



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Opinia dotycząca ergonomiczności cech szpadli firmy New Ecology Systems Sp. z o.o.

Opracował: dr inż. Marcin Butlewski, Eur.Erg.
Politechnika Poznańska,
Wydział Inżynierii Zarządzania
Katedra Ergonomii i Inżynierii Jakości
ul. Strzelecka 11
60-965 Poznań

SPIS TREŚCI

Cel i przedmiot opinii	3
Termin i miejsce realizacji opinii	3
Właściwości wydającego opinię	3
Cechy odpowiadające za „ergonomiczność” narzędzi	4
Cechy opiniowanych wyrobów	6
Ocena antropometryczna szpadli.....	8
Inne cechy ergonomiczne badanych szpadli	10
Podsumowanie	11

Cel i przedmiot opinii

Celem opinii jest przeprowadzenie analizy ergonomiczności cech szpadli firmy New Ecology Systems Sp. z o.o. (rys. 1.).



rys. 1 Przedmiot opinii [rysunek dostarczony przez producenta]

Zlecający przesłał pocztą opiniującemu szpadel oznaczony jako B na rys. 1 oraz drogą elektroniczną wykaz cech pozostałych narzędzi.

Termin i miejsce realizacji opinii

Termin realizacji opinii wyznaczono na 30.11.2013 r.

Właściwości wydającego opinię

Sporządzający opinię jest pracownikiem Katedry Ergonomii i Inżynierii Jakości, Politechniki Poznańskiej i posiada tytuł doktora nauk technicznych w

zakresie budowy i eksploatacji maszyn, uzyskany po obronie pracy doktorskiej zatytułowanej: „*Metodyka ergonomicznego projektowania oraz doboru niezmechanizowanych narzędzi ręcznych*”. Wobec powyższych właściwości, dr inż. Marcin Butlewski ma kompetencje do wydania opinii w ww. zakresie.

Cechy odpowiadające za „ergonomiczność” narzędzi

Wyznaczenie ergonomicznej jakości – „ergonomiczności” jakiegokolwiek produktu wymaga dokładnego przeanalizowania potrzeb jego użytkowników i dostosowania „styku” przedmiotu materialnego do człowieka oraz charakterystyki wykonywanej przy jego użyciu pracy ¹. Może bowiem okazać się, że bardzo „ergonomiczny” przedmiot jest całkowicie nieodpowiedni (niergonomiczny lub nawet niebezpieczny) dla danego użytkownika lub sposobu realizacji przez niego zadania. Dlatego ergonomiczność narzędzi jest swoistym potencjałem narzędzia do zapewniania przez nie bezpieczeństwa urazowego i przeciążeniowego, wygody, sprawności i wyczuwalności ².

Podstawowymi kryteriami odpowiadającymi za jakość ergonomiczną jest dopasowanie części chwytowych do cech antropometrycznych oraz wymiary i konstrukcja narzędzia warunkujące sposób wykonywania pracy przy ich użyciu. Konstrukcja narzędzia wymusza także określoną pozycję ciała użytkownika narzędzia oraz przepływ sił. Podejście ergonomiczne do tego problemu, wymaga analizy dopasowania do każdej osoby indywidualnie. Można określić,

¹ Butlewski M., Tytyk E., Wpływ ergonomicznej jakości niezmechanizowanych narzędzi ręcznych na efektywność pracy i zdrowie pracowników. [w]: Modelowanie i inżynieria produkcji w ekorozwoju, Rozdz. 20, s. 232-239, Wyd. Politechnika Opolska, Opole, 2008

² Butlewski M., Tytyk E., The ergonomic features of non-powered hand tools used by technical service tasks. [w]: Ergonomics in Contemporary Enterprise, Ed. By Leszek M. Pacholski & Stefan Trzecieliński, Proceedings of the Eleventh International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing, Agility and Hybrid Automation; and Fourth International Conference ERGON-AXIA, July 9 – 12, Poznań, Poland; IEA Press, ISBN 0-9796435-0-3.

że narzędzie jest ergonomiczne, tylko wtedy, jeśli weźmiemy pod uwagę użytkownika (każdego indywidualnie) oraz proces (pracy, rekreacji, itp.) podczas którego oceniana jest relacja z człowiekiem. Takie podejście nie jest jednak możliwe w przypadku dóbr przemysłowych produkowanych w sposób seryjny.

W zakresie dopasowania narzędzi pod względem wymiarowym, ze względu na szeroki zakres cech antropometrycznych populacji użytkowników różnych obiektów technicznych, w praktyce projektowej dopasowuje się je do cech progowych (granicznych) wyrażonych w charakterystykach centylowych. Są to: 5, 50 i 95 centyl. Wymiary wysokościowe, długościowe, szerokościowe i głębokościowe dla każdego z centyli są podane w milimetrach, a masa w kilogramach. Przyjmuje się, że centyl rzędu p jest to taka wartość C_p , dla której $p\%$ populacji ma wartość danej cechy mniejszą, natomiast pozostała część populacji ($100\% - p$) większą niż C_p . Centyle dolny (C_5) i górny (C_{95}) stanowią wymiary progowe. Centyl 95 określa wartości maksymalne i nie przekracza ich 95% populacji, a centyl 5 – wartości minimalne, których nie osiąga 5% ludzi. Wartości progowe populacji każdego kraju podawane są w atlasach antropometrycznych na podstawie pomiarów cech reprezentatywnej liczby osób.

W przypadku narzędzi ręcznych jakimi są szpadle istotne dla oceny rozwiązania są następujące cechy wymiarowe:

- wysokość łokciowa w pozycji stojącej,
- sięg dolny (wysokość od podłoża przy opuszczonej wzdłuż tułowia kończynie górnej)
- szerokość stopy,
- średnica uchwytu siłowego,
- szerokość ręki (dłoni),

Pierwsze dwie z wymienionych cech mają charakter orientacyjny w związku z mechaniką segmentów ruchu podczas operacji kopania oraz ich warunków (ukształtowania gruntu oraz jego właściwości).

Najnowsze atlasy antropometryczne populacji polskiej zawierają wartości wymiarów progowych dla powyższych cech, zaprezentowane w tabeli 1. Dla analizowanego przypadku, istotne są górne wymiary progowe - C_{95} mężczyzn, oraz dolne wartości progowe - C_5 kobiet,

Tabela 1. Wymiary progowe dla mężczyzny C_{95} istotne dla oceny dopasowania szpadli (Źródło: dane literaturowe zawarte w przypisach)

L.p.	Nazwa cechy antropometrycznej	Wartość w mm wg Nowak E., 2000 ³		Wartość w mm wg Gedliczka A., 2001 ⁴	
		k C_5	m C_{95}	k C_5	m C_{95}
1	wysokość łokciowa w pozycji stojącej,	1012	1207	913	1135
2	sięg dolny	653	789	652	776
3	szerokość stopy,	82	108	87	116
4	średnica uchwytu siłowego	34	46	34	46
5	szerokość ręki	69	96	74	98

Standardowo do oceny przyjmuje się wyższe z górnej wartości progowej (m C_{95}) oraz niższe z dolnej (k C_5).

Cechy opiniowanych wyrobów

Materiał z jakiego wykonano badane szpadle to (na podstawie oświadczenia producenta):

- trzonek - drewno lakierowane - jesion,,

³ Atlas E. Nowak z roku 2000 zawiera prognozy na rok 2010 (Ewa Nowak, Atlas antropometryczny populacji polskiej – dane do projektowania, Wydawnictwo Instytutu Wzornictwa Przemysłowego, Warszawa 2000).

⁴ Adam Gedliczka i inni, Atlas miar człowieka. Dane do projektowania i oceny ergonomicznej, Wydawnictwo CIOP, Warszawa 2001.

- część robocza szpadla to: stal węglowa obrabiana cieplnie, malowana proszkowo,
- uchwyt do szpadli A i B: polipropylen PP,

Masy szpadli to odpowiednio: A – 1,6 kg, B – 0,85 kg oraz C – 0,32 kg.

Na rys. 2 przedstawiono wymiary szpadli, które zestawione mogą być z cechami antropometrycznymi użytkowników.



rys. 2 Wymiary szpadli

Wskazane na rys. 2 wymiary poddane zostaną ocenie z uwagi na dostosowanie antropometryczne w tabeli 2 niniejszej opinii.

Ocena antropometryczna szpadli

Ocena zgodności wymiarów antropometrycznych populacji polskiej z wymiarami badanych przeprowadzono poprzez porównanie i ocenę różnic między wymiarami narzędzi a wartościami granicznymi.

Tabela 2. Porównanie cech narzędzi z danymi antropometrycznymi

Lp.	Cecha narzędzia	Wymiar CN [mm]	Porównywana cecha antropometryczna	Wymiar CA [mm]	Różnica CN-CA
1.	Szpadel A - długość trzonka	885	wysokość łokciowa w pozycji stojącej, (sięg dolny)	1207 (789)	-322 (96)
2.	Szpadel A – średnica trzonka	37	średnica uchwytu siłowego	34	3
3.	Szpadel A – średnica uchwytu	32	średnica uchwytu siłowego	34	-2
4.	Szpadel A – szerokość uchwytu	93	szerokość ręki	98	-5
5.	Szpadel A – szerokość podnóżka	65	szerokość stopy	116	-51
6.	Szpadel B – średnica trzonka	33	średnica uchwytu siłowego	34	-1
7.	Szpadel B – średnica uchwytu	32	średnica uchwytu siłowego	34	-2
8.	Szpadel B – szerokość uchwytu	85	szerokość ręki	98	-13
9.	Szpadel C – średnica trzonka	24	średnica uchwytu siłowego	34	-10

Komentarz do tabeli numer 2

Analizując poszczególne wartości można stwierdzić co następuje (odwołania są tożsame z oznaczeniem Lp. w tabeli numer 2).

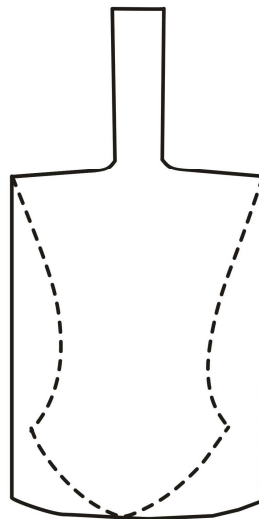
1. Uchwyt narzędzia podczas wbijania szpadła w grunt powinien znajdować się powyżej łokcia, tak by użytkownik mógł wykorzystać siłę mięśni kończyn górnych oraz wygodnie podważyć grunt. W przypadku szpadła A ten warunek nie zostanie spełniony dla najwyższych mężczyzn. Natomiast uchwyt szpadła A podczas wbijania szpadła zawsze będzie w zakresie sięgu dolnego.

2. Średnica trzonka dostosowana dla całej populacji, zapewnia pewność chwytu.
3. Średnica uchwytu dostosowana dla całej populacji, zapewnia pewność chwytu.
4. Szerokość uchwytu dostosowana dla prawie całej populacji, nieznaczna różnica pomiędzy wartością 95 centyla nie powinna stwarzać większych problemów – w przypadku pracy ciągłej dla mężczyzn o szerokości ręki powyżej 93 mm zalecana jest wymiana uchwytu.
5. Szerokość podnóżka zapewnia możliwość przyłożenia siły poprzez większą część stopy, co zapewnia brak negatywnego efektu koślawienia.
6. Średnica trzonka dostosowana dla całej populacji, zapewnia pewność chwytu.
7. Średnica uchwytu dostosowana dla całej populacji, zapewnia pewność chwytu.
8. Szerokość uchwytu dostosowana dla większej części populacji, różnica pomiędzy wartością 95 centyla nie ma znaczenia w związku z nieprzeznaczeniem narzędzia do pracy ciągłej (na podstawie informacji producenta).
9. Z uwagi na niewielką powierzchnię roboczą szpadla C, zmniejszona średnica trzonka nie będzie stanowiła uciążliwości w większości zastosowań nie wymagających znacznej siły.

W zakresie wszystkich narzędzi i ich cech należy zauważyć, że wartości szerokości ręki oraz stopy uzupełnić należy o grubość ścianki rękawic oraz w mniejszym stopniu o parametry obuwia, co oznacza, że wymiary zewnętrzne ulegną polepszeniu, a wewnętrzne nieznacznemu pogorszeniu.

Inne cechy ergonomiczne badanych szpadli

Cechą ergonomiczną badanych szpadli jest również część robocze, której kształt wpływa na mniejsze siły konieczne do kopania. Na rysunku nr 3 zaprezentowano porównanie obrysów opiniowanego szpadła A oraz standardowego szpadła. Powierzchnię szpadła ograniczono o ok. 30%. Zmiana ta powoduje, że mniejsza będzie przenoszona przez narzędzie ilość materiału, co zmniejszy z kolei siły oddziałujące na użytkownika. Skala tej zmiany zależna jest od rodzaju gruntu i wyznaczona może być jedynie na drodze eksperymentów.



Rys. 2. Porównanie badanego szpadła A ze standardowym szpadłem

Ukośna krawędź natarcia części roboczej szpadła wpływać będzie na zmniejszenie sił niezbędnych do operacji wbijania szpadła w początkowej fazie wbijania nawet o 50 - 70% w stosunku do płaskiego tradycyjnego szpadła (przy założeniu identycznej grubości ścianki i ostrości krawędzi) – ponieważ o taki procent zmniejszona jest początkowo krawędź natarcia. By zbadać dokładnie zakres zmniejszenia sił należałoby przeprowadzić eksperymenty z uwzględnieniem sił niezbędnych dla naruszenia spójności określonej klasy

gruntu przy określonej wilgotności. Zmniejszenie sił niezbędnych do wprowadzenia szpadla do gruntu powoduje, że przedmiotowe szpadle A, B w szczególności nadają się do pracy w trudnym terenie (przecinanie kęp traw, ubitej warstwy wierzchniej). Dodatkowo szpadel B używany może być w przypadku ograniczonego miejsca.

Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy wynika, że badane narzędzia charakteryzują się cechami pozwalającymi stwarzać warunki ergonomicznej pracy. Narzędzia te dopasowane są pod względem antropometrycznym do blisko 90% populacji polskiej. Cechą szczególną narzędzi jest zaokrąglony kształt części roboczej co pozwala na znaczne zmniejszenie sił podczas wbijania szpadli w podłoże. Natomiast ograniczona powierzchnia robocza ułatwiać będzie „przewracanie” skib ziemi oraz zmniejszać będzie obciążenia występujące podczas przerzucania urobku. Wyprofilowanie ścian bocznych części roboczej narzędzi będzie wspomagało pracę w trudnych warunkach (występowanie kamieni, ograniczona ilość miejsca).

dr inż. Marcin Butlewski