

ANTROPOMETRIA W PROJEKTOWANIU PRZESTRZENI ROBOCZEJ DLA OSÓB STARSZYCH I NIEPEŁNOSPRAWNYCH

1. WSTĘP

Zapewnienie wszystkim ludziom poprawnych warunków pracy i życia - dobrostanu (well-being) - to zadanie, jakie stawia ergonomia wchodząc w nowe milenium. Wszystkim - to znaczy także osobom starszym i niepełnosprawnym, dla których jakość życia, (quality of life) ma istotne znaczenie w życiu codziennym. Problem jest niezwykle aktualny, bowiem na świecie obserwujemy stale zwiększającą się liczbę populacji niepełnosprawnej, oraz nasilenie się procesu starzenia społeczeństw. Najnowsze publikowane wyniki badań dowodzą, że wzmożona aktywność ruchowa podczas całego okresu życia, lub nawet podjęta w późniejszym wieku, poprawia ogólny stan zdrowia wpływając jednocześnie na jakość i długość życia. Aktywność ruchowa wiąże się także z aktywnością poprzez pracę. Jest to jedno z zadań, jakie ergonomia ma przed sobą do rozwiązania - adaptacja stanowisk oraz środowiska pracy do predyspozycji fizycznych osób niepełnosprawnych. Wobec wciąż zwiększającego się wieku osób pozostających, mimo emerytury aktywnymi zawodowo, pojawia się również potrzeba dostosowania nowoczesnych technologii, na powstających wciąż nowych stanowiskach pracy, do możliwości ludzi starszych. Innym ważnym tematem, który pojawia się obecnie, jako pilny do rozwiązania, jest środowisko życia człowieka poza pracą - ukształtowane zgodnie z potrzebami osób starszych i niepełnosprawnych ułatwi im wykonywanie czynności dnia codziennego oraz kontakt ze społeczeństwem.

2. METODY WYZNACZANIA STREF ROBOCZYCH

Do wyznaczenia parametrów płaszczyzn roboczych oraz rozmieszczenia wszelkiego rodzaju urządzeń sterowanych ręcznie zarówno na stanowisku pracy jak i we wnętrzu domowym, niezbędna jest znajomość wymiarów przestrzeni ruchowej kończyn górnych. Jest ona najczęściej opisywana jako pozioma lub pionowa strefa zasięgu. W najprostszym ujęciu wyznacza się ją w układzie jednowymiarowym jako pomiar długościowy kończyny mierzony w kilku jej położeniach. W ten sposób, w zależności od usytuowania kończyn, otrzymuje się tzw. sięgi: przedni, górny lub dolny i boczny.

Wyznaczają one zakresy maksymalnej strefy dosięgania (MSD) w trzech rzutach.

W przypadku gdy nie dysponujemy wymiarami sięgów, przybliżony wymiar maksymalnej wysokości dosięgania MWD (za Grandjeanem) można obliczyć posługując się następującym wzorem:

$$\text{MWD} = 1,24 \times \text{wysokość ciała w mm} \quad (1)$$

Określenie zakresu ruchu opartego tylko o wymiary sięgów okazało się niewystarczające przy projektowaniu struktur przestrzennych. Badania podjęte w Instytucie Wzornictwa Przemysłowego umożliwiły opisanie przestrzennej strefy roboczej

reprezentatywnej dla dorosłej populacji polskiej (Nowak, 1978). Została ona wyznaczona przez położenie kończyn górnych mierzone w układzie biegunowym jednocześnie na kilku płaszczyznach poziomych. Przestrzeń ta największe wymiary osiąga na wysokości pasa barkowego, stopniowo zmniejszając się zarówno w dół, jak i w górę. Pomiaru były wykonywane za pomocą prototypowej aparatury. Przyjęty trójwymiarowy układ pomiarowy, wyprowadzony od punktów antropometrycznych związanych z pasem barkowym, zapewnił przydatność uzyskanych danych w projektowaniu stanowisk pracy wymagających zarówno pozycji stojącej, jak i siedzącej.

Wyniki badań zostały opracowane w formie normy: PN-80-N-08001 Dane ergonomiczne do projektowania, Granica zasięgu rąk, Wymiary, i znajdują szerokie zastosowanie w projektowaniu struktur przestrzennych maszyn, urządzeń, stanowisk pracy, środków transportu oraz wnętrz biurowych, mieszkalnych i użyteczności publicznej. Jednak mimo tak dużej przydatności uzyskanych danych, nie można było posłużyć się tym samym stendem pomiarowym w badaniach osób starszych i niepełnosprawnych. Jedną z przyczyn stanowił fakt, że aparatura była nieprzenośna i narzucała konieczność prowadzenia czasochłonnych badań w warunkach laboratoryjnych, często zbyt trudnych dla osoby poruszającej się na wózku inwalidzkim.

Także cytowana wcześniej metoda Grandjeana nie może być wykorzystana dla wyznaczania stref dosięgania osób starszych i niepełnosprawnych. Jak wykazały badania (Nowak, 1988), u tych grup osób nie występuje tak istotna korelacja między wymiarem sięgu górnego a wysokością ciała. W wyniku procesu starzenia się oraz na skutek przebytych chorób i urazów ciała, zachodzą zmiany obejmujące m.in. układ kostno-stawowo-mięśniowy. Jest to powodem znacznych ograniczeń funkcji ruchu w poszczególnych stawach, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszania się wymiaru maksymalnej wysokości dosięgania wyznaczanej za pomocą wymiaru sięgu górnego.

U chorych na przewlekle postępujący gościec zaobserwowano zmniejszenie się pola pracy kończyn górnych o 7 - 10% przy ograniczeniu ruchomości stawu barkowego, a o około 25 - 33% przy zmierzeniu zakresu ruchu stawu łokciowego (Grabowska i inni, 1968). Są to wprawdzie istotne informacje dla osób projektujących struktury przestrzenne, w których muszą poruszać się i funkcjonować osoby nie wykazujące pełnej sprawności ruchowej, jednak nie określają w sposób jednoznaczny granic możliwości dosięgania przez te grupy osób. Dlatego tak duże znaczenie ma opracowanie prostej metody umożliwiającej zdefiniowanie przestrzeni pracy bez konieczności konstruowania kosztownej aparatury i zapewniającej wykonanie pomiarów w zakładzie pracy lub bezpośrednio w mieszkaniu inwalidy. Częściowo przydatną dla tych celów okazała się metoda Dasa i Grady'ego opublikowana na łamach czasopisma Ergonomics w 1983 roku. Była ona jednak jeszcze zbyt skomplikowana. Korzystając z wyników badań eksperymentalnych populacji osób zdrowych i niepełnosprawnych, Nowak (1988) dokonała modernizacji tej metody opisując ją w czasopiśmie Ergonomics w 1989 roku.

Metoda ta umożliwia, bez użycia specjalistycznej aparatury pomiarowej, wyznaczenie maksymalnych stref zasięgu przy pomocy tylko trzech cech antropometrycznych.

Są to:

- sięg górny w chwycie
- sięg boczny w chwycie
- głębokość tułowia.

Przy zastosowaniu tej metody wyznaczono Maksymalny Zasięg Strzałkowy - MZS dla osób z dysfunkcją kończyn dolnych poruszających się na wózkach inwalidzkich (Nowak, 1988, 1989; Jarosz, 1993).

Wymiary zasięgu porównano z danymi populacji zdrowej. Uzyskane znaczne różnice w zasięgach obu grup zostały potwierdzone wynikami badań innych autorów (Floyd, 1966;

Boussena i Davies, 1987; Goswami, 1997; Das i Kozey, 1994; Das i Grady, 1983). Jest to zrozumiałe, bowiem osoby niepełnosprawne są znacznie mniej sprawne ruchowo w stosunku do osób zdrowych i w związku z tym osiągają mniejsze wartości stref dosięgania. Różnice te w stosunku do populacji zdrowej wynoszą nawet od 30 do 40 cm. Należy podkreślić, że badania stref zasięgu odnosiły się do wyprostowanej pozycji ciała. Granice dosięgania u osobników zdrowych mogą ulec zwiększeniu przy pochyleniu tułowia do przodu lub w bok o około 5%. Przyjmując 30⁰ jako maksymalne pochylenie do przodu, strefa dosięgania może ulec przesunięciu nawet do około 20 - 27 cm.

3. DANE ANTROPOMETRYCZNE DO PROJEKTOWANIA STREF ROBOCZYCH

Przystępując do projektowania wyposażenia wnętrz, w których użytkownikami będzie polska populacja osób niepełnosprawnych poruszających się na wózkach, skorzystamy z danych zawartych w Atlasie antropometrycznym populacji polskiej - dane do projektowania (Nowak, 2000). Wyznaczając strefy dosięgania niezbędne do usytuowania półek oraz wszelkiego rodzaju uchwytów, posłużymy się, zgodnie z zasadami ergonomii najmniejszymi wymiarami (5 centyl) sięgu górnego, przedniego lub bocznego, niezależnie, czy wymiar ten będzie osiągniany przez mężczyznę, czy kobietę. Dla sięgu górnego będzie to wartość **882 mm** - mierzona od płaszczyzny siedziska wózka, dla sięgu przedniego **558 mm** - mierzona od płaszczyzny oparcia wózka, a dla sięgu bocznego **175 mm** - mierzona od boku wózka lub **534 mm** - mierzona od osi ciała. Wartości te wyznaczają granice stref dosięgania w płaszczyźnie czołowej, strzałkowej i poprzecznej. Biorąc pod uwagę standardową wysokość wózka maksymalna wysokość dosięgania (MWD) mierzona od podłoża (B) sięgiem górnym wynosi dla osoby niepełnosprawnej poruszającej się na wózku **1412 mm**. (Dla porównania MWD dla dorosłej populacji sprawnej wynosi **1785 mm**, a dla osiemnastolatków **1854 mm**).

Niepełnosprawność jest także ściśle związana z procesem starzenia się i obniżaniem ogólnej sprawności psychofizycznej organizmu. Do zmian wynikających ze starzenia się organizmu, uważanych za naturalne, dochodzą typowe choroby wieku podeszłego. Jedną z nich są schorzenia reumatyczne prowadzące do zwyrodnienia stawów, które w efekcie powodują zmniejszanie siły i zręczności rąk, ograniczają ruchomość kończyn i tułowia oraz zdolność utrzymania równowagi ciała. Zmniejsza się także długość kroku i wysokość pokonywania stopni. Następuje stopniowe ograniczenie indywidualnych możliwości aktywnego uczestniczenia w wykonywaniu czynności domowych.

Badania socjologiczne o potrzebach ludzi w podeszłym wieku wskazują, że najbardziej cennymi wartościami wpływającymi na ich ocenę „zadowolenia życiowego” jest niezależność i samodzielność. Oznacza to przede wszystkim posiadanie własnego mieszkania i prowadzenie samodzielnego gospodarstwa domowego. Ważnym elementem jest pozostanie w dotychczasowym mieszkaniu w otoczeniu tych samych mebli, do których osoby starsze od dawna były przyzwyczajone. Są to argumenty bardzo istotne dla projektanta zajmującego się aranżacją wnętrz, których użytkownikami będą osoby starsze. Dlatego pierwszym krokiem powinna być modernizacja wnętrza zgodna z potrzebami i możliwościami psychofizycznymi i upodobaniami osób w podeszłym wieku, a w przypadku konieczności zmiany miejsca zamieszkania przez osobę starszą, wnętrza powinno być zaprojektowane zgodnie z jej upodobaniami oraz z zasadami ergonomii. Jedną z nich jest dostosowanie struktur przestrzennych i elementów wyposażenia wnętrz do budowy fizycznej człowieka.

Populacja osób starszych ma inne wymiary ciała w porównaniu do ludzi młodych lub w wieku średnim. Charakteryzują się oni m. innymi mniejszymi wymiarami długościowymi i wysokościowymi oraz, co ma istotne znaczenie w projektowaniu struktur przestrzennych, znacznie mniejszymi wymiarami funkcjonalnymi. Do nich należą omawiane wcześniej sięgi, które wyznaczają granice możliwości dosięgania. Granice te wyraźnie zmniejszają się

z wiekiem. Fakt ten potwierdzają badania obejmujące populację polską (Nowak 1976, Jarosz 1998), holenderską (Molenbroek 1987) i brytyjską (Pheasant 1988).

Według badań Jarosz (1998) dla Polek w wieku 60 - 96 lat **sięg górny** w pozycji stojącej wynosi **1614 mm**. Wymiar ten określa **granice możliwości dosięgania** i powinien być respektowany przy projektowaniu wyposażenia wnętrz przeznaczonych dla osób starszych. Poza tą strefą nie powinny być umieszczone przyciski, przełączniki, uchwyty lub inne elementy wymagające sterowania ręcznego, ani też żadne przedmioty przechowywane w mieszkaniu wymagające częstego używania. Przy niedostosowanym wnętrzu, użytkownicy pomagają sobie na różne sposoby, starając się dosięgnąć do niedostępnych miejsc (np. przystawiając stołeczki, krzesła itp.), co często kończy się wypadkiem i może prowadzić do kalectwa.

Badania podejmowane przez ergonomistów w Wielkiej Brytanii, Holandii, Niemczech, Japonii, Stanach Zjednoczonych, Kanadzie i Krajach Skandynawskich (Kumashiro 1997, Molenbroek 1993, Rutherford 1992, Sandhu 1993, Väyrynen 1996, Williams 1996) wskazują, że w grupie osób starszych w środowisku domowym występują szczególnie duże zagrożenia uszkodzeń ciała. Wg raportu Holenderskiego Instytutu Bezpieczeństwa Konsumenta w 1980 r. na 74 000 wypadków domowych, 24 000 zakończyły się śmiercią a 50 000 uszkodzeniami ciała. W tym, dla grupy osób starszych proporcje te były wyjątkowo niekorzystne i wynosiły 75% zgonów i 25% uszkodzeń ciała. Jednocześnie autorzy opracowania wskazują, że kobiety powodują dwa razy więcej wypadków niż mężczyźni. Tak duża wypadkowość pociąga za sobą ogromne koszty leczenia i wypłatę odszkodowań. Dlatego tak ważne jest dostosowanie wnętrz do zmieniającego się z wiekiem organizmu człowieka i zmieniającej się jego „wydolności fizycznej”. Ignorancja stosowania zasad ergonomii w projektowaniu wyposażenia wnętrz przeznaczonych dla ludzi w starszym wieku niesie szczególnie negatywne skutki dla tej grupy osób, których efektem są nie tylko urazy, ale może także kalectwo i śmierć.

Omawiając problem optymalnego wyznaczenia przestrzeni dosięgania nie można pominąć uwarunkowań biomechanicznych. Kończyna górna stanowi bowiem łańcuch biokinetyczny, który porusza się w stawie barkowym względem trzech osi, wykonując ruchy zginania, prostowania, odwodzenia, przywodzenia oraz nawracania i odwracania. Na zakres tych ruchów wpływa wiele czynników wynikających m.in. z budowy układu kostno-mięśniowego, cech osobniczych oraz stanu zdrowotnego człowieka, w tym sprawności układu kostno-stawowego oraz mięśniowego.

O wykonywanej pracy decyduje także siła ciężkości, którą musi pokonać unoszona kończyna. Im wyżej sięgamy, tym występuje bardziej niekorzystna pozycja w łańcuchu biokinematycznym kończyny górnej, co wiąże się z występowaniem niepożądanych statycznych napięć mięśni ramienia, przedramienia i pasa barkowego. Dodatkowe obciążenie stanowią czynności związane z podnoszeniem i przenoszeniem ciężkich przedmiotów (naczyni, garnków itp.) lub przekręcaniem i przyciskaniem różnego rodzaju przełączników oraz innych elementów wymagających sterowania ręcznego.

Biorąc pod uwagę wymiary antropometryczne, względy biomechaniczne oraz rodzaj i częstotliwość wykonywania czynności manualnych - zdefiniowano trzy strefy. Każda z nich zapewnia inny „komfort” pracy kończynie górnej.

Za **najkorzystniejszy – optymalny** uważa się **obszar** zawarty między wysokością barkową a wysokością łokciową. Powinny się w nim znaleźć wszelkiego rodzaju przełączniki, przyciski, uchwyty często używane oraz inne elementy sterowane ręcznie, a także należy planować miejsca do przechowywania produktów. Dla osób starszych strefa ta, w pozycji stojącej, mierzona od podłogi zawiera się w granicach:

850 mm - 1200 mm

W strefie dolnej zawartej między 850 a 610 mm mogą być umieszczane wymienione wcześniej elementy nie wymagające tak częstego użytkowania. Usytuowanie ich poniżej tej granicy naraża osobę starszą na schyłanie się i może powodować niezbyt duże przeciążenia kręgosłupa oraz stawów kolanowych. Dla osób starszych schyłanie się może być utrudnione na skutek zmniejszenia się elastyczności stawów oraz przebytych chorób zwyrodnieniowych układu stawowo-wiązadłowego. Według badań Grandjeana (1978) oraz Kirvesoja i innych (2000) usytuowanie **pólek dla osób starszych poniżej 300 mm jest niedopuszczalne**.

Badania tych autorów wskazały na fakt, że osobom starszym trudniej było się schylić niż sięgnąć po produkty z półki usytuowanej nieco powyżej stawu barkowego.

Górna granica wysokości strefy do przechowywania produktów, **podobnie jak wykazały badania populacji polskiej**, nie powinna przekroczyć **1600 mm**.

Stosując te same zasady i kryteria wyznaczono strefy dosięgania dla starszego użytkownika pracującego w pozycji siedzącej.

Może tak bowiem się zdarzyć, że osoba starsza ma trudności w utrzymaniu pozycji stojącej i jest zmuszona wykonywać pracę siedząc. Przyjęto wymiar wysokości krzesła równy wysokości podkolanowej 5-centylowej kobiety (Jarosz 1998). Jest to zgodne z zaleceniami innych autorów (Stoudt 1981, Pheasant 1988, Kirvesoja 2000), którzy potwierdzają fakt, że w przypadku osób starszych dla określenia optymalnych wymiarów wysokości siedziska najlepszym kompromisem jest przyjęcie wymiaru (tej cechy) dla 5 centyla kobiet.*

W tej pozycji górny zakres dosięgania wynosi **1280 mm** a dolny **290 mm**. Strefa optymalna zawiera się między **810 mm** a **470 mm**.

Przyjmując założenie, że osoba starsza ze względu na niesprawność narządu ruchu może poruszać się na wózku inwalidzkim, wyliczono strefy dosięgania uwzględniając standardową wysokość wózka (530 cm) i porównano je z wymiarami stref osób niepełnosprawnych.

Dla obu grup poruszających się na wózku zakres możliwości sięgania w dół jest identyczny. Zakres górny strefy dolnej i optymalnej różni się 10 milimetrami. Największa różnica występuje w zakresie dosięgania górnego i wynosi 58 mm na niekorzyść osób niepełnosprawnych.

Analizując wymiary stref dosięgania obu populacji i kierując się kryteriami zastosowania wymiarów minimalnych przy założeniu, że obie grupy poruszają się na wózkach inwalidzkich, strefy te będą miały następujące wartości graniczne:

	Osoby starsze	Osoby niepełnosprawne	Próba połączona
	1470 mm	1412 mm	1412 mm
strefa górna	1000 mm	990 mm	990 mm
	1000 mm	990 mm	990 mm
strefa optymalna	660 mm	670 mm	660 mm
	660 mm	670 mm	660 mm
strefa dolna	480 mm	480 mm	480 mm

Oznacza to, że dla osób starszych poruszających się na wózkach inwalidzkich w żadnym wypadku, **poza strefą 1470 mm**, nie powinny się znajdować miejsca do

* Do wszystkich wymiarów wysokościowych należy dodać ok. 20 mm na obuwiu.

przechowywania produktów, ani też inne elementy wymagające częstych czynności manipulacyjnych. Dla osób niepełnosprawnych strefa ta nie powinna przekroczyć **1412 mm**.

Użytkownik wózka inwalidzkiego nie ma możliwości ani podciągnięcia się do góry, ani też schylania się. Najniższym poziomem sięgania w dół dla obu grup jest **wymiar 480 mm**. Poniżej tego poziomu osoba niepełnosprawna nie ma możliwości dosięgnięcia czegokolwiek. Nie może wychylić się na boki przede wszystkim ze względu na ograniczoną mobilność ciała, ale także ruchy kończyn są utrudnione przez oparcia boczne. Wszelkie próby zmiany pozycji ciała prowadzą, na skutek przemieszczenia się środka ciężkości, do utraty stabilności i mogą powodować wypadek. Dlatego ważne jest wyznaczanie granic dosięgania ujętych także w płaszczyźnie horyzontalnej. Stosując, cytowaną wcześniej metodę Nowak (1989), wyznaczono Maksymalny Zasięg Horyzontalny (MZH) osób starszych i niepełnosprawnych poruszających się na wózkach inwalidzkich.

Wymiary tej strefy są istotne przy projektowaniu płaszczyzn roboczych oraz wyposażenia wewnątrz wymagających sięgania w bok i w przód. Mierząc od oparcia siedziska strefa dosięgania w przód dla obu grup wynosi **ok. 620 mm**. Jest to granica usytuowania w płaszczyźnie czołowej wszelkiego rodzaju przedmiotów, urządzeń i przełączników oraz projektowania półek, szuflad itp. Granicą boczną, licząc od osi ciała, jest wymiar **615 mm**.

4. PODSUMOWANIE

Podane w publikacji dane do projektowania wychodzą naprzeciw potrzebom projektantów kształtujących środowisko pracy i życia osób starszych i niepełnosprawnych i stanowią dla nich istotne informacje jak projektować to środowisko uwzględniając możliwości „słabszego” użytkownika.

LITERATURA

1. Bullock, M.I., (1974) The Determination of Functional Arm Reach Boundaries for Operation of Manual Controls. *Ergonomics*, 3, 375-88
2. Boussena, M. and Davies, B. T., (1987) Engineering anthropometry of employment rehabilitation centre clients. *Applied Ergonomics*, 18 (3), 223-8
3. Damon, A., Stoudt, H. W., McFarland, R. A., (1966) The human body in equipment design. (Cambridge, Mass: Harvard University Press)
4. Das, B. and Grady, M., (1983) Industrial work place layout design. An application of engineering anthropometry. *Ergonomics*, 26 (5), 433-47.
5. Das, B. and Kozey, J., (1994) Structural Anthropometry for Wheelchair Mobile Adults, Toronto: 12th Triennial Congress of IEA, vol. 3 (Rehabilitation Ergonomics) Human Factors Association of Canada, 63-5.
6. Do, M. C. i inni (1985) Are paraplegics handicapped in the execution of a manual task?, *Ergonomics*, Vol. 28, No 9, 1363-75
7. Floyd, W. F., (1966) A study of the space requirements of wheelchair users. *Paraplegia*. 1 (4) 24-37
8. Goswami, A., (1997) Anthropometry of people with disability, w książce pt. „Perspectives in Rehabilitation Ergonomics”. Taylor & Francis. 339-59
9. Grabowska, Z. i inni, (1968) Badania nad ograniczeniem pola pracy u chorych na gościec przewlekle postępujący, *Biuletyn Informacyjny, Zakład Badawczy ZSI*, Nr 5, s. 7-11
10. Grandjean, N., (1978) *Ergonomia mieszkania*, Arkady, Warszawa

11. Jarosz, E., (1993) Dane antropometryczne do projektowania przestrzeni pracy dla osób niepełnosprawnych na wózkach inwalidzkich. *Prace i Materiały Instytutu Wzornictwa Przemysłowego*, Warszawa, z. 146.
12. Jarosz, E., (1998) Dane antropometryczne osób starszych dla potrzeb projektowania. *Prace i Materiały Instytutu Wzornictwa Przemysłowego*, Warszawa, z. 153.
13. Kirvesoja, H., i inni, (2000) Three evaluations of task-surface heights in elderly people's homes, *Applied Ergonomics*, 31, 109-19
- 14.
15. Kothiyal, K., Tettey, S., (2001) Anthropometry for Design for the Elderly, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol. 7, No 1, 15-34
16. Kumashiro, M., (1997) How can work adaptability be predicted for aged workers?, *IEA'97, Tampere, Finland*, 457-9
17. Molenbroek, J. F. M., (1987) Anthropometry of elderly people in The Netherlands; research and applications. *Applied Ergonomics*, No. 18.3, pp. 187-99
18. Nowak, E., (1976) Determination of the upper extremities workspace for the needs of workstands design. *Institute of Industrial Design, Works and Materials*, 30, Warsaw.
19. Nowk, E., (1978) Determination of the spatial reach area of the arms for workplace design purposes. *Ergonomics*, No 7, 493 - 507.
20. Nowk, E., (1988) Workspaces for the disabled. Data for design purposes. *Institute of Industrial Design, Works and Materials*, 129, Warsaw.
21. Nowk, E., (1989) Workspace for disabled people. *Ergonomics*, 9, 1077-88
22. Nowak, E., (1992) Practical application of anthropometric research in rehabilitation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 9, 109-15.
23. Nowak, E., (1997) Objective method of assessing hand efficiency for the needs of ergonomics and rehabilitation, *Advances in Occupational Ergonomics and Safety II*, Edited by Biman Das and Waldemar Karwowski IOS Press and Ohmsha
24. Nowak, E., (2000) Application of Ergonomic Methods in Rehabilitation, *Ergonomics and Safety for Business Quality and Productivity*, Edited by D. Koradecka, W. Karwowski and B. Das
25. Pheasant, S. T., (1988) *Bodyspace. Anthropometry, Ergonomics and Design*. London and Philadelphia: Taylor & Francis.
26. Shu Li., Zhenhua Xi., (1990) The measurement of functional arm reach envelopes for young Chinese males, *Ergonomics*, 7 967-78
27. Väyrynen, S. i inni, (1996) Simulation of Home Daily Activities for the Development of Improved Technology for the Elderly, w książce: *Advances in Occupational Ergonomics and Safety I*, International Society for Occupational Ergonomics and Safety, 1-6
28. Wiliams, S. N., i inni (1996) An Evaluation of the Work Ability of Older Employees, w książce: *Advances in Occupational Ergonomics and Safety I*, International Society for Occupational Ergonomics and Safety, 33-8