

Kamil WRÓBEL*, Małgorzata SŁAWIŃSKA*

KRYTERIA OCENY ERGONOMICZNOŚCI URZĄDZEŃ WYKORZYSTYWANYCH PRZEZ OSOBY STARSZE W PRACY Z KOMPUTEREM

DOI: 10.21008/j.0239-9415.2019.080.20

W artykule przedstawiono wpływ cech myszy komputerowych na występowanie błędów wpływających na organizację i wykonywanie pracy. Porównano liczbę występujących błędów, czas wykonania zadania i dokładność sterowania, biorąc pod uwagę dziewięć peryferyjnych urządzeń sterowniczych i wybrane osoby starsze. Zaobserwowano związek między liczbą występujących błędów a cechami urządzeń i ich użytkowników; zauważono duży zakres zmian liczby błędów. Na podstawie analizy wyników wykazano, że zadania wykonywano najdłużej z użyciem myszy o najwyższym i najniższym ocenionym poziomie ergonomiczności. Myszy ocenione jako średnio i przeciętnie ergonomiczne najlepiej nadają się do szybkiej pracy. Ocena ergonomiczności badanych myszy, dokonana za pomocą testu Fittsa, znacznie pokrywa się z oceną liczby błędów podczas interakcji.

Słowa kluczowe: kształtowanie cech ręcznych elementów sterowniczych, osoby starsze, testy oceny ergonomiczności

1. WPROWADZENIE

Komputery osobiste odgrywają ważną rolę w życiu społeczeństw. Urządzenia te powszechnie umożliwiają wykonywanie różnorodnych zadań.

Grupą użytkowników komputerów osobistych w coraz szerszym zakresie stają się osoby starsze. W Polsce po 2009 r. obserwuje się dynamiczny wzrost liczby takich osób użytkujących komputery osobiste (McKinsey Company, 2015). Należy się spodziewać, że ta tendencja utrzyma się w najbliższym czasie. Wpływ na to będą miały zmiany demograficzne i wzrost aktywności osób starszych (np. w ramach uniwersytetów trzeciego wieku), rozwój technologii informacyjnej w ban-

* Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania.

kowości i urzędach, a także presja otoczenia na wykorzystywanie komputerów w pracy zawodowej i w czasie wolnym. Jednak zachęcenie osób starszych do aktywnego i pozbawionego stresu korzystania z technologii informatycznej spotyka się z oporem. Wymaga specjalnej oferty, skierowanej do tej grupy, i częstej pomocy innych osób, np. najbliższej rodziny (McKinsey Company, 2015).

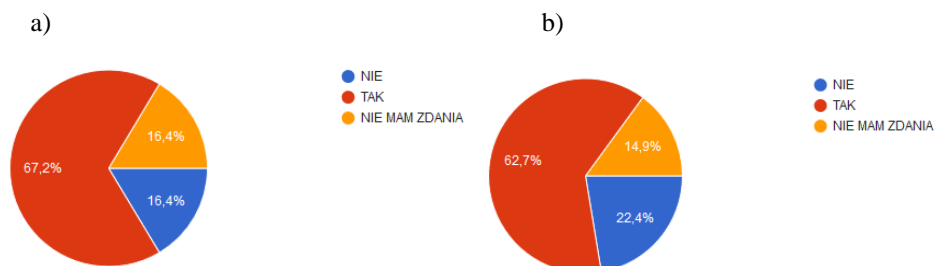
Z perspektywy aktywności osób starszych istotna jest technologia wspomagająca wykonywanie czynności zawodowych i pozazawodowych. Należy zaznaczyć, że korzystanie z programów i aplikacji wymaga podstawowej umiejętności stosowania technologii informatycznej, choćby ze względu na różnice między stosowanymi językami i interfejsami (Tarkowski et al., 2015).

Z badań wynika, że osoby starsze mają trudności z użytkowaniem komputerów osobistych, najczęściej dotyczące posługiwania się urządzeniami sterowniczymi, tj. myszą komputerową, oraz opanowania licznych funkcji dostępnych zarówno z poziomu klawiatury, jak i w ramach poszczególnych programów komputerowych. Inne źródła problemów to nadmierna liczba opcji wyboru, zbyt małe przyciski lub litery elementów interfejsów i ekranów, obca terminologia, symbole, skomplikowane instrukcje, niewyraźne kolory, hasła dostępu i nieporęczność urządzeń (Szmigielska, Bąk, Jaszczak, 2012; Tarkowski et al., 2015). Problemy te wynikają z konieczności zapamiętania sekwencji czynności nieintuicyjnych dla osób starszych, z wymaganej precyzji sterowania i z ograniczeń psychofizycznych. Efektem tego jest fizyczne wykluczenie zawodowe i społeczne (Czapiński, Panek, 2009). Z powodu wymienionych trudności pracodawcy wolą inwestować w osoby młodsze (Wiśniewski, 2009).

Ważnym czynnikiem wpływającym na postępowanie osób starszych jest stan zdrowia. W tym obszarze można mówić o bardzo dużym zróżnicowaniu, możliwe jest więc wyciągnięcie jedynie ogólnych wniosków na temat całej grupy (Tarkowski et al., 2015). Z tego względu postuluje się spersonalizowane podejście do analizowanego problemu.

Niepełnosprawność jest czynnikiem motywującym do korzystania z urządzeń komputerowych. Jednak może być również barierą, jeżeli upośledzenie zdolności motorycznych utrudnia użytkowanie urządzeń sterowniczych. W Polsce nie prowadzono do tej pory badań nad korelacją między dolegliwościami osób starszych a poziomem wykorzystywania przez nie technologii informacyjno-komunikacyjnych (Tarkowski et al., 2015).

W badaniach pilotażowych na grupie ponad 150 studentów zweryfikowano potrzebę opracowania narzędzia wspomagającego osoby starsze w pracy z komputerem. Przeznaczeniem narzędzia jest wspomaganie nabycia umiejętności swobodnego korzystania z interfejsów człowiek–komputer. Badania przeprowadzono w grupie osób z doświadczeniem w zakresie pomocy osobom starszym w interakcji z komputerem. Zdaniem badanych osób istnieje potrzeba opracowania narzędzia wspomagającego osoby starsze w doborze i nauce użytkowania interfejsów. 67% respondentów wskazało potrzebę wspomagania doboru, a 63% – potrzebę wspomagania nauki użytkowania (rys. 1).

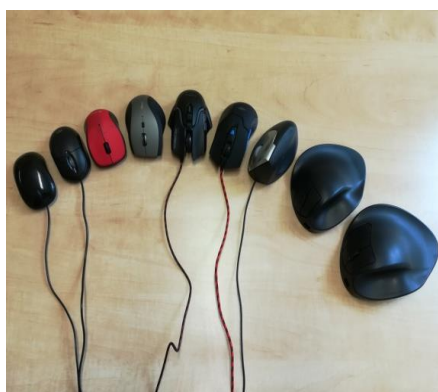


Rys. 1. Potrzeba powstania a) narzędzia komputerowego wspomagającego dobór interfejsów, b) narzędzia wspomagającego naukę użytkowania interfejsów.
Opracowanie własne

Uzasadnione staje się podjęcie badań nad określeniem czynników wpływających na ocenę ergonomiczności interfejsów komputerowych dla osób starszych.

2. METODA I ZAKRES BADAŃ

W celu zbadania adekwatności kryteriów ergonomicznych w kontekście błędów interakcji za metody podstawowe przyjęto metodę ankietową, pomiar cech antropometrycznych zgodnie z normą (PN-EN ISO 7250, 2005), metodę *case study* i etnografię z zapisem wideo. W celu walidacji kryteriów ergonomicznych posłużono się testem Fittsa, identyfikacją błędów interakcji, czasem wykonania zadania sterowniczego i zmodyfikowanym narzędziem pomiarowym Stöbel (Stöbel, Wandke, Blessing, 2012). W badaniu wzięło udział sześć osób w wieku od 51 do 83 lat, którym udostępniono dziewięć myszy komputerowych o zróżnicowanych cechach (rys. 2 i tab. 1).



Rys. 2. Myszy komputerowe uwzględnione w badaniach. Opracowanie własne

Tabela 1. Cechy analizowanych myszy komputerowych

Zakres dostosowania	Cecha RUIES	Charakterystyka cechy (wartości podano w milimetrach)								
		numer myszy komputerowej								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Urządzenie – kończytny	szerokość urządzenia względem szerokości obu rąk	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	długość urządzenia	47	63	47	61	57	74	52	139	145
Urządzenie – uchwyt (pod dłonią)	szerokość urządzenia	54	54	60	73 (57)	83 (62)	68	69	125 (54)	137 (80)
	wysokość urządzenia	31	33	39	40	40	41	70	51	57
	średnica przy zacisku dłoń–palcie	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Urządzenie – RES (pod palcami)	długość urządzenia	51	41	57	58	71	65	68	42	46
	szerokość urządzenia	54	51	62	57	63	60	46	73	64
	wysokość urządzenia	22	23	24	29	23	29	62	37	41
	długość wyprofilowań	45	43	58	88	67	73	74	125	143
Wyprofilowanie – uchwyt (lewy)	szerokość wyprofilowań	19	18	29	35	20	21	46	33	38
	głębokość wyprofilowań	3	1	3	9	5	5	9	18	18
	kierunek wyprofilowań	oś X	oś X	t.g.-p.d.	t.g.-p.d.	t.g.-p.d.	oś X	oś X	oś X – w.p.	oś X – w.p.
	położenie wyprofilowań	lewy bok	lewy bok	lewy bok	lewy bok	lewy bok	lewy bok	lewy bok	lewy bok	lewy bok
	długość wyprofilowań	45	43	58	69	67	–	–	115	115
	szerokość wyprofilowań	19	18	29	32	20	–	–	45	52
	głębokość wyprofilowań	3	1	3	3	5	–	–	7	8
	kierunek wyprofilowań	oś X	oś X	t.g.-p.d.	t.g.-p.d.	t.g.-p.d.	oś X	–	oś X	oś X
	położenie wyprofilowań	prawy bok	prawy bok	prawy bok	prawy bok	prawy bok	prawy bok	–	prawy bok	prawy bok
	długość wyprofilowań	brak	brak	38	brak	49	43	49	brak	brak
Wyprofilowanie – RES	szerokość wyprofilowań	brak	brak	23	brak	20	19	20	brak	brak
	głębokość wyprofilowań	brak	brak	1	brak	3	1	2	brak	brak
	kierunek wyprofilowań	brak	brak	oś X	brak	oś X	oś X	oś X	brak	brak
	położenie wyprofilowań	brak	brak	centralne	brak	centralne	centralne	centralne	brak	brak

tabela 1 cd.

Zakres dostosowania	Cecha RUIES	Charakterystyka cechy (wartości podano w milimetrach)								
		numer myszy komputerowej								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wyprofilowanie – RES	długość wyprofilowań	brak	brak	38	brak	49	43	49	brak	brak
	szerokość wyprofilowań	brak	brak	23	brak	20	19	20	brak	brak
	głębokość wyprofilowań	brak	brak	1	brak	3	1	2	brak	brak
	kierunek wyprofilowań	brak	brak	oś X	brak	oś X	oś X	oś X	brak	brak
	położenie wyprofilowań	brak	brak	centralne	brak	centralne	centralne	centralne	brak	brak
RES	odległość RES – uchwyt/podstawa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	kierunek położenia RES – uchwyt/podstawa	oś X (hor.)	oś X (hor.)	oś X (hor.)	oś X (hor.)	oś X (hor.)	oś X (hor.)	oś X (wert.)	oś X (k. 45)	oś X (k. 45)
	długość RES	47	35	51	46	77	70	66	42	47
	szerokość RES	19	15	27	23	28	26	38	18	19
	wysokość RES – obudowa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pozostałe cechy	masa [g]	40	37	81	85	115	81	144	213	265
	kolorystyka	czarna	czarna	czarno-czarna	szaro-czarna	czarna	czarna	szaro-czarna	czarna	czarna
	rodzaj interfejsu	przewodowa	przewodowa	bluetooth	bluetooth	przewodowa	przewodowa	przewodowa	przewodowa	przewodowa
	możliwość doboru DPI	nie	nie	nie	tak	tak	tak	nie	nie	nie
	podświetlenie	brak	rolki	brak	brak	obudowy	obudowy i rolki	brak	brak	brak

t.g. - p.d. – tył góra-przód dół, w.p. – wcięcie prostokątne; hor. – położenie horyzontalne; wert. – położenie wertykalne; k. 45 – położenie mniej więcej pod kątem 45°.

Szarym kolorem zaznaczono kolumny zawierające opis urządzeń o najwyższym poziomie ergonomiczności.

Opracowanie własne.

Osoby badane miały z wykorzystaniem każdej myszy wykonać na przemian zadanie 1 z zastosowaniem zmodyfikowanego narzędzia Stöbel (z zachowaniem jak największej dokładności) i z zadanie 2 z zastosowaniem testu Fittsa (w jak najkrótszym czasie). Modyfikacja narzędzia Stöbel polegała na zaimplementowaniu wzorów drogi sterowania z wersji pierwotnej do ilustracji za pomocą narzędzia Paint z pakietu Microsoft. Osoby badane miały narysować czerwoną linię wzdłuż wyznaczonych dróg sterowania.

W tabeli 2 zamieszczono dane dotyczące wieku i cech antropometrycznych rąk jedynie trzech osób biorących udział w badaniach, ponieważ pozostałe osoby nie wykonały testów prawidłowo. Były to osoby bez wcześniejszego doświadczenia w użytkowaniu komputerów oraz osoby z takim doświadczeniem po przebytych chorobach ograniczających ich sprawność. Osoby 1 i 2 wykonywały zadania w okularach, oceniając, że widzą dobrze lub bardzo dobrze, natomiast osoba 3 nie miała okularów i podkreślała, że widzi słabo.

Tabela 2. Cechy antropometryczne dłoni i palców badanych osób

Osoba	Wiek [lata]	Długość ręki [mm]	Długość dłoni [mm]	Szerokość dłoni [mm]	Długość palca wskazującego [mm]	Szerokość palca wskazującego [mm]
1	76	173	100	82	70	19
2	53	205	125	80	75	18
3	51	195	110	92	80	20

Opracowanie własne na podstawie: PN-EN ISO 7250, 2005.

W badaniach wykorzystano urządzenia firm: HP (nr 1), ISY (nr 2), TRACER (nr 3), TRUST (nr 4), HIRO OCTAGON (nr 5), FURY HUNTER (nr 6), 3D OPTICAL MOUSE (nr 7), HIPPIUS NV – nr modelu M2WB (nr 8) i HIPPIUS NV – nr modelu L2WB (nr 9).

3. KRYTERIA ERGONOMICZNE W PROJEKTOWANIU ELEMENTÓW STEROWNICZYCH

Przedstawione m.in. w publikacji (Horst, W.M., Horst, N., 2011) kryteria ergonomiczne stosowane w projektowaniu elementów sterowniczych wynikają z następujących zasad, a co za tym idzie, wymagań ergonomicznych:

- z zasady ergonomii w kształtowaniu środków pracy w zakresie dostosowania obiektów technicznych do wymiarów ciała,
- z zasady ergonomii w projektowaniu sił używanych przez człowieka,
- z zasady ergonomii w projektowaniu wydolności umysłowej,
- z ergonomicznych zasad projektowania pozycji ciała,

- z zasady ekonomiki ruchów roboczych,
- z zasady racjonalnego wykonywania ruchów i wysiłków,
- z ergonomicznych zasad projektowania ruchów ciała,
- z ergonomicznych zasad doboru i rozmieszczenia elementów sterowniczych,
- z ergonomicznych zasad doboru ręcznych elementów sterowniczych,
- z zasady bezpieczeństwa i ergonomii w projektowaniu elementów informacyjnych i sygnalizacyjnych,
- z zasady projektowania i doboru wskaźników wizualnych.

Powyższe zasady dotyczą wielu zagadnień, jednak mają ogólne zastosowanie. Stosuje się je w celu dopasowania urządzeń do osoby standardowej bez możliwości uwzględnienia specyfiki cech osób starszych. Z tego powodu trudno je obiektywnie uznać za istotne w ocenie ergonomiczności dokonywanej na potrzeby tej grupy użytkowników.

4. RODZAJE BŁĘDÓW INTERAKCJI OSOBA STARSZA–RĘCZNE ELEMENTY STEROWNICZE

W celu oceny ergonomiczności w kontekście dostosowania urządzeń sterowniczych do potrzeb osób starszych można wziąć pod uwagę błędy interakcji. Na podstawie wykonanych badań wyodrębniono 34 rodzaje takich błędów. Analiza materiału wideo umożliwiła także określenie ich liczby oraz potencjalnych przyczyn (tab. 3).

Tabela 3. Potencjalne przyczyny i liczba błędów interakcji
osoba starsza–mysz komputerowa

Nr	Błąd interakcji	Możliwa przyczyna	Liczba
1	2	3	4
1	położenie palców na elemencie podczas aktywacji innego elementu sterowniczego	za małe urządzenie (6); niewłaściwe rozmieszczenie RES (1); za duże RES (1)	21
2	płasko ułożona dłoń	niewłaściwa forma urządzenia (10)	18
3	palce spoczywające obok urządzenia	niewłaściwe wyprofilowanie urządzenia (1); za małe urządzenie	17
4	zgięta dłoń	niewłaściwa forma urządzenia	11
5	rozwarcie palców	za duże urządzenie (3); niewłaściwa forma urządzenia; położenie elementów sterowniczych nieodpowiadające położeniu palców – zbyt szerokie (2)	10

tabela 3 cd.

1	2	3	4
6	aktywacja elementu sterowniczego na krawędzi bocznej	elementy sterownicze zbyt wąskie (1); położenie elementów sterowniczych nieodpowiadające położeniu palców (1)	10
7	ułożenie palca częściowo (tylko opuszką) w wyprofilowaniu z odwiedzioną pozostałą częścią palca	brak doświadczenia (14); nawyk (9)	10
8	odrywanie palca lub palców i częściowo dłoni po aktywacji elementu sterowniczego	nawyk	10
9	skrupulatne przykładanie się do wykonywanych zadań sterowniczych	brak doświadczenia	10
10	częściowe objęcie urządzenia dłonią	za duże urządzenie	9
11	brak wpływu lub mały wpływ na zmniejszenie odczuwanych dolegliwości	niewłaściwa forma urządzenia; położenie elementów sterowniczych nieodpowiadające położeniu palców	8
12	wymuszenie pracy całego przedramienia	za duże urządzenie; za duże podpórki pod palce (1)	8
13	uchwycenie urządzenia odwroconego od wzdłużnej osi dłoni	niewłaściwa forma urządzenia; niewłaściwe wymiary urządzenia – proporcje (1); brak elementów informacyjnych (3); niewłaściwe kolory (3)	7
14	potrzeba sprawdzenia wzrokiem położenia elementów sterowniczych	niewłaściwe kolory; niewłaściwa forma urządzenia; nadmierne skomplikowanie urządzenia (2); rozmiar urządzenia i elementów sterowniczych (2); brak elementów informacyjnych	6
15	ułożenie kilku palców na jednym elemencie sterowniczym	brak doświadczenia; nawyk; za małe urządzenie i elementy sterownicze (1)	6
16	ręka „zalewająca” urządzenie	za małe urządzenie	5
17	nieułożenie palca w wyprofilowaniu urządzenia i (lub) elementu sterowniczego	brak doświadczenia; źle umieszczone wyprofilowanie (1)	5
18	unoszenie urządzenia lub jego przechylenie w celu poprawy chwytu	brak doświadczenia; nawyk; niewłaściwa forma urządzenia	4
19	palce wystają poza elementy sterownicze	za małe urządzenie; położenie elementów sterowniczych zbyt blisko podstawy lub uchwytu (2)	4
20	nadmierne skupienie palców	za małe urządzenie; ciasno położone elementy sterownicze (1)	4

tabela 3 cd.

1	2	3	4
21	ułożenie palca na niewłaściwej części obudowy urządzenia lub elementu sterowniczego	brak doświadczenia	3
22	unoszenie przemieszczanego urządzenia w celu uzyskania większego zakresu ruchu	brak doświadczenia; nawyk; niewłaściwe przełożenie układu (3)	3
23	dostanie się palców lub paznokci pod urządzenie	niewłaściwa forma urządzenia	3
24	uderzenie urządzeniem w inny obiekt podczas użytkowania	brak doświadczenia; słaba motoryka (3); niewłaściwa forma urządzenia; niewłaściwe przełożenie układu	3
25	aktywacja elementu sterowniczego na krawędzi górnej	za krótkie urządzenie (1); elementy sterownicze położone zbyt blisko podstawy lub uchwytu	3
26	potrzeba sprawdzenia wzrokiem położenia urządzenia	niewłaściwe kolory; niewłaściwa forma urządzenia; nadmierne skomplikowanie urządzenia; niewłaściwy rozmiar urządzenia i elementów sterowniczych (1); brak elementów informacyjnych	2
27	zahaczenie przewodem zasilającym o inne obiekty podczas przemieszczania urządzenia	brak doświadczenia; niewłaściwy przewód zasilający (1)	2
28	trzymanie jedną ręką drugiej, wykonującej czynności sterownicze (np. chwyt przedramienia)	brak doświadczenia; nawyk	2
29	nienadążanie za wskaźnikiem	brak doświadczenia; niewłaściwe przełożenie układu; słaba motoryka	2
30	podkurczenie palca lub kilku palców i oparcie ich o urządzenie	brak doświadczenia; nawyk	1
31	niezamierzona aktywacja elementu sterowniczego podczas obejmowania urządzenia – nacisk dłoni lub palców	brak doświadczenia; nawyk; niewłaściwa forma i rozmiar urządzenia oraz niewłaściwe rozmieszczenie RES (2); forma i rozmiar elementów sterowniczych (2)	1
32	niewłaściwa reakcja urządzenia lub jej brak	uszkodzenie podzespołów urządzenia (1)	1
33	mylna aktywacja innego elementu sterowniczego zamiast właściwego właściwą częścią ręki	nawyk; niewłaściwa forma i rozmiar urządzenia oraz niewłaściwe rozmieszczenie RES; forma i rozmiar elementów sterowniczych; słaba motoryka; słaba pamięć (1)	1
34	nadmierna siła w celu aktywacji lub przesunięcia urządzenia	za duży opór mechaniczny RES lub kontaktu podstawa urządzenia–powierzchnia robocza (1)	1

Opracowanie własne.

Błędy interakcji osoba starsza–ręczne urządzenie sterownicze były związane ze stosowaniem niewłaściwego sposobu aktywacji i chwytu, z niedostosowaniem technicznym urządzeń do cech antropometrycznych, z niewłaściwym przełożeniem układu, z ograniczoną przestrzenią pracy, z niewłaściwą reakcją urządzenia, ze stosowaniem nadmiernej siły aktywacji, z podejściem do wykonywanej pracy oraz z rozróżnialnością elementów urządzenia.

Na podstawie badań określono błędy nieznajdujące odniesienia w normach i zazwyczaj niewystępujące w interakcji osób młodych z ręcznymi urządzeniami sterowniczymi (tab. 3).

Zdaniem autorów do najczęstszych przyczyn błędów należą: brak doświadczenia, niewłaściwa forma urządzenia, nawyki, zbyt małe lub za duże wymiary urządzenia, brak elementów informacyjnych, niewłaściwa kolorystyka, niewłaściwe przełożenie układu i słaba motoryka. W tabeli 3 w nawiasach podano stwierdzoną w wyniku analizy liczbę możliwych przyczyn błędów interakcji.

5. HIERARCHIA KRYTERIÓW ERGONOMICZNYCH

Hierarchizację kryteriów ergonomicznych według ważności wykonano w kontekście błędów interakcji. Na potrzeby badań określono liczbę takich sytuacji, czas wykonywania zadań i dokładność sterowania. Walidacja dotyczyła zbiorów błędów występujących w przypadku określonego urządzenia sterowniczego i wybranej osoby starszej (tab. 4).

Tabela 4. Charakterystyka myszy komputerowych w kontekście liczby błędów

Numer urządzenia	Σ [min]	Ocena myszy według kryterium czasu wykonania zadania	Błędy interakcji (numer z tab. 3)	Suma błędów
1	2	3	4	5
osoba 1				
1	03,25	8	1, 2, 3, 5, 6, 11, 18, 20, 22, 29	10
2	01,13	1	1, 2, 3, 5, 10, 11, 16, 19, 20, 25	10
3	02,40	7	2, 3, 5, 11, 12, 13, 17, 24	8
4	02,22	4	1, 2, 3, 5, 6, 11, 12, 18, 22, 24	10
5	02,24	5	1, 2, 4, 5, 11, 13, 19, 31	8
6	02,15	3	1, 2, 4, 10, 11, 12, 13, 22, 27	9
7	02,38	6	1, 4, 12, 14, 18, 26	6
8	03,38	9	4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 19, 27	9
9	01,34	2	4, 5, 6, 10, 11, 14	6

tabela 4 cd.

1	2	3	4	5
osoba 2				
1	02,37	6	2, 3, 7, 8, 9, 10, 34	7
2	02,08	1	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 13, 16	9
3	02,30	4	1, 2, 3, 4, 8, 10, 13, 17, 19	9
4	02,22	3	1, 2, 3, 6, 7, 8, 10	7
5	02,08	1	1, 2, 3, 7, 8, 10	6
6	02,08	1	1, 2, 3, 8	4
7	02,18	2	3, 4, 7, 8, 13,	5
8	02,42	7	4, 5, 8, 21, 23	5
9	02,32	5	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 21, 23, 24, 30	13
osoba 3				
1	06,46	8	1, 2, 3, 8, 9, 15, 16, 18, 20, 25, 32	11
2	04,44	7	1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 15, 16, 20	10
3	04,17	4	1, 2, 3, 7, 9, 15, 16, 25, 28	9
4	04,34	6	1, 2, 3, 7, 9, 14, 28	7
5	03,50	1	1, 2, 6, 9, 15, 17, 26	7
6	04,28	5	1, 2, 3, 6, 7, 9, 15, 17, 29, 33	10
7	04,17	4	1, 6, 9, 17, 21	5
8	04,08	3	1, 9, 12, 14	4
9	03,56	2	1, 4, 5, 9, 12, 15, 23	7

Opracowanie własne.

Nie zaobserwowano związku między wynikami oceny według kryterium czasu wykonania zadania przez określoną osobę i liczbą zaobserwowanych błędów. Istnieje jednak związek między rodzajem myszy a liczbą błędów interakcji. Zauważono pewne zwiększenie liczby takich błędów w przypadku myszy nr 1–3, zmniejszenie w przypadku myszy nr 4–8 i drugi wzrost w przypadku myszy nr 9 (tab. 4 i 5).

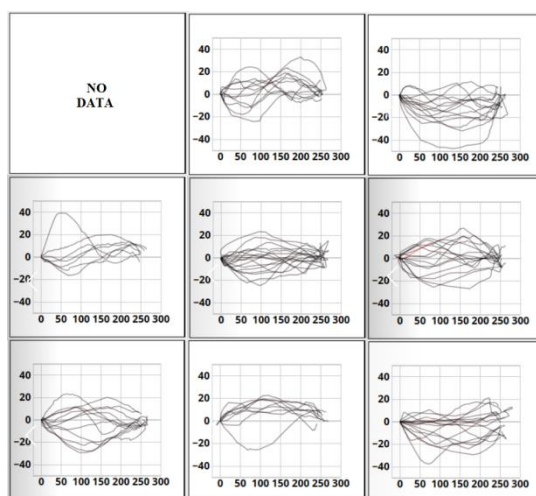
Tabela 5. Ocena ergonomiczności myszy według różnych wskaźników

Wskaźnik	Numer myszy								
	7	8	5	6	4	3	9	1	2
Σt wykonania zadania [min]	09,13	10,28	08,22	08,51	09,18	09,27	08,02	12,48	08,05
Liczba błędów	16	18	21	23	24	26	26	28	29
Ocena według liczby błędów	1	2	3	4	5	6		7	8
Ocena według testu Fittsa	3	1	4	6	2	8	5	9	7
Poziom ergonomiczności	wysoki		średni			przeciętny		niski	

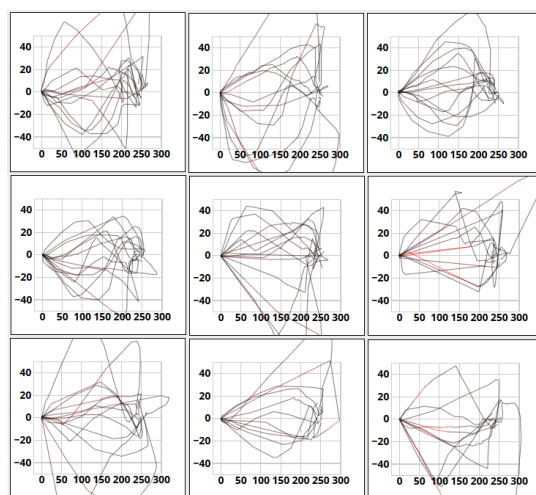
Opracowanie własne.

Na podstawie analizy wyników wykazano, że zadania wykonywano najdłużej z użyciem myszy o najwyższym i najniższym poziomie ergonomizmu. Myszy ocenione jako średnio i przeciętnie ergonomiczne najlepiej nadają się do szybkiej pracy. Podobne spostrzeżenie zgłaszała jedna z badanych osób.

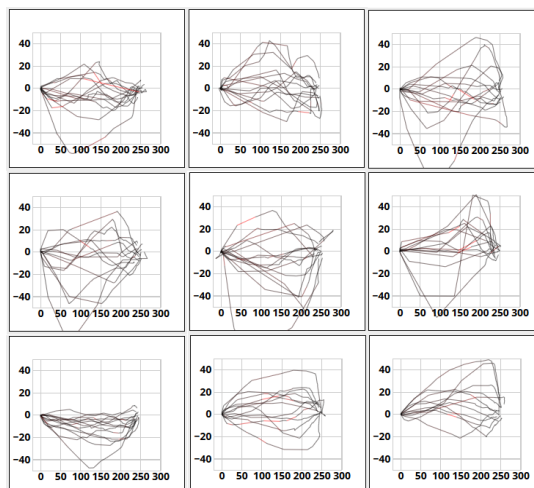
Ocena ergonomizmu badanych urządzeń za pomocą testu Fittsa w pewien sposób pokrywa się z oceną liczby błędów. Korelacja ta nie istnieje w przypadku myszy nr 4 (tab. 5). Poszczególne wyniki badania dokładności sterowania przedstawiono na rysunkach 3, 4 i 5.



Rys. 3. Ocena ergonomizmu myszy według wskaźnika dokładności sterowania – osoba 1.
Opracowanie własne na podstawie: Simon Wallner.at



Rys. 4. Ocena ergonomizmu myszy według wskaźnika dokładności sterowania – osoba 2.
Opracowanie własne na podstawie: Simon Wallner.at



Rys. 5. Ocena ergonomiczności myszy według wskaźnika dokładności sterowania – osoba 3.
Opracowanie własne na podstawie: Simon Wallner.at

Wykorzystując identyfikację błędów interakcji, poddano analizie ocenę myszy pod względem kryterium ich dostosowania do intuicyjnego użytkowania przez osoby starsze. Ma to duże znaczenie, ponieważ osoby starsze dysponują małym doświadczeniem w użytkowaniu myszy komputerowych, co potwierdziły niniejsze badania. Analiza intuicyjnego użytkowania myszy umożliwi ich rzetelną i dokładną ocenę.

6. PODSUMOWANIE

Osoby starsze, niejednokrotnie z bogatym doświadczeniem życiowym i wiedzą, niestety często odczuwają strach i niechęć wobec nowoczesnych urządzeń komputerowych. Nieumiejętność posługiwania się przedmiotami codziennego użytku, jakimi są komputery osobiste, powoduje, że seniorzy czują się obco we współczesnym świecie (Escher, 2014; Kędziora-Kornatowska, Grzanka-Tykwińska, 2011). Podeszły wiek nie powinien ograniczać dostępu do nowoczesnych urządzeń ani możliwości uzyskania informacji w życiu codziennym (Kurniawan, 2008; Nasir, Hassan, Jomhari, 2008). Korzystanie z komputera przez starsze osoby umożliwia poprawę ich stylu życia i jego jakości przez lepszą organizację i wykonywanie powierzonej pracy.

Zasady ergonomiczne mają ogólny charakter, o czym piszą autorzy licznych publikacji (Branowski, Zabłocki, 2006; Butlewski, Tytyk, 2008; Goldsmith, 2000). W podejściu spersonalizowanym rzetelny dobór kryteriów ergonomicznych jest trudny. Projektując lub dobierając urządzenie, projektant musi z wykorzystaniem

zasad ergonomicznych znaleźć właściwe rozwiązanie techniczne zapewniające pożądaną poziom ergonomii.

Podczas stosowania dostępnych testów służących do oceny ergonomii interakcji osoba starsza–urządzenia sterownicze wykazano wady tych testów. Należy tu wymienić przede wszystkim trudności z zapamiętaniem czynności do wykonania i z liczeniem cykli czynności sterowniczych, przerywanie zbierania danych spowodowane zbyt wolnym wykonywaniem czynności sterowniczych lub uzyskiwanie wyników odchylenia regulacji wykraczających poza skalę testu. Wymienione trudności niejednokrotnie powodowały niewykonanie testu w całości lub brak wyniku oceny.

Przedstawione w artykule badania potwierdzają możliwość doboru kryteriów ergonomicznych na podstawie występujących błędów interakcji. Autorzy przyjmują, że z wykorzystaniem analizy tych błędów i ich przyczyn można dokonać spersonalizowanej oceny poziomu ergonomii urządzeń sterowniczych przeznaczonych dla osób starszych.

Metoda umożliwia wskazanie przyczyn błędów, a tym samym pozwala na szczegółowe ukierunkowanie charakterystyk cech urządzenia zapewniających wyższy poziom ergonomii.

Na podstawie wykonanej oceny ergonomii wykazano dobre dostosowanie do badanych osób myszy nr 7, 8 i 5. Czas wykonania zadania w przypadku każdej z nich był inny. W przypadku myszy nr 7 czas wykonania zadania był najdłuższy, a w przypadku myszy nr 8 i 5 – najkrótszy. Wszystkie trzy myszy są duże lub bardzo duże. Zapewniają wertykalne położenie dłoni, nieznacznie pochylone lub płaskie. Cechą wspólną wymienionych urządzeń jest interfejs przewodowy oraz czarna lub szaro-czarna kolorystyka. Myszy różniły się także wyprofilowaniem elementów sterowniczych i uchwytu. Wynika z tego, że znaczne różnice morfologiczne mają wpływ na ocenę ergonomii myszy komputerowych.

Dalsze prace badawcze powinny obejmować ocenę wpływu wielu rodzajów błędów na poziom ergonomii, a także na dobór cech urządzenia przy rozpoznanej grupie przyczyn. Pozwoli to dobrać zakres kryteriów oceny i ich rangę oraz opracować algorytm doboru charakterystyki cech urządzeń sterowniczych z uwzględnieniem występujących błędów.

LITERATURA

- Branowski, B., Zabłocki, M. (2006). Kreacja i kontaminacja zasad projektowania i zasad konstrukcji w projektowaniu dla osób niepełnosprawnych. In: J. Jabłoński (Ed.). *Ergonomia produktu. Ergonomiczne zasady projektowania produktów*. Poznań: Wyd. Politechniki Poznańskiej.
- Butlewski, M., Tytyk, E. (2008). The method of matching ergonomic non-powered hand tools to maintenance tasks for the handicapped. In: *Proc. 2nd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*.
- Czapiński, J., Panek, T. (Eds.) (2009). *Diagnoza społeczna 2009. Warunki i jakość życia Polaków, 2*. Warszawa: Rada Monitoringu Społecznego.
- Escher, I. (2014). Cyfrowe wykluczenie polskich seniorów jako bariera w realizacji badań marketingowych prowadzonych w Polsce. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu*, 33: „Kierunki zmian w zarządzaniu, finansach i marketingu podmiotów rynkowych”, 117–134.
- Goldsmith, S. (2000). *Manual of practical guidance for architects*. Oxford: Architectural Press.
- Horst, W.M., Horst, N. (2011). *Ergonomia z elementami bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy. Wprowadzenie*. Poznań: Wyd. Politechniki Poznańskiej.
- Kędziora-Kornatowska, K., Grzanka-Tykwińska, A. (2011). Osoby starsze w społeczeństwie informacyjnym. *Gerontologia Polska*, 19(2), 107–111.
- Kurniawan, S. (2008). Older people and mobile phones: A multi-method investigation. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(12), 889–901.
- McKinsey Company (2015). Cyfrowi Polacy – konsumenci w czasach e-rewolucji. www.mckinsey.pl/wp-content/uploads/2016/09/Raport-Cyfrowi-Polacy.pdf (14.04.2018).
- Nasir, M.H.N.M., Hassan, H., Jomhari, N. (2008). The use of mobile phones by elderly: A study in Malaysia perspectives. *Journal of Social Sciences*, 4(2), 123–127.
- PN-EN ISO (2005). PN-EN ISO 7250. Podstawowe pomiary ciała ludzkiego do projektowania technicznego.
- Simon Wallner.at. <http://simonwallner.at/ext/fitts/> (20.11.2018).
- Stößel, C., Wandke, H., Blessing, L. (2009). Gestural interfaces for elderly users: help or hindrance? In: *International Gesture Workshop*, 269–280. Berlin–Heidelberg: Springer.
- Szmigielska, B., Bąk, A., Jaszczak, A. (2012). Komputer i Internet w życiu e-seniorów – doniesienie z badań jakościowych. *Studia Edukacyjne*, 23.
- Tarkowski, A., Mierzecka, A., Jasiewicz, J., Filiciak, M., Kisilowska, M., Klimczuk, A., Bojanowska, E. (2015). *Taksonomia funkcjonalnych kompetencji cyfrowych oraz metodologia pomiaru poziomu funkcjonalnych kompetencji cyfrowych osób z pokolenia 50+*. Warszawa–Tarnów: Centrum Cyfrowe Projekt: Polska, Stowarzyszenie „Miasta w Internecie”.
- Wiśniewski, Z. (2009). *Determinanty aktywności zawodowej ludzi starszych*. Toruń: TNOiK, Dom Organizatora.

**ERGONOMICS CRITERIA FOR CONTROL DEVICES
USED BY THE ELDERLY WORKING WITH A COMPUTER**

Summary

The paper assesses the impact of morphological features of computer mice on the occurrence of unreliability. A comparison of the number of unreliable cases, the duration of the executed control task and control accuracy for nine various mice and three test subjects is presented in this paper. Conclusions: Particular assessment results, according to a person's execution time for a particular task and the number of unreliable interactions, do not demonstrate a relationship. Whereas, a relationship was demonstrated in the number of occurring unreliable cases, where rises and falls in the occurrence of unreliable cases were observed. The analysis of results demonstrated that tasks using a mouse with the highest and the lowest ergonomic level took the longest to perform. The mice assessed as moderately ergonomic were the best for quick work. An assessment of the ergonomics criteria that the tested mice fulfil, applying the Fitts' Law test, is convergent with the analysis of the number of cases of unreliable interactions.

Keywords: ergonomic design, the elderly, hand steering components, ergonomic evaluation measurement methods