



**XVII KONFERENCJA** **WARSZAWA, 24.11.2023**

**PROBLEMY JAKOŚCI POWIETRZA WENĘTRZNEGO W POLSCE**

## Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna – – wspólny kierunek przyszłych zmian

**Dr hab. inż. Dariusz HEIM, prof. PŁ**  
Katedra Inżynierii Środowiska, Politechnika Łódzka  
Zrzeszenie Auditorów Energetycznych

1




### Gdyby cała Polska była blokiem o stu mieszkaniach...



## W ilu mieszkaniach nie jest zapewniona minimalna jakość powietrza?



WPROWADZENIE

Źródło: Szlachetna Paczka "Raport o Biedzie 2021"

300GOSPODARKA

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

2

WPROWADZENIE

## Nowa wersja EPBD – recast 2023

### Article 1



#### Subject matter

1. This Directive promotes the improvement of the energy performance of buildings and the reduction of greenhouse gas emissions from buildings within the Union, with a view to achieving a zero-emission building stock by 2050, taking into account *the outdoor climatic conditions, the local conditions, **the requirements for indoor environmental quality** and the contribution of the building stock to demand-side flexibility for the purpose of improving energy system efficiency* and cost-effectiveness.

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

3

WPROWADZENIE

## Nowa wersja EPBD – recast 2023

Measures to improve further the energy performance of buildings should take into account climatic conditions, including adaptation to climate change *through green infrastructures*, local conditions as well as *indoor environmental quality, sufficiency and circularity and energy savings, thus promoting more sustainable, inclusive and innovative ways of living in order to adapt to new needs.* ...

... A deep renovation for energy performance purposes is a prime opportunity to address other aspects such as *indoor environmental quality*, living conditions of vulnerable households, *sufficiency and circularity*, increasing climate resilience ...

Member States should support energy performance upgrades of existing buildings that contribute to achieving healthy *indoor environmental quality*, including *healthy and affordable living space*, the removal of asbestos and other harmful substances ...

... The energy performance certificate should also provide information on its primary energy *and final consumption, on its energy needs, on its renewable energy production* on its *greenhouse gas emissions, on its indoor environmental quality, as well as recommendations for the improvement of the Energy performance* ...

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

4

**Efektywność środowiskowa budynków**

Przestrzeń zamknięta wirtualnymi granicami

$BEE = \frac{Q \text{ (Jakość)}}{L \text{ (Obciążenie)}}$

Jakość środowiska w danej przestrzeni =  $\frac{\text{Oddziaływanie na środowisko poza daną przestrzenią}}$

Granica bilansowa BEE; kryterium oceny pozwalające osiągnąć wysoką jakość budynku przy niskim obciążeniu środowiska

<https://www.ibec.or.jp/CASBEE/>

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

5

**Energia vs. jakość powietrza wewnętrznego**

Jerzy Sowa - 2012

**Klasa z uwagi na zużycie energii**

<b>A</b>					⊗						?
<b>B</b>	Budynek bardzo energooszczędny z przeciętną jakością powietrza wew.										
<b>C</b>									⊗		
<b>D</b>	Budynek energooszczędny w stopniu zadowalającym z dobrą jakością powietrza wew.										
<b>E</b>											⊗
<b>F</b>	Budynek z bardzo dobrą jakością powietrza ale nie specjalnie energooszczędny										
<b>G</b>											
	<b>J</b>	<b>I</b>	<b>H</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	

**Klasa z uwagi na jakość środowiska wewnętrznego**

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

6

**Energia vs. jakość powietrza wewnętrznego**

**Jakość powietrza**

**Energia**

**DLACZEGO WENTYLOWAĆ?  
JAK WENTYLOWAĆ?  
KIEDY WENTYLOWAĆ?**

**JAKA ENERGIA?  
W JAKICH WARUNKACH?  
CZY WARTO?**

ENERGIA vs. JAKOŚĆ

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

*Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...*

7

**Inspiracja na podstawie ...**

**Rynek Instalacyjny, 1-2.2022**

**POWIETRZE**

**Co wiemy,  
a co powinniśmy wiedzieć o wentylacji**

**POWIETRZE**

**Higieniczne podstawy  
wentylacji – ewolucja poglądów w Polsce**

prof. dr inż. Paweł Wargoński  
International Centre for Indoor Environment and Energy,  
Department of Civil Engineering (DTU BYG), Technical University of Denmark

dr inż. Jerzy Sowa  
Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska  
Politechnika Warszawska

ENERGIA vs. JAKOŚĆ

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

*Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...*

8



## Mit 1 – jakość powietrza wewnętrznego



Powietrze zewnętrzne jest zawsze „czystsze” niż wewnętrzne.



<https://inzynierbudownictwa.pl/centralna-ewidencja-emisyjnosci-budynkow/>

Niezbędna jest odpowiednia filtracja i oczyszczanie nawiewanego powietrza, zaś w skrajnych przypadkach pożądane jest okresowe zmniejszenie lub całkowita rezygnacja z wentylowania pomieszczeń w zależności od różnicy stężenia zanieczyszczeń na przykład dwutlenku węgla lub pyły zawieszony.

JAKOŚĆ POWIETRZA

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

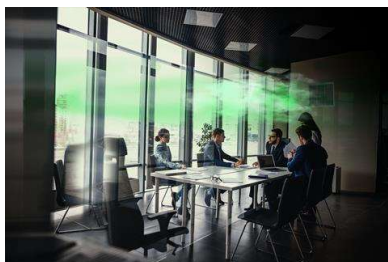
9



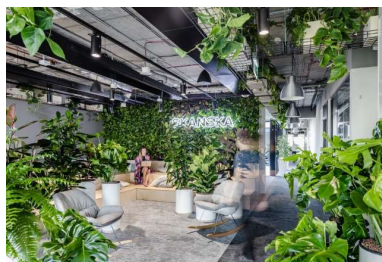
## Mit 2 – jakość powietrza wewnętrznego



Powietrze zanieczyszczone należy bezwzględnie usunąć.



<https://www.propertyweek.com>



<https://www.propertydesign.pl>

Istnieją sposoby neutralizacji wielu zanieczyszczeń powietrza w budynku takie jak na przykład rośliny, specjalne farby i powłoki lub urządzenia wychwytyjące i dezaktywujące szkodliwe związki chemiczne.

JAKOŚĆ POWIETRZA

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

10



## Mit 3 – jakość powietrza wewnętrznego



### Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego jest wytyczną.

Continuous mech. balanced ventilation with heat recovery <small>(flow = bedrooms x 2) person</small>				Example dwellings	ADP (England & Wales)	Supporting Guidance Domestic Ventilation (Scott.)	Passivehouse Guidelines
<b>Minimum demand ventilation</b>	<b>Approved Document F (ADP) (England &amp; Wales)</b>	<b>Supporting Guidance Domestic Ventilation (Scotland)</b>	<b>Passivehouse Guidelines</b>	<b>House (AP) 150 m<sup>2</sup></b> 3x bedrm., 1x kitchen, 2x wet rms	Total: 162 m <sup>3</sup> /h (45 l/s) + fresh air for 5 people	Total: 180 m <sup>3</sup> /h (50 l/s) + fresh air for 4 people	Total: 180 m <sup>3</sup> /h (50 l/s) + fresh air for 4 people
<b>Fresh air requirement</b>	18 m <sup>3</sup> /2p, 47 m <sup>3</sup> /h (13 l/s) 28 m <sup>3</sup> /2p, 61 m <sup>3</sup> /h (17 l/s) as per overall: 38 m <sup>3</sup> /AP, 76 m <sup>3</sup> /h (21 l/s) 48 m <sup>3</sup> /SP, 96 m <sup>3</sup> /h (26 l/s) 58 m <sup>3</sup> /AP, 116 m <sup>3</sup> /h (32 l/s) 68 m <sup>3</sup> /7p, 136 m <sup>3</sup> /h (38 l/s)	No consideration for occupancy	2P: 60 m <sup>3</sup> /h (17 l/s) 3P: 90 m <sup>3</sup> /h (25 l/s) 4P: 120 m <sup>3</sup> /h (33 l/s) 5P: 150 m <sup>3</sup> /h (42 l/s) 6P: 180 m <sup>3</sup> /h (50 l/s) 7P: 210 m <sup>3</sup> /h (58 l/s)	<b>House (AP) 100 m<sup>2</sup></b> 2x bedrm., 1x kitchen, 1x wet rm	Total: 108 m <sup>3</sup> /h (30 l/s) + fresh air for 2 people	Total: 120 m <sup>3</sup> /h (33 l/s) + fresh air for 4 people	Total: 180 m <sup>3</sup> /h (50 l/s) + fresh air for 4 people
<b>Fresh air per room</b>	Distributor evenly among the supply rooms	Distributed according to size of supply rooms	Single brm.: 20 m <sup>3</sup> /h (5.5 l/s) Double brm.: 40 m <sup>3</sup> /h (11 l/s)	<b>House (AP) 50 m<sup>2</sup></b> 2x bedrm., 1x kitchen, 1x wet rm	Total: 54 m <sup>3</sup> /h (15 l/s) + fresh air for 2 people	Total: 60 m <sup>3</sup> /h (17 l/s) + fresh air for 2 people	Total: 120 m <sup>3</sup> /h (33 l/s) + fresh air for 4 people
<b>Exhaust air requirement</b>	No consideration for extract requirements	No consideration for extract requirements	Kitchen: 44 m <sup>3</sup> /h (12 l/s) Bathroom: 21 m <sup>3</sup> /h (5.8 l/s) Laundry: 15 m <sup>3</sup> /h (4 l/s) WC: 15 m <sup>3</sup> /h (4 l/s)	<b>Minimum 500 m<sup>3</sup>/h</b> 5x bedrm.: kitchen: 7x wet rms	Total: 540 m <sup>3</sup> /h (150 l/s) + fresh air for 18 people	Total: 675 m <sup>3</sup> /h (188 l/s) + fresh air for 22 people	Total: 270 m <sup>3</sup> /h (75 l/s) + fresh air for 12 people
<b>Air exchange rate (min.)</b>	Per m <sup>2</sup> floor area: 1.58 m <sup>3</sup> /h (0.3 l/s) = 0.43 - 0.45 ach/h	0.5 ach/h (room volume up to 3m height taken into consideration)	0.5 ach/h (room volume up to 2.5m height taken into consideration)		<b>Poor IAD (too dry)</b>	<b>Very Poor IAD</b>	<b>Good IAD</b>

<https://www.paulheatrecovery.co.uk/heat-recovery-explained/standards-for-domestic-ventilation-rates-in-comparison/>

Obowiązujące obecnie wymagania odnośnie minimalnej ilości powietrza wentylacyjnego wymagają weryfikacji z uwagi na nowe rozwiązania materiałowe, technologiczne oraz zmianę stylu życia, w tym m.in.:

- stosowanie materiałów o: obniżonej emisji szkodliwych związków chemicznych, niskiej zdolności absorpcji i wtórnej emisji, a także powłok zmywalnych i łatwych w utrzymaniu czystości,
- zmianę stylu życia, w tym czas przebywania w przestrzeniach zamkniętych,
- wyeliminowaniu spalania paliw w pomieszczeniach (np. paleniskach otwartych).

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

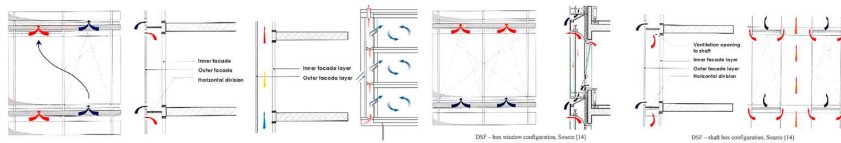
Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...



## Mit 4 – energia



### Powietrze zewnętrzne jest zawsze źródłem strat lub zysków.



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116001866#0020>

Intensywność wentylacji można dostosować do parametrów cieplnych powietrza zewnętrznego, pamiętając że:

- powietrze wentylacyjne poddane pasywnej obróbce termicznej (DSF) może stanowić okresowe źródło ciepła w sezonie ogrzewczym,
- okresowe intensywne przewietrzanie budynków (nocna wentylacja) w lecie może zmniejszyć lub wyeliminować zapotrzebowanie na chłód.

Należy rozważyć inne czynniki takie jak: uwarunkowania klimatyczne i pojemność cieplna budynków świadczące o zdolności budynku do pasywnego, powietrznego ogrzewania lub chłodzenia.

Wpływ zmian klimatu, w tym cieplejsze/chłodniejsze zimy/lata, fale upałów.

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...



## Mit 5 – energia



### Warto zmniejszyć strumień powietrza wentylacyjnego.



<https://commercial.phius.org/service/do-tight-buildings-cause-mold>

Koszty związane z leczeniem chorób i remontami budynków w tym koszty:

- remontów spowodowane zagrzybieniami,
- leczenia chorób układu oddechowego,
- wynikające z absencji chorobowej lub niższej wydajności pracy, mogą przekroczyć osiągnięte oszczędności kosztów energii.

ENERGIA

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

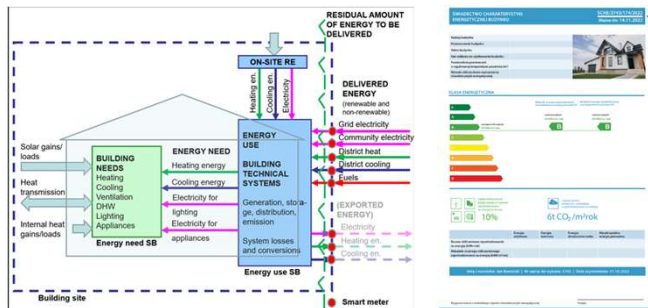
13



## Mit 6 – energia



### Odzysk ciepła zawsze przyniesie oszczędność energii.



<https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/the-epbd-recast-how-to-come-to-a-transparent-and-fair-zeb-definition>

W skrajnym przypadku, w zależności od metodyki, pewne działania jak na przykład wprowadzenie systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła może zwiększyć zapotrzebowanie na energię pierwotną. Jest to efektem:

- zmiany podejścia do sposobu oceny efektywności energetycznej (EU->EP),
- rozwoju i popularyzacji odnawialnych źródeł energii i ich integracji z budynkami.

ENERGIA

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

14

**Energia vs. jakość powietrza wewnętrznego**

Jerzy Sowa - 2012

Klasa z uwagi na zużycie energii

<b>PODSUMOWANIE</b>	<b>A</b>																			⊗
	<b>B</b>									Zero-energetyczny budynek z bardzo dobrą jakością powietrza										
	<b>C</b>																			
	<b>D</b>																			
	<b>E</b>																			
	<b>F</b>																			
	<b>G</b>																			
		<b>J</b>	<b>I</b>	<b>H</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>									
<b>Klasa z uwagi na jakość środowiska wewnętrznego</b>																				

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

15

**Zdolność adaptacji do przyszłych zmian**

**HOW SUSTAINABLE BUILDINGS are #BuildingResilience to climate change and for people and economies**

17 United Nations Goals

**GOAL 17: Partnerships for the Goals**  
Sustainable buildings and cities are created through powerful partnerships that enhance knowledge sharing and ambition across the three pillars of sustainability – planet, people and economies.

WorldGBC's strategy – Sustainable Buildings for Everyone, Everywhere – supports the Sustainable Development Goals to accelerate an inclusive, resilient and net zero built environment.

**KONCEPCJE I KIERUNKI**

**GOAL 8: Decent Work and Economic Growth**  
The construction industry and infrastructure can create jobs, fuel real and smart growth, and build a low-carbon economy.

**GOAL 9: Industry, Innovation and Infrastructure**  
Sustainable buildings and cities provide sustainable and high-quality urban and regional infrastructure that promotes economic development, human welfare and climate operation as part of a circular economy.

**GOAL 12: Responsible Consumption and Production**  
Sustainable buildings are circular buildings that actively reduce the impact on resources by the regeneration of resources and natural systems.

**GOAL 3: Good Health and Well-being**  
Sustainable buildings and cities promote human health by providing people with clean, healthy and safe air, water, and food, and protecting people from heat stress, building and construction threats.

**GOAL 6: Clean Water and Sanitation**  
Sustainable buildings can protect scarce water resources, improve water efficiency and reduce water losses, and enhance water quality and sanitation.

**GOAL 7: Affordable and Clean Energy**  
Sustainable buildings provide access to affordable, reliable and clean energy by prioritizing energy efficiency and low- or zero-carbon energy sources.

**GOAL 10: Reduced Inequalities**  
Sustainable buildings protect human health and promote a decent standard of living across the lifecycle, from quality employment and human rights for construction and material workers, to ensuring energy benefits and ensuring affordability and comfort in operational buildings.

**GOAL 11: Sustainable Cities and Communities**  
Sustainable cities provide access to high-quality housing and public infrastructure to all citizens, promoting harmonious, resilient and inclusive urban development.

**GOAL 7: Affordable and Clean Energy**  
Sustainable buildings ensure access to affordable, reliable and clean energy by prioritizing energy efficiency and low- or zero-carbon energy sources.

**GOAL 13: Climate Action**  
Considering the importance of the longevity of buildings, sustainable buildings seek work strategies, individual buildings to decarbonize such resources and infrastructure, and incorporate future-proofing mechanisms to improve resilience and adaptation to future climate change.

**GOAL 15: Life on Land**  
Sustainable buildings provide access to nature for everyone and enable nature-based solutions that enhance resilience and support biodiversity and ecosystem services.

source: <https://www.worldgbc.org/>

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

16



**Zmiany klimatu**

KONCEPCJE I KIERUNKI

A futuristic building in the desert - fresplit.com

Wayo floating city-hotel project Lazzarini Design

The upper block with cabins, dining and living spaces - bbc.com

NCaved house - architonic.com

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

17

**Zmiany ekonomiczne**

KONCEPCJE I KIERUNKI

https://www.cocoonmodules.com

IKEA Tiny House

https://ceylon.today.pl

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

18

## Zmiany społeczne

The Dementia Friendly Home

Apartment interiors - Salinas, Spain

<https://www.archdaily.com>

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

<https://bregroup.com/expertise/resilience/ageing-population/>

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...

# DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Dariusz Heim, Politechnika Łódzka

Jakość powietrza wewnętrznego a efektywność energetyczna ...