

Warunki mikroklimatyczne wybranych hal sportowych na terenie województwa pomorskiego

Krzysztof Marchlewski

Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii
E-mail: k.m.marchlewski@gmail.com

Tutor: dr Mirosława Malinowska

Instytut Geografii, Katedra Meteorologii i Klimatologii

Streszczenie: *Praca miała na celu wykazanie warunków termiczno-wilgotnościowych, panujących na halach sportowych podczas zawodów w różnych zespołowych dyscyplinach sportu oraz ich wpływu na odczucia cieplne zawodników. Pomiarów dokonywano za pomocą psychrometru aspiracyjnego Assmanna w wybranych obiektach sportowych zlokalizowanych w województwie pomorskim w okresie kwiecień-maj 2015. Odczucia cieplne zawodników oceniono za pomocą wskaźników: temperatura efektywna (TE) i maksymalny dopuszczalny poziom aktywności fizycznej (MHR). Wyniki nie wykazały przekroczeń dopuszczalnych temperatur powietrza przy jakich można wykonywać pracę, wyznaczonych przez regulacje ministerstwa właściwego do spraw pracy, jednak wykazały możliwe przekroczenia dopuszczalnego poziomu aktywności fizycznej w danych warunkach termicznych.*

Słowa kluczowe – mikroklimat hal sportowych, komfort termiczny, stres cieplny

Wprowadzenie

Temat temperatury powietrza w halach sportowych był do tej pory pomijany w opracowaniach naukowych zarówno przez klimatologów, jak i fizjologów. Wydaje się jednak, iż w perspektywie zmian klimatu zmianie mogą ulec również warunki uprawiania sportów wewnątrz obiektów sportowych. Należy zwrócić większą uwagę na warunki termiczne panujące w halach sportowych, gdyż tak samo jak ograniczona może zostać możliwość uprawiania sportów zimowych, tak trzeba mieć na uwadze, że wzrost średniej temperatury powietrza może spowodować wzrost temperatury w hali sportowej np. ze względu na liczne przeszklenia czy brak odpowiedniej wentylacji obiektu. W konsekwencji może to doprowadzić do sytuacji, że w niektórych miesiącach roku uprawianie dyscyplin halowych może być niemalże niemożliwe, gdyż będzie zagrażało zdrowiu i życiu zawodników. Powszechnie wiadomo, iż wysoka temperatura jest takim samym, jeśli nie większym, zagrożeniem dla zdrowia i życia ludzkiego niż temperatura niska.

Przepisy związków sportowych w dyscyplinach halowych nie opisują w żadnym miejscu warunków termicznych i wilgotnościowych, jakie powinny panować w halach sportowych w czasie rozgrywania zawodów. Należy zatem uznać, że w tym zakresie obowiązują powszechne przepisy BHP. Ocena cieplnych warunków pracy w środowisku gorącym opisywana jest w polskich aktach prawnych za pomocą wskaźnika WBGT (*wet bulb globe temperature*). Opisany jest on w polskiej normie PN-N/85-08011. Dopuszczalne wartości WBGT podaje Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. 2014 poz. 817). „Ocena obciążenia cieplnego następuje metodą porównania rzeczywistych kombinacji parametrów

kształtujących warunki środowiskowe i aktywności w pracy z określonymi kombinacjami tych czynników, które nie powodują niekorzystnych zmian u prawie wszystkich zdrowych” (Wacławik, 2013). Wskaźnik ten zależy od rodzaju wykonywanej pracy, miejsca pracy (na zewnątrz, gdzie dociera bezpośrednio promieniowanie słoneczne czy też w budynku), od rodzaju odzieży roboczej oraz od indywidualnych uwarunkowań fizjologicznych człowieka.

Człowiek jest istotą stałocieplną, czego konsekwencją jest fakt, iż podstawą prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego jest utrzymywanie stałej temperatury wewnętrznej (około 37°C), a procesy termoregulacyjne dążą do zrównoważenia przychodów i strat ciepła (Kozłowski, 1986). Odchylenia od tego stanu stanowią zagrożenie dla życia i zdrowia człowieka. Ogólne równanie bilansu cieplnego człowieka ma postać (Kozłowska-Szczęsna, Błażejczyk, Krawczyk, 1997; Błażejczyk, Kunert 2011):

$$\text{BMR} + \text{WL} + \text{Q} + \text{E} + \text{C} + \text{Res} + \text{Kd} = \text{S}$$

gdzie:

BMR – podstawowa, metaboliczna produkcja ciepła,

WL – produkcja ciepła w wyniku pracy mięśni,

Q – bilans radiacyjny człowieka,

E – straty ciepła w wyniku parowania,

C – wymiana ciepła przez unoszenie (turbulencyjną wymianę ciepła jawnego),

Res – straty ciepła w wyniku oddychania,

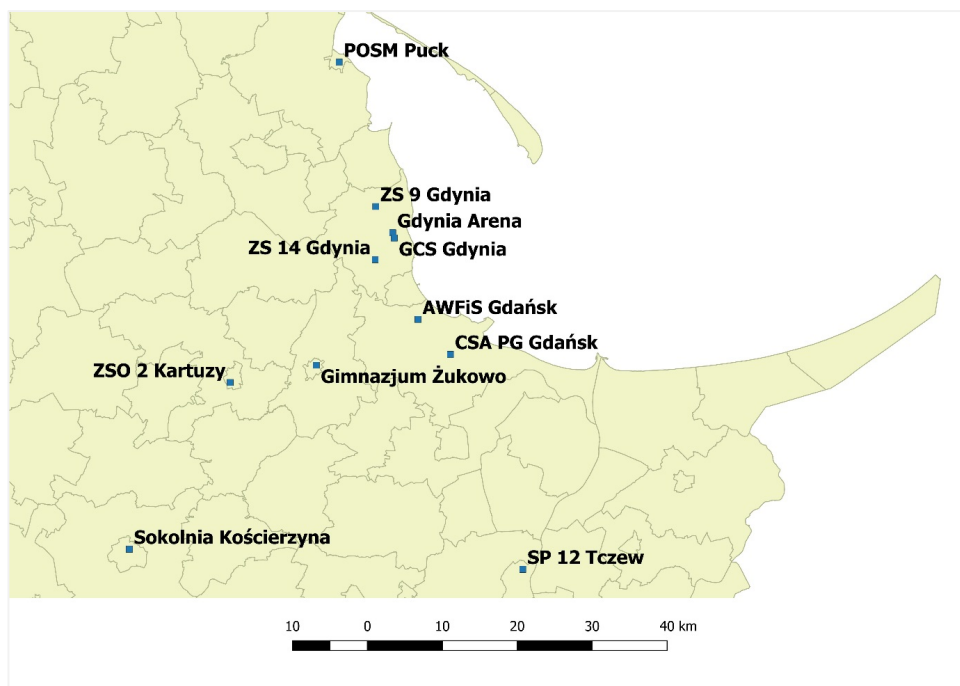
Kd – wymiana ciepła poprzez przewodzenie,

S – saldo wymiany ciepła.

Jedną z części składowych tego równania jest właśnie praca mięśni, która w warunkach zawodowego uprawiania sportu powoduje produkcję proporcjonalnie większej ilości ciepła niż w przypadku spoczynku czy aktywności rekreacyjnej. Wg Kuchcik i in. (2013) konsekwencją konieczności odprowadzenia nadwyżki ciepła w organizmie jest obniżenie ciśnienia tętniczego i zwiększenie tętna, czyli liczby uderzeń serca na minutę (HR). Tętno przekraczające 90 uderzeń na minutę dla przeciętnego człowieka oznacza wzrost obciążania pracy serca oraz całego układu krwionośnego (Błażejczyk, 2004). Wg Fangera (1970) i Błażejczyka (2004) gry zespołowe powodują u człowieka metaboliczne wytwarzanie ciepła na poziomie 400 – 500 W*m⁻². Wg Kuchcik i in. (2013) średnie wartości dopuszczalnej aktywności fizycznej niepowodującej nadmiernego obciążenia cieplnego serca wahają się w regionie nadmorskim od 173 W*m⁻² w sierpniu do 343 W*m⁻² w styczniu, natomiast w regionie pojeziernym 164 W*m⁻² w lipcu i sierpniu do 356 W*m⁻² w styczniu. Dlatego znajomość warunków termicznych, w jakich uprawia się sport, jest taka ważna.

Cel i metody badawcze

Celem projektu było poznanie warunków mikroklimatycznych wybranych hal sportowych na terenie województwa pomorskiego w czasie trwania zawodów w sportach drużynowych (głównie piłka ręczna – gdyż jest sportem zespołowym z największą liczbą zawodników na boisku oraz w jednym przypadku futsal i w jednym koszykówka). Zbadano wpływ aktywności fizycznej zawodników na ewentualną zmianę warunków termicznych w halach w trakcie trwania zawodów. Pomiar przeprowadzono w dwunastu halach sportowych zlokalizowanych w różnych miejscach województwa pomorskiego (Ryc. 1). Do analiz wytypowano różne typy hal (poczynając od małych hal szkolnych, kończąc na dużych obiektach sportowo-widowiskowych).



Ryc. 1. Lokalizacja hal sportowych analizowanych w pracy

Pomiary przeprowadzono psychrometrem aspiracyjnym Assmana w okresie 26.03.2015 r. – 9.05.2015 r. W trakcie zawodów pomiarów dokonywano trzykrotnie: przed, w przerwie oraz po zawodach. Mierzono temperaturę oraz wilgotność względną powietrza. Na podstawie danych uzyskanych z pomiarów obliczono za pomocą oprogramowania BioKlima (Błażejczyk K., Błażejczyk M., 1998) wartości wskaźników:

- temperatura efektywna (TE), wskaźnik określający łączny wpływ temperatury i wilgotności powietrza na organizm ludzki. Wskaźnik ten nie uwzględnia promieniowania słonecznego oraz ruchu powietrza, w związku z czym można go stosować do analizy warunków panujących w pomieszczeniach zamkniętych. Wprowadzony został do polskich badań przez W. Gądzikiewicza i B. Nowakowskiego (Cena, Gregorczyk, 1966), a został opracowana przez F.C. Houghtena i C.P. Yaoglou, a następnie przez Missenarda (Flach, 1961). Liczona została wg wzoru dla $v < 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Kozłowska-Szczęśna; Błażejczyk, Krawczyk, 1997):

$$TE = t - 0,4 \cdot (t - 10,0) \cdot (1 - 0,01 \cdot f)$$

gdzie: t – temperatura powietrza
 f – wilgotność względna powietrza
jednostka: °C

- dopuszczalny poziom aktywności fizycznej (MHR), jest to wskaźnik który wskazuje najwyższy poziom aktywności fizycznej niepowodujący nadmiernego obciążenia serca w danych warunkach termicznych. Jest on liczony ze wzoru (Błażejczyk, Kunert, 2011):

$$MHR = [90 - 22,4 - 0,25 \cdot (5 \cdot t + 2,66 \cdot v_p)] / 0,18,$$

gdzie: t – temperatura powietrza
 v_p – prężność pary wodnej
jednostka: W / m^{-2}

Ze względu na to, iż hala sportowe są obecnie intensywnie modernizowane, problem niskiej temperatury jest marginalny, więc został w tym opracowaniu pominięty. Dla uproszczenia jako wartość uniwersalną przyjęto próg maksymalnej dopuszczalnej temperatury w środowisku pracy w budynku 28°C oraz wilgotność powietrza w przedziale 40-65% – zgodnie z normami ministerstwa właściwego do spraw pracy. (przy wykonywaniu pracy fizycznej, czym bez wątpienia jest zawodowe uprawianie sportu). W sytuacji, gdy temperatura jest wyższa niż 28°C, pracodawca powinien zapewnić napoje chłodzące oraz musi umożliwić pracownikom korzystanie z przedłużonych przerw. Kiedy jednak warunki termiczno - wilgotnościowe znacząco wpływają na wydajność pracy oraz zagrażają zdrowiu pracownika to pracownik ma obowiązek opuścić stanowisko pracy – zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dn. 6 czerwca 2014r. (Dz.U. 2014 poz. 817).

O ile napoje w czasie zawodów są rzeczą oczywistą i powszechnie dostępną, to trudno sobie jednak wyobrazić sytuację, w której zawodnicy opuszczają boisko z powodu odczuwania dyskomfortu termicznego. Sytuacja tego typu grozi konfliktami pomiędzy drużynami, sędziami i władzami lig, gdyż przepisy sportowe nie dopuszczają takiej możliwości. Każda podobna sytuacja, nawet poparta zdrowym rozsądkiem i mająca na względzie bezpieczeństwo zawodników, będzie sprzeczna z panującymi przepisami i będzie musiała być traktowana jako samowolne opuszczenie boiska, za co grozi walkower (nawet obustronny, jeśli obydwie drużyny odmówią gry). Sędziowie w sportach halowych (m.in. koszykówka, piłka ręczna, piłka siatkowa) nie mają w przepisach ani regulaminach narzędzi, aby przerywać mecz ze względu na termiczne odczucie gorąca. Przepisy tychże gier nie pozwalają również na stosowanie w grze przerw, mających na celu schłodzenie organizmów zawodników (co umożliwiają przepisy np. piłki nożnej).

Wyniki

Pomiary wykonywane od marca do maja nie wykazały licznych przekroczeń wartości dopuszczalnych temperatury powietrza. Temperatura w halach sportowych wahała się od 16,6°C do 22,4°C, a wilgotność od 37% do 64% (Tab.1). Zatem temperatura powietrza ani razu nie zbliżyła się do wartości stanowiącej „próg bezpieczeństwa”, natomiast wilgotność powietrza była tylko w jednym obiekcie, i to dwukrotnie przed zawodami i w jednym przypadku, dodatkowo, w przerwie, niższa niż wskazany wcześniej przedział referencyjny (40-65%).

Zaobserwować można tendencję wzrostu temperatury powietrza w hali sportowej w miarę przebiegu zawodów (Tab.1). Pomiary dokonywane w przerwie meczy wykazały wzrost temperatury w porównaniu z okresem bezpośrednio przed rozpoczęciem zawodów w dziewięciu na 14 analizowanych meczy. Wartość przyrostu wynosiła od 0,2°C do 1,2°C. W trzech przypadkach odnotowano spadek temperatury powietrza (od 0,2°C do 0,8°C), natomiast w pozostałych dwóch przypadkach temperatura powietrza nie uległa zmianie. Analizując zmiany temperatury powietrza pomiędzy rozpoczęciem a zakończeniem zawodów, wzrost temperatury powietrza uwidacznia się jeszcze wyraźniej. W dziesięciu przypadkach temperatura wzrosła (od 0,2°C do 3,0°C), w trzech nastąpił spadek (od 0,2°C do 1,2°C), a w jednym przypadku temperatura po zawodach miała wartość taką samą jak przed zawodami.

W przypadku wilgotności względnej powietrza zaznaczają się podobne, lecz mniej wyraźne zmiany jak w przypadku temperatury powietrza. Różnice w wilgotności powietrza między przerwą, a rozpoczęciem zawodów wyniosły od -4% do +6%. Wzrost nastąpił w siedmiu przypadkach, spadek w pięciu przypadkach, a w trakcie dwóch meczy wartość nie zmieniła się. Bardziej wyraźne wzrosty wilgotności względnej powietrza widać, jeśli porówna się wartości mierzone przed i po zakończeniu zawodów sportowych. Wzrost wilgotności względnej powietrza nastąpił w dziewięciu przypadkach

(od 1% do 7%), spadek w czterech (od 1% do 6%), a wartość nie zmieniła się w jednym przypadku (Tab. 1).

Tab. 1. Temperatura i wilgotność względna powietrza w wybranych halach sportowych woj. pomorskiego

Data	Miejsce	Godzina	Temperatura	Wilgotność	Uwagi
			[°C]	[%]	
			t	f	
26.03.2015	hala gier CSA PG	20:00	20,8	43	po zmroku, kilkunastu wizdów, mecz jednostronny
		20:45	20,6	46	
		21:30	20,6	49	
28.03.2015	hala ZSO nr 2 w Kartuzach	12:25	20,2	47	zachmurzenie umiarkowane, brak kibiców, pierwsza połowa zacięta, druga jednostronna
		14:00	20,8	48	
		15:30	20,6	54	
28.03.2015	hala Gimnazjum w Żukowie	17:50	19,6	56	zasłonięte okna jasnymi roletami, zachmurzenie małe, kilkudziesięciu wizdów, mecz spokojny
		18:40	19,8	54	
		19:20	19,6	58	
1.04.2015	hala widowiskowo - sportowa AWFiS Gdańsk	15:25	19,4	55	hala bez dostępu światła z zewnątrz, kilkuset kibiców, mecz zacięty
		15:55	19,6	51	
		16:30	20,2	49	
11.04.2015	hala "Sokolnia" w Kościerzynie	12:50	21,6	38	okna zasłonięte jasnymi roletami, pogodnie, kilkudziesięciu kibiców na wszystkich meczach, pierwszy mecz powolny, drugi zacięty, trzeci powolny
		13:35	20,8	44	
		15:20	21,2	41	
		15:50	21,4	42	
		16:30	22,0	40	
		17:20	22,4	37	
		17:50	22,0	39	
		18:40	21,4	41	
18.04.2015	hala gier Gdyńskiego Centrum Sportu	15:55	18,4	52	niewielki dostęp światła z zewnątrz, pogodnie, kilkudziesięciu wizdów, mecz zacięty
		16:40	18,8	50	
		17:30	19,2	50	
19.04.2015	hala SP nr 12 w Tczewie	08:55	21,8	41	przeszklona ściana od strony SW, zachmurzenie duże, brak wizdów, mecz spokojny
		09:50	22,0	42	
		11:00	21,8	44	
25.04.2015	hala ZS nr 9 w Gdyni	09:55	18,6	60	przeszklona ściana od strony W, okna stare bardzo nieszczelne, pogodnie, brak wizdów, mecz spokojny
		11:30	18,8	61	
		12:45	19,0	59	
06.05.2015	hala XII AWFiS Gdańsk	17:55	21,0	43	spory dostęp światła z zewnątrz, zachmurzenie duże, brak kibiców
		18:30	21,4	42	
		19:10	21,4	43	
07.05.2015	hala POSM Puck	09:40	18,6	60	hala z oknami w miejscu zacienionym, zachmurzenie całkowite,
		11:00	18,6	62	
		12:30	18,8	61	

					kilkudziesięciu kibiców, mecz spokojny
09.05.2015	hala ZS nr 14 w Gdyni	08:30	16,6	63	przeszklona ściana od strony S, pogodnie, kilkudziesięciu widzów, mecz zacięty
		10:10	16,6	63	
		12:00	17,0	64	
09.05.2015	hala Gdynia Arena	19:50	18,0	53	hala z klimatyzacją, bez dostępu światła z zewnątrz, 2300 widzów, mecz szybki, bardzo zacięty
		20:55	19,6	54	
		22:20	21,0	60	

Obliczono także temperaturę efektywną (TE). Skalę odczuć cieplnych odpowiadających określonym przedziałom wartości TE zaproponował Michajłow (za: Bajbakova i in., 1963) (Tab. 2). W trakcie analizowanych zawodów sportowych w zdecydowanej większości przypadków odczucie ciepłe, wyrażone za pomocą temperatury efektywnej, mieści się w przedziale 17,0-20,9°C tj. komfortowe odczucia ciepłe (Tab. 3). W dwóch obiektach przed rozpoczęciem zawodów temperatura efektywna była na górnej granicy przedziału orzeźwiających warunków cieplnych, a na jednej hali przez cały okres trwania zawodów temperatura efektywna znajdowała się w przedziale odczuwania termicznego chłodu.

Tab. 2. Przedziały temperatury efektywnej i odpowiadające im odczucia ciepłe

TE [°C]	Odczucie ciepłe
< 1,0	bardzo zimno
1,0 - 8,9	zimno
9,0 - 16,9	chłodno
17,0 - 20,9	orzeźwiająco
21,0 - 22,9	komfortowo
23,0 - 26,9	ciepło
> 27,0	gorąco

Tab.3. Wartości temperatury efektywnej w wybranych halach sportowych woj. pomorskiego

Data	Miejsce	Godzina	TE [°C]	Odczucie ciepłe
26.03.2015	hala gier CSA PG	20:00	18,34	orzeźwiająco
		20:45	18,31	orzeźwiająco
		21:30	18,44	orzeźwiająco
28.03.2015	hala ZSO nr 2 w Kartuzach	12:25	18,04	orzeźwiająco
		14:00	18,55	orzeźwiająco
		15:30	18,65	orzeźwiająco
28.03.2015	hala Gimnazjum w Żukowie	17:50	17,91	orzeźwiająco
		18:40	18,00	orzeźwiająco

		19:20	17,99	orzeźwiająco
1.04.2015	hala widowiskowo - sportowa AWFIS Gdańsk	15:25	17,71	orzeźwiająco
		15:55	17,72	orzeźwiająco
		16:30	18,12	orzeźwiająco
11.04.2015	hala "Sokolnia" w Kościerzynie	12:50	18,72	orzeźwiająco
		13:35	18,38	orzeźwiająco
		15:20	18,56	orzeźwiająco
		15:50	18,76	orzeźwiająco
		16:30	19,12	orzeźwiająco
		17:20	19,28	orzeźwiająco
		17:50	19,07	orzeźwiająco
		18:40	18,71	orzeźwiająco
18.04.2015	hala gier Gdynskiego Centrum Sportu	19:35	18,42	orzeźwiająco
		15:55	16,79	orzeźwiająco
		16:40	17,04	orzeźwiająco
19.04.2015	hala SP nr 12 w Tczewie	17:30	17,36	orzeźwiająco
		08:55	19,02	orzeźwiająco
		09:50	19,22	orzeźwiająco
25.04.2015	hala ZS nr 9 w Gdyni	11:00	19,16	orzeźwiająco
		09:55	17,22	orzeźwiająco
		11:30	17,43	orzeźwiająco
06.05.2015	hala XII AWFIS Gdańsk	12:45	17,52	orzeźwiająco
		17:55	18,49	orzeźwiająco
		18:30	18,76	orzeźwiająco
07.05.2015	hala POSM Puck	19:10	18,80	orzeźwiająco
		09:40	17,22	orzeźwiająco
		11:00	17,29	orzeźwiająco
09.05.2015	hala ZS nr 14 w Gdyni	12:30	17,43	orzeźwiająco
		08:30	15,62	chłodno
		10:10	15,62	chłodno
09.05.2015	hala Gdynia Arena	12:00	15,99	chłodno
		19:50	16,50	chłodno
		20:55	17,83	orzeźwiająco
		22:20	19,24	orzeźwiająco

Zmiana w trakcie zawodów temperatury powietrza, wilgotności względnej oraz TE (które są ze sobą powiązane) może wynikać z różnych przyczyn: jedno to wysiłek sportowców, skutkujący wydzielaniem się ciepła i potu. Drugi czynnik to uwarunkowania zewnętrzne, wynikające z lokalizacji hali względem stron świata, otoczenia hali przez zielenią wysoką lub jej brak, wyposażenie hali takie jak rolety, sposób wentylacji obiektu, czy zainstalowane systemy klimatyzacyjne. Skala, dynamika wzrostu oraz sam fakt jego wystąpienia jest zależny od początkowej temperatury powietrza (im wyższa, tym dalszy wzrost jest większy) oraz w dużej mierze od aktywności zawodników. Można zauważyć, iż w meczach „nieciekawych” oraz powolnych (kryterium stanowi wysoka przewaga punktowa/bramkowa jednej z drużyn (w koszykówce: co najmniej 20 pkt, w piłce nożnej: co najmniej 3 bramki, w piłce ręcznej: co najmniej 6 bramek, natomiast w siatkówce, ze względu na trudności związane z setowym trybem rozgrywania zawodów jest to różnica co najmniej 7 punktów w każdym secie) wzrost jest minimalny lub występuje wręcz spadek temperatury i wilgotności powietrza. Zauważalna jest również tendencja do większego wzrostu temperatury i wilgotności względnej powietrza na halach, do których nie dociera zbyt duża ilość światła zewnętrznego oraz tych, które nie są wyposażone w systemy klimatyzacyjne. Faktem jest również większy wzrost wilgotności i temperatury podczas zawodów z dużą liczbą widzów. W skrajnym przypadku hali Gdynia Arena, przy 2300 widzach temperatura powietrza wzrosła o 3°C a wilgotność o 7%, co biorąc pod uwagę przeciętną długość trwania zawodów (w granicach 90 minut) jest różnicą bardzo wyraźnie zaznaczoną. W tym przypadku nastąpiła zmiana odczucia cieplnego, panującego w hali z „chłodno” do „orzeźwiająco”.

Tab. 4. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej na wybranych halach sportowych woj. pomorskiego

Data	Miejsce	Godzina	MHR [W*m ⁻²]
26.03.2015	hala gier CSA PG	20:00	192,15
		20:45	191,33
		21:30	188,64
28.03.2015	hala ZSO nr 2 w Kartuzach	12:25	194,23
		14:00	187,61
		15:30	184,16
28.03.2015	hala Gimnazjum w Żukowie	17:50	192,32
		18:40	192,05
		19:20	190,64
1.04.2015	hala widowiskowo - sportowa AWFIS Gdańsk	15:25	195,12
		15:55	196,53
		16:30	192,49
11.04.2015	hala "Sokolnia" w Kościerzynie	12:50	189,39
		13:35	191,24
		15:20	190,26
		15:50	187,46

		16:30	183,77
		17:20	183,03
		17:50	184,75
		18:40	188,40
		19:35	190,33
18.04.2015	hala gier Gdyńskiego Centrum Sportu	15:55	207,17
		16:40	204,97
		17:30	201,18
19.04.2015	hala SP nr 12 w Tczewie	08:55	184,67
		09:50	181,82
		11:00	181,78
25.04.2015	hala ZS nr 9 w Gdyni	09:55	198,95
		11:30	196,16
		12:45	195,78
06.05.2015	hala XII AWFis Gdańsk	17:55	190,28
		18:30	187,46
		19:10	186,52
07.05.2015	hala POSM Puck	09:40	198,95
		11:00	197,36
		12:30	196,16
09.05.2015	hala ZS nr 14 w Gdyni	08:30	216,36
		10:10	216,36
		12:00	211,74
09.05.2015	hala Gdynia Arena	19:50	210,19
		20:55	194,00
		22:20	174,68

Należy jednakże mieć na uwadze dwa czynniki, które miały bardzo istotny wpływ na wyniki pomiarów. Trzeba podkreślić, iż wskaźniki bioklimatyczne są w zdecydowanej większości skonstruowane w taki sposób, iż nie uwzględniają w sposób istotny zdecydowanie zwiększonej aktywności fizycznej zawodników, co powoduje wydzielanie się dodatkowego strumienia ciepła.

Maksymalne wartości dopuszczalnej aktywności fizycznej (MHR) liczone na podstawie aktualnie panujących na hali warunkach termicznych (Tab. 4) są o ponad połowę mniejsze od wartości uznawanych za przeciętne przy uprawianiu sportu tj. 400-500 W*m⁻² (Fanger, 1970, Błażejczyk, 2004). Należy też mieć na względzie, iż pomiary prowadzone były wiosną, która w strefie klimatu

umiarkowanego nie jest najcieplejszą porą roku. Należy przypuszczać, że w okresie letnim, a zwłaszcza w trakcie fal upałów warunki termiczno-wilgotnościowe w halach mogą być znacznie gorsze niż w analizowanych przypadkach.

Wg Miętusa i Filipiaka (2001) od połowy lat 50. XX wieku następuje zwiększenie ilości fal ciepła na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego. Teza ta została następnie potwierdzona przez Owczarek (2008), która udowodniła istotne statystycznie zwiększenie liczby fal ciepła oraz średniej rocznej liczby dni z falą ciepła od lat 50. XX w. do czasów współczesnych. Liczba fal ciepła na Pomorzu zwiększyła się w tym okresie kilkukrotnie (od 2-krotności w Lęborku, do 6-krotności w Kołobrzegu). A występowanie fal ciepła jest dla organizmu człowieka szczególnie niebezpieczne w okresie wiosennym (Kozłowska-Szczęśna i in., 2004), właśnie wtedy, kiedy wszystkie najważniejsze rozgrywki sportowe wchodzi w swoją najważniejszą fazę, co automatycznie przekłada się na większe zaangażowanie zawodników i większy wysiłek fizyczny w trakcie meczów.

Podsumowanie i wnioski

Na podstawie przeprowadzonych analiz należy stwierdzić, iż temperatura oraz wilgotność względna powietrza rosną w czasie trwania zawodów (o średnio 0,5°C i 3,5%), przy czym należy podkreślić, że zmiany temperatury powietrza mogą dochodzić nawet do 3°C, a wilgotności względnej nawet o 7%, co jest różnicą istotną biorąc pod uwagę dość krótki czas (średnio 90 minut) na przestrzeni którego zmiany te zachodzą. Wraz ze wzrostem temperatury i wilgotności powietrza automatycznie wzrasta też temperatura efektywna (wzrost o średnio 0,25°C, ale dochodzący nawet do 2,5°C, co w omawianym przypadku stanowiło przejście przez wartość progową i zmianę komfortu termicznego uczestników zawodów). Nie należy zapominać o postępujących zmianach klimatu. Dochodzi do konsekwentnego zwiększania się liczby dni fali ciepła oraz samej ilości fal ciepła. Strefa umiarkowana jest najbardziej narażona na zmiany zdrowotne wywołane falami ciepła (Ebi, Kovacs, 2005) dlatego nie można tego zagadnienia lekceważyć.

Problemy komfortu termicznego sportowców, traktowane do tej pory nieco po macoszemu wymagają kompleksowej analizy. Należałoby przeprowadzić kompleksową analizę danego zagadnienia, by temat poznać dogłębnie, by móc opracować rozwiązania tego problemu. Jednak kompleksowe badania mikroklimatu hal sportowych wymagałoby zaangażowania sporych środków finansowych, by zaprojektować sieć pomiarową w kilkudziesięciu halach sportowych złożoną z automatycznych czujników temperatury powietrza, wilgotności oraz ciśnienia atmosferycznego, i zgromadzenie co najmniej całorocznej serii pomiarowej, co pozwalałoby na obliczenie większej ilości wskaźników bioklimatycznych (m.in. UTCI czy WBGT). Kwestia ta jest niewątpliwym wyzwaniem dla biometeorologii i bioklimatologii sportu, i może stanowić przyczynek do rozwoju tych gałęzi nauk o atmosferze. Jednakże łagodzenie dyskomfortu termicznego jest zagadnieniem znacznie szerszym niż tylko klimatologicznym. Kompleksowe rozwiązania wymagać będą współpracy klimatologów, fizjologów, specjalistów od zagospodarowania przestrzennego, budownictwa, jak również planistów.

Podsumowując, należy podkreślić, iż istniejący brak odpowiednich przepisów oraz zmiany klimatyczne objawiające się m.in. szczególnie niebezpiecznymi dla sportowców falami ciepła może prowadzić do znaczącego utrudnienia a nawet uniemożliwienia bezpiecznych rozgrywek w sportach halowych (jak również tych rozgrywanych na otwartym powietrzu).

Literatura

- Bajbakova E., Nevraev G., Cubukov L., 1963. *Metodika analiza klimata kurortov i meteorologiceskich uslovij klimatoterapii*, [w:] Očerki po klimatologii kurortow, Moskva, 5- 42.
- Błażejczyk K., 2004. Bioklimatyczne uwarunkowania turystyki i rekreacji w Polsce, *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 192.
- Błażejczyk K., Błażejczyk M., 1998. BioKlima – w poszukiwaniu nowych narzędzi w badaniu bioklimatu miast, *Acta Universitatis Lodzianis, Folia Geographica Physica*, 3, 1998, 153 - 160
- Błażejczyk K., Kunert A., 2011. *Bioklimatyczne uwarunkowania turystyki i rekreacji w Polsce*, 2 wydanie, poprawione i uzupełnione, Monografie IGiPZ PAN, 13, Warszawa.
- Cena M., Gregorczyk M., 1966. *Temperatura efektywna w sezonie kąpieliskowym w Polsce wyznaczona według skali podstawowej i normalnej*, *Rocznik Nauk Rolniczych*, D, 119, 149-168.
- Ebi K. L., Kovacs R. S., 2005. Criteria for evaluation of heat wave early warning systems [w:] 17th International Congress of Bioclimatology, *Annalen der Meteorologie*, 49, 295-298.
- Fanger P.O., 1970. *Thermal Comfort. Analysis and application in environment engineering*, Danish Technical Press, Kopenhaga.
- Flach E., 1981. *Human bioclimatology* [w:] H.E. Landsberg, *World survey of climatology. General climatology*, 3, Els. Sc. Publ. Comp., Amsterdam – Oxford – New York, 2-187.
- Kozłowski S., 1986. *Granice przystosowania*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997. *Bioklimatologia człowieka*, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Kuchcik M. Błażejczyk K., Szmyd J., Milewski P., Błażejczyk A., Baranowski J., 2013. *Potencjał leczniczy klimatu Polski*, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Miętus M., Filipiak J., 2001. Struktura czasowo przestrzenna warunków zmienności warunków termicznych w rejonie Zatoki Gdańskiej, *Materiały Badawcze IMGW seria: meteorologia*, nr 32, 52s.
- Owczarek M., 2008. *Zmienność warunków termicznych na Pomorzu na przykładzie fal ciepła i fal chłodu*, 1951 – 2005 [w:] Kłysik K., Wibig J., (red.), 2008, *Klimat i bioklimat miast*, Wyd. UŁ, Łódź.
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r.* (Dz.U. 2014 poz. 817).
- Wacławik J., 2013. Wskaźnik WBGT w ocenie warunków klimatycznych, *Górnictwo i geologia*, 8(4), 153-170.

Krótką notką o autorze: Student III roku geografii, specjalność: ogólna, seminarium dyplomowe w Katedrze Meteorologii i Klimatologii, zainteresowania badawcze: bioklimatologia sportu, klimatologia urbanistyczna, meteorologia lotnicza, klimatyczne uwarunkowania zagospodarowania przestrzennego.