

**Marta POMIETLORZ-LOSKA, Robert DROBINA**

Katedra Inżynierii Produkcji  
Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej,  
mpomietlorz@ath.bielsko.pl

## **ANALIZA DANYCH POMIAROWYCH AKTYWNOŚCI ELEKTRODERMALNEJ PRACOWNIKÓW DZIAŁU UTRZYMANIA RUCHU Z WYKORZYSTANIEM APARATURY BODY MEDIA SENSE WEAR**

### **Streszczenie**

Na podstawie analizy literatury przedmiotu oraz badań własnych w obszarze utrzymania ruchu i ergonomii, zdefiniowano problem badawczy odnoszący się do oceny aktywności elektrodermalnej skóry pracowników Działu Utrzymania Ruchu. w ramach programu badań przeprowadzono ocenę psychofizjologicznej reakcji na stres i przeżywane emocje podczas wykonywania pracy w warunkach przemysłowych.

Słowa kluczowe: aktywność elektrodermalna, Body Media Sense Wear, utrzymanie ruchu.

### **1. Wprowadzenie**

Druga połowa XIX wieku to okres, w którym można zaobserwować pierwsze badania wykorzystujące pomiar aktywności elektrodermalnej. We współczesnych pracach naukowych pomiar ten stanowi jeden z najczęściej wykorzystywanych parametrów w psychofizjologii [1]. Jest on na tyle uniwersalnym wskaźnikiem, że może być stosowany do oceny i analizy przeżywania emocji człowieka w różnych sferach jego życia. Przykładem zastosowania badań nad emocjami człowieka z wykorzystaniem wskaźnika reakcji skórno-galwanicznej – GSR jest neuromarketing [2], badania kliniczne w obszarze nauk medycznych [1], psychologia [3], badanie wpływu bodźców smakowych na GSR [4] itd.

Obserwacja subiektywnych reakcji emocjonalnych człowieka ma związek ze zmianą oporności skóry [1]. Skóra człowieka w miejscach, w których znajduje się wiele gruczołów potowych wykazuje fluktuację oporności co można utożsamiać ze zmianami w reakcjach emocjonalnych.

Na podstawie analizy literatury przedmiotu oraz badań własnych w obszarze utrzymania ruchu i ergonomii, zdefiniowano problem badawczy odnoszący się do oceny aktywności elektrodermalnej pracowników Działu Utrzymania Ruchu. w ramach programu badań przeprowadzono ocenę psychofizjologicznej reakcji na stres i przeżywane emocje podczas wykonywania pracy w warunkach przemysłowych [4]. Pomiar GSR (reakcji skórno-galwanicznej) – fluktuacji oporu elektrycznego skóry jest metodą uzupełniającą ocenę obciążenia psychicznego pracowników, identyfikującą poziom stresu i reakcję pracowników w sytuacjach stresogennych w procesie pracy. Badania przewodności skóry umożliwiają śledzenie zmian w potliwości człowieka, które powodowane są zwiększonym lub zmniejszonym poziomem stresu [5]. Aktywność elektrodermalna skóry jest mierzona w jednostkach  $\mu S$ . Badania wskaźnika GSR zostały przeprowadzone w Dziale Utrzymania Ruchu na reprezentatywnej grupie pomiarowej z wykorzystaniem aparatury pomiarowej Body Media Sense Wear. Dla zobrazowania metodyki badań i analizy danych pomiarowych aktywności elektrodermalnej pracowników UR, w artykule przedstawiono eksperyment badawczy przedstawiający pracę pracownika UR w trybie 8 godzinnej pracy- i zmiana robocza. Aparatura badawcza Body Media Sense Wear współpracuje z dedykowanym oprogramowaniem SenseWear Professional 8.1, który został wykorzystany w analizie przeprowadzonego eksperymentu badawczego.

## **2. Aktywności elektrodermalnej skóry – rola emocji w procesie pracy**

W celu identyfikacji roli emocji towarzyszących każdemu pracownikowi w czasie wykonywania pracy, należy przybliżyć kilka fundamentalnych pojęć związanych z procesem pracy i towarzyszącymi mu emocjami.

Wykonywanie określonego zakresu czynności w procesie pracy, generuje różnego typu obciążenia pracownika. Są to zarówno obciążenie fizyczne zwłaszcza związane z układem mięśniowo – szkieletowym, jak również obciążenia psychiczne wynikające np. z sytuacji stresowych [6, 7]. Najwięcej informacji na temat obciążeń psychicznych i fizycznych w procesie pracy, uzyskuje się wykorzystując specjalistyczną aparaturę pomiarową. Ogromną rolę w identyfikacji i ocenie czynności generujących obciążenia odgrywa wywiad z samym pracownikiem oraz wykorzystanie metod deklaracyjnych, czyli kwestionariuszy i skali odniesienia [2, 6, 7].

Układ Człowiek – Praca to podstawowy obszar badań ergonomicznych [8]. Przy analizie tego układu najistotniejszym działaniem jest zdefiniowanie wymagań stanowiska pracy w odniesieniu do pracownika oraz przeprowadzenie diagnozy materialnego środowiska pracy.

Każda czynność wykonywana przez człowieka jest wynikiem pracy wszystkich narządów i układów tworzących organizm ludzki. Na jego stan i formę wpływa nie tylko przyjmowana postawa, praca, ale także czynniki środowiskowe. Aby zapewnić dobrą kondycję ciała i umysłu praca powinna być wykonywana w sposób ergonomiczny, zgodny z anatomią ciała ludzkiego w komfortowych warunkach mikroklimatu [6, 9].

Projektując proces pracy i kształtując środowisko pracy należy mieć na uwadze, potencjalne reakcje, jakie mogą wystąpić u pracownika wykonującego dane czynności zawodowe. w celu doboru komfortowych i bezpiecznych warunków pracy, warto dokonać diagnozy elementów i obszarów procesu pracy, które mogą wzbudzać u pracownika emocje, zarówno te pozytywne jak również negatywne [2].

Do metod, które umożliwiają wykonanie diagnozy emocjonalnej pracownika zaliczają się [2]:

- Metody deklaratywne.
- Pomiar wskaźnika GSR (reakcji skórno-galwanicznej) – odpowiadający za zmianę stopnia potliwości skóry, która jest ściśle skorelowana ze zmianą stanu emocjonalnego pracownika.
- Metoda wykorzystująca elektroencefalograf – EEG, czyli gromadzenie danych w postaci sygnałów elektrycznych związanych z aktywacją konkretnych obszarów mózgu podczas wykonywania przez pracownika określonych czynności. Metodą związana jest ściśle z aktywnością neuronową mózgu człowieka.
- Metoda wykorzystująca funkcjonalny rezonans magnetyczny mózgu – fMRI – obrazuje ona aktywacje neuronalne na podstawie pomiaru przepływu krwi w mózgu.
- Metoda automatycznego rozpoznawania emocji – metoda bazująca na podstawie nagrania twarzy. która jest w stanie zidentyfikować podstawowe emocje, takie jak radość, smutek, złość, zaskoczenie bądź strach.
- Eyetracking – technika pomiarowa pozwalająca na śledzenie ruchu gałek ocznych osób uczestniczących w badaniu emocji.

Na potrzeby realizacji głównego celu niniejszego artykułu autorzy przedstawili część badań nad aktywnością elektrodermalną skóry pracowników UR. Celem dokonania pomiarów wskaźnika GRS była identyfikacja sytuacji stresogennych w procesie pracy pracownika Działu Utrzymania Ruchu. Zajmując się

oceną stresu pracowników, zasadnym staje się przedstawienie analizy literatury w zakresie pojęcia stresu.

### 3. Stres w pracy

Analizując literaturę przedmiotu można dokonać spostrzeżenia, iż badania nad zjawiskiem stresu zapoczątkował Hans Selye – lekarz, fizjopatolog pochodzenia austriackiego [10,11]. Przydomek dr Stress związany był z faktem, iż Hans Selye był prekursorem badań nad stresem i poświęcił im 50 lat pracy naukowej [11].

Przez lata dokonywano prób zdefiniowania tego zagadnienia, jednakże do dnia dzisiejszego w obszarze psychologii nie występuje jedna powszechnie akceptowalna definicja stresu [10]. Można natomiast przedstawić główne nurty określające stres psychologiczny należące do nich [10]:

- Nurt określający stres w postaci bodźca, sytuacji życiowej bądź wydarzenia zewnętrznego o specyficznych właściwościach.
- Definiowanie stresu w stosunku do reakcji wewnętrznych, przede wszystkim tych emocjonalnych, które doświadczane są przez człowieka w odniesieniu do określonego przeżycia.
- Stres jako relacja pomiędzy czynnikami zewnętrznymi a właściwościami, cechami charakteru człowieka.

Stres w obszarze pracy można przedstawić w odniesieniu do dwóch potencjalnych grup stresorów związanych z przebiegiem procesu pracy jak również z przebiegiem kariery zawodowej. Pierwszym z nich jest niepewność pracy, czyli obawa przed utratą pracy, zmianą środowiska pracy, wcześniejszą emeryturą etc. Drugą grupę stresorów reprezentuje niezgodność statusu, czyli sytuacja związana z szybkim awansem zawodowym, frustracja związana z osiągnięciem pewnego szczebla kariery zawodowej lub z brakiem możliwości rozwoju zawodowego [10, 12].

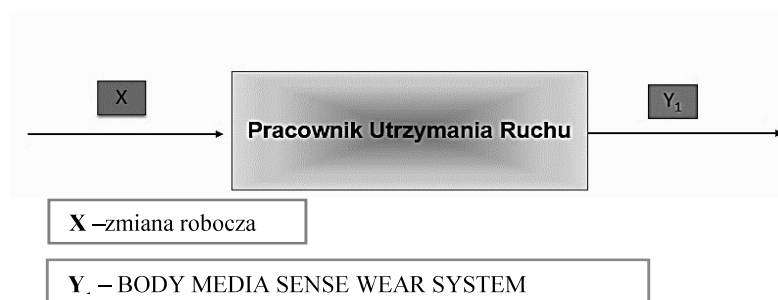
Emocje związane z doświadczaniem stresu w procesie pracy, związane są z brakiem komfortu wynikającym z niewłaściwych i nieergonomicznych warunków pracy. Oraz z zakresem obowiązków i wymagań, które przekraczają możliwości danego pracownika [10, 13]. Czynniki stresogenne związane z pracą często związane są z kulturą organizacyjną przedsiębiorstwa. Do najczęściej występujących stresorów zalicza się [10, 13]:

- Brak wsparcia ze strony przełożonego.
- Brak jednoznacznych komunikatów.
- Poziom odpowiedzialności za powierzone obowiązki oraz innych współpracowników.
- Niską ocenę społeczną pracy.
- Ograniczenia w procesie podejmowania decyzji.

- Konflikty interpersonalne pomiędzy współpracownikami i przełożonymi.
- Tempo pracy – zbyt niskie bądź zbyt wysokie.
- Brak standardów pracy.
- Konflikty w sferze rodzinnej, przekładające się na jakość pracy.

#### 4. Analiza danych pomiarowych wskaźnika GSR pracownika Działu Utrzymania Ruchu

Plan badań aktywności elektrodermalnej pracownika Działu Utrzymania Ruchu w aspekcie zmienności, został przedstawiony na rysunku 1. Badania przeprowadzone zostały, z wykorzystaniem aparatury Body Media Sense Wear. Jest to urządzenie działające na podstawie akcelerometru, które monitoruje złożone parametry aktywności fizycznej, w tym opisany wcześniej parametr aktywności elektrodermalnej – GSR. Urządzenie jest zgodne z dyrektywą medyczną MDD 93/42EEC w zakresie urządzeń medycznych.

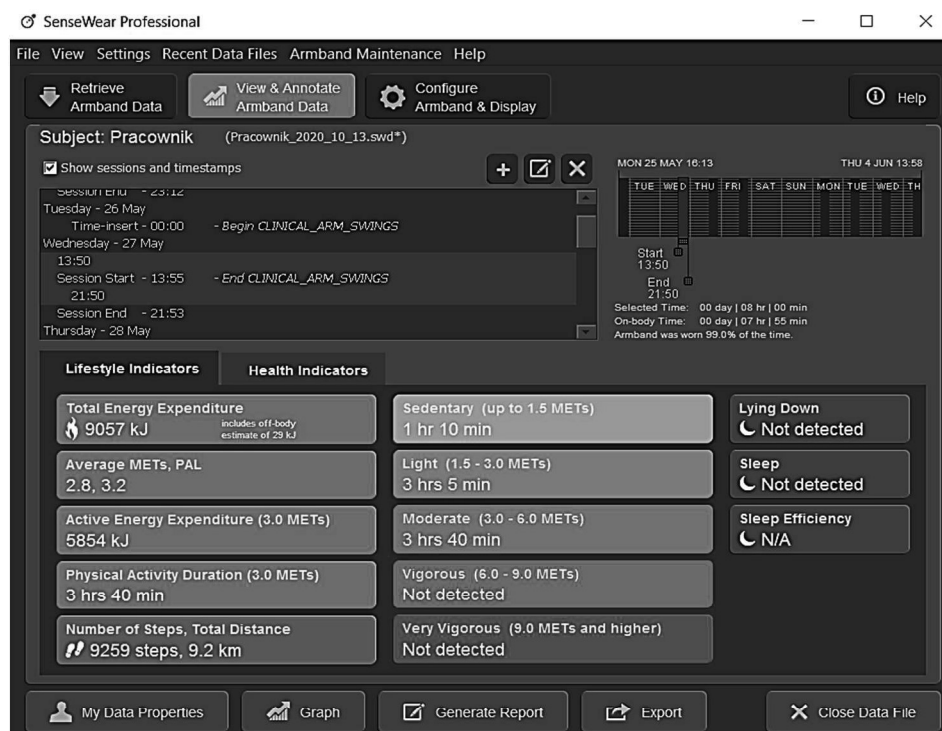


**Rys. 1.** Plan badań aktywności elektrodermalnej pracownika Działu Utrzymania Ruchu

Do obowiązków badanego pracownika Działu Utrzymania Ruchu (ślusarz–mechanik), należy naprawa i konserwacja maszyn i urządzeń w warsztacie oraz bezpośrednio w gniazdach technologicznych, obsługa elektronarzędzi oraz narzędzi ręcznych. Pracownik posiadający stosowne uprawnienia, wykonuje również prace spawalnicze z użyciem m.in. spawarki elektrycznej oraz mig/mat, obsługę podestu ruchomego (tzw. zwyżki) i wózka widłowego. Ponadto do obowiązków pracownika, należy naprawa i konserwacja maszyn oraz urządzeń na terenie danego wydziału produkcyjnego z możliwością oddelegowania na dział tłoczni.

Diagnoza aktywności elektrodermalnej skóry została opracowana na podstawie wyników tygodniowych badań w zakładzie przemysłowym, z wykorzystaniem dedykowanego oprogramowania SenseWear Professional 8.1. Raporty z badań i wykresy zależności wskaźnika GSR od czasu zostały przedstawione na poniższych rysunkach. W ramach prezentowanego artykułu przedstawiono pełną

analizę jednego dnia roboczego, natomiast uśrednione wyniki dotyczące elektrodermalnej aktywności pracownika UR dla całego tygodnia pracy przedstawiono w tabeli 1.



**Rys. 2.** Arkusz pomiarów parametrów aktywności fizycznej- środa II zmiana robocza

Poziom aktywności elektrodermalnej pracownika w odniesieniu do 8 godzinnego dnia pracy wyglądał następująco:

- Średnia wartość parametru GSR to 2,44  $\mu\text{S}$  – odnotowana o godzinie 17:52.
- Maksymalna wartość parametru GSR to 3,19  $\mu\text{S}$  – odnotowana o godzinie 21:49.
- Minimalna wartość parametru GSR to 1,53  $\mu\text{S}$  – odnotowana o godzinie 13:55.

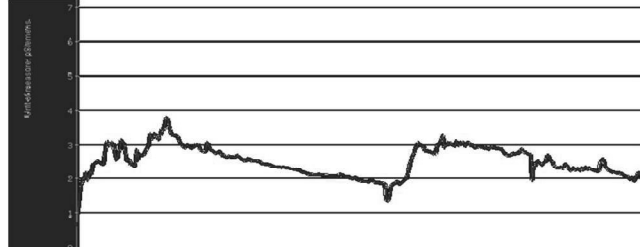
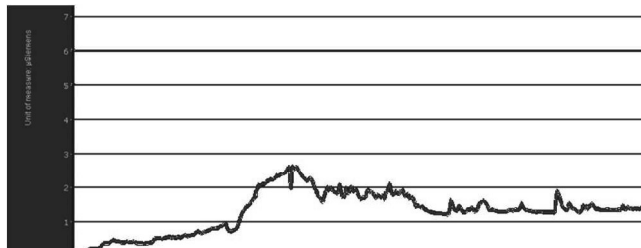
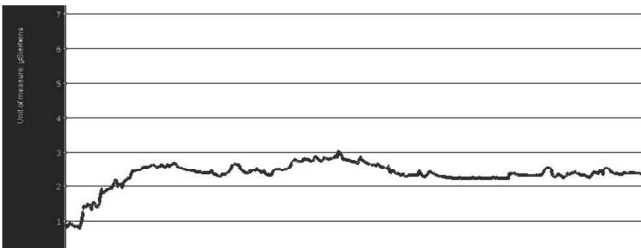
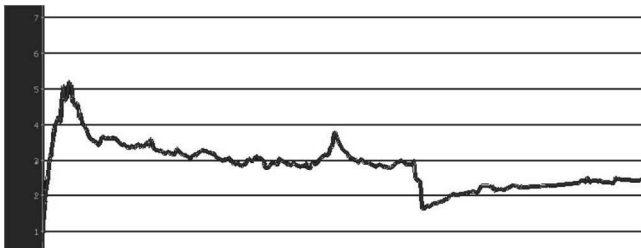
Poziom stresu pracownika UR w całym badanym okresie jest zmienny, ale podczas obserwacji dnia roboczego oraz zapoznając się ze specyfiką pracy tego stanowiska roboczego, można wyodrębnić następujące grupy stresorów wpływające na badanego pracownika:

- Wykonywanie pracy w oparciu o reaktywny sposób zarządzanie parkiem maszynowym – eliminacja awarii bądź mikropostojów w czasie rzeczywistym bez wcześniejszej obserwacji i analizy stanu maszyny.
- Presja czasu związana z minimalizowaniem czasu usuwania awarii – postój maszyny generuje koszty związane z ryzykiem niewykonania planu produkcyjnego.
- Praca w obszarach podwyższonego ryzyka – usuwanie anomalii na linii lakierniczej, gdzie występują wysokie temperatury i duże prawdopodobieństwo wystąpienia wypadków przy pracy.
- Brak części zamiennych, co generuje potrzebę kreatywnego i szybkiego usunięcia awarii przy ograniczonych zasobach materialnych.
- Wystąpienie awarii w obszarze nowo powstałej linii produkcyjnej – brak szkoleń w zakresie usuwania mechanicznych usterek nieznanego dotąd urządzenia.
- Brak jasnych komunikatów ze strony przełożonego.  
Ograniczenia personalne w Dziale Utrzymania Ruchu, co powoduje brak czasu na usunięcie wszystkich awarii zgłaszanych przez liderów poszczególnych odcinków linii produkcyjnych.
- Praca na wysokościach z wykorzystaniem podestu ruchomego tzw. zwyżki.



**Rys. 3.** Wykres obrazujący zależność GSR od 8 godzinnego dnia pracy – środa II zmiana robocza

**Tabela 1.** Uśrednione wyniki aktywności elektrodermalnej w pozostałych dniach pracy

<b>PONIEDZIAŁEK</b>	
<b>WTOREK</b>	
<b>CZWARTEK</b>	
<b>PIĄTEK</b>	



Aktywność elektrodermalna badanego pracownika działu Utrzymania Ruchu oscyluje w granicach od  $0,08 \mu\text{S}$  do  $5,17 \mu\text{S}$ . Z przedstawionych wykresów rozkładu parametru GSR w czasie wynika, iż najwyższy poziom stresu podczas wykonywania pracy zanotowano w piątek. Spowodowane to było wystąpieniem poważnej awarii w obszarze nowej linii produkcyjnej, presją czasu związaną z ryzykiem niewykonania planu produkcyjnego, a w konsekwencji potrzebą wypłacenia kary umownej za niedotrzymanie terminu dostawy. Pracownik pracował pod presją czasu i presją ze strony Kierownika Produkcji. Ryzyko zatrzymania produkcji w zakładzie X powoduje zatrzymanie produkcji w zakładzie kooperanta co generuje ogromne kary finansowe dla przedsiębiorstwa, w którym pracuje badany pracownik. Poziom aktywności elektrodermalnej na poziomie powyżej  $5 \mu\text{S}$  w literaturze przedmiotu porównywana jest do wspinaczki na znaczne wysokości bez zabezpieczenia [14].

## 5. Podsumowanie

Reasumując rozważania nad aktywnością elektrodermalną pracowników Działu Utrzymania Ruchu i przydatnością aparatury Body Media Sense Wear w badaniach poziomu stresu, należy podkreślić zasadność wykonywania tego typu pomiarów w miejscu pracy. Obciążenie psychiczne pracownika przekraczające dopuszczalne normy może powodować znaczne zagrożenie dla samego pracownika ale również dla osób znajdujących się w bezpośrednim kontakcie z pracownikiem przeciążonym psychicznie pracą. Analiza stanu psychicznego pracowników z wykorzystaniem nowoczesnej aparatury pomiarowej, może przyczynić się do ograniczenia występowania wypadków przy pracy oraz posłużyć do implementacji zasad projektowania zhumanizowanych form organizacji pracy w przedsiębiorstwie. Jak również wspomóc inne obszary nauki np. inżynierię normowania pracy.

## Bibliografia

1. Bazarnik, A.: Aktywność elektrodermalna w metodzie biofeedback – zastosowanie kliniczne na przykładzie padaczki. Zeszyty Naukowe Towarzystwa Doktorantów UJ Nauki Ścisłe. 12, (1/2016)
2. Janiszewski, W., Grzelak, J.: Neuromarketing – jak badać emocje użytkowników?, Online Marketing Magazyn, 46 (2019)
3. Aktywność elektryczna skóry, [dostęp online]: <https://www.psychika.eu/aktywnosc-elektryczna-skory/>, (14.10.2020)
4. Badanie wpływu bodźców smakowych na GSR, [dostęp online]: [https://www.fuw.edu.pl/~suffa/Projekt\\_Studencki/GSR/2018/GSR-projekt2.pdf](https://www.fuw.edu.pl/~suffa/Projekt_Studencki/GSR/2018/GSR-projekt2.pdf), (14.10.2020)

5. Czujnik przewodności skóry/GSR (SC), [dostęp online]: <https://www.biomed.org.pl/czujniki/czujnik-przewodnosci-skorygsr-sc.html>, (14.10.2020)
6. Walatek, W.: Praca magisterska pt. „Badanie obciążenia pracy przy wykorzystaniu oceny wydatku energetycznego na przykładzie stanowiska w przedsiębiorstwie produkcyjnym”, (2019)
7. Obciążenie pracą a efektywność, [dostęp online]: <https://rynekpracy.pl/artykuly/obciazenie-praca-a-efektywnosc>, (06.02.2019)
8. Wróblewska, M.: Ergonomia. Politechnika Opolska, Opole (2004)
9. Hławiczka, M., Ścieszka, D.: Ergonomia i Ochrona Pracy. Część 1. Politechnika Łódzka filia w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała (2001)
10. Skorupska, A.: Zagadnienie stresu w organizacji. Zarys problemu. Zeszyty Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Witelona w Legnicy, 30(1), pp. 81-92, (2019)
11. <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Selye-Hans;3973825.html>, (14.10.2020)
12. Cooper, G. L., Marshall, J.: Źródła stresu w pracy kierowniczej i umysłowej. In: Stres w pracy. pp. 139. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa (1987)
13. Godlewska-Werner, D.: Wiek a poziom stresu i indywidualne sposoby radzenia sobie ze stresem u menedżerów. In: Stres w organizacji, pp. 83, Gdańsk (2014)
14. GSR Pocket Guide - Everything you need to know about Galvanic Skin Response to push your insights into emotional behavior (2016), [dostęp online]: <https://imotions.com/blog/gsr/> (15.10.2020)