

dr inż. JOANNA SZKUDLAREK (ORCID: 0000-0002-8728-0118)

dr inż. GRZEGORZ OWCZAREK (ORCID: 0000-0003-3744-6535)

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: [joszk@ciop.lodz.pl](mailto:joszk@ciop.lodz.pl)

DOI: 10.5604/01.3001.0014.7491

## Naddatki wymiarowe i naddatki do miar antropometrycznych, wynikające ze stosowania środków ochrony indywidualnej (i odzieży roboczej) a ergonomiczne środowisko pracy



Fot. Corepics/Bigstockphoto

W artykule omówiono zagadnienie związane ze zmianą wymiarów zewnętrznych opisujących sylwetkę człowieka, związanych z jego wyposażeniem w środki ochrony indywidualnej. Zmiany tych wymiarów określono jako naddatki do miar antropometrycznych człowieka oraz naddatki wymiarowe, wynikające ze stosowania środków ochrony indywidualnej. Zdefiniowano naddatki wymiarowe oraz naddatki do miar antropometrycznych, a także wykazano ich znaczenie w kształtowaniu ergonomicznego środowiska pracy.

*Słowa kluczowe: naddatki wymiarowe, antropometria, ergonomia, środki ochrony indywidualnej*

### **Dimensional allowances and allowances for human anthropometric measures resulting from the use of personal protective equipment vs ergonomic work environment**

The article discusses the issue of changing external dimensions describing the silhouette of people, related to its equipment with personal protective equipment. Changes in these dimensions were defined as allowances for human anthropometric measures and dimensional allowances resulting from the use of personal protective equipment. Dimensional allowances and allowances for anthropometric measures have been defined and their importance in shaping the ergonomic work environment has been showed.

*Keywords: dimensional allowances, anthropometry, ergonomics, personal protective equipment*

## Wstęp

Środki ochrony indywidualnej (ŚOI) ewoluują w swoich rozmiarach i formie z uwagi na pojawiające się nowe rozwiązania techniczne. Niejednokrotnie są one zintegrowane z urządzeniami elektronicznymi zamontowanymi m.in. na odzieży ochronnej lub środkach ochrony głowy oraz oczu i twarzy. Przykładem tego typu urządzeń są moduły tzw. rzeczywistości wzbogaconej (lub rozszerzonej), montowane na przemysłowych hełmach ochronnych.

Specyfika konstrukcji oraz materiałów stosowanych do wytwarzania współczesnych ŚOI sprawia, że wymiary zewnętrzne pracownika wyposażonego w kompletny zestaw środków ochrony indywidualnej mogą zostać znacznie zwiększone. Zwiększone zostają całkowite zewnętrzne wymiary liniowe: szerokość i wysokość oraz obwody, ponadto zmieniają się miary kątowe oraz zasięgi ruchu kończyn górnych i dolnych. Zastosowanie środków ochrony oczu i twarzy może również ograniczać pole widzenia.

Celem artykułu jest analiza problematyki zmian wymiarów zewnętrznych, opisujących sylwetkę człowieka wyposażonego w środki ochrony indywidualnej. Zmiany tych wymiarów określono jako naddatki do miar antropometrycznych człowieka oraz naddatki wymiarowe, wynikające ze stosowania ŚOI. Autorzy zdefiniowali naddatki wymiarowe i naddatki do miar antropometrycznych, a także wskazali na ich znaczenie w kształtowaniu ergonomicznego środowiska pracy.

## Naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania środków ochrony indywidualnej

W Polsce naddatki wymiarowe po raz pierwszy prezentowane były w „Atlasie miar człowieka” z 2001 r. autorstwa zespołu A. Gedliczki [1]. Wówczas powiązano je z wymiarami bezpieczeństwa, wymiarami bezpiecznego dostępu, zwracając uwagę na takie aspekty, jak umożliwienie dostępu do danej części ciała, bezpieczne odległości przy sięganiu przez otwory, odstępy zapobiegające zgnieceniu. W ten sposób została uzasadniona potrzeba stosowania naddatków wymiarowych na stanowiskach pracy, zarówno pod kątem projektowania ergonomicznych stanowisk pracy, jak również ergonomicznych narzędzi. Kolejnym zagadnieniem podjętym po raz pierwszy w „Atlasie” są naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania ŚOI: okularów i gogli ochronnych, osłon twarzy, półmasek i masek ochronnych, rękawic ochronnych oraz odzieży ochronnej. W cytowanej publikacji zaprezentowano wymiary bezpieczeństwa uwzględniające stosowanie kompletnego zestawu środków ochrony indywidualnej, obejmującego odzież ochronną, rękawice i obuwie ochronne, aparaty powietrzne butlowe, hełmy powietrzne. Dane dotyczyły średnich i maksymalnych naddatków wymiarowych koniecznych do uwzględnienia podczas noszenia kompletnego wyposażenia ochronnego [2,3].

Antropometria ergonomiczna (inżynierska) zajmuje się pomiarami i opracowywaniem danych,

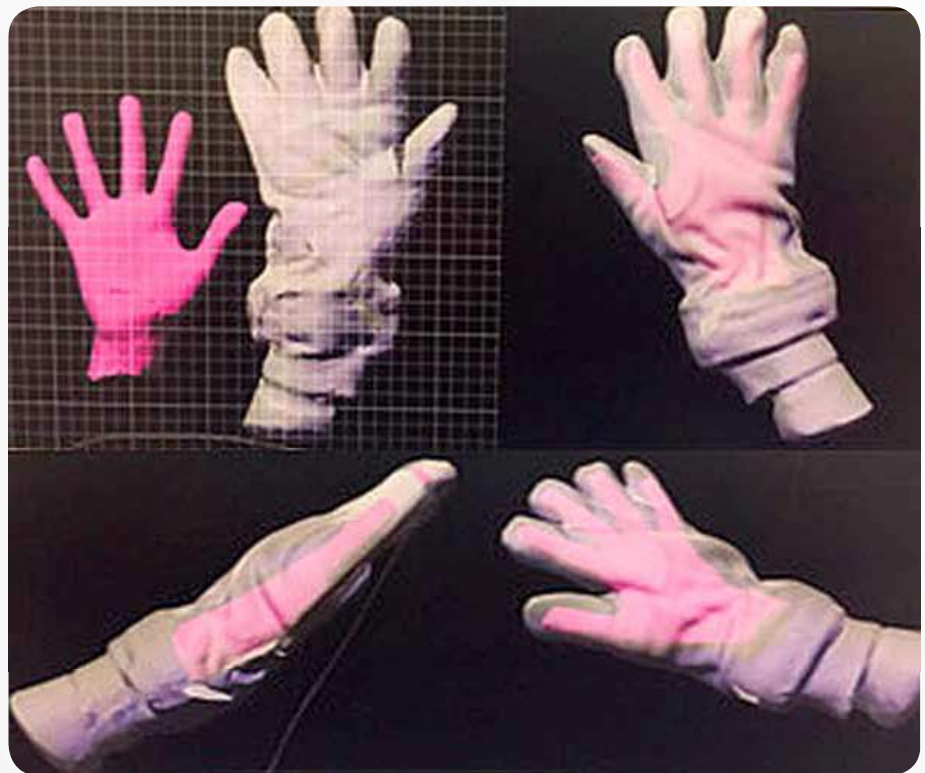
które następnie wykorzystuje się do ergonomicznego kształtowania środowiska życia i pracy człowieka [4,5]. Uwzględnia wymiary i kształty ciała ludzkiego oraz aspekty motoryczne, np. zakresy ruchów poszczególnych kończyn. Na całym świecie prowadzi się badania antropometryczne populacji i umieszcza się je w atlasach i bazach danych. W Polsce ostatni atlas antropometryczny wydano w 2001 r. [2], natomiast bank danych ergonomicznych tworzony jest w Instytucie Wzornictwa Przemysłowego [5].

Punktem odniesienia w pomiarach antropometrycznych prowadzonych na użytek atlasów miar antropometrycznych i baz danych jest norma PN-EN ISO 7250:2017 *Podstawowe pomiary ciała ludzkiego do projektowania technicznego* [6]. Pojawiają się w niej, oprócz pomiarów wykonywanych na osobie w pozycjach stojącej i siedzącej, pomiary poszczególnych części ciała oraz pomiary funkcyjne. Pomiary funkcyjne, zgodnie z definicją Instytutu Wzornictwa Przemysłowego [5], to takie, które mają zastosowanie w projektowaniu i ocenie ergonomicznej struktur przestrzennych, z którymi człowiek styka się bezpośrednio w procesie pracy. Są nimi m.in.: wysokość pięści, zasięg chwytu górnego w pozycji siedzącej, głębokość siedzeniowa.

Problematykę naddatków wymiarowych najlepiej omówić na przykładzie badań zespołu Griffina, który zajmował się pomiarami antropometrycznymi dłoni do celów projektowania narzędzi ręcznych [7]. Autorzy wykazali, że przeprowadzone przez nich pomiary mogą zostać wykorzystane do zaprojektowania rękawic zapewniających lepszą chwytność i zręczność, co w oczywisty sposób przekłada się na łatwiejszy dostęp ręki do miejsc, do których

dotarcie w niedopasowanych rękawicach było niemożliwe lub utrudnione. Zaproponowali nowe miejsca pomiarowe w odniesieniu do dłoni, z większą precyzją opisujące jej rozmiar i pozwalające na dokładniejsze dopasowanie rękawicy do indywidualnych cech użytkownika. Analiza uwzględniała również pomiary wykonywane w różnych pozycjach dynamicznych. Autorzy cytowanego artykułu nie mówią jednak o naddatkach wymiarowych i ich znaczeniu w bezpiecznym funkcjonowaniu człowieka w środowisku pracy, istotnych z punktu widzenia organizacji pracy człowieka w obszarach o ograniczonym dostępie, takich jak korytarze, włazy i różnego typu otwory. Griffin i in. analizowali luki (ang. *gaps*) między powierzchnią ciała a wewnętrzną powierzchnią środka ochrony indywidualnej. Widok nałożonych obrazów dłoni w rękawicy i samej dłoni, ilustrujący przestrzenie decydujące o dopasowaniu rękawic, zamieszczono na rys. 1.

Autorzy artykułu prezentują inne podejście do roli przestrzeni znajdujących się między dłonią użytkownika a powierzchnią ŚOI, mających znaczenie w dopasowaniu tego środka ochrony do użytkownika. W publikowanym artykule naddatki wymiarowe służą określeniu maksymalnych wymiarów człowieka, które wynikają ze stosowania środków ochrony indywidualnej. Jednocześnie założono, że używane ŚOI są dopasowane do użytkownika z zachowaniem przyjętych zasad dopasowania udostępnianych np. przez CIOP-PIB. Według autorów tej pracy dodatkowa przestrzeń, będąca wynikiem stosowania środków ochrony indywidualnej, jest jednym z wielu czynników wpływających na relację człowieka ze środowiskiem pracy.



Rys. 1. Widok wolnych przestrzeni między dłonią a wewnętrzną powierzchnią rękawicy [7, 8]  
Fig. 1. A view of free spaces between a hand and an internal layer of the glove [7, 8]

Pierwszym źródłem wiedzy o tak zdefiniowanych naddatkach wymiarowych był cytowany wcześniej „Atlas miar człowieka” z 2001 r. Uwzględniono w nim naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania określonych typów środków ochrony indywidualnej. Na rys. 2. zaprezentowano przykład zaczerpnięty z tego źródła – naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania osłon twarzy.

Naddatki wymiarowe były również przedmiotem publikacji D. Koradeckiej i M. Konarskiej [3]. Autorki zaprezentowały tę problematykę w odniesieniu do stosowania kompletnego wyposażenia ochronnego. Przykład naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania kompletnego wyposażenia ochronnego, w tym ŚOI generujących jedne z największych naddatków wymiarowych, takich jak aparaty butlowe i hełmy powietrzne, przedstawiono na rys. 3.

W normach z obszaru bezpieczeństwa pracy pojawiają się pojęcia „naddatku wysokości i szerokości” czy „odstępów i dystansów bezpieczeństwa”. W PN-EN 547-1:2010 oraz w PN-EN 547-2:1996+A1:2010 [9] omówiono zasadność dodawania wartości naddatku wysokości lub szerokości lub obu jednocześnie do danych antropometrycznych – w przypadku określania wymiarów wejść, dojazdów oraz otworów dostępu.

Literą Y oznaczono naddatki wysokości/długości, np.:

- w przypadku szybkiego chodzenia lub biegu (100 mm)
- w przypadku stosowania ciężkiego obuwia (40 mm)
- w odniesieniu do środków ochrony indywidualnej – takich, które zwiększają wysokość ciała osoby, np. kask (60 mm).

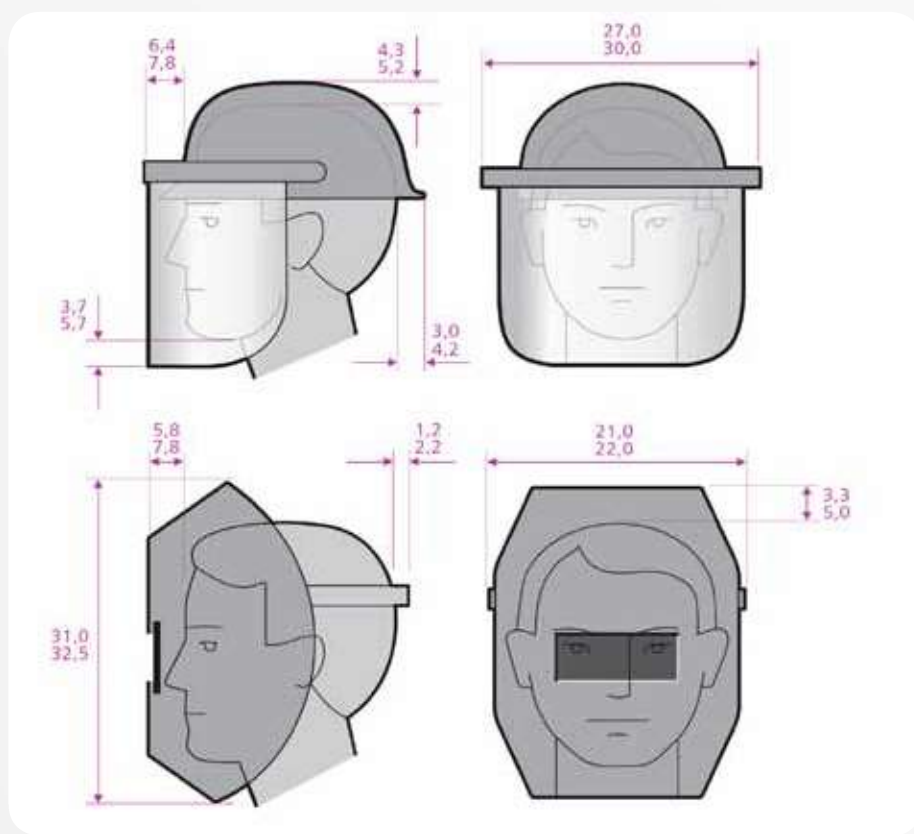
Literą X oznaczono naddatki szerokości, np.:

- w stosunku do ubrania roboczego (20 mm)
- w przypadku ciężkiego obuwia zimowego (100 mm)
- w kontekście transportu osób rannych (200 mm)
- w odniesieniu do środków ochrony indywidualnej – ciężkiego ubrania zimowego (100 mm).

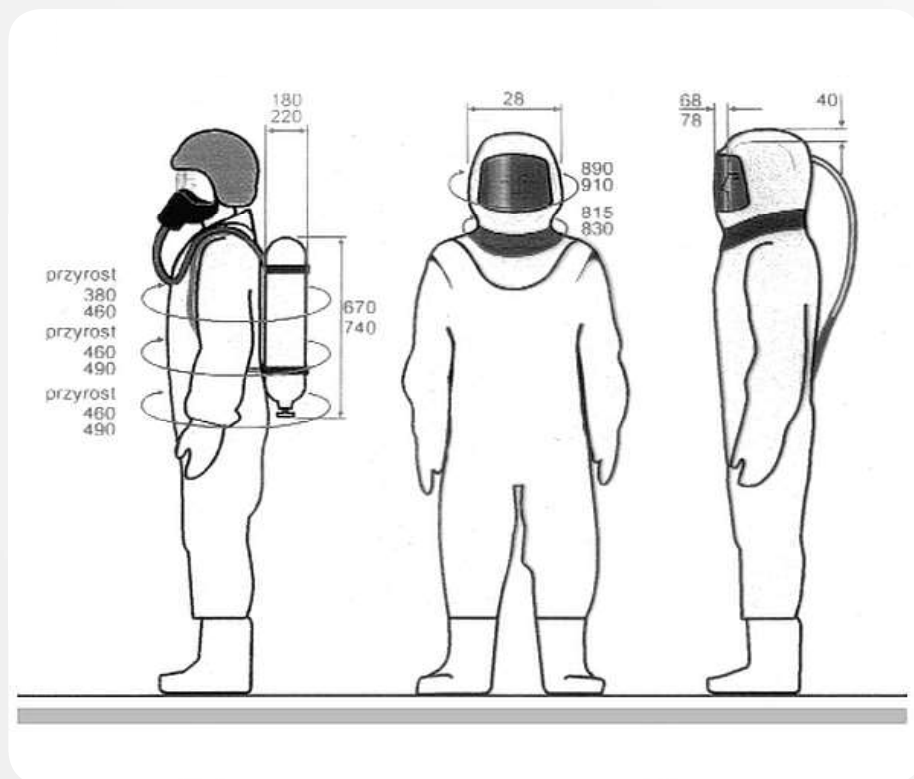
Natomiast w PN-EN 349+A1:2010 *Bezpieczeństwo maszyn – Minimalne odstępstwa zapobiegające zgniecieniu części ciała człowieka* [10] wskazano na powiązanie naddatków wymiarowych z dystansami bezpieczeństwa zabezpieczającymi przed zagrożeniami mechanicznymi.

W literaturze przedmiotu nie ma definicji naddatków wymiarowych ani definicji systematyzującej je jako ważny element w projektowaniu ŚOI, narzędzi i stanowisk pracy, w myśl przyjętych zasad ergonomii.

Pojęcie naddatków wymiarowych jest powszechnie stosowane, np. w przemyśle metalurgicznym, i oznacza naddatki obróbkowe, technologiczne (np. podczas obróbki skrawaniem). Całkowity naddatek ( $q_c$ ) na obróbkę skrawaniem jest różnicą wartości wymiarów półfabrykatu i gotowego przedmiotu [11] i ma całkowicie inne znaczenie niż naddatki wymiarowe, uwzględniane przy stosowaniu środków ochrony indywidualnej.



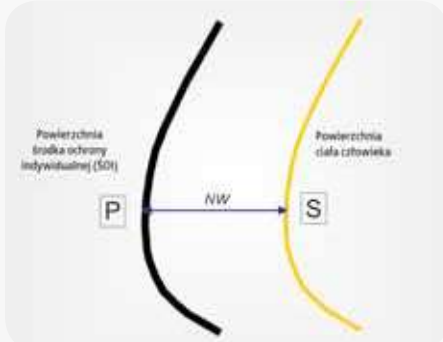
Rys. 2. Naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania osłon twarzy  
Fig. 2. Dimensional allowances resulting from the use of face protection



Rys. 3. Średnie i maksymalne naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania kompletnego wyposażenia ochronnego – wymiary bezpieczeństwa uwzględniające stosowanie ochron indywidualnych [3] <http://www.imp.lodz.pl/upload/oficyzna/artykuly/pdf/full/Kor2-01m-02.pdf>  
Fig. 3. Mean and maximum dimensional allowances resulting from the use of a complete protective equipment – safety measurements include the use of personal protective equipment [3]

## Naddatki wymiarowe a naddatki do miar antropometrycznych

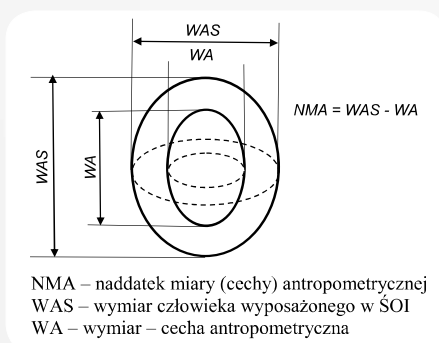
Naddatkiem wymiarowym (*NW*) wynikającym ze stosowania środków ochrony indywidualnej jest odległość pomiędzy dowolnym punktem (*P*) na zewnętrznej powierzchni środka ochrony indywidualnej a znajdującym się bezpośrednio pod nim punktem (*S*) na ciele człowieka. Definicję naddatku wymiarowego wynikającego ze stosowania środków ochrony indywidualnej schematycznie zobrazowano na rys. 4.



Rys. 4. Naddatek wymiarowy (*NW*) wynikający ze stosowania środków ochrony indywidualnej  
Fig. 4. Dimensional allowance (*DA*) resulting from the use of personal protective equipment

Naddatkiem wymiarowym do miary antropometrycznej człowieka stosującego środki ochrony indywidualnej lub zestawu środków ochrony indywidualnej (*NMA*) jest różnica pomiędzy wymiarem antropometrycznym wyznaczonym dla człowieka wyposażonego w środki ochrony indywidualnej lub zestaw środków ochrony indywidualnej (*WAS*) a wymiarem antropometrycznym człowieka bez tych środków lub ich zestawów (*WA*). Naddatki do miary antropometrycznej wyznaczane są dla wymiarów (odległości, obwodów, długości łuków) zdefiniowanych w atlasie miar antropometrycznych człowieka.

Definicję naddatku wymiarowego do miary antropometrycznej człowieka stosującego środki ochrony indywidualnej lub zestawu środków ochrony indywidualnej (*NMA*) schematycznie (dla obwodu i odległości) zobrazowano na rys. 5.



Rys. 5. Naddatek do miary antropometrycznej (*NMA*) człowieka stosującego środki ochrony indywidualnej lub zestawu środków ochrony indywidualnej  
Fig. 5. Dimensional allowance for human anthropometric measures (*DAHAM*) of a human being using either personal protective equipment or sets of personal protective equipment

Naddatki wymiarowe do miary (cechy) antropometrycznej człowieka stosującego środki ochrony indywidualnej lub zestawu środków ochrony indywidualnej (*NMA*) są jednym z wielu elementów służących do określenia wymiarów bezpieczeństwa. Są one zatem niezbędne do zachowania bezpieczeństwa i higieny pracy oraz optymalizacji warunków pracy. W tym przypadku naddatki wymiarowe do miary (cechy) antropometrycznej wynikają ze stosowania środków ochrony indywidualnej, z uwzględnieniem inteligentnych środków ochrony indywidualnej, których elementy generują dodatkową przestrzeń. Często są to elementy o różnych kształtach i wymiarach. Mowa jest tutaj o modułach zawierających czujniki „ruch/bezruch” oraz inne, monitorujące czynności życiowe pracownika. Wiedza o naddatkach wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI jest szczególnie przydatna w środowisku pracy o tzw. ograniczonym dostępie. Wówczas możemy mówić o ograniczonym dostępie części ciała, jak i całego ciała. Aby zrozumieć potrzebę prowadzenia badań w tym zakresie należy uświadomić sobie warunki pracy ekip ratowniczych, np. ratowników górniczych czy strażaków, którzy w pełnym wyposażeniu ochronnym i pomocniczym, z wyposażeniem medycznym i uzupełniającym pokonują przestrzenie, takie jak wąskie korytarze i wżazy.

## Podsumowanie

W publikacji omówiono znaczenie naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania środków ochrony indywidualnej w aspekcie ich wykorzystania do projektowania ergonomicznego środowiska pracy.

Przestrzeń środowiska pracy musi być tak zaprojektowana, aby niezależnie od rodzaju i typu sylwetki człowieka, który stosuje wymagane w danym środowisku pracy środki ochrony indywidualnej, zachowana była dostępność do wszystkich przestrzeni elementów jej infrastruktury, które są wykorzystywane podczas wykonywania pracy. Z tego względu informacje o naddatkach do miar antropometrycznych oraz naddatkach wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI są niezbędne zarówno przy projektowaniu samych środków ochrony indywidualnej, jak również przy projektowaniu przestrzeni środowiska pracy.

Zaproponowane przez autorów artykułu definicje naddatków wymiarowych oraz naddatków do miar antropometrycznych człowieka wynikających ze stosowania środków ochrony indywidualnej mają na celu usystematyzowanie pojęć z tego obszaru, co w dalszej perspektywie przyczyni się do rozwoju badań i analiz stanowiących podstawę do projektowania ergonomicznych i bezpiecznych środków ochrony indywidualnej, narzędzi, maszyn i stanowisk pracy.

## BIBLIOGRAFIA

[1] GEDLICZKA, A., WELON, Z., SZKLARSKA, A., POCHOPIEŃ, P., URBANIK, C., KAMIŃSKA, J. i wsp. Atlas miar człowieka, dane do projektowania i oceny stanowisk pracy. [Human measurements compendium, data for designing and evaluating workplaces], CIOP, Warszawa 2001.

[2] Katedra Projektowania Ergonomicznego ASP w Krakowie, wfp.asp.krakow.pl/ergonomia2/, dostęp 15.12.2020.

[3] KORADECKA, D., KONARSKA, M. Postępy fizjologii i ergonomii i ich znaczenie dla higieny pracy. [Physiology and Ergonomics progress and their importance to work hygiene]. *Medycyna Pracy* 2002, 53(1): 15-21.

[4] NOWACKA, W.Ł., Kształtowanie przestrzeni z punktu widzenia zróżnicowanego odbiorcy – antropometria jako narzędzie w projektowaniu [Formation of space from the various recipients point of view – anthropometrics in design]. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej* 2008,1,17.

[5] JAROSZ, E. Dane antropometryczne populacji osób dorosłych wybranych krajów Unii Europejskiej i Polski dla potrzeb projektowania [Anthropometric data of adult population in chosen countries of the European Union and Poland for design needs] *Prace i Materiały* 2003, 6. Instytut Wzornictwa Przemysłowego, Warszawa.

[6] PN-EN-ISO 7250:2017 – Podstawowe wymiary ciała ludzkiego do projektowania technicznego – Część 1: Określanie wymiarów ciała ludzkiego oraz punkty odniesienia.

[7] GRIFFIN, L., SOKOŁOWSKI, S.L., SEIFERT, E. Process Considerations in 3D Hand Anthropometric Data Collection [Uwagi do procesów kolekcjonowania danych antropometrycznych w odniesieniu do trójwymiarowego modelu dłoni], *Proceedings of 3DBODY.TECH 2018 9th Int. Conference and Exhibition on 3D Body Scanning and Processing Technologies*, Lugano, Switzerland, 16-17 Oct. 2018. DOI: 10.15221/18.123

[8] ASHDOWN, S.P., STULL, J.M. Analysis of fit and sizing of firefighter gloves using 3D data [Analiza dopasowania i wymiarów rękawic strażackich przy wykorzystaniu danych modeli trójwymiarowych], *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, Springer, Cham, 2016.

[9] PN-EN 547-1+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego – Część 1: Zasady określania wymiarów otworów umożliwiających dostęp całym ciałem do maszyny; PN-EN 547-2+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego – Część 2: Zasady określania wymiarów otworów umożliwiających dostęp.

[10] PN-EN 349+A1:2010 – Bezpieczeństwo maszyn – Minimalne odstępy zapobiegające zgnieceniu części ciała człowieka.

[11] BOGDAN-CHUDY, M., Obliczanie naddatków na obróbkę skrawaniem. [https://m.bogdan-chudy.po.opole.pl/pdf/Obliczanie\\_naddatkow.pdf](https://m.bogdan-chudy.po.opole.pl/pdf/Obliczanie_naddatkow.pdf), dostęp 15.12.2020.

*Publikacja opracowana na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2020-2022 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego /Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.*

*Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy*