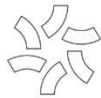


Warunki środowiskowe podczas pracy świadczonej z domu

Dr inż. Jerzy Sowa

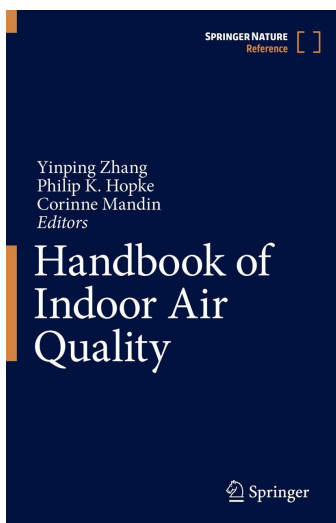


Wydział Instalacji
Budowlanych, Hydrotechniki
i Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska



1

Inspiracje do zainteresowania tematem



Economic Consequences

51

Jerzy Sowa, Shin-Ichi Tanabe, and Pawel Wargocki

Contents

The Costs and Benefits Related to IAQ	1478
Health Costs	1479
The Costs of Reduced Work Performance	1481
The Costs of Reduced Learning	1481
Other Costs	1482
Green Buildings	1482
Working from Home	1483
An Example of a Model Used to Estimate the Costs	1483
Conclusion	1485
References	1485

Abstract

Indoor air quality (IAQ) affects the quality of life by increasing the risks for health problems and reduced work performance. Consequently, different societal costs are incurred. By reducing pollutants elevating exposures indoors, and improving IAQ, these costs can be reduced or avoided. This chapter attempts to summarize the evidence and the methods for estimating the costs and economic

2

ASHRAE - Residential Issue Brief



Residential Buildings Committee (RBC) Residential Issue Brief:
Working from Home

W druku :William M. Healy, et al “Working from Home and the impacts on residential buildings”,
ASHRAE JOURNAL 1/2024 (?)

William Healy, Ph.D., National Institute of Standards and Technology, Working Group Lead

Kristen Cetin, Ph.D., Michigan State University

Rick Karg, Residential Energy Dynamics

Chandra Sekhar, Ph.D., National University of Singapore

Li Song, Ph.D., University of Oklahoma

Jerzy Sowa, Ph.D., Warsaw University of Technology

Iain Walker, Ph.D., Lawrence Berkeley National Laboratory

Pawel Wargocki, Ph.D., Technical University of Denmark

3

Zmiany w udziale pracy świadczonej z domu

Szacunkowe dane dotyczące pracy regularnie świadczonej z domu w 2019 r.:

Stany Zjednoczone:	5.7%
Unia Europejska:	5.4%

Szacunki dotyczące pracy regularnie świadczonej z domu czasie szczytu pandemii COVID -19 :

40% obywateli Stanów Zjednoczonych i Unii Europejskiej świadczyło pracę z domu

Przewidywane szacunki dotyczące pracy regularnie świadczonej z domu w nieodległej przyszłości:

20% pracy będzie wykonywane z domu

Sources: U.S. Census Bureau, Milasi et al. (2020), Barrero et al. (2021)

4

Niekompatybilność standardów

ASHRAE Standard 62.1 vs. 62.2 EN 16798-3 vs. EN 15665

5

Typowe budynki biurowe

- Wentylowane w sposób mechaniczny
- Systemy HVAC zaprojektowane przez specjalistów
- W przypadku zanieczyszczonego powietrza zewnętrznego stosowane są często wysoko skuteczne filtry cząstek drobnych (PM 2,5)
- Wyposażone w systemy mechanicznego chłodzenia
- Wyposażone w systemy nadzoru BMS
- Profesjonalne służby obsługi
- Często stosowane są procedury kontroli źródeł zanieczyszczeń (np. wybór niskoemisyjnych materiałów wykończeniowych)



<https://www.skyscrapercenter.com/city/warsaw/news>

6

Typowe budynki mieszkalne

- Zazwyczaj wentylowane w sposób naturalny
- Systemy wentylacji naturalnej nie są przedmiotem projektu
- Powietrze napływające z zewnątrz nie jest filtrowane
- Większość budynków nie jest chłodzona mechanicznie (klimatyzowana)
- Nie są wyposażone w automatyczne systemy pomiarowe i układy nadzoru
- Systemy wentylacji naturalnej są serwisowane w bardzo ograniczonym zakresie
- Poza zanieczyszczeniami generowanymi w trakcie pracy biurowej występują dodatkowe źródła zanieczyszczeń (gotowanie, kominek, itp.)



<https://obiekty mieszkalne.muratorplus.pl/>

7

Grant badawczy RD ILGiT PW

Praca hybrydowa – wielokryterialne porównanie warunków pracy biurowej wykonywanej w domu oraz w budynku pracodawcy (kierownik dr inż. Jerzy Sowa)

Metody badawcze:

- **Kwestionariusz** (preferencje i subiektywne oceny pracownika)
- **Opis miejsc pracy** (charakterystyka systemu wentylacji, dokumentacja fotograficzna, parametry dostępnego sprzętu biurowego, łączny internetowych itp.)
- **Pomiary** (pomiary parametrów środowiskowych i zużycia energii)

8

Pomiary parametrów środowiskowych

Rejestratorów jakości powietrza wewnętrznego CL11 (Rotronic)	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura powietrza, °C • Wilgotność powietrza, % • Stężenie CO₂, ppm
Licznik cząstek PC220 (Trotec)	<ul style="list-style-type: none"> • Stężenie pyłu PM 2.5, µg/m³ • Stężenie pyłu PM 10, µg/m³ • Rozkład liczbowy cząstek, szt/m³ (0.3; 0.5; 1.0; 2.5; 5.0; 10.0 µm) • Stężenie formaldehydu, ppm • Stężenie CO, ppm
Miernik uniwersalnego TA465 (TSI) z sondą PID	<ul style="list-style-type: none"> • Stężenia TVOC, ppb
Loger HD31 z radiometrem (Delta).	<ul style="list-style-type: none"> • Natężenie oświetlenia (naturalnego i sztucznego), lux
Sonometr DB100 (KIMO)	<ul style="list-style-type: none"> • Poziom ciśnienia akustycznego L_A eq, dB



9

Pomieszczenia do testowania procedur pomiarowych



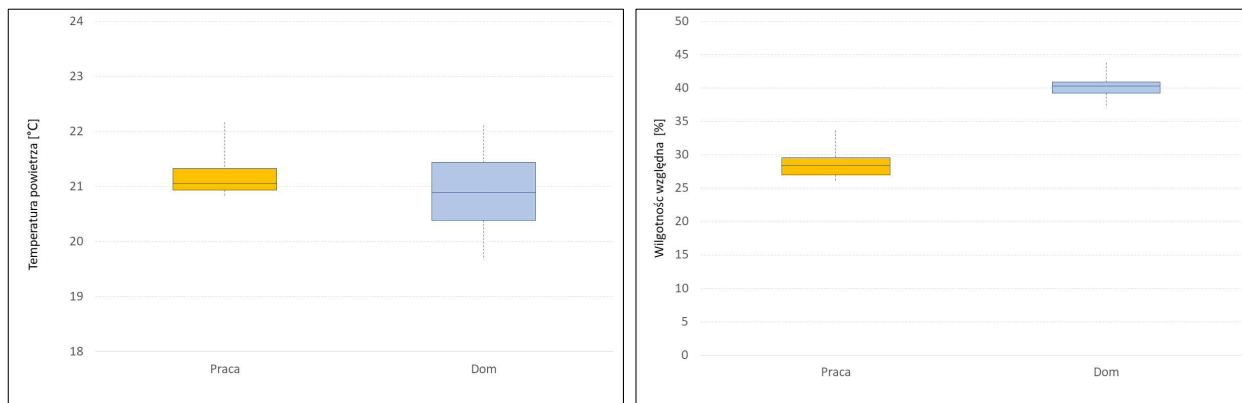
Indywidualny pokój biurowy Gmach WIBHIŚ PW
 $F_p \approx 26 \text{ m}^2$; $V \approx 83 \text{ m}^3$



Pokój pracy zdalnej, dom szeregowy Warszawa-Mokotów
 $F_p \approx 10 \text{ m}^2$; $V \approx 26,5 \text{ m}^3$

10

Temperatura powietrza i wilgotność względna

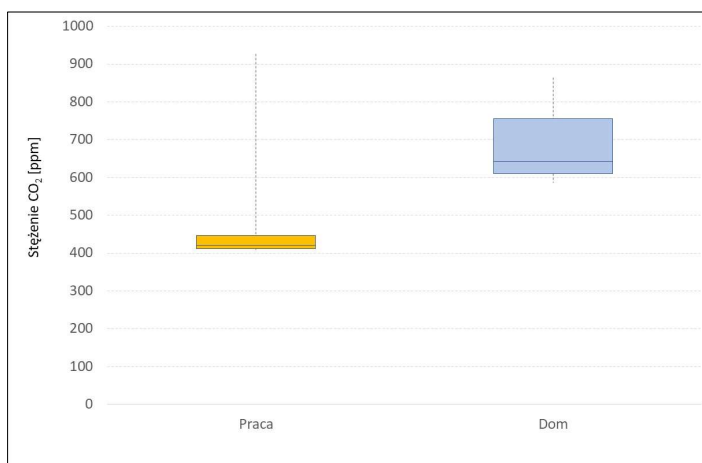


Średnia	21,2 °C	20,9 °C
SD	0,3 °C	0,6 °C

Średnia	28,5 %	40,1 %
SD	1,7 %	1,5 %

11

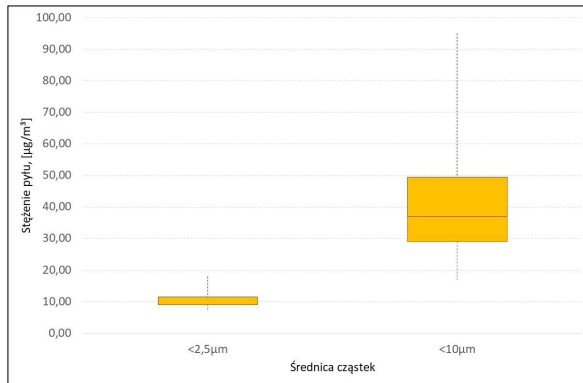
Stężenia dwutlenku węgla



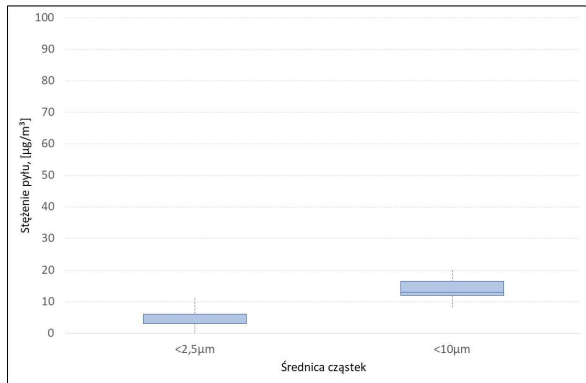
Średnia	471,5 ppm	677,7 ppm
SD	122,9 ppm	78,7 ppm

12

Stężenia masowe cząstek PM 2,5 oraz PM 10



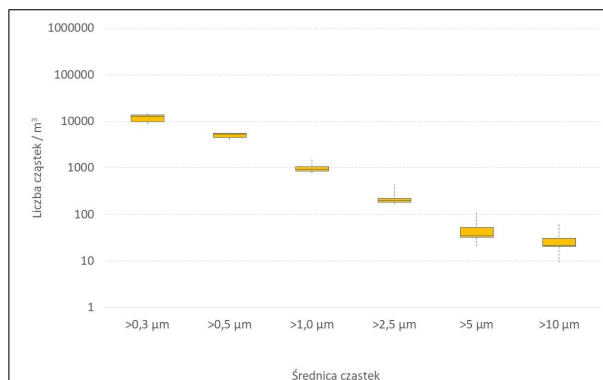
Średnia	10,7 µg/m ³	43,8 µg/m ³
SD	3,1 µg/m ³	22,7 µg/m ³



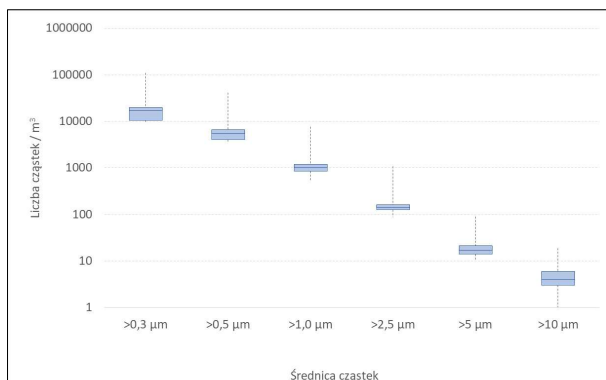
Średnia	4,3 µg/m ³	13,9 µg/m ³
SD	3,0 µg/m ³	3,5 µg/m ³

13

Skumulowane rozkłady liczby cząstek



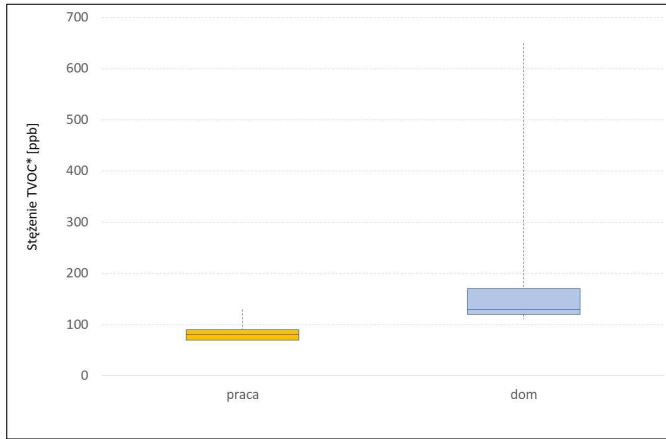
Średnia	11874,5	5075,6	973,3	238,3	46,9	28,1
SD	2392,1	708,0	205,1	91,7	26,3	16,9



Średnia	17809,0	6380,0	1220,0	161,0	28,0	3,0
SD	22361,8	8334,6	1566,0	219,1	17,5	3,9

14

Stężenie TVOC *



Pomiary stężeń formaldehydu oraz tlenku węgla w testowych pomieszczeniach dały wyniki poniżej progu czułości posiadanych urządzeń

Średnia	83,7 ppb	159,6 ppb
SD	13,4 ppb	71,6 ppb

15

Czynniki fizyczne

	Praca	Dom
Natężenie światła dziennego na blacie biurka (dzień pochmurny)	37,2 lux	173,2 lx
Natężenie światła sztucznego na blacie biurka (dzień pochmurny)	1096 lux	686 lx
Równoważny poziom dźwięku $L_{A Eq}$	36,7 dB	33,5 dB

16

Podsumowanie

- Zagadnienie pracy hybrydowej (lub wymuszonej pracy zdalnej) uważane za bardzo ważne zarówno ze względu na możliwość pojawiania się różnych epidemii/pandemii.
- Praca zdalna jest preferowana przez bardzo duży odsetek pracowników wykonujących prace o szeroko rozumianym charakterze biurowym.
- Organizowane w domach stanowiska pracy, z których świadczona jest praca zdalna są nadal słabo opisane w literaturze naukowej.
- Kluczowe dla powodzenia realizowanego grantu jest:
 - opracowanie powtarzalnej, wiarygodnej i niezbyt uciążliwej metodyki badawczej
 - uzyskanie zgody na przebadanie reprezentatywnych par pomieszczeń (biura nowe, biura stare, mieszkania o różnej powierzchni, domy jednorodzinne)

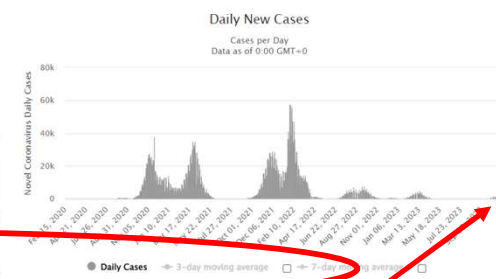
17

COVID Coronavirus statistics

Dostęp 21 listopada 2023 r !

#	Country, Other	Total Cases	New Cases	Total Deaths	New Deaths	Total Recovered	New Recovered	Active Cases	Serious/Critical
	Europe	251,188,312	+65,258	2,081,697	+103	246,903,981	+43,073	2,202,634	4
1	Russia	23,258,444	+58,150	400,488	+93	22,643,504	+39,731	214,452	
2	Czechia	4,684,233	+2,412	43,019	+1	4,632,285	+875	8,929	
3	Poland	6,553,241	+2,361	119,752	+8	N/A	N/A	N/A	
4	Lithuania	1,350,542	+1,487	9,781	+1	1,330,162	199	10,339	N/A
5	Estonia	622,146	+529	3,001		N/A	N/A	N/A	N/A
6	Slovakia	1,868,801	+153	21,167		1,847,305	+171	329	7
7	Slovenia	1,348,387	+153	7,100		1,340,210	+77	1,077	N/A
8	Malta	120,772	+13	866		119,474	+20	432	
9	France	40,138,560		167,642		39,970,918		0	

Daily New Cases in Poland



<https://www.worldometers.info/coronavirus/>

18

Dziękuję za uwagę