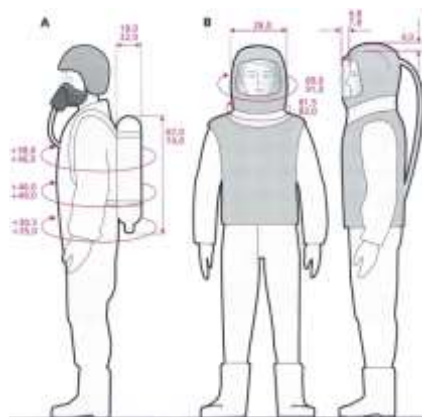
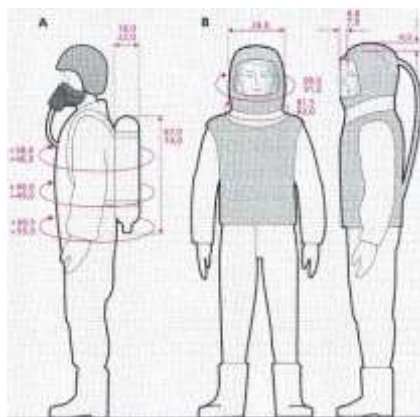
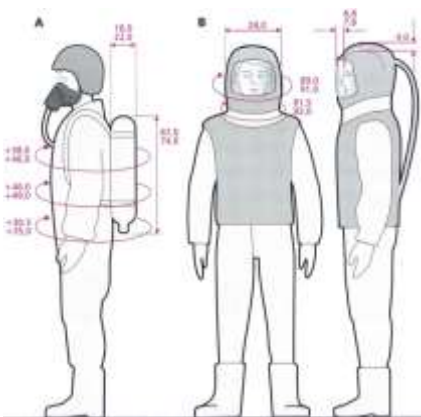


JOANNA SZKUDLAREK GRZEGORZ OWCZAREK

Wartości naddatków wymiarowych
jako dane wejściowe
do projektowania ergonomicznego
środowiska pracy



Materiały informacyjne CIOP-PIB

Wartości naddatków wymiarowych jako dane wejściowe do projektowania ergonomicznego środowiska pracy

Opracowano na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt I.PB.10: Opracowanie danych do nowego atlasu miar człowieka, związanych ze stosowaniem środków ochrony indywidualnej z uwzględnieniem wybranych parametrów widzenia

Autor:

dr inż. Joanna Szkudlarek, dr inż. Grzegorz Owczarek – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych

Opracowanie redakcyjne
Monika Piech-Rzymowska

Opracowanie graficzne
Dorota Marzec

© Copyright by
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2022



Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (48-22) 623 36 98, www.ciop.pl



Materiał informacyjny jest skierowany do projektantów, producentów środków ochrony indywidualnej oraz służb BHP odpowiedzialnych za organizację stanowisk pracy. Zawiera informacje, które mogą być traktowane jako wytyczne do projektowania środków ochrony indywidualnej, a przede wszystkim narzędzi, maszyn i stanowisk pracy z uwzględnieniem aktualnych wymagań z zakresu ergonomii. Wskazuje na możliwości i ograniczenia, które należy wziąć pod uwagę podczas projektowania interfejsu człowiek-środowisko pracy z uwagi na stosowanie środków ochrony indywidualnej.

“Think ahead and envision the actions that individuals might perform while using or interacting with the device being designed”¹

Wstęp

Modelowanie cech konstrukcyjnych środków technicznych, w tym środków ochrony indywidualnej (ŚOI) odbywa się w środowisku systemów komputerowego wspomaganie projektowania CAD (ang. Computer Aided Design). Projektowanie ŚOI, narzędzi, maszyn i stanowisk pracy można prowadzić również w środowisku wirtualnym, wykorzystując bazy danych antropometrycznych, co znacząco obniża koszty projektowania związane np. z wytworzeniem fizycznych modeli. Poszerzenie baz danych o wartości naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI oznacza usprawnienie pracy projektantów ergonomicznych ŚOI oraz narzędzi, maszyn i stanowisk pracy w przyszłości. Obecnie w tej branży dane antropometryczne to ważny element danych wejściowych do produkcji optymalnie „dopasowanych” środków – zarówno pod względem oceny skuteczności ochronnej, jak i komfortu użytkowania. Włączenie do baz danych antropometrycznych informacji o wartościach naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI pozwoli na optymalizację parametrów projektowanych środków oraz parametrów środowiska pracy. W efekcie otrzymamy bardziej komfortowe i funkcjonalne ŚOI oraz bardziej przyjazne i bezpieczne środowisko pracy.

¹ S. Openshaw, E. Taylor. Ergonomics and Design. A Reference Guide. Allsteel; 2006. <https://ehs.oregonstate.edu/sites/ehs.oregonstate.edu/files/pdf/ergo/ergonomicsanddesignreferenceguidewhitepaper.pdf> [dostęp: 07.12.2021].

1. Definicja naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania środków ochrony indywidualnej

W przemyśle odzieżowym pojęcie naddatku wymiarowego głównie jest kojarzone z procesem dopasowywania odzieży w celu osiągnięcia maksymalnej wygody podczas jej późniejszego użytkowania. W środowisku pracy również jest mowa o dopasowaniu ŚOI do sylwetki użytkownika. Wówczas rozważa się minimalne (wewnętrzne) naddatki wymiarowe (rozumiane jako odległość między ciałem użytkownika a ubiorem), które potwierdzają dobór właściwego rozmiaru ŚOI. W tym przypadku zbyt duże naddatki wymiarowe przekładają się na obniżenie bezpieczeństwa i komfortu wykonywanej pracy. Dla przykładu skutkiem zbyt dużych naddatków wymiarowych jest utrata precyzji chwytu (rękawice ochronne) czy ograniczenie pola widzenia (hełmy ochronne) itp.

W niniejszym opracowaniu opisano naddatki wymiarowe służące do określenia rzeczywistych maksymalnych wymiarów ciała (lub części ciała) człowieka ubranego w ŚOI. Założono, że stosowane środki są dopasowane do użytkownika z zachowaniem przyjętych zasad dopasowania. Według autorów tej pracy dodatkowa przestrzeń będąca wynikiem stosowania ŚOI jest jednym z czynników wpływających na bezpieczną relację człowieka ze środowiskiem pracy. W Polsce, do chwili obecnej, źródłem wiedzy tak zdefiniowanych naddatków wymiarowych jest Atlas miar człowieka [1] A. Gedliczki z 2001 roku. Uwzględniono w nim naddatki do miar antropometrycznych wynikających ze stosowania określonych typów ŚOI.

Naddatki wymiarowe decydujące o integracji człowieka ze środowiskiem pracy są wymieniane w normie PN-EN 547 [2-4] w częściach 1-3. Określa ona wymagania dotyczące wymiarów ciała ludzkiego (dane antropometryczne), które są wymagane do obliczeń wymiarów dostępu (2-3). W części 1 norma określa postępowanie podczas projektowania otworów, w którym uwzględnia się „dodatkową przestrzeń”, nazwaną naddatkami wymiarowymi do szerokości i wysokości. Norma ta zaleca również, dodanie do danych antropometrycznych naddatków do wysokości oraz szerokości w celu umożliwienia bezpiecznego i swobodnego dostępu oraz pracy z uwzględnieniem aspektów specyficznych dla operatora i warunków wykonywanej pracy.

Zatem należy rozróżnić dwa rodzaje naddatków wymiarowych, które dotyczą odrębnych obszarów znaczeniowych:

- naddatki wymiarowe, służące do projektowania ŚOI o odpowiednim poziomie dopasowania do cech użytkownika,

- naddatki wymiarowe decydujące o bezpiecznej i bardziej komfortowej interakcji pracownika ze środowiskiem pracy, których wartości wykorzystuje się do projektowania infrastruktury środowiska pracy (m.in. przestrzeni roboczych, szczególnie tych o ograniczonym dostępie).

Przykładowo stopień dopasowania odzieży ochronnej do sylwetki ciała człowieka definiuje się jako różnicę pomiędzy wymiarami ciała człowieka a wewnętrzną powierzchnią odzieży. Natomiast interakcja człowieka z otoczeniem środowiska pracy w aspekcie bezpiecznego i swobodnego dostępu do miejsc o ograniczonym dostępie (np. włączów, otworów wentylacyjnych) uzależniona jest od naddatków wymiarowych stanowiących różnicę między wymiarami ciała człowieka a zewnętrznym, maksymalnym wymiarem sylwetki ciała człowieka wyposażonego w ŚOI, z uwzględnieniem wymiarów konstrukcyjnych danego środka ochrony.

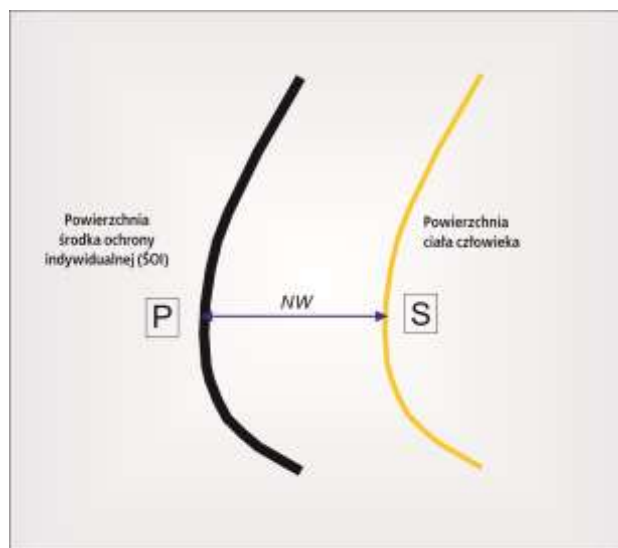
Zagadnienie naddatków wymiarowych decydujących o dopasowaniu ŚOI do sylwetki ciała człowieka zostało szeroko opisane w literaturze krajowej i światowej. Stopień dopasowania ŚOI, a w szczególności odzieży wpływa w znaczącym stopniu na wygodę jej użytkowania oraz komfort fizjologiczny z uwagi na:

- izolacyjność cieplną wyrobu odzieżowego – odzież przylegająca do ciała użytkownika wykazuje mniejszy opór cieplny w porównaniu do odzieży nieprawidłowo dopasowanej do sylwetki, wykonanej z tych samych materiałów; jest to wynikiem mniejszych powierzchni nieruchomego powietrza znajdującego się w warstwach odzieży odpowiednio dopasowanej do użytkownika [5] – mówi się wówczas o luzie powietrznym czy szczelinie powietrznej [6,7],
- odprowadzanie pary wodnej, co zapewnia komfort użytkownikowi,
- komfort wykonywania ruchów podczas czynności zawodowych.

Naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania ŚOI w aspekcie zwiększenia zewnętrznych wymiarów sylwetki ciała człowieka mogą decydować o bezpiecznym dostępie do stref środowiska pracy (wymiary odległości i odstępów bezpieczeństwa oraz wymiary otworów umożliwiających dostęp ciała człowieka lub jego części), szczególnie gdy praca jest wykonywana w obszarach o tzw. ograniczonym dostępie. Już w 2001 roku w Atlasie wskazano, że naddatki wymiarowe mają wpływ na zachowanie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz optymalizacji warunków wykonywanej pracy w myśl ergonomicznych zasad projektowania ŚOI, narzędzi, maszyn i stanowisk pracy.

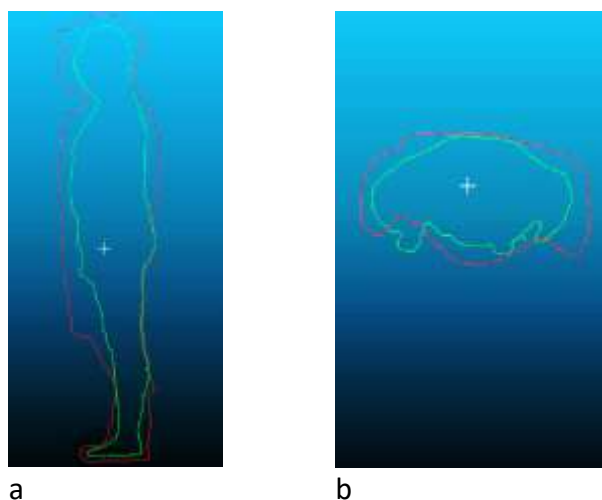
Naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania środków ochrony indywidualnej

Naddatkiem wymiarowym (NW) wynikającym ze stosowania ŚOI jest odległość pomiędzy dowolnym punktem (P) na zewnętrznej powierzchni środka a znajdującym się bezpośrednio pod nim punktem (S) na ciele człowieka [8]. Definicję naddatku wymiarowego wynikającego ze stosowania ŚOI zobrazowano za pomocą schematu na rysunku nr 1.



Rys. 1. Naddatek wymiarowy wynikający ze stosowania ŚOI

Naddatki wymiarowe stanowią zatem różnicę wymiarów sylwetki ciała człowieka ubranego w bieliznę (jego miar antropometrycznych) oraz wymiarów człowieka ubranego w ŚOI lub zestawy środków (uwzględniając wymiary ich konstrukcji). Naddatki wymiarowe – różnicę wymiarów sylwetki ciała człowieka w bieliźnie i w przykładowych środkach ochronnych dedykowanych dla spawacza zaprezentowano na rysunku 2.



Rys. 2. Przekroje skanu sylwetki ciała człowieka ilustrujące różnice wymiarów ciała człowieka ubranego w bieliznę oraz w zestaw ŚOI spawacza definiowane jako naddatki wymiarowe

Przekroje ilustrują różnice wymiarów ciała człowieka ubranego w bieliznę oraz w zestaw ŚOI. Rysunek 2a. stanowi przekrój podłużny, wskazujący na naddatki wysokości, natomiast rysunek 2b prezentuje przekrój poprzeczny, który ukazuje naddatki szerokości nałożonych skanów obrazujących ciało człowieka ubranego w bieliznę i ciało człowieka ubranego w zestaw ŚOI. Odległość między nałożonymi skanami ciała człowieka nazywamy naddatkami wymiarowymi wynikającymi ze stosowania kompletnego wyposażenia ochronnego, w tym przypadku wyposażenia ochronnego spawacza.

2. Rola naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI

Analizując warunki pracy ekip ratunkowych ratowników górniczych czy strażaków oraz ekip technicznych (spawaczy, monterów) w kontekście naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI, należy mieć na względzie szczególne warunki pracy w tzw. obszarach o ograniczonym dostępie. Wówczas informacja o całkowitych wymiarach człowieka wyposażonego w kompletny zestaw ŚOI pozwala na bezpieczniejsze i sprawniejsze wykonywanie zadań. W przypadku ekip ratowniczych zwiększa się bezpieczeństwo – nie tylko samych ratowników, lecz również osób poszkodowanych w wypadkach.

Osoba wyposażona w ŚOI zmienia znacznie kształt i wymiary zewnętrzne swojego ciała (fot. 1). W środowisku pracy informacja o maksymalnych wymiarach i kształcie jest istotna z punktu widzenia bezpiecznej interakcji człowieka z otoczeniem. Może to być interakcja człowiek-zewnątrz fizyczne środowisko, człowiek-maszyna i człowiek-narzędzie. Informacja o kształcie i wymiarach całkowitych człowieka ubranego w zestawy ŚOI jest wykorzystywana m.in. do projektowania infrastruktury przemysłowej o charakterze zamkniętym lub o utrudnionym dostępie, takich jak:

- korytarze i ciągi komunikacyjne (windy, schody ruchome),
- studzienki (kanalizacja, studzienka burzowa, elektryczna, komunikacyjna i komunalna),
- zbiorniki (paliwo, chemikalia, woda, zboża, inne ciała stałe lub płynne),
- kanały grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne.

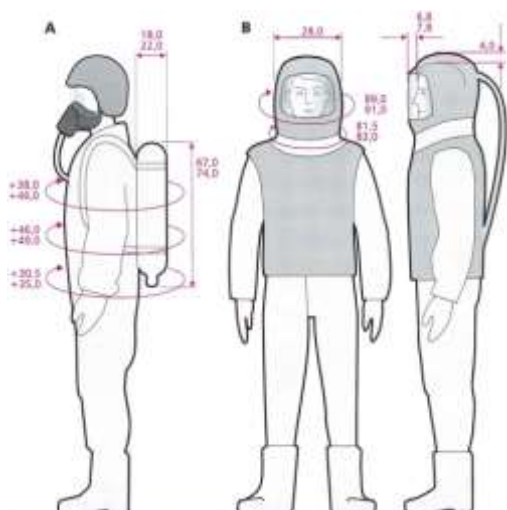
Rozważając interakcję człowiek-zewnątrz środowisko pracy, należy wziąć pod uwagę kompletne wyposażenie ochronne pracowników. Wówczas jest mowa o narażeniu na wiele zagrożeń podczas wykonywania takich zadań specjalnych jak prace techniczne (np. prace spawalnicze w zbiornikach zamkniętych) czy prace podejmowane podczas akcji ratunkowych (w warunkach

pracy strażaka lub ratownika górniczego). Dla przykładu ratownik górniczy wyposażony jest w ochrony układu oddechowego, odzież ochronną, obuwie i rękawice ochronne. Ponadto posiada wyposażenie specjalne, w którego skład wchodzi: lampy, czujniki oraz dodatkowe wyposażenie, tj. wyposażenie medyczne i ratujące życie uczestników wypadków (m.in. aparat uciezkowy, koc termiczny itp.).



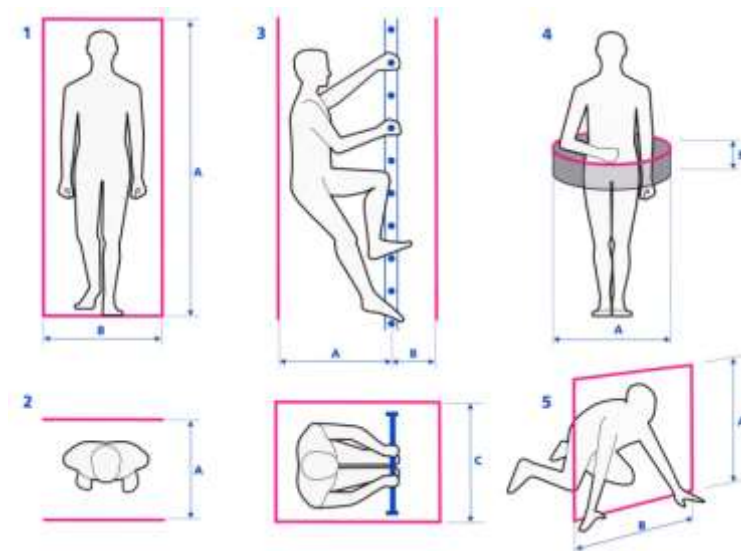
Fot. 1. Funkcjonariusz służby pożarnej wyposażony w ŚOI

Kształt sylwetki oraz wymiary osoby ubranej w kompletne wyposażenie ochronne uwzględniające aparaty powietrzne butlowe i hełmy powietrzne zaprezentowano na rysunku 3.



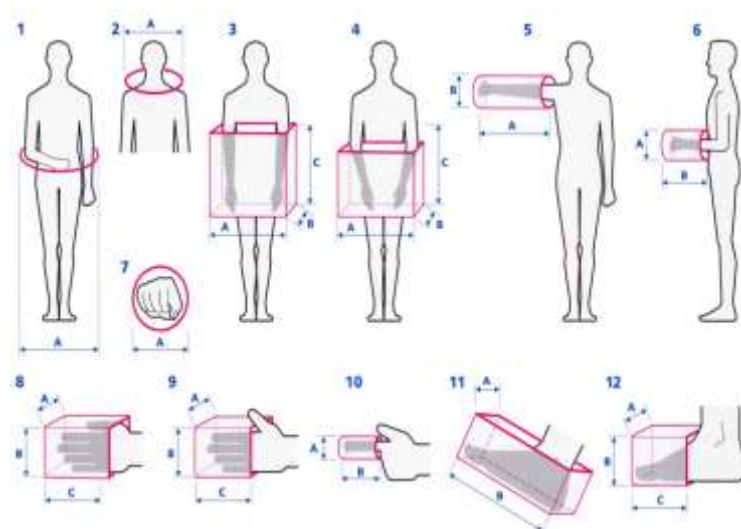
Rys. 3. Naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania ochron całego ciała, np. ochron układu oddechowego: aparatów powietrznych butlowych i hełmów powietrznych [Atlas%20Miar%20Człowieka.pdf]

Zagrożenia, na jakie są narażeni uczestnicy akcji ratunkowych w miejscach o ograniczonym dostępie, to uwięzienia/ zaklinowania się w elementach infrastruktury otoczenia pracy. Wówczas mówimy o miejscach o ograniczonym dostępie dla całego ciała (rys. 4).



Rys. 4. Ograniczone dostępy dla całego ciała człowieka podczas przemieszczania się w celu wykonania zadania w środowisku pracy [Atlas%20Miar%20Człowieka.pdf]

W przypadku interakcji człowiek-maszyna i człowiek-narzędzie dochodzi najczęściej do uwięzienia/ zaklinowania się części ciała (ręki, nogi) człowieka w maszynach. Wtedy mówimy o tzw. ograniczonym dostępie dla części ciała człowieka (rys. 5).



Rys. 5. Ograniczone dostępy dla danych części ciała podczas przemieszczania się człowieka wykonującego zadania w środowisku pracy [Atlas%20Miar%20Człowieka.pdf]

W tabeli 1. zaprezentowano charakterystykę hełmów ochronnych, oznaczonych G1, G2 i G3, użytych do zobrazowania wielkości naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania przykładowych ochron głowy.

Tabela 1. Charakterystyka hełmów ochronnych użytych do wyznaczenia naddatków wymiarowych

OZNACZENIE MODELU	TYP	PRZEZNACZENIE	ZAGROŻENIE
G1	hełm Secra H0-58	hełm ochronny elektroizolacyjny z osłoną twarzy, stanowiący zabezpieczenie podczas prac elektrotechnicznych	łuk elektryczny wysokie napięcie zagrożenia mechaniczne
G2	hełm BHS	hełm ochronny (kask ochronny) stosowany podczas akcji gaśniczych przez strażaków i służby ratunkowe	zagrożenia termiczne zagrożenia mechaniczne zagrożenia chemiczne
G3	hełm Bratek 2	przemysłowy hełm ochronny stosowany w budownictwie i leśnictwie	zagrożenia mechaniczne

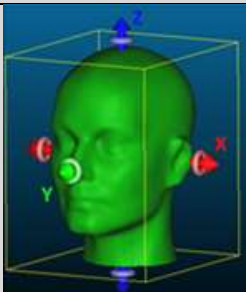
Przykładową ilustrację naddatku wymiarowego długościowego, wynikającego z założenia hełmu ochronnego zamieszczono na rysunku nr 6. Jest to przykład zwiększenia wymiarów antropometrycznych o tzw. naddatek do wysokości. W konsekwencji dochodzi do zwiększenia rzeczywistej wysokości-długości głowy i jednocześnie wysokości ciała człowieka.



Rys. 6. Przekrój głowy użytkownika w hełmie BHS ilustrujący zwiększenie wysokości głowy i ciała użytkownika

Maksymalne wymiary modelu głowy i głowy w hełmach ochronnych oraz wartości obliczonych naddatków wymiarowych (NW) stanowiących różnice wymiaru głowy w hełmie ochronnym i wymiaru głowy bez hełmu ochronnego zawiera tabela 2.

Tabela 2. Maksymalne wymiary modelu głowy, wymiary głowy z założonymi hełmami ochronnymi G1-G3 oraz obliczone naddatki wymiarowe [mm]

	Model	G	G1	G2	G3	NW G1-G	NW G2-G	NW G3-G
	X [mm]	171,81	221,18	267,10	202,52	49,37	95,29	30,71
	Z [mm]	237,13	289,70	338,75	288,12	52,57	101,62	50,99
	Y [mm]	195,63	291,35	302,78	235,05	95,72	107,15	39,42

Rzeczywiste, maksymalne naddatki wymiarowe, które należy uwzględnić podczas projektowania środowiska pracy, mogą zwiększyć w sposób znaczący zewnętrzne maksymalne wymiary sylwetki ciała człowieka. W analizowanym przypadku naddatek wymiarowy do wysokości (oś Z), wynikający ze stosowania hełmów ochronnych osiągnął maksymalną wartość 101,62 mm, natomiast maksymalna wartość naddatku wymiarowego do szerokości dla osi X wyniosła 95,29 mm, a dla osi Y – 107,15 mm.

3. Wykorzystanie informacji o naddatkach wymiarowych do projektowania środków ochrony indywidualnej, narzędzi, maszyn i stanowisk pracy

W jaki sposób i gdzie wykorzystuje się informacje o naddatkach wymiarowych w środowisku pracy?

Czy projektanci stanowisk pracy, maszyn, narzędzi i ŚOI korzystający z baz danych i atlasów antropometrycznych mają świadomość, jak wykorzystać informacje o naddatkach wymiarowych w obszarze działalności zawodowej człowieka?

Informacje o naddatkach wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI są wykorzystywane podczas projektowania ŚOI oraz maszyn, narzędzi i stanowisk pracy w różnych obszarach, takich jak:

- projektowanie wejść i przestrzeni zamkniętych,
- projektowanie narzędzi ręcznych,

- projektowanie maszyn sterowanych pedałami i przełącznikami nożnymi,
- projektowanie maszyn sterowanych pulpitem sterowniczym,
- planowanie akcji ratunkowych oraz pracy w przestrzeniach zamkniętych.

Dla każdego z wymienionych obszarów szczególnie istotne są określone rodzaje naddatków wymiarowych. W tabeli nr 3 zestawiono wymienione powyżej obszary z rodzajami naddatków wymiarowych oraz korzyściami wynikającymi z uwzględnienia informacji o naddatkach w procesie projektowania.

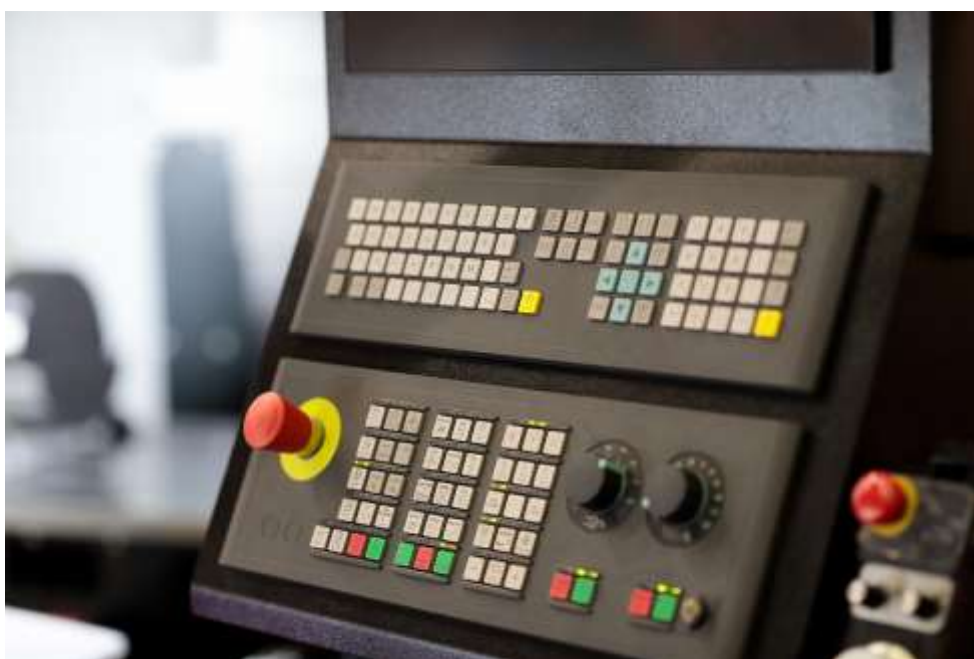
Tabela 3. Znaczenie naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI w praktyce – obszary projektowania

Lp.	Obszar	Rodzaj naddatków wymiarowych	Korzyści
1.	Projektowanie wejść do przestrzeni zamkniętych	naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania kompletnego wyposażenia ochronnego	zmniejszone ryzyko uwięzienia/zaklinowania się w elementach infrastruktury otoczenia pracy
2.	Projektowanie narzędzi ręcznych	naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania rękawic ochronnych	poprawa komfortu pracy i precyzji wykonywanych prac manualnych możliwość sterowania w rękawicy ochronnej
3.	Projektowanie maszyn sterowanych pedałami i przełącznikami nożnymi	naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania obuwia ochronnego	możliwość swobodnego sterowania maszyny w obuwiu ochronnym
4.	Projektowanie maszyn sterowanych pulpitem sterowniczym	naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania rękawic ochronnych	możliwość swobodnego sterowania maszyny w rękawicach ochronnych zmniejszone ryzyko wystąpienia wypadku w przypadku konieczności zdjęcia rękawicy ochronnej w celu obsługi pulpitu
5.	Planowanie i prowadzenie akcji ratunkowych oraz pracy w przestrzeniach zamkniętych	naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania kompletnego wyposażenia ochronnego	zmniejszenie ryzyka utknięcia w przestrzeni zamkniętej poprawa bezpieczeństwa ekip ratunkowych usprawnienie akcji ratunkowych

Kompleksowa analiza układu człowiek – narzędzie/ maszyna/ stanowisko pracy oparta jest o kryteria antropometryczne, biomechaniczne, fizjologiczne, psychologiczne, organizacyjne i wzornicze. Przestrzenną strukturę stanowiska pracy może tworzyć maszyna, konstrukcja stołu roboczego, układ elementów sterowniczych, siedzisko oraz fizyczne środowisko (korytarz w kopalni, wnętrze zbiornika, kanał wentylacyjny).

W przypadku przedmiotów, z którymi pracownik wchodzi w kontakt dotykowy, np. elementy sterownicze, materiał, narzędzia ważne jest zachowanie bezpiecznej odległości przy zachowaniu komfortu operowania nimi. Położenie oraz bezpieczny dostęp do elementów ostrzegawczo-informacyjnych decyduje o bezpieczeństwie i komforcie wykonywanych czynności, obserwacji oraz pozycji ciała człowieka.

Przykładowy pulpit sterowniczy maszyny, którego obsługa może sprawiać trudności po założeniu rękawic ochronnych, przedstawia fotografia nr 2. Do obsługi maszyny wymagane jest – z uwagi na rozmieszczenie przycisków sterujących trybami pracy maszyny – zdjęcie rękawic ochronnych.



Fot. 2. . Pulpit sterowniczy maszyny, którego obsługa może sprawiać trudności po założeniu rękawic ochronnych

Projektant, który wykorzystuje dane o naddatkach wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI – w tym przypadku rękawic ochronnych, ma pełną świadomość ograniczeń i możliwości manualnych użytkownika. Analizując interakcję człowiek – narzędzie/maszyna, należy zwrócić uwagę, że stosowanie rękawic ochronnych powoduje zwiększenie obwodu palców i wymiarów całkowitych ręki, co

utrudnia dostęp do elementów sterowniczych. Naddatki takie wpływają na ograniczenie precyzji wykonywanych czynności, a to może wpływać na swobodne sterowanie maszyną, przy czym należy rozdzielić problematykę rozwiązań sterowniczych (kształt i rozmieszczenie) oraz ich dostępność. Rękojeści i pedały maszyn powinny odpowiadać kształtem i funkcją cechom anatomicznym rąk lub stóp oraz wymiarom operatora [9]. Podczas ich projektowania należy uwzględnić wymiary operatora powiększone o wartości naddatków wymiarowych. Zatem wykorzystywanie informacji o naddatkach wymiarowych jest ważne podczas rozmieszczania i projektowania wymiarów elementów manipulacyjnych uruchamianych nogą (naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania obuwia ochronnego) oraz ręką (naddatki wymiarowe wynikające ze stosowania rękawic ochronnych) [10]. Ponadto podczas projektowania położenia płaszczyzn pracy/ pola pracy należy uwzględnić zwiększenie wysokości ciała o NW wynikające ze stosowania obuwia ochronnego [11].

Już w 1994 roku Wykowska [12] zauważyła, że w procesie projektowym powinny być uwzględniane luzy „L”, które oznaczają naddatki wymiarowe. Proces projektowy według autorki składa się z następujących etapów:

- identyfikacja użytkownika – odpowiedź na pytanie, dla jakich użytkowników rozważany projekt będzie przeznaczony i na tej podstawie dobrać kwantyl (lub centyl) roboczy,
- wybór najodpowiedniejszej cechy na podstawie atlasu antropometrycznego przy jednoczesnym uwzględnieniu dominacji wartości ze względu na płeć,
- uwzględnienie tendencji wzrostowej młodego pokolenia, a zatem ocena aktualności zastosowanego atlasu antropometrycznego,
- założenie zapasu (luzu) projektowanego elementu konstrukcyjnego.

W przypadku przestrzennych warunków pracy w tzw. układzie człowiek-fizyczne zewnętrzne środowisko pracy zachowanie bezpiecznej odległości oznacza znajomość wymiarów ograniczających przestrzeń pracy oraz maksymalne zewnętrzne wymiary sylwetki ciała człowieka wyposażonego w środek ochrony indywidualnej w postaci stroju z uwagi na warunki wykonywanej pracy. W środowisku pracy występują także szczególne przypadki, (np. przestrzenie o ograniczonym dostępie, w tym przestrzenie zamknięte), w których dokładne zdefiniowanie przestrzeni, jaką zajmuje pracownik, służy do określenia bezpiecznej interakcji ze środowiskiem pracy. Zwłaszcza w przypadku ekip ratowniczych dane o przestrzeni, jaką zajmuje człowiek w kompletnym zestawie ŚOI, pozwalają na precyzyjne zaplanowanie drogi ewakuacji, skrócenie jej czasu oraz wzrost skuteczności akcji ratowniczej.

Podsumowanie

Włączenie danych o naddatkach wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI do baz danych antropometrycznych daje nowe możliwości dla projektantów ergonomicznego środowiska pracy. Uwzględnienie naddatków wymiarowych w procesie projektowym oznacza w praktyce poprawę bezpieczeństwa i komfortu pracy.

Wartości naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI należy traktować jako zasoby informacyjne, które służą do szacowania rzeczywistych zewnętrznych wymiarów sylwetki ciała człowieka, które zwiększają się po założeniu przez niego wyposażenia ochronnego. Ponadto wartości naddatków wymiarowych wskazują na cechy konstrukcyjne ŚOI, które stanowią dane wejściowe do projektowania bardziej ergonomicznych ŚOI, narzędzi, maszyn i stanowisk pracy.

Dane wejściowe w postaci wartości naddatków wymiarowych mogą być wykorzystywane już na etapie wirtualnego projektowania, tzw. modelowania geometrycznego. Zasoby informacyjne w tworzeniu komputerowych modeli cech konstrukcyjnych środków ochronnych, stanowisk pracy i innej infrastruktury środowiska pracy pozwalają na uzyskanie odwzorowania potrzeb odbiorców w sposób bezkosztowy. Znajomość wielkości naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI przekłada się więc na wydajność pracy, co stanowi również korzyść ekonomiczną.

Bibliografia

1. Gedliczka A, Welon Z, Szklarska A, et al. Atlas miar człowieka – dane do projektowania i oceny ergonomicznej. Warszawa: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy; 2001. http://symulatorium.zut.edu.pl/fileadmin/PUBLIKACJE/Gedliczka_-_Atlas.pdf [dostęp: 07.12.2021].
2. PN-EN 547-1+A1:2010. Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego. Część 1: Zasady określania wymiarów otworów umożliwiających dostęp całym ciałem do maszyny.
3. PN-EN 547-2+A1:2010. Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego. Część 2: Zasady określania wymiarów otworów umożliwiających dostęp.
4. PN-EN 547-3+A1:2010. Bezpieczeństwo maszyn – Wymiary ciała ludzkiego. Część 3: Dane antropometryczne.
5. Bogdan A, Marszałek A, Zwolińska M. Pracownia Obciążeń Termicznych – laboratorium do oceny wpływu stosowania odzieży na organizm człowieka, Przegląd Włókienniczy. Włókno, Odzież, Skóra. 2012;9:21-25.
6. Lu Y, Song G, Li J. A novel approach for fit analysis of thermal protective clothing using three-dimensional body scanning. Applied Ergonomics. 2014;45(6):1439-1446.
7. Nawaz N, Troynikov O. Firefighters' protective jackets: Fit to female form and its effects on attributes relevant to thermal comfort. J Occup Environ Hyg. 2010;15(11):792-802.

8. Szkudlarek J, Owczarek G. Naddatki wymiarowe i naddatki do miar antropometrycznych, wynikające ze stosowania środków ochrony indywidualnej (i odzieży roboczej) a ergonomiczne środowisko pracy. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*. 2021;2:20-23.
9. PN-EN 894-1:2010. Bezpieczeństwo maszyn. Wymagania ergonomiczne dotyczące projektowania wskaźników i elementów sterowniczych. Część 1: Ogólne zasady interakcji między człowiekiem a wskaźnikami i elementami sterowniczymi.
10. Kozey JW, Brooks C, Dewey SL, et al. Effects of human anthropometry and personal protective equipment on space requirements. 2009;8(2-3):67-79. DOI:10.3233/OER-2009-0160.
11. Koradecka D. Bezpieczeństwo Pracy i Ergonomia. Tom 2. Warszawa: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy; 1999.
12. Wykowska M. Ergonomia. Kraków: Wydawnictwa AGH;1994. https://www.ergonomia.agh.edu.pl/Skrypt_Ergonomia-M.Wykowska/ergonomia/nr_2.html [dostęp: 07.12.2021].

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy jest współautorem Atlasu miar człowieka wydane w 2001 roku. W latach 2020-2022 w ramach programu wieloletniego pt. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” realizowane były prace nad nowym Atlasem miar człowieka pt. „Portret Polaka PL2030”, zawierającym uaktualnienie danych antropometrycznych, biomechanicznych i sensorycznych. Dane dotyczące naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI stanowią oddzielny rozdział „Naddatki wymiarowe”.

► Atlas miar człowieka „Portret Polaka PL2030” – dostęp na stronie internetowej CIOP-PIB: <https://atlas.ciop.pl/>

Baza naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI oraz wybranych parametrów widzenia, opracowana w Zakładzie Ochron Osobistych CIOP-PIB w Łodzi w latach 2020-2022 stanowi zbiór informacji o naddatkach wymiarowych uzupełnionych o informacje dotyczące ograniczeń pola widzenia wynikających ze stosowania środków ochrony indywidualnej. Dane

w postaci wartości minimalnych i maksymalnych naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania wybranych typów ŚOI oraz wybranych zestawów ŚOI zaprezentowano w tabelach oraz na grafikach.

Baza danych naddatków wymiarowych wynikających ze stosowania ŚOI zawiera pliki wsadowe do programów do projektowania oraz algorytmy do szacowania naddatków wymiarowych (tzw. Kalkulatory Naddatków Wymiarowych). Konsekwencją stosowania ŚOI jest także ograniczenie pola widzenia.

Dane liczbowe i graficzna interpretacja ograniczenia pola widzenia dla wybranych ŚOI stanowi uzupełnienie do bazy danych.

► Baza danych naddatków wymiarowych oraz wybranych parametrów widzenia, pliki wsadowe do projektowania, Kalkulatory Naddatków Wymiarowych – dostęp na stronie internetowej CIOP-PIB: <https://baza-nw.ciop.pl>

Zapraszamy do zapoznania się z ofertą Pracowni Ochron Oczu i Twarzy: <https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/appmanager/ciop/pl?nfpb=true&pageLabel=P35202457861461159518542&unitId=69&presentationType=3>

Zachęcamy do zapoznania się z literaturą:

1. Szkudlarek, J.; Zagrodny, B.; Zarychta, S.; Zhao, X., 3D Hand Scanning Methodology for Determining Protective Glove Dimensional Allowances, Int. J. Environ. Res. Public Health 2023, 20, 2645. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032645>
2. Szkudlarek, J.; Owczarek, G.; Jachowicz, M.; Zagrodny, B.; Sencerek, J., Study of The Impact of Users' Features on Dimensional Allowances Resulting from the Use of Personal Protective Equipment, Int. J. Environ. Res. Public Health 2023, 20, 3380. <https://doi.org/10.3390/>
3. Szkudlarek J., Drobinia I., A database of dimensional allowances for ergonomic design of the work environment, Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej, Technologie, Procesy i Systemy produkcyjne, Editors: Jacek Rysiński, Dariusz Więcek, s. 248, ISBN: 978-83-66249-98-1, DOI: <https://doi.org/10.53052/9788366249981>
4. Szkudlarek, J., Owczarek G.; Wartości naddatków wymiarowych jako dane wejściowe do projektowania ergonomicznego środowiska pracy, <https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/94943/Materialy-informacyjne-I-PB-10-J-Szkudlarek.pdf>