



Stella Bujak-Pietrek
Renata Soćko
Katarzyna Konieczko
Małgorzata Kupczewska-Dobecka
Joanna Jurewicz

PYŁY DREWNA

wytyczne dla pracodawców,
pracowników i służb związanych
z bezpieczeństwem i higieną pracy

ISBN 978-83-63253-54-7



Ministerstwo
Zdrowia



NPZ
NARODOWY PROGRAM ZDROWIA

Zadanie realizowane ze środków Narodowego Programu Zdrowia
na lata 2021–2025, finansowane przez Ministra Zdrowia

Stella Bujak-Pietrek, Renata Soćko,
Katarzyna Konieczko, Małgorzata Kupczewska-Dobecka,
Joanna Jurewicz

PYŁY DREWNA

wytyczne dla pracodawców, pracowników i służb
związanych z bezpieczeństwem i higieną pracy

Wykaz skrótów

ACD	(ang.) <i>Allergic Contact Dermatitis</i> – alergiczne kontaktowe zapalenie skóry
BOELV	(ang.) <i>Binding Occupational Exposure Level Value</i> – wiążący dopuszczalny poziom narażenia zawodowego w Unii Europejskiej
CI	(ang.) <i>Confidence Interval</i> – przedział ufności
CLP	(ang.) <i>Classification Labelling Packaging</i> – klasyfikacja, oznakowanie i pakowanie
da	średnica aerodynamiczna cząstki
FEF	(ang.) <i>Forced Expiratory Flow</i> – natężony przepływ wydechowy w wybranych momentach natężonego wydechu
FEV1	(ang.) <i>Forced Expiratory Volume in One Second</i> – natężona objętość wydechowa pierwszosekundowa
FEV1/VC	wskaźnik Tiffeneau – stosunek FEV1 do VC wyrażony w procentach
FVC	(ang.) <i>Forced Vital Capacity</i> – natężona pojemność życiowa
IARC	(ang.) <i>International Agency for Research on Cancer</i> – Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem
ICD	(ang.) <i>Irritant Contact Dermatitis</i> – kontaktowe zapalenie skóry z podrażnienia
IgE	(ang.) <i>Type E Immunoglobulins</i> – przeciwciała (immunoglobuliny typu E)
MEF	(ang.) <i>Maximal Expiratory Flow</i> – maksymalny przepływ wydechowy w wybranych momentach natężonego wydechu
NDS	Najwyższe Dopuszczalne Stężenie w środowisku pracy
Nr CAS	oznaczenie numeryczne przypisane substancji chemicznej przez amerykańską organizację Chemical Abstracts Service

Nr WE	numer przypisany substancji chemicznej w Europejskim Wykazie Istniejących Substancji o Znaczeniu Komercyjnym, w Europejskim Wykazie Notyfikowanych Substancji Chemicznych lub w wykazie substancji chemicznych wymienionych w publikacji „No-longer polymers”
OR	(ang.) <i>Odds Ratio</i> – iloraz szans
PEF, PEFR	(ang.) <i>Peak Expiratory Flow</i> – szczytowy przepływ wydechowy
POChP	Przewlekła Obturacyjna Choroba Płuc
PPFEV1	(ang.) <i>Percent Predicted Force Expiratory Volume at One Second</i> – procent przewidywanej natężonej objętości wydechowej pierwszosekundowej
RAST	(ang.) <i>Radio Allergosorbent Test</i> – test radioalergosorpcji (badanie przesiewowe w kierunku alergii)
RR	(ang.) <i>Relative Risk</i> – ryzyko względne
SCOEL	Scientific Committee on Occupational Exposure Limits – Naukowy Komitet ds. Ustalania Dopuszczalnych Poziomów Narażenia Zawodowego w Unii Europejskiej
SMR	(ang.) <i>Standardized Mortality Ratio</i> – standaryzowany współczynnik umieralności
SNC	(ang.) <i>Sino-Nasal Cancer</i> – nowotwór złośliwy nosa i zatok przynosowych
VC	(ang.) <i>Vital Capacity</i> – pojemność życiowa

WSTĘP

Pyły drewna są produktem ubocznym powstającym w procesach obróbki i przerobu drewna oraz płyt drewnopochodnych. Emisja pyłów drewna ma zatem miejsce m.in. w tartakach, stolarniach oraz zakładach: meblarskich, produkujących opakowania drewniane, palety czy w zakładach przemysłu zapałczanego. Największe stężenia pyłów odnotowano w zakładach stolarki budowlanej, stolarskich i meblowych.

Celem wytycznych jest kompleksowe omówienie zagadnień związanych z narażeniem zawodowym na pyły drewna, skutkami zdrowotnymi tego narażenia oraz najważniejszymi aspektami prawnymi z punktu widzenia pracodawcy i służb kontrolnych.

Dwie najważniejsze zmiany prawne w odniesieniu do pyłów drewna to:

- umieszczenie w 2020 r. w wykazie procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym prac związanych z narażeniem na pyły drewna, bez wskazania rodzaju drewna (poprzednio w ww. wykazie znajdowały się wyłącznie prace związane z narażeniem na pyły drewna twardego) (Dz.U. 2020 poz. 197);
- zmniejszenie od dn. 18 stycznia 2023 r. wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia pyłów drewna z 3 mg/m^3 do 2 mg/m^3 (Dz.U. 2020 poz. 61).

Zarówno ekspozycja na pyły drewna twardego, jak i pyły drewna miękkiego, może być przyczyną chorób nowotworowych – głównie nowotworów złośliwych nosa i zatok przynosowych (SNC).

Narażenie na pyły drewna twardego jest związane z wystąpieniem gruczolakoraka nosa, natomiast narażenie na pyły drewna miękkiego stwarza ryzyko rozwoju raka płaskonabłonkowego błon śluzowych nosa i zatok przynosowych. Z tego powodu Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) uznała, że istnieją wystarczające dowody działania rakotwórczego pyłu drewna dla ludzi i zaliczyła je do grupy 1, czyli substancji o udowodnionym działaniu rakotwórczym dla ludzi (IARC 1995, 2012). Natomiast Komisja Europejska zaliczyła prace związane z narażeniem na pyły drewna twardego i mieszanego do procesów technologicznych klasyfikowanych jako rakotwórcze dla ludzi (Dyrektywa 2004/37/WE).

Nienowotworowe skutki narażenia występujące ze strony układu oddechowego, z wyjątkiem astmy, nie zależą od specyficznego typu drewna. Zarówno pyły drewna twardego, jak i miękkiego mogą, w zależności od rozmiaru cząstek drewna, upośledzać drożność górnych lub dolnych dróg oddechowych, powodować choroby obturacyjne związane z ograniczeniem przepływu powietrza w płucach m.in. POChP (przewlekła obturacyjna choroba płuc) oraz przewlekłe zapalenie oskrzeli. Astma zawodowa jest najczęściej wynikiem działania biologicznie aktywnych związków chemicznych obecnych w drewnie. Zaburzenia czynnościowe układu oddechowego, powstające w wyniku mechanicznego lub chemicznego podrażnienia płuc, a także wystąpienie astmy zawodowej stwierdzano u pracowników przemysłu drzewnego (bez historii atopii), głównie meblowego, narażonych na stężenia pyłu nawet poniżej 1 mg/m^3 . Ponadto narażenie ostre, jak i przewlekłe na pyły drewna, może powodować działanie uczulające, bądź drażniące na błony śluzowe dróg oddechowych oraz skórę.

Ocena skutków narażenia na pyły drewna jest utrudniona ze względu na mieszane narażenie (więcej niż jeden gatunek drewna), a także inne czynniki szkodliwe występujące podczas obróbki drewna, takie jak: grzyby pleśniowe, bakterie,

rozpuszczalniki, związki chemiczne występujące naturalnie w drewnie, mogące powodować szkodliwe skutki zdrowotne.

Ze względu na działanie rakotwórcze i mutagenne pyłów drewna, a także nienowotworowe zaburzenia ze strony górnych i dolnych dróg oddechowych zaistniała konieczność zaostrożenia dopuszczalnych stężeń tego czynnika.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA I WŁAŚCIWOŚCI DREWNA I JEGO PYŁÓW

Budowa i skład chemiczny drewna

Drewno jest substancją organiczną złożoną głównie z celulozy (40–60%) – substancji o włóknistej, bardzo trwałej strukturze, występującej w drewnie w powiązaniu z ligniną i hemicelulozami. Hemicelulozy stanowią 18–35%, a pod względem chemicznym należą do wielocukrów. Lignina natomiast stanowi połączenie kilku substancji.

Drewno ma barwę od jasnego do ciemnego, czerwonego brązu, w zależności od gatunku drzewa, z którego je uzyskano.

- nazwa polska pyły drewna (twardego, miękkiego)
- nazwa angielska wood dust (hard, soft)
- numer CAS nie nadano
- numer indeksowy nie nadano
- numer WE nie nadano

Drewno mieści się pomiędzy rdzeniem w środku pnia, a miazgą i korą na jego obwodzie. Charakteryzuje je duża naturalna zmienność budowy oraz właściwości fizykomechanicznych i chemicznych. W skład masy drewna wchodzi substancje organiczne, a także substancje mineralne w ilości od 0,2–1,7%, w zależności od gatunku drewna. Drewno budują cztery pierwiastki, których zawartość masowa w wysuszonym drewnie jest następująca: węgiel (49,6%), wodór (6,3%), tlen (ok. 44,2%),

i azot (0,12%). Pierwiastki te tworzą złożone substancje organiczne, których część stanowi składnik budulcowy błon komórkowych oraz zawartość komórek. Ściany komórkowe drewna zawierają celulozę, hemicelulozę oraz ligninę, natomiast wewnątrz komórek wypełniają: barwniki, garbniki, gumy, olejki eteryczne, żywice, tłuszcze i alkaloidy (Roger i in. 2012).

Właściwości fizykochemiczne drewna i jego pyłów

- rozpuszczalność: nierozpuszczalne w wodzie
- gęstość drewna: zależy od wilgotności i rodzaju drzewa, z którego jest otrzymane
gęstość drewna ze świerku:
470–480 kg/m³ (wilgotność 15%)
gęstość drewna z grabu: 810–830 kg/m³
(wilgotność 15%)
- twardość drewna: zwiększa się w miarę zwiększania się jego gęstości, im starsze i mniej wilgotne drewno, tym twardsze; twardość drewna wyrażona jest w kg/cm² lub w MPa

Drewno pochodzące z drzew okrytonasiennych uważa się za drewno twarde, a pochodzące z drzew nagonasiennych za miękkie, jednak nie zawsze jest to zgodne z jego faktyczną twardością. W tabeli 1. zamieszczono gatunki drzew o drewnie twardym i miękkim wg podziału zaproponowanego przez IARC (1995).

Tabela 1. Wykaz drzew o drewnie twardym i miękkim wg podziału zaproponowanego przez IARC (1995).

Drewno miękkie	Drewno twarde	Drewno tropikalne twarde
jodła	klon	kauri
cyprysik	olcha	iroko
cyprys	brzoza	rimu
modrzew	amerykański orzech biały	palisander
świerk	grab	brazylijskie drzewo różane
sosna	kasztan	heban
daglezja zielona	buk	mahoń afrykański
sekwoja	jesion	mansonia, bete
żywotnik olbrzymi	orzech włoski	balsa
choina kanadyjska	platan	nyatoh
	osika	afromosia
	wiśnia	meranti
	wierzba	tek
	dąb	limba
	lipa	obeche
	wiąz	

Pyły drewna pochodzące z różnych gatunków drzew różnią się między sobą twardością, ciężarem właściwym, kształtem cząstek, a także składem wtórnych substancji takich jak: terpeny, związki fenolowe (np. taniny), flawonoidy i niebiałkowe związki azotu.

Wielkość cząstek drewna zależy od rodzaju jego obróbki, stosowanych narzędzi oraz od gatunku drewna. Cząstki powstałe w trakcie piłowania są na ogół większe w przeciwieństwie do cząstek emitowanych podczas szlifowania drewna (IARC 1995). Na wielkość cząstek ma również wpływ gęstość drewna; im mniejsza gęstość, tym drobniejsze cząstki pyłu są emitowane (Ratnasingam i in. 2016).

W przypadku pyłów emitowanych do środowiska pracy w związku z dużym zróżnicowaniem kształtu cząstek ich wymiar jest pojęciem umownym i zależy od sposobu pomiaru. Dla potrzeb określania wielkości cząstek stosuje się tzw. średnicę aerodynamiczną (da) cząstek. Średnica aerodynamiczna cząstki pyłu jest to średnica kuli o gęstości 1 g/cm^3 i takiej samej

prędkości opadania w nieruchomym powietrzu, jak prędkości opadania badanej cząstki.

Ze względu na wielkość cząstek zostały one sklasyfikowane w następujących przedziałach:

- cząstki bardzo grube – $d_a \geq 10 \mu\text{m}$
- cząstki grube – $2,5 \mu\text{m} < d_a \leq 10 \mu\text{m}$
- cząstki drobne – $0,1 \mu\text{m} < d_a \leq 2,5 \mu\text{m}$
- cząstki ultradrobne/nanocząstki – $d_a \leq 0,1 \mu\text{m}$

Przyjmuje się, że pyły drewna należą do pyłów zawierających cząstki „grube” i „bardzo grube”. Większość pyłów drewna emitowanych do powietrza w trakcie jego obróbki zawiera cząstki o średnicy aerodynamicznej $\geq 10 \mu\text{m}$ (SCOEL 2003).

Pyły drewna nie zostały zaklasyfikowane jako substancja stwarzająca zagrożenie zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 (tzw. Rozporządzeniem CLP) ze względu na to, że są produktem ubocznym przerobu drewna. Według rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 24 stycznia 2020 r. *zmieniającego rozporządzenie w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy* (Dz.U. 2020 poz. 197), prace związane z narażeniem na pył drewna znajdują się z wykazie procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym.

NARAŻENIE ZAWODOWE

Drewno lite lub w formie przetworzonej stanowi surowiec dla przemysłu, budownictwa oraz wykorzystywane jest jako opał. Drewno oraz produkty drewnopochodne są powszechnie stosowane w budownictwie (m.in. tarcica budowlana, podbitka drewniana – ważny element dachu, deski obiciowe – estetyczna elewacja domu, podłogi drewniane). Ponadto elementy drewniane stosowane są w kolejnictwie, w produkcji mebli, w wyrobach stolarskich, w przemyśle sklejkowym (sklejki wiórowe, cementowo-wiórowe, paździerzowe, pilśniowe), a także służą do wyrobu przedmiotów użytkowych, dekoracyjnych, instrumentów muzycznych, narzędzi oraz zapalek. Ekstrakty z drewna wykorzystywane są do tworzenia barwników, bejc i garbników. Natomiast mączka drzewna znalazła zastosowanie jako wypełniacz przy produkcji bakelitu i linoleum oraz w pirotechnice.

O właściwościach drewna oraz jego przydatności do celów technicznych decydują właściwości anatomiczne, mikroskopowa i makroskopowa budowa oraz skład chemiczny drewna.

Pyły drewna powstają jako produkt uboczny we wszystkich procesach technologicznych związanych z pozyskiwaniem, obróbką i przerobem drewna oraz przy pracach związanych z wykorzystaniem różnych jego form (np.: płyt drewnopochodnych, sklejek, płyt pilśniowych).

Na stanowiskach pracy, gdzie materiałem poddawany obróbce jest drewno, ma miejsce mieszane narażenie na więcej niż jeden gatunek drewna. W Polsce i w państwach Unii Europejskiej

najczęściej występuje narażenie na pył drewna miękkiego i twardego.

Narażenie zawodowe na pyły drewna występuje głównie w przemyśle tartacznym, meblarskim, celulozowo-papierniczym i płyt drewnopochodnych. Najbardziej pyłotwórczymi procesami w przemyśle drzewnym, szczególnie podczas zautomatyzowanych procesów obróbki drewna, jest szlifowanie i piłowanie drewna (EFBWW 2010, Keller 2014). Powstające podczas obróbki drewna cząsteczki pyłów różnią się rozmiarem, w zależności od rodzaju drewna i sposobu jego przerobu. Ze względu na średnicę aerodynamiczną (10–30 μm), cząsteczki zalicza się do frakcji ekstratorakalnej (wnikającej w obręb głowy) lub torakalnej (wnikającej w obręb klatki piersiowej).

Ultradrobne cząsteczki oraz wielokierunkowa dyspersja pyłu mają miejsce podczas obróbki płyt drzewnych przy użyciu skomputeryzowanych maszyn (Rogoziński i in. 2013, 2015).

Liczbę osób zawodowo narażonych na frakcję wdychalną pyłu drzewnego w Polsce oceniono w ramach projektu WOODOX (lata 2000–2003) na 310 tys. w tym: 79 tys. było narażonych na pyły o stężeniach $< 0,5 \text{ mg/m}^3$, 52 tys. na pyły o stężeniach $0,5\text{--}1 \text{ mg/m}^3$, 63 tys. na pyły o stężeniach $1\text{--}2 \text{ mg/m}^3$, 72 tys. na pyły o stężeniach $2\text{--}5 \text{ mg/m}^3$ i 44 tys. na pyły o stężeniach $> 5 \text{ mg/m}^3$ (Kauppinen i in. 2006).

Na podstawie 8 602 pomiarów przeprowadzonych w latach 2001–2005 w Polsce wykazano, że w przypadku pyłów drewna twardego, przekroczenia wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) na stanowiskach pracy odnotowano w niemal 30% pomiarów, a w przypadku drewna miękkiego w poniżej 10% pomiarów (Bujak-Pietrek i in. 2008). Ponadto obserwowano przekroczenie wartości NDS w przypadku 30% pomiarów dla pyłów drewna mieszanego. W tych latach w Polsce obowiązująca wartość NDS dla pyłu całkowitego pyłów drewna, z wyjątkiem pyłów drewna twardego, takiego jak buk i dąb, wynosiła 4 mg/m^3 ,

a w przypadku pyłu całkowitego pyłów drewna twardego, takiego jak buk i dąb oraz pyłu całkowitego pyłów drewna mieszanego zawierających pył drewna twardego, takiego jak buk i dąb, wynosiła 2 mg/m³.

Dane Głównego Inspektoratu Sanitarnego z lat 2019–2020 wskazują, że w Polsce na stężenia pyłów drewna (jako frakcji wdychalnej) przekraczające obowiązującą wartość NDS, tj. 3 mg/m³ było narażonych odpowiednio 1 151 i 654 osoby (co stanowi w obu przypadkach ok. 2,3%) (tabela 2.) (GIS 2020).

Tabela 2. Dane dotyczące ekspozycji pracowników na pyły drewna (frakcja wdychalna) w latach 2019–2020 (GIS, 2020).

Nazwa	Liczba pracowników zatrudnionych w warunkach		
	> 0,1 NDS – 0,5 NDS	> 0,5 NDS – NDS	> NDS
pyły drewna – frakcja wdychalna	2019 r.		
	28 786	19 622	1 151
	2020 r.		
	16 793	9 904	654

Osoby narażone na pyły drewna były zatrudnione przede wszystkim w zakładach produkujących wyroby z drewna oraz meble biurowe i sklepowe. Stanowiska pracy, na których najczęściej stwierdzano przekroczenia wartości NDS to: sortowacz/tartacznik, stolarz, pomocnik stolarza, operator strugarki, operator optymalizerki, operator wielopły, operator maszyn do obróbki drewna, operator urządzeń rozdrabniających, sterowniczy suszarni, brygadzysta suszarni, stolarz/szlifierz, stolarz/lakiernik, trakowy/pomocnik trakowego, operator piły tarczowej wzdłużnej/poprzecznej/taśmowej.

Dzięki poprawie warunków pracy, nowemu ustawodawstwu, kontroli stężeń pyłów drewna w środowisku pracy oraz nowym, ulepszonym procesom technologicznym, stężenia pyłów drewna w środowisku pracy w Polsce i na świecie ulegają stopniowemu zmniejszeniu (Galea i in. 2009, GIS 2020).

W tabeli 3. przedstawiono liczbę pracowników narażonych na działanie pyłów drewna zgłaszanych do Centralnego Rejestru Danych o Narażeniu na Substancje Chemiczne, ich Mieszanki, Czynniki lub Procesy Technologiczne o Działaniu Rakotwórczym lub Mutagennym prowadzonego w Instytucie Medycyny Pracy im. prof. dr J. Nofera w Łodzi (CRCR 2022). W latach 2005–2019 zgłaszano wyłącznie pyły drewna twardego, dopiero dane za 2020 r. dotyczą wszystkich pyłów drewna.

Tabela 3. Liczba pracowników narażonych na działanie pyłów drewna w Polsce w latach 2005–2020 na podstawie Centralnego Rejestru Danych o Narażeniu na Substancje Chemiczne, ich Mieszanki, Czynniki lub Procesy Technologiczne o Działaniu Rakotwórczym lub Mutagennym prowadzonego w Instytucie Medycyny Pracy im. prof. dr J. Nofera w Łodzi.

Czynnik	Rok	Liczba zakładów	Liczba osób narażonych			Ogółem
			mężczyzn	kobiet		
				ogółem	w tym w wieku do 45 lat**	
prace związane z narażeniem na pył drewna twardego	2005	482	8 930	2 964	–	11 894
	2006	533	9 706	3 105	–	12 811
	2007	673	10 533	3 466	–	13 999
	2008	658	9 523	3 520	–	13 043
	2009	664	8 410	2 913	–	11 323
	2010	668	8 914	3 101	–	12 015
	2011	696	7 959	2 551	–	10 510
	2012	662	8 374	2 940	1 669	11 314
	2013	717	8 308	2 678	1 648	10 986
	2014	787	9 222	3 051	1 913	12 273
	2015	822	9 994	3 190	1 919	13 184
	2016	825	10 654	3192	1 915	13 846
	2017	876	11 309	3 534	2 120	14 843
	2018	900	12 294	3 868	2 278	16 162
	2019	957	13 242	4 356	2 506	17 598
	2020*	2 102	34 748	9 326	5 159	44 074

Objaśnienia:

* dane dotyczą wszystkich pyłów drewna

** dane o liczbie kobiet w wieku rozrodczym są dostępne od 2012 r.

Ocena narażenia na pyły drewna na stanowiskach pracy – badania własne IMP w Łodzi

W 2022 r. w Zakładzie Bezpieczeństwa Chemicznego Instytutu Medycyny Pracy im. prof. dr J. Nofera w Łodzi w ramach realizacji zadania finansowanego przez Narodowy Program Zdrowia 2021–2025 (NPZ) dotyczącego podejmowania inicjatyw na rzecz profilaktyki chorób zawodowych i związanych z pracą oraz wzmocnienia zdrowia pracujących, przeprowadzono pomiary w celu oceny ekspozycji osób zatrudnionych w zakładach pracy należących do szeroko rozumianego przemysłu drzewnego. We wszystkich tego typu zakładach pracy i przedsiębiorstwach na różnych etapach procesu technologicznego związanego z obróbką drewna dochodzi do emisji często znacznych ilości pyłu drewna. Najbardziej pyłotwórczymi procesami są wszelkie czynności wykonywane z zastosowaniem narzędzi, zwłaszcza wysokoobrotowych czy posiadających kilka krawędzi skrawających. Dodatkowo na poziom emisji pyłów w zakładach drzewnych wpływają parametry samego drewna, takie jak: jego rodzaj, twardość czy wilgotność.

Wybór zakładów do badania

Wybór zakładów oraz stanowisk do realizacji badania prowadzono w oparciu o analizę danych dostępnych na stronach internetowych w zakresie firm i przedsiębiorstw prowadzących działalność związaną z pracą z drewnem. Poszukiwania odpowiednich zakładów i firm prowadzono na podstawie informacji dostępnych na stronach internetowych (np. opisy zakresu usług warsztatu, stolarni, tartaku itp.). W zakładach, których właściciele lub ich przedstawiciele wyrazili zgodę na

badanie przeprowadzono pobieranie prób powietrza w celu oznaczenia stężenia pyłów drewna na wybranych stanowiskach pracy. Wytypowanie rodzajów procesów i miejsc umożliwiających przeprowadzenie badań oraz dobór osób do badań był prowadzony na podstawie danych o potencjalnym narażeniu na pyły drewna na danym stanowisku. Informacje dotyczące prac wykonywanych na określonym stanowisku i rodzaju stosowanego drewna pozyskiwano bezpośrednio od pracodawców lub ich przedstawicieli w drodze wywiadu. Łącznie wykonano pomiary na 19 stanowiskach w 5 zakładach zajmujących się obróbką drewna (w tym: 2 tartaki, 2 zakłady związane z produkcją mebli oraz 1 zakład stolarski produkujący elementy stolarki budowlanej i dekoracyjnej).

Pobieranie próbek powietrza i oznaczanie stężeń pyłów drewna

Próbki powietrza pobierano metodą dozymetrii indywidualnej zgodnie z normą – PN-Z-04008-7:2002 *Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników*. Próbki pobierano za pomocą aspiratorów indywidualnych (Gilair 5). Nominalny przepływ powietrza dla stosowanych próbników (głowic pomiarowych) do frakcji wdychanej wynosi 2 l/min. Przepływ powietrza był każdorazowo ustawiany przed pobraniem próbek powietrza oraz sprawdzany po pobraniu próbek za pomocą przepływomierza Gilibrator 2. Do obliczeń brano wartość średnią przepływu (liczoną z wartości przepływu przed i po pobraniu).

Króciec wlotowy aspiratorów łączono plastikowymi wężykami z głowicami pomiarowymi do oznaczeń frakcji wdychanej pyłu (typ Inhalable Dust Sampler). W głowicach umieszczono filtry FIPRO –z włókien polipropylenowych, uprzednio kondycjonowane

min. 20 godz. w eksykatorze i zważone na wadze z podziałką elementarną 0,01 mg.

Zestawy pomiarowe (aspiratory z głowicami) umieszczano na pracownikach. Wloty próbników były usytuowane w strefie oddychania pracownika na danym stanowisku pracy. Strefę oddychania pracownika definiuje się jako półkulę o promieniu 30 cm, znajdującą się wokół twarzy, o środku w połowie linii łączącej uszy, a podstawą tej półkuli jest płaszczyzna przechodząca przez tę linię oraz czubek głowy i krtań (PN-ISO 4225:1999 *Jakość powietrza. Zagadnienia ogólne. Terminologia*). Czas pobierania próbek zgodnie z PN-Z/04008-7:2002 wynosił 75% zmiany roboczej (tj. 6 godz.). Każdorazowo na stanowiskach pracy mierzono warunki środowiska (temperatura, ciśnienie i wilgotność). Po pobraniu próbki były zabezpieczane przed przypadkowym zanieczyszczeniem lub uszkodzeniem w czasie transportu oraz przechowywania. Filtry z pobranymi próbkami powietrza umieszczano w eksykatorze na min. 20 godz. Następnie przeprowadzono analizę grawimetryczną pobranych próbek pyłu. Określenie stężenia frakcji wdychalnej pyłu drewna wykonano zgodnie z normą PN-Z-04030-05:1991 *Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości pyłu. Oznaczanie pyłu całkowitego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową*. Norma została wycofana, bez zastąpienia znowelizowaną normą, dlatego była odpowiednia do zastosowania w przypadku realizowanego badania. W trakcie realizacji zadania ukazała się nowa norma dotycząca oznaczania frakcji wdychalnej aerozolu PN-Z-04507:2022-05 *Ochrona czystości powietrza. Oznaczanie frakcji wdychalnej aerozolu na stanowiskach pracy metodą grawimetryczną*. Wymagania tej normy również zostały spełnione przy realizacji badań.

Stężenie pyłów na stanowiskach pracy obliczano z odniesienia masy pyłu zatrzymanego na filtrze (obliczonego jako różnicę masy filtra ważonego po pobraniu próbek i masy filtra przed pobraniem)

do objętości pobranego powietrza. Otrzymane w ten sposób wartości stężeń pyłów drewna przeliczono na warunki odniesienia, określone w rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej (Dz.U. 2018 poz. 1286 z późn. zm.), odnoszące się do pomiaru wykonywanego w temperaturze odniesienia 20°C i przy ciśnieniu atmosferycznym odniesienia 101,3 kPa.

Wyniki oznaczania stężeń pyłu drewna – frakcji wdychalnej (wcześniej nie publikowane) przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wyniki oznaczania stężenia pyłów drewna na stanowiskach pracy w zakładach związanych z obróbką drewna w Polsce.

Rodzaj zakładu	Wykaz stanowisk pracy / wykonywane czynności	Rodzaj drewna	Stężenie pyłu drewna – frakcja wdychalna (mg/m ³)	Krotność NDS
produkcja elementów meblarskich	- obsługa piły panelowej z automatycznym przesuwem elementów - cięcie płyt wiórowych	drewno sosnowe oraz dodatki	25,31	8,4
	- obróbka po cięciu piłą - przekładanie płyt - pakowanie - prace transportowe	drewna mieszanego (np. odpady	2,68	0,9
	- okleinowanie (obsługa okleiniarki z automatycznym przesuwem elementów) - cięcie wąskich elementów	z tartaków w postaci płyt drewnopochodnych)	3,04	1,0
	- przekładanie płyt - prace transportowe - prace pomocnicze i przygotowawcze w strefie roboczej piły		2,18	0,7
tartak	- obsługa traka taśmowego (cięcie pnia drewna wzdłuż)	drewno sosnowe	0,49	0,2
	- zbijanie palet	(nie	1,17	0,4
	- cięcie materiału na zadaną długość	suszone)	1,00	0,3

Rodzaj zakładu	Wykaz stanowisk pracy / wykonywane czynności	Rodzaj drewna	Stężenie pyłu drewna – frakcja wdychalna (mg/m ³)	Krotność NDS
	- prace pomocnicze w hali tartaku		0,26	0,1
tartak	- obsługa strugarki (strużenie na zadaną szerokość i grubość)	drewno sosnowe (suszone)	0,29	0,1
	- obsługa maszyn tarczowych i urządzeń		0,47	0,2
	- strużenie i docinanie			
	- obróbka drewna		8,41	2,8
	- sortowanie ręczne			
	- rozkrój materiału na zadany rozmiar (obsługa optymalizerki)			
	- obsługa wielopiły		2,03	0,7
	- cięcie podłużne piłą tarczową - podwójną tarczą			
	- wycinanie desek			
	- prace pomocnicze w hali tartaku		0,16	0,1
zakład produkcji mebli	- cięcie płyt meblarskich	drewno mieszane (płyty drewnopochodne, bez określenia składu)	0,47	0,2
	- oklejanie (obsługa okleiniarki)			
	- nawiercanie otworów		0,37	0,1
	- frezowanie płyt			
	- nawiercanie otworów		0,89	0,3
	- składanie i montaż elementów			
	- prace przy pile		2,12	0,7
	- prace inne w rejonie piły			
stolarnia – produkcja wyrobów drewnianych	- prace stolarskie	drewno świerkowe	14,11	4,7
	- szpachlowanie i szlifowanie desek			
	- prace z wyrzynarką		1,31	0,4
	- polerowanie elementów			
	- prace pomocnicze			
	- przenoszenie i pakowanie			

Omówienie wyników

Zgodnie Rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. *w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* (Dz.U. 2018 poz. 1286 z późn. zm.) wartość NDS dla pyłów drewna – frakcji wdychanej przyjęto na poziomie 3 mg/m^3 . Dodatkowo czynnik ten został opatrzony notacją: wartość NDS dotyczy wszystkich rodzajów pyłów drewna.

W odniesieniu do powyższej wartości stwierdzono, że na 11 stanowiskach (z 19 badanych) stężenie pyłów drewna mieściło się na poziomie w zakresie 0,1–0,5 NDS, na 4 kolejnych stanowiskach stężenia te były większe niż 0,5 NDS ale niższe od wartości NDS. Na 4 pozostałych stanowiskach wartości były równe lub większe od wartości dopuszczalnej, przy czym najwyższa krotność NDS wynosiła 8,4.

Należy podkreślić, że przeprowadzone badania oraz policzone krotności NDS dotyczą obowiązującej w trakcie opracowywania niniejszych wytycznych wartości dopuszczalnej (3 mg/m^3 – frakcja wdychalna), która ulegnie zmianie w niedalekiej przyszłości od dnia ukazania się tej publikacji. Po dniu 17 stycznia 2023 r. obowiązująca wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia dla wszystkich pyłów drewna będzie wynosiła 2 mg/m^3 – frakcja wdychalna (Dz.U. 2020 poz. 61). Odnosząc uzyskane wyniki do „nowej” wartości NDS na 4 kolejnych stanowiskach pracy należałoby stwierdzić przekroczenia wartości dopuszczalnej, co daje łącznie 8 stanowisk na 19 badanych z przekroczoną wartością NDS. Ponadto wszystkie pozostałe krotności NDS również byłyby większe.

SKUTKI ZDROWOTNE NARAŻENIA NA PYŁY DREWNA

W warunkach zawodowych narażenie na pyły drewna następuje głównie drogą inhalacyjną. Pochłanianie wdychanych cząstek oraz efekty zdrowotne zależą od obszaru dróg oddechowych, w którym zostaną one zdeponowane. Do oceny higienicznej warunków pracy pod kątem występujących pyłów zostały wyróżnione dwie frakcje: wdychalna i respirabilna. Obowiązujące zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej (Dz.U. 2018 poz. 1286 z późn. zm.) definicje frakcji aerozoli stosowane przy ocenie higienicznej środowiska pracy zostały przedstawione w normie PN-EN 481:1998 *Atmosfera miejsca pracy. Określenie składu ziarnowego dla pomiaru cząstek zawieszonych w powietrzu*:

- frakcja wdychalna – udział masowy wszystkich cząstek zawieszonych wdychanych (wziewanych) przez nos i usta (stosowana w normie forma „frakcja wdychana” nie jest prawidłowa i powinna brzmieć „frakcja wdychalna” i tak została zapisana w niniejszej pracy);
- frakcja respirabilna (pęcherzykowa) – udział masowy cząstek frakcji wdychalnych docierających (wnikających) aż do bezręskowych dróg oddechowych.

Frakcja respirabilna składa się z cząstek o wartości mediany średnicy aerodynamicznej wynoszącej 4,0 μm , a więc częściowo obejmuje tzw. „cząstki grube” opisane w rozdziale dotyczącym właściwości fizykochemicznych pyłów drewna.

Deponowanie cząstek w górnych drogach oddechowych w dużej mierze zależy od czynników fizjologicznych tj.: budowy anatomicznej i struktury tkankowej, dynamiki przepływu powietrza oraz morfologii cząstek, w tym: ich średnicy, kształtu i gęstości. U ludzi cząstki o średnicy aerodynamicznej 2,5–10 μm i większe osadzają się przeważnie na błonie śluzowej nosa i nosogardzieli, czyli w górnych odcinkach dróg oddechowych, skąd są szybko usuwane przez mechanizmy oczyszczania śluzowo-rzęskowego np. kichanie. Jednak w niektórych obszarach nosogardzieli brakuje rzęsek, a cząstki zdeponowane w tych obszarach mają dłuższy czas retencji, który może wynosić nawet kilka dni (Feron i in. 2001). Cząstki drobniejsze, spełniające kryterium respirabilności, a zwłaszcza te ultradrobne, mogą przenikać do głębszych odcinków układu oddechowego (Oberdörster i in. 2005). Jak wspomniano pyły drewna należą do pyłów zawierających przede wszystkim cząstki „grube” i „bardzo grube”. W opinii ekspertów SCOEL (2003) większość pyłów drewna emitowanych do powietrza w trakcie jego obróbki zawiera cząstki o średnicy aerodynamicznej $\geq 10 \mu\text{m}$.

Choroby zawodowe spowodowane pyłami drewna

W europejskim rejestrze chorób zawodowych związanych z narażeniem na pyły drewna wymieniono: astmę, zewnętrzne alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych, raka nosa i jamy nosowej, kontaktowe zapalenie skóry, pokrzywkę kontaktową, kontaktowe drażniące zapalenie skóry oraz alergiczną rinopatię (EFBWW 2010).

W Centralnym Rejestrze Chorób Zawodowych prowadzonym w Instytucie Medycyny Pracy im. prof. dr J. Nofera w Łodzi wśród chorób zawodowych spowodowanych narażeniem na pyły drewna najczęściej odnotowuje się zewnątrzpochodne alergiczne

zapalenie pęcherzyków płucnych i astmę (tabela 5.) (Centralny Rejestr Chorób Zawodowych 2020).

Tabela 5. Choroby zawodowe wywołane pyłami drewna w Polsce w latach 2011-2020 wg Centralnego Rejestru Chorób Zawodowych (2020).

Nazwa jednostki chorobowej	Liczba przypadków
astma	8
zewnątrzpochodne alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych	11
alergiczny nieżyt nosa	5
nowotwory (2 przypadki raka płuca, 1 – nosa, 1 – krtani)	4
choroby skóry	1
RAZEM	29

Działanie uczulająco-drażniące pyłów drewna na drogi oddechowe

Działanie uczulająco-drażniące pyłów drewna dotyczy zarówno górnych, jak i dolnych dróg oddechowych. Podrażnienie dróg oddechowych może mieć podłoże immunologiczne lub zachodzić bez zaangażowania mechanizmów immunologicznych na drodze mechanicznej i chemicznej.

W zależności od gatunku drewna, obserwuje się objawy o różnym stopniu nasilenia: suchość i ból gardła, kichanie, katar, kaszel, krwawienie z nosa, niedrożność nosa, zapalenie zatok przynosowych, utrudnione oddychanie, zapalenie nosogardzieli, zapalenie krtani, zapalenie oskrzeli oraz gorączkę (*Eaton 1973, Girard i in. 1980, Schlünssen i in. 2002a, 2002b, Stafieri i in. 2015, Wiggans i in. 2016, Brewczyński i in. 2017*).

Eaton (1973) opisał 3 przypadki wystąpienia podrażnienia błony śluzowej nosa oraz dróg oddechowych u osób zawodowo

narażonych (od kilku dni do 18 miesięcy) na pyły drewna egzotycznego cocobolo (*Dalbergiaretusa retusa*) stosowanego w Wielkiej Brytanii.

Girard i in. (1980) opisali objawy, które wystąpiły u 96 szwajcarskich stolarzy narażonych na pyły pochodzące ze sklejki drewnianej, drewna mahoniowego, tekowego i okune. Zapalenie błony śluzowej nosa stwierdzono u 56% badanych, zapalenie spojówek u 17%, zapalenie skóry u 9%, a objawy astmy u 2%.

Wyniki uzyskane z badania przekrojowego przeprowadzonego u 161 osób zatrudnionych w narażeniu na pyły drewna w 54 zakładach meblarskich (19 osób z grupy kontrolnej) wskazują istotną statystycznie zależność między stężeniem pyłów drewna a stopniem niedrożności nosa (zwiększenie przekrwienia błony śluzowej nosa, obniżenie pojemności jam nosowych i zmniejszenie powierzchni przekroju poprzecznego nosa) u osób narażonych na pyły drewna mieszanego o stężeniu 0,74–1,42 mg/m³ w porównaniu z okresem przed rozpoczęciem pracy (*Schlünssen* i in. 2002a, 2002b).

Stafierii i in. (2015) wykazali istotnie więcej objawów ze strony błony śluzowej nosa u stolarzy, w porównaniu do grupy kontrolnej ($p < 0,00001$). W wymazach pobranych z nosa 92 pracowników stwierdzono znacząco więcej neutrofilów ($p = 0,001$). Neutrofilowy nieżyt nosa zdiagnozowano istotnie częściej ($p < 0,05$) u pracowników narażonych przez dłuższy czas na pył drzewny w porównaniu do grupy kontrolnej.

Brewczyński i in. (2017) na podstawie przeprowadzonych obserwacji klinicznych oraz wyników badań diagnostycznych u osób narażonych zawodowo na pyły drewna stwierdzili: alergiczny nieżyt nosa pochodzenia zawodowego, obustronne przewlekłe zapalenie zatok szczękowych, zapalenie gardła, krtani i oskrzeli. U badanych nie rozpoznano alergicznej zawodowej astmy oskrzelowej i alergicznego zawodowego zapalenia spojówek.

Jak opisano w poprzednim rozdziale, najczęściej stwierdzaną chorobą zawodową wywołaną pyłami drewna w Polsce w latach 2011-2020 było zewnątrzpochodne alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych. Objawy (ból głowy, dreszcze, pocenie się, nudności, duszność, gorączka) przypominają objawy przeziębienia i pojawiają się od kilku godzin do kilku dni od narażenia. Przyczyną alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych jest nagromadzenie się w nich cząstek ultradrobego pyłu drewna (*Milanowski 2007*).

W celu oceny stanu czynnościowego płuc u osób narażonych na pyły drewna mierzono wartości wskaźników spirometrycznych: natężoną objętość wydechową pierwszosekundową (FEV1), natężoną pojemność życiową (FVC), wskaźnik Tiffeneau (FEV1/FVC), wskaźniki przepływowe – FEF (natężony przepływ wydechowy w wybranych momentach natężonego wydechu) i MEF (maksymalny przepływ wydechowy w wybranych momentach natężonego wydechu).

Przewlekłą chorobę obturacyjną płuc stwierdzono u 354 pracowników narażonych na pyły drewna twardego (głównie klonu) i u 220 pracowników narażonych na pyły drewna miękkiego (sosny). Wartości parametrów spirometrycznych wyznaczone u pracowników narażonych na wysokie stężenia pyłów drewna (miękkiego i twardego), w porównaniu z odpowiednimi wartościami wyznaczonymi u pracowników narażonych na niskie stężenia pyłów drewna były 2–4-krotnie mniejsze (*Whitehead i in. 1981*).

Hinojosa i in. (1984) opisali 2 przypadki wystąpienia nieżyty nosa i duszności u pracowników narażonych przez 2 miesiące na pyły egzotycznych gatunków drewna (klonu afrykańskiego, obeche). U narażonych pracowników odnotowano zwiększony poziom przeciwciał IgE, zmniejszenie wskaźnika FEV1 oraz dodatnie wyniki testów skórnych.

W badaniach *Shamssain* (1992) stosunek FEV1/FVC wynosił < 70% u 56% stolarzy pracujących w narażeniu od 10 do 19 lat i u 27% pracowników o stażu pracy 1–9 lat.

Mandryk i in. (1999) wykazali istotne obniżenie wartości FEV1 i FVC u stolarzy wraz z długością stażu pracy w narażeniu na pyły drewna.

W grupie 48 pracowników fabryki mebli w Polsce stwierdzono u 79,2% z nich objawy związane z narażeniem na pyły drewna (*Milanowski* i in. 2002): suchy kaszel 52,1%, zapalenie spojówek 33,3%, złe samopoczucie 35,4%, katar 33,3% oraz objawy skórne 33,3%. Kaszel występował częściej u pracowników wstępnej obróbki drewna w stosunku do pracowników lakierni ($p < 0,01$). Alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych oraz astmę zawodową stwierdzono odpowiednio u 4,2% i u 6,2% pracowników.

Glindmeyer i in. (2008) stwierdzili długookresowe zmniejszenie czynności płuc u stolarzy (grupy > 1 000 pracowników; średnie stężenie frakcji wdychalnej pyłów drewna w środowisku pracy – 1,45 mg/m³ (0,77–2,51 mg/m³); średnie stężenie frakcji respirabilnej – 0,18 mg/m³ (0,1–0,21 mg/m³)).

Jacobsen i in. (2008) stwierdzili zmniejszenie FEV1 u kobiet narażonych na pyły drewna w średnim skumulowanym stężeniu 3,75 (0–7,55) mg · rok · m⁻³ w fabrykach mebli w Danii. Wyznaczono pozytywny trend pomiędzy skumulowanym narażeniem na pył drzewny a odsetkiem kobiet, u których FEV1/FVC wynosił <70%.

Jacobsen i in. (2009) obserwowali istotny wzrost występowania przypadków kaszlu (OR = 3,8 95%CI: (1,5–9,7)) i zapalenia oskrzeli (OR = 6,0 95%CI: (1,2–12,8)) u kobiet narażonych na pyły drewna w stężeniu 0,6–0,94 mg/m³ w fabrykach mebli w Danii.

Istotny statystycznie wzrost objawów ze strony układu oddechowego odnotowano u pracowników tartaków i zakładów meblarskich w Nigerii (*Aigbirior* i in. 2019). Wśród objawów

zgłaszanych przez 65% pracowników tartaków i 59% pracowników zakładów meblarskich występowały: wydzielina z nosa (47%), kaszel (40%) i powstawanie płwociny (31%). U narażonych 4-krotnie częściej występowały zaburzenia czynnościowe układu oddechowego ($p < 0,05$).

Pyły drewna często zawierają mikroorganizmy, które mogą wywoływać szkodliwe skutki zdrowotne. Wpływ narażenia na pyły drewna i jego bioaerozole badali *Neghab* i in. (2018) u 100 pracowników tartaków w Iranie. W powietrzu środowiska pracy przeprowadzono pomiary stężenia frakcji wdychalnej i respirabilnej pyłów drewna, stężenia bakterii oraz grzybów. Średnie stężenia frakcji wdychalnej i respirabilnej pyłów drewna wynosiły odpowiednio 2,44 i 6,76 mg/m³. W przypadku grzybów i bakterii było to 299,15 i 756,38 jednostek tworzących kolonie/m³. Wyniki badania wskazują, że jednoczesne narażenie na pyły drewna i ich bioaerozole powoduje znacznie częstsze występowanie objawów ze strony układu oddechowego, zarówno ostrych (częściowo odwracalnych): świszczący oddech, ucisk w klatce piersiowej, kaszel, flegma, duszności, jak i przewlekłych (nieodwracalnych): kaszel przewlekły, kaszel z odkrztuszaniem płwociny, duszności; były one istotne statystycznie ($p < 0,05$).

Zaburzenia ze strony układu oddechowego oraz zmiany skórne badano u 241 pracowników narażonych na pyły drewna kauczukowego. W rejonie zaopatrzenia materiałowego oznaczono największe stężenia frakcji wdychalnej pyłów drewna kauczukowego – 1,1 mg/m³; na stanowisku maszyn 1,01 mg/m³; na pozostałych stanowiskach pracy, takich jak: magazyn, natrysk i piaskowanie, były poniżej 1 mg/m³ i mieściły się w przedziale od 0,501 do 0,94 mg/m³. U narażonych na większe stężenia częściej dominowały objawy podrażnienia oczu (OR = 3,89 95%CI: (2,03–7,49)) oraz objawy ze strony nosa (OR = 2,63 95%CI: (1,41–4,91)). U pracowników zatrudnionych w narażeniu na pyły drewna kauczukowego przez 10 lat lub dłużej częściej występowała flegma (OR = 4,59 95%CI: (1,25–16,86)), ucisk

w klatce piersiowej (OR = 6,33 95%CI: (2,16–18,53)), duszność (OR = 9,84 95%CI: (2,75–35,26)) oraz objawy oczne (zaczerwienienie i podrażnienie oczu, suchość, swędzenie, łzawienie) (OR = 3,67 95%CI: (1,24–10,89)). Istotnie statystycznie zaburzenia czynnościowe płuc wystąpiły jedynie u pracowników narażonych na stężenia 1,1 mg/m³ powyżej 10 lat (Yusof i in. 2019).

Stan czynnościowy układu oddechowego ocenili Nafisa i in. (2020) w badaniu przekrojowym przeprowadzonym u 370 losowo wybranych pracowników przemysłu drzewnego w Nigerii. Wykazano, że zmierzone wartości wskaźników FEV1 były niższe od przewidywanych. Wyliczony wskaźnik PPFV1 (procent przewidywanej natężonej objętości wydechowej pierwszosekundowej) wynosił mniej niż 75% w 3 grupach wiekowych: 25–29 lat, 30–34 lat i 45–59 lat, co interpretowano jako osłabienie czynności płuc. Wraz ze wzrostem wielkości narażenia zmniejszała się czynność płuc. Ogółem u 61% pracowników wystąpiły objawy ze strony układu oddechowego takie jak: kaszel (36%), kichanie (25%), a świszczący oddech powstały w wyniku zwężenia dróg oddechowych wystąpił u 6%.

W badaniu Vested i in. (2021) stwierdzono częstsze, ponowne przyjęcia do szpitali osób z astmą, narażonych na duże stężenia pyłów drewna w roku poprzedzającym hospitalizację (RR = 2,67 95%CI: (1,35–5,26)). Zależność ta nie dotyczyła osób z POChP.

Bislimovska i in. (2015) opisali zwiększoną częstość występowania objawów ze strony układu oddechowego u pracowników narażonych na pyły drewna twardego w porównaniu do pracowników biurowych. U osób narażonych najczęściej występował kaszel i wydzielanie flegmy. Średnie wartości badanych parametrów spirometrycznych, z wyjątkiem FVC, były istotnie statystycznie mniejsze u osób narażonych w porównaniu z osobami nienarażonymi.

Fentie i in. (2019) ocenili stan czynnościowy układu oddechowego pracowników przemysłu drzewnego (70 stolarzy) w Etiopii. U stolarzy, w porównaniu z osobami nienarażonymi na pyły drewna (70 sklepikarzy) odnotowano istotne zmniejszenie średnich wartości badanych wskaźników spirometrycznych ($p < 0,01$): FVC, FEV1, PEFr, FEF25-75.

U pracowników narażonych na pył drzewny w przemyśle meblowym, w średnim stężeniu $1,51 \text{ mg/m}^3$ – pył respirabilny i $1,23 \text{ mg/m}^3$ – pył nierespirabilny, stwierdzono zaburzenia czynnościowe układu oddechowego (świszczący oddech, ucisk w klatce piersiowej, kaszel, plwocina, duszność) ($p < 0,05$) (*Kargar-Shouroki* i in. 2022).

W przeciwieństwie do opisanych powyżej badań, *Bohadana* i in. (2000) nie stwierdzili istotnego statystycznie zmniejszenia wartości wskaźników: FEV1 i FVC, lecz zaobserwowali zwiększenie nadreaktywności oskrzeli o 8% u pracowników narażonych na niskie stężenia pyłów drewna, a o 27% u pracowników narażonych na wysokie stężenia pyłów drewna.

Podsumowując, wyniki badań wskazują na układ oddechowy jako główne miejsce objawów występujących u osób narażonych na pyły drewna, zarówno miękkiego, jak i twardego. Częstość występowania objawów i ich nasilenie związane jest z wielkością i czasem narażenia na pyły drewna. Wśród objawów występowały: podrażnienie błony śluzowej nosa, niedrożność nosa, wyciek z nosa, zapalenia zatok przynosowych, podrażnienie gardła, oczu, kaszel, świszczący oddech, zmniejszenie parametrów czynnościowych płuc, często odnotowywano także przypadki astmy zawodowej opisane poniżej. Objawy występowały u pracowników narażonych na pyły drewna drzew iglastych/liściastych o stężeniach nawet $\leq 1 \text{ mg/m}^3$ (*Schlünssen* i in. 2022a, 2022b, *Glindmeyer* i in. 2008, *Yusof* i in. 2019).

Astma zawodowa o typie immunologicznym lub nieimmunologicznym rozwija się w wyniku narażenia na czynniki alergizujące i czynniki drażniące obecne w drewnie. Skutkiem narażenia na czynniki uczulające jest zwężenie i stany zapalne dróg oddechowych oraz nadreaktywność oskrzeli. Wśród objawów występują: duszności, ucisk w klatce piersiowej, kaszel, świszczący oddech, zmniejszona tolerancja wysiłku, duszność powysiłkowa i nocna, alergiczny nieżyt nosa i stany zapalne spojówek (*Booth i in. 1976, Bush i in. 1978, Cockcroft i in. 1979, Innocenti i Angotzi 1980, Paggiaro i in. 1981, Bush i Clayton 1983, Hinojosa i in. 1986, Schlünssen i in. 2004, Algranti i in. 2005, Alvarez-Erie i in. 2006, Heikkilä i in. 2008, Jacobsen i in. 2009, Pereze-Rios i in. 2010, Pałczyński 2013, Krawczyk-Szulc 2014*).

Przypadki astmy stwierdzono u pracowników zakładów tartacznych (*Hessel i in. 1995*), zakładów meblarskich (*Norrieh i in. 1992, Schlünssen i in. 2004*), stolarzy (*Alvarez-Erie i in. 2006*) oraz konserwatorów sztuki (*Pałczyński 2013*).

Astma rozwija się najczęściej u pracujących w narażeniu na pyły tropikalnych gatunków drewna ale także na pyły drewna gatunków rodzimych (*Chan-Yeung 1999, Pałczyński 2013*).

Greenberg (1972) opisał 6 przypadków astmy u pracowników narażonych przez 3 miesiące na działanie pyłów drewna cedru libańskiego (*Cedrus libani*). Wśród objawów występowały: ucisk w klatce piersiowej, kaszel, niedrożność nosa i odruch kichania. Wyniki testów skórnych przeprowadzonych u narażonych były ujemne.

Przypadek astmy stwierdzono u pracownika narażonego przez rok na pyły żywotnika olbrzymiego (*Cockcroft i in. 1979*). Objawy astmatyczne zostały potwierdzone natychmiastowym i opóźnionym obniżeniem: FEV1, FVC oraz MEF25 i MEF50.

Ci sami autorzy opisali 2 przypadki astmy z objawami nocnymi, potwierdzone obniżeniem wskaźnika FEV1 u osób narażonych na pyły żywotnika olbrzymiego (*Cockcroft* i in. 1984).

Booth i in. (1976) odnotowali przypadki astmy u 2 pracowników narażonych przez okres od kilku dni do roku na pyły drewna abiruana (*Lucuma* sp.). U narażonych wystąpiły nocne objawy duszności i kaszlu. Ponadto stwierdzono obniżenie wskaźników: FVC, FEV1, MEF50 (reakcja natychmiastowa). Wyniki testów skórnych płatkowych były dodatnie.

Przypadek zachorowania na astmę z napadami kaszlu i dusznością opisano u pracownika narażonego na pyły drewna drzewa afrykańskiego – *zebra*wood przez 5 miesięcy. Badaniem spirometrycznym stwierdzono obniżenie wskaźnika FEV1 oraz zwiększony poziom przeciwciał IgE w surowicy. Wyniki testu skórniego i testu RAST (test radioalergosorpcji) były dodatnie (*Bush* i in. 1978).

Innocenti i *Angotzi* (1980) opisali objawy, które wystąpiły u pracownika narażonego na pyły drewna obeche przez 6 lat. Stwierdzono duszność, gorączkę, katar i zmniejszenie o 35% wskaźnika FEV1.

W kolejnym badaniu przeprowadzonym przez *Paggiaro* i in. (1981) wśród pracowników włoskiego przemysłu meblarskiego odnotowano 3 przypadki astmy oskrzelowej i nieżyty nosa potwierdzone u 2 osób natychmiastowym zmniejszeniem wskaźnika FEV1 i dodatnimi wynikami płatkowych testów skórnych (narażenie ok. 3 miesięcy na pyły z afrykańskiego drzewa liściastego tanganika (*Aningeria* sp.)).

Duszności, kaszel i świszczący oddech odnotowano u pracownika narażonego na pyły drewna orzecha amerykańskiego (*Juglans olanchana*). Objawy te zostały potwierdzone badaniami spirometrycznymi (zmniejszenie wskaźnika FEV1, reakcja natychmiastowa i opóźniona) (*Bush* i *Clayton* 1983).

Hinojosa i in. (1986) opisali objawy, które wystąpiły u 4 pracowników zatrudnionych w narażeniu na pyły drewna klonu afrykańskiego i samba przez 1–7 lat. U pracowników odnotowano nieżyt nosa, kaszel, sapanie, zwiększony poziom IgE, a także zmniejszenie o 12–54% FEV1 w teście prowokacyjnym.

Zwiększone ryzyko występowania astmy i nadreaktywności oskrzeli stwierdzono u stolarzy z atopią (OR = 22,9 95%CI: (1,0–523,6)) i bez atopii (OR = 20,3 95%CI: (1,7–244,3)), narażonych na duże stężenia pyłów drewna (*Schlünssen* i in. 2004).

Astmę zawodową odnotowano także u osoby narażonej na pyły drewna tabebuji (*Tabebuia* spp.), które zawiera naftochinony wykazujące działanie uczulające na skórę (*Algranti* i in. 2005).

Alvarez-Erie i in. (2006) opisali przypadek astmy zawodowej w mechanizmie zależnym od przeciwciał klasy IgE oraz nieżyt nosa u 46-letniego stolarza, zatrudnionego w narażeniu na pyły drewna egzotycznego *Cedrelinga catenaeformis* (*Ducke*). Wyniki testów skórnych płatkowych oraz donosowych testów prowokacyjnych i testów ekspozycyjnych (prowokacyjne) na pyły tego drewna były dodatnie.

Z kolei badania epidemiologiczne przeprowadzone przez *Heikkilä* i in. (2008) wykazały, że ryzyko względne (RR) wystąpienia astmy u stolarzy, w porównaniu z populacją ogólną w Finlandii wynosi 1,5 (95%CI: (1,2–1,8)).

U kobiet narażonych zawodowo na pyły drewna stwierdzono zwiększone ryzyko wystąpienia astmy (OR = 11,3 95%CI: (1,4–96,8)) (*Jacobsen* i in. 2009).

W metaanalizie przeprowadzonej przez *Pereze-Rios* i in. (2010) częstość występowania astmy w poszczególnych badaniach u osób narażonych na pyły drewna wynosiła 5–30%. Łączne ryzyko względne wystąpienia astmy wynosiło RR = 1,53 95%CI: (1,25–1,87) w stosunku do nienarażonych osób.

Krawczyk-Szulc i in. (2014) opisali efekty zdrowotne, które wystąpiły u osoby narażonej zawodowo na pyły drewna samby (*Triplochiton scleroxylon*). Stwierdzono alergię IgE-zależną, nieżyt błony śluzowej nosa oraz astmę zawodową. Za pomocą badań spirometrycznych wykazano łagodną obturację, a test prowokacyjny ujawnił silną nadreaktywność oskrzeli. Dodatnie wyniki specyficznych prowokacyjnych testów inhalacyjnych potwierdziły reakcję alergiczną na pyły drewna samby. Odnotowano komórkowe zmiany w popłuczynach pobranych z nosa oraz z płwociny indukowanej (wykrztuszona po inhalacji roztworu soli fizjologicznej).

Wiggans i in. (2016) na podstawie analizy 55 wybranych badań oszacowali częstość występowania objawów typu alergicznego i niealergicznego. Kaszel wystąpił u 6–80% narażonych pracowników, świszczący oddech i ucisk w klatce piersiowej u 9–40%, duszności u 10–39%, odkrztuszanie płwociny i zapalenie oskrzeli u 12–67%, podrażnienie błony śluzowej nosa u 25–64%, podrażnienie spojówek i podrażnienie błony śluzowej gardła u 20–51% narażonych pracowników. Ryzyko względne astmy wynosiło 1,5 (95%CI: (1,25–1,87)).

Włóknienie płuc

D'Agostino i in. (1965) opisali u pracownicy tartaku (15 lat pracy) zmiany w płucach typu rozproszonego zwłóknienia tego narządu. Kobieta uskarżała się na kaszel, duszność i zaleganie wydzieliny w drogach oddechowych o umiarkowanym nasileniu przez ok. 3 lata. Zdjęcie rentgenowskie płuc wykazało obecność małych guzków rozproszonych w całym narządzie.

Patologiczne zmiany w płucach u pracowników przemysłu drzewnego w Kanadzie zostały również opisane przez *Michaels*

(1967). W płucach 2 zmarłych z powodu chorób płuc pracowników, którzy byli narażeni na pyły drewna przez odpowiednio 10 i 12 lat, stwierdzono zrazikowe zwłóknienie i rozedmę płuc. W obrębie pęcherzyków płucnych występowały granulocyty zasadochłonne gromadzące cząstki pyłu drzewnego.

Działanie uczulająco-drażniące pyłów drewna na oczy

Mechaniczne i chemiczne podrażnienie oczu (zaczerwienienie, świąd, łzawienie i zapalenie spojówek) odnotowano u osób zawodowo narażonych na pyły drewna, zarówno gatunków drzew liściastych, jak i iglastych (*Pisaniello* i in. 1991, *Ahman* in. 1995a, 1995b, *Ahman* i in. 1996, *Estlander* i in. 1999, *Douwes* i in. 2001).

Niepożądane reakcje skórne

Substancje o działaniu uczulającym obecne w drewnie mogą wywołać alergiczne kontaktowe zapalenie skóry (ACD) lub kontaktowe zapalenie skóry z podrażnienia (bez zaangażowania mechanizmów immunologicznych) (ICD). Wśród objawów wymienia się łagodne lub rozległe zmiany rumieniowe oraz ogniska wypryskowe, często kończące się pogrubieniem naskórka (lichenizacja) (*Chomiczewska-Skóra* 2013).

Alergiczne kontaktowe zapalenie skóry

Substancje obecne naturalnie w niektórych gatunkach drzew, szczególnie egzotycznych, mogą wywołać alergiczne kontaktowe

zapalenie skóry (*Hartmann i Schlgel 1980*). Zmiany alergiczne skórne cechuje wyprysk, który występuje w postaci rumienia, grudek wysiękowych, pęcherzyków oraz nadżerek z towarzyszącym świądem. Zmiany skórne początkowo obejmują okolice odsłoniętych części ciała mających bezpośredni kontakt z pyłami drewna (twarz, szyja, oczy, dłonie i przedramiona). Wykwity skórne mogą pojawiać się także w miejscach osłoniętych ubraniem roboczym (*Hausen i in. 1990, Podjasek i in. 2011*). Objawy przewlekłego alergicznego kontaktowego zapalenia skóry charakteryzują się występowaniem ognisk rumieniowych, zliszajowaceniem skóry, tj. stanem wzmożonego pogrubienia poletkowania i szorstkości skóry, a także pęknięciami skóry (*Rietschel i Fowler 2008*).

Wynikiem narażenia na pyły drewna może być pokrzywka kontaktowa, charakteryzująca się zmianami rumieniowo-obrzękowymi z pęcherzami włącznie, występującymi w miejscu kontaktu skóry z czynnikiem o budowie białkowej. Dłużej utrzymujące się zmiany o charakterze wypryskowym, wywołane tymi samymi czynnikami, są określane jako białkowe zapalenie skóry (*Hausen i in. 1990*).

W literaturze opisano pokrzywkę kontaktową o udowodnionym podłożu immunologicznym u osób narażonych na pyły drewna obeche (*Triplochiton scleroxylon*) (*Rietschel i in. 2008, Estlander i in. 1999, Hinojosa i in. 1990, Kanerva i in. 1998*). Substancją o działaniu uczulającym w tego rodzaju drewnie jest enzym chitynaza (*Kespohl i in. 2005*). U osób narażonych na pyły drewna obeche poza zmianami skórnymi często występowały również objawy alergiczne ze strony układu oddechowego (astma i nieżyt błony śluzowej nosa) (*Hinojosa i in. 1990, Kanerva i in. 1998*).

Alergiczne kontaktowe zapalenie skóry, związane z nadwrażliwością typu IV (reakcja opóźniona, komórkowa) na drewno obeche i tekowe opisali *Estlander i in. (1999)* u stolarza (bez historii atopii), pracującego w narażeniu na pyły drewna obeche (30 lat) i drewna tekowego (40 lat). Opisano następujące objawy:

obrząk powiek i zaczerwienienie oczu, świąd, podrażnienie błony śluzowej nosa (nieżyt nosa) oraz wypryski na rękach, ramionach, szyi i górnej części klatki piersiowej. Wszystkie objawy były odwracalne.

Pokrzywkę kontaktową opisano również u pracowników zatrudnionych w zakładzie stolarskim w narażeniu na pyły drewna punah (*Tetramerista glabra*) podczas szlifowania drzwi (Estlander i in. 1999). U osób narażonych odnotowano jednocześnie zaburzenia funkcjonowania układu oddechowego (duszność, zapalenie błony śluzowej nosa i spojówek).

Zmiany skórne o charakterze pokrzywki kontaktowej wywołują także substancje zawarte m.in. w drewnie modrzewia europejskiego (*Larix decidua*) (Woods i Calnan 1976), limby (*Terminalia superba*) i mukali (*Aningeria robusta*) (Garcés Sotillos i in. 1995).

Białkowe zapalenie skóry z towarzyszącą astmą oskrzelową odnotowano u osoby narażonej na drewno sapersi (*Entandrophragma cylindricum*) (Alvarez-Cuesta i in. 2004).

Między gatunkami drzew, a nawet pomiędzy drzewami a innymi roślinami, możliwe są alergiczne reakcje krzyżowe (Pföhler i in. 2008, Stingeni i in. 2008).

Wyniki badań przeprowadzonych u pracowników przemysłu drzewnego w Finlandii ujawniły wystąpienie zawodowych alergicznych zmian skórnych powstałych w wyniku narażenia na pyły drewna, zarówno twardego, jak i miękkiego (Estlander i in. 2001). Alergiczne kontaktowe zapalenie skóry odnotowano u 16 pracowników (w tym: 9 było narażonych głównie na tropikalne gatunki drewna), u 2 osób wystąpiła pokrzywka kontaktowa. Pracownicy narażeni byli na pyły żywotnika olbrzymiego, pyły drewna fińskiej sosny, świerka, osiki, drewna tekowego, palisandra, mahonia, orzecha i obeche. Wyniki testów płatkowych były dodatnie u 10 mężczyzn.

Zmiany skórne o podłożu niealergicznym

Wśród objawów ostrej fazy ICD – kontaktowego zapalenia skóry z podrażnienia, wymienia się: rumień, obrzęk skóry, czasami pęcherze, nadżerki, a w przewlekłej fazie: złuszczenie, suchość, szorstkość i pogrubienie skóry. Zmiany skórne są ograniczone do odkrytych okolic ciała: skóra twarzy, szyi, rąk i przedramion. U osób narażonych stwierdzano także podrażnienie spojówek i błon śluzowych układu oddechowego (*Modi i in. 2009*).

W przypadku pyłów drewna czynnikami odpowiedzialnymi za kontaktowe zapalenie skóry z podrażnienia są: alkaloidy, glikozydy, terpeny, kwasy, saponiny i antrachinony występujące w drewnie lub będące wydzielinami drewna (*Modi i in. 2009*).

Świad i kontaktowe zapalenie skóry z podrażnienia stwierdzono u szlifierzy zatrudnionych w przemyśle meblarskim, narażonych na pyły 17 gatunków drewna (*Gan i in. 1987*).

Heterogenne zmiany skórne, m.in. reakcje z podrażnienia, wywołane narażeniem na pyły drewna: świerku, klonu, dębu i buku odnotowano u pracowników fabryki płyt wiórowych (*Saary i in. 2001*).

Fototoksyczne i fotoalergiczne zapalenie skóry

Pyły drewna mogą powodować fototoksyczne i fotoalergiczne zapalenie skóry, szczególnie okolic skóry ekspozowanych na światło słoneczne. Za te reakcje odpowiedzialne są psoraleny (furokumaryny) – związki, które pod wpływem promieniowania ultrafioletowego nabywają właściwości toksycznych lub uczulających (*Woods i in. 1976, Cabanilla i in. 2006, Serrano i in. 2008, Rietschel 2008, Chomiczewska-Skóra 2013*).

Działanie mutagenne i genotoksyczne

Stopień uszkodzeń genetycznych oceniano na podstawie częstości występowania aberracji chromosomowych w limfocytach krwi obwodowej pobranej od 15 stolarzy narażonych na pyły drewna w fabrykach sklejk. Odnotowano istotnie statystycznie większą częstość występowania aberracji chromosomowych u stolarzy w porównaniu z osobami z grupy kontrolnej ($p < 0,01$) (*Kurttio i in.* 1993).

Uszkodzenia nici DNA badane metodą elektroforezy kometowej, wykazano w limfocytach krwi obwodowej pobranej od pracowników palących, narażonych na pyły drewna twardego i miękkiego w przemyśle meblarskim – uszkodzenia nici DNA, występowały istotnie częściej niż u osób palących, lecz nie narażonych na pyły drewna ($p < 0,05$) (*Palus i in.* 1998).

Częstotliwość występowania mikrojąder i częstotliwość uszkodzenia jąder były znacznie większe u pracowników zatrudnionych w narażeniu na pyły drewna, w porównaniu do osób z grupy kontrolnej ($p < 0,01$) (*Celik i Kanik* 2006).

Poziom uszkodzeń genetycznych oceniano za pomocą testów: kometowego i mikrojądrowego badającego uszkodzenia chromosomów i aberracji chromosomowych w limfocytach krwi obwodowej oraz mikrojądrowego w komórkach nabłonka policzka pobranych od 60 stolarzy zatrudnionych w przemyśle meblarskim. Wyniki badania wykazały statystycznie istotne zwiększenie częstości występowania uszkodzeń DNA w teście kometowym, a także mikrojądrowym w komórkach policzkowych oraz zwiększenie częstości występowania aberracji chromosomowych w limfocytach krwi obwodowej u narażonych stolarzy w porównaniu z grupą kontrolną ($p < 0,05$) (*Rekhadevi i in.* 2009).

Działanie rakotwórcze

Rak nosa i zatok przynosowych

Nowotwory złośliwe nosa i zatok przynosowych (SNC) należą do nowotworów powstających w wyniku nieprawidłowego rozrostu komórek nabłonka wyściełającego jamę nosową oraz zatoki. Są one rzadką formą nowotworów, stanowią ok. 0,16% liczby wszystkich nowotworów złośliwych występujących u człowieka, a 3% w przypadku nowotworów głowy i szyi. Wśród nowotworów SNC najczęściej występuje rak płaskonabłonkowy (*carcinoma planoepitheliale*) i gruczolakorak (*adenocarcinoma*) (Ozga i in. 2020). Zwiększone ryzyko SNC stwierdzano u osób narażonych zarówno na pył drewna twardego, jak i miękkiego. Wyniki badań osób narażonych na pył drewna twardego wskazują na związek pomiędzy narażeniem a gruczolakorakiem (IARC, 2012).

Hayes i in. (1986) po przeanalizowaniu przypadków nowotworów jamy nosowej osób zawodowo narażonych na pyły drewna w stanie Washington w USA, wykazali istotnie zwiększone ryzyko gruczolakoraka nosa (OR = 26; 95%CI: (7–99)) w przypadku wysokich stężeń pyłów drewna.

Badania epidemiologiczne przeprowadzone w Europie, m.in. przez *Demersa* i in. (1995a, 1995b) potwierdziły związek pomiędzy częstością występowania przypadków nowotworów nosa i zatok przynosowych a narażeniem na pyły drewna. Szczególnie duże ryzyko stwierdzano u pracowników przemysłu meblowego (*Rang* i *Acheson* 1981, *Acheson* 1976).

Demers i in. (1995a) przeprowadzili analizę zbiorczą danych pochodzących z pięciu badań kohortowych (*Acheson* i in. 1984, *Robinson* i in. 1986, *Blair* i in. 1990, *Roscoe* i in. 1992, *Miller* i in. 1994) aby wykazać, czy istnieje związek między narażeniem na pyły drewna a zapadalnością na raka o różnym

umiejscowieniu. U badanych pracowników zaobserwowano istotne statystycznie zwiększenie liczby zgonów z powodu nowotworów złośliwych nosa (SMR = 3,1 95%CI: (1,6–5,6)) i nosogardła (SMR = 2,4 95%CI: (1,1–4,5)). Istotnie statystycznie zwiększone ryzyko wystąpienia raka nowotworów złośliwych nosa i zwiększoną umieralność odnotowano u pracowników zatrudnionych w narażeniu na pyły drewna powyżej 30 lat (SMR = 7,6 95%CI: (3,3–15,0)). U osób zatrudnionych w narażeniu 20–29 lat ryzyko było zwiększone, ale nieistotne statystycznie (SMR = 2,6 95%CI: (0,5–7,6)).

W kolejnym badaniu Demers i in. (1995b), przeprowadzili analizę zależności pomiędzy narażeniem na pył drzewny a nowotworami złośliwymi nosa i zatok przynosowych, na podstawie wyników pochodzących z 12 badań kliniczno-kontrolnych. Grupa badanych przypadków z SNC liczyła 680 mężczyzn (kontrola 2 349). Utworzono 4 kategorie wielkości narażenia na pył drzewny w środowisku pracy: brak narażenia, stężenie $< 1 \text{ mg/m}^3$, $1\text{--}5 \text{ mg/m}^3$ i stężenie $> 5 \text{ mg/m}^3$. U narażonych pracowników opisano 2 typy histologiczne nowotworów złośliwych nosa, tj. gruczolakoraka i raka płaskonabłonkowego. Istotnie statystycznie ryzyko wystąpienia gruczolakoraka odnotowano wśród mężczyzn zatrudnionych w zawodach związanych z narażeniem na pył drzewny (pracownicy przemysłu meblowego) (OR = 13,5 95%CI: (9,0–20,0)), szczególnie u stolarzy (OR = 41,1 95%CI: (24,5–68,7)), a także u pracowników tartaków (OR = 19,7 95%CI: (11,1–35,1)). Ryzyko występowania gruczolakoraka u mężczyzn zależało od wielkości i czasu narażenia na pył drzewny. Największe ryzyko stwierdzono u mężczyzn, którzy byli zatrudnieni na stanowiskach pracy z największym oszacowanym stężeniem pyłów drewna (OR = 45,5 95%CI: (28,3–72,9)). Mniejsze ryzyko (OR = 3,1 95%CI: (1,6–6,1)) odnotowano u mężczyzn narażonych na średnie oszacowane stężenie pyłów drewna. W przypadku raka płaskonabłonkowego oszacowano zwiększone ryzyko u mężczyzn zatrudnionych przez 30 lat lub

dłużej w narażeniu na pyły świeżego drewna (OR = 2,4 95%CI: (1,1-5,0)).

Gordon i in. (1998) opisali w metaanalizie 12 badań kliniczno-kontrolnych występowanie nowotworów nosa i zatok przynosowych u pracowników różnych zawodów związanych z obróbką drewna. U pracowników przemysłu meblowego największe ryzyko odnotowano w przypadku wystąpienia gruczolakoraka nosa (OR = 29 95%CI: (17-51)). Wielkość ilorazu szans w zależności od rodzaju obrabianego drewna przedstawiała się następująco:

- drewno twarde OR = 6,1 95%CI: (4,3-8,9);
- drewno mieszane OR = 2,1 95%CI: (1,4-3,1);
- drewno miękkie OR = 1,4 95%CI: (0,9-2,0).

Zwiększenie ryzyka SNC obserwowano u pracowników narażonych głównie na pyły drewna miękkiego w badaniach kliniczno-kontrolnych przeprowadzonych odpowiednio w krajach nordyckich, USA i Kanadzie:

- OR = 3,3 95%CI: (1,1-9,4) (Hernberg i in. 1983);
- OR = 3,1 95%CI: (1,0-9,0) (Vaughan i in. 2000);
- OR = 2,5 (p < 0,03) (Elwood 1981).

Narażenie na pyły drewna miękkiego było związane głównie z rakiem płaskonabłonkowym (Hernberg i in. 1983, Elwood 1981).

Siew i in. (2012) po przeprowadzeniu badań u pracowników z terenu Finlandii, narażonych na pył drzewny i inne substancje chemiczne (w tym formaldehyd), wykazali istotne ryzyko wystąpienia raka płaskonabłonkowego (RR = 1,98 95%CI: (1,19-3,31)).

Ci sami autorzy badali rolę skumulowanego narażenia zawodowego na mieszane pyły drewna w etiologii SNC (Siew i in. 2017). Badanie kliniczno-kontrolne zostało przeprowadzone u osób wykonujących różne zawody związane z obróbką

drewna w Finlandii, Szwecji, Norwegii i Islandii i obejmowało lata 1961–2005. Grupę badaną stanowili mężczyźni ze zdiagnozowanym gruczolakorakiem nosa (393 przypadki), ze stwierdzonym rakiem nosogardła (1 747 przypadków) oraz z innymi typami nowotworów nosa (2 446). Badania wykazały, że narażenie skumulowane, głównie na pyły drewna iglastego, było istotnie związane z podwyższonym ryzykiem wystąpienia gruczolakoraka nosa, lecz nie z pozostałymi typami nowotworów złośliwych nosa. Wskaźnik ryzyka w największej kategorii skumulowanego pyłu drewna ($\geq 28,82 \text{ mg/m}^3 \cdot \text{lata}$) dla wystąpienia gruczolakoraka nosa wynosił 16,5 (95%CI: (5,05–54,1)).

Zhang i in. (2014) w wyniku przeprowadzonej metaanalizy wykazali istotny statystycznie wzrost ryzyka wystąpienia gruczolakoraka nosa i zatok przynosowych (OR = 7,78 95%CI: (2,97–20,25)) oraz raka nosogardła (OR = 1,87 95%CI: (1,57–2,38)), a także zwiększone nieistotne ryzyko raka płaskonabłonkowego u osób zawodowo narażonych na pyły drewna (OR = 1,18 95%CI: (0,64–2,19)).

Alonso-Sardón i in. (2015) za pomocą metaanalizy badań obejmującej lata 1957–2013 odnotowali istotnie statystycznie zwiększone ryzyko gruczolakoraka nosa u osób narażonych na pyły drewna (OR = 10,28 95%CI: (5,92–17,85)).

Istotnie zwiększone ryzyko SNC wykazała metaanaliza wyników badań epidemiologicznych pracowników narażonych na pyły drewna przeprowadzona przez Binazzi i in. (2015):

- OR = 5,91 95%CI: (4,31–8,11) na podstawie badań kliniczno-kontrolnych;
- OR = 1,61 95%CI: (1,1–2,37) na podstawie badań kohortowych.

Najsilniejszą zależność stwierdzono w przypadku gruczolakoraka (OR = 29,43 95%CI: (16,46–52,61)).

Metaanaliza przeprowadzona przez *Beigzadeha* i in. (2019) wykazała związek pomiędzy narażeniem zawodowym na pyły drewna a wystąpieniem raka nosogardła (OR = 1,5 95%CI: (1,09–2,07)).

Według danych IARC (1995) ryzyko względne wystąpienia gruczolakoraka nosa było ok. 50 razy większe niż ryzyko występowania raka płaskonabłonkowego nosa.

Rak płuca

Przeprowadzona metaanaliza przez *Hancocka* i in. (2015) wykazała istotny statystycznie związek pomiędzy narażeniem na pyły drewna a ryzykiem raka płuca. Na podstawie zebranych danych stwierdzono istotny wzrost ryzyka rozwoju raka płuca u osób narażonych na pyły drewna (RR = 1,21 95%CI: (1,05–1,39)). Oszacowane ryzyko względne wystąpienia raka płuca u pracowników małych zakładów (stolarze, wytwórcy mebli) wynosiło RR = 1,15 95%CI: (1,07–1,23). Ci sami autorzy analizując badania przeprowadzone w państwach skandynawskich, gdzie narażenie dotyczyło głównie pyłów drewna miękkiego, uzyskali odmienny wynik. U narażonych na pyły drewna miękkiego nie stwierdzono zwiększonego ryzyka wystąpienia raka płuca.

Zależność pomiędzy skumulowanym zawodowym narażeniem na pyły drewna pracowników przemysłu drzewnego, meblowego i budownictwa z terenów Kanady a zachorowalnością na raka płuca badali *Vallièeres* i in. (2015). W tym celu przeprowadzili 2 badania:

- Badanie I. obejmujące lata 1979–1986 przeprowadzono u mężczyzn w wieku 35–70 lat (857 przypadków) ze

zdiagnozowanym rakiem płuca oraz innych raków o różnym umiejscowieniu.

- Badanie II. obejmujące lata 1996–2001 przeprowadzono u mężczyzn (736) i kobiet w wieku 35–75 lat ze zdiagnozowanym rakiem płuca (736 osób).

Wyniki analizy badanej populacji wykazały zwiększenie częstości występowania raka płuca wśród pracowników z długoletnim stażem pracy w narażeniu na pyły drewna – Badanie I. OR = 1,4 95%CI: (1,0–2,0); Badanie II. OR = 1,7 95%CI: (1,1–2,7).

Z kolei *Alonso-Sardón i in.* (2015) za pomocą metaanalizy badań obejmującej lata 1957–2013 nie stwierdzili istotnie statystycznej zależności występowania raka płuca u osób narażonych na pyły drewna.

Podsumowując rozdział dotyczący działania rakotwórczego pyłów drewna, wyniki opisanych badań epidemiologicznych wskazują, że tylko w przypadku nowotworów złośliwych nosa i zatok przynosowych ryzyko jest istotne, w przypadku raka płuca wyniki były niejednoznaczne.

PYŁY DREWNA – WYBRANE ASPEKTY PRAWNE

Pozyskiwanie i obróbka drewna, które mają miejsce w takich gałęziach gospodarki jak: przemysł tartaczny (przetwórstwo drzew w tartakach oraz otrzymywanie wielkowymiarowego surowca – tarcicy), przetwórstwo drzewne (w tym: produkcja wyrobów drewnianych np.: stolarki budowlanej, mebli, płyt, palet, sklejek, wyrobów stolarskich, opakowań drewnianych, zapalek) oraz przemysł papierniczy (produkcja papieru, tektury i celulozy), traktowane są jako branże przemysłu szczególnie niebezpieczne, z uwagi na liczne zagrożenia związane z występowaniem czynników szkodliwych, spośród których jednym z istotniejszych jest narażenie na pyły drewna.

We wszystkich zakładach pracy i przedsiębiorstwach zajmujących się szeroko rozumianą obróbką i przetwórstwem drewna na różnych etapach procesu wytwarzania produktu, może dochodzić do narażenia na emitowane przy obróbce surowca drzewnego pyły. Procesami, podczas których dochodzi do emisji największych ilości pyłów są głównie: cięcie, frezowanie, struganie, wiercenie, toczenie i szlifowanie – czyli wszystkie procesy obróbki surowca, zwłaszcza z użyciem narzędzi wysokoobrotowych. Stężenie pyłów drewna na stanowiskach pracy uwarunkowane jest różnymi czynnikami, m.in.: rodzajem wykonywanych prac, sposobem obróbki materiału, rodzajem i klasą stosowanych maszyn i urządzeń, rodzajem i wilgotnością drewna (im bardziej suche, tym bardziej pyłotwórcze). Do emisji największych ilości pyłów drewna dochodzi w trakcie prac związanych z obróbką mechaniczną tzw. drewna suchego (po suszeniu, o zawartości wilgoci poniżej 20%) przy użyciu maszyn

wysokoobrotowych lub posiadających większą liczbę krawędzi tnących czy skrawających. Rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dn. 12 czerwca 2018 r. *w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* (Dz.U. 2018 poz. 1286), wprowadzono wartość dopuszczalną (NDS) wynosząca 3 mg/m^3 dla wszystkich rodzajów pyłów drewna z notacją, że jest to substancja rakotwórcza. Wartość ta obowiązuje jedynie do dn. 17 stycznia 2023 r., a po tym terminie będzie obowiązywała wartość NDS wynosząca 2 mg/m^3 zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dn. 9 stycznia 2020 r. *zmieniającym rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* (Dz.U. 2020 poz. 61).

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 24 stycznia 2020 r. *zmieniającym rozporządzenie w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy* (Dz.U. 2020 poz. 197), prace związane z narażeniem na pyły wszystkich rodzajów drewna zostały uznane za procesy technologiczne, w których dochodzi do uwalniania czynników o działaniu rakotwórczym lub mutagennym.

Skala problemu związanego z ekspozycją na pyły drewna oraz konsekwencje zdrowotne przebywania pracowników w warunkach narażenia zobowiązują pracodawców do podejmowania odpowiedzialnych i profesjonalnych rozwiązań, zarówno systemowych, technicznych, jak i indywidualnych w celu minimalizowania ryzyka związanego z narażeniem na emitowane do środowiska pracy pyły. Sposoby prawidłowej organizacji stanowisk i systemu pracy, metody nadzorowania środowiska pracy oraz inne działania profilaktyczne związane z ochroną pracowników przed narażeniem na szkodliwe działanie pyłów drewna, oparte są na odpowiednich regulacjach prawnych oraz innych dokumentach opracowanych na potrzeby pracodawców,

służb BHP i inspekcji sanitarnych w celu minimalizowania narażenia na czynniki szkodliwe, w tym pyły.

Ogólne wymagania stawiane pracodawcom w przypadku występowania na stanowiskach pracy czynników szkodliwych dla zdrowia

Podstawowym aktem prawnym stanowiącym zbiór przepisów regulujących prawa i obowiązki zarówno pracodawcy, jak i pracownika jest ustawa z dn. 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (Dz.U. 2022 poz. 1510 z późn. zm.). Przepisy zawarte w Kodeksie pracy dotyczą osób zatrudnionych na podstawie umowy o pracę. Zgodnie z Kodeksem pracy pracodawca jest obowiązany chronić zdrowie i życie pracowników przez zapewnienie bezpiecznych i higienicznych warunków pracy przy odpowiednim wykorzystaniu osiągnięć nauki i techniki (art. 207. § 2.). Opisane w Kodeksie pracy obowiązki pracodawcy obejmują m.in.: sposób organizowania pracy zapewniający bezpieczne i higieniczne warunki; dostosowywanie środków ochrony zdrowia pracowników do zmieniających się warunków wykonywania pracy; zapobieganie chorobom zawodowym z uwzględnieniem zagadnień technicznych, organizacji i warunków pracy oraz wpływu czynników środowiska pracy; uwzględnienie ochrony zdrowia młodocianych, pracownic w ciąży lub karmiących dziecko piersią oraz pracowników niepełnosprawnych.

Realizacja obowiązku stosowania środków zapobiegających chorobom zawodowym i innym chorobom związanym z wykonywaną pracą wymaga w szczególności: utrzymywania w stanie stałej sprawności urządzeń ograniczających lub eliminujących szkodliwe dla zdrowia czynniki środowiska pracy i urządzeń służących do pomiarów tych czynników oraz przeprowadzania badań i pomiarów czynników szkodliwych dla

zdrowia, rejestrowania i przechowywania wyników tych badań i pomiarów oraz udostępniania ich pracownikom (art. 227. § 1.). Wszystkie powyższe działania zgodnie z ustawą pracodawca realizuje na swój koszt (bez obciążania kosztami pracownika).

Zgodnie z powyższymi regulacjami Kodeksu pracy na wszystkich stanowiskach pracy związanych z obróbką drewna, gdzie dochodzi do emisji pyłów drewna, powinny być prowadzone działania mające na celu eliminowanie lub istotne ograniczenie ryzyka zawodowego, wynikającego z narażenia na szkodliwe działanie tych pyłów. W celu skutecznego eliminowania lub ograniczania ryzyka zawodowego, wynikającego z narażenia na pyły drewna należy określić stężenie pyłów obecnych w środowisku stanowisk pracy, a następnie przeprowadzić ocenę narażenia pracowników i wykonać ocenę ryzyka zawodowego osób zatrudnionych przy pracach z pyłami drewna. W kolejnym etapie należy wybrać i zastosować właściwe środki ochrony zbiorowej w celu usunięcia pyłu ze środowiska pracy, ewentualnie dostosować środki organizacyjne lub ochrony indywidualne dla pracowników, w przypadku gdy metody ochrony zbiorowej są niewystarczająco skuteczne. Zapisy zawarte w Kodeksie pracy są doprecyzowane w aktach wykonawczych omówionych poniżej.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dn. 26 września 1997 r. *w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy* (Dz.U. 2003 nr 169 poz. 1650 z późn. zm.) pracodawca jest obowiązany oceniać i dokumentować ryzyko zawodowe, występujące przy określonych pracach oraz stosować niezbędne rozwiązania organizacyjne i inne środki profilaktyczne zmniejszające ryzyko (§ 39. i 39a.). Rozporządzenie mówi również o zapewnieniu takiego stopnia wymiany powietrza w pomieszczeniach pracy, aby nie były przekraczane wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń tych substancji określone w odrębnych przepisach prawnych (§ 32.). Wymaganiem powyższego rozporządzenia, które znajduje zastosowanie w przypadku prac stolarskich i innych związanych z obróbką

drewna, jest aby urządzenia lub ich części, z których mogą wydzielać się szkodliwe pyły, były zhermetyzowane, a w przypadku gdzie jest to niemożliwe, urządzenia te powinny być wyposażone w miejscowe wyciągi (§ 34.).

Obowiązek przeprowadzenia i udokumentowania oceny ryzyka zawodowego stwarzanego przez konkretny czynnik szkodliwy wynika także z Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dn. 30 grudnia 2004 r. *w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy związanej z występowaniem w miejscu pracy czynników chemicznych* (Dz.U. 2016 poz. 1488). Na pracodawcy spoczywa obowiązek ustalenia, czy na zorganizowanych przez niego stanowiskach pracy występują czynniki szkodliwe oraz zidentyfikowania tych czynników (§ 2.). Rezultaty wykonanej oceny ryzyka zawodowego pracodawca udostępnia lekarzowi prowadzącemu opiekę profilaktyczną nad pracownikami (§ 3. ust. 6.). W przypadku gdy pomiary stężeń czynnika szkodliwego występującego na danym stanowisku pracy, wykonywane zgodnie z odrębnymi przepisami, przekroczą wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń, pracodawca zobowiązany jest do natychmiastowego podjęcia działań i zastosowania środków w celu zlikwidowania tych przekroczeń (§ 9.).

Badania środowiska pracy

Wartości dopuszczalnych stężeń szkodliwych dla zdrowia czynników chemicznych, w tym również pyłów, występujących na stanowiskach pracy, określone są w wykazie stanowiącym załącznik nr 1 do rozporządzenia Ministra Rodziny Pracy i Polityki Społecznej z dn. 12 czerwca 2018 r. *w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* (Dz.U. 2018 poz. 1286 z późn. zm.). Rozporządzenie definiuje najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS)

jako wartość średnią ważoną stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w ustawie z dn. 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń (§ 2.1.).

Zgodnie z rozporządzeniem obowiązująca wartość NDS dla frakcji wdychalnej pyłów drewna do dn. 17 stycznia 2023 r. wynosi 3 mg/m^3 . Wartość ta została w rozporządzeniu opatrzona przypisem, iż dotyczy wszystkich rodzajów pyłów drewna oraz że jest to substancja rakotwórcza. Konsekwencją tego zapisu jest brak rozróżnienia wartości dopuszczalnej dla pyłów drewna twardego i miękkiego oraz uznanie wszystkich rodzajów pyłów drewna za czynnik rakotwórczy. W rozporządzeniu zmieniającym z dn. 9 stycznia 2020 r. wprowadzono wartość NDS dla frakcji wdychalnej pyłów drewna wynoszącą 2 mg/m^3 ponownie z przypisem, że wartość ta dotyczy wszystkich pyłów drewna (Dz.U. 2020 poz. 61). Powyższa wartość jest na poziomie proponowanej przez Komisję Europejską wartości BOELV (wiązący dopuszczalny poziom narażenia zawodowego w Unii Europejskiej) dla frakcji wdychalnej pyłów drewna twardego ustalonej na poziomie 2 mg/m^3 i będzie obowiązywać w Polsce po dn. 17 stycznia 2023 r.

Przy wysokich stężeniach pyłów drewna w powietrzu na stanowiskach pracy wzrasta ryzyko narażenia pracowników oraz możliwość wystąpienia chorób zawodowych, w tym nowotworów. W przypadku emisji pyłu drewna w stężeniach przekraczających wartość NDS praca nie powinna być kontynuowana do czasu ograniczenia poziomu pyłu na stanowisku pracy lub zastosowania odpowiednich środków ochrony indywidualnej. Na stanowiskach pracy, na których prowadzona jest obróbka mechaniczna drewna i dochodzi do emisji bardzo dużych ilości pyłu, powinien on być wychwytywany w miejscu jego

powstawania przez wyciągi miejscowe. Wyciągi powinny być na tyle skuteczne, aby utrzymać stężenie pyłu poniżej wartości NDS. W zależności od stopnia zagrożenia należy jednocześnie stosować metody organizacyjne ograniczania narażenia pracowników, jak ograniczenie czasu pracy przy czynnościach wykonywanych w narażeniu na pył drewna lub wprowadzenie rotacyjnego systemu pracy. W sytuacjach, gdy nie można uniknąć zagrożenia pyłami drewna lub ograniczyć ich poziomu poniżej wartości dopuszczalnej za pomocą środków technicznych ochrony zbiorowej lub metod organizacyjnych, należy zastosować właściwie dobrane środki ochrony indywidualnej. Dostarczenie odpowiednich środków ochrony indywidualnej spełniających wymagania w zakresie oceny zgodności oraz wynikające z oceny ryzyka zawodowego jest obowiązkiem pracodawcy. Pracodawca jest również obowiązany przeszkolić pracownika w zakresie użytkowania środków ochrony indywidualnej, natomiast pracownik ma obowiązek stosowania ich zgodnie z przeznaczeniem. Szczegółowe zasady postępowania w zakresie przeprowadzania pomiarów i podejmowania ewentualnych działań naprawczych zostały określone w odpowiednich regulacjach prawnych i innych dokumentach.

Zaliczenie wszystkich pyłów drewna do czynników rakotwórczych oznacza dla pracodawcy nowe obowiązki związane z częstotliwością wykonywania badań i pomiarów na stanowiskach pracy. Pomiarów takie należy wykonywać ze zwiększoną częstotliwością zgodną z wymaganiami dla czynników rakotwórczych.

Częstotliwość z jaką należy wykonywać pomiary na stanowiskach pracy określa rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 2 lutego 2011 r. *w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* (Dz.U. 2011 nr 33 poz. 166 z późn. zm.). Zgodnie z § 6. ust. 1 rozporządzenia, w przypadku stwierdzenia występowania na stanowisku pracy pyłów

o działaniu rakotwórczym, jakimi są pyły drewna, badania i pomiary należy wykonywać:

- co najmniej raz na 6 miesięcy, jeżeli w ostatnio przeprowadzonym badaniu stężenie wynosiło od 0,1 do 0,5 wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia;
- co najmniej raz na 3 miesiące, jeżeli w ostatnio przeprowadzonym badaniu stężenie przekroczyło 0,5 wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia.

Ponadto, badania należy wykonać w każdym przypadku wprowadzenia zmian w warunkach występowania tego pyłu, które mogły mieć wpływ na zmianę poziomu jego emisji (np.: zmiany wyposażenia technicznego, urządzeń, procesu technologicznego lub warunków wykonywania pracy) oraz jeżeli wystąpiły okoliczności, które uzasadniają ich ponowne wykonanie (§ 14.). Rozporządzenie dopuszcza odstępnie od wykonywania pomiarów stężeń czynników o działaniu rakotwórczym, w tym również pyłów drewna, jeżeli wyniki 2 ostatnich badań wykonanych w odstępie co najmniej 6 miesięcy, nie przekroczyły 0,1 wartości NDS (§ 7.) i nie wystąpiły okoliczności, o których mowa w § 14.

Badania stężenia pyłów drewna na stanowiskach pracy są realizowane przez laboratoria środowiska pracy, które uzyskały akredytację w tym zakresie (§ 15.1.) i są wykonywane zgodnie z metodami określonymi w Polskich Normach. Pierwsze badania w celu określenia stężenia pyłów drewna powinny być wykonane w terminie do 30 dni od dnia rozpoczęcia działalności zakładu. Wyniki badań wpisywane są do rejestru i przechowywane przez okres 3 lat, licząc od daty ich wykonania. Pracodawca ma obowiązek przechowywać rejestr czynników szkodliwych oraz karty badań czynników szkodliwych przez okres 40 lat, licząc od daty ostatniego wpisu (§ 18.4.).

Pyły drewna jako czynniki o działaniu rakotwórczym

W lutym 2020 r. weszło w życie Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 24 stycznia 2020 r. zmieniające rozporządzenie *w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy* (Dz.U. 2020 poz. 197). Zmiana dotyczyła załącznika nr 1, gdzie w punkcie II określono procesy technologiczne, w których dochodzi do uwalniania substancji chemicznych, ich mieszanin lub czynników o działaniu rakotwórczym lub mutagennym. W wykazie tym wszystkie prace związane z narażeniem na pyły drewna zostały uznane za procesy technologiczne, w których emitowane są czynniki o działaniu rakotwórczym, niezależnie od rodzaju drewna, z którego pochodzą. W efekcie wszystkie zakłady przemysłu drzewnego zatrudniają pracowników przy pracach w kontakcie z czynnikiem rakotwórczym, nawet jeżeli dotychczas zakład przerabiał typowe gatunki drewna miękkiego jak świerk czy sosna.

Zmiany dotyczące zaliczenia pyłów wszystkich rodzajów drewna do czynników rakotwórczych niosą za sobą określone konsekwencje i wprowadzają nowe obowiązki dla pracodawców. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 24 lipca 2012 r. *w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy* (Dz.U. 2021 poz. 2235), poza wspomnianą wcześniej zmianą częstotliwości wykonywania badań środowiska pracy na taką, która obowiązuje dla czynników o działaniu rakotwórczym (co 3 lub 6 miesięcy), pracodawca jest zobowiązany m.in. do następujących działań (§ 4., § 5., § 9.):

- założenie i prowadzenie rejestru prac, których wykonywanie powoduje konieczność pozostawania w kontakcie z pyłami drewna zgodnie z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu;

- opracowywanie informacji dotyczącej stosowania czynników rakotwórczych wg wzoru określonego w załączniku nr 2 do ww. rozporządzenia i przekazywanie jej właściwemu państwowemu wojewódzkiemu inspektorowi sanitarnemu oraz właściwemu okręgowemu inspektorowi pracy niezwłocznie po rozpoczęciu działalności oraz corocznie w terminie do dn. 15 stycznia;
- założenie i prowadzenie rejestru pracowników narażonych na działanie pyłów drewna;
- przechowywanie rejestrów przez okres 40 lat lub przekazanie ich do państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego w przypadku zakończenia działalności zakładu;
- przeprowadzenie okresowych szkoleń pracowników uwzględniających: ocenę ryzyka zawodowego wynikającego z występowania na stanowiskach pracy pyłów drewna, podejmowanie działań ograniczających narażenie, stosowanie środków ochrony indywidualnej;
- współpraca z lekarzem sprawującym opiekę profilaktyczną nad pracownikami zatrudnionymi na stanowiskach związanych z obróbką drewna – zgodnie z § 11.1. lekarz jest obowiązany zapoznać się z warunkami pracy i posiadać udokumentowane informacje dotyczące rodzaju i wielkości narażenia.

Dane dotyczące występowania czynników rakotwórczych w środowisku pracy, gromadzone przez państwowych wojewódzkich inspektorów sanitarnych na podstawie informacji dostarczonych przez zakłady pracy, są następnie przekazywane w cyklu rocznym do Instytutu Medycyny Pracy im. prof. dr J. Nofera w Łodzi, który jest jednostką zobligowaną do prowadzenia Centralnego Rejestru Danych o Narażeniu na Substancje Chemiczne, ich Mieszanki, Czynniki lub Procesy Technologiczne o Działaniu Rakotwórczym lub Mutagennym (§ 4.3.).

Pracownicy młodociani, kobiety w ciąży lub karmiące piersią a praca z pyłami drewna

Zgodnie z Kodeksem pracy obowiązkiem pracodawcy jest ochrona zdrowia pracowników, ze specjalnym uwzględnieniem grup szczególnie wrażliwych, np. pracowników w młodym wieku czy kobiet w ciąży lub karmiących piersią.

Pracownikiem młodocianym jest osoba, która ukończyła 15 lat, ale nie przekroczyła 18. roku życia. Branża związana z obróbką drewna jest jedną z tych dziedzin kształcenia, gdzie pracownicy w młodym wieku są zatrudniani w celu przyuczenia zawodowego. Jest to działanie mające na celu przede wszystkim naukę zawodu, czyli przygotowanie młodej osoby do pracy w charakterze wykwalifikowanego pracownika np. w stolarni. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 24 sierpnia 2004 r. *w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac* (Dz.U. 2016 poz. 1509) reguluje możliwość zatrudniania pracowników młodocianych w warunkach narażenia na czynniki szkodliwe. W załączniku nr 1 do rozporządzenia, zawierającym wykaz prac wzbronionych młodocianym, umieszczono prace w narażeniu na szkodliwe działanie pyłów o działaniu rakotwórczym lub mutagennym, określonych w przepisach w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy, w tym na pyły drewna (pkt. II.2.3). Ponadto w załączniku 2 do rozporządzenia, zawierającym wykaz niektórych rodzajów prac wzbronionych młodocianym, przy których zezwala się na zatrudnianie młodocianych w wieku powyżej 16 lat (jeżeli jest to niezbędne do odbycia przygotowania zawodowego), nie zawarto możliwości pracy młodocianych w narażeniu na działanie pyłów drewna. Konsekwencją powyższych regulacji jest brak możliwości nauki praktycznej zawodu w zakresie prac związanych

bezpośrednio z obróbką drewna (np. stolarza) do 18 roku życia. Dopiero w tym wieku uczniowie mogą rozpocząć samodzielną pracę przy obróbce drewna. Obecnie opiniowany jest projekt nowelizacji omawianego rozporządzenia (z dn. 24 maja 2022 r.), którego celem jest wprowadzenie zmian umożliwiających pracownikom niepełnoletnim praktyczną naukę zawodu stolarza.

Podobna sytuacja dotyczy również kobiet w ciąży oraz karmiących dziecko piersią. Na podstawie ustawy Kodeks pracy (art 176. § 1.) kobiety w ciąży i kobiety karmiące dziecko piersią nie mogą wykonywać prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia, mogących mieć niekorzystny wpływ na ich zdrowie, przebieg ciąży lub karmienie dziecka piersią. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 3 kwietnia 2017 r. *w sprawie wykazu prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży i kobiet karmiących dziecko piersią* (Dz.U. 2017 poz. 796) zawiera w wykazie prace lub procesy technologiczne, w których dochodzi do uwalniania substancji chemicznych, ich mieszanin lub czynników o działaniu rakotwórczym lub mutagennym (pkt VII.4. załącznika do rozporządzenia). W związku z powyższym zabronione jest zatrudnianie kobiet w ciąży oraz karmiących piersią przy pracach z pyłami drewna.

Pyły drewna – zagrożenie wybuchowe

Powyższe wytyczne i wskazówki dotyczą narażenia na pyły drewna unoszące się w postaci aerozolu w powietrzu stanowisk pracy oraz działające szkodliwie, głównie poprzez narażenie dróg oddechowych ale także śluzówki oka czy skóry. Należy jednak zwrócić uwagę, że duże ilości pyłu drzewnego są nie tylko przyczyną dolegliwości zdrowotnych i chorób zawodowych, ale również stwarzają zagrożenie pożarem i wybuchem. Pyły osadzające się na powierzchniach mogą ulec zapaleniu

i doprowadzić do szybkiego rozprzestrzeniania się ognia, natomiast pyły unoszące się w powietrzu grożą wybuchem. Im więcej drobnych cząstek zawartych jest w pyłe drzewnym tym jest on groźniejszy pod względem wybuchowości, ponieważ drobne cząstki opadają bardzo wolno, często tworząc chmury pyłowe w powietrzu. Źródłem zapłonu takiej chmury pyłowej może być: otwarty ogień, iskry mechaniczne lub elektryczna, prądy elektrostatyczne, rozgrzane do temperatury zapłonu elementy maszyn. Minimalna temperatura zapłonu dla pyłu drzewnego, osiadłego, występującego w przemyśle drzewnym (tartaki, stolarnie, ciesielnie) wynosi $> 400^{\circ}\text{C}$, a aerozolu 540°C . Działania profilaktyczne polegające na eliminowaniu potencjalnych zagrożeń obejmują:

- lokalne odciąganie pyłu (instalacja z uziemieniem, nie zbierająca ładunków elektrostatycznych);
- stosowanie ogólnej wentylacji mechanicznej;
- usuwanie dużych skupisk pyłu w halach produkcyjnych;
- zapobieganie odkładaniu się pyłu drzewnego na powierzchniach w pomieszczeniu (np.: ścianach, sufitach, parapetach);
- zapewnienie uziemienia maszynom i odprowadzanie ładunków elektrostatycznych;
- ograniczenie ilości materiałów łatwopalnych (np.: kleje, farby, lakiery) na stanowiskach pracy do wielkości zapotrzebowania;
- systematyczne usuwanie pyłów ze zbiorników odpadów;
- szkolenie pracowników, utrzymania porządku na stanowiskach pracy.

Szczegółowe wymagania dotyczące instalacji odpylających, miejscowych odciągów pyłów i innych dyspozycji tym zakresie zawarte są w odpowiednich aktach prawnych, instrukcjach i innych dokumentach (np. Dz.U. 2010 nr 138 poz. 931).

PIŚMIENICTWO

- Acheson E.D. (1976). Nasal cancer in the furniture and boot shoe manufacturing industries. *Prev. Med.* 5, 295-315.
- Acheson E.D., Cowdell R.H., Rang E. (1972). Adenocarcinoma of the nasal cavity and sinuses in England and Wales. *Br. J. Ind. Med.* 29, 21-30.
- Acheson E.D., Pippard E.C., Winter P.D. (1984). Mortality of English furniture makers. *Scand. J. Work Environ. Health.* 10 (4), 211-217.
- Ahman M., Soderman E., Cynkier I., Kolmodin-Hedman B. (1995a). Work-related respiratory problems in industrial arts teachers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 67 (2), 111-118.
- Ahman M., Holmstroem M., Ingelman-Sundberg H. (1995b). Inflammatory markers in nasal lavage fluid from industrial arts teachers. *Am. J. Ind. Med.* 28, 541-550.
- Ahman M., Holmström M., Cynkier I., Soderman E. (1996). Work related impairment of nasal function in Swedish woodwork teachers. *Occup. Environ. Med.* 53 (2), 112-117.
- Aigbirior J., Ehondor O.T., Egbagbe E.E., Erhabor G.E. (2019). Dust exposure and respiratory status of workers in the wood processing industry in Benin City, Nigeria. *European Respiratory Journal.* 54: PA2822; DOI: 10.1183/13993003.congress-2019.PA2822.
- Algranti E., Medina Coeli Mendonça E., Amed Ali S., Kokron C.M., Raile V. (2005). Short communication occupational asthma caused by Ipe (*Tabebuia spp.*) dust. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.* 15 (1), 81-83.
- Alonso-Sardón M., Chamorro A.J., Hernández-García I., Iglesias-de-Sena H., Martín-Rodero H., Herrera C., Marcos M., Mirón-Canelo J.A. (2015). Association between occupational exposure to wood dust and cancer: a systematic review and meta-analysis. Published: July 20 [dostęp: 10.12.2016, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0133024>, cyt. 2016-05-30].
- Alvarez-Cuesta C., Gala Ortiz G., Rodríguez Díaz E., Blanco Barrios S., Galache Osuna C., Raya Aguado C. i in. (2004). Occupational asthma and IgE-mediated contact dermatitis from sapele wood. *Contact Dermatitis* 51, 88-98.
- Alvarez-Eire M., Pineda F., Varela Losada S., González de la Cuesta C., Menéndez Villalva M. (2006). Occupational rhinitis and asthma due to cedroarana (*Cedrelinga catenaeformis Ducke*) Wood Dust Allergy. *J. Investig Allergol. Clin. Immunol.* 16 (6), 385-387.
- Beigzadeh Z., Pourhassan B., Kalantary S., Golbabae F. (2019). Occupational exposure to wood dust and risk of nasopharyngeal cancer: Asystematic

- review and meta-analysis. *Environmental Research* 171, 170-176. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.022>
- Binazzi A., Ferrante P., Marinaccio A. (2015). Occupational exposure and sinonasal cancer: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cancer* 15, 49. <https://doi.org/10.1186/s12885-015-1042-2>.
- Bislímovska D., Petrovská S., Minov J. (2015). Respiratory symptoms and lung function in never-smoking male workers exposed to hardwood dust. *OA Maced. J. Med. Sci.* 3 (3).
- Blair A., Stewart P.A., Hoover R.N. (1990). Mortality from lung cancer among workers employed in formaldehyde industries. *Am. J. Ind. Med.* 17 (6), 683-699.
- Bohadana A.B., Massin N., Wild P., Toamain J.P., Engel S., Goutet P. (2000). Symptoms, airway responsiveness, and exposure to dust in beech and oak wood workers. *Occup. Environ. Med.* 57, 268-273.
- Booth B.H., LeFoldt R.H., Moffitt E.M. (1976). Wood dust hypersensitivity. *J. Allergy Clin. Immunol.* 57, 352-357.
- Brewczyński P.Z., Bazylewicz A., Rembiecha A., Bronder A., Góra M., Migas B., Miłka H., Chabior W., Łudzeń-Izbińska B. (2017). Drewno jako źródło alergenów i haptenów oraz przyczyna chorób zawodowych. *Alergia*, 1; 28-30.
- Bujak-Pietrek S. i in. (2008). Narażenie pracowników wybranych gałęzi gospodarki na pyły – wykorzystanie elektronicznej ogólnopolskiej bazy danych. *Medycyna Pracy* 59 (3), 203-213.
- Bush R.K., Clayton D. (1983). Asthma due to Central American walnut (*Juglans olanchana*) dust. *Clin. Allergy* 13, 389-394.
- Bush R.K., Yunginger J.W., Reed C.E. (1978). Asthma due to African zebra wood (*Microber/inia*) dust. *Am. Rev. Respir. Dis.* 117, 601-603.
- Cabanillas M., Fernandez-Redondo V., Toribio J. (2006). Allergic contact dermatitis to plants in a Spanish dermatology department: a 7-year review. *Contact Dermatitis*; 55, 84-91.
- Carosso A., Ruffino C., Bugiani M. (1987). Respiratory diseases in wood workers. *Br. J. Ind. Med.* 44, 53-56.
- Celik A., Kanik A. (2006). Genotoxicity of occupational exposure to wood dust: Micronucleus frequency and nuclear changes in exfoliated buccal mucosa cells. *Environ Mol Mutagen*, 47 (9), 693-8. doi: 10.1002/em.20257.
- Centralny Rejestr Chorób Zawodowych (2020). Łódź, Instytut Medycyny Pracy. (Materiały niepublikowane, przygotowane dla Zespołu Ekspertów ds. Czynników Chemicznych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN).
- Chan-Yeung M. (1999). Western red cedar (*Thuja Plicata*) and other wood dust. [W:] *Asthma in the workplace*. [Red.] I.L. Bernstein, M. Chan-Yeung, J.L. Malo, D.I. Bernstein. New York, Basel, Marcel Dekker 543-564.
- CRCR. Centralny Rejestr Danych o Narażeniu na Substancje Chemiczne, ich Mieszaniny, Czynniki lub Procesy Technologiczne o Działaniu Rakotwórczym lub Mutagennym (2022), Instytut Medycyny Pracy, Łódź (dane niepublikowane).
- Chomiczewska-Skóra D. (2013). Niepożądane reakcje skórne spowodowane kontaktem z materiałem drewnianym. *Medycyna Pracy* 64 (1), 103-118.

- Cockcroft D.W., Cotton D.J., Mink J.T.* (1979). Nonspecific bronchial hyperreactivity after exposure to western red cedar. *Am. Rev. Respir. Dis.* 119, 505-510.
- Cockcroft D.W., Hoepfner V.H., Werner G.D.* (1984). Recurrent nocturnal asthma after bronchoprovocation with western red cedar sawdust. Association with acute increase in non-allergic bronchial responsiveness. *Clin. Allergy* 14, 61-68.
- d'Agostino N., Roscioni C., Candolfi H.* (1965). A case of diffuse pulmonary fibrosis secondary to pneumoconiosis from saw dust. *Lotta contra la Tubercolosi* 35 (9), 796-800.
- De Zotti R., Gubian F.* (1996). Asthma and rhinitis in wooding workers. *Allergy Asthma Proceedings* 17, 199-203.
- Demers P.A., Boffetta P., Kogevinas M.* i in. (1995a). Pooled reanalysis of cancer mortality among five cohorts of workers in woodrelated industries. *Scand. J. Work. Environ. Health* 21, 179-190.
- Demers P.A., Kogevinas M., Boffetta P., Leclerc A., Luce D., Gerin M., Battista G., Belli S., Bolm-Audorf U., Brinton L.A.* i in. (1995b). Wood dust and sinonasal cancer: pooled reanalysis of twelve case-control studies. *Am. J. Ind. Med.* 28 (2), 151-166.
- Douwes J., McLean D., Slater T., Pearce, N.* (2001). Asthma and other respiratory symptoms in New Zealand pine processing sawmill workers. *Am. J. Ind. Med.* 39 (6), 608-615.
- Dyrektywa 2004/37/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. *w sprawie ochrony pracowników przed zagrożeniem dotyczącym narażenia na działanie czynników rakotwórczych lub mutagenów podczas pracy* (szósta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy Rady 89/391/EWG. Dz.Urz.UE L 158 z 30.04.2004, 50; Dz.Urz.UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 5, t. 5, 35 z późn. zm.
- Eaton K.K.* (1973). Respiratory allergy to exotic wood dust. *Clin. Allergy* 3, 307-310.
- EFBWW (2010). Europejska Federacja Pracowników Budowlanych i Przemysłu Drzewnego (EFBWW) oraz Europejska Konfederacja Przemysłu Drzewnego (CEI-Bois) w współpracy z A.usl7 Siena. Raport: Mniej pyłu. [dostęp: 22.09.2020, <http://www.efbww.eu/publications-and-downloads/reports-and-studies/less-dust/514-a> PL.pdf].
- Elwood J.M.* (1981). Wood exposure and smoking: association with cancer of the nasal cavity and paranasal sinuses in British Columbia. *CMA J.* 124, 1573-1577.
- Estlander T., Jolanki R., Kanerva L.* (1999). Occupational allergic contact dermatitis egzema caused by obeche and teak dusts. *Contact Dermatitis* 41 (3), 164.
- Estlander T., Jolanki R., Alanko K., Kanerva L.* (2001). Occupational allergic contact dermatitis caused by wood dusts. *Contact Dermatitis* 44, 213-217
- Fentie D., Mariam T.G., Mulat E., Demissie W.R.* (2019). Effect of Occupational Wood Dust on Pulmonary Function among Woodworkers in Jimma Town, Southwest Ethiopia, A Comparative Cross Sectional Study. *EC Pulmonology and Respiratory Medicine* 8,8, 587-593.
- Feron V.J., Arts J.H., Kuper C.F., Slootweg P.J., Woutersen R.A.* (2001). Health risks associated with inhaled nasal toxicants. *Crit Rev Toxicol*, 31:313-347. doi:10.1080/20014091111712

- Galea K.G., van Tongeren M., Smeuwenhoek A.J., While D., Graham M., Bolton A., Kromhout H., John W., Cherrie J.W. (2009). Trends in wood dust Inhalation Exposure in the UK1985-2005. *Ann. Occup. Hyg.* Oxford University Press on behalf of the British Occupational Hygiene Society, 1-11.
- Gan S.L., Goh C.L., Lee C.S., Hui K.H. (1987). Occupational dermatosis among sanders in the furniture industry. *Contact Dermatitis* 17, 237-240.
- Garcés Sotillos M.M., Blanco Carmona J.G., Juste Picón S., Rodríguez Gastón P., Pérez Giménez R., Alonso Gil L. (1995). Occupational asthma and contact urticaria caused by mukali wood dust (*Aningeria robusta*). *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.* 1995; 5 (2): 113-114.
- Girard J.P., Surber R., Guberan E. (1980). Allergic manifestations due to wood dusts. [W:] *Occupation al asthma*. New York, von Nostrand Reinhold, 91-101 [cyt. za: *Goldsmith, Shy* 1988].
- GIS (2020). Dane Głównego Inspektoratu Sanitarnego dla Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN. Warszawa 2020 [materiały niepublikowane, przygotowane dla Zespołu Ekspertów ds. Czynników Chemicznych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN].
- Glindmeyer H.W., Rando R. J., Lefante J.J., Laurie Freyder L., Brisolara J.A., Jones R.N. (2008). Longitudinal respiratory health study of the wood processing industry. *Am. J. Ind. Med.* 51, 595-609.
- Gordon I., Boffetta P., Demers P.A. (1998). A case study comparing a meta-analysis and a pooled analysis of studies of sinonasal cancer among wood workers. *Epidemiology* 9(5), 518-524.
- Greenberg M. (1972). Respiratory symptoms following brief exposure to cedar of Lebanon (*Cedra libani*) dust. *Clin. Allergy* 2, 219-224.
- Hancock D.G., Langley M.E., Chia K.L., Woodman R.J., Shanahan E.M. (2015). Wood dust exposure and lung cancer risk: a meta-analysis. *Occup. Environ. Med.* 72 (12), 889-898.
- Hartmann A., Schlegel H. (1980). Health hazards caused by wood in Switzerland (Durch Holz verursachte Gesundheitsschäden in der Schweiz). *Schweiz. Med. Wochenschr.* 23, 278-281 [cyt. za: *Chomiczewska-Skóra* 2013].
- Hausen B.M., Bruhn G., Tilsley D.A. (1990). Contact allergy to Australian blackwood (*Acacia melanoxylon* R.Br.): isolation and identification of new hydroflavan sensitizers. *Contact Dermatitis* 23, 33-39.
- Hayes R.B., Gérin M., Raatgever J.W., de Bruyn A. (1986). Wood-related occupations, wood dust exposure, and sinonasal cancer. *Am. J. Epidemiol.* 124, 569-577.
- Heikkilä P., Martikainen R., Kurppa K., Husgafvel-Pursiainen K., Karjalainen A. (2008). Asthma incidence in wood-processing industries in Finland in a register-based population study. *Scand. J. Work Environ. Health* 34(1), 66-72.
- Hernberg S., Collan Y., Degerth R., Englund A., Engzell U., Kuosma E., Mutanen P., Nordlinder H., Hansen H.S., Schultz-Larsen K. i in. (1983). Nasal cancer and occupational exposures. Preliminary report of a joint Nordic case-referent study. *Scand. J. Work Environ. Health* 9 (2), 208-213.
- Hessel P.A., Herbert F.A., Melenka L.S., Yoshida K., Michaelchuk D., Nakaza M. (1995). Lung health in sawmill workers exposed to pine and spruce. *Chest.* 108 (3), 642-646.

- Hinojosa M., Moneo I., Dominguez J., Delgado E., Losada E., Alcover R. (1984). Asthma caused by African maple (*Triplochiton scferoxyfon*) wood dust. *J. Allergy Clin. Immunol* 74, 782-786.
- Hinojosa M., Losada E., Moneo I., Dominguez J., Carrillo T., Sánchez-Cano M. (1986). Occupational asthma caused by African maple (Obeche) and Ramin: evidence of cross reactivity between these two woods. *Clin. Allergy* 16 (2), 145-153.
- Hinojosa M., Subiza J., Moneo I., Puyana J., Diez M.L., Fernandez-Rivas M. (1990). Contact urticaria caused by Obeche wood (*Triplochiton scleroxylon*). Report of eight patients. *Ann. Allergy* 64, 476-479.
- IARC (1995). International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Wood dust and formaldehyde. Lyon, IARC, vol. 62.
- IARC (2012). International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Arsenic, metals, fibres and dusts. Lyon, IARC, vol. 100c.
- Innocenti A., Angotzi G. (1980). Asma professionale da sensibilizzazione a *Triplochiton scleroxylon* (samba, obeche). *Med. Lav.* 71, 251-254.
- Jacobsen G., Schlünssen V., Schaumburg I., Taudorf E., Sigsgaard T. (2008) Longitudinal lung function decline and wood dust exposure in the furniture industry. *Eur. Respir. J.* 31, 334-342.
- Jacobsen G., Schlünssen V., Schaumburg I., Sigsgaard T. (2009). Increased incidence of respiratory symptoms among female woodworkers exposed to dry wood. *Eur. Respir. J.* 33, 1268-1276.
- Kanerva L., Tuppurainen M., Keskinen H. (1998). Contact urticaria caused by obeche wood (*Triplochiton scleroxylon*). *Contact Dermatitis* 38:170-171.
- Kargar-Shouroki F., Dehghan Banadkuki M.R., Azadeh Emami S.J. (2022). The association between wood dust exposure and respiratory disorders and oxidative stress among furniture Workers. *Wien Klin Wochenschr*, 134 (13-14), 529-537. doi: 10.1007/s00508-022-02048-5.
- Kauppinen T., Vincent R., Liukkonen T., Grzebyk M., Kauppinen A. i in. (2006). Occupational exposure to inhalable wood dust in the members states of the European Union. *Ann. Occup. Hyg.* 50(6), 549-561.
- Keller F.X. (2014). Field investigations applied to wood dust emissions around vertical panel saws. *Gefährstoffe - Reinhaltung der Luft* 74 (2014) Nr. 1/2
- Kespohl S., Sander I., Merget R., Petersen A., Meyer H.E., Sickmann A. i in. (2005). Identification of an obeche (*Triplochiton scleroxylon*) wood allergen as a class I chitinase. *Allergy* 60, 808-814.
- Krawczyk-Szulc P., Wiszniewska M., Palczyński C., Nowakowska-Świrta E., Kozak A., Walusiak-Skorupa J. (2014). Occupational asthma caused by samba (*Triplochiton scleroxylon*) wood dust in a professional maker of wooden models of airplanes: a case study. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health* 27 (3), 512-519.
- Kurttio P., Norppa H., Jarventaus H. i in. (1993). Chromosome aberrations in peripheral lymphocytes of workers employed in the plywood industry. *Scand. J. Work Environ. Health* 19, 132-134.
- Mandryk J., Alwis K.U., Hocking A.D. (1999). Work-related symptoms and dose-response relationships for personal exposures and pulmonary function among woodworkers. *Am. J. Ind. Med.* 35 (5), 481-490.

- Michaels L.* (1967). Lung changes in woodworkers. *Canadian Medical Association Journal* 96, 1150-1155.
- Milanowski J.* (2007). Alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych i inne choroby wywołane pyłami organicznymi. *Postępy Nauk Medycznych* 11, 482-491.
- Milanowski J., Góra A., Skorska C., Krysińska-Traczyk E., Mackiewicz B., Sitkowska J., Cholewa G., Dutkiewicz J.* (2002). Work-related symptoms among furniture factory workers in Lublin region (eastern Poland). *Ann. Agric. Environ. Med.* 9(1), 99-103.
- Miller B.A., Blair A., Reed E.J.* (1994). Extended mortality follow-up among men and women in a U.S. furniture workers union. *Am. J. Ind. Med.* 24, 537-549.
- Modi G.M., Doherty C.B., Katta R., Orengo I.F.* (2009) Irritant contact dermatitis from plants. *Dermatitis* 20, 63-78.
- Nafisa Y.W., Dawud F.A., Sulaiman I., Salisu A.I., Tukur M.A.* (2020). Influence of varying degree of wood dust exposure on pulmonary function and respiratory symptoms among wood workers in Kano, North Western Nigeria. *Niger J Physiol Sci.*, 35(2), 161-165.
- Neghab M., Jabari Z., Shouroki F.K.* (2018). Functional disorders of the lung and symptoms of respiratory disease associated with occupational inhalation exposure to wood dust in Iran. *Epidemiology and Health* 40, 8. [<https://doi.org/10.4178/epih.e2018031>].
- Norrish A.E., Beasley R., Hodgkinson E.J., Pearce N.* (1992). A study of New Zealand wood workers: exposure to wood dust, respiratory symptoms, and suspected cases of occupational asthma. *N. Z. Med. J.* 105 (934), 185-187.
- Oberdörster G., Oberdorster E., Oberdorster J.* (2005). Nanotoxicology: an emerging discipline volving from studies of ultrafine particles. *Environ Health Perspect* 113, 823-839.
- Ozga A., Obuchowska A., Wójcik J., Standyło A., Obuchowska K.* (2020). Wood dust exposure and risk of sinonasal cancer development. *J. Ed. Health Sport* 10 (9), 520-524
- Paggiaro P.L., Cantalupi R., Filieri M., Loi A.M., Parlanti A., Toma G., Baschieri L.* (1981). Bronchial asthma due to inhaled wood dust: Tanganyika aningre. *Clin Allergy* III 605-610.
- Palus J., Dziubatowska E., Rydzynski K.* (1998). DNA single-strand breaks and DNA repair in the lymphocytes of wooden furniture workers. *Mutat. Res.* 408(2), 91-101.
- Pałczyński C.* (2013). Czynniki alergizujące w środowisku pracy konserwatorów dzieł sztuki i pracowników muzeów. *Alergia* 1, 41-45.
- Pérez-Ríos M., Ruano-Ravina A., Etmínan M., Takkouche B.* (2010). A meta-analysis on wood dust exposure and risk of asma. *Allergy* 65(4), 467-473.
- Pföhler C., Hamsch C., Tilgen W.* (2008). Allergic contact dermatitis of the lips in a recorder player caused by African blackwood. *Contact Dermatitis* 2008; 59: 180-181.
- Pisaniello D.L., Connell K.E., Muriale L.* (1991). Wood dust exposure during furniture manufacture – results from an Australian survey and considerations for threshold limit value development. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 52 (11), 485-492.
- PN-EN 481:1998 *Atmosfera miejsca pracy. Określenie składu ziarnowego dla pomiaru cząstek zawieszonych w powietrzu.*

- PN-ISO 4225:1999 *Jakość powietrza. Zagadnienia ogólne. Terminologia*.
- PN-Z-04008-7:2002 *Ochrona czystości powietrza – Pobieranie próbek – Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników*.
- PN-Z-04030-05:1991 *Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości pyłu. Oznaczanie pyłu całkowitego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową*.
- PN-Z-04507:2022-05 *Ochrona czystości powietrza. Oznaczanie frakcji wdychalnej aerozolu na stanowiskach pracy metodą grawimetryczną*.
- Podjasek J.O., Cook-Norris R.H., Richardson D.M., Drage L.A., Davis M.D.P. (2011). Allergic contact dermatitis from exotic woods: importance of patch-testing with patient-provided samples. *Dermatitis* 22, 1-6.
- Rang E.H., Acheson E.D. (1981). Cancer in furniture workers. *Int J Epidemiol.* 10(3):253-261. doi:10.1093/ije/10.3.253
- Ratnasingam J. i in. (2016). Assessment of dust emission and working conditions in the bamboo and wooden furniture industries in Malesia. *BioResources* 11 (1), 1189-1201.
- Rekhadevi P.V., Mahboob M., Rahman M.F., Grover P. (2009). Genetic damage in wood dust-exposed workers. *Mutagenesis*. 24 (1):59-65.
- Rietschel R.L., Fowler J.F. (2008). Fisher's Contact Dermatitis 6. BC Decker Inc., Hamilton.
- Robinson C., Fowler D., Brown D., Lemen R. (1986). Plywood mill workers' mortality patterns 1945-1977. NTIS Publication PB90-147075.
- Roger M. Rowell, Roger Pettersen, Mandla A. Tshabalala (2012). Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites <https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.1201/b12487-5> [dostęp 22.11.2022]
- Rogozński T., Očkajová A. (2013). Comparison of two methods for granularity determination of wood dust particles. *Ann. WULS - SGGW, For. and Wood Technol.* 81, 197-202.
- Rogozński T., Wilkowski J., Górski J., Czarniak P., Podziewski P., Szymanowski K. (2015). Dust creation in CNC drilling of wood composites. *BioResources* 10 (2), 3657-3665.
- Roscoe R.J., Steenland K., McCammon C.S. i in. (1992). Colon and stomach cancer mortality among automotive wood model makers. *J. Occup. Med.* 34, 759-770.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dn. 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz.U. 2010 nr 138 poz. 931).
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dn. 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2003 nr 169 poz. 1650 późn. zm.).
- Rozporządzenia Ministra Rodziny Pracy i Polityki Społecznej z dn. 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2018 poz. 1286 z późn. zm).
- Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dn. 9 stycznia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych

- dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* (Dz.U. 2020 poz. 61).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 2 lutego 2011 r. *w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy* (Dz.U. 2011 nr 33 poz. 166 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 30 grudnia 2004 r. *w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy związanej z występowaniem w miejscu pracy czynników chemicznych* (Dz.U. 2016 poz. 1488).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 24 lipca 2012 r. *w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy* (Dz.U. 2021 poz. 2235).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 24 stycznia 2020 r. *zmieniające rozporządzenie w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy* (Dz.U. 2020 poz. 197).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dn. 16 grudnia 2008 r. *w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie WE nr 1907/2006 ze zm.* tzw. rozporządzenie CLP (Dz.U. L 353 z 31.12.2008 str. 1-1355 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 24 sierpnia 2004 r. *w sprawie wykazu prac uzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac* (Dz.U. 2016 poz. 1509).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 3 kwietnia 2017 r. *w sprawie wykazu prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży i kobiet karmiących dziecko piersią* (Dz.U. 2017 poz. 796).
- Saary J.M., House R.A., Linn Holness D. (2001). Dermatitis in a particleboard manufacturing facility. *Contact Dermatitis* 44, 325-330.
- Schlünssen V., Schaumburg I., Andersen N.T., Sigsgaard T., Pedersen O.F. (2002a). Nasal patency is related to dust exposure in woodworkers. *Occup. Environ. Med.* 59, 23-29.
- Schlünssen V., Schaumburg I., Taudorf E., Mikkelsen A.B., Sigsgaard T. (2002b). Respiratory symptoms and lung function among Danish woodworkers. *J. Occup. Environ. Med.* 44(1), 82-98.
- Schlünssen V., Schaumburg I., Heederik D., Taudorf E., Sigsgaard T. (2004). Indices of asthma among atopic and non-atopic woodworkers. *Occup. Environ. Med.* 61, 504-511.
- SCOEL (2003). SCOEL/SUM/102 final. Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits. Risk assessment for Wood Dust.
- Serrano P., Medeiros S., Quilho T., Santos R., Brandao F.M. (2008). Photoallergic contact dermatitis to brosimum wood. *Contact Dermatitis*, 58, 243-245.
- Shamssain M.H. (1992). Pulmonary function and symptoms in workers exposed to wood dust. *Thorax.* 47, 84-87.
- Siew S.S., Kauppinen T., Kyyrönen P., Heikkilä P., Pukkala E. (2012). Occupational exposure to wood dust and formaldehyde and risk of nasal,

nasopharyngeal, and lung cancer among Finnish men. *Cancer Manag. Res.* 4, 223-232.

- Siew S.S., Martinsen J.I., Kjaerheim K., Sparén P., Tryggvadottir L., Weiderpass E.,* i in. (2017). Occupational exposure to wood dust and risk of nasal and nasopharyngeal cancer: A case-control study among men in four nordic countries – With an emphasis on nasal adenocarcinoma. *Int. J. Canc.* 141:2430-2436. <https://doi.org/10.1002/ijc.31015>.
- Staffieri C., Lovato A., Aielli F., Bortoletto M., Giacomelli L., Carriero M.* i in. (2015). Investigating nasal cytology as a potential tool for diagnosing occupational rhinitis in woodworkers. *Int. Forum Allergy Rhinol.* 5 (9), 814-819.
- Stingeni L., Proietti G., Zeppa L., Lisi P.* (2008). Occupational airborne contact dermatitis from *Machaerium scleroxylon*: A simple method for extracting quinones from wood. *Contact Dermatitis* 2008; 58:117-118.
- Ustawa Kodeks Pracy (Dz.U. 2022 poz. 1510).
- Vallières E., Pintos J., Parent M.E., Siemiatyc J.* (2015). Occupational exposure to wood dust and risk of lung cancer in two population-based case-control studies in Montreal, Canada. *Environ. Health* 14, 1-9.
- Vaughan T.L., Stewart P.A., Teschke K., Lynch C.F., Swanson G.M., Lyon J.L., Berwick M.* (2000). Occupational exposure to formaldehyde and wood dust and nasopharyngeal carcinoma. *Occup. Environ. Med.* 57, 376-384.
- Vested A., Kolstad H.A., Basinas I., Burdorf A., Elholm G.* i in. (2021). Dust exposure and the impact on hospital readmission of farming and wood industry workers for asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Scand J Work Environ Health.*, 47 (2), 163-168.
- Whitehead L.W., Ashikaga T., Vacek P.* (1981). Pulmonary function status of workers exposed to hardwood or pine dust. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 42 (3), 178-186.
- Wiggins R.E., Evans G., Fishwick D., Barber C.M.* (2016). Asthma in furniture and wood processing workers: a systematic review. *Occupational Medicine* 66, 193-201.
- Woods B., Calnan C.D.* (1976). Toxic woods. *Br. J. Dermatol.* 94 (13 suppl.), 1-97.
- Yusof M.Z., Hod R., Aizuddin A.N., Samsuddin N.* (2019). Health effects of *Hevea Brasiliensis* wood dust exposure among furniture factory workers. *Online Journal of Health and Allied Sciences.* 18 (3), 1-5.
- Zhang J.X., Xu H., Shen T., Zhu QiX* (2014). Wood dust exposure and risk of sinonasal and nasopharyngeal cancer: a meta-analysis. *Austin Journal of Dermatology* 1 (2), 1-5.