

Drop point – nauka i sztuka w eksperymencie

Edyta Dudkiewicz
Politechnika Wroclawska

Przemysław Sanecki
Akademia Sztuk Pięknych, Wrocław

Adam Krzysztofiak
Politechnika Wroclawska

1. Wstęp

„Drop point” to nazwa przeprowadzonego eksperymentu – performance, w którym wykorzystano zjawisko wymiany ciepła pomiędzy organizmem człowieka i otoczeniem [2]. To eksperyment, który był połączeniem sztuki i fizyki. Zarówno dla naukowca jaki i artysty było to doświadczenie, którego celem było uzyskanie wykroplenia wilgoci na ścianach przegród otaczających zebrane osoby, jednak dla naukowca w celu poznania intensywności zjawiska, a dla artysty to doświadczenie przeprowadzone w celu zainicjowania pogłębionej refleksji nad sensem zbiorowości. Zgodnie z ideą performance artysta występujący przed publicznością, stał się zarówno twórcą jak i materia sztuki, a eksperyment przeprowadzono z udziałem publiczności. Dla artysty to było doświadczenie adresowane do tych, którzy w sztuce szukają doświadczenia przekraczającego grę oczywistych estetyk, dla naukowca to doświadczenie związane z komfortem cieplnym człowieka w miejscach użyteczności publicznej.

2. Wilgotność w pomieszczeniu

Granice dopuszczalnej wilgotności względnej w pomieszczeniu są dość szerokie, gdyż zawarte są w przedziale od 30% do 65%. Jako maksymalną bezwzględną zawartość wilgoci przyjmuje się wartość 11,5 g/kg.

Zjawisko wykrapłania wilgoci na powierzchniach przegród otaczających pomieszczenie i na elementach wewnętrznych jest częstym zjawiskiem, zwłaszcza w pomieszczeniach o podwyższonej wilgotności tak jak np. baseny kryte, czy też w małych pomieszczeniach, w których jest duża ilość osób, np. sale koncertowe. Ostatnio także zjawisko to nasila się latem w nowoczesnych budynkach z licznie przeszklonymi fasadami. Jest to jest zjawisko bardzo niekorzystne, gdyż powoduje kondensację pary wodnej na zimniejszych powierzchniach, zaparowanie okien, powstawanie rdzy na elementach metalowych, erozję przegród budowlanych, powstawanie pleśni i grzybów, zwiększenie strat ciepłych budynku i przede wszystkim dyskomfort cieplny człowieka.

Główną rolę w wymianie ciepła pomiędzy organizmem człowieka i otoczeniem odgrywa skóra [6]. Skóra oddaje otoczeniu ciepło Q_c , doprowadzane przez krew, w postaci ciepła jawnego Q_j drogami: przewodzenia, konwekcji i promieniowania oraz w postaci ciepła utajonego Q_u przez odparowanie wody drogą pocenia się i oddychania [5].

W tabeli 1 przedstawiono sposób i drogę oddawania ciepła przez człowieka pozostającego w stanie spoczynku w temperaturze powietrza 20°C.

Tabela 1. Oddawanie ciepła przez człowieka pozostającego w stanie spoczynku w temperaturze powietrza 20°C [6]

Table 1. Heat transmission by a human staying rest, air temperature 20°C [6]

Udziały	Oddawanie ciepła	
	sposób	droga
Ciepło jawne 79%	Promieniowanie 45%	Przez skórę 88%
	Przewodzenie i konwekcja 34%	
Ciepło utajone 21%	Odparowanie H ₂ O 19%	Przez płuca 12%
	Oddychanie 2%	

W tabeli 2 przedstawiono wpływ temperatury powietrza na oddawanie ciepła przez człowieka przy nieruchomym powietrzu [6].

Tabela 2. Wpływ temperatury powietrza na oddawanie ciepła przez człowieka [6]

Table 2. Impact of air temperature on heat emission by human [6]

Ciepło [W]	Temperatura powietrza [°C]											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
Q_j	136	126	115	106	98	92	85	77	69	58	46	33
Q_u	21	21	21	21	23	27	33	41	49	59	69	81
Q_c	157	147	136	127	121	119	118	118	118	117	115	114

3. Opis eksperymentu

Jak wspomniano wyżej, celem doświadczenia było uzyskanie pary wodnej na ściankach przegród otaczających zebrane osoby.

Do przeprowadzenia eksperymentu posłużono się prostą konstrukcją namiotu ogrodowego o wymiarach: podstawa – 2,5 x 2,5 m, wysokość 2 m, pokrytego cienką folią, tzw. malarską. Ze względu na charakter doświadczenia performance do opisu i nazwy stanowiska badawczego użyto terminu „Destylator”. Został on pokazany na rys. 1.



Rys. 1. Widok Destylatora – stanowiska badawczego

Fig. 1. Destilator – test station

Doświadczenie przeprowadzono w budynku Centrum Sztuki Współczesnej Łaźnia w Gdańsku. W doświadczeniu wzięło udział (dobrowolnie) 25 osób. Były to osoby obu płci, w wieku od 19 do 50 lat. W trakcie trwania eksperymentu dwie osoby zrezygnowały z dalszego uczestnictwa, ze względu na niekorzystne warunki cieplne w Destylatorze.

W trakcie badania mierzone były następujące parametry:

- temperatura na zewnątrz Destylatora – t_{zewn} , °C,
- temperatura w Destylatorze, t_{wew} , °C,
- wilgotność względna powietrza na zewnątrz Destylatora ϕ_{zewn} , %,
- wilgotność względna powietrza wewnątrz Destylatora, ϕ_{wew} , %,
- temperatura ścianki Destylatora, $t_{śc}$, °C.

Pomiaru parametrów wewnątrz Destylatora dokonywano co 2 minuty. Czujniki temperatury oraz wilgotności powietrza wewnętrznego zostały umieszczone około 50÷60 cm od ścianek bocznych destylatora, na wysokości 140 cm nad posadzką, temperatura ścianki (przegrody) była odczytywana na wysokości 1 metra.

Przewidywano krótki czas trwania eksperymentu, więc parametry mierzone były tylko na jednej wysokości ze względu na czas stabilizacji czujników. Niestety nie dysponowano większą ilością urządzeń, by zmierzyć dokładnie pionowy rozkład temperatury i wilgotności w pomieszczeniu.

4. Omówienie wyników doświadczenia

Wstępnie przed doświadczeniem założono, że w badanej przestrzeni, w trakcie trwania eksperymentu, będzie znaczny ruch powietrza. W trakcie pomiarów okazało się, że założenie to było mylne. Ze względu na małą aktywność ludzi w badanej przestrzeni, zgodnie z prawami fizyki, powietrze o wyższej temperaturze uniosło się ku górze i powstał pionowy gradient temperatur, jednak mimo tego pierwsze zroszone zostały powierzchnie ścianek bocznych na wysokości od podstawy do około 1 m, (choć występowała tam niższa temperatura niż pod stropem). Po około 18 minutach wszystkie powierzchnie zaczynały być pokryte rosą – z początku niewidoczną, przysłaniającą widok. W 20 minucie osiągnięto punkt kulminacyjny, rosa była wyraźnie widoczna na wszystkich ściankach Destylatora [2÷4]. Wyniki pomiarów poszczególnych parametrów, zgodnie z opisem powyżej, zamieszczono w tabeli 3. Temperatura w czasie trwania eksperymentu wzrosła o 6,5°C, zaś wilgotność o 34%.

Tabela 3. Wyniki badań pomiaru parametrów
Table 3. Results of a measurements

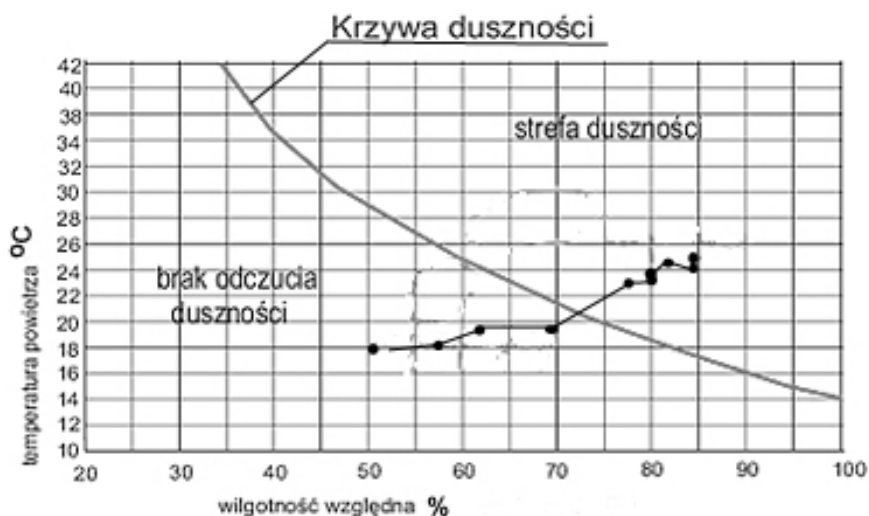
czas min	t_{zewn} °C	Φ_{zewn} %	t_{wew} °C	t_{sc} °C	Φ_{wew} %	ilość osób
0	12,4	54	18	13,4	50,6	
2	12,4	54	18,1	14,7	58,6	
4	12,4	54	19,3	14,4	62,2	
6	12,4	54	19,3	14,8	69,6	
8	12,4	54	22,9	14,9	77,4	
10	12,4	54	23,6	15,4	79,7	
12	12,4	54	23,7	14,9	80	
14	12,4	54	23,7	13,7	79,8	
16	12,4	54	24,1	14	82,3	
18	12,4	54	24,3	14,9	84	
20	12,4	54	24,5	15	84,6	

Wilgotność powietrza na zewnątrz destylatora została zmierzona przed i po eksperymencie i wynosiła 54%.

Podczas badania zgromadzone osoby zaczęły intensywnie oddawać ciepło utajone. Zgodnie z tabelą 2 ilość ta wzrosła dwukrotnie.

5. Graficzne przedstawienie procesu cieplnego w Destylatorze

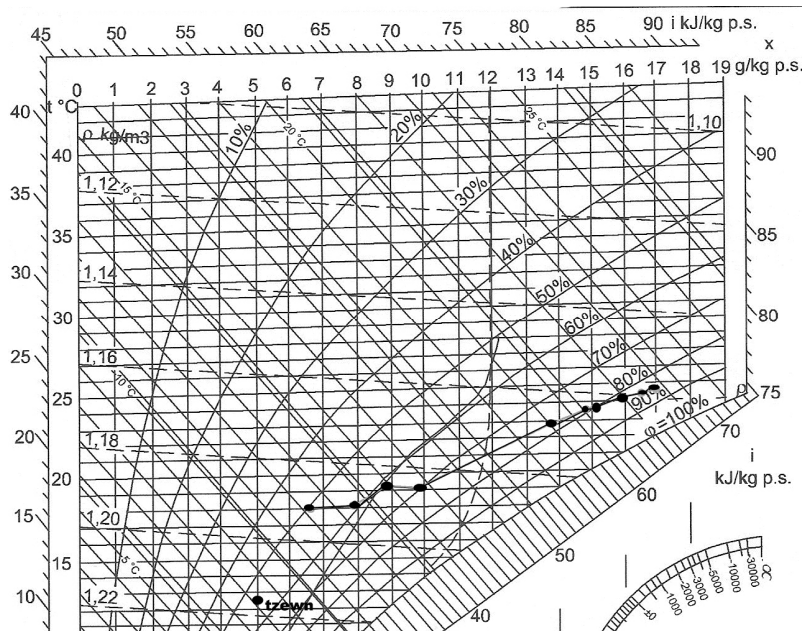
Na rys. 2, obrazującą krzywą duszności, pokazano 11 punktów określających parametry powietrza wewnątrz Destylatora podczas eksperymentu. Na prawo od krzywej duszności wchodzi się w strefę duszności i nastąpiło to już pomiędzy 6 a 8 minutą eksperymentu.



Rys. 2. Proces cieplny w Destylatorze na wykresie krzywej duszności

Fig. 2. Thermal process on diagram of stifling curve

Na rys. 3 pokazano przebieg procesu cieplnego w Destylatorze na wykresie i-x Molliera dla powietrza wilgotnego. Pomędzy 6 a 8 minutą trwania doświadczenia wilgotność względna przekroczyła 11,5 g/kg powietrza suchego, czyli maksymalną bezwzględną zawartość wilgoci przyjmowaną za komfortową w pomieszczeniu.



Rys. 3. Przebieg procesu na wykresie i-x Molliera
 Fig. 3. Thermal process present on i-x Mollier diagram

6. Artystyczne spojrzanie na doświadczenie

Związki nauki i sztuki mają długą tradycję. W czasach renesansu obie dyscypliny były zespolone w jeden obszar aktywności humanisty. Później, w czasach nam bardziej współczesnych, począwszy od impresjonizmu, artyści często nie tylko inspirowali się zdobyczami nauki, ale również prowadzili własne programy badawcze.

Uzyskanie punktu rosy w tym eksperymencie miało więc dla artysty szczególne znaczenie ze względu na własne postulaty, znajdujące uzasadnienie w Jego języku sztuki [1]. Języku, który jest również osobistym sposobem na przeżywanie i komunikowanie się ze światem.

Szczególnością dla artysty w tym eksperymencie było przygotowanie symbolicznego pola, przez stworzenie uzasadnienia dla przeprowadzenia eksperymentu w budynku galerii. Stąd odwołanie do sztuki performance, choć autor używa własnego pojęcia – performizm, którego definicję przedstawił na stronie internetowej [1].

7. Podsumowanie

W oparciu o właściwości termofizyczne ludzkiego ciała i warunki zewnętrzne, zostały stworzone quasi-laboratoryjne warunki, umożliwiające uzyskanie punktu rosy – skraplania się krystalicznej wody na ściankach pomieszczenia. Było to doświadczenie zarówno naukowe jak i związane ze sztuką performance, a dla niektórych również ciekawym eksperymentem społecznym [3]. Efekt eksperymentu (wykroplenie rosy), w rzeczywistości jest niepożądany w pomieszczeniach ze względu na komfort cieplny człowieka i ochronę ciepłą budynku. Eksperyment z udziałem 25 osób trwał tylko 20 minut, co wskazuje, jak intensywne jest wydzielanie ciepła utajonego przez człowieka i jak duży to może być w wielu budynkach, gdyż jak wskazują wyniki wielu badań pogorszenie warunków cieplnych w pomieszczeniu znacznie wpływa na efekt pracy ludzi.

Ze względu na swoistą dwuwymiarowość zdarzenia udało się zgromadzić dane pozwalające zobrazować w jaki sposób przebiega proces wykraplania się rosy na ściankach Destylatora, ponadto określić właściwe metody pomiarowe oraz zrealizować artystyczną misję Destylatora.

Literatura

1. <http://sanecki.com.pl/>
2. http://www.spam.art.pl/index_artinfo.php?id=138
3. http://www.spam.art.pl/index_artinfo.php?id=139
4. <http://www.youtube.com/watch?v=aSj69SOPaPA>
5. **Malicki M.**: Wentylacja i klimatyzacja, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1977.
6. **Śliwowski L.**: Mikroklimat wewnątrz i komfort cieplny ludzi w pomieszczeniach, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000.

Drop Point – Art and Science in the Experiment

Abstract

The alliance between science and art has a long tradition. Artist and scientist can look at the same phenomenon differently and for different reasons it may be evenly crucial for both of them. The artist, Przemysław Sanecki proposed to take part in the performance experiment, exploiting the phenomenon of the heat exchange between human organism and environment. This experiment merged art and physics. Both for a scientist and the artist it was an experiment, which aimed to cause the humidity condensation on the walls surrounding assembled people; for scientist in order to learn

about the intensity of the phenomenon and for the artist in order to initiate the profound reflection on the sense of community. For an artist it was the experiment addressed to those, who in the art, look for the experience which goes beyond the play of obvious beauty. For a scientist, it was an experiment related to the human thermal comfort in the public utility spaces. The experiment has been called 'Drop point'. In order to perform the experiment, the structure of a garden tent covered with a thin foil was used. Due to the character of the performance experiment, the name 'Destylator' was used as a description and name of the experiment stand.

The paper discusses the indoor humidity condensation problem. The phenomenon of the humidity condensation on the walls surrounding the room and on the other indoor elements occurs frequently especially in the rooms with the elevated humidity level. The paper presents the manner and the way of the heat give up from a human remaining in a still position in 20°C air and also the influence of the air temperature on the heat give up by human in a still air.

The results of the measurements inside the 'Destylator' have been presented in the paper as values of relative humidity and temperature at the wall. The research results with their graphical interpretation have been presented and discussed. The artistic point of view on the performed experiment has been also presented.