = 10 [\text{W m}^{-2}]$ jeżeli $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ i $t \leq T_2$, to $H = 18 C_E t^{0,75} [\text{J m}^{-2}]$ jeżeli $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ i $t > T_2$, to $E = 18 C_E T_2^{-0,25} [\text{W m}^{-2}]$	$E = 1 C_B [\text{W m}^{-2}]$ ($\gamma = 1,10 \text{ mrad}^3$)
IRA ²⁾	700÷1400	jeżeli $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$, to $E = 10 C_A C_C [\text{W m}^{-2}]$ jeżeli $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ i $t \leq T_2$, to $H = 18 C_A C_C t^{0,75} [\text{J m}^{-2}]$ jeżeli $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ i $t > T_2$, to $E = 18 C_A C_C T_2^{-0,25} [\text{W m}^{-2}]$ (maksymalnie $1\,000 \text{ W m}^{-2}$)	$10^4 \div 3 \cdot 10^4$
Wartości współczynników korekcyjnych C_A, C_B, C_C, C_E , parametru T_2 , kąta widzenia źródła promieniowania α oraz kąta odbioru γ podano w tabeli 11. Uwaga: MDE dla zagrożenia fotochemicznego siatekówki oka może być wyrażone również poprzez zintegrowaną luminancję energetyczną $G = 10^6 C_B [\text{J m}^{-2} \text{sr}^{-1}]$ dla $t > 10$ s do $t = 10\,000$ s oraz poprzez luminancję energetyczną $L = 100 C_B [\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}]$ dla $t > 10\,000$ s.			

- 1) Dla małych źródeł, których kąt widzenia wynosi co najwyżej 1,5 mrad, podwójne wartości MDE od 400 nm do 600 nm ograniczają się do termicznych wartości granicznych dla $10 \text{ s} \leq t < T_1$ oraz do fotochemicznych wartości granicznych dla dłuższych czasów.
- 2) Oficjalna granica między promieniowaniem widzialnym a podczerwonym wynosi 780 nm, jak określa CIE (Międzynarodowy Komitet Oświetleniowy). Kolumna zawierająca nazwy zakresów długości fali ma jedynie zapewnić użytkownikowi lepszy ogólny przegląd.
- 3) Dla pomiaru wartości ekspozycji uwzględnienie γ jest określone w następujący sposób: Jeżeli α (kąt widzenia źródła) $> \gamma$ (stożkowy kąt ograniczający pomiarowe pole widzenia, wskazany w nawiasie w odpowiedniej kolumnie), to pomiarowe pole widzenia γ_m powinno przyjmować wartość γ . Przy użyciu większego pomiarowego pola widzenia zagrożenie byłoby przeszacowane. Jeżeli $\alpha < \gamma$, to pomiarowe pole widzenia γ_m musi być wystarczająco duże, żeby całkowicie obejmować źródło, ale nie jest ograniczone w żaden inny sposób i może być większe niż γ .

Tabela 8. Wartości maksymalnych dopuszczalnych ekspozycji (natężenia napromienienia E lub napromienienia H) skóry na promieniowanie laserowe z zakresu 400÷1400 nm

Długość fali [nm]		Czas trwania ekspozycji t [s]			
		$10^{-13} \div 10^{-9}$	$10^{-9} \div 10^{-7}$	$10^{-7} \div 10^1$	$10^1 \div 3 \cdot 10^4$
Widzialne i IRA	400÷1400	$E = 2 \cdot 10^{11} C_A$ [W m ⁻²]	$H = 200 C_A$ [J m ⁻²]	$H = 1,1 \cdot 10^4 C_A$ $t^{0,25}$ [J m ⁻²]	$E = 2 \cdot 10^3 C_A$ [W m ⁻²]
Wartości współczynnika korekcyjnego C_A podano w tabeli 11.					

Tabela 9. Wartości maksymalnych dopuszczalnych ekspozycji (natężenia napromienienia E lub napromienienia H) oka i skóry na promieniowanie laserowe z zakresu 1400÷10⁶ nm

Długość fali [nm]		Czas trwania ekspozycji t [s]				
		$10^{-13} \div 10^{-9}$	$10^{-9} \div 10^{-7}$	$10^{-7} \div 10^{-3}$	$10^{-3} \div 10^1$	$10^1 \div 3 \cdot 10^4$
IRB i IRC	1400÷1500	$E = 10^{12}$ [W m ⁻²]	$H = 10^3$ [J m ⁻²]		$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25}$ [J m ⁻²]	$E = 1\,000$ [W m ⁻²]
	1500÷1800	$E = 10^{13}$ [W m ⁻²]	$H = 10^4$ [J m ⁻²]			
	1800÷2600	$E = 10^{12}$ [W m ⁻²]	$H = 10^3$ [J m ⁻²]		$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25}$ [J m ⁻²]	
	2600÷10 ⁶	$E = 10^{11}$ [W m ⁻²]	$H = 100$ [J m ⁻²]	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25}$ [J m ⁻²]		

Tabela 10. Wartości średnicy apertury ograniczającej w poszczególnych zakresach widmowych dla zagrożenia oka oraz skóry

Długość fali	Średnica apertury ograniczającej przy pomiarze	
	Oko	Skóra
180÷400 nm	1 mm dla $t \leq 0,3$ s 1,5 · $t^{0,375}$ mm dla $0,3$ s < t < 10 s 3,5 mm dla $t \geq 10$ s	3,5 mm
400÷1400 nm	7 mm	3,5 mm
1400÷10 ⁵ nm	1 mm dla $t \leq 0,3$ s 1,5 · $t^{0,375}$ mm dla $0,3$ s < t < 10 s 3,5 mm dla $t \geq 10$ s	3,5 mm
10 ⁵ ÷10 ⁶ nm	11 mm	3,5 mm

Tabela 11. Wartości stosowanych współczynników korekcyjnych i innych parametrów obliczeniowych

Parametr	Obowiązujący zakres widmowy [nm]	Wartość
C_A	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	700÷1050	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
	1050÷1400	$C_A = 5,0$
C_B	400÷450	$C_B = 1,0$
	450÷700	$C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$
C_C	700÷1150	$C_C = 1,0$
	1150÷1200	$C_C = 10^{0,018(\lambda - 1150)}$
	1200÷1400	$C_C = 8,0$
T_1	$\lambda < 450$	$T_1 = 10$ s
	450÷500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}]$ s
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100$ s
Parametr	Obowiązujący zakres kątowy [mrad]	Wartość
C_E	$\alpha < 1,5$	$C_E = 1,0$
	$1,5 < \alpha < 100$	$C_E = \alpha / 1,5$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2 / 150$ mrad
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10$ s
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5) / 98,5}]$ s
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100$ s

Parametr	Obowiązujący zakres czasu trwania ekspozycji [s]	Wartość
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [mrad]
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}$ [mrad]
	$t > 10^4$	$\gamma = 110$ [mrad]

gdzie:

- C_A – współczynnik korekcyjny ze względu na absorpcję promieniowania w melaninie (uwzględnia zmianę wartości widmowego współczynnika absorpcji promieniowania z zakresu 400÷1400 nm w melaninie) – zwiększa wartość MDE oka i skóry wraz ze wzrostem długości fali.
- C_B – współczynnik korekcyjny ze względu na zagrożenie fotochemiczne siatkówki oka światłem niebieskim – zwiększa wartość MDE oka na promieniowanie z zakresu 400÷700 nm; w praktyce współczynnik C_B stosowany jest w zakresie 400÷600 nm.
- C_C – współczynnik korekcyjny ze względu na absorpcję promieniowania z zakresu długości fal 700÷1400 nm w rogówce – zwiększa wartość MDE oka na promieniowanie o długości fali powyżej 1150 nm.
- C_E – współczynnik korekcyjny dla źródeł rozciągniętych emitujących promieniowanie z zakresu długości fal 400÷1400 nm – zwiększa wartość MDE oka dla kątów widzenia źródła promieniowania $\alpha > 1,5$ mrad.
- T_1 – parametr określający wartości czasów trwania ekspozycji powyżej których MDE dla zagrożenia fotochemicznego oka jest bardziej restrykcyjne (mniejsze wartości MDE) od MDE dla zagrożenia termicznego oka; stosowany jest w zakresie długości fal 400÷600 nm; dotyczy czasów trwania ekspozycji $t \geq 10$ s i punktowych źródeł promieniowania laserowego.
- T_2 – parametr decydujący o wyborze MDE oka dla źródeł rozciągniętych (stosowany dla zakresu długości fal 400÷1400 nm) w zależności od spełnienia warunku $t > T_2$; w przypadku spełnienia warunku należy przy wyznaczaniu MDE korzystać z wartości czasu T_2 , natomiast w przypadku niespełnienia ($t \leq T_2$) należy korzystać z czasu trwania ekspozycji t .
- γ – kąt płaski, zazwyczaj liczony w radianach, w obrębie którego detektor odbiera promieniowanie optyczne.

Tabela 12. Wartości czasu T_{\min} dla poszczególnych zakresów widmowych

Zakres widmowy [nm]	Wartość T_{\min}
$315 < \lambda \leq 400$	10^{-9} s (= 1 ns)
$400 < \lambda \leq 1050$	$18 \cdot 10^{-6}$ s (= 18 μ s)
$1050 < \lambda \leq 1400$	$50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μ s)
$1400 < \lambda \leq 1500$	10^{-3} s (= 1 ms)
$1500 < \lambda \leq 1800$	10 s
$1800 < \lambda \leq 2600$	10^{-3} s (= 1 ms)
$2600 < \lambda \leq 10^6$	10^{-7} s (= 100 ns)

T_{\min} – minimalny czas trwania impulsu przyjmowany do obliczeń.

E. Pole elektromagnetyczne

- 1.1. Pole elektromagnetyczne, zwane dalej „polem-EM”, którego składowymi są pole elektryczne i pole magnetyczne, zwane dalej odpowiednio „polem-E” i „polem-M”, oznacza czynnik fizyczny w środowisku pracy w postaci pola lub promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości z zakresu 0 Hz – 300×10^9 Hz.
- 1.2. Wielkościami charakteryzującymi pole-EM na potrzeby oceny ekspozycji lub narażenia w przestrzeni pracy są:
 - E – natężenie pola-E – wielkość wektorowa charakteryzująca pole-E w określonym miejscu, wyrażona w voltach na metr [V/m]; alternatywną wielkością charakteryzującą pole-E o częstotliwości $f < 5$ Hz jest ładunek elektryczny indukowany na ciele, Q , wyrażony w kulombach [C];
 - H – natężenie pola-M – wielkość wektorowa charakteryzująca pole-M w określonym miejscu, wyrażona w amperach na metr [A/m]; alternatywną wielkością charakteryzującą pole-M jest indukcja magnetyczna, B , wyrażona w teslach [T];
 - f – częstotliwość – wielkość skalarna charakteryzująca okresową zmienność pola-EM w czasie, wyrażona w hercach [Hz].
2. Ustala się limity Interwencyjnych Poziomów Narażenia, zwane dalej „limitami IPN”, obowiązujące łącznie i podane w tabelach 13 i 14, jako:
 - limity operacyjne: bazowe (IPNob), górne (IPNog) i dolne (IPNod),
 - limity uzupełniające: pomocnicze (IPNp), szczytowe (IPNm) i miejscowe (IPNk).
3. Do limitów narażenia na pole-EM określonych w tabelach 13 i 14 zastosowano oznaczenia:
 - IPNob-E, IPNob-H – odnoszące się do limitów operacyjnych bazowych, rozumianych jako poziom natężenia, odpowiednio pola-E i pola-M;
 - IPNog-E, IPNog-H – odnoszące się do limitów operacyjnych górnych, rozumianych jako poziom natężenia, odpowiednio pola-E i pola-M, określający górny limit pola-EM strefy zagrożenia;
 - IPNod-E, IPNod-H – odnoszące się do limitów operacyjnych dolnych, rozumianych jako poziom natężenia, odpowiednio pola-E i pola-M, określający dolny limit pola-EM strefy zagrożenia;
 - IPNp-E, IPNp-H – odnoszące się do limitów pomocniczych, rozumianych jako poziom natężenia, odpowiednio pola-E i pola-M, określający dolny limit pola-EM strefy pośredniej;
 - IPNm-E, IPNm-H – odnoszące się do limitów szczytowych, rozumianych jako poziom natężenia, odpowiednio pola-E i pola-M, określający limit dotyczący pola-EM modulowanego;
 - IPNk-H – odnoszące się do limitów miejscowych, rozumianych jako poziom natężenia pola-M, określający limit miejscowego narażenia kończyn.
4. Limity IPN w przestrzeni pracy dotyczą miar narażenia na pole-EM strefy bliskiej, określonych jako maksymalne miejscowe wartości natężenia pola-E i natężenia pola-M, uśrednionego w przestrzeni o kształcie sześciangu o długości krawędzi 10 cm, jako ekwiwalent wyniku pomiaru bezkierunkowego.
5. W dziedzinie czasu limity IPN dotyczą zróżnicowanych miar narażenia, określonych jako:
 - wartość szczytowa (P) – maksymalna wartość chwilowa wybranego parametru charakteryzującego pole-EM w określonym miejscu w ciągu określonego przedziału czasu (T); w szczególności dla jednego okresu zmian harmonicznego pola-EM o częstotliwości $f = 1 / T$, wartość szczytowa jego natężenia pola $E(P)$ lub $H(P)$ jest równa amplitudzie odpowiednio natężenia pola-E (E_f) lub pola-M (H_f),
 - wartość równoważna (WR) – wartość międzyszczytowa wybranego parametru charakteryzującego pole-EM, czyli różnica między maksymalną a minimalną wartością chwilową tego parametru w ciągu określonego przedziału czasu (T), podzielona przez $2\sqrt{2}$; w szczególności dla jednego okresu zmian harmonicznego pola-EM, wartość równoważna jego natężenia pola $E(WR)$ lub $H(WR)$ jest równa jego wartości skutecznej (RMS),
 - wartość skuteczna (RMS) – wartość wybranego parametru charakteryzującego pole-EM definiowana zgodnie z uśrednioną w czasie zależnością całkową, reprezentującą ekwiwalent ciepła wydzielonego podczas przepływu prądu, wyrażana liczbowo zależnością:

$$X_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T_{RMS}} \int_0^{T_{RMS}} x^2(t) dt}$$

gdzie:

$x(t)$ – wartość chwilowa wybranego parametru charakteryzującego pole-EM w rozpatrywanym momencie czasu t ,

T_{RMS} – przedział czasu, w którym obliczana jest wartość skuteczna; jeżeli $T_{RMS} = 1 / f$, to jest to okres zmian w czasie wartości chwilowej wybranego parametru; dla pól harmonicznych wartość skuteczna (RMS) równa jest wartości szczytowej (P) podzielonej przez $\sqrt{2}$; podczas oceny zagrożeń wynikających ze skutków termicznych oddziaływania pola-EM o częstotliwości z zakresu $100 \times 10^3 \text{ Hz} < f < 6 \times 10^9 \text{ Hz}$ przyjmuje się $T_{RMS} = 6$ minut.

6.1. Pole-EM stref ochronnych, na podstawie wartości E i H w danym miejscu, określono następująco:

a) pole-EM strefy niebezpiecznej występuje, jeżeli:

$E \geq \text{IPNog-E}$ lub $H \geq \text{IPNog-H}$ albo

$E \geq \text{IPNm-E}$ lub $H \geq \text{IPNm-H}$, w przypadku pola-EM modulowanego,

b) pole-EM strefy zagrożenia występuje, jeżeli:

$\{E \geq \text{IPNod-E}$ lub $H \geq \text{IPNod-H}\}$ i $\{E < \text{IPNog-E}$ i $H < \text{IPNog-H}\}$,

c) pole-EM strefy pośredniej występuje, jeżeli:

$\{E \geq \text{IPNp-E}$ lub $H \geq \text{IPNp-H}\}$ i $\{E < \text{IPNod-E}$ i $H < \text{IPNod-H}\}$.

6.2. Pole-EM poza strefami ochronnymi, występujące, jeżeli w danym miejscu: $E < \text{IPNp-E}$ i $H < \text{IPNp-H}$, określono jako pole-EM strefy bezpiecznej.

7. Wartości ładunku elektrycznego Q , o których mowa w objaśnieniu nr 2 do tabeli 13, nie dotyczą oceny zagrożenia wynikającego z zapłonu atmosfer wybuchowych, w rozumieniu przepisów rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz. U. poz. 931).

8. Definicje pojęć stosowanych w odniesieniu do pola-EM oraz wymagania dotyczące oceny pola-EM i środków ochronnych w przypadku narażenia na pole-EM stref ochronnych określają przepisy rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 czerwca 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na pole elektromagnetyczne (Dz. U. z 2018 r. poz. 331).

Tabela 13. Limity Interwencyjnych Poziomów Narażenia na pole-E

Częstościowość		Limity IPN dotyczące natężenia pola-E ^(1),2),3)					
Lp.	f	IPNog-E ⁽¹⁾	IPNob-E ⁽¹⁾	IPNod-E ⁽¹⁾	IPNp-E ⁽¹⁾	IPNm-E ⁽³⁾	
	Hz	V/m (WR)	V/m (WR)	V/m (WR)	V/m (WR)	V/m (P)	
1	2	3	4	5	6	7	
1	$f < 5$ (w tym pole elektrostatyczne) ⁽²⁾	6×10^4	6×10^4	2×10^4	$1,5 \times 10^4$		
2	$5 \leq f < 25$	2×10^4	2×10^4	$2 \times 10^4 / 3$	10^3		
3	$25 \leq f < 50$	2×10^4	$5 \times 10^5 / f$	$5 \times 10^5 / (3 \times f)$	10^3		
4	$50 \leq f < 100$	2×10^4	$5 \times 10^5 / f$	$5 \times 10^5 / (3 \times f)$	$5 \times 10^4 / f$		
5	$100 \leq f < 2,5 \times 10^3$	$2 \times 10^6 / f$	$5 \times 10^5 / f$	$5 \times 10^5 / (3 \times f)$	$5 \times 10^4 / f$		
6	$2,5 \times 10^3 \leq f < 3 \times 10^6$	8×10^2	2×10^2	$2 \times 10^2 / 3$	20		
7	$3 \times 10^6 \leq f < 10 \times 10^6$	$2,4 \times 10^9 / f$	$6 \times 10^8 / f$	$2 \times 10^8 / f$	7	2×10^2	
8	$10 \times 10^6 \leq f < 100 \times 10^6$	$2,4 \times 10^2$	60	20	7	Nie określono	
9	$100 \times 10^6 \leq f < 3 \times 10^9$	$2,4 \times 10^2$	60	20	7	$4,5 \times 10^3$	
10	$3 \times 10^9 \leq f < 10 \times 10^9$	$2,4 \times 10^2$	60	20	7	$(3,2 + 4,3 \times f / 10^{10}) \times 10^3$	
11	$10 \times 10^9 \leq f < 300 \times 10^9$	$2,4 \times 10^2$	60	20	7	$7,5 \times 10^3$	

Tabela 14. Limity Interwencyjnych Poziomów Narażenia na pole-M

Lp.	Częstotliwość	Limity IPN dotyczące natężenie pola-M ^{1), 3), 4)}							
		IPNog-H ¹⁾	IPNob-H ¹⁾	IPNod-H ¹⁾	IPNp-H ¹⁾	IPNk-H ¹⁾	IPNm-H ³⁾		
1	f	A/m (WR)	A/m (WR)	A/m (WR)	A/m (WR)	A/m (WR)	A/m (WR)	A/m (WR)	A/m (P)
1	Hz								
1	2	3	4	5	6	7	8		
1	f < 5 (w tym pole magnetystatyczne) ⁴⁾	3,2 × 10 ⁵	1,6 × 10 ⁵	2,4 × 10 ³	4 × 10 ²	8 × 10 ⁵			
2	5 ≤ f < 50	3,2 × 10 ³	1,6 × 10 ³	1,6 × 10 ³ / 3	60	8 × 10 ³			Nie określono
3	50 ≤ f < 10 ³	1,6 × 10 ⁵ / f	0,8 × 10 ⁵ / f	0,8 × 10 ⁵ / (3 × f)	3 × 10 ³ / f	4 × 10 ⁵ / f			
4	10 ³ ≤ f < 20 × 10 ³	1,6 × 10 ²	80	80 / 3	3	4 × 10 ²			
5	20 × 10 ³ ≤ f < 3 × 10 ⁶	3,2 × 10 ⁶ / f	1,6 × 10 ⁶ / f	1,6 × 10 ⁶ / (3 × f)	6 × 10 ⁴ / f	8 × 10 ⁶ / f			80
6	3 × 10 ⁶ ≤ f < 10 × 10 ⁶	3,2 × 10 ⁶ / f	1,6 × 10 ⁶ / f	1,6 × 10 ⁶ / (3 × f)	2 × 10 ⁻²	8 × 10 ⁶ / f			80
7	10 × 10 ⁶ ≤ f < 300 × 10 ⁹	0,32	0,16	0,16 / 3	2 × 10 ⁻²	Nie określono			Nie określono

Objaśnienia do tabel 13 i 14:

- 1) Wartości IPNob, IPNog, IPNod, IPNp, IPNk oznaczają wartości równoważne (WR) odnoszące się do przedziału czasu $T = 1 / f$.
- 2) Alternatywnie stosuje się: IPNob-E = 6×10^4 V/m i IPNob-Q = 7×10^{-7} C; IPNod-E = 2×10^4 V/m i IPNod-Q = $2,3 \times 10^{-7}$ C oraz IPNp-E = $1,5 \times 10^4$ V/m i IPNp-Q = $1,6 \times 10^{-7}$ C.
- 3) Wartości IPNm-E i IPNm-H określone dla pola-EM modulowanego oznaczają wartości szczytowe (P) natężenia pola-E i natężenia pola-M, odnoszące się do przedziału czasu $T = 1 / f$ dla częstotliwości $f < 10 \times 10^6$ Hz, a odnoszące się do przedziału czasu $T =$ dowolne 6 minut dla częstotliwości $f > 100 \times 10^6$ Hz.
- 4) Alternatywnie stosuje się m.in: IPNog-H = $3,2 \times 10^5$ A/m i IPNog-B = 400 mT; IPNob-H = $1,6 \times 10^5$ A/m i IPNob-B = 200 mT; IPNod-H = $2,4 \times 10^3$ A/m i IPNod-B = 3 mT; IPNp-H = 4×10^2 A/m i IPNp-B = 0,5 mT oraz IPNk-H = 8×10^5 A/m i IPNk-B = 1 T.