

mgr inż. ANDRZEJ PAWLAK (ORCID: 0000-0003-2735-2199)

Centralny Instytut Ochrony Pracy

– Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: anpaw@ciop.pl

DOI: 10.5604/01.3001.0014.8772

Ocena zagrożenia pracowników promieniowaniem nadfioletowym na wybranych stanowiskach pracy

Wstęp

Nadmierna ekspozycja na promieniowanie nadfioletowe (UV) może być przyczyną zmian chorobowych oczu i skóry. Skutek biologiczny tego promieniowania zależy od jego poziomu, rozkładu widmowego, czasu i częstotliwości ekspozycji oraz rodzaju ekspozowanej tkanki. Najczęściej spotykanym objawem są rumienie oraz oparzenia, aczkolwiek wielokrotna ekspozycja skóry na UV o dużym natężeniu może także być przyczyną fotostarzenia skóry oraz powstawania zmian przednowotworowych i nowotworowych, w tym czerniaka skóry. Natomiast w przypadku narażenia oka, promieniowanie nadfioletowe może powodować stany zapalne spojówki i rogówki oraz być przyczyną zaćmy (zmętnienia soczewki), a także takich chorób, jak skrzydlik i nowotwory oka.

W roku 2007 GUS po raz ostatni przedstawił w swoich corocznych danych o warunkach pracy informacje o liczbie zatrudnionych w warunkach zagrożenia (tzn. stwierdzone zostały przekroczenia wartości maksymalnych dopuszczalnych ekspozycji) oddzielnie w odniesieniu do sztucznego promieniowania podczerwonego (IR) i nadfioletowego. Od 2009 r. podawane są tylko dane zbiorcze narażenia na promieniowanie, które obejmują łączną liczbę pracowników zagrożonych napromieniowaniem jonizującym, laserowym, nadfioletowym, widzialnym i podczerwonym. W związku z tym obecnie nie ma możliwości określenia liczby zatrudnionych w warunkach zagrożenia poszczególnym rodzajem promieniowania optycznego. Według danych GUS w 2019 r. w warunkach zagrożenia całym promieniowaniem pracowało 8218 osób, a najwięcej – w warunkach zagrożenia na promieniowanie optyczne w przemyśle (6597) oraz w opiece zdrowotnej (1010).

Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na problem szkodliwego oddziaływania promieniowania nadfioletowego na człowieka. Prezentacja wyników pomiarów oraz ocena ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją pracowników na UV na kilkunastu

stanowiskach pracy powinna pomóc w oszacowaniu potencjalnego zagrożenia na tego typu stanowiskach występujących w różnych firmach.

Potencjalne zagrożenia wynikające z ekspozycji na promieniowanie UV

Promieniowanie nadfioletowe stanowi fragment promieniowania optycznego, którego długość fal zawarta jest w przedziale od 100 nm do 1 mm. Obszar promieniowania nadfioletowego dzieli się na pasma: A (bliskie), B (średnie) i C (dalekie). Zgodnie z normą [1] w przypadku nadfioletu pasma te obejmują następujące długości fal:

- UV-A: 315 ÷ 400 nm
- UV-B: 280 ÷ 315 nm
- UV-C: 100 ÷ 280 nm.

Działanie promieniowania UV ma charakter fotochemiczny, a jego skutek biologiczny zależy od ilości pochłoniętego promieniowania, długości fali i rodzaju ekspozowanej tkanki. Ilość pochłoniętego przez tkankę promieniowania jest zależna od jej napromienienia oraz współczynników odbicia i przepuszczania napromieniowywanej tkanki. Promieniowanie nadfioletowe może spowodować zarówno korzystne, jak i szkodliwe skutki dla organizmu człowieka.

Korzystny wpływ nadfioletu polega m.in. na działaniu przeciwrzywiycznym (powstawanie witaminy D3 zwanej przeciwrzywiyczną, gdyż reguluje gospodarkę wapniowo-fosforową i proces odkładania się wapnia w kościach), przyczynia się do wzrostu odporności organizmu, obniżenia poziomu cholesterolu LDL, szybszego gojenia się ran, ustępowania infekcji i niektórych chorób skóry (np. łuszczycy), [2].

Nadmierna ekspozycja na promieniowanie nadfioletowe może prowadzić do wielu skutków niekorzystnych dla zdrowia człowieka. Rozróżniamy dwa podstawowe rodzaje szkodliwego oddziaływania nadfioletu na organizm człowieka: na oczy oraz na skórę.

Szkodliwe oddziaływanie promieniowania nadfioletowego na oczy

Ekspozycja oka na promieniowanie nadfioletowe związana jest z uszkodzeniem powiek, rogówki, spojówki, soczewki, a także siatkówki. W odróżnieniu od skóry, powierzchnia oka jest w naturalny sposób chroniona przed ekspozycją na naturalne promieniowanie nadfioletowe, ponieważ jest głęboko osadzona w oczodole oraz jest w znacznej części zakryta powieką. W związku z tym oko ludzkie może być ekspozowane w głównej mierze na promieniowanie padające na nie bezpośrednio z kierunku pokrywającego się z jego osią optyczną. Promieniowanie nadfioletowe może być przez gałkę oczną częściowo transmitowane, a także załamywane (refrakcja). Zjawisko refrakcji powoduje, że wchodzące

do gałki ocznej promieniowanie skupiane jest w pewnym miejscu wewnątrz niej, co wiąże się ze wzrostem natężenia napromienienia w tym miejscu. Promieniowanie nadfioletowe, które wniknęło do gałki ocznej penetruje ją do głębokości ściśle uzależnionej od długości fali. Promieniowanie o fali mniejszej niż 280 nm jest prawie całkowicie absorbowane w rogówce oka, natomiast promieniowanie z zakresu 300-370 nm jest pochłaniane dopiero w soczewce. Część promieniowania UV-A z zakresu 380-400 nm, które pokrywa się z początkiem zakresu promieniowania widzialnego, dochodzi do siatkówki oka. W przypadku gdy soczewka naturalna została chirurgicznie zastąpiona implantem, który przepuszcza promieniowanie nadfioletowe o fali większej niż 290 nm, do siatkówki oka dociera znacząca ilość promieniowania z zakresu fal od 290 do 400 nm [3].

Najczęściej spotykanym, ostrym objawem narażenia oka na nadfiolet jest stan zapalny rogówki i spojówki wywołany przez pochłanianie przez nie promieniowania o długości fali mniejszej niż 290 nm. Skutki tej absorpcji to światłowstręt, wzmożone łzawienie, uczucie obcego ciała („piasku”) w oku, spazm powiek, niekiedy upośledzenie widzenia. Objawy zapalenia pojawiają się po okresie utajenia zależnego od widma promieniowania i wielkości pochłoniętej dawki nadfioletu. Działanie promieni należących do pasma UV-C charakteryzuje krótki okres utajenia – nawet poniżej 30 minut – w przypadku dużych dawek promieniowania, a objawy zapalenia ustępują po około 14 godzinach od ekspozycji. W przypadku pasma UV-B okres utajenia jest dłuższy i wynosi od 6 do 24 godzin, a objawy zapalenia ustępują po około 24 ÷ 48 godzinach od ekspozycji. Z badań wpływu UV na rogówkę oka ludzkiego wynika, że maksymalną skuteczność wywoływania zapalenia rogówki mają fale o długości 270 nm, a wartość progowa napromienienia powstania tego objawu wynosi 40 J/m² [4].

Zapalenie spojówek wywołane nadfioletem powstaje po okresie utajenia około 5 ÷ 10 godzin i objawia się ich zaczerwienieniem, swędzeniem, pieczeniem, łzawieniem, czasami występuje światłowstręt, a w przypadku większej dawki dochodzi do bólu i zakłócenia prawidłowego widzenia. Objawy ustępują od 10 godzin do kilku dni, zależnie od wielkości ekspozycji i intensywności powstałych zmian. Maksymalną skutecznością wywoływania zapalenia spojówek charakteryzują fale o długości 260 nm, a wartość progowa napromienienia tego objawu wynosi 50 J/m² [4].

Promieniowanie nadfioletowe większe niż 290 nm jest przepuszczane przez rogówkę i ciecz wodnistą i dociera do soczewki oka. W soczewce jest silnie pochłaniane, co może doprowadzić do powstawania zjawiska fluorescencji przeszkadzającego w procesie widzenia. Natomiast długotrwała ekspozycja soczewki na intensywne promieniowanie UV prowadzi do powstania zaćmy (fotochemicznej) czyli trwałego zmętnienia soczewki. Rozwój zaćmy jest powolny i trwa wiele lat. Najprawdopodobniej największą skuteczność wywoływania zaćmy

posiadają fale o długości $300 \div 320$ nm. Promieniowanie UV powyżej 300 nm docierające do siatkówki oka może być przyczyną powstawania schorzeń lub uszkodzeń siatkówki o charakterze fotochemicznym. Oprócz wymienionych schorzeń, promieniowanie nadfioletowe jest przyczyną powstawania również takich chorób oczu, jak łączne zapalenie spojówki i rogówki, skrzydlik, a także rak oka. Efekty szkodliwe ze względu na czas ich wystąpienia po ekspozycji oczu dzieli się na ostre i przewlekłe. Ostre występują maksymalnie do 24 godzin po ekspozycji, natomiast przewlekłe występują znacznie później, a często na skutek wieloletniej ekspozycji na naturalne promieniowanie nadfioletowe [5].

Szkodliwe oddziaływanie promieniowania nadfioletowego na skórę

Skóra jest największym narządem ludzkiego organizmu. Ma około $1,5 \div 2$ m² powierzchni, a jej grubość waha się w zależności od lokalizacji od 0,1 mm na powiekach do $6 \div 7$ mm na podeszwach stóp [6]. Skóra pełni głównie funkcję ochronną oraz wydzielniczą. Jednym z zagrożeń wpływających na strukturę skóry jest promieniowanie nadfioletowe przenikające przez poszczególne jej warstwy i powodujące nieodwracalne uszkodzenia [7,8].

Skutki biologiczne działania promieniowania nadfioletowego na skórę mogą być obserwowane bezpośrednio, w krótkim czasie po ekspozycji, ale mogą również ujawnić się po wielu latach [9]. W dużej mierze efekt biologiczny zależy od sumarycznej, kumulującej się dawki promieniowania oraz od jego widma.

Odpowiedzią skóry na nadmierną ekspozycję na promieniowanie nadfioletowe są: rumień, opalenizna oraz pogrubienie naskórka [10]. Odległe, niekorzystne zjawiska skumulowanego działania promieniowania nadfioletowego to przede wszystkim przyspieszenie procesu starzenia się skóry (tzw. fotostarzenie, ang. *photoaging*) oraz stymulacja rozwoju nowotworów [11]. Odrębną grupę następstw stanowią fotodermatozy i fotoalergie [12,13].

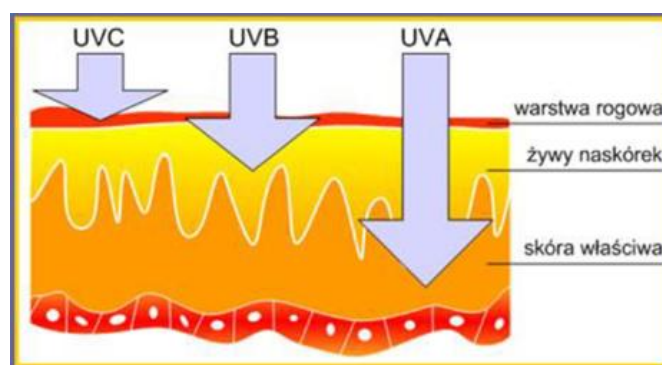
Najbardziej widocznym, najczęściej spotykanym i badanym objawem ekspozycji skóry na promieniowanie UV jest jej rumień czyli erytema. Rumień wywołany promieniowaniem UV-C, które ma najmniejszą długość fali (do 280 nm) oznacza, że cechuje je najwyższa energia kwantu; ustępuje po ok. 2-3 dniach [10].

Promieniowanie UV-B ma bardzo silne właściwości rumieniotwórcze, może wywołać oparzenia, bolesne obrzęki i pęcherze, stymuluje syntezę barwnika skóry i jej zbrązowienie [10]. W skrajnym przypadku mogą powstać różnego rodzaju nowotwory skóry, w tym czerniak. Promieniowanie UV-B przez wiele lat uważane było za główną przyczynę uszkodzeń skóry po nadmiernej ekspozycji [14]. Wyłącznie temu zakresowi widma przypisywano działanie rumieniotwórcze, a także obarczano je odpowiedzialnością za przyspieszone starzenie skóry

i stymulację rozwoju jej nowotworów złośliwych [15]. Wiele obserwacji z ostatnich kilkunastu lat wykazało jednak, że także promieniowanie UV-A powoduje niekorzystne zjawiska na skórze człowieka [16].

Promieniowanie UV-A jest mniej rumieniogenne od promieniowania UV-B [17]. Wysokie dawki promieniowania UV-A mogą jednak wywoływać zmiany rumieniowe i zwiększać niekorzystne efekty biologiczne promieniowania UV-B (10). Są one odpowiedzialne za większość odczynów fotoalergiczych i fototoksycznych obserwowanych na skórze [11]. Ostatnio podkreśla się jednak, że promieniowanie UV-A ma znaczne działanie kancerogenne. Proces kancerogenezy jest wieloetapowy i dopiero przejście wszystkich jego etapów prowadzi do rozwoju nowotworu złośliwego [18].

Na rys. 1. pokazano głębokość wnikania w poszczególne warstwy skóry poszczególnych zakresów promieniowania UV.



Rys. 1. Głębokość wnikania w poszczególne warstwy skóry poszczególnych zakresów promieniowania UV¹

Kryteria oceny zagrożenia promieniowaniem nadfioletowym

Jako kryterium oceny zagrożenia promieniowaniem nadfioletowym przyjęto [19-23] niedopuszczenie do powstania rumienia skóry, zapalenia rogówki i spojówki oka, rozwoju zmian nowotworowych skóry i zaćmy soczewki.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z 9 stycznia 2020 r., w odniesieniu do promieniowania nadfioletowego obowiązują następujące wartości maksymalnych dopuszczalnych ekspozycji (MDE), [24]:

- najwyższe dopuszczalne napromienienie skuteczne N_s promieniowaniem nadfioletowym oka i skóry w ciągu zmiany roboczej wynosi 30 J/m^2 , wyznaczone według krzywej skuteczności $S(\lambda)$ w zakresie $180 \div 400 \text{ nm}$

¹ <https://centrum-kore.pl>

$$E_s = \sum_{180}^{400} E_\lambda \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$N_s = E_s \cdot t$$

gdzie:

E_λ – natężenia napromienienia dla długości fali λ

E_s – skuteczne natężenie napromienienia

t – czas całkowitej ekspozycji na promieniowanie w ciągu zmiany roboczej

N_s – skuteczne napromienienie.

- w celu niedopuszczenia do powstania zaćmy ze względu na ekspozycję rogówki oka na promieniowanie UV, dodatkowo ograniczono całkowite nieselektywne (niezależne od długości fali) napromienienie N_{UV-A} oczu promieniowaniem pasma 315 ÷ 400 nm do wartości 10 000 J/m² w ciągu zmiany roboczej:

$$E_{UV-A} = \sum_{315}^{400} E_\lambda \cdot \Delta\lambda$$

$$N_{UV-A} = E_{UV-A} \cdot t$$

gdzie:

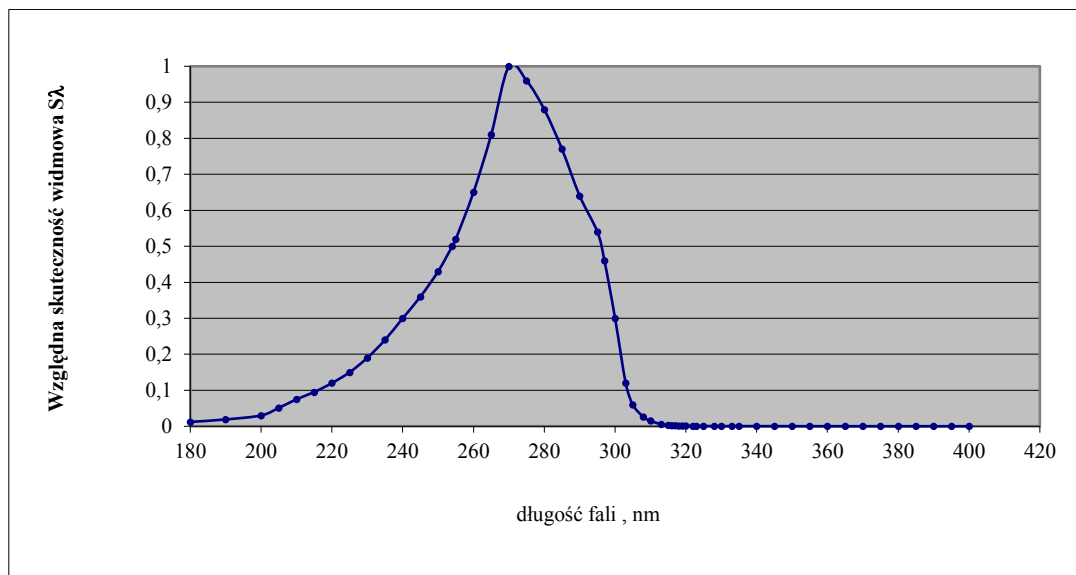
E_λ – natężenie napromienienia dla długości fali λ ,

E_{UV-A} – całkowite natężenie napromienienia nieselektywnego pasmem 315 ÷ 400 nm,

t – czas całkowitej ekspozycji na promieniowanie w ciągu zmiany roboczej,

N_{UV-A} – całkowite napromienienie pasmem 315 ÷ 400 nm.

W obwieszczeniu MPiPS z dnia 26 lipca 2013 r. (Dz.U. z 2013 poz. 1619), [25] oraz w PN-T-06589:2002 [26] określono rozkład widmowy względnej skuteczności biologicznej promieniowania nadfioletowego $S(\lambda)$, (rys. 2.), powodującego powstanie rumienia skóry oraz stanów zapalnych rogówki i spojówki oka.



Rys. 2. Względna skuteczność widmowa $S(\lambda)$ zagrożenia oczu i skóry promieniowaniem UV [25,26]

Charakterystyka źródeł promieniowania UV

Źródła promieniowania nadfioletowego dzieli się na naturalne (np. Słońce czy gwiazdy) i sztuczne:

- elektryczne (promienniki UV, świetlówki, lampy rtęciowe, żarówki halogenowe, lampy wodorowe, ksenonowe, lampy Wooda)
- procesy (źródła) technologiczne (spawanie łukowe i gazowe, cięcie łukiem plazmowym, cięcie tlenowe).

Natężenie promieniowania UV emitowanego przez Słońce zależy w dużym stopniu od szerokości geograficznej, pory roku, pory dnia, stanu pogody. Najczęściej spotykanymi sztucznymi źródłami nielaserowego promieniowania nadfioletowego są natomiast promienniki elektryczne oraz procesy technologiczne.

Elektryczne promienniki UV

Powszechnie stosowane elektryczne promienniki UV, oprócz znikomego promieniowania widzialnego emitują w różnym stopniu promieniowanie nadfioletowe. Większość elektrycznych źródeł światła, stosowanych do ogólnych celów oświetleniowych, nie stanowi zagrożenia dla zdrowia człowieka. Jedynie w przypadku specjalistycznych źródeł światła, takich jak:

- świetlówki aktywnicze i superaktywnicze
- świetlówki bakteriobójcze
- lampy Wooda (promienniki z bańką pokrytą czarnym luminoforem)
- lampy rtęciowe UV średnioprężne i wysokoprężne

- metalohalogenkowe promienniki UV
- lampy deuterowe
- lampy ksenonowe

przeznaczonych do stosowania w różnych procesach technologicznych lub urządzeniach, emitowane przez nie promieniowanie nadfioletowe może stanowić zagrożenie dla zdrowia.

Elektryczne źródła promieniowania nadfioletowego znalazły zastosowanie w wielu procesach fizycznych, chemicznych i biologicznych. Przykładowe zastosowania elektrycznych źródeł promieniowania UV to:

- poligrafia – polimeryzacja tuszu, drukowanie, grawerunek
- powielanie dokumentów – naświetlanie
- malarnie – polimeryzacja farb
- przemysł półprzewodnikowy, obwody drukowane – naświetlanie
- medycyna - fototerapia - choroby skóry, łuszczyca, bielactwo
- defektoskopy – kontrola elementów
- dezynfekcja – wody (np. baseny, oczyszczalnie ścieków), powierzchni (np. narzędzia medyczne), powietrza (np. szpitale)
- pułapki na owady – higiena żywności
- kosmetyka (solaria) – opalanie.

Technologiczne źródła promieniowania UV

Źródłami technologicznymi promieniowania UV są: spawanie łukowe (np. łukiem elektrycznym lub plazmowym), spawanie gazowe, cięcie łukiem plazmowym, natryskiwanie cieplne, cięcie tlenowe, elektrodrażenie i inne. W trakcie tych procesów emitowane jest promieniowanie, które jest sumą promieniowania termicznego rozżarzonych elektrod i roztopionego metalu oraz luminescencji materiału elektrod, gazu spawalniczego, topnika i łączonych elementów. W efekcie emitowane jest przede wszystkim bardzo intensywne promieniowanie widzialne i nadfioletowe oraz w mniejszym stopniu promieniowanie podczerwone. Jest to głównie spowodowane wysoką temperaturą łuków spawalniczych elektrycznych oraz plazmy w palnikach plazmowych. Najczęściej stosowane metody spawania to: MMA, MIG, MAG, TIG².

² MMA (Manual Metal Arc Welding) – spawanie elektrodami topliwymi otulonymi.

MIG/MAG (Metal Inert Gas / Metal Active Gas) – spawanie elektrodami topliwymi w osłonie gazów obojętnych / spawanie w osłonie gazów aktywnych.

TIG (Tungsten Inert Gas) – spawanie elektrodą nietopliwą w osłonie gazowej.

Metoda oceny ryzyka zawodowego

Ocena ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją pracowników na promieniowanie UV opierała się na wynikach pomiarów tego promieniowania, wykonanych na rzeczywistych stanowiskach pracy z wykorzystaniem radiometru (fot. 1.) oraz dwóch sond pomiarowych przeznaczonych do oceny:

- skutecznego $S(\lambda)$ natężenia napromienienia promieniowaniem nadfioletowym (ocena zagrożenia fotochemicznego rogówki i spojówki oka oraz skóry twarzy i rąk) – E_s
- całkowitego natężenia napromienienia promieniowaniem nadfioletowym w zakresie UV-A (ocena zagrożenia fotochemicznego soczewki oka) – E_{UVA} .

Konstrukcja oraz parametry techniczne tych sond umożliwiają kompleksową ocenę zagrożenia pracowników promieniowaniem nadfioletowym, zgodną z rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z 9 stycznia 2020 r. (Dz.U. z 2018 poz. 1286), [24].

Pomiary zostały wykonane zgodnie z opracowaną i wdrożoną do Systemu Zarządzania Jakością CIOP-PIB procedurą badawczą. Zgodnie z wymogiem Polskiego Centrum Akredytacji, zarówno miernik, jak i sondy pomiarowe podlegają nadzorowi metrologicznemu CIOP-PIB i posiadały ważne świadectwo wzorcowania.



Fot. 1. Radiometr wraz z sondami pomiarowymi

Pomiary parametrów promieniowania nadfioletowego wykonano w rzeczywistych warunkach pracy, w czasie cyklu pracy, podczas którego występuje emisja tego promieniowania, w miejscu przebywania pracownika. Odpowiednie sondy pomiarowe umieszczano na wysokości wszystkich ekspozowanych na to promieniowanie części ciała pracownika, szczególnie: oczu,

twarzy, dłoni. We wszystkich przypadkach pomiar wykonano kierując sondę pomiarową w stronę maksymalnej intensywności emitowanego promieniowania, dokonując co najmniej dziesięciu odczytów ze wskazań miernika dla każdej narażonej części ciała pracownika. Podczas występującego narażenia na zmieniające się w czasie promieniowanie wyznaczono jego wartości maksymalne w danym cyklu.

Do oceny ryzyka zawodowego przyjęto kryterium polegające na porównaniu wyznaczonego pomiaru poziomu ekspozycji (PE) z odpowiednią dla danego rodzaju zagrożenia zdrowia wartością MDE, zgodnie z zależnościami [27]:

- **duże**, jeśli: $PE > MDE$
- **średnie**, jeśli : $0,7 MDE < PE \leq MDE$
- **małe**, jeśli: $PE \leq 0,7 MDE$.

Wyniki oceny ryzyka zawodowego przeprowadzanej na przykładowych stanowiskach pracy

W dalszej części przedstawiono przykładowe stanowiska pracy, na których występuje emisja promieniowania nadfioletowego wraz z oceną ryzyka zawodowego dotyczącą zastanych warunków na danym stanowisku.

We wszystkich przypadkach całkowity czas pracy na stanowiskach przyjęto na podstawie informacji uzyskanej od zleceniodawcy. W sytuacjach, kiedy w typowym kierunku obserwacji pracownika nie występowało źródło promieniowania nadfioletowego, promieniowanie to mierzono jako odbicie od materiału obserwowanego.

Stanowisko kontroli badań nieniszczących metodą fluorescencyjną z rtęciową oprawą ręczną

Źródło promieniowania UV – ręczny defektoskop z promiennikiem rtęciowym o mocy 100 W zawieszony w odległości około 0,4 m nad stanowiskiem (fot. 2.).

Czynność – kontrola wzrokowa obrobionych metalowych elementów w promieniowaniu nadfioletowym.

Ochrony osobiste – rękawice i okulary chroniące przed promieniowaniem nadfioletowym.

Ocena ryzyka zawodowego – duże – ze względu na zagrożenie skóry lewej dłoni skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym (tab. 1.).



Fot. 2. Stanowisko defektoskopu z ręciową oprawą ręczną

Tabela 1. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie UV na stanowisku defektoskopu z ręciową oprawą ręczną

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m ²]	Średni poziom ekspozycji [J/m ²]	MDE [J/m ²]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy ^{a)}	0,65 ^{a)}	21 600	$E_s = 0,0001$	$H_s = 2,16$	30	0,07
Soczewki				$E_{UVA} = 0,00085$	$H_{UVA} = 18,36$	1 000	0,02
Skóry	twarz ^{b)}	0,34 ^{b)}		$E_s = 0,0001$	$H_s = 2,16$	30	0,07
	dłoń lewa ^{b)}			$E_s = 0,002$	$H_s = 43,2$		1,44

^{a)} promieniowanie odbite od elementu obserwowanego

^{b)} promieniowanie bezpośrednie z oprawy UV

Stanowisko kontroli badań nieniszczących metodą fluorescencyjną z ksenonową oprawą ręczną

Źródła promieniowania:

- ręczna lampa ksenonowa PH 135 Labino, seria MPXL wyposażona w reflektor szerokokątny (kąt rozwarcia wiązki UV 45°) z promiennikiem DUV 35 W (6 W w zakresie UV-A) o długości fali 365 nm (fot. 3.);
- zamontowane na suficie oprawy z promiennikami UV-A typu blacklight (tzw. lampa Wooda)
- dwie z dwiema świetlówkami o mocy 36 W i jedna z dwiema świetlówkami o mocy 18 W.

Czynność – kontrola wzrokowa obrobionych metalowych elementów w promieniowaniu nadfioletowym.

Ochrony osobiste – okulary chroniące przed promieniowaniem nadfioletowym.

Ocena ryzyka zawodowego – duże – ze względu na zagrożenie skóry prawej dłoni skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym (tab. 2.).



Fot. 3. Stanowisko defektoskopu z ksenonową oprawą ręczną

Tabela 2. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie UV na stanowisku defektoskopu z ksenonową oprawą ręczną

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Eksponowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m ²]	Poziom ekspozycji [J/m ²]	MDE [J/m ²]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy ^{a)}	0,21	7 200	$E_s = 0,00033$	$H_s = 2,38$	30	0,08
Soczewki				$E_{UVA} = 0,134$	$H_{UVA} = 965$	10 000	0,1
Skóry	twarz ^{a)}	0,21		$E_s = 0,00033$	$H_s = 2,38$	30	0,08
	dłoń prawa ^{b)}	0,16		$E_s = 0,00985$	$H_s = 71$	30	2,36

^{a)} promieniowanie odbite od elementu obserwowanego

^{b)} promieniowanie bezpośrednie z oprawy UV

Stanowisko defektoskopu magnetyczno-proszkowego

Źródło promieniowania UV – oprawa UV-LED składająca się z 20 szt. promienników LED emitujących promieniowanie o długości 365 nm (fot. 4.).

Czynność – kontrola wzrokowa obrobionych metalowych elementów w promieniowaniu nadfioletowym.

Ocena ryzyka zawodowego – średnie – ze względu na zagrożenie skóry rąk skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym (tab. 3.).



Fot. 4. Stanowisko obsługi defektoskopu magnetyczno-proszkowego

Tabela 3. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie nadfioletowe na stanowisku obsługi defektoskopu magnetyczno-proszkowego

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m ²]	Poziom ekspozycji [J/m ²]	MDE [J/m ²]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy ^{a)}	0,40	10 500	$E_s = 0,0004$	$H_s = 4,2$	30	0,07
Soczewki			10 500	$E_{UVA} = 0,6$	$H_{UVA} = 6\ 300$	10 000	0,63
Skóry	twarz ^{a)}	0,40	10 500	$E_s = 0,0004$	$H_s = 4,2$	30	0,07
	ręce ^{b)}	0,76	10 500	$E_s = 0,0024$	$H_s = 25,2$	30	0,84

^{a)} promieniowanie odbite od elementu obserwowanego

^{b)} promieniowanie bezpośrednie z oprawy UV

Stanowisko kontroli fluorescencyjnej – kabina do zmywania penetrantu

Źródło promieniowania UV:

- oprawa ręczna z promiennikiem rtęciowym SYL H 44 GS 100 MS PAR 38 o mocy 100 W
- dwie oprawy po dwa świetlówkowe promienniki UV-A o mocy 36 W/08 TLD typu *blacklight* (tzw. lampa Wooda) w każdej, zamontowane na suficie kabiny do zmywania penetrantu (na wysokości ok. 2,2 m względem podłogi).

Czynność – kontrola wzrokowa obrobionych metalowych elementów w promieniowaniu nadfioletowym.

Ochrony osobiste – rękawice i okulary chroniące przed promieniowaniem nadfioletowym.

Ocena ryzyka zawodowego – duże – ze względu na zagrożenie skóry lewej dłoni skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym (tab. 4.).

Tabela 4. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie nadfioletowe na stanowisku kontroli fluorescencyjnej – kabina do zmywania penetrantu

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozycja część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m^2]	Poziom ekspozycji [J/m^2]	MDE [J/m^2]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy ^{a)}	0,40	9 000	$E_s = 0,00342$	$H_s = 30,78$	30	1,03
Soczewki				$E_{UVA} = 0,48$	$H_{UVA} = 4\ 320$	10 000	0,4
Skóry	twarz ^{a)}	0,40		$E_s = 0,00342$	$H_s = 30,78$	30	1,03
	ręce ^{b)}	0,20		$E_s = 0,00526$	$H_s = 47,34$	30	1,6

^{a)} promieniowanie odbite od elementu obserwowanego

^{b)} promieniowanie bezpośrednie z oprawy UV

Stanowisko pracy operatora wielokolorowej maszyny poligraficznej do sitodruku

Źródło promieniowania – promiennik UV o mocy 3 kW wykorzystywany do suszenia nadruków (fot. 5.). Promieniowanie nadfioletowe wydostaje się na zewnątrz maszyny przez znacznej wielkości otwór po stronie załadunku i podawania elementów przeznaczonych do suszenia.

Czynność – ręczny załadunek elementów do nadruku i suszenia.

Ochrony osobiste – brak.

Ocena ryzyka zawodowego – przed modernizacją maszyny, przy dużym otworze – duże ze względu na zagrożenie skóry lewej dłoni oraz średnie ze względu na zagrożenie oczu skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym (tab. 5.). Po modernizacji maszyny polegającej na maksymalnym przesłonięciu otworu po stronie załadunku i podawania elementów ryzyko zredukowano do małego.



a)

b)

Fot. 5. Stanowisko pracy operatora wielokolorowej maszyny poligraficznej do sitodruku, a – przed modernizacją; b – po modernizacji

Tabela 5. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie UV na stanowisku operatora maszyny poligraficznej do sitodruku – 6-kolorowej

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od obudowy promiennika [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Wykonanie pomiarów	Średni poziom promieniowania [W/m ²]	Poziom ekspozycji [J/m ²]	MDE [J/m ²]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy ^{a)}	1,65	3 000	1	$E_s = 0,008$	$H_s = 24$	30	0,8
				2	$E_s = 0,0015$	$H_s = 5,4$		0,18
Soczewki	oczy ^{a)}	1,65		1	$E_{UVA} = 0,023$	$H_{UVA} = 69$	10 000	0,0069
				2	$E_{UVA} = 0,025$	$H_{UVA} = 90$		0,009
Skóry	twarz ^{a)}	1,40		1	$E_s = 0,008$	$H_s = 24$	30	0,8
				2	$E_s = 0,0015$	$H_s = 5,4$		0,18
	ręka prawa ^{b)}	1,40		1	$E_s = 0,012$	$H_s = 36$	30	1,2
				2	$E_s = 0,0026$	$H_s = 9,36$		0,3

^{a)} promieniowanie odbite od elementu obserwowanego

^{b)} promieniowanie bezpośrednie z oprawy UV

1 - pomiary wykonane przed modernizacją maszyny

2 - pomiary wykonane po modernizacji maszyny

Stanowisko pracy operatora jednokolorowej maszyny poligraficznej do sitodruku

Źródło promieniowania – promiennik UV o mocy 1 kW wykorzystywany do suszenia nadruków (fot. 6.).

Czynność – ręczny załadunek elementów do nadruku i suszenia.

Ochrony osobiste – brak.

Ocena ryzyka zawodowego – małe (tab. 6.).



Fot. 6. Stanowisko z włączonym promiennikiem UV

Tabela 6. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie UV na stanowisku operatora maszyny poligraficznej do sitodruku – 1-kolorowej

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od szczeliny w maszynie [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m^2]	Poziom ekspozycji [J/m^2]	MDE [J/m^2]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy	0,50	25 200	$E_s = 0,0003$	$H_s = 7,56$	30	0,25
Soczewki	oczy	0,50		$E_{UVA} = 0,0033$	$H_{UVA} = 83$	10 000	0,008
Skóry	twarz	0,50		$E_s = 0,0003$	$H_s = 7,56$	30	0,25
	ręka lewa	0,15		$E_s = 0,0001$	$H_s = 2,52$	30	0,08
	ręka prawa	0,15		$E_s = 0,0005$	$H_s = 12,6$	30	0,42

Stanowiska kontroli wzrokowej płytek PCB³ – przemysł elektroniczny

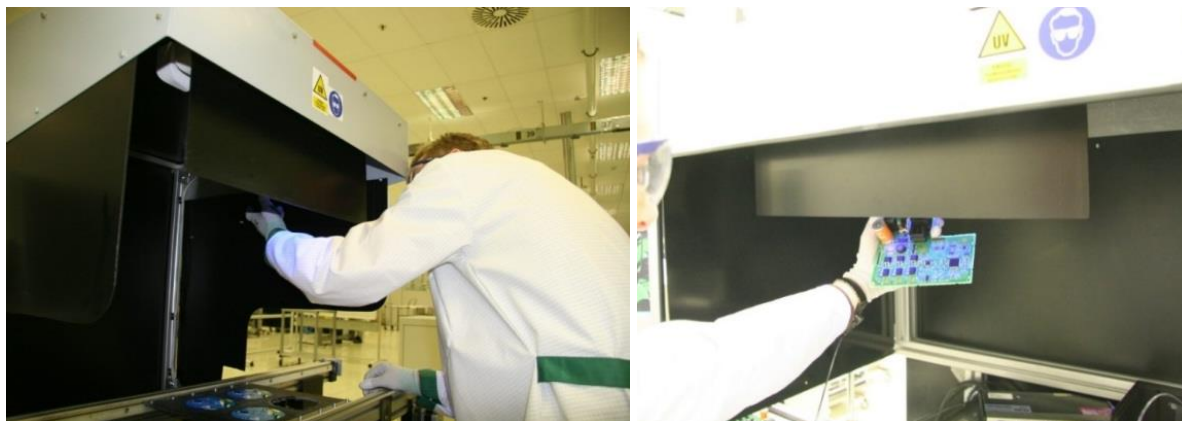
Źródło promieniowania: dwa promienniki świetlówkowe UV-A o mocy 18 W typu *blacklight* zamontowane w oprawie z kloszem (fot. 7.).

Czynność – kontrola wzrokowa powłoki zabezpieczającej płytki PCB w promieniowaniu nadfioletowym.

Ochrony osobiste – rękawice i okulary chroniące przed promieniowaniem nadfioletowym.

Ocena ryzyka zawodowego – małe (tab. 7.).

³ PCB – Printed Circuit Board – płytka z materiału izolacyjnego z naniesionymi obwodami drukowanymi i punktami lutowniczymi przeznaczona do montażu podzespołów elektronicznych



Fot. 7. Widok stanowisk kontroli wzrokowej płytek PCB

Tabela 7. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie UV na przykładowym stanowisku kontroli wzrokowej płytek PCB

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m ²]	Poziom ekspozycji [J/m ²]	MDE [J/m ²]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy ^{a)}	0,46	12 600	$E_s = 0,0004$	$H_s = 5,04$	30	0,17
Soczewki				$E_{UVA} = 0,038$	$H_{UVA} = 479$	10 000	0,05
Skóry	twarz ^{a)}	0,46		$E_s = 0,0004$	$H_s = 5,04$	30	0,17
	ręka lewa ^{b)}	0,34		$E_s = 0,0006$	$H_s = 7,56$		

^{a)} promieniowanie odbite od elementu obserwowanego

^{b)} promieniowanie bezpośrednie z oprawy UV

Stanowiska przy suszarkach UV – przemysł poligraficzny

Źródło promieniowania – wysokociśnieniowy promiennik rtęciowy UV pracujący z mocą 50% (2 850 W – 60 W/cm) zamontowany w serii popularnych suszarek UV (fot. 8.).

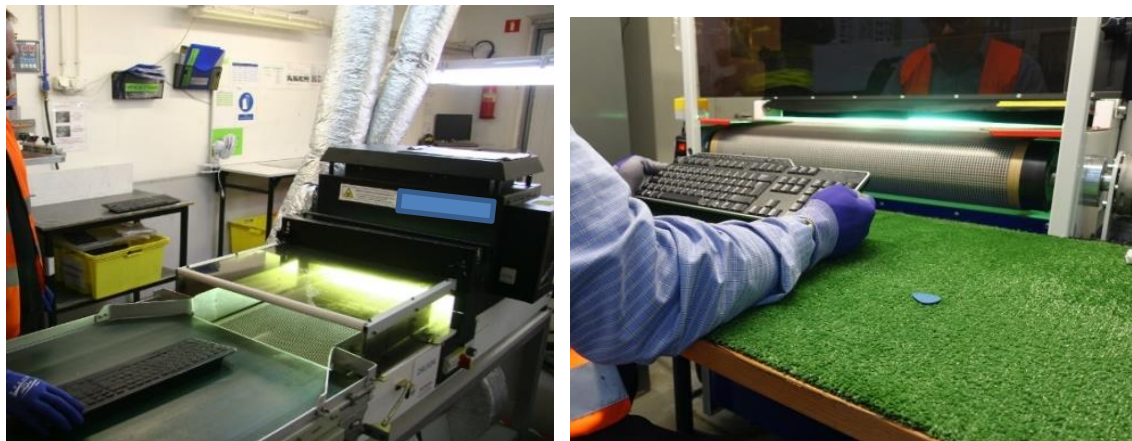
Czynność – podawanie/odbiór elementów do suszenia po wykonanym nadruku.

Ochrony osobiste – rękawice i okulary chroniące przed promieniowaniem nadfioletowym.

Ocena ryzyka zawodowego – duże – ze względu na zagrożenie skóry dłoni skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym (tab. 8.).

Tabela 8. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie UV na przykładowym stanowisku przy suszarce UV

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m ²]	Poziom ekspozycji [J/m ²]	MDE [J/m ²]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy	0,9	23 400	$E_s = 0,0004$	$H_s = 9,36$	30	0,31
Soczewki				$E_{UVA} = 0,002$	$H_{UVA} = 46,8$	10 000	0,005
Skóry	twarz	0,9		$E_s = 0,0004$	$H_s = 9,36$	30	0,31
	ręce	0,58		$E_s = 0,005$	$H_s = 117$		



Fot. 8. Stanowiska podawania/odbioru elementów do suszenia

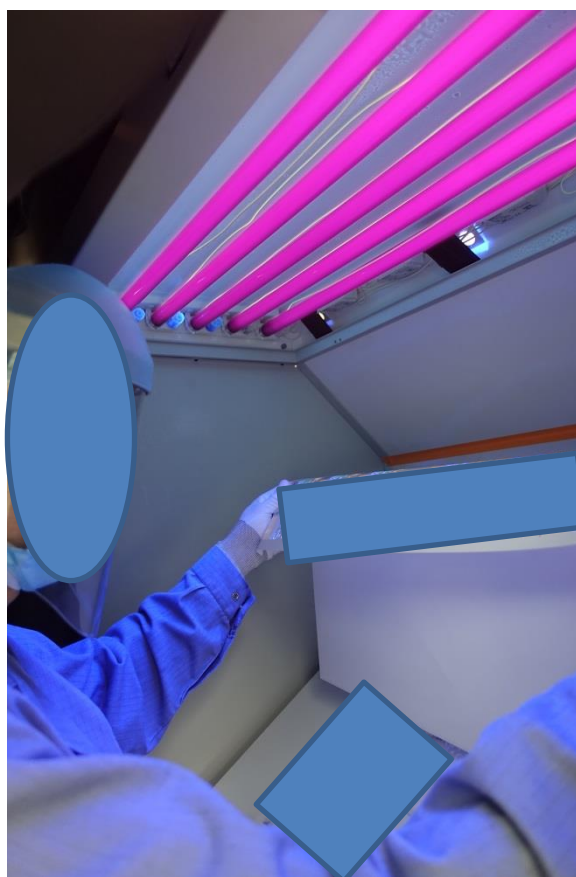
Stanowisko kontroli wzrokowej arkuszy po druku – przemysł poligraficzny

Źródło promieniowania – promiennik świetłówkowy UV-A o mocy 30 W typu *blacklight* – 5 szt. (fot. 9.).

Czynność – kontrola wzrokowa nadruków na arkuszach w promieniowaniu nadfioletowym.

Ochrony osobiste – rękawice i przyłbica chroniące przed promieniowaniem nadfioletowym.

Ocena ryzyka zawodowego – duże – ze względu na zagrożenie skóry dłoni skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym oraz oczu natężeniem napromienienia nieselektywnym pasmem 315 ÷ 400 nm (tab. 9.).



Fot. 9. Widok kabiny do kontroli wzrokowej

Tabela 9. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie UV na stanowisku kontroli wzrokowej

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m^2]	Poziom ekspozycji [J/m^2]	MDE [J/m^2]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy ^{a)}	0,42	14 400	$E_s = 0,0007$	$H_s = 10,8$	30	0,36
Soczewki				$E_{UVA} = 3,85$	$H_{UVA} = 55 400$	10 000	5,54
Skóry	twarz ^{a)}	0,42		$E_s = 0,0007$	$H_s = 10,8$	30	0,36
	ręce ^{b)}	0,45		$E_s = 0,003$	$H_s = 43,2$		1,44

^{a)} promieniowanie odbite od elementu obserwowanego

^{b)} promieniowanie bezpośrednie z oprawy UV

Stanowisko obsługi oprawy do światłolecznictwa

Źródło promieniowania – oprawa przeznaczona do naświetlań ogólnych i miejscowych promieniowaniem na granicy UV-A i UV-B. Pomiary promieniowania UV wykonano przy załączonych 2 promiennikach UV (fot. 10.).

Czynność – nastawianie oprawy w celu wykonania zabiegu światłoterapii – pracownik usytuowany jest z tyłu badanej oprawy, więc praktycznie narażony jest na promieniowanie wydostające się przez szczeliny w tylnej obudowie oprawy oraz na promieniowanie odbite od powierzchni wyposażenia pomieszczenia.

Ochrony osobiste – brak.

Ocena ryzyka zawodowego – małe (tab. 10.).



Fot. 10. Widok stanowiska do światłolecznictwa z oprawą

Tabela 10. Wyniki pomiarów promieniowania UV na stanowisku do światłolecznictwa z oprawą

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowite ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m^2]	Poziom ekspozycji [J/m^2]	MDE [J/m^2]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy ^{a)}	0,30	960	$E_s = 0,00902$	$H_s = 8,66$	30	0,29
Soczewki				$E_{UVA} = 0,062$	$H_{UVA} = 59,5$		
Skóry	twarz ^{a)}	0,20	960	$E_s = 0,00902$	$H_s = 8,66$	30	0,29
	ręce ^{b)}			$E_s = 0,00733$	$H_s = 7,04$		

^{a)} promieniowanie odbite od elementu obserwowanego

^{b)} promieniowanie bezpośrednie z oprawy UV

Stanowisko obsługi oprawy w gabinecie zabiegowym poradni dermatologicznej

Źródło promieniowania – oprawa przeznaczona do fototerapii schorzeń dermatologicznych promieniowaniem UV-B o długości fali 311 nm. Ma zainstalowanych 6 świetlówek Philips PLS 9W / 01.

Ocenę ryzyka zawodowego przeprowadzono dla przypadku stanowiącego potencjalnie największe zagrożenie dla zdrowia pracownika, tj. dla ekspozycji oczu i skóry na promieniowanie bezpośrednie pochodzące od oprawy, która podczas zabiegu umieszczona jest na stole np. przy naświetlaniu rąk pacjenta (fot. 11.).

Czynność – dozór procesu fototerapii zza biurka znajdującego się w odległości około 2 m od oprawy.

Ochrony osobiste – brak.

Ocena ryzyka zawodowego – małe (tab. 11.).



Fot. 11. Widok oprawy usytuowanej na stole

Tabela 11. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie nadfioletowe przy obsłudze oprawy

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m^2]	Poziom ekspozycji [J/m^2]	MDE [J/m^2]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy	2,0	9 000	$E_s = 0,0006$	$H_s = 5,4$	30	0,18
Soczewki oka				$E_{UVA} = 0,065$	$H_{UVA} = 585$	10 000	0,06
Skóry	twarz	1,8		$E_s = 0,0006$	$H_s = 5,4$	30	0,18
	ręce			$E_s = 0,001$	$H_s = 9$		0,3

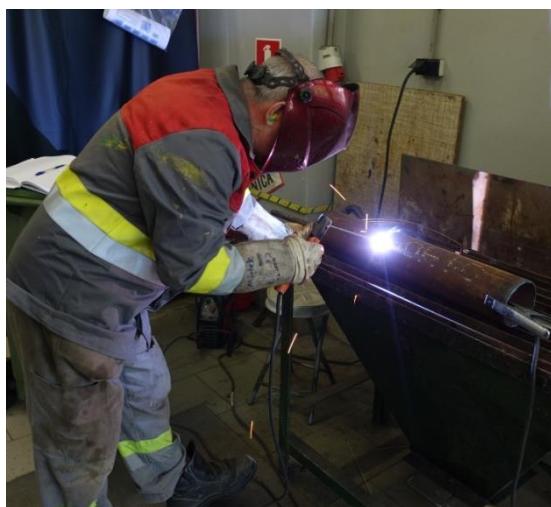
Stanowisko ręcznego spawania elektrycznego (MMA)

Źródło promieniowania – łuk spawalniczy podczas spawania z wykorzystaniem spawarki elektrycznej, prąd spawania 80 A, elektroda rutyłowa ER o średnicy 2,25 mm.

Czynność: spawanie elektryczne stali St 3 (fot. 12.).

Ochrony osobiste: automatyczna przyłbica spawalnicza, rękawice spawalnicze.

Ocena ryzyka zawodowego – duże – ze względu na zagrożenie oczu oraz skóry twarzy i rąk skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym oraz oczu natężeniem napromienienia nieselektywnego pasmem 315 ÷ 400 nm (tab. 12.).



Fot. 12. Przykładowe stanowiska spawania elektrycznego (MMA)

Tabela 12. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie nadfioletowe podczas spawania elektrycznego (MMA)

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m^2]	Poziom ekspozycji [J/m^2]	MDE [J/m^2]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy	0,49	1 800	$E_s = 1,27$	$H_s = 2 286$	30	76
Soczewki				$E_{UVA} = 8,06$	$H_{UVA} = 14 508$	10 000	1,45
Skóry	twarz	0,10 ÷ 0,24		$E_s = 1,27$	$H_s = 2 286$	30	76
	ręka			$E_s = 4,65$	$H_s = 8 370$		279

Stanowiska ręcznego spawania elektrycznego metodą TIG

Źródło promieniowania – łuk spawalniczy podczas spawania z wykorzystaniem spawarki Invertec V 160-T Pulse, prąd spawania 90 A, spoina - drut ze stali nierdzewnej o średnicy 2 mm.

Czynność – spawanie metodą TIG elementu ze stali St3 (fot. 13.).

Ochrony osobiste: automatyczna przyłbica spawalnicza, rękawice spawalnicze.

Ocena ryzyka zawodowego – duże – ze względu na zagrożenie oczu oraz skóry twarzy i rąk skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym oraz oczu natężeniem napromienienia nieselektywnego pasmem 315 ÷ 400 nm (tab. 13.).



Fot. 13. Przykładowe stanowisko spawania elektrycznego metodą TIG

Tabela 13. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie UV na stanowisku spawania elektrycznego metodą TIG

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m ²]	Średni poziom ekspozycji [J/m ²]	MDE [J/m ²]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy	0,46	1 500	$E_s = 0,179$	$H_s = 268,5$	30	8,95
Soczewki				$E_{UVA} = 14,70$	$H_{UVA} = 22 050$		
Skóry	twarz	0,20		$E_s = 0,179$	$H_s = 268,5$	30	8,95
	dłoń prawa			$E_s = 7,85$	$H_s = 11 775$		

Stanowisko ręcznego spawania gazowego

Źródło promieniowania – łuk spawalniczy podczas spawania z wykorzystaniem mieszanki tlenu i acetylenu (fot. 14.).

Czynność – spawanie gazowe kolanka do rury o średnicy 80 mm ze stali St3 (fot. 13.).

Spoiwo: drut miedziowany o średnicy 3,25 mm.

Ochrony osobiste: gogle spawalnicze; rękawice spawalnicze.

Ocena ryzyka zawodowego – duże – ze względu na zagrożenie skóry rąk skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym (tab. 14.). W zależności od rodzaju spawanego materiału oraz czasu ekspozycji może również występować średnie ryzyko ze względu na zagrożenie oczu oraz skóry twarzy skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym.



Fot. 14. Przykładowe stanowisko spawania gazowego

Tabela 14. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie nadfioletowe na stanowisku ręcznego spawania gazowego

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m ²]	Poziom ekspozycji [J/m ²]	MDE [J/m ²]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy	0,45	18 000	$E_s = 0,001$	$H_s = 18,0$	30	0,54
Soczewki				$E_{UVA} = 0,0083$	$H_{UVA} = 149$	10 000	0,015
Skóry	twarz	0,45		$E_s = 0,001$	$H_s = 18,0$	30	0,54
	ręce	0,25		$E_s = 0,002$	$H_s = 36,0$	30	1,2

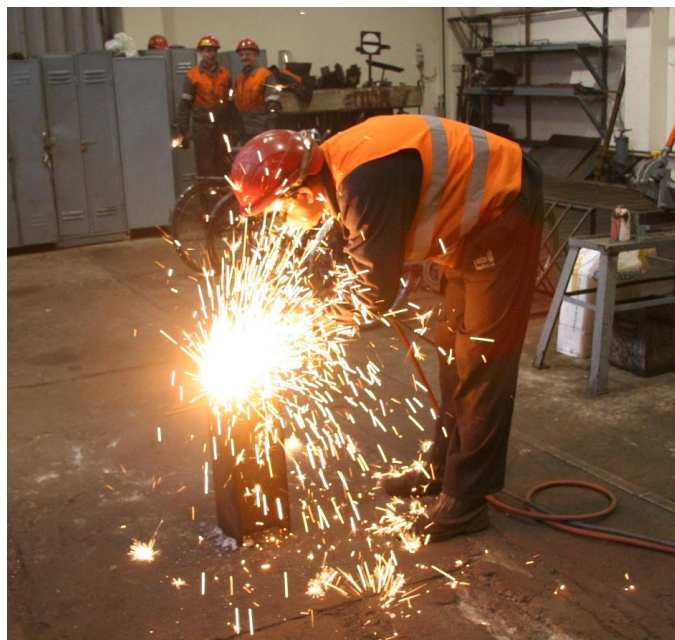
Stanowisko przepalania gazowego szyny stalowej

Źródło promieniowania – łuk spawalniczy podczas przepalania z wykorzystaniem mieszanki tlenu i acetylenu.

Czynność: przepalanie gazowe szyny stalowej S 49 (fot. 15.).

Ochrony osobiste: gogle ERMET CENSI - 1; rękawice spawalnicze.

Ocena ryzyka zawodowego – duże – ze względu na zagrożenie oczu oraz skóry twarzy i rąk skutecznym natężeniem napromienienia promieniowaniem nadfioletowym (tab. 15.).



Fot. 15. Widok stanowiska przepalania gazowego szyny stalowej

Tabela 15. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na promieniowanie nadfioletowe podczas przepalania gazowego szyny stalowej

Ocena zagrożenia fotochemicznego	Ekspozowana część ciała	Odległość od źródła promieniowania [m]	Czas całkowitej ekspozycji [s]	Średni poziom promieniowania [W/m ²]	Poziom ekspozycji [J/m ²]	MDE [J/m ²]	Krotność MDE
Rogówki i spojówki	oczy	0,75	18 000	$E_s = 0,21$	$H_s = 3\ 780$	30	126
Soczewki				$E_{UVA} = 0,147$	$H_{UVA} = 2\ 646$	10 000	0,27
Skóry	twarz	0,16		$E_s = 0,21$	$H_s = 3\ 780$	30	126
	ręka			$E_s = 0,43$	$H_s = 7\ 740$		258

Podsumowanie

Promieniowanie nadfioletowe jest zarówno czynnikiem towarzyszącym, jak i wykorzystywane jest do celów technologicznych na wielu stanowiskach pracy. W związku z tym może na nich występować potencjalne zagrożenie pracowników skutkami nadmiernej ekspozycji na to promieniowanie. Zgodnie z aktualnymi przepisami, na takich stanowiskach należy wykonywać pomiary kontrolne w tym zakresie, a w przypadku występowania ryzyka zawodowego dużego oraz średniego podjąć działania profilaktyczne, mające na celu ograniczenie ryzyka zawodowego do małego.

Pierwszą zasadą ograniczenia ryzyka zawodowego pracowników na promieniowanie UV jest unikanie ekspozycji. Jeśli nie jest to jednak możliwe, wówczas poziom bezpieczeństwa można uzyskać poprzez ograniczenie czasu ekspozycji, zastosowanie rotacji pracowników, zwiększenie odległości pracownika od źródła promieniowania czy stosowanie zbiorowych środków ochrony w postaci obudów/ekranów ochronnych. Jeżeli niemożliwe jest wykorzystanie zbiorowych środków ochrony, wówczas należy stosować środki ochrony

indywidualnej. W przypadku stwierdzenia narażenia skóry dłoni/rąk konieczne jest stosowanie rękawic ochronnych oraz ubrania z długimi rękawami, ewentualnie kremów ochronnych. Oczy należy chronić poprzez zastosowanie okularów lub gogli ochronnych. Środki te muszą być dobrane w zależności od wyznaczonych przekroczeń wartości MDE oraz rodzaju wykonywanych prac. Na stanowiskach, na których stwierdzono ekspozycję oczu i skóry twarzy na promieniowanie UV, np. na stanowiskach spawalniczych, należy stosować tarcze lub przyłbice spawalnicze.

Szczególną uwagę należy zwrócić pracownikom na stanowiskach spawania elektrycznego na zakaz rozpoczynania spawania (tzw. punktowanie) bez osłoniętych oczu, ponieważ na tych stanowiskach, nawet podczas kilkusekundowego spawania występuje już przekroczenie wartości MDE.

Najbardziej niebezpieczne dla zdrowia człowieka są odległe skutki ekspozycji na promieniowanie UV, przede wszystkim związane ze zwiększonym ryzykiem nowotworów złośliwych skóry. Istotna, w przypadku narażenia na promieniowanie nadfioletowe, jest profilaktyka pierwotna. Wskazane jest, aby pracodawca i pracownik służby bhp zostali poinformowani przez lekarza sprawującego opiekę profilaktyczną o zasadach prewencji tych chorób u pracowników narażonych na promieniowanie UV.

BIBLIOGRAFIA

- [1] PN-90/E-01005 Technika świetlna. Terminologia
- [2] POŚCIK, A. Ocena narażenia na promieniowanie nadfioletowe z zastosowaniem indywidualnych fotochromowych dozymetrów. Praca naukowo-badawcza z zakresu prewencji wypadkowej. CIOP-PIB, Warszawa, grudzień 2009.
- [3] ŁASTOWIECKA-MORAS, E., BUGAJSKA, J. Promieniowanie nadfioletowe – zasady zapobiegania negatywnym skutkom zdrowotnym. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka* 2008,446,11: 21-23.
- [4] LUŻYŃSKA, M. Ochrona narządu wzroku przed szkodliwym działaniem promieniowania UV. *Optyka*. 2017,4: 58-62.
- [5] SŁOMA-KUCZYŃSKA, J., BILSKI, B. Profilaktyka pierwszorzędowa u pracowników narażonych na promieniowanie nadfioletowe pochodzenia słonecznego oraz ryzyko związane z tym czynnikiem. *Medycyna Pracy* 2004,55,3: 283-287.
- [6] GRONO, M., MROZOWSKA, M., SALCZYŃSKA, A. Wstęp do kosmetyki. Nowa Era, Warszawa 2013.
- [7] ATA, P., MAJEWSKI, S. Fotostarzenie skóry – Photoaging of human skin. *Przegląd Dermatologiczny* 2013,3: 178-183.

- [8] GLIWA, E., GOŹDZIAŁSKA, A., JAŚKIEWICZ, J. Wpływ promieniowania UV na skórę. [w:] Goździalska A, Jaśkiewicz J (red.). Współczesne kierunki w medycynie prewencyjnej. Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2013.
- [9] GIES, H.P., ROY, C.R., TOOMEY, S., MCLENNAN, A. Protection against solar ultraviolet radiation. *Mutat. Res.* 1998, 422: 15-22.
- [10] JASIEL-WALIKOWSKA, E., PLACEK, W. Bezpośrednie i odległe skutki biologiczne działania promieniowania słonecznego na zdrową skórę. *Dermatol. Estet.* 1999,3: 120-128.
- [11] BROWDER, J.F., BEERS, B. Photoaging. *Postgrad. Med.* 1993,8: 74-79.
- [12] KIEĆ-ŚWIERCZYŃSKA, M., KRĘCISZ, B. Choroby skóry wywołane nadwrażliwością na światło. *Medycyna Pracy* 2001,62: 383-387.
- [13] LEHMAN, P. Fotodermatozy [w:] Burgdorf, H. W., Plewig, G., Wolff, H., Landthaler, M., Braun-Falco, O. *Dermatologia*. Wydawnictwo Czelej, Lublin 2010.
- [14] DEBUYS, H.V., LEVY, S.B., MURRAY, J.C., MADEY, D.L., PINNEL, S.R. Modern approaches to photoprotection. *Dermatol. Clin.* 2000,18: 577-590.
- [15] SARNOFF, D.S. Goodbye, managed care, hello, skin care. *Arch. Dermatol.* 1999,135: 1308-1310.
- [16] EBISZ, M., BROKOWSKA, M. Szkodliwe oddziaływanie promieniowania ultrafioletowego na skórę człowieka. *Hygeia Public Health* 2015,50,3: 467-473.
- [17] DIFFEY, B.L. What is light? *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.* 2002, 18: 68-74.
- [18] ANANTHASWAMY, H.N., ULLRICH, S.E., KRIPKE, M.K. Inhibition of UV-induced p53 mutations and skin cancers by sunscreen: implication for skin cancer prevention. *Exper. Dermatol.* 2002,11: 40-43.
- [19] Dyrektywa 2006/25/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 kwietnia 2006 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (sztucznym promieniowaniem optycznym) (dziewiętnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16.1 dyrektywy 89/391/EWG).
- [20] International Commission on Illumination (CIE) Standard Erythema Dose, a Review, Technical Report, 125-1997.
- [21] International Non-Ionizing Radiation Committee of the International Radiation Protection Association, Proposed change to the IRPA 1985 guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation. *Health Physics* 1989, 56: 971-972.
- [22] VECCHIA, P., HIETANEN, M., STUCK, BE, van DEVENTER, E., NIU, S. Protecting workers from ultraviolet radiation, ICNIRP in collaboration with ILO, WHO, 14/2007.

- [23] Working group report: Ultraviolet radiation & Health. Current knowledge of exposure and health risks. Affsse, InVS, Afssaps, May 2005.
- [24] Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z 9 stycznia 2020 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. z 2020 poz. 61).
- [25] Obwieszczenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 26 lipca 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z ekspozycją na promieniowanie optyczne (Dz.U. z 2013 poz. 1619).
- [26] PN-T-06589: 2002 Ochrona przed promieniowaniem optycznym. Metody pomiaru promieniowania nadfioletowego na stanowiskach pracy.
- [27] WOLSKA, A., PAWLAK, A. Promieniowanie optyczne [w]: Ryzyko zawodowe. Metodyczne podstawy oceny. Pod red. W.M. Zawieski. CIOP-PIB, Warszawa 2007.

Publikacja opracowana na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2021 - 2022 w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rozwoju, Pracy i Technologii.

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.