

# PRAWNA OCHRONA ZDROWIA PRACOWNIKA W ŚRODOWISKU PRACY Z NANOCZĄSTKAMI. UWAGI NA TEMAT ZASADNOŚCI WPROWADZENIA EUROPEJSKICH REGULACJI PRAWNYCH

LEGAL PROTECTION OF EMPLOYEE HEALTH WHEN WORKING  
WITH NANOPARTICLES. COMMENTS ON THE APPROPRIATENESS  
OF INTRODUCING EUROPEAN LEGAL REGULATIONS

Maciej Jarota

Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II / The John Paul II Catholic University of Lublin, Lublin, Poland  
Wydział Prawa, Prawa Kanonicznego i Administracji, Katedra Prawa Pracy i Ubezpieczeń Społecznych / Faculty of Law,  
Canon Law and Administration, Department of Labour and Social Insurance Law

## STRESZCZENIE

**Wstęp:** Celem publikacji jest analiza regulacji prawnych odnoszących się do bezpieczeństwa i higieny pracy w kontekście rozwoju technologii w zakresie nanomateriałów. Autor podejmuje refleksję na temat możliwości wprowadzenia na poziomie Unii Europejskiej konstrukcji prawnych umożliwiających zabezpieczenie zdrowia pracownika w środowisku pracy związanym z nanocząstkami. Pracodawca w zakresie swoich obowiązków powinien przedsięwziąć niezbędne środki do zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników, włącznie z zapobieganiem zagrożeniom związanym z wykonywaniem czynności służbowych, informowaniem oraz szkoleniem, jak również zapewnieniem niezbędnych ram organizacyjnych i środków. Różne organizacje i instytuty badawcze zajmują się określeniem liczbowych limitów narażenia zawodowego na nanocząstki, jednak właściwy kierunek ochrony zdrowia pracowników przed ekspozycją na nie jest jeszcze na wczesnym etapie rozpoznania. Istotne wydaje się zbadanie, w jakim stopniu obecnie stosowane metody i narzędzia oceny ryzyka są aktualne, a w jakich obszarach należy je dostosować do charakterystycznych cech nanocząstek. W artykule próbowano odpowiedzieć na pytanie, czy obecna ochrona prawna pracownika w kontekście ryzyka i zagrożeń, jakie niesie ze sobą nanotechnologia, jest wystarczająca. Med. Pr. 2019;70(5)

**Słowa kluczowe:** nanocząstki, narażenie zawodowe, nanotechnologia, nanomateriały, środowisko pracy, zdrowie pracownika

## ABSTRACT

**Background:** The aim of this publication is to analyze legal regulations related to occupational health and safety in the context of the development of nanomaterials technology. The author reflects on the possibility of introducing legal structures at the European Union level to facilitate protecting employee health in the work environment related to nanoparticles. Employers, in the scope of their duties, should take the necessary measures to ensure the safety and health of employees, including the prevention of threats related to the performance of official duties, information and training, as well as providing the necessary organizational framework and resources. Different organizations or research institutes are working on researching the numerical occupational exposure limits for nanoparticles, but the right direction to protect workers' health from exposure to nanoparticles is still at an early stage of diagnosis. It seems important to study the extent to which current methods and tools for risk assessment are up to date, and the elements that should be adapted to the characteristics of nanoparticles. The paper attempts to answer the question of whether the current legal protection of employees, in the context of risks and threats posed by nanotechnology, is sufficient. Med Pr. 2019;70(5)

**Key words:** nanoparticles, occupational exposure, nanotechnology, nanomaterials, work environment, employee health

Autor do korespondencji / Corresponding author: Maciej Jarota, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II,  
Wydział Prawa, Prawa Kanonicznego i Administracji, Katedra Prawa Pracy i Ubezpieczeń Społecznych, al. Raławickie 14,  
20-950 Lublin, e-mail: m.jarota@kancelariajarota.pl  
Nadesłano: 8 stycznia 2019, zatwierdzono: 15 maja 2019

## WSTĘP

Rozwój naukowy w XXI wieku prowadzi niejednokrotnie do usprawnienia organizacji pracy, stawiając jednak

w pewnych przypadkach nowe wyzwania związane z ochroną zdrowia pracowników. Jedną z dziedzin cechujących się szybkim postępem jest nanotechnologia [1], która obejmuje zakresem wiele działań mających

na celu ingerowanie w materię o skali atomu, co umożliwia produkcję materiałów o niejednorodnych właściwościach fizycznych, chemicznych i biologicznych [2]. Nanomateriały wytwarzane są za pomocą 2 metod – redukcji wymiarów cząstek lub budowania nowych struktur z istniejących nanocząstek [3]. Dzięki takiej ingerencji niektóre elementy stają się mocniejsze lub uzyskują swoiste właściwości przeciwdrobnoustrojowe w nanoskali [4].

Nanotechnologia znajduje zastosowanie m.in. w przemyśle motoryzacyjnym, gdzie wykorzystuje się nanopren jako dodatek do opon samochodowych, zwiększający ich przyczepność. Jak podaje się w literaturze przedmiotu, prowadzono także prace nad opakowaniami spożywczymi zawierającymi nanomateriały, które pochłaniają tlen. Miałyby one docelowo uwalniać środki konserwujące, gdy opakowanie wykryje pierwsze oznaki zepsucia zawartości, oraz ostrzegać konsumentów przed nieświeżym jedzeniem. Oznaczałoby to, że działalność zawodowa obejmująca transport towarów, inwentaryzację i sprawdzanie stanu produktów może zostać ograniczona [5]. Oprócz wyraźnego wpływu na rynek pracy globalny rozwój tych nowych technologii ma przede wszystkim istotne konsekwencje dla bezpieczeństwa i higieny pracy w miejscu jej wykonywania [6].

W regulacjach europejskich pojęcie nanomateriałów dookreśliła Komisja Europejska w zaleceniu z dnia 18 października 2011 r. dotyczącym definicji nanomateriału 2011/696/UE [7], w którego świetle jest to naturalny, powstały przypadkowo lub wytworzony materiał zawierający cząstki w stanie swobodnym lub w formie agregatu bądź aglomeratu, w którym co najmniej 50% lub więcej cząstek w liczbowym rozkładzie wielkości cząstek ma 1 lub więcej wymiarów w zakresie 1–100 nm. Cząstka oznacza drobinę materii o określonych granicach fizycznych. W pewnych przypadkach – uzasadnionych względami ochrony środowiska, zdrowia, bezpieczeństwa lub konkurencyjności – zamiast wartości progowej liczbowego rozkładu wielkości cząstek wynoszącej 50% można przyjąć wartość z zakresu 1–50%.

W wyjątkowych sytuacjach według ww. zalecenia za nanomateriały należy uznać fulereny, płatki grafenowe i jednościenne nanorurki węglowe o co najmniej 1 wymiarze przekraczającym 1 nm. W piśmiennictwie wskazuje się, że precyzyjniejszą definicję nanomateriałów zaproponował Komitet Naukowy ds. Inżynierii, który określił je jako materiały o 1 lub większej liczbie zewnętrznych wymiarów lub wewnętrznej strukturze,

mogące wykazywać nowe właściwości w porównaniu z tymi samymi materiałami bez nanoskali. W tym pojęciu główny nacisk kładzie się na nowe cechy nanomateriałów, przy czym należy pamiętać, że nie wszystkie materiały w nanoskali mogą wykazywać takie właściwości [8]. Są prace, których celem jest zidentyfikowanie poszczególnych nanomateriałów. Przykładowo w projekcie pt. *Nowe nanotechnologie* wyszczególniono 1000 nanoproduktów konsumpcyjnych. Z kolei Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) podjęła się analizy 13 nanomateriałów pod kątem wystąpienia ewentualnego ryzyka w ochronie zdrowia przy ich stosowaniu [9].

W literaturze przedmiotu podkreśla się, że skala nano umożliwia zastosowanie nowych rozwiązań technicznych w wielu sektorach. Oczekuje się, że nanotechnologia zrewolucjonizuje m.in. sektor zdrowia. Nanomateriały są wykorzystywane w diagnostyce jako środki kontrastowe oraz barwniki fluorescencyjne i magnetyczne. Oparte na nanotechnologii nowe systemy dostarczania leków testuje się w takich chorobach jak rak, cukrzyca, infekcje grzybicze i wirusowe, oraz w terapii genowej. Ich zaletą jest przede wszystkim szybsze działanie leku na określone komórki [2].

W piśmiennictwie wyrażano również obawy związane z zagrożeniami wynikającymi ze stosowania nanomateriałów, w tym dotyczące ochrony zdrowia osób mających styczność z nanocząstkami [10], z których część może przenikać przez bariery krew–mózg i krew–płuca [8]. Nanocząstki mogą przedostawać się do organizmu pracownika szczególnie drogą oddechową [11]. W konsekwencji zaleca się odpowiednie zrównoważenie ryzyka z korzyściami dla danego procesu z udziałem tych cząsteczek, żeby zapewnić bezpieczny rozwój nanotechnologii ze szczególnym uwzględnieniem zdrowia pracowników i społeczeństwa [12].

Celem niniejszej publikacji jest analiza regulacji prawnych w ochronie zdrowia pracownika podczas pracy w nanotechnologii. Istotne jest przeanalizowanie możliwości wprowadzenia na poziomie Unii Europejskiej konstrukcji prawnych właściwych dla zabezpieczenia zdrowia pracownika w środowisku pracy związanym z użytkowaniem nanocząstek. Według badań Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy nanotechnologia w najbliższych latach może stanowić główne wyzwanie dla zapewnienia bezpieczeństwa i zdrowia w środowisku pracy [12]. Warto w tym kontekście podjąć próbę odpowiedzi na pytanie, czy należy wprowadzić odpowiednie regulacje prawne na pozio-

mie Unii Europejskiej w przedmiocie ochrony zdrowia osób pracujących przy nanocząstkach.

## METODY PRZEGLĄDU

Przeprowadzono analizę w oparciu o obowiązujące regulacje prawne związane z ochroną zdrowia pracownika z uwzględnieniem specyfiki pracy przy nanocząstkach. Wykorzystano literaturę odnoszącą się do nanotechnologii oraz bezpieczeństwa i higieny pracy w środowisku pracy. Artykuły i publikacje książkowe zweryfikowano pod względem metodycznym oraz zakwalifikowano na podstawie zbieżności z tematem. Z uwagi na to, że temat jest nowy, a wiele badań odnoszących się do zagadnień zawartych w artykule opisano w literaturze zagranicznej, wykorzystano w szerokim zakresie materiały w języku angielskim.

## WYNIKI PRZEGLĄDU

### Ochrona zdrowia pracownika w zakładzie pracy – przegląd regulacji prawnych

Istotne znaczenie dla ochrony zdrowia pracowników świadczących pracę przy nanocząstkach ma Dyrektywa Rady 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 r. w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy [13]. W art. 6 ust. 1 ustalono w niej ogólną regułę, zgodnie z którą w zakresie swoich obowiązków pracodawca powinien przedsięwziąć środki niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników, włącznie z zapobieganiem zagrożeniom związanym z wykonywaniem czynności służbowych, informowaniem oraz szkoleniem, jak również zapewnieniem niezbędnych ram organizacyjnych i środków.

Pracodawca w rozumieniu przedmiotowej regulacji powinien reagować na potrzeby oraz odpowiednio dostosowywać środki, biorąc pod uwagę zmieniające się okoliczności i środki zapobiegawcze, umożliwiające poprawę istniejącej sytuacji. Ponadto powinien uwzględniać w planowanych przedsięwzięciach rodzaj działalności produkcyjnej przedsiębiorstwa, ocenę zagrożeń dla bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy w celu wyboru narzędzi oraz środków pracy, substancji chemicznych lub stosowanych preparatów i wyposażenia miejsc pracy. Stosownie do tej oceny i w takiej rozciągłości, jak to jest konieczne, środki prewencyjne oraz metody produkcji i sposoby pracy stosowane przez pracodawcę powinny zapewnić zwiększenie poziomu ochrony pracowników dotyczącego bezpieczeń-

stwa i higieny pracy oraz być włączone w zakres czynności i przedsięwzięć prowadzonych przez przedsiębiorstwo, zgodnie z ich hierarchią (art. 6 ust. 3 lit. a dyrektywy 89/391/EWG [13]).

W piśmiennictwie zwraca się uwagę na obowiązek wykorzystania przywołanych regulacji przez pracodawcę w sytuacji zatrudniania pracowników w miejscu pracy narażonym na kontakt z nanocząstkami, a zwłaszcza wskazuje się na jego powinność w przedmiocie przeprowadzenia oceny ryzyka zawodowego i wykorzystania odpowiednich środków zarządzania tym ryzykiem [14]. Istotna również z perspektywy tej oceny jest treść obowiązującej Dyrektywy Komisji 91/322/EWG w sprawie ustanowienia indykatywnych wartości granicznych w wykonaniu dyrektywy Rady 80/1107/EWG w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników chemicznych, fizycznych i biologicznych w miejscu pracy [15].

Na poziomie UE wprowadzono także konstrukcje prawne gwarantujące ochronę zdrowia pracownika przy pracach z czynnikami chemicznymi w Dyrektywie Rady 98/24/WE w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym ze środkami chemicznymi w miejscu pracy (niebezpieczny środek chemiczny został zdefiniowany w art. 2 lit. b dyrektywy) [16]. Wydaje się, że zasady i wymagania zawarte w dyrektywie Rady 98/24/WE [16] oraz dyrektywie 89/391/EWG [13] odnoszą się do wszelkich przypadków, w których dane substancje występują w środowisku pracy, a więc także, gdy na stanowisku pracy występują nanomateriały stanowiące substancje, o których mowa w regulacjach prawnych ww. dyrektyw.

Przepisy dyrektywy 91/322/EWG [15] zostały częściowo zmodyfikowane w zakresie indykatywnych wartości dopuszczalnych. W celu wykonania dyrektywy Rady 98/24/WE [16] wprowadzono wykazy wskaźnikowych wartości granicznych ryzyka zawodowego dla czynników chemicznych mocą:

- Dyrektywy Komisji 2000/39/WE z dnia 8 czerwca 2000 r. ustanawiającej pierwszą listę indykatywnych wartości granicznych narażenia na czynniki zewnętrzne podczas pracy w związku z wykonaniem dyrektywy Rady 98/24/WE w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym z czynnikami chemicznymi w miejscu pracy [17],
- Dyrektywy Komisji 2006/15/WE z dnia 7 lutego 2006 r. ustanawiającej drugi wykaz indykatywnych dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego w celu wykonania dyrektywy Rady 98/24/WE oraz

zmieniająca dyrektywy 91/322/EWG i 2000/39/WE [18],

- Dyrektywy Komisji 2009/161/UE z dnia 17 grudnia 2009 r. ustanawiającej trzeci wykaz wskaźnikowych wartości narażenia zawodowego w celu wykonania dyrektywy Rady 98/24/WE oraz zmieniającej dyrektywę Komisji 2000/39/WE [19],
- Dyrektywy Komisji (UE) 2017/164 z dnia 31 stycznia 2017 r. ustanawiającej czwarty wykaz wskaźnikowych dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego zgodnie z dyrektywą Rady 98/24/WE oraz zmieniającej dyrektywy Komisji 91/322/EWG, 2000/39/WE i 2009/161/UE [20].

Celem Dyrektywy 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 mutagennych podczas pracy (szósta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy Rady 89/391/EWG) [21] jest natomiast ochrona pracowników przed zagrożeniem ich zdrowia i bezpieczeństwa wynikającego bądź mogącego wynikać z narażenia na działanie czynników rakotwórczych lub mutagenów w miejscu pracy, a także zapobieganie takiemu zagrożeniu. Powyższe dyrektywy nie odnoszą się do form w wielkości nano. Obecnie nie ma regulacji prawnych na poziomie UE, które ustalałyby wartości dopuszczalnych stężeń nanomateriałów w środowisku pracy [22].

W UE ochronę zdrowia w odniesieniu do substancji chemicznych reguluje Rozporządzenie nr 1907/2006 Parlamentu i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (*Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals* – REACH) i utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniająca dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylająca rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE [23] wraz ze zmianami wprowadzonymi rozporządzeniem Komisji (UE) 2018/1881 z dnia 3 grudnia 2018 r. zmieniającym rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) w odniesieniu do załączników I, III, VI, VII, IX, X, XI i XII w celu uwzględnienia nanopostaci substancji [24].

Zgodnie z art. 4 ust. 1 przywołanej dyrektywy Rady 98/24/WE [16] w wykonaniu obowiązków określonych w art. 6 ust. 3 i art. 9 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG [13]

pracodawca najpierw określa, czy niebezpieczne środki chemiczne występują w miejscu pracy, a jeżeli tak, to ocenia ryzyko zagrażające bezpieczeństwu i zdrowiu pracowników wynikające z obecności tych środków, biorąc pod uwagę określone elementy. Powinien on również podjąć odpowiednie działania mające na celu eliminowanie zagrożenia zdrowia i bezpieczeństwa pracowników narażonych na działanie niebezpiecznych środków chemicznych lub jego ograniczenie do minimum.

Jedną z form takich działań jest choćby właściwe zaplanowanie i zorganizowanie pracy w miejscu pracy (art. 5 ust. 2 lit. a dyrektywy) [16]. Należy dodać, że obowiązki związane m.in. z informowaniem odbiorcy o właściwościach substancji lub mieszanin chemicznych w ramach łańcucha dostaw, a także umożliwienie pracownikowi uzyskania o nich informacji, gdy są one wykorzystywane lub mogą powodować zagrożenia w procesie pracy, zawiera rozporządzenie REACH [23].

Z kolei Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1272/2008 z dnia 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 (rozporządzenie CLP – *Classification, Labelling and Packaging*) [25] ustala wymóg oznakowania chemikaliów, które to oznaczenie jest jednym z elementów przekazywania właściwych informacji o występujących zagrożeniach związanych z tymi chemikaliami. Ochronę przed czynnikami biologicznymi w środowisku pracy dookreśla natomiast Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/54/WE z dnia 18 września 2000 r. w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników biologicznych w miejscu pracy [26].

W polskich realiach prawnych można odnotować regulacje określające obowiązki związane z ochroną pracownika w środowisku pracy podczas wykonywania przez niego zadań w ramach stosunku pracy w randze ustawowej – ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy [27] (k.p.) oraz odpowiednich do niej aktów wykonawczych. Zgodnie z art. 207 § 1 k.p. pracodawca jest obowiązany chronić zdrowie i życie pracowników przez zapewnienie bezpiecznych oraz higienicznych warunków pracy przy odpowiednim wykorzystaniu osiągnięć nauki i techniki.

W szczególności pracodawca jest obowiązany m.in. organizować pracę w sposób zapewniający bezpieczne i higieniczne warunki pracy (art. 207 § 2 pkt 1 k.p.). Zgodnie z art. 226 pkt 1 i 2 k.p. pracodawca ocenia oraz dokumentuje ryzyko zawodowe związane z wykonywaną pracą



i stosuje niezbędne środki profilaktyczne zmniejszające ryzyko; informuje pracowników o ryzyku zawodowym, które wiąże się z wykonywaną pracą, a także o zasadach ochrony przed zagrożeniami. Ponadto w myśl art. 237<sup>1a</sup> § 1 pkt 2 k.p. pracodawca konsultuje z pracownikami lub ich przedstawicielami wszystkie działania związane z bezpieczeństwem i higieną pracy, w szczególności dotyczące oceny ryzyka zawodowego występującego przy wykonywaniu określonych prac oraz informowania pracowników o tym ryzyku.

W rozumieniu art. 220 k.p. niedopuszczalne jest stosowanie materiałów i procesów technologicznych bez uprzedniego ustalenia stopnia ich szkodliwości dla zdrowia pracowników oraz podjęcia odpowiednich środków profilaktycznych. Na podstawie art. 222 § 1 k.p. w razie zatrudniania pracownika w warunkach narażenia na działanie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym bądź mutagennym pracodawca zastępuje te substancje chemiczne, ich mieszaniny, czynniki lub procesy technologiczne mniej szkodliwymi dla zdrowia albo stosuje inne dostępne środki ograniczające stopień tego narażenia, przy odpowiednim wykorzystaniu osiągnięć nauki i techniki. W razie zatrudniania pracowników przy takich substancjach pracodawca rejestruje wszystkie rodzaje prac w kontakcie z nimi i prowadzi spis pracowników zatrudnionych przy tych pracach.

Z kolei wykaz najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy dookreśla Rozporządzenie 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 [28]. Ponadto na podstawie delegacji ustawowej zawartej w art. 222 § 3 k.p. ustalono pewne kwestie ochronne w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 24 lipca 2012 r. w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy [29].

W szczególności wskazano w nim: wykaz substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym i sposób ich rejestrowania; wzory dokumentów dotyczących narażenia pracowników na działanie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym oraz sposób przechowywania i przekazywania tych dokumentów do podmiotów właściwych do rozpoznawania lub stwierdzania chorób zawodowych;

szczegółowe warunki ochrony pracowników przed zagrożeniami spowodowanymi przez substancje chemiczne, ich mieszaniny, czynniki czy procesy technologiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagennym; warunki i sposób monitorowania stanu zdrowia pracowników narażonych na działanie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym bądź mutagennym.

W odniesieniu do substancji biologicznych podobne regulacje wprowadzono mocą Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki [30]. Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 czerwca 1968 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu promieniowania jonizującego [31] i Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego [32] dookreślono natomiast obowiązki pracodawcy wobec pracownika przy pracy narażonej na działanie promieniowania jonizującego.

Nie bez znaczenia dla analizy ochrony zdrowia pracownika jest to, że w żadnym z przytoczonych wyżej rozporządzeń nie wyodrębniono regulacji prawnych odnoszących się bezpośrednio do form nano. W załączniku nr 1 do Rozporządzenia 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 [28] zdefiniowano co prawda frakcję wdychalną, torakalną i respirabilną, uwzględniając poziom maksymalnych dopuszczalnych stężeń w  $\text{mg}/\text{m}^3$  w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej. Nie ustalono w nim jednak wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych i pyłowych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy typowych dla specyfiki nanomateriałów.

Nie sposób zauważyć w ww. rozporządzeniu dodatkowej frakcji zawierającej cząstki z zakresu 1–100 nm [33]. W literaturze przedmiotu proponuje się więc zdefiniowanie nowej frakcji dotyczącej aerozolu z uwzględnieniem odpowiedniej substancji w formie nano, biorąc pod uwagę jej powierzchnię i wysoką aktywność. Wskazuje się, że stężenia masowe nanocząstek są słabo skorelowane ze skutkami biologicznymi, w związku z czym lepszym rozwiązaniem przy ocenie zagrożeń w środowisku pracy z nanocząstkami jest przyjęcie kryterium stężenia liczbowego i powierzchniowego [22].

Z kolei Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 24 lipca 2012 r. w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy [29] dotyczy jedynie pewnej grupy czynników, których charakter został uznany za rakotwórczy lub mutagenny w środowisku pracy. Wynika z tego, że żeby nanomateriał podlegał rygorom ww. rozporządzenia, jego działanie musi być zakwalifikowane jako rakotwórcze lub mutagenne.

### **Nanotechnologia w prawodawstwie UE – wybrane zagadnienia prawne**

Na potrzebę kompleksowego uregulowania definicji nanomateriałów zwracał uwagę Parlament Europejski (PE) w rezolucji z dnia 24 kwietnia 2009 r. w sprawie aspektów regulacyjnych nanomateriałów [34]. Wyrazem zainteresowania PE nanomateriałami jest choćby to, że w Rozporządzeniu PE i Rady UE 2017/745 z dnia 5 kwietnia 2017 r. w sprawie wyrobów medycznych, zmiany dyrektywy 2001/83/WE, rozporządzenia (WE) nr 178/2002 i rozporządzenia (WE) nr 1223/2009 oraz uchylecia dyrektyw Rady 90/385/EWG i 93/42/EWG [35] „nanomateriał” oznacza naturalny, powstały przypadkowo lub wytworzony materiał zawierający cząstki w stanie swobodnym lub w formie agregatu lub aglomeratu, z których  $\geq 50\%$  w liczbowym rozkładzie wielkości cząstek ma co najmniej 1 wymiar zewnętrzny mieszczący się w zakresie 1–100 nm.

W regulacjach UE, również w celu właściwego oznaczenia żywności z uwagi na ochronę konsumentów, wprowadzono termin „wytworzony nanomateriał” oznaczający każdy celowo stworzony materiał, którego 1 wymiar lub większa ich liczba jest  $\leq 100$  nm bądź który składa się z odrębnych elementów funkcjonalnych, wewnątrz lub na powierzchni, z których wiele ma 1 wymiar lub większą ich liczbę  $\leq 100$  nm, włączając struktury, aglomeraty lub agregaty, które mogą mieć wielkość  $> 100$  nm, ale zachowują właściwości charakterystyczne dla nanoskali [36].

Wydaje się, że obecnie w prawodawstwie UE w kontekście nanotechnologii zwraca się uwagę głównie na bezpieczeństwo żywności. Przykładowo w pkt 23 preambuły Rozporządzenia Komisji UE nr 10/2011 z dnia 14 stycznia 2011 r. w sprawie materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością [37] wskazano, że dzięki nowym technologiom powstają substancje o cząsteczkach takiej wielkości, że wykazują właściwości chemiczne i fizyczne różniące się znacznie od substancji zbudowanych z większych czą-

steczek, jak ma to na przykład miejsce w przypadku nanocząstek.

Te niejednolite właściwości mogą prowadzić do różnych skutków toksykologicznych, w związku z czym Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EUBŻ) powinien oceniać te substancje oddzielnie dla każdego przypadku w odniesieniu do ryzyka, jakie niosą, do czasu, gdy będą dostępne dokładniejsze informacje na temat takiej nowej technologii. Zezwolenia oparte na ocenie ryzyka dotyczącej standardowej wielkości cząstek substancji nie obejmują tak skonstruowanych nanocząstek. Zgodnie z pkt 27 preambuły ww. rozporządzenia [37] nowe technologie – dzięki którym powstają substancje o cząsteczkach takiej wielkości, że wykazują właściwości chemiczne i fizyczne różniące się znacznie od substancji zbudowanych z większych cząstek, jak ma to na przykład miejsce w przypadku nanocząstek – należy oceniać oddzielnie dla każdego przypadku w odniesieniu do ryzyka, jakie niosą, do czasu, gdy będą dostępne dokładniejsze informacje na temat tych technologii.

W rozumieniu art. 9 ust. 2 rozporządzenia [37] substancje w formie nanomateriału są stosowane jedynie po ich wyraźnym dopuszczeniu i wskazaniu w wymaganiach zawartych w załączniku I. Przy czym analizowane rozporządzenie stosuje się jedynie do materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością, pozostających w kontakcie z żywnością lub mogących wejść z nią w kontakt zgodnie z uzasadnionymi przewidywaniami.

Z kolei w pkt 23 Rozporządzenia PE i Rady (UE) 2015/2283 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie nowej żywności, zmieniającego rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 oraz uchylającego rozporządzenie (WE) nr 258/97 PE i Rady oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 1852/2001 [38], wskazano, że należy jasno zdefiniować i określić kryteria oceny ryzyka dla bezpieczeństwa powodowanego przez nową żywność. W celu zapewnienia zharmonizowanej naukowej oceny nowej żywności takie badanie powinny być prowadzone przez EUBŻ. W ramach postępowania w sprawie wydania zezwolenia na nową żywność i aktualizacji unijnego wykazu należy zwrócić się do tego urzędu o wydanie opinii, jeżeli aktualizacja może wpływać na zdrowie ludzi.

W swojej opinii EUBŻ powinien ocenić m.in. wszystkie cechy charakterystyczne nowej żywności, które mogą stwarzać ryzyko dla zdrowia ludzi, oraz rozważyć ich ewentualne niekorzystne skutki dla szczególnie wrażliwych grup ludności. Powinien zwłaszcza sprawdzić, czy

w przypadku, gdy nowa żywność składa się z wytworzonych nanomateriałów, do oceny ich bezpieczeństwa zastosowano najnowsze metody badań. W innym akcie prawnym wskazano, że wszelkie składniki obecne w postaci wytworzonych nanomateriałów są wyraźnie wymienione w wykazie składników. Po nazwie tych składników umieszcza się w nawiasach wyraz „nano” [36].

### **Działania w przedmiocie uregulowania BHP podczas stosowania nanocząstek w środowisku pracy**

W świetle przeprowadzonych rozważań uprawniona jest konstatacja, że pracodawca ma określone obowiązki wynikające z przytoczonych aktów prawnych dotyczących BHP w miejscu pracy, jeżeli dana substancja uznana za niebezpieczną lub stwarzającą zagrożenie jest wykorzystywana w formie nano przez pracownika. Przede wszystkim powinien podejmować środki w celu minimalizowania ryzyka typowe dla danej klasyfikacji i niezbędne do osiągnięcia dopuszczalnej wartości narażenia zawodowego. W piśmiennictwie wskazuje się, że powinien nawet przeprowadzać dodatkowe oceny indywidualnych przypadków dla każdej nanoformy odrębnie, żeby w razie potrzeby zalecić zwiększoną ochronę zdrowia pracownika [14]. Możliwe bowiem, że nanocząstki w niektórych przypadkach wykazują zwiększoną toksyczność lub nowe właściwości toksykologiczne niewidoczne w materiałach o dużych rozmiarach [12], chociaż nie wszystkie nanoobiekty cechują się toksycznym działaniem [3].

Z innej strony w zagranicznej literaturze przedmiotu podkreśla się, że trudno zastosować tradycyjną metodologię oceny ryzyka wymaganą przez dyrektywę 89/391/EWG [13] do zagrożeń związanych z nanocząstkami, chociaż oczywiście zdaniem Komisji Europejskiej przedmiotową dyrektywę, jak również inne akty prawne dotyczące BHP (dotyczące szczególnie czynników chemicznych i rakotwórczych), stosuje się także do wytwarzania nanomateriałów oraz pracy z nanocząstkami. Komisja Europejska wywodzi takie twierdzenie, z uwagi na znaczenie zasady ostrożnościowej wyrażonej w art. 191 ust. 1 traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej [39], która mimo że znajduje się w dziale unijnej polityki ochrony środowiska, ma zastosowanie do zorganizowania środowiska pracy w celu zagwarantowania pracownikowi odpowiedniego poziomu ochrony jego zdrowia [40]. Stanowisko odnoszące się do tej reguły Komisja wyraziła w odpowiednim komunikacie [41].

Tymczasem – jak już zaznaczono na wstępie – postęp nanotechnologii może powodować powstanie do-

datkowych zagrożeń dla zdrowia osób stosujących nanocząstki [4], zwłaszcza pracowników świadczących pracę w laboratoriach badawczych lub w produkcji przemysłowej zajmującej się przetwarzaniem nanosubstancji [42]. Z jednej strony w literaturze przedmiotu podkreśla się, że na stanowiskach pracy można stwierdzić występowanie ryzyka związanego z uwalnianiem cząsteczek jako produktów ubocznych procesu technologicznego. Z drugiej strony w piśmiennictwie zauważa się, że występują zagrożenia z powodu wyzwania tzw. nanocząstek projektowanych [43], które powstają w przeciwieństwie do nanocząstek naturalnych na skutek działań podejmowanych przez ludzi [44]. Wskazuje się również, że nanorurki węglowe wykorzystywane w miejscach pracy mogą narażać pracowników na ryzyko, gdyż wywołują zagrożenie porównywalne ze skutkami działania azbestu [45].

Mimo nieznanych do końca konsekwencji stosowania wielu nanocząstek w obecnych realiach prawnych nie występują jednolite standardy europejskiego postępowania w zakresie ich dopuszczalnych stężeń w środowisku pracy, nie ma też takich regulacji w polskim prawodawstwie. Bez wątplenia przytoczone mechanizmy prawne gwarantujące ogólne zasady ochrony zdrowia pracownika mają zastosowanie do wykorzystywania nanocząstek w zakładzie pracy. Przy czym aktualne prawodawstwo nie zawiera wprost reguł postępowania ściśle dotyczących tych cząstek z uwzględnieniem ich specyfiki, zwłaszcza ich wyjątkowo małych rozmiarów. Wynika to zapewne głównie z braku wiarygodnych informacji na temat stężeń nanocząstek na najbardziej zagrożonych stanowiskach pracy, chociaż kontakt z nimi występuje przy aktywnym uczestnictwie człowieka podczas obsługi procesów technologicznych z udziałem nanomateriałów [46]. Nie jest także jednoznacznie przesądzone, co bardziej wpływa na pojawienie się efektów zdrowotnych u osób narażonych na nanocząstki – liczba cząsteczek czy ich masa, chociaż ich liczba i rozmiar są parametrami, które w sytuacji wystąpienia określonych efektów zdrowotnych wydają się mieć dużo istotniejsze znaczenie.

Mając to na względzie, Bujak-Pietrek wskazuje, że masa może nie stanowić odpowiedniego odniesienia dla oceny narażenia na nanocząstki [43]. Problematyczne wydaje się właściwe określenie parametrów narażenia zawodowego, biorąc pod uwagę znaczny wzrost stosowania nanoobektów w ostatnim czasie oraz różne metody badawcze wykorzystywane do określania parametrów cząstek w postaci ich stężenia liczbowego, masowego, wymiaru i powierzchni [47]. Pozostaje wiele nieznanych

szczegółów dotyczących ich interakcji z systemami biologicznymi, co utrudnia monitorowanie miejsca pracy [40]. Jak już zaznaczono, brakuje wyczerpującej wiedzy w zakresie stężeń nanocząstek na najbardziej zagrożonych stanowiskach pracy. Trudno jest obecnie jednoznacznie określić liczbę pracowników zajmujących się syntetycznymi nanocząstkami, co pozwoliłoby ocenić dokładnie skalę trudności w zapewnieniu im ochrony zdrowia na właściwym poziomie. W 2012 r. w literaturze przedmiotu szacowano jedynie, że liczba wszystkich pracowników w UE pracujących przy nanocząstkach w najbliższym czasie będzie znacząco wzrastać, jednak dokładnych pomiarów w tym zakresie nie przeprowadzono [42].

W tym kontekście warto odnotować, że już w 2004 r. Komisja Europejska uruchomiła projekt europejski zawierający strategię mającą na celu pogłębienie wiedzy na temat nanotechnologii, wyrażając w nim troskę o bezpieczeństwo związane ze stosowaniem nanomateriałów. Jak zaznaczała Komisja, rozwiązywanie potencjalnych zagrożeń związanych z nanotechnologią wymaga m.in. tworzenia nowych, swoistych dla nanotechnologii baz danych o toksykologii, pozwalających ustalić dopuszczalną dawkę i stopień zagrożeń w miejscu pracy [48]. Efektem zainteresowania Komisji przedmiotową problematyką było podjęcie wielu działań, m.in. przygotowania w 2008 r. Kodeksu postępowania w dziedzinie nanotechnologii [49], który stanowił tylko zbiór bardzo ogólnych zasad BHP [40]. Z kolei jednym z celów Komisji wyrażonym w strategii *Europa 2020* jest wspieranie badań na temat tej dziedziny [50,51], co jednak nie znalazło dotychczas odzwierciedlenia w efektach legislacyjnych UE w zakresie konkretnych rozwiązań prawnych na rzecz ochrony zdrowia pracownika stosującego nanocząstki w miejscu pracy.

W kontekście zaprezentowanych trudności należy zwrócić uwagę na inne ogólnoeuropejskie inicjatywy dotyczące właściwości nanocząstek, w tym bezpieczeństwa pracy z tymi cząstkami. Można zauważyć działalność Europejskiej Agencji Chemikaliów (European Chemicals Agency – ECHA), która podejmuje aktywność na rzecz bezpiecznego stosowania chemikaliów [52]. Agencja ta udostępnia również informacje w zakresie nanomateriałów [53], np. dokument zawierający najlepsze praktyki w zakresie opracowywania dokumentacji rejestracyjnych obejmujących nanoformy [54]. Na stronie internetowej ECHA można odnaleźć informację o pracach powołanej w październiku 2012 r. grupy ekspertów ds. nanomateriałów (European Chemicals Agency – Nanomaterials Expert Group – ECHA-NMEG).

Celem ECHA-NMEG jest wypracowanie wspólnego stanowiska specjalistów w przedmiocie wprowadzenia w życie przepisów m.in. rozporządzenia REACH i CLP [55].

Na poziomie międzynarodowym istnieją z kolei określone dokumenty, przyjęte w ramach Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej ISO, które zawierają wytyczne dotyczące zarządzania ryzykiem w miejscu pracy (ISO TS 12901-1:2012 [56]) i odnoszące się do ogólnych zasad BHP (ISO/TR 12885:2018 [57]). Początkowo prace ISO ograniczały się do kwestii technicznych, określenia wielkości i koncepcji nanomateriałów, ale później jej działanie objęło swoim zakresem zagadnienia BHP wymagające przeprowadzenia dokładnej analizy [58]. Unia Europejska uczestniczy w działaniach ISO/C 229 dotyczących rozwoju metod analizy nanocząstek, co jednak nie przełożyło się na wprowadzenie rozwiązań prawnych w celu ochrony zdrowia pracownika [40].

Nie sposób również pominąć działalności OECD, która już w 2010 r. opublikowała zalecenia dotyczące osobistego wyposażenia ochronnego w miejscach pracy przy nanoobjektach. Chociaż OECD opracowała bazę danych dotyczącą zdrowia i bezpieczeństwa środowiska oraz wykaz informacji odnoszących się do bezpieczeństwa wytwarzanych nanomateriałów, to pracodawcy wciąż mają poważne trudności z oszacowaniem stopnia ekspozycji na nanocząstki [40].

W niektórych państwach europejskich zwraca się szczególną uwagę na bezpieczeństwo pracy przy nanocząstkach, chociaż w wielu krajach nie podjęto jeszcze inicjatywy prawodawczej w tym przedmiocie [12]. Na przykład austriacki plan działania Nano (*Nano Action Plan* – NAP) zawiera konkretne zalecenia dotyczące bezpieczeństwa w miejscu pracy, które obejmują odpowiednie organy, tj. Austriacki Zarząd ds. Wynagrodzeń Pracowników, Państwową Inspekcję Pracy, Federalne Ministerstwo Pracy, Spraw Społecznych i Ochrony Konsumentów, Federalną Agencję Ochrony Środowiska oraz partnerów społecznych. Sprowadza się on głównie do tego, żeby zapewnić wymianę informacji co do miejsc pracy, w których przetwarzane są nanomateriały, oraz opracowywania programów mających na celu poprawę kwalifikacji inspektorów pracy i innych urzędników odpowiedzialnych za BHP, w tym także przedstawicieli rad zakładowych. Na tej podstawie organy publiczne sporządzają listę zagrożeń miejsc pracy i ją aktualizują, co może pozwolić wdrożyć i nadzorować bezpieczne obchodzenie się z nanoobjektami przy szczególnie narażonych określonymi ryzykami miejscach pracy (dotyczy to także wykonywania czynności mających na



celu pomiar nanocząstek w powietrzu). Dzięki takiemu działaniu istnieje możliwość ustalenia potencjalnych środków ochrony zdrowia obejmujących wstępne scenariusze narażenia określonych miejsc pracy oraz wartości progowe nanocząstek właściwe dla zdrowia w zakładzie pracy.

Austria nie jest odosobnionym przykładem w zakresie zainteresowania ochroną zdrowia pracowników przy tego rodzaju materiałach. W odniesieniu do nanotechnologii można odnotować zalecenia odpowiednich organów do spraw bezpieczeństwa zdrowia w Australii, Francji, Holandii, Szwajcarii, Stanach Zjednoczonych czy Niemczech [42].

Na bezpieczeństwo zdrowia składa się zazwyczaj kilka elementów, tj. rozpoznawanie potencjalnych zagrożeń, przechwytywanie niebezpiecznych cząstek, organizacyjne środki ochrony w zakładzie pracy (np. ograniczenie dostępu do środków), osobiste środki ochronne (np. maski ochronne z odpowiednimi filtrami cząstek stałych – już w 2008 r. fińscy i amerykańscy naukowcy ustalili, że syntetyczne nanocząstki rozchodzą się w powietrzu zgodnie z dobrze znaną zasadą z fizyki dynamiki przepływu, co oznacza, że odpowiednie filtry mogą być skuteczne w ich usuwaniu [42], chociaż zapewne ta kwestia wymaga jeszcze przeprowadzenia wielu badań) oraz środki higieny (pranie i przechowywanie odzieży). W uniwersyteckich laboratoriach i w poszczególnych branżach, szczególnie w sektorze chemicznym, można zaobserwować praktyczną realizację rekomendacji w celu ochrony zdrowia pracownika podczas stosowania nanocząstek. Przykładowo Niderlandzka Federacja Przemysłu Chemicznego w 2011 r. zaproponowała podjęcie działań w związku z wykazem substancji ryzyka, klasyfikacji narażenia, możliwych procesów kontrolnych, które należałoby wdrożyć w zakładach pracy [42].

We włoskim prawodawstwie pracodawca jest zobowiązany do oszacowania całego ryzyka – w tym dotyczącego grup pracowników narażonych na szczególne zagrożenia – oraz sporządzenia dokumentu oceny ryzyka [40]. Włoskie ustawodawstwo wprowadza regułę, zgodnie z którą należy sporządzić aktualizację tej oceny, kiedy proces produkcji lub organizacja pracy wpływa na zdrowie i bezpieczeństwo w związku z rozwojem technologicznym. Oznacza to, że pracodawca ma konkretne obowiązki wobec pracowników, nawet gdy istnieją naukowe wątpliwości co do występowania ewentualnych zagrożeń. Pracodawcy są zobowiązani w każdym przypadku do przyjęcia środków bezpieczeństwa tak, żeby osiągnąć najwyższy możliwy poziom bezpieczeństwa. W literaturze włoskiej przyjmuje się, że wo-

bec pracodawców istnieje obowiązek aktualizowania zagrożeń w środowisku pracy, stwierdzając, że osoba odpowiedzialna za bezpieczeństwo nie może uchylać się od wskazania potencjalnego ryzyka, nawet jeśli negatywne – z punktu widzenia zdrowia pracowników – konsekwencje nie zostały jeszcze jednoznacznie stwierdzone przez ośrodki naukowe [40]. Innymi słowy pracodawca jest zobowiązany przyjąć odpowiednie środki ochrony zdrowia, biorąc pod uwagę charakterystykę procesu pracy podczas jej wykonywania.

W kontekście powyższych rozważań przy ocenie wykonywania obowiązków w zakresie BHP przez pracodawcę należy stwierdzić, że właściwy kierunek ochrony zdrowia pracowników przed ekspozycją na nanocząstki pozostaje na wczesnym etapie rozpoznania [40], chociaż różne organizacje czy instytuty badawcze pracują nad badaniami liczbowych limitów narażenia zawodowego dla nanocząstek (niektóre z nich nawet ustanowiły takie limity narażenia zawodowego w swoich zakładach pracy) [59].

W zakresie narażenia na nanoobiekty warto wspomnieć o modelach dostępnych również dla form nano, np. *Nano module* Stoffenmanager, który pozwala określić jakościową ocenę zagrożeń dla zdrowia zawodowego wynikających z narażenia inhalacyjnego na produkowane obiekty Nano (*Manufactured Nano Objects* – MNO) [60]. Ponadto członkowie grupy Partnership for European Research in Occupational Safety and Health (PEROSH) (jednym z nich jest Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy – CIOP-PIB) uruchomili platformę cyfrowej dokumentacji dotyczącej narażenia na nanoobiekty w miejscach pracy – bazę *Nano Exposure and Contextual Information Database* [61] (NECID) [62].

Dla pracodawców pomocne mogą okazać się również zalecenia do oceny oraz ograniczania ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na nanocząstki metali i tlenków metali, znajdujące się na stronie internetowej CIOP [63], w których przedstawiono klasyfikację nanomateriałów na podstawie zagrożeń dla zdrowia, odpowiedni poziom środków ograniczających narażenie dla stosowanych nanomateriałów oraz informacje dotyczące strategii doboru środków ograniczających narażenie na nanomateriały.

Trzeba również zwrócić uwagę na interesujące prace badawcze przedstawiciele polskiej nauki, odnoszące się do poszczególnych nanomateriałów, w tym nanorurek węglowych, nanocząstek złota, srebra, tlenku ceru, ditlenku tytanu, oraz fulerenów [22,33,64–70]. Polscy naukowcy prowadzą analizę właściwości wybranych na-

nocząstek, w szczególności odnoszą się w ich kontekście do kwestii zagrożeń występujących w środowisku pracy. Przykładowo stwierdzono, że cechą charakterystyczną fulerenu jest słabe wchłanianie i niska toksyczność, a opublikowane dane nie stanowią przekonującej podstawy do wyznaczenia najwyższego dopuszczalnego stężenia fulerenu  $C_{60}$  w niezmodyfikowanej formie [66]. W przypadku nanorurek węglowych za istotne uznano natomiast stosowanie wentylacji o odpowiednich parametrach, tak aby zminimalizować potencjalne ryzyko ich niekorzystnego wpływu na zdrowie pracowników [64]. Badając nanocząstki tlenku ceru, podkreślono natomiast, że mogą one wykazywać działanie cytotoksyczne oraz że z uwagi na szeroki zakres ich zastosowania należy prowadzić dalsze badania toksykologiczne tych cząstek [70].

Przeprowadzone analizy w zakresie ochrony zdrowia pracownika świadczącego pracę przy nanocząstkach nie przełożyły się dotychczas na konkretne regulacje prawa powszechnie obowiązującego o charakterze ponadnarodowym, których jednoznaczne brzmienie umożliwiłoby potencjalnemu adresatowi – każdemu pracodawcy – właściwe postępowanie według zasady *clara non sunt interpretanda*. Kluczowym wyzwaniem jest więc zbadanie, w jakim stopniu obecne metody i narzędzia oceny ryzyka są aktualne, a w jakich elementach należy je dostosować do charakterystycznych cech nanocząstek [71].

### **Formy zmian prawodawczych – regulacje wewnętrzne czy powszechnie obowiązujące prawo?**

Należy podzielić stanowisko wyrażone w literaturze przedmiotu, zgodnie z którym obecna ochrona prawna jest niewystarczająca [40]. Bez wątplenia analizy czy rekomendacje niemające charakteru wiążącego dla państw członkowskich nie zastąpią właściwych regulacji prawodawczych, które pozwoliłyby wdrożyć odpowiednie procedury bezpieczeństwa i środki ochronne [42,59]. Pojawia się jednak pytanie, czy należy wprowadzić prawodawstwo o charakterze powszechnie obowiązującym, czy też pozostawić jedynie regulacje wewnętrzne, na które zdecydują się pracodawcy w ramach swoich potrzeb i posiadanej wiedzy.

Z jednej strony warto zauważyć, że funkcjonują już regulacje wewnętrzne wprowadzone w zakładach pracy, które przyjmują ogólne wytyczne oraz procesy zarządzania ryzykiem mające charakter wewnątrzzakładowy. Takim regulacjom mogą towarzyszyć określone działania, które pozwalają sprawnie zaktualizować procedury BHP funkcjonujące u pracodawcy. W obecnych re-

aliach prawnych pracodawca może wybrać metodę szacowania ryzyka, którą zamierza stosować w zakładzie pracy z uwzględnieniem specyfiki procesu pracy. W zależności od warunków i możliwości, w celu identyfikacji zagrożeń oraz oszacowania związanego z nimi ryzyka, pracodawca może zdecydować się na metody ilościowe lub jakościowe [72]. Przy czym z uwagi na brak obowiązujących regulacji określających wartości normatywne dla nanomateriałów zaleca się wykorzystywanie uproszczonych jakościowych metod oceny ryzyka [63].

Jak podaje się w literaturze, przykładowo w latach 2003–2014 Niemieckie Stowarzyszenie Przemysłu Chemicznego prowadziło wiele badań w celu ustalenia oceny ryzyka dla nanocząstek [45]. Z kolei w 2006 r. opracowano procedurę mającą na celu zarządzanie ryzykiem, tworząc w pełni certyfikowany system monitorowania specjalnie dostosowany do nanotechnologii. Program ten łączy w sobie elementy tradycyjnej oceny ryzyka z analizą zagrożeń w środowisku pracy za pomocą dostosowanego do charakterystyki nowych technologii tzw. przyszłościowego narzędzia monitorowania ryzyka [59]. W Niemczech (należących do grupy państw, w których nanotechnologia rozwija się najszybciej) [73] zwraca się uwagę na potrzebę prowadzenia dyskusji na temat nanotechnologii, czego wyrazem jest powołanie przez federalny rząd platformy dialogu naukowego na temat jej rozwoju, w tym także ochrony zdrowia pracowników przy pracy w nanotechnologii, pt. *NanoDialog* [45].

Takie działanie koresponduje z pkt 8 preambuły zalecenia Komisji Europejskiej 2008/345/WE [49], który zachęca do podejmowania dialogu z obywatelami UE w przedmiocie upowszechniania wiedzy dotyczącej tej dziedziny nauki, co z pewnością integruje społeczeństwo europejskie [74]. Wszyscy pracownicy przebywający w środowisku pracy, w którym znajdują się substancje wpływające na ich zdrowie, powinni w pełni zrozumieć potencjalne zagrożenia, które niesie ze sobą praca z nieobojętymi dla nich materiałami [75].

W piśmiennictwie podkreśla się, że z uwagi na bardzo ogólne zasady postępowania pracodawcy wobec stosowania nanocząstek nawet miękkie narzędzia prawne pozwalają poprawić poziom ochrony zdrowia pracowników w miejscu pracy [45]. Regulowanie we własnym zakresie tej ochrony pracownika w środowisku pracy przy stosowaniu nanoobiektów ze względu na specyfikę zakładu pracy może być nawet lepiej przystosowane do danej sytuacji niż powszechnie obowiązujące przepisy [59].

Z drugiej strony w piśmiennictwie wskazuje się, że ustalanie poziomu ochrony zdrowia przy stosowaniu

nanocząstek w środowisku pracy jedynie na podstawie prawa wewnętrznego, może budzić wątpliwości. Należy wskazać wąski zakres podmiotowy takich regulacji, który dotyczy najczęściej jednego pracodawcy lub grupy pracodawców [42]. Obecnie w celu nadążenia za rozwojem nowych technologii w miejscu pracy realizowanych jest wiele inicjatyw prywatnych, które mają zapewnić ochronę zdrowia pracownika.

Wyrazem powyższego jest choćby platforma *GoodNanoGuide*, której istota funkcjonowania sprowadza się do wymiany informacji na temat radzenia sobie z wyzwaniami BHP przy pracy z nanoobjektami [59,76]. Mimo takich działań wewnątrzorganizacyjne mechanizmy prawne są ustanawiane w sposób zdecentralizowany. Tworzenie powyższych konstrukcji nie jest więc – w przeciwieństwie do wprowadzania powszechnie obowiązujących regulacji – uporządkowanym procesem. Wydaje się, że pozostawienie wyłącznie takich zakładowych procedur ochrony zdrowia pracownika przy pracy z nanocząstkami może faworyzować duże podmioty, które dysponują odpowiednimi środkami organizacyjnymi, technicznymi i majątkowymi, żeby przeprowadzić właściwe badania i inne działania umożliwiające dookreślenie właściwych norm prawnych w analizowanym zakresie [77].

Odrębnym zagadnieniem wymagającym wyjaśnienia w przyszłości jest ustalenie, jak gwarantować ochronę zdrowia pracowników przy pracy z udziałem nanocząstek. Pierwszy ogólny wariant wynikający z piśmiennictwa zakłada, że w przypadku zagrożenia dla zdrowia pracownika powinno się wdrożyć środki mające na celu zastąpienie nanocząstek mniej toksycznymi, ograniczenie ich produkcji, zniwelowanie ekspozycji na te nanocząstki, a także precyzyjniejsze kontrolowanie ich uwalniania się. Drugim generalnym kierunkiem działania jest zaniechanie stosowania nanocząstek do czasu uzyskania większej liczby dowodów naukowych co do ich bezpieczeństwa. W obu wariantach zagrożenia dla zdrowia powstające z udziałem nanocząstek powinny być jasno i precyzyjnie określone [12].

Niezależnie jednak od ewentualnych przyszłych działań prawodawczych w przedmiocie nanotechnologii w środowisku pracy należy zauważyć, że pracodawca nie może traktować obowiązków z zakresu ochrony zdrowia pracownika w miejscu pracy jedynie w sposób formalny. Doktryna prawa pracy wskazuje, że jeżeli pracodawca jest przekonany, że używanie danych środków ochrony nie gwarantuje bezpiecznego wykonywania pracy, wówczas jego obowiązkiem pozostaje podjęcie takich działań, które zagwarantują to bezpieczeństwo [78]. Po-

nadto pracodawca powinien przy podejmowaniu swoich działań korzystać z osiągnięć nauki i techniki, nawet jeżeli nie zostały one uwzględnione w obowiązującym prawodawstwie [79].

Powinność ta nie może być w żadnym razie uzależniona od ekonomicznej wartości pracy danej osoby ani nie można jej zaniedbywać nawet w przypadku braku wywiązywania się przez pracownika ze swoich obowiązków w ramach stosunku pracy. Trzeba bowiem pamiętać, że powyższemu obowiązkowi odpowiada prawo pracownika do tego, żeby miejsce świadczenia pracy było pozbawione zagrożeń dla jego zdrowia i życia [80], które to uprawnienie pracownicze wynika z podmiotowości każdej osoby świadczącej pracę [81].

## WNIOSKI

Przeprowadzona analiza uprawnia do przedstawienia następujących wniosków:

1. Należy wprowadzić powszechnie obowiązujące regulacje prawne w zakresie ochrony zdrowia pracownika przy pracy z nanocząstkami. Obecnie na poziomie UE brakuje powszechnie obowiązujących regulacji prawnych w przedmiocie ochrony zdrowia pracownika wprost odnoszących się do pracy związanej z nanotechnologią. Wydaje się, że korzystniejszym rozwiązaniem od regulowania przedmiotowej materii indywidualnie przez poszczególnych pracodawców jest podjęcie działań prawotwórczych w ramach struktury unijnej, zmierzających do wzmocnienia poziomu ochrony zdrowia przy stosowaniu nanocząstek w zakładach pracy. Nie chodzi tutaj o wyeliminowanie obowiązujących w niektórych podmiotach reguł postępowania z nanoobjektami w środowisku pracy, ale o zintensyfikowanie ochrony na poziomie ogólnoeuropejskim. Należy bowiem pozytywnie ocenić wiele inicjatyw poszczególnych instytucji, pracodawców – szczególnie tych wprowadzających wewnętrzne procedury ochrony zdrowia załogi – jednak brakuje uporządkowania prawodawstwa w tym zakresie. Odpowiednim kierunkiem zmian byłoby więc wprowadzenie mocą przepisów prawa wtórnego zasad ochrony zdrowia pracowników świadczących pracę przy nanocząstkach.
2. Kierunek działań prawodawczych powinien dotyczyć oceny ryzyka zawodowego w środowisku pracy. Głównym aspektem działań powinna być ocena ryzyka zawodowego i zarządzania nim. W zakresie zainteresowań prawodawcy powinny znaleźć się aktualne i przyszłe wyzwania związane ze sto-

sowaniem nanocząstek – refleksji wymaga zwłaszcza ustalenie potencjalnych środków ochrony i organizacji pracy, tak aby zapewnić maksymalny stopień bezpieczeństwa w miejscu pracy. Wydaje się, że w obecnych realiach prawnych pożądane jest odpowiednie określenie maksymalnych dopuszczalnych stężeń form nano w środowisku pracy, z uwzględnieniem ich swoistego charakteru, żeby w praktyce pracodawca w oparciu o wypracowane normy mógł właściwie reagować na zaistniałe zagrożenia.

3. Należy kontynuować badania w zakresie dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego i wykorzystywać ich wyniki do kształtowania procedur mających na celu ochronę zdrowia pracownika przy pracy z nanocząstkami w zakładach pracy. Trzeba zastanowić się również nad metodą wprowadzania regulacji prawnych dotyczących ochrony zdrowia pracowników w środowisku pracy. Przede wszystkim warto wykorzystać dotychczasowy dorobek nauki w zakresie oddziaływania nanocząstek na organizmy biologiczne. Bez wątplenia istotnym elementem kształtowania zmian jest ustalenie rzeczywistych zagrożeń stosowania nanocząstek. Nanotechnologia wymaga dalszych badań naukowych, co pozwoliłoby na wdrożenie lepiej dopasowanych środków ochrony pracowników w środowisku pracy, niż ma to miejsce obecnie.

Jak już wskazano, prawo obowiązuje pracodawcę do podejmowania różnych działań informacyjnych względem pracowników w zakresie ochrony ich zdrowia w środowisku pracy. Po stronie pracodawcy istnieje wiele obowiązków dotyczących konsultowania z pracownikami działań dotyczących BHP, w tym także prowadzenia dialogu co do aktywności związanej z oceną ryzyka zawodowego występującego przy wykonywaniu określonych prac. Oprócz obowiązków ustawowych istotne jest jednak stosowanie przez pracodawców dobrych praktyk w przedmiocie bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników.

Warto z perspektywy pracodawców wykorzystujących nanocząstki w zakładzie pracy szczególnie wnikliwie analizować badania na ich temat oraz informować rzetelnie i dokładnie załogę pracowniczą o wynikach tych badań. Stąd należałoby podjąć względem pracodawców odpowiednie działania edukacyjne, uświadamiające im weryfikowane naukowo zagrożenia związane ze stosowaniem danych nanocząstek w środowisku pracy. Intensywny rozwój nanotechnologii może bowiem powodować jeszcze poważniejsze niż dotychczas wyzwania w zakresie zapewnienia pracownikom odpowiedniej ochrony zdrowia w środowisku nanocząstek.

## PIŚMIENNICTWO

1. Benkler Y.: Technology, law, freedom and development. *Indian J. Law Technol.* 2005;1:1–14
2. Anand M., Srivastava N., Sarma S.D.: Governance and nanotechnology developments: A focus on the health sector in India. *SCRIPTed* 2012;9(1):6–24, <https://doi.org/10.2966/scrip.090112.7>
3. Leśkiewicz K.: Prawne aspekty nanotechnologii w produkcji żywności i materiałów przeznaczonych do kontaktów z żywnością. *Przegl. Prawa Roln.* 2013;2:87–105
4. Mandel G.N.: Regulating emerging technologies. *Law Innov. Technol.* 2009;1:75–92
5. Invernizzi N., Foladori G.: Nanotechnology implications for labor. *Nanotechnol. Law Business* 2010;7:68–79
6. Bluff L., Gunnigham N., Johnstone R.: OHS regulation for a changing world of work. The Federation Press, Sydney 2004, s. 3
7. Zalecenie Komisji Europejskiej 2011/696/UE z dnia 18 października 2011 r. dotyczące definicji nanomateriału. *DzU UE z 2011 r., L 275/40*
8. Heselhaus S.: Risk management of nanomaterials: Environmental and consumer protection under existing EC legislation on chemicals, pesticides and biocides. *Environ. Law Rev.* 2010;12:115–131, <https://doi.org/10.1350/enlr.2010.12.2.083>
9. Saner M.A., Heafey E., Bowman D.M.: Mapping the regulatory environment for nanomaterials in Canada. *Nanotechnol. Law Business* 2013;9:343–368
10. Sharma K., Chugh A.: Legal aspects of nanobiotechnology inventions: An indian perspective. *SCRIPTed* 2009;6(2): 433–448
11. Utembe W., Gulumian M.: Questioning the adequacy of the regulatory regime for nanotechnology in Malawi. *Malawi Law J.* 2013;7:9–34
12. Martins P.R., Dullely R.D.: Nanotechnology and risks into the workers universe: Some critical reflections. W: Ribeiro M.G. [red.]. *Frontiers in occupational health and safety: Changes in the world of work and impacts on occupational health and safety.* Bentham Science Publishers, San Paulo 2014, ss. 42–56, <https://doi.org/10.2174/9781608059485114010005>
13. Dyrektywa Rady 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 r. w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy. *DzU WE z 1989 r., L 183/1*
14. Jurewicz M.: Nanotechnologia. Regulacje prawne. Legislacja Unii Europejskiej. Difin, Warszawa 2017, ss. 117–119
15. Dyrektywa Komisji 91/322/EWG z dnia 29 maja 1991 r. w sprawie ustanowienia indykatywnych wartości granicz-



- nych w wykonaniu dyrektywy Rady 80/1107/EWG w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników chemicznych, fizycznych i biologicznych w miejscu pracy. DzU WE z 1991 r., L 177
16. Dyrektywa Rady 98/24/WE z dnia 7 kwietnia 1998 r. w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym ze środkami chemicznymi w miejscu pracy. DzU WE z 1998 r., L 131/11
  17. Dyrektywa Komisji 2000/39/WE z dnia 8 czerwca 2000 r. ustanawiająca pierwszą listę indykatywnych wartości granicznych narażenia na czynniki zewnętrzne podczas pracy w związku z wykonaniem dyrektywy Rady 98/24/WE w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym z czynnikami chemicznymi w miejscu pracy. DzU WE z 2000 r., L 142
  18. Dyrektywa Komisji 2006/15/WE z dnia 7 lutego 2006 r. ustanawiająca drugi wykaz indykatywnych dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego w celu wykonania dyrektywy Rady 98/24/WE oraz zmieniająca dyrektywy 91/322/EWG i 2000/39/WE. DzU UE z 2006 r., L 38
  19. Dyrektywa Komisji 2009/161/UE z dnia 17 grudnia 2009 r. ustanawiająca trzeci wykaz wskaźnikowych wartości narażenia zawodowego w celu wykonania dyrektywy Rady 98/24/WE oraz zmieniająca dyrektywę Komisji 2000/39/WE. DzU UE z 2009 r., L 338
  20. Dyrektywa Komisji (UE) 2017/164 z dnia 31 stycznia 2017 r. ustanawiająca czwarty wykaz wskaźnikowych dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego zgodnie z dyrektywą Rady 98/24/WE oraz zmieniająca dyrektywy Komisji 91/322/EWG, 2000/39/WE i 2009/161/UE. DzU UE z 2017 r., L 27
  21. 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 mutagennych podczas pracy (szósta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy Rady 89/391/EWG). DzU UE z 2004 r., L 158
  22. Świdwińska-Gajewska M., Czerczak S.: Nanomateriały – propozycje dopuszczalnych poziomów narażenia na światło a normatywy higieniczne w Polsce. *Med. Pr.* 2013;64(6): 829–845, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.2013.0072>
  23. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1907/2006 z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) i utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniające dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylające rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/WE, 93/105/WE i 2000/21/WE. DzU UE z 2007 r., L 136/3
  24. Rozporządzenie Komisji (UE) 2018/1881 z dnia 3 grudnia 2018 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) w odniesieniu do załączników I, III, VI, VII, IX, X, XI i XII w celu uwzględnienia nanopostaci substancji. DzU UE z 2018 r., L 308
  25. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1272/2008 z dnia 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. DzU UE z 2008 r., L 353/1
  26. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/54/WE z dnia 18 września 2000 r. w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników biologicznych w miejscu pracy. DzU UE z 2000 r., L 262/21
  27. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy. DzU z 2018 r., poz. 917 z późn. zm.
  28. Rozporządzenie Ministra Pracy, Rodziny i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU z 2018 r., poz. 1286
  29. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 24 lipca 2012 r. w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy. DzU z 2012 r., poz. 890
  30. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. DzU z 2005 r. nr 716, poz. 81 z późn. zm.
  31. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 czerwca 1968 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu promieniowania jonizującego. DzU z 1968 r. nr 122, poz. 20
  32. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego. DzU z 2006 r. nr 994, poz. 140
  33. Świdwińska-Gajewska M., Czerczak S.: Nanocząstki ditlenku tytanu – działalnie biologiczne. *Med. Pr.* 2014;65(5):651–663, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00096>
  34. Rezolucja Parlamentu Europejskiego (PE) z dnia 24 kwietnia 2009 r. w sprawie aspektów regulacyjnych nanomateriałów. DzU UE z 2010 r., C 184 E/82
  35. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE nr 2017/745 z dnia 5 kwietnia 2017 r. w sprawie wyrobów medycznych, zmiany dyrektywy 2001/83/WE, rozporzą-

- dzenia (WE) nr 178/2002 i rozporządzenia (WE) nr 1223/2009 oraz uchylenia dyrektywy Rady 90/385/EWG i 93/42/EWG. DzU UE z 2017 r., L 117/1
36. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylenia Dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektywy Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004. DzU UE z 2011 r., L 304/18
37. Rozporządzenie Komisji UE nr 10/2011 z dnia 14 stycznia 2011 r. w sprawie materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością. DzU UE z 2011 r., L 12.
38. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2015/2283 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie nowej żywności, zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 258/97 PE i Rady oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 1852/2001. DzU UE z 2015 r., L 327/1
39. Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej. DzU UE z 2012r., C 326/47
40. Mattarolo M.G., Muratorio A.: The protection of workers exposed to nanoparticles: Reflections on European and Italian soft and binding regulations. *SCRIPTed* 2010;7(3): 515–531, <https://doi.org/10.2966/scrip.070310.515>
41. Komisja Wspólnot Europejskich: Komunikat Komisji dotyczący stosowania zasad ostrożności. COM 2000 [Internet]. Komisja, Bruksela 2000 [cytowany 5 stycznia 2019]. Adres: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=celex:52000DC0001>
42. Gazso A., Fries R.: Nanomaterials and occupational safety: An overview. *Eur. J. Risk Regul.* 2012;3:594–601, <https://doi.org/10.1017/s1867299x0000252x>
43. Bujak-Pietrek S.: Narażenie na nanocząstki w środowisku pracy jako zagrożenie dla zdrowia. *Problemy oceny ekspozycji zawodowej. Med. Pr.* 2010;61(2):183–189
44. Jung A.: Nanocząstki w zastosowaniach medycznych – kierunek przyszłości? *Pediatr. Med. Rodz.* 2014;10(2):104–110, <https://doi.org/10.15557/pimr.2014.0015>
45. Reichow A.: Risk, uncertainty, and learning in nanomaterials regulation: An analytical framework. *Eur. J. Risk Regul.* 2016;3:502–516, <https://doi.org/10.1017/s1867299x0006048>
46. Langauer-Lewowicka H., Pawlas K.: Nonocząstki, nanotechnologia – potencjalne zagrożenia, środowiskowe i zawodowe. *Med. Środ.* 2014;17(2):7–14
47. Jankowska E.: Nanobiekt w środowisku pracy. *Podst. Met. Oceny Środ. Pr.* 2011;70(4):7–20
48. Komisja Wspólnot Europejskich: Komunikat Komisji „Ku europejskiej strategii dla nanotechnologii”. COM 2004 [Internet]. Komisja, Bruksela 2004 [cytowany 5 stycznia 2019]. Adres: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0c0b7b1f-bd96-43e5-8f63-b26b2398b908/language-pl>
49. Zalecenie Komisji Europejskiej 2008/345/WE z dnia 7 lutego 2008 r. w sprawie kodeksu postępowania dotyczącego odpowiedzialnego prowadzenia badań w dziedzinie nanonauk i nanotechnologii. DzU UE z 2008 r., L 116
50. Komisja Europejska: Komunikat Komisji Europejskiej Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu. KOM 2010 [Internet]. Komisja, Bruksela 2010 [cytowany 5 stycznia 2019]. Adres: [http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1\\_PL\\_ACT\\_part1\\_v1.pdf](http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_PL_ACT_part1_v1.pdf)
51. Cigu E., Antoni S.G.: Regional policies of the European Union on research and innovation. *Revista Universul Juridic Suplimant* 2016;Supl. 1:63–67
52. Unia Europejska [Internet]. Departament komunikacji Komisji Europejskiej, Bruksela 2019 [cytowany 19 kwietnia 2019]. Europejska Agencja Chemikaliów (ECHA). Adres: [https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/echa\\_pl](https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/echa_pl)
53. Europejska Agencja Chemikaliów (ECHA) [Internet]. Agencja, Helsinki 2007–2019 [cytowany 19 kwietnia 2019]. Nanomateriały. Adres: <https://echa.europa.eu/pl/regulations/nanomaterials>
54. Europejska Agencja Chemikaliów: How to prepare registration dossiers that cover nanoforms: best practice [Internet]. Agencja, Helsinki 2017 [cytowany 19 kwietnia 2019]. Adres: [https://echa.europa.eu/documents/10162/13655/how\\_to\\_register\\_nano\\_en.pdf/f8c046ec-f60b-4349-492b-e915fd9e3ca0](https://echa.europa.eu/documents/10162/13655/how_to_register_nano_en.pdf/f8c046ec-f60b-4349-492b-e915fd9e3ca0)
55. Europejska Agencja Chemikaliów (ECHA) [Internet]. Agencja, Helsinki 2007–2019 [cytowany 19 kwietnia 2019]. Nanomaterials Expert Group. Adres: <https://echa.europa.eu/pl/regulations/nanomaterials/nanomaterials-expert-group>
56. International Organization for Standardization [Internet]. Organization [cytowany 25 maja 2019]. ISO/TS 12901-1:2012. Adres: <https://www.iso.org/standard/52125.html>
57. International Organization for Standardization [Internet]. Organization [cytowany 25 maja 2019]. ISO/TR 12885:2018. Adres: <https://www.iso.org/standard/67446.html>
58. Kica E.: The drive towards nanotechnology standardization: Shifting roles in governance and key challenges. *Eur. J. Risk Regul.* 2012;2:227–234, <https://doi.org/10.1017/s1867299x00002099>

59. Snir R.: Trends in global nanotechnology regulation: The public-private interplay. *Vand. J. Entertain. Technol. Law* 2014;17(1):137–173
60. The Stoffenmanager Nano Module [Internet] [cytowany 19 kwietnia 2019]. Adres: <https://nano.stoffenmanager.com>
61. Partnership for European Research in Occupational Safety and Health [Internet]. Institut für Auslandsbeziehungen [cytowany 25 maja 2019]. Nano Exposure and Contextual Information Database. Adres: <https://necid.ifa.dguv.de>
62. Oberbek P.: NECID-baza zawierająca dane o narażeniu na nanoobiekty oraz informacje kontekstowe. *Podst. Met. Oceny Środ. Pr.* 2018;2(96):25–34
63. Zapór L.: Nanometryczne struktury metali i tlenków metali w środowisku pracy. Potencjalne zagrożenia i zasady bezpiecznej pracy [Internet]. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2013 [cytowany 23 kwietnia 2019]. Zalecenia do oceny i ograniczania ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na nanocząstki metali i tlenków metali. Adres: [https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/79733/I\\_B\\_01.pdf](https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/79733/I_B_01.pdf)
64. Świdwińska-Gajewska A.M., Czerczak S.: Nanorurki węglowe – charakterystyka substancji, działanie biologiczne i dopuszczalne poziomy narażenia zawodowego. *Med. Pr.* 2017;68(2):259–276, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00504>
65. Świdwińska-Gajewska A.M., Czerczak S.: Nanozłoto – działanie biologiczne i dopuszczalne poziomy narażenia zawodowego. *Med. Pr.* 2017;68(4):545–556, <http://doi.org/10.13075/mp.5893.00538>
66. Świdwińska-Gajewska A.M., Czerczak S.: Fulereny – charakterystyka substancji, działanie biologiczne i dopuszczalne poziomy narażenia zawodowego. *Med. Pr.* 2016; 67(3):397–410, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00352>
67. Świdwińska-Gajewska A.M., Czerczak S.: Nanosrebro – dopuszczalne poziomy narażenia zawodowego. *Med. Pr.* 2015; 66(3):429–442, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00177>
68. Świdwińska-Gajewska A.M., Czerczak S.: Nanosrebro – szkodliwe skutki działania biologicznego. *Med. Pr.* 2014; 65(6):831–845, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00114>
69. Świdwińska-Gajewska A.M., Czerczak S.: Nanocząstki diotlenku tytanu – dopuszczalne poziomy narażenia zawodowego. *Med. Pr.* 2014;65(3):407–418, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.2014.046>
70. Zapór L.: Ocena cytotoksycznego działania nanocząstek tlenku ceru. *Inż. Ap. Chem.* 2014;53(4):326–327
71. Spina A.: Reflections on science, technology and risk regulation in Pope Francis' encyclical letter *Laudato si'*. *Eur. J. Risk Regul.* 2015;4:579–612, <https://doi.org/10.1017/s1867299x00005122>
72. Krause M.: Praktyczne aspekty doboru metod oceny ryzyka zawodowego. *Zesz. Nauk. Politechn. Śląsk.* 2011;59: 173–190
73. Hoser N.: Nanotechnology and its institutionalization as innovative technology: Professional associations and the markets as two mechanisms of intervention in the field of nanotechnology. *Nanotechnol. Law Business* 2010;7(2):180–197
74. Gazso A., Hauser C., Kaiser M.: Regulating nanotechnologies by dialogue. *Eur. J. Risk Regul.* 2012;1:103–108, <https://doi.org/10.1017/s1867299x00001884>
75. Barnett-Schuster P.C.: *Fundamentals of international occupational health & safety law*. Aberdeen University Press Services, Aberdeen 2008, s. 29
76. Kulinowski K.M., Jaffe M.P.: The GoodNanoGuide: A novel approach for developing good practices for handling engineered nanomaterials in an occupational setting. *Nanotechnol. Law Business* 2009;6:37–44
77. Abbott K.W., Merchant G.E., Corley E.A.: Soft law oversight mechanisms for nanotechnology. *Jurimetrics* 2012;52: 279–312
78. Wyka T.: *Ochrona zdrowia i życia pracownika jako element treści stosunku pracy*. Difin, Warszawa 2003, s. 248
79. Habrat D.: *Prawnokarna ochrona praw pracownika związana z bezpieczeństwem i higieną pracy*. W: Bosak M. [red.]. *Funkcja ochronna prawa pracy a wyzwania współczesności*. C.H. Beck, Warszawa 2014, ss. 192–193
80. Liszcz T.: *Konstytucyjne podstawy ochrony pracy*. W: Wyka T. [red.]. *Prawo ochrony pracy – współczesność i perspektywy rozwoju*. Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2017, ss. 67–68
81. Wujczyk M.: *Prawa pracownicze jako prawa człowieka – rozważania na tle Europejskiej Konwencji o Ochronie Praw Człowieka*. W: Kalisz A. [red.]. *Prawa człowieka. Współczesne zjawiska, wyzwania, zagrożenia*. T. 2. Oficyna Wydawnicza „Humanitas”, Sosnowiec 2015, s. 220

