

## PRACE ORYGINALNE

Dariusz TOMCZYK<sup>1</sup>, Adam TARNOWSKI<sup>2</sup>

### ZWIĄZEK SPRAWNOŚCI REAKCJI PSYCHOMOTORYCZNYCH ZE STANEM ELEKTRYCZNOŚCI ATMOSFERYCZNEJ

#### RELATIONSHIP BETWEEN PSYCHOMOTOR REACTIONS AND THE ACTIVITY OF ATMOSPHERICAL ELECTRICITY

<sup>1</sup>Wyższa Szkoła Rehabilitacji, Wydział Rehabilitacji, Warszawa

<sup>2</sup>Uniwersytet Warszawski, Wydział Psychologii, Warszawa

<sup>2</sup>Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej, Warszawa  
Zakład Psychologii Lotniczej

<sup>1</sup>School of Rehabilitation, Rehabilitation Faculty, Warsaw

<sup>2</sup>Warsaw University, Faculty of Psychology, Warsaw

<sup>2</sup>Military Institute of Aviation Medicine, Warsaw  
Department of the Aviation Psychology

**STRESZCZENIE: Wstęp.** Przedmiotem pracy była weryfikacja tezy o istnieniu związku między obniżoną sprawnością reakcji psychomotorycznych a zaburzeniami elektryczności atmosferycznej. W tym celu przeprowadzono analizę polegającą na zestawieniu danych, które pochodziły z badań psychologicznych kierowców i pilotów oraz kandydatów do tych zawodów, z danymi dotyczącymi stanów elektryczności atmosfery, jakie występowały podczas wykonywania przez nich testów. **Badani i metoda.** Osoby badane to 327 mężczyzn w wieku 18-54 lata ( $M=29,4$ ;  $s=9,7$ ). Badano ich czasem reakcji z wyborem, co pozwalało ocenić zdolność koordynacji ruchów oraz uwagę. Łączny czas reakcji analizowany był z podziałem na czas podejmowania decyzji i czas ruchu. Jako wskaźnikiem stanu elektryczności atmosfery posłużono się wartością natężenia pola elektrycznego atmosfery, rejestrowaną co 10 sekund. Wyróżniono arbitralnie dwie kategorie stanów elektryczności: niezaburzone i zaburzone. Za niezaburzone uzna-

---

**Adres do korespondencji:** Dariusz Tomczyk, Wydział Rehabilitacji WSR, ul. Obozowa 20, 01-161 Warszawa, [dariusztomczyk@wp.pl](mailto:dariusztomczyk@wp.pl)

wano takie, w których wartości natężenia pola elektrycznego atmosfery wahały się między 0 a 300 V/m. Wartości niższe (ujemne) oraz wyższe sklasyfikowano jako zaburzone. **Wyniki.** Potwierdzono związek zmniejszonej sprawności psychomotorycznej z zaburzeniami elektryczności atmosferycznej. Analiza statystyczna wykazała wysoce istotną współzależność długości czasu podejmowania decyzji ( $p < 0,001$ ) i, w nieco mniejszym stopniu, długości czasu wykonywania ruchu ( $p = 0,020$ ) ze stanem elektryczności atmosfery. **Wnioski.** Wyniki sugerują, że zaburzona elektryczność atmosferyczna koreluje przede wszystkim z wydłużeniem czasu podejmowania decyzji u badanych, natomiast ich sprawność ruchową obniża. Znaczenie tych wyników jest dyskutowane w odniesieniu do neuropsychologii klinicznej i psychologii transportu

**SŁOWA KLUCZOWE:** Badania kierowców, badania pilotów, biometeorologia, elektryczność atmosferyczna

**SUMMARY: Objectives.** This study aimed at verifying the thesis of relationship between a decreased efficacy of the psychomotor reactions and disturbances of the atmospheric electricity. Therefore, an analysis of data derived from the psychological tests performed in both vehicle drivers and pilots as well as candidates to these occupations in comparison with the data regarding activity of atmospheric electricity measured during these tests. **Material and methods.** Three hundred twenty seven men, aged between 18 to 54 years (mean age: 29.4 years;  $s = 9.7$ ) were tested with multichoice test of reaction time, enabling to assess capability of motor coordination and attention. Total reaction time was analyzed according to the time of decision-making and movement time. As a marker of electricity, an intensity of electric field in the atmosphere was used. It was measured every 10 seconds. Two categories of electricity status were distinguished arbitrarily: non-disturbed and disturbed. Intensity of the electric field in the atmosphere ranging from 0 V/m to 300 V/m was included to non-disturbed category, whereas lower (negative) and higher values were classified as disturbed. **Results.** A relationship between decreased psychomotor efficiency with disturbance in the atmospheric electricity was confirmed. Statistical analysis has shown highly significant interdependence of the time of decision making ( $p < 0.001$ ) and to lesser degree time of the movements' performance ( $p = 0.020$ ) on the atmospheric electricity status. **Conclusions.** The obtained results suggest that disturbed electricity in the atmosphere correlates first of all with a prolongation of time necessary to make decision by the examined individuals, while it decreases their motor efficiency. Significance of these results will be discussed in relation to clinical neuropsychology and transportation psychology

**KEY WORDS:** drivers testing, pilots testing, biometeorology, atmospheric electricity

### **Wstęp**

Część badań z zakresu psychologii środowiskowej i biometeorologii wskazuje na istnienie związku między sprawnością reakcji psychomotorycznych, poziomem wykonania zadań w testach inteligencji oraz wynikami w niektórych skalach kwestionariuszy temperamentu z jednej strony a zaburzeniami pogody z drugiej. Cytowane są wyniki badań [1], z których wynika, że w dni, kiedy wiał wiatr fenowy poziom wykonania różnych zadań obniżał się, natomiast zwiększała się liczba wypadków i to zarówno w czasie oddziaływania fenu, jak i na krótko przed jego pojawieniem się. Ta sama publikacja przytacza także porównanie wykonania testów psychologicznych w dni, gdy wieje wiatr pustylny szaraw i w dni bez tego wiatru konkludując, że w dni wietrzne uzyskano wyższe wartości w skali neurotyczności i ekstrawersji, a niższe w testach inteligencji [1]. W innych badaniach wykazano bardzo wysokie nasilenie przypadków obniżenia nastroju, depresji i samobójstw podczas nasuwania się chłodnych lub ciepłych frontów atmosferycznych nad dany obszar [2, 3].

U niektórych ludzi stwierdza się nie tylko nadwrażliwość na zmiany pogody, ale również zdolność „przewidywania” tych zmian, co jest specyficzną formą reakcji układu autonomicznego [2]. Reakcje meteorotropowe, czyli zaburzenia równowagi organizmu lub nawet pojawiające się objawy chorobowe, będące odpowiedzią na zmianę warunków atmosferycznych, występują u poszczególnych ludzi w niejednakowym stopniu, najbardziej podatni na nie są tzw. meteoropaci. Wystąpienie reakcji meteorotropowych wyraźnie koreluje z pewnymi sytuacjami synoptycznymi, takimi jak np. przejście frontu atmosferycznego, wystąpienie burzy itp. [4]. Poszczególne masy powietrza, towarzyszące różnym stanom pogody, charakteryzują się bardzo zróżnicowanymi wartościami składowych elektryczności atmosferycznej, dlatego zmiana jednej masy powietrza na inną pociąga za sobą zaburzenia tej elektryczności [5, 6]. Zaburzenia takie obserwuje się także przy znacznym naturalnym lub antropogenicznym zapyleniu powietrza, które silnie utrudnia swobodny pionowy przepływ ładunków elektrycznych w atmosferze [7, 8].

Niektórzy badacze uważają, iż poszukując wyjaśnienia mechanizmu oddziaływań zaburzeń pogodowych na człowieka, należy szczególną uwagę zwrócić na działanie bodźców wynikających z elektrycznych i elektromagnetycznych cech atmosfery [4]. Wykazano np., że jony ujemne zwiększają ruchliwość i aktywność, poprawiają czas reakcji i nastrój oraz wpływają pozytywnie na interakcje społeczne, natomiast jony dodatnie wywołują stany niepokoju i wzrost odczucia pesymizmu oraz pogarszają poziom wykonania zadań [1, 5, 9]. Najczulsze meteorotropowo są te układy organizmu, które w swym działaniu opierają się znacząco na komponencie elektrycznym, czyli takie jak układ krążenia i układ nerwowy [4].

Przez elektryczność atmosferyczną rozumiemy całokształt zjawisk elektrycznych zachodzących w atmosferze [10]. Powietrze atmosferyczne nie jest gazem elektrycznie obojętnym. Znajdują się w nim nośniki ładunku elektrycznego, jakimi w gazach są jony dodatnie, jony ujemne oraz elektrony swobodne [11]. Między powierzchnią Ziemi a otaczającą ją atmosferą stale utrzymuje się różnica potencjału elektrycznego; stan ten nazywamy polem elektrycznym atmosfery [10]. Powierzchnię Ziemi i otaczającą ją atmosferę można uważać za dwie okładki sferycznego kondensatora. Natężenie pola elektrycznego atmosfery może się zmieniać w bardzo szerokich granicach zarówno co

do wartości bezwzględnych samego natężenia, jak i co do jego znaku, a więc zwrotu linii sił tego pola. Zasadniczą przyczyną zmian w natężeniu pola są warunki atmosferyczne panujące na danym obszarze. Przy spełnionych kryteriach tzw. pięknej pogody jego średnia wartość wynosi około 130 V/m [8, 11].

Dla potrzeb omówionego w tym artykule badania związku przebiegu reakcji psychomotorycznych z elektrycznością atmosferyczną poszukiwano odpowiedniego narzędzia testowego, które dostarczyłoby materiału do analizy zgodnego z wymaganiami psychometrii i stosunkowo łatwego w interpretowaniu. Jak podaje piśmiennictwo, metoda pojedynczych pomiarów czasu reakcji, w porównaniu do odpowiedzi w testach kwestionariuszowych, dokładniej replikuje pomiar badanej zmiennej i z punktu widzenia psychometrii dostarcza lepszych danych o rozkładzie wyników, jakie są możliwe do uzyskania w teście przez konkretną osobę [12,13].

Stosując czas reakcji jako wskaźnik badanej zmiennej można zatem analizować procesy zachodzące w umyśle człowieka przynajmniej w aspekcie czasowym, procesy zarówno aferentne, jak i ośrodkowe czy eferentne [12].

Czas upływający między pojawieniem się bodźca a wystąpieniem obserwowalnej reakcji składa się z trzech zasadniczych etapów. Pierwszym jest percepcja. Informacja o pojawiającym się bodźcu musi dotrzeć do świadomości osoby badanej, aby mogła ona dalej przetwarzać informacje. Drugi etap to podejmowanie decyzji o reakcji bądź jej zaniechaniu. Wreszcie trzeci etap to podjęcie skoordynowanego działania w odpowiedzi na bodziec. Najczęściej badacza-psychologa interesuje proces decyzji. Idealem byłby pomiar jego czasu z pominięciem pozostałych składowych. Jeżeli brak jest takiej możliwości, pozostaje założenie, że procesy te przebiegają w sposób względnie stały [12].

Zależność między czasem decyzji (z powodu niemożności rozgraniczenia procesu percepcji od właściwego procesu podejmowania decyzji jest liczony od pojawienia się bodźca do momentu inicjacji ruchu) a czasem trwania ruchu jest nieistotna statystycznie. Zatem globalny czas reakcji, będący sumą dwóch powyższych składowych, obciążony jest znacznym błędem jako suma pomiarów wzajemnie nieskorelowanych, co obniża rzetelność pomiaru. Ponadto znaczna część wariacji globalnego czasu reakcji tłumaczona jest przez wariację czasu procesów motorycznych, niebędących na ogół przedmiotem zainteresowania badacza. Stanowi to poważne ograniczenie trafności wyników. System pomiarowy oparty na wymienionym wyżej teście wykonania daje możliwość rozróżnienia obu składowych, co pozwala na konstruowanie wskaźników opartych tylko na czasie podejmowania decyzji, a w rezultacie polepszenie jakości psychometrycznej wyników [12]. Badania wykazały, że jakość ta jest zadowalająca. W polskich warunkach potwierdzono przydatność tego testu m. in. w badaniach normalizacyjnych na studentach oraz w badaniach różnic między kobietami i mężczyznami jako kandydatami na pilotów zawodowych [13, 14].

W świetle przytoczonych na wstępie wyników badań można postawić hipotezę o istnieniu związku między sprawnością psychomotoryczną człowieka a zmieniającymi się stanami elektryczności atmosferycznej. W celu weryfikacji tej hipotezy porównano dane uzyskane w trakcie badań psychologicznych przeprowadzanych w czasie panowania stabilnych warunków pogodowych i w czasie występowania zaburzeń elektryczności atmosferycznej.

### **Badani i metoda**

*Osoby badane.* Materiał do analizy stanowiły wyniki testu psychomotorycznego z lat 2005, 2006 i 2007, jakiemu poddawani byli w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej w Warszawie kandydaci na kierowców i kierowcy oraz kandydaci na pilotów i piloci. Łącznie analizą objęto 327 osób. Osobami badanymi byli mężczyźni, w wieku od 18 do 54 lat ( $M=29,4$ ;  $s=9,7$ ).

*Narzędzia badawcze.* Osoby badane były testem czasu reakcji z wyborem, pozwalającym ocenić zdolność koordynacji ruchów oraz uwagę, rozumianą jako zdolność selekcji bodźców. Test ten umożliwia ocenę czasu reakcji, zarówno na poziomie decyzji, jak i wykonania. Czas decyzji jest to czas, jaki upływa od pojawienia się bodźca do oderwania palca od czujnika. Czas reakcji motorycznej jest to czas od oderwania palca od czujnika do naciśnięcia klucza reakcji. Ogólny czas reakcji jest sumą tych dwóch składowych. Naciśnięcie klucza reakcji w odpowiedzi na inny bodziec niż zadany jest traktowane jako błąd reakcji natomiast samo niepotrzebne oderwanie palca od czujnika, bez naciśnięcia klucza, jest traktowane jako błąd decyzji.

Na wynik testu składało się osiem elementów (zmiennych). Kolejno były to: błędy decyzji, błędy reakcji, mediana czasu decyzji, mediana czasu reakcji, mediana czasu motoryki, odchylenie ćwiartkowe czasu decyzji, odchylenie ćwiartkowe czasu reakcji, odchylenie ćwiartkowe czasu motoryki (mediany i odchylenia ćwiartkowe wyrażone były w milisekundach).

Na podstawie danych zebranych przez Obserwatorium Geofizyczne Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk w Świdrze koło Warszawy określono, jakie warunki elektryczności atmosferycznej panowały w czasie wykonywania testu przez każdą z osób. Dane te zbierane są całodobowo co 10 sekund i zawierają, między innymi, informacje o wartościach natężenia pola elektrycznego atmosfery, które wykorzystano w niniejszej pracy<sup>1</sup>. Warunki elektryczności atmosferycznej podzielono arbitralnie na dwie kategorie: niezaburzone i zaburzone. Jako niezaburzone uznawano takie, w których wartości natężenia pola elektrycznego atmosfery wahały się między 0 a 300 V/m. Wartości niższe od 0 V/m, czyli ujemne, oraz wyższe niż 300 V/m klasyfikowano jako warunki zaburzone.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono przy użyciu programu SPSS 12.0 PL for Windows. Testem Kołmogorowa-Smirnowa sprawdzono zgodność rozkładu uzyskanych wyników z rozkładem normalnym. W celu weryfikacji hipotezy zerowej użyto testu Manna-Whitneya.

*Przebieg badania.* Na stalowej płycie umieszczone były dwie różnokolorowe lampki, czujnik sensorowy oraz przycisk (klucz reakcyjny). W urządzenie wmontowany był również brzęczyk. Prezentacją testu i rejestracją danych sterował komputer. Zadaniem osoby badanej było trzymanie palca na czujniku, a w odpowiedzi na zadany bodziec (np. zapalenie się czerwonej lampki połączone z dźwiękiem) oderwanie palca od czujnika i jak najszybsze naciśnięcie klucza reakcyjnego, starając się jednak unikać błędów. Wszystkie inne sygnały należało pomijać. Rejestrowany był czas podejmowania decyzji (oceniający uwagę), czyli czas upływający od poja-

---

<sup>1</sup> Dane te zostały udostępnione przez Pana mgra Marka Kubickiego z obserwatorium Geofizycznego Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, któremu w tym miejscu pragniemy gorąco za to podziękować

wienia się bodźca do rozpoczęcia ruchu, oraz czas samego ruchu (oceniający motorykę). Badanie odbywało się w osobnym pomieszczeniu, w którym obecny był tylko badany i prowadzący badanie. Wyeliminowano hałas i zapewniono właściwe (niejaskrawe i rozproszone) oświetlenie stanowiska badawczego.

### Wyniki

Po przyporządkowaniu stanów elektryczności atmosferycznej wszystkim 327 badanym stwierdzono, że 71 osób testowano w warunkach zaburzonych, a pozostałe 256 osób – w niezaburzonych. Test Kołmogorowa-Smirnowa wykazał, że rozkład części wyników nie miał charakteru normalnego (konkretnie rozkład błędów decyzji, błędów reakcji i odchyłeń ćwiartkowych czasu motoryki w warunkach zaburzonych oraz błędów decyzji, błędów reakcji, odchyłeń ćwiartkowych czasu decyzji, odchyłeń ćwiartkowych czasu reakcji i odchyłeń ćwiartkowych czasu motoryki w warunkach niezaburzonych). Z tej przyczyny, w celu porównania wartości średnich między obiema badanymi grupami we wszystkich ośmiu elementach (zmiennych) testu, zdecydowano się na zastosowanie nieparametrycznego testu Manna-Whitneya (tab. 1).

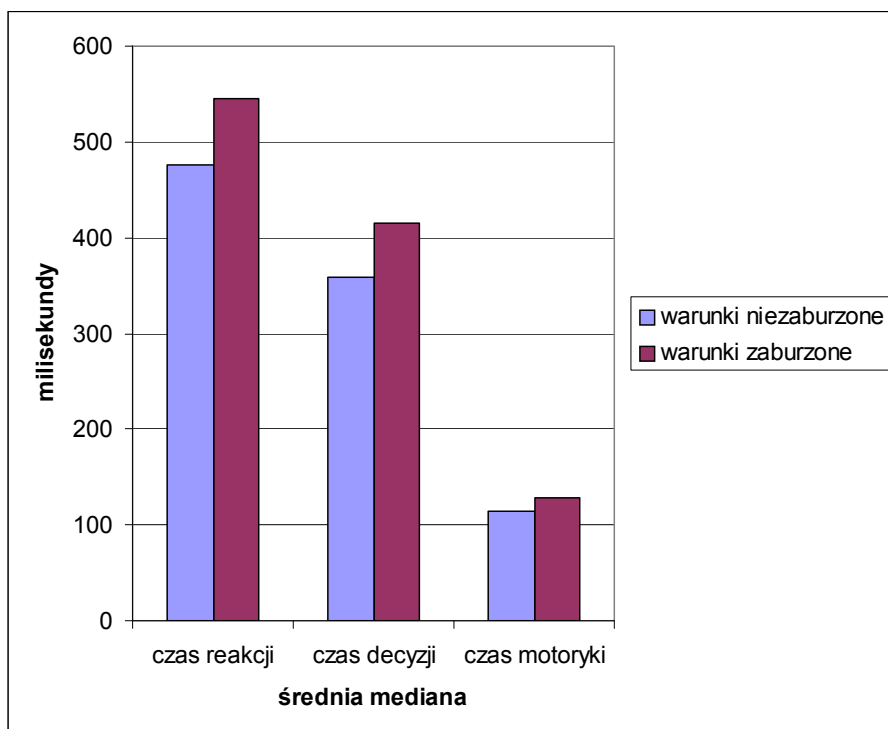
Tab. 1. Istotność różnic między parametrami wykonania testów psychologicznych w różnych warunkach aktywności elektrycznej atmosfery (czasy podane w milisekundach)

Tab. 1. Significance of differences between parameters of psychological test execution under various conditions of electricity activity in the atmosphere (time in milliseconds).

Zmienna	Warunki zaburzone		Warunki niezaburzone		Test Manna - Whitneya	
	<i>M</i>	<i>s</i>	<i>M</i>	<i>s</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
Błędy decyzji	0,37	0,62	0,47	0,70	8460,5	0,291
Błędy reakcji	0,11	0,36	0,21	1,08	8807,0	0,483
Mediana czasu decyzji	415,35	56,80	359,23	61,59	4369,5	<0,001
Mediana czasu reakcji	545,70	70,05	476,96	68,69	4273,5	<0,001
Mediana czasu motoryki	127,97	39,82	114,50	29,09	7451,5	0,020
Odchylenie czasu decyzji	100,83	47,53	93,05	39,33	8505,5	0,409
Odchylenie czasu reakcji	109,39	53,48	95,76	44,14	7891,0	0,089
Odchylenie czasu motoryki	24,14	19,05	25,71	21,35	8562,5	0,485

Różnice wysoce istotne statystycznie zanotowano dla mediany czasu decyzji, mediany czasu reakcji i mediany czasu motoryki, natomiast dla pozostałych składowych testu różnice okazały się statystycznie nieistotne. Wyniki te skutkują odrzuceniem hipotezy zerowej w obszarze dotyczącym median czasu decyzji, czasu reakcji i czasu motoryki, natomiast nie pozwalają na jej odrzucenie w zakresie pozostałych pięciu elementów testu. Tym samym potwierdzone zostały założenia hipotezy badawczej, mówiące o istnieniu związku zróżnicowanych stanów elektryczności atmosfery ze sprawnością psychomotoryczną człowieka. Średnie me-

diany czasu reakcji, czasu decyzji i czasu motoryki, wyliczone dla warunków niezaburzonych i zaburzonych, obrazuje ryc. 1.



Ryc. 1. Średnie mediany czasów reakcji, decyzji i motoryki w warunkach niezaburzonych i zaburzonych.

Fig. 1. Mean median values of reaction time, decision, and motor activity under non-disturbed and disturbed conditions.

### Omówienie wyników

Celem tej pracy było zweryfikowanie hipotezy o związku różnych stanów elektryczności atmosferycznej na sprawność psychomotoryczną człowieka. Przeprowadzona analiza danych potwierdziła istnienie tego wpływu względem czasu podejmowania decyzji (mediana czasu decyzji) oraz, w nieco mniejszym stopniu, względem czasu wykonywania ruchu (mediana czasu motoryki). Można więc stwierdzić, że zaburzona elektryczność atmosferyczna powodowała u badanych przede wszystkim wydłużenie czasu podejmowania decyzji (o około 16%, poziom istotności  $p < 0,001$ ), natomiast szybkość ich ruchów obniżała z mniejszą siłą, choć nadal w stopniu wysoce istotnym statystycznie (o około 12%, poziom istotności  $p = 0,020$ ). Może to też sugerować odmienny charakter wpływu zaburzeń elektryczności atmosferycznej na poszczególnych badanych, gdyż jednym osobom zaburzenia te wydłużały sumaryczne czasy reakcji bardziej przez wydłużanie czasów decyzji, a innym bardziej przez wydłużanie czasów motoryki.

Wydłużenie czasu decyzji i czasu motoryki w warunkach zaburzonych w stosunku do niezaburzonych dało w rezultacie wydłużenie czasu reakcji o około 14% (tabela – wartości średnie). Można przypuszczać, że różnice między osobami testowanymi w odmiennych warunkach elektryczności byłyby jeszcze znaczniejsze, gdyby badanych poddać temu samemu testowi nie na terenie Wojskowego Instytutu Medycyny Lotniczej na warszawskim Żoliborzu, ale znacznie bliżej Świdra, gdzie znajduje się aparatura pomiarowa rejestrująca stan elektryczności atmosfery. Odległość między obiema placówkami to w linii prostej około 23 kilometry. Chociaż w trakcie analizy danych pochodzących ze Świdra każdorazowo i w sposób szczególny brano pod uwagę kierunek i prędkość wiatru, który ma kluczowe znaczenie dla przemieszczania się konkretnej masy powietrza o właściwych sobie parametrach elektrycznych nad określony obszar terenu, to jednak taka interpretacja „na odległość” (w tym wypadku odległość wspomnianych wyżej 23 km) siłą rzeczy musi być obciążona większym błędem, niż gdyby dystans ten był znacząco krótszy, mimo że owe 23 kilometry to jest jeszcze dopuszczalna odległość, na jaką, zgodnie z wiedzą w dziedzinie fizyki atmosfery, można w miarę wiarygodnie interpretować utrzymywanie się właściwości elektrycznych atmosfery.

Gdyby badanych testowano na otwartym powietrzu, na zewnątrz budynku a nie wewnątrz, gdzie były one w znacznej części odcięte od wpływów elektryczności atmosfery, różnice między porównywanymi grupami byłyby zapewne jeszcze większe. W warunkach przeprowadzonego testu kontakt badanych z elektrycznością atmosferyczną miał miejsce głównie zanim weszli oni do budynku, w którym odbywało się badanie, a w czasie samego badania tylko w minimalnym stopniu. Mimo tych ograniczeń i tak pozostaje faktem, że na organizm badanego, zanim znalazł się on w budynku, oddziaływały różne elementy elektryczności atmosfery. Ciało tej osoby było wtedy niejako „zanurzone” w otaczającej ją elektryczności i ulegało jej wpływowi, natomiast samo badanie w pomieszczeniu zamkniętym trwało dość krótko, najczęściej od 2 do 6 minut, i organizm miał stosunkowo niewiele czasu, by zdążyć „dostroić się” pod względem fizjologicznym do odmiennych warunków elektrycznych panujących w pomieszczeniu w porównaniu do tych panujących na otwartej przestrzeni.

Podsumowując należy stwierdzić, że zagadnienie wpływu elektryczności atmosferycznej na sprawność procesów psychicznych i motoryki u ludzi jest dalekie jeszcze od ostatecznego wyjaśnienia.

### ***Piśmiennictwo***

1. Bell P. A., Greene T. C., Fisher J. D., Baum A.: *Psychologia środowiskowa*. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2004.
2. Schiffer Z.: Próba określenia faz pogody i ich wpływu na nasilanie się schorzeń meteorotropowych. [W]: R.J. Wojtusiak red.: *Biometeorologia a organizm ludzi i zwierząt*. PWN, Warszawa – Kraków 1986, 21-33.
3. Schiffer Z.: Wiatr halny a samobójstwa i bójki. [W]: R.J. Wojtusiak red.: *Biometeorologia a organizm ludzi i zwierząt*. PWN, Warszawa – Kraków 1986, 35-43.



4. Kożuchowski K.: *Atmosfera, klimat, ekoklimat*. Wydawn. PWN, Warszawa 1998.
5. Lenkiewicz Z., Schiffer Z., Krakowiak L., Sadowska E.: Wpływ ujemnej jonizacji powietrza na zachowanie się zwierząt. [W]: R.J. Wojtusiak red.: *Biometeorologia a organizm ludzi i zwierząt*. PWN, Warszawa – Kraków 1986, 83-96.
6. Tyczka S.: Zmienność jonizacji powietrza atmosferycznego. *Przeł. Geofiz.*, XIII (XXI), 1968, 123-141.
7. Radomski C.: *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa 1987.
8. Warzecha S.: Wpływ zmian liczby jąder kondensacji na przebieg pola elektrycznego w Świdrze. *Prace Obserwatorium Geofizycznego PAN*, 1962, 23, Księga Jubileuszowa, 93-101.
9. Straburzyński G., Straburzyńska-Lupa A.: *Medycyna fizykalna*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
10. *Słownik meteorologiczny*. Polskie Towarzystwo Geofizyczne & Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2003.
11. Iribarne J. V., Cho H. R.: *Fizyka atmosfery*. PWN, Warszawa 1988.
12. Tarnowski A.: Problemy metodologiczne pomiaru czasu reakcji. *Przeł. Psychol.*, 2002, 45, 401-410.
13. Tarnowski A.: Walidacja testów czasu reakcji i koordynacji dwóch rąk dla potrzeb diagnostyki psychologicznej w lotnictwie. *Pol. Przeł. Med. Lotn.* 1997, 3 (3), 305-315.
14. Tarnowski A., Maciejczyk J.: Różnice między mężczyznami a kobietami w zakresie wybranych psychologicznych kryteriów w selekcji do lotnictwa. *Pol. Przeł. Med. Lotn.* 2003, 9(2), 161-171.

