

OCENA UCIAŹLIWOŚCI PRACY NA WYBRANYCH STANOWISKACH ROBOCZYCH NA PODSTAWIE OKREŚLANIA WYDATKU ENERGETYCZNEGO

Józef MATUSZEK, Kinga BYRSKA

Streszczenie: W artykule przedstawiono metody oceny uciążliwości pracy. Opisano jedną z metod oceny polegającą na pomiarze wydatku energetycznego pracownika przy pomocy bezprzewodowych czujników monitorujących przebieg wybranych funkcji życiowych. Podano metodykę prowadzonych badań. Przytoczono przykład z praktyki produkcyjnej ilustrujący przebieg pomiarów na przykładzie pracownika pracującego na stanowisku magazyniera.

Słowa kluczowe: ergonomia, bezpieczeństwo i higiena pracy, wydatek energetyczny.

1. Wprowadzenie

Badanie pracy obejmuje analizę warunków jej wykonywania oraz ocenę uciążliwości wykonywanych czynności przez zatrudnione osoby. Syntetyzując przegląd tych metod można stwierdzić, że polegają one w większości przypadków na bezpośrednich obserwacjach funkcjonowania układu człowiek-maszyna i jego otoczenia, pomiarach natężenia działania czynników materialnego środowiska pracy i ocenie tego działania, pomiarach czasu wykonywania operacji i czynności z nią związanych, określaniu parametrów stanowiska pracy, tzn. pomiarach zasięgów kończyn, odległości i wysokości pola pracy, wywiadach z operatorami maszyn, a także z personelem kierowniczym, badaniach wydarzeń krytycznych (wypadków, awarii) oraz różnych błędów popełnianych w trakcie wykonywanych robót, badaniach (psychologicznych, fizjologicznych, lekarskich) pracowników, ocenie wysiłku fizycznego i psychicznego, analizie planów i rysunków stanowisk lub pomieszczeń pracy bezpośrednio lub przy pomocy płaskich makiet elementów stanowiska lub sylwetki człowieka itd [1].

Według najczęściej stosowanego podziału wyróżniane są następujące metody badania pracy [1]:

- badania ankietowe,
- badania testowe,
- wskaźnikowe,
- punktowo-wskaźnikowe,
- analizy sieciowej,
- bilansowe,
- listy kontrolne.

We wszystkich tych metodach ocenia się uciążliwość pracy ze względu na wydatek energetyczny podczas wykonywanych czynności roboczych. Określa się ilość energii zużywanej przez organizm w czasie wykonywania pracy powiększonej o wydatek energetyczny spoczynkowej przemiany materii. Wydatek energetyczny określany jest w dżulach [J], w watach [W], kaloriach [cal] lub w kilokaloriach [kcal] na jednostkę czasu [2].

Pełna ergonomiczna ocena ciężkości pracy obejmuje:

- przeprowadzenie chronometrażu wykonywanych czynności,
- określenie wydatku energetycznego,

- analizę zajmowanej pozycji i zakresu ruchów roboczych,
- określenie stopnia zaangażowania grup mięśniowych,
- określenie siły potrzebnej do wykonania poszczególnych czynności,
- ocenę stopnia monotypowości ruchów,
- ocenę uciążliwości wysiłków statycznych,
- ocenę zmian fizjologicznych.

2. Monitoring parametrów życiowych człowieka

Monitoring parametrów życiowych oprócz analiz dla potrzeb medycznych stanowi jedno z narzędzi wsparcia analiz ergonomicznych procesów pracy. W szerszym aspekcie procesów zarządzania w przedsiębiorstwach, prowadzenie badań pracowników na poziomie przedsiębiorstw przyczynia się do obniżenia kosztów opieki medycznej i rozwoju profilaktyki zdrowotnej zwłaszcza pracowników wykonujących pracę fizyczną. Dzięki postępującej miniaturyzacji, wykorzystaniu sieci bezprzewodowych oraz urządzeń mobilnych, takich jak telefony komórkowe, w najbliższej przyszłości będzie możliwe prowadzenie stałej kontroli kluczowych parametrów organizmu osób zaangażowanych w proces pracy.

Czujniki stosowane są w ergonomii przemysłowej już od lat 90. Wykorzystywano je przykładowo do poprawy jakości pracy z narzędziami ręcznymi i ocenie wyboru zastosowanej metody wytwarzania na komfort pracy pracownika [3]. Technologie te znajdują również zastosowanie w eksploatacji wyrobów i urządzeń np. w dziedzinie wojskowości, np. w projektowaniu broni o ergonomicznym kształcie i różnych parametrach użytkowania [4]. Czujniki współcześnie są również powszechnie stosowane w monitoringu funkcji życiowych kosmonautów, pilotów, żołnierzy, sportowców, etc.



Rys. 1. Ocena wydatku energetycznego przy obsłudze broni

Duży potencjał zastosowania bezprzewodowych systemów sensorów może być również wykorzystany do monitorowania stanu zdrowia osób chorych. Problem ten dotyczy również chorych przewlekle lub niepełnosprawnych pracowników, których liczba w Polsce dla przykładowych chorób stale rośnie (tab. 1).

Czujniki sensorowe wykorzystywane są ponadto na całym świecie w diabetologii, endokrynologii, badaniach nad otyłością, chorobami zaburzenia metabolizmu, dietetyce, pediatrii, chorobach płuc, kardiologii, medycynie sportowej, rehabilitacji, neurologii, angiologii, epidemiologii, medycynie wojskowej, ergonomii i naukach związanych z inżynierią procesów pracy.

Tab. 1. Liczba chorych w Polsce – wybrane choroby przewlekłe

Choroba	Liczba chorych w Polsce	Zastosowanie bezprzewodowych systemów sensorów
Choroba Alzheimera	Co najmniej 250 tys., z czego 150 tys. nie ma postawionej diagnozy [5]	Śledzenie podstawowych parametrów życiowych, lokalizacji, aktywności i równowagi
Astma i inne przewlekłe obturacyjne choroby płuc	W Polsce na astmę choruje ok. 6% dorosłych i ok. 10% dzieci [6]	Monitorowanie częstotliwości oddechu i FEV1 -możliwość skorzystania z inhalatora przed atakiem. Dane o lokalizacji i czasie ataku lub stanu przedatakowego, pomiar jakości powietrza, wysycenia krwi tlenem.
Depresja	W Polsce na depresję choruje 1,2 - 1,5 miliona osób lecz 50-60% spośród nich nie korzysta z pomocy lekarskiej [7]	Monitorowanie zażywania leków, aktywności i komunikowania się z pacjentem.
Cukrzyca	Ponad 2 miliony osób chorych. Z tej liczby 50 proc. jest leczonych, pozostałe 50 proc. to przypadki cukrzycy nierozpoznanej i nieleczzonej [8]	Monitorowanie poziomu glukozy i glikohemoglobiny.
Niewydolność serca	1 mln Polaków, przy czym zagrożonych jest kolejnych 5-10 mln [9].	Monitorowanie ciśnienia tętniczego, wagi, statusu płynów ciała.
Nadciśnienie tętnicze	W Polsce jest około 8,6 mln osób z nadciśnieniem tętniczym, a kolejne 8,9 mln jest zagrożonych rozwojem tej choroby [10].	Monitoring ciśnienia tętniczego oraz zażywania leku.

3. Metody pomiaru wydatku energetycznego

3.1 Podstawy prawne

Praca to świadome wykonywanie przez ustrój ludzki dowolnych czynności wymagających wydatkowania sił, wydatkowania i przemiany energii, więcej niż jest to niezbędne dla spoczynkowej przemiany ustroju.

Ocena wydatku energetycznego jest podstawą ustalenia przysługiwania pracownikowi posiłku profilaktycznego. Najczęściej stosowaną metodą jest metoda chronometrażowo-tabelaryczna lub względna ocena ciężkości pracy w oparciu o poziom wydolności fizycznej – cykloergometrem. Metoda ta wymaga dużego nakładu pracy lub wręcz przeprowadzenia specjalistycznych badań dedykowanych dla konkretnego pracownika.

Kwestia posiłku profilaktycznego regulowana jest w polskim prawie przez: § Art. 232. Kodeksu Pracy, § Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 maja 1996 roku, § Art. 176. Kodeksu Pracy, § Art. 204. Kodeksu Pracy.

Pracodawca jest zobowiązany zapewnić pracownikom zatrudnionym w warunkach szczególnie uciążliwych, nieodpłatnie, odpowiednie posiłki i napoje, jeżeli jest to niezbędne ze względów profilaktycznych. Pracodawca wydaje posiłki wyłącznie na

podstawie pracy w warunkach uciążliwych, jeśli pracownik w danym dniu nie wykonuje pracy tego rodzaju posiłek nie należy się.

Posiłki te wydaje się, gdy prace wymagają efektywnego wydatku energetycznego przewyższającego 2000kcal, (8374kJ) u mężczyzn; 1100kcal (4605kJ) u kobiet (w ciągu zmiany roboczej). W wypadku prac w miejscach, w których ze względów technologicznych utrzymywane są temperatury poniżej 10°C lub powyżej 25°C, a efektywny wydatek energetyczny wynosi powyżej 1500kcal (6280kJ) u mężczyzn i 1000kcal (4000kJ) u kobiet (w ciągu zmiany roboczej). Prac wykonywanych na otwartej przestrzeni w okresie zimowym (1 listopada do 31 marca), przy których efektywny wydatek energetyczny wynosi powyżej 1500kcal u mężczyzn; powyżej 1000kcal u kobiet (w ciągu zmiany roboczej). Prac wykonywanych pod ziemią oraz przy usuwaniu skutków klęsk żywiołowych i innych zdarzeń losowych.

W przypadku pracowników młodocianych - prace, przy których najwyższe wartości obciążenia pracą fizyczną, mierzone wydatkiem energetycznym netto na wykonywanie pracy, przekraczają dla dziewcząt - w odniesieniu do 6-godzinnego dobowego czasu pracy – 2300 kJ (552kcal) a w odniesieniu do wysiłków krótkotrwałych 10,5 kJ na minutę, dla chłopców - w odniesieniu do 6-godzinnego dobowego czasu pracy – 3030 kJ (727kcal) a w odniesieniu do wysiłków krótkotrwałych 12,6 kJ na minutę.

Dla kobiet w ciąży lub karmiących piersią zabronione są wszystkie prace, przy których najwyższe wartości obciążenia pracą fizyczną, mierzone wydatkiem energetycznym netto na wykonanie pracy przekraczają 2900 kJ (696kcal) na zmianę roboczą.

Pracodawca zapewnia napoje profilaktyczne pracownikom wykonującym prace w środowisku, którego parametry przekraczają:

- w warunkach gorącego mikroklimatu termicznego WBGT powyżej 28°C,
- w warunkach mikroklimatu zimnego, gdzie wartość siły chłodzenia powietrza WCI przewyższa 1000,
- przy pracach na otwartej przestrzeni przy temperaturze otoczenia poniżej 10°C lub powyżej 25°C.

3.2. Metody pomiaru wydatku energetycznego

Wśród metod stosowanych do oceny i klasyfikacji ciężkości pracy najczęściej stosowane są metody oceny wydatku energetycznego.

Wśród tych metod wyróżniamy [11]:

- metodę chronometrażowo-tabelaryczną,
- metodę gazometryczną,
- telemetryczny pomiar częstości skurczów serca.

Metoda chronometrażowo-tabelaryczna polega na: wyodrębnieniu czynności elementarnych, posegregowaniu ich wg określeń zawartych w tabelach (opracowanych przez fizjologów), w których określono wartości jednostkowego WE, właściwe dla czynności składowych całego procesu ruchowego, przeprowadzeniu dokładnego chronometrażu czasu czynności wykonywanych przez pracownika, wyliczeniu łącznej wartości WE przypadającej na zmianę roboczą, skonfrontowaniu wyniku z wartościami przypisanymi dla danej kategorii stopnia ciężkości pracy oraz dokonaniu zakwalifikowania badanego typu obciążenia [12].

Metoda pomiaru wentylacji płuc, metoda gazometryczna opiera się na pomiarach wskaźników wymiany gazowej. Wydatek energetyczny oblicza się na podstawie ilości zużytego tlenu. Zużycie to może być uważane za wskaźnik wysokości wydatku

energetycznego podczas pracy i jednocześnie za miernik wydajności fizycznej organizmu. Pomiędzy ilością zużytego tlenu podczas wysiłku i wielkością minutowej wentylacji płuc istnieje wysoki współczynnik korelacji i prawie liniowa zależność. Na podstawie zależności tej można obliczyć przybliżoną wartość wydatku energetycznego, posługując się równaniem Datta-Ramanathana [11].

Głównym założeniem metody telemetrycznej polegającej na pomiarze częstości pulsów serca jest fakt, iż praca fizyczna powoduje zmiany adaptacyjne w układzie krążenia i oddechowym oraz mechanizmów termoregulacji [13]. W analizie częstości skurczów serca bierze się pod uwagę wydatek serca rozumiany jako całkowita liczba jego skurczów ponad poziom spoczynkowy, niezbędny do wykonania określonej pracy. Wydatek serca od zakończenia pracy do powrotu do stanu spoczynku czyli przed podjęciem czynności. Ogólny wydatek serca obejmuje zatem wydatek na pracę i na odnowę. Ocena obciążenia organizmu na podstawie pracy układu krążenia może być w zasadzie dokonywana za pomocą dwóch wskaźników: częstości tętna oraz czasu powrotu tętna do poziomu spoczynkowego [2].

4. Przykład współczesnej metody pomiaru wydatku energetycznego

4.1 Urządzenie wykorzystane do analiz wydatku energetycznego na przykładzie stanowiska magazyniera - Body Media Sense Wear

4.1.1. Dane ogólne

Urządzenie przesyła informacje dotyczące: całosciowego wydatku energetycznego (kcal/ min), wydatku energii czynnej (kcal/ min), wykres METS (wykres intensywności aktywności fizycznej), łącznej liczby kroków, poziomu i czasu trwania aktywności fizycznej, czasu trwania snu i czasu odpoczynku [14].

4.1.2. Sposób działania

Opaska zawiera akcelerometry (urządzenia mierzące ruch), urządzenie podliczające ilość kroków (pedometr), czujniki, mierzące przewodnictwo elektryczne skóry, dzięki czemu rejestruje zmiany pod wpływem bodźców emocjonalnych i potu a wbudowany termometr mierzy temperaturę skóry. Urządzenie mierzy również ilość ciepła wydzielanego przez organizm [14].



Rys. 2. Body Media Sense Wear i sposób umiejscowienia w trakcie wykonywania pomiarów parametrów życiowych pracowników magazynu

Błąd pomiaru wydatku energetycznego - deklarowany przez producenta wynosi <10%, błąd pomiaru czasu <5%.

Urządzenie jest zgodne z dyrektywą medyczną MDD 93/42EEC w zakresie urządzeń medycznych.

Współpraca pomiędzy urządzeniem a komputerem realizowana może być poprzez bluetooth oraz gniazda USB. Przed podjęciem pracy należy zainstalować odpowiednie oprogramowanie załączone do zakupionego urządzenia.

W trybie standardowym urządzenie pobiera dane 32 razy na minutę (32 Hz) i wyświetla uśrednioną wartość/min. W tym trybie pomiarowym pamięć wewnętrzna urządzenia wystarcza do przechowywania danych z około 28 dni. Bateria pozwala na jednorazowe utrzymanie urządzenia 5-7 dni w trybie aktywnym. Profesjonalne oprogramowanie pozwala także na zwiększenie częstotliwości pomiarowej do 32 Hz dla każdego parametru. Jeśli ustawiona zostanie częstotliwość pomiarowa dla wszystkich danych do 32Hz, wewnętrzna pamięć opaski wystarczy na około 15 minut. Każdy wskaźnik pomiarowy może być programowany indywidualnie [14].

4.1.3. Uzyskiwane dane

Czujnik umożliwia generowanie wyników w postaci trzech rodzajów plików. Przykłady generowanych wyników przedstawiają rys. 3 i 4:

Plikami tymi są:

- pobrane dane do obliczeń statystycznych - .xls,
- wyniki w postaci wykresów – dowolne wybrane lub zbiorcze dane,
- raporty automatycznie generowane przez profesjonalne lub podstawowe oprogramowanie – SenseWear; (przykład raportu podano w rozdziale 4.3).

4.2. Metodyka badań

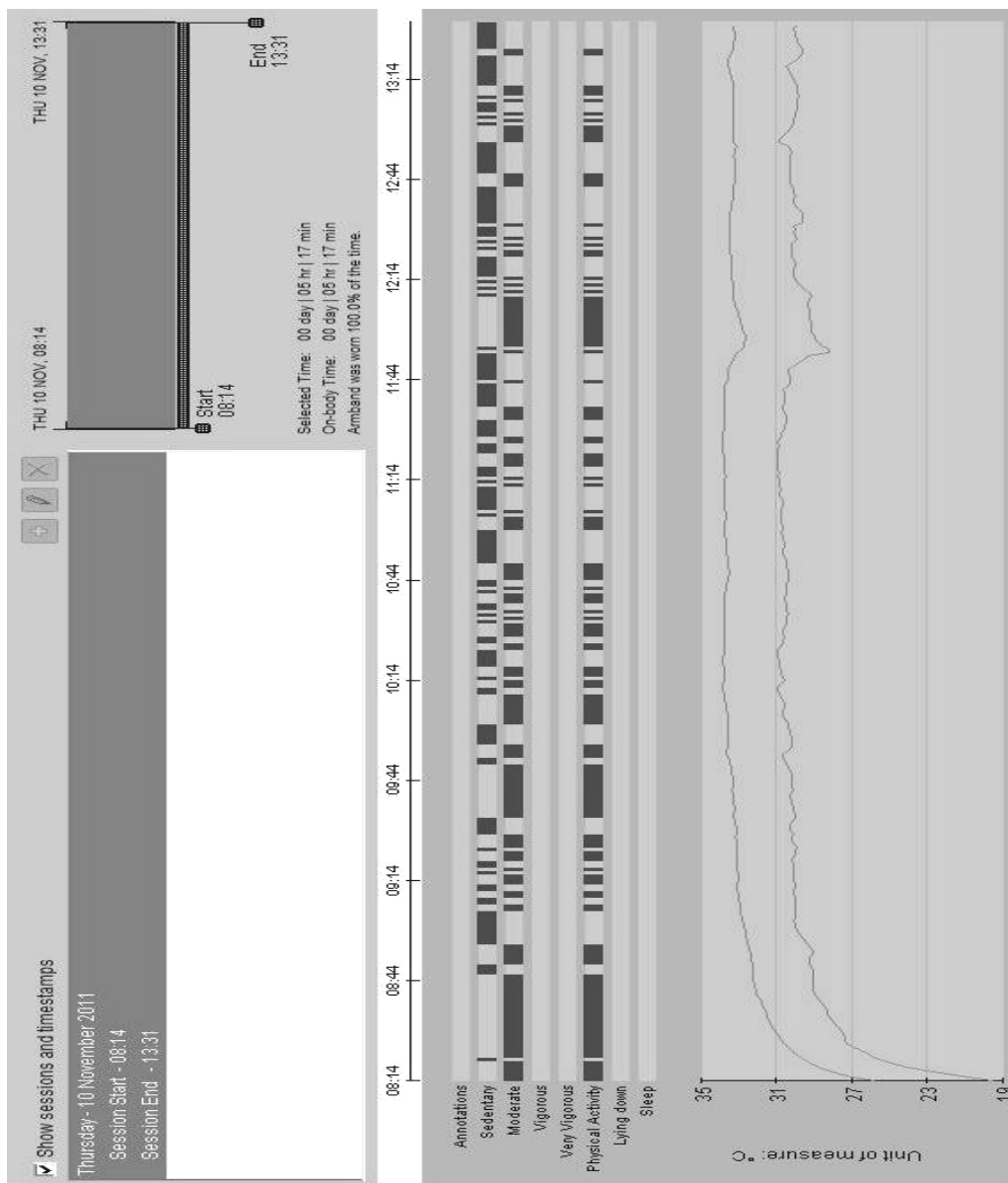
Badanie zostało przeprowadzone dla reprezentatywnej grupy 5 spośród 17 pracowników magazynu wykonujących takie same zadania robocze. Praca wykonywana była przez mężczyzn w grupie wiekowej od 35 do 55 lat.

Pracownicy wykonują czynności polegające na formowaniu jednostki ładunkowej zgodnie z tabelą pobrań generowaną przez kierownika magazynu. Praca wykonywana jest w magazynie wysokiego składowania. Do pracy wykorzystują wózki paletowe, wózki kompletacyjne, wózki widłowe. Poruszają się na terenie magazynu oraz na terenie składowania pojemników kontrahentów znajdującym się na zewnątrz budynku. Pracownicy wyposażeni są w odzież ochronną zgodną z obowiązującym regulaminem organizacji – spodnie ogrodniczkowe, buty ochronne, polary, kaski ochronne, rękawiczki ochronne, kamizelka ochronna.

Badanie dla każdego z 5 pracowników było przeprowadzane przez 5-7 godzin pracy (najdłuższe badanie - w godzinie 6:30 – 13:30) przez kolejne 3 dni robocze. Otrzymane wyniki uśredniono.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Time (GMT+01:00)	Transverse at Forward acc	Longitudinal	Skin temp - a	GSR	Transverse at Longitudinal	Near-body ter	Transverse at Longitudinal	Step	Counter	Forward acc	Forward acc	Lying	
2	2011-11-10 08:14:00.000	290	312	304	25.7888	0.1429	-0.0076	0.9183	19.5227	2.6392	2.4967	36	0.2371	1.8021
3	2011-11-10 08:15:00.000	316	331	331	26.9447	0.2375	0.0535	0.8967	20.8259	3.2302	2.4487	50	0.2445	2.2649
4	2011-11-10 08:16:00.000	295	307	307	27.694	0.349	0.0255	0.9183	22.0115	2.8837	2.612	68	0.247	1.871
5	2011-11-10 08:17:00.000	323	323	324	28.2595	0.3394	-0.0611	0.8654	23.1006	3.4645	2.5543	55	0.2987	2.2157
6	2011-11-10 08:18:00.000	266	259	283	28.7227	0.3101	0.0586	0.8006	24.0528	2.4048	2.2855	64	0.4242	1.6264
7	2011-11-10 08:19:00.000	216	231	240	29.1246	0.2897	-0.1962	0.8871	24.7856	1.559	1.3732	29	0.2765	0.9946
8	2011-11-10 08:20:00.000	193	169	191	29.4431	0.2543	-0.3414	0.8126	25.3375	0.744	0.605	0	0.3282	0.6318
9	2011-11-10 08:21:00.000	255	234	218	29.7202	0.2389	-0.3745	0.7766	25.7888	1.3756	1.0947	21	0.2987	0.837
10	2011-11-10 08:22:00.000	289	247	206	29.9767	0.2287	-0.5299	0.659	26.1385	1.3552	1.4308	34	0.3947	0.8666
11	2011-11-10 08:23:00.000	269	277	273	30.1911	0.2191	-0.2675	0.851	26.4893	2.1908	2.0646	49	0.2125	1.4082
12	2011-11-10 08:24:00.000	269	265	312	30.3845	0.2103	-0.1172	0.9303	26.8825	3.0467	3.1497	88	0.2888	2.1074
13	2011-11-10 08:25:00.000	285	308	292	30.5568	0.2081	0.1783	0.8222	27.1939	3.2811	2.6328	77	0.2913	2.2452
14	2011-11-10 08:26:00.000	279	299	299	30.7079	0.2067	-0.1274	0.8967	27.3395	4.3714	3.1881	70	0.2888	2.9247
15	2011-11-10 08:27:00.000	305	319	333	30.8159	0.2067	-0.0637	0.9015	27.3603	3.2302	2.831	59	0.2667	2.1665
16	2011-11-10 08:28:00.000	300	305	322	30.9242	0.2111	-0.2522	0.7214	27.4645	3.9434	2.756	62	0.3061	2.6588
17	2011-11-10 08:29:00.000	282	297	318	31.0543	0.2433	0.0994	0.9495	27.5479	2.9856	2.1126	33	0.0993	1.8415
18	2011-11-10 08:30:00.000	255	264	280	31.1629	0.3754	0.0943	0.9255	27.7149	2.8429	2.1702	62	0.1263	2.068
19	2011-11-10 08:31:00.000	258	266	269	31.2498	0.5273	0.0841	0.8871	27.8821	1.7221	1.2676	12	0.2224	1.29
20	2011-11-10 08:32:00.000	285	305	322	31.3587	0.6264	0.186	0.9351	28.0287	2.9856	2.1414	45	0.0623	1.9006
21	2011-11-10 08:33:00.000	327	342	349	31.4459	0.6426	-0.1732	0.8943	28.1545	3.383	2.2855	23	0.2396	2.3339
22	2011-11-10 08:34:00.000	278	300	290	31.4895	0.5838	0.1936	0.863	28.3015	3.2607	2.4967	70	0.1288	2.0877
23	2011-11-10 08:35:00.000	270	301	292	31.555	0.5618	-0.0163	0.9423	28.3015	2.6697	2.1414	54	0.1903	1.6445
24	2011-11-10 08:36:00.000	300	321	334	31.6425	0.542	0.0076	0.9447	28.3856	3.5664	2.804	63	0.2076	2.3634
25	2011-11-10 08:37:00.000	307	331	340	31.7081	0.5897	-0.1962	0.9063	28.5119	3.597	2.5159	35	0.2642	2.2846
26	2011-11-10 08:38:00.000	287	302	317	31.7957	0.6771	-0.0433	0.9063	28.6805	2.9448	2.2278	34	0.2125	1.9794
27	2011-11-10 08:39:00.000	272	286	302	31.9054	0.68	-0.102	0.863	28.8283	2.8022	2.0742	32	0.2494	1.8907
28	2011-11-10 08:40:00.000	249	259	268	31.9932	0.6683	-0.0408	0.8726	28.9552	1.7526	1.2196	3	0.1633	1.3284
29	2011-11-10 08:41:00.000	264	246	262	32.0592	0.6514	0.2344	0.8774	29.0187	2.1704	1.8725	42	0.1263	1.5165
30	2011-11-10 08:42:00.000	255	269	290	32.1252	0.6308	0.0968	0.9063	29.061	2.6188	2.1414	51	0.1633	1.7135

Rys. 3. Dane statystyczne zapisane do pamięci wewnętrznej, odczyt za pomocą programu Microsoft Office Excel



Rys. 4. Wykres temperatury skóry pracownika w wybranym okresie badania



Rys. 5. Typowe stanowisko pracy magazyniera badanej organizacji

4.3. Przykład pomiaru wydatku energetycznego

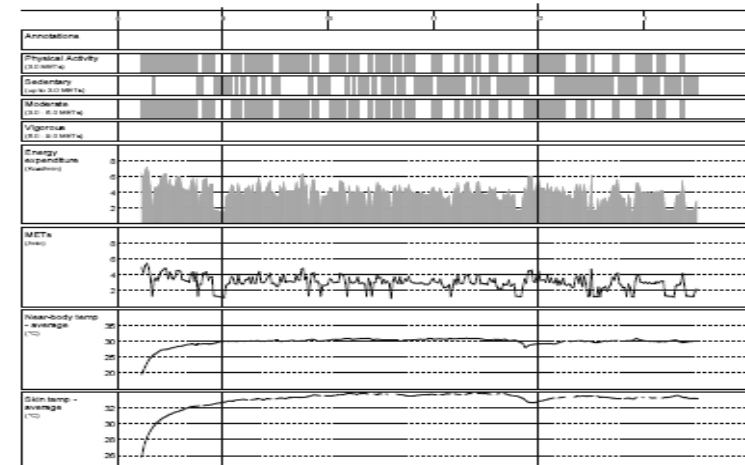
Przykładowe dane zbiorcze badania dla pracy wykonywanej przez pracownika są następujące:

- czas realizacji badania 5h 17' (8:04 – 13:31),
- łączny wydatek na funkcje życiowe (metabolizm oraz efektywny wydatek energetyczny) - 1272kcal,
- aktywny wydatek energetyczny - 785kcal,
- przeciętna aktywność fizyczna na poziomie 3,0 (METs),
- czas wykonywania aktywnych czynności wymagających wydatku energetycznego powyżej 3MET: 2h 42'
- czas wykonywania czynności o małym efektywnym wydatku energetycznym (poniżej 3MET): 2h 35',
- czynności o dużym i bardzo dużym efektywnym wydatku energetycznym – nie występowały.

Clinician / Physician Byrska		Hospital / Organization ATH			Practice / Department KIP		
Subject hutchinson	Age 40	Gender Male	Weight 80.0 kg	Height 180 cm	Handed Right	Smoker No	BMI 24.69
Start Time Thu 10 Nov 2011 08:14		End Time Thu 10 Nov 2011 13:31		Duration of View 5 hrs 17 min	Duration on-body 5 hrs 17 min (100.0%)		



Clinician / Physician Byrska		Hospital / Organization ATH			Practice / Department KIP		
Subject hutchinson	Age 40	Gender Male	Weight 80.0 kg	Height 180 cm	Handed Right	Smoker No	BMI 24.69
Start Time Thu 10 Nov 2011 08:14		End Time Thu 10 Nov 2011 13:31		Duration of View 5 hrs 17 min	Duration on-body 5 hrs 17 min (100.0%)		



Rys. 6. Przykładowy raport wygenerowany przez oprogramowanie profesjonalne

5. Wnioski i uwagi

Przedstawiona metoda jest łatwiejsza, przyjaźniejsza i dokładniejsza w przeprowadzaniu badań niż metody szacunkowe, np. chronometryczno-tabelaryczna Lehmana. Na podstawie przeprowadzonych badań dla 5 reprezentatywnych pracowników magazynu podczas tygodnia pomiarów stwierdzono, iż ze względu na wydatek energetyczny pracownikom na badanym stanowisku nie przysługują dodatkowe napoje oraz posiłki profilaktyczne. Pracodawca, który zdecydował się na taki rodzaj świadczenia zobowiązany jest do odprowadzenia wszelkich składek z tego tytułu.

Zaletą zastosowania czujników jest łatwy przesył, analiza i udostępnianie danych do komputera, szybki i prosty eksport – możliwy praktycznie w czasie rzeczywistym dla wszystkich zarejestrowanych sygnałów i uzyskanych danych do innych programów, takich jak Excel lub Matlab, w celu kontynuacji badań naukowych lub dalszych analiz.

Konwerter plików do PDF umożliwia w szybki sposób generowanie raportów. Urządzenie umożliwia szybką analizę danych: w zaledwie kilka sekund dane są przesyłane z opaski na ramię do komputera za pośrednictwem bluetooth lub gniazda USB, jest możliwy wybór informacji, które mają być wyświetlone w raporcie, możliwość śledzenia danych na bieżąco.

Body Media Sense Wear to jedno z wielu dostępnych na rynku urządzeń służących do monitoringu czynności życiowych. W dalszych pracach zostanie wykorzystany do analizy porównawczej poziomu ergonomii, bezpieczeństwa i higieny pracy dla stanowiska, na którym wprowadzono reorganizację procesu wytwarzania oraz zmianę układu linii produkcyjnej. Urządzenie w sposób bezinwazyjny dostarczy informacje, które pozwolą na ocenę wprowadzonych modyfikacji i będą stanowić podstawę do ciągłego doskonalenia systemu produkcyjnego wybranego przedsiębiorstwa.

Dalsze działania celem poprawy ergonomii powinny być kontynuowane zgodnie z zasadą ciągłego doskonalenia pomimo nieprzekraczania norm wydatku energetycznego. Wyższa jakość ergonomiczna w procesie pracy sprzyja [15]:

- lepszej i wydajniejszej pracy;
- zmniejszeniu biologicznych kosztów pracy;
- zmniejszeniu liczby i kosztów braków oraz błędów popełnianych w pracy;
- zwiększeniu bezpieczeństwa pracy i eliminacji chorób zawodowych;
- lepszemu wykorzystaniu czasu pracy;
- ograniczeniu absencji chorobowej;
- zwiększeniu satysfakcji z pracy oraz pozytywnej motywacji;
- odczuwaniu zadowolenia i przyjemności z kontaktu z urządzeniami technicznymi.

Literatura

1. <http://artelis.pl/artykuly/27926/metody-i-techniki-diagnozowania-stanowisk-robotycznych-i-warunkow-pracy-methods-and-techniques-for-d> 05.05.2011
2. Wróblewska M., Ergonomia. Skrypt dla studentów, Politechnika Opolska, Opole, 2004.
3. <http://www2.ie.psu.edu/freivalds/personal/AppIErgo-Foam%20Rubber%20Grip.pdf>, 31.01.2011
4. http://sensorprod.com/news/articles/2010-01_dim/pr_dim-2010-01.pdf, 31.01.2011
5. <http://www.alzheimerpolska.pl/>, 09.01.2012r
6. <http://www.mojaastma.org.pl/index.php?o=31>, 09.01.2012r.

7. http://depresja.home.pl/fpd/spoleczny_aspekt_depresji, 09.01.2012r.
8. <http://www.pompiarze.pl/cukrzyca/ponad-2-miliony-chorych-na-cukrzyce-w-polsce/>, 09.01.2012r.
9. http://www.kardiolo.pl/postep_w_kardiologii_i_coraz_wiecej_chorych_na_niewydolnosc_serca.htm, 09.01.2012r.
10. <http://nadcisnienie.mp.pl/>, 09.01.2012r.
11. Bugajska J.: Ocena obciążenia pracą fizyczną dynamiczną na stanowisku pracy. [w:] Nauka o pracy bezpieczeństwo, higiena, ergonomia, Koradecka D. (red.) ,CIOP, Warszawa, 2000.
12. <http://www.plmtm.com/index.php/page+wydatek+energetyczny/313>, 31.01.2011
13. Pacholski L. (red.): Ergonomia. Politechnika Poznańska, Poznań, 1986.
14. <http://www.bodymedia.com/>, 09.01.2012
15. Tytyk E.: Ergonomia w konstrukcji maszyn, 1/1.9.4, 2009.

Prof. dr hab. inż. Józef MATUSZEK
Mgr inż. Kinga BYRSKA
Katedra Inżynierii Produkcji
Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
43-309 Bielsko-Biała, ul. Willowa 2
tel./fax: (0-33) 827 92 53
e-mail: jmatuszek@ath.bielsko.pl
kinga.byrska@gmail.com