



Politechnika Wroclawska

Zakład Fizyki  
Budowli  
i Komputerowych  
Metod  
Projektowania

Instytut  
Budownictwa

Wydział  
Budownictwa  
Lądowego  
i Wodnego

***Projektowanie budynków wg  
nowych wymagań prawnych  
z uwzględnieniem warunków  
wewnętrznych***

**prof. dr hab. inż. Henryk Nowak**

Wrocław, 22 października 2014

DZIESIĄTA EDYCJA DNI OSZCZĘDZANIA ENERGII

**10.DOE**

PROJEKTOWANIE BUDYNKÓW  
NISKOENERGETYCZNYCH

# **Prof. dr hab. inż. Henryk Nowak**

**Kierownik**

**Zakładu Fizyki Budowli i Komputerowych Metod  
Projektowania**

**Instytut Budownictwa**

**Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego**

**Politechnika Wrocławska**

**Pl. Grunwaldzki 11**

**50-377 Wrocław**

**Tel. (071) 320 33 01, 320 23 65**

**Tel./Fax.: (071) 322 14 65**

**e-mail: [henryk.nowak@pwr.edu.pl](mailto:henryk.nowak@pwr.edu.pl)**

**www: [www.z2.ib.pwr.wroc.pl](http://www.z2.ib.pwr.wroc.pl)**

# **Plan wystąpienia:**

**1. Wprowadzenie**

**2. Stan prawny**

**3. Parametry środowiska wewnętrznego do projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków**

**3.1. Komfort cieplny**

**3.2. Komfort akustyczny**

**3.3. Komfort wizualny**

**3.4. Jakość powietrza (syndrom SBS)**

**4. Podsumowanie**

# 1. Wprowadzenie

## Uwagi ogólne:

- współczesny człowiek blisko 90% czasu spędza w pomieszczeniach zamkniętych,
- mikrośrodowisko budynków jest wynikiem wielu czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych, mających wpływ na ogólne odczucia komfortu i ogólną ocenę pomieszczeń,
- taka ocena leży w kręgu zainteresowań pracodawców, gdyż daje informację nie tylko o wpływie takiego mikrośrodowiska na **samopoczucie i zdrowie człowieka, ale także na wydolność fizyczną i umysłową,**

- badania mikrośrodowiska budynków, szeroko zakrojone i prowadzone na całym świecie, dotyczące najczęściej:
  - **mikroklimatu termicznego,**
  - **akustycznego,**
  - **wizualnego oraz jakości powietrza**

wykazały, że wśród wszystkich czynników wpływających na IEQ (Indoor Environmental Quality) największe znaczenie mają warunki termiczne.

- zużycie energii w budynkach zależy, m.in., od przyjętych warunków środowiska wewnętrznego (temperatury powietrza, wentylacji i oświetlenia) oraz od sposobu eksploatacji budynku. **Środowisko wewnętrzne oddziałuje także na zdrowie, wydajność i komfort użytkowników,**



- nowe badania wykazały, że koszty ponoszone przez pracodawcę, właściciela budynku oraz społeczeństwo jako całość, spowodowane złymi warunkami środowiska wewnętrznego są często znacznie wyższe niż koszty energii w tym budynku,
- udowodniono również, że dobra jakość środowiska wewnętrznego może poprawić ogólną efektywność pracy i nauki oraz zmniejszyć absencję. Ponadto niezadowoleni pracownicy prawdopodobnie podejmą działania mające na celu poprawę komfortu, co może wpływać na zużycie energii.

## 2. Stan prawny

### Prawo budowlane (PB):

obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając:

spełnienie wymagań podstawowych dotyczących:

1. bezpieczeństwa konstrukcji,

2. bezpieczeństwa pożarowego,

3. bezpieczeństwa użytkowania oraz

4. odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony

**środowiska** (utrzymania mikroklimatu pomieszczeń na poziomie komfortu cieplnego, wizualnego i akustycznego oraz akceptowalnej jakości powietrza),

5. ochrony przed hałasem i drganiami,

6. odpowiedniej charakterystyki energetycznej budynku oraz racjonalizacji użytkowania energii;

oraz spełnienie wymagań użytkowych związanych z zaopatrzeniem w energię ciepłą, elektryczną, wodę i kanalizację (w zakresie "instalacji rurowych i przewodowych"), a także innych wymagań.

# Prawo Budowlane (PB)

---

**Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (WT),**

**Rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu projektu budowlanego,**

**Inne przepisy wykonawcze (rozporządzenia, normy)**

.....

---

**Certyfikacja energetyczna budynków (Dyrektywa UE)** → przepisy wykonawcze  
(budynki nowe i istniejące)

**System termomodernizacji budynków w Polsce** → przepisy wykonawcze  
(budynki istniejące)

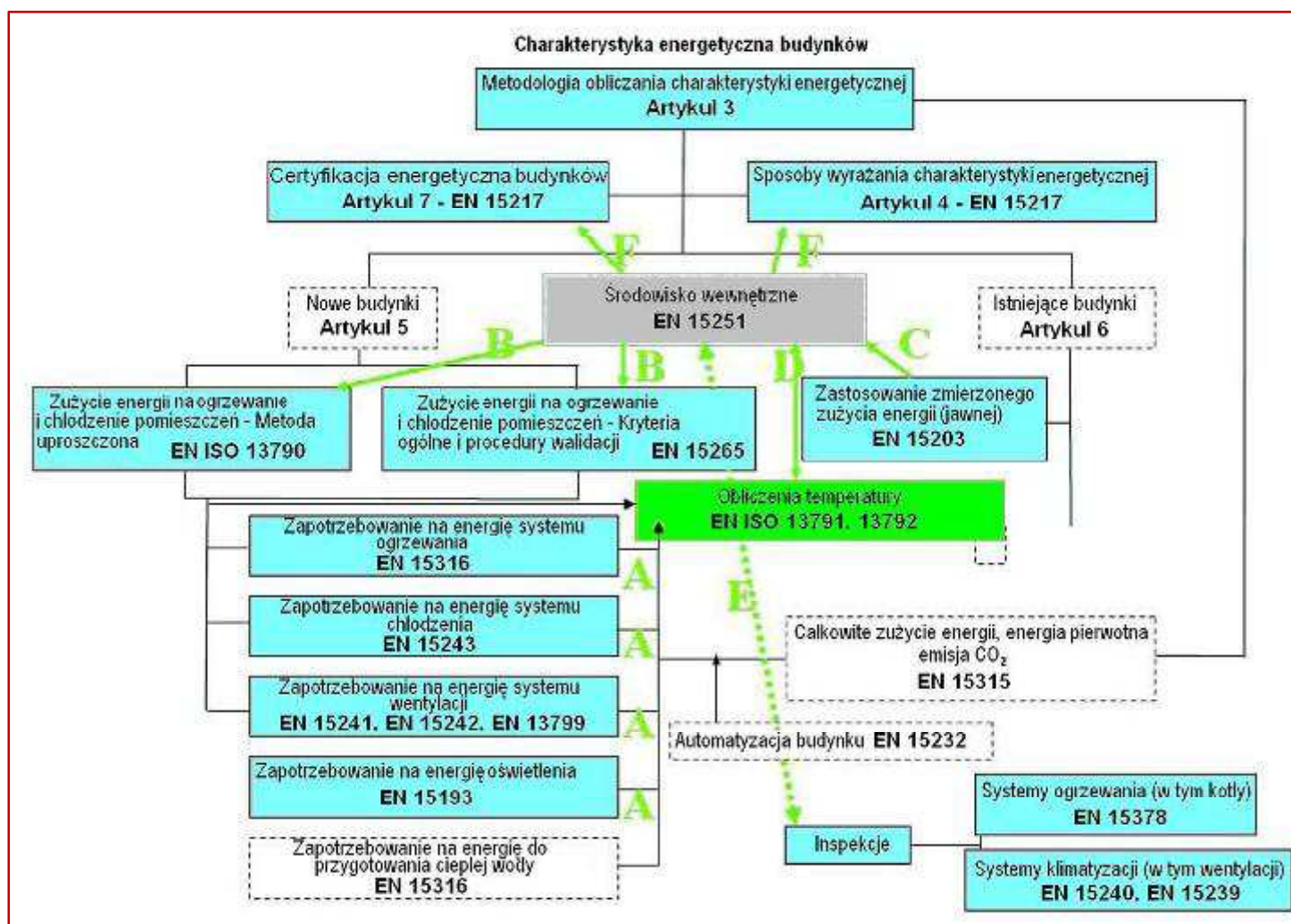
---



# **PN-EN 15251 (marzec 2012) Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego dotyczące projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków, obejmujące jakość powietrza wewnętrznego, środowisko cieplne, oświetlenie i akustykę**

## **Zakres normy:**

- **określono parametry środowiska wewnętrznego, które wywierają wpływ na charakterystykę energetyczną budynków.**
- **podano, jak ustala się wejściowe parametry środowiska wewnętrznego do projektowania systemów w budynku i obliczania charakterystyki energetycznej**
- **.....,**



**Schemat pokazujący związek między różnymi normami dotyczącymi EPBD (PN-EN 15251, marzec 2012)**

# Kategorie pomieszczeń (PN-EN 15251:2012)

Opis kategorii stosowanych w klasyfikacji warunków środowiska wewnętrznego

Kategoria	Charakterystyka
I	<b>warunki na wysokim poziomie</b> – kategoria zalecana dla przestrzeni, w których przebywać będą osoby bardzo wrażliwe na warunki środowiska i mało odporne na wystąpienie dyskomfortu (osoby niepełnosprawne, chorzy, niemowlęta, ludzie w podeszłym wieku itp.)
II	<b>poziom normalny</b> – kategoria zalecana dla budynków nowo wznoszonych lub remontowanych
III	<b>warunki na średnim, ale jeszcze akceptowalnym poziomie oczekiwań</b> – kategoria może być przyjmowana dla istniejących budynków
IV	wtedy, gdy warunki nie spełniają kryteriów kategorii od I do III; takie odstępstwo może być akceptowalne jedynie wówczas, gdy będzie występować w ciągu roku tylko w ograniczonych okresach czasu

Tablica A.1 – Przykłady zalecanych kategorii dotyczących projektowania ogrzewania i chłodzenia budynków z zastosowaniem wentylacji mechanicznej

Kategoria	Stan cieplny ciała ludzkiego traktowanego jako całość	
	PPD %	Przewidywana średnia ocena
I	< 6	$-0,2 < PMV < +0,2$
II	< 10	$-0,5 < PMV < +0,5$
III	< 15	$-0,7 < PMV < +0,7$
IV	> 15	$PMV < -0,7$ lub $+0,7 < PMV$

## **Wskaźniki projektowe (PN-EN 15251:2012)**

**Kategorie środowiska wewnętrznego ocenia się na podstawie kryteriów takich czynników środowiska wewnętrznego, jak:**

- 1) kryteria cieplne dotyczące zimy: określone wartości obliczeniowe dotyczące temperatury wewnętrznej w sezonie ogrzewczym,**
- 2) kryteria cieplne dotyczące lata: określone wartości obliczeniowe dotyczące temperatury wewnętrznej w sezonie chłodniczym,**
- 3) jakość powietrza i kryteria wentylacyjne,**
- 4) kryteria wilgotności powietrza,**
- 5) kryteria oświetlenia,**
- 6) kryteria akustyczne (akustyka instalacyjna).**



### 3. Parametry środowiska wewnętrznego do projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków.

#### 3.1. Komfort cieplny.

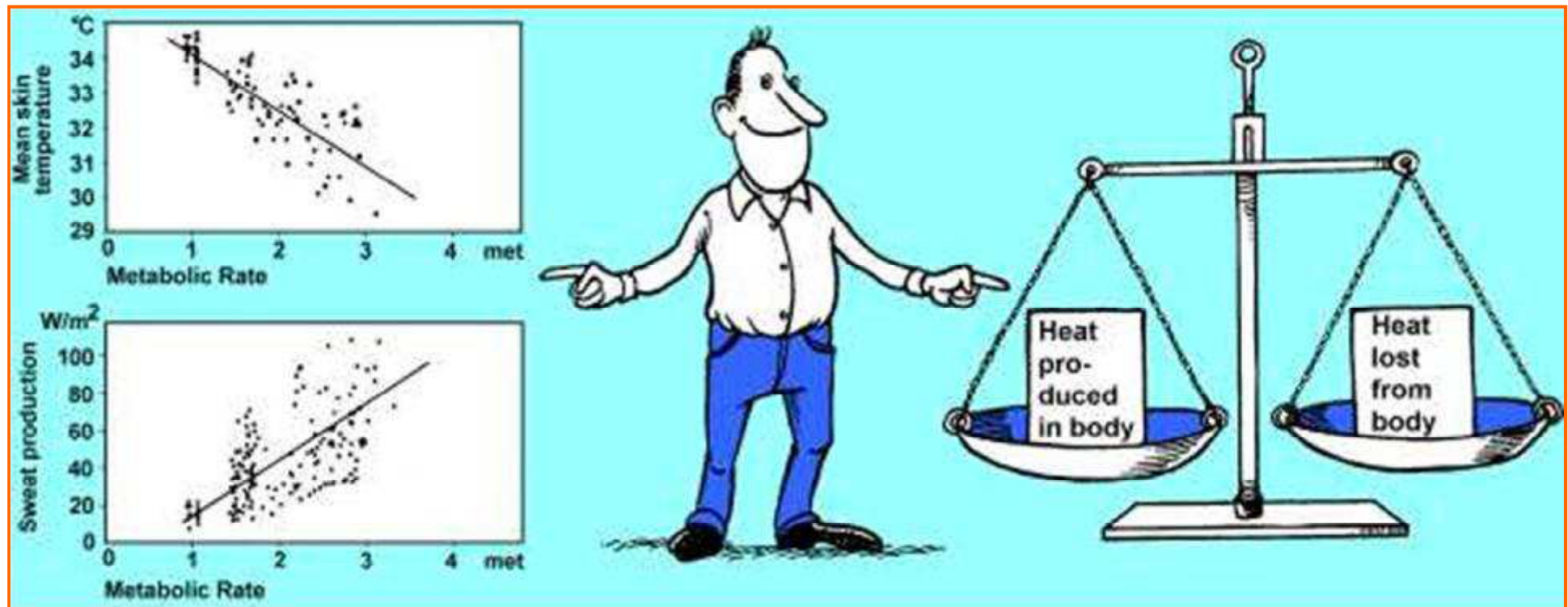
**Komfort cieplny** – wg definicji podanej przez ASHRAE, jest to stan umysłu wyrażający zadowolenie z danego środowiska termicznego (neutralne odczuwanie tego środowiska).

W przełożeniu na parametry fizyczno – fizjologiczne o komforcie cieplnym możemy mówić wówczas, gdy spełnione są następujące warunki:

- bilans cieplny organizmu jest zrównoważony,
- obciążenie układu termoregulacji (ogólne i lokalne) jest minimalne,



Znaczy to, że człowiek nie tylko jest w stanie termicznie neutralnym, ale że również lokalnie nie odczuwa dyskomfortu. A na dodatek fizjologiczny koszt utrzymania tego stanu jest niewielki.



**Najważniejszymi zmiennymi parametrami, które wpływają na stan komfortu cieplnego są:**

**Mikroklimat pomieszczeń:**

- temperatura powietrza,
- średnia temperatura promieniowania,
- wilgotność względna powietrza,
- prędkość ruchu powietrza,

**Czynniki zależne od użytkownika:**

- metabolizm (aktywność ruchowa),
- izolacyjność cieplna odzieży,

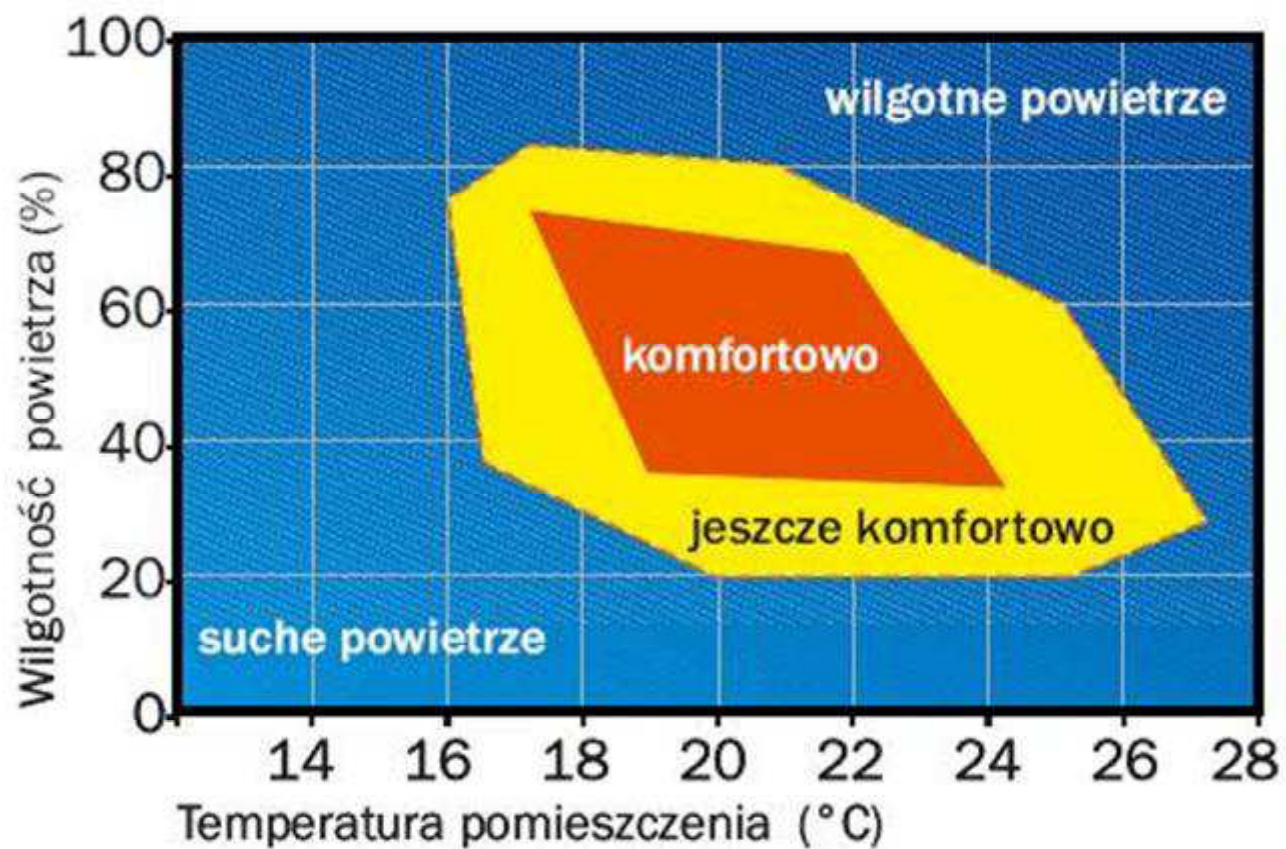
**Komfort cieplny**

**Komfort cieplny można osiągnąć przez realizację wielu różnych kombinacji powyższych zmiennych - ważny jest łączny wpływ zmiennych parametrów cieplnych na organizm człowieka.**

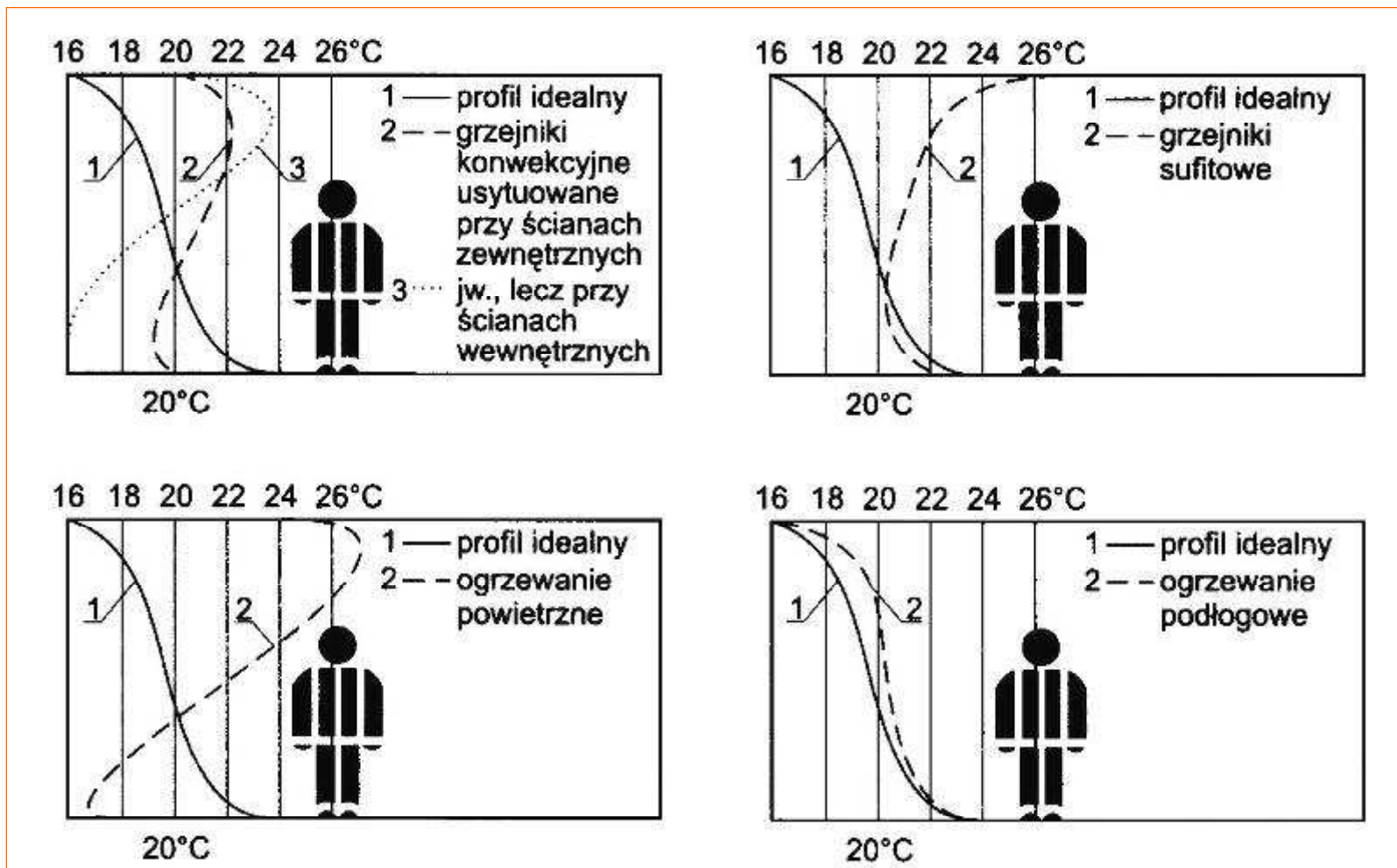
Znacznie słabiej jest poznane oddziaływanie pozostałych elementów mikroklimatu pomieszczeń na dobre samopoczucie i zdrowie przebywających w nich ludzi. **Elementy takie jak: zanieczyszczenie powietrza, jonizacja, hałas, pola elektrostatyczne i elektromagnetyczne, promieniowanie, oświetlenie i barwa oraz mikrofauna i mikroflora, mają różnorodne, przeważnie negatywne wpływy na samopoczucie i zdrowie człowieka, lecz dopiero teraz stają się obiektem zainteresowań i badań.**

**Czynniki kształtujące mikroklimat pomieszczeń – lokalizacja, klimat miejscowy, ogrzewanie i klimatyzacja (rodzaj ogrzewania, pionowy rozkład temperatury powietrza w pomieszczeniu), sposób eksploatacji pomieszczeń, cechy cieplno-wilgotnościowe, przegród, usytuowanie pomieszczeń w budynku, .....**)

## Czynniki warunkujące poczucie komfortu mieszkalnego







## Pionowy rozkład temperatury wewnętrznej dla różnych typów centralnego ogrzewania



**Zalecane wskaźniki komfortu cieplnego** - najczęściej stosowanymi i od lat polecanymi wskaźnikami komfortu cieplnego są **PMV** (Predicted Mean Vote) i **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied), oparte na skali odczuć cieplnych ASHRAE:

+ 3 gorąco

+ 2 ciepło

+ 1 lekko ciepło

0 obojętnie

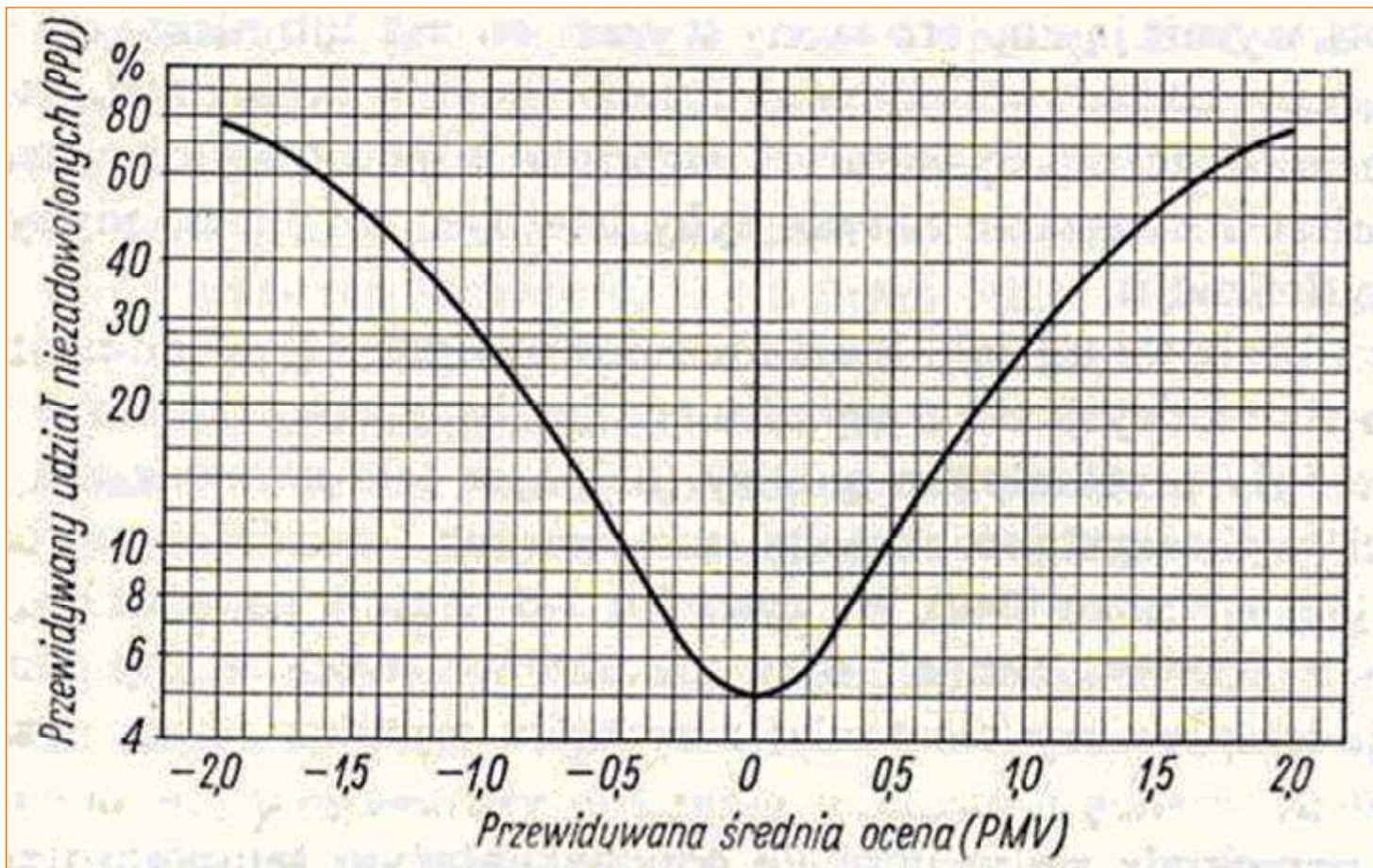
- 1 lekko chłodno

- 2 chłodno

- 3 zimno



**strefa komfortu**



**Przewidywany odsetek niezadowolonych (PPD) jako funkcja przewidywanej średniej oceny warunków komfortu (PMV)**

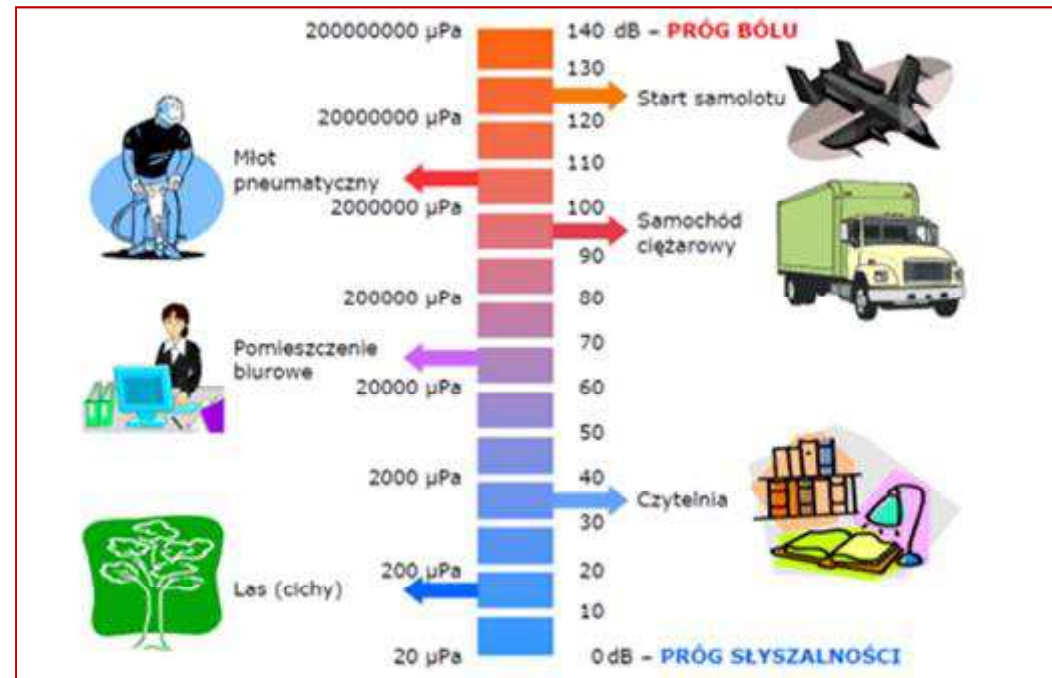
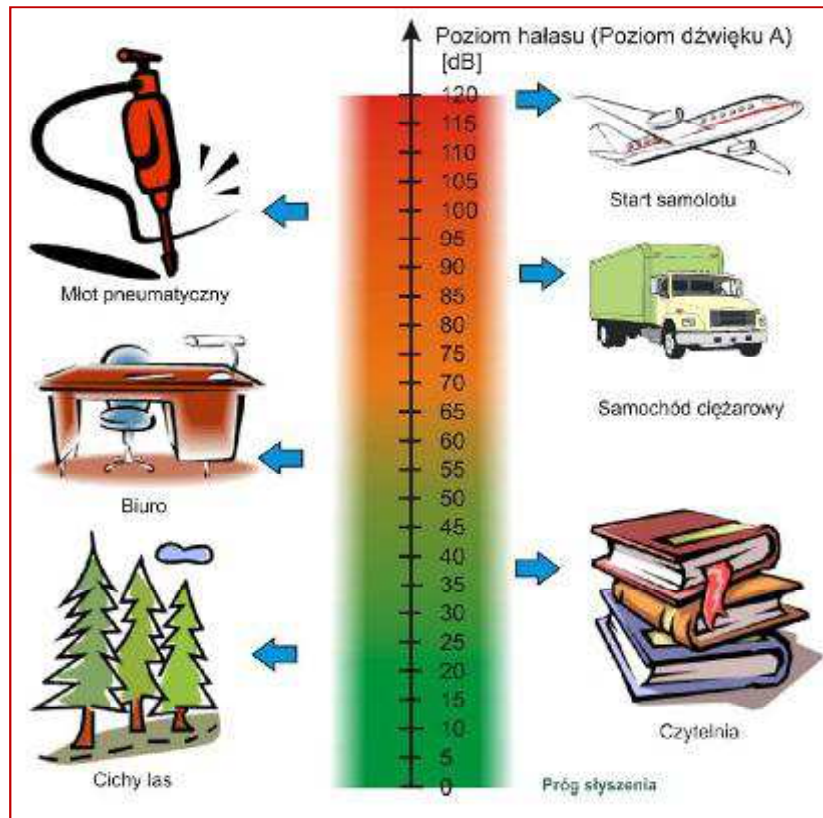
## 3.2. Komfort akustyczny

### Uwagi ogólne:

- zagrożenia środowiska hałasem i drganiami (ponad 1/3 ludności naszego kraju mieszka na obszarach o ponadnormatywnym hałasie, a co trzeci Polak ma wadę słuchu, badania sprzed ok. 10 lat),
- PB - wymagania podstawowe - ochrona przed hałasem i drganiami (Dział IX, 'utrudnienie dla architektów', brak jakichkolwiek danych liczbowych w tym Dziale),
- najważniejszą kwestią w procesie projektowania obiektu jest określenie warunków akustycznych w obiekcie **nie ze względu na ochronę narządu słuchu, lecz ze względu na fizyczne i psychiczne zdrowie człowieka,**



- **definicja hałasu** (dźwięki:  $20 \div 20\,000\text{ Hz}$ ) - hałasem są wszelkie niepożądane, dokuczliwe, a często szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego, działające za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne zmysły oraz elementy organizmu człowieka.



**Hałas w środowisku zewnętrznym i wewnętrznym (poziomy dźwięku od poszczególnych źródeł) (drgania, wpływ na zdrowie, „komfort wibracyjny”)**

## **WT - Dział IX Ochrona przed hałasem i drganiami**

**§ 323. 1. Budynek i urządzenia z nim związane powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby poziom hałasu, na który będą narażeni użytkownicy lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie, nie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwiał im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach.**

**2. Pomieszczenia w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy chronić przed hałasem:**

- 1) zewnętrznym przenikającym do pomieszczenia spoza budynku,**
- 2) pochodzącym od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku,**
- 3) powietrznym i uderzeniowym, wytwarzanym przez użytkowników innych mieszkań, lokali użytkowych lub pomieszczeń o różnych wymaganiach użytkowych,**
- 4) pogłosowym, powstającym w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie.**



# Rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego

## § 11.

10) charakterystykę energetyczną budynku, opracowaną zgodnie z przepisami dotyczącymi metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej, określającą w zależności od potrzeb:

a), b) c) i d)

11) dane techniczne obiektu budowlanego charakteryzujące wpływ obiektu budowlanego na środowisko i jego wykorzystywanie oraz na zdrowie ludzi i obiekty sąsiednie pod względem:

a), b), c) (woda, ścieki, emisja zanieczyszczeń gazowych, rodzaj i ilość wytwarzanych odpadów),

d) **właściwości akustycznych oraz emisji drgań**, a także promieniowania, w szczególności jonizującego, pola elektromagnetycznego i innych zakłóceń, z podaniem odpowiednich parametrów tych czynników i zasięgu ich rozprzestrzeniania się,

**Wymagania dotyczące ochrony przed hałasem powinny być uwzględniane już na etapie projektowania budynku, wykonawstwa jak i w diagnostyce. **Błędy w zakresie zagadnień akustycznych popełniane przy projektowaniu i wykonywaniu nowych budynków (i innych obiektów budowlanych) oraz przy modernizacji budynków istniejących są w większości przypadków bardzo trudne, a niekiedy wręcz nie możliwe do wyeliminowania, nawet przy zastosowaniu skomplikowanych i kosztownych zabezpieczeń akustycznych.****

## **Wymagania akustyczne w budynkach odnoszą się do izolacyjności:**

- 1)ścian zewnętrznych, stropdachów, ścian wewnętrznych, okien w przegrodach zewnętrznych i wewnętrznych oraz drzwi w przegrodach wewnętrznych - od dźwięków powietrznych,**
- 2)stropów i podłóg - od dźwięków powietrznych i uderzeniowych,**
- 3)podestów i biegów klatek schodowych w obrębie lokali mieszkalnych - od dźwięków uderzeniowych.**

# Wartość izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych dla ścian i stropów wewnątrz budynku.

Parametry izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych:

$R_{A1}$  – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej dla hałasów bytowych (rozmowa, normalne użytkowanie mieszkania) przegrody wewnętrzne,

$R_{A2}$  – j.w. dla hałasów komunikacyjnych (samochody, samoloty, kolej) przegrody zewnętrzne,

$R_{A1}$ ,  $R_{A2}$  - dla wartości określonych laboratoryjnie, wskaźniki podawane w informacji handlowej producentów,

$R'_{A1}$ ,  $R'_{A2}$  – wskaźniki przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej (dla przegród w budynkach - praktyczna skuteczność, z uwzględnieniem bocznego przenoszenia dźwięków), wymagania prawne.

## Wartości izolacyjności akustycznej od **dźwięków powietrznych** dla ścian i stropów wewnątrz budynku - klasyfikacja

Wartość $R'_{A1}$ dla przegrody	Opis
30 dB	Przegroda <u>słabo</u> izolująca. Przegrody wewnątrz mieszkania
35 dB - 45 dB	Przegroda <u>średnio</u> izolująca. Wartość jak dla pomieszczeń typowych bez silnych źródeł
52 dB	Przegroda <u>dobrze</u> izolująca - wartość minimalna dla ściany między mieszkaniami dla uzyskania komfortu akustycznego w mieszkaniach
65 dB	Przegroda <u>bardzo dobrze</u> izolująca dźwięki powietrzne. Wartość zalecana dla ścian między mieszkaniami i budynkami dla uzyskania wysokiego komfortu akustycznego



## Parametry izolacyjności akustycznej od **dźwięków uderzeniowych**

Izolacyjność akustyczną od dźwięków uderzeniowych stropów i podłóg opisuje **wskaźnik izolacyjności akustycznej od dźwięków uderzeniowych o oznaczeniu podstawowym L**. Ocena wskaźnika dokonywana jest w oparciu o procedury z normy *”PN-EN ISO 717-2:1999 Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych”*.

### Rodzaje wskaźnika:

**$L_{nw}$**  - wartość określona na podstawie badań laboratoryjnych

**$L'_{nw}$**  - wartość określona na podstawie badań w budynkach (rzeczywista izolacyjność w obiekcie, z uwzględnieniem mostków akustycznych, przenoszenia bocznego) – praktyczna skuteczność, wymaganie prawne,

**$DL'_{nw}$**  - rzeczywisty przyrost izolacyjności akustycznej dla podłóg pływających, wykładzin dywanowych.

## Wartości izolacyjności akustycznej od **dźwięków uderzeniowych** dla stropów w budynkach mieszkalnych

Wartość $L'_{nw}$ dla stropu	Opis
Powyżej 77 dB	Strop <u>bardzo źle izoluje</u> od dźwięków uderzeniowych. Strop jest nieodpowiedni dla budynków mieszkalnych (cienkie stropy betonowe, stropy drewniane belkowe, obustronnie obłożone deskami)
77 dB - 60 dB	Strop <u>słabo i niezadowalająco</u> izoluje od dźwięków uderzeniowych. Dla uzyskania komfortu akustycznego konieczne jest stosowanie podłogi pływającej
62 dB - 52 dB	Strop <u>dobrze</u> izoluje od dźwięków uderzeniowych. Wartość minimalna dla komfortu akustycznego w mieszkaniach (stropy masywne betonowe z pływającą podłogą)
40 dB	Strop <u>bardzo dobrze</u> izoluje od dźwięków uderzeniowych. Wartość zalecana dla uzyskania wysokiego komfortu akustycznego w mieszkaniach

## Wymagana izolacyjność akustyczna przegród wewnętrznych

Lp.	Przeznaczenie budynku	Rodzaj przegrody wewnętrznej	Wymagania, dB	
			min. $R'_{A1}$ lub $D_{nT,A1}$	max. $L'_{n,w}$
1	Budynki mieszkalne wielorodzinne	ściana międzymieszkaniowa	50	-
2		strop międzymieszkaniowy	51	58
4		ściana między mieszkaniem a pomieszczeniem technicznym	55-57 <sup>1)</sup>	-
5		strop między mieszkaniem a pomieszczeniem technicznym	55-57 <sup>1)</sup>	48-58 <sup>1)</sup>
6		ściany działowe w obrębie mieszkania	30-35 <sup>2)</sup>	-
7		stropy korytarzy i klatek schodowych		53 <sup>3)</sup>
8		Budynki jednorodzinne szeregowe	ściana między budynkami	52-55 <sup>4)</sup>
9	strop – przenoszenie dźwięków uderzeniowych do „obcego” budynku		-	53
10	Hotele wyższych kategorii <sup>6)</sup>	ściana między pokojami hotelowymi	50	-
11		strop między pokojami hotelowymi	50	58
12	Szkoły <sup>6)</sup>	ściana między salami lekcyjnymi	45	-
13		strop między salami lekcyjnymi	50	63
14	Budynki biurowe <sup>6)</sup>	ściana między pokojami	35-50 <sup>5)</sup>	-
15		strop między pokojami	45-50 <sup>5)</sup>	63

1) należy przyjmować w zależności od rodzaju (hałaśliwości) pomieszczenia technicznego,  
 2) większa wartość dotyczy ściany oddzielającej pokój od pomieszczenia sanitarnego  
 3) dotyczy budynków o układzie korytarzowym; wymaganie odnosi się do rozprzestrzeniania się dźwięków z ogólnego korytarza do mieszkań w kierunku poziomym i ukośnym.  
 4) większe wartości – zalecane,  
 5) w normie wymagania są uściślone w zależności od funkcji przylegających do siebie pomieszczeń.  
 6) w normie podano znacznie szerszy zakres wymagań.

Można postawić pytanie, jaki jest poziom wymagań akustycznych wg PN-B-02151-3:1999 w porównaniu z wymaganiami przyjmowanymi w innych państwach europejskich i w jakim stopniu wymagania te spełniają oczekiwania ludności.

Wyższe od wymagań wg PN w stosunku do przegród międzymieszkaniowych w budynkach mieszkalnych są wymagania austriackie wg ÖNORM, francuskie, niemieckie (wg DIN), ustanawiające dodatkowe dwa wyższe standardy akustyczne, które określają znacznie wyższe wymagania w stosunku do właściwości akustycznych przegród międzymieszkaniowych. W stosunku do budynków użyteczności publicznej (hotele, budynki administracyjne) stawiane są często wymagania przez międzynarodowych inwestorów (np. sieci hotelowe); te wymagania są często wyższe niż wg PN.

**Podsumowując – wymagania stosowane w Polsce, na tle przepisów innych państw europejskich, są na stosunkowo niskim poziomie.**

## Porównanie wymagań dotyczących izolacyjności akustycznej przegród między mieszkaniowych w budynkach wielorodzinnych przyjmowanych w różnych krajach

Państwo, przepis	Ściany	Stropy	
	Izolacyjność od dźwięków powietrznych dB  min $R'_{A1}$	Izolacyjność od dźwięków powietrznych dB  min $R'_{A1}$	Znormalizowany poziom uderzeniowy dB  maks $L'_{nw}$
<b>Polska, PN-B-02151-3-1999 r.</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>58</b>
<b>Austria, ONORM B 8115-2- (2002r.)</b>	53	53	48
<b>Niemcy, DIN 4109 (1989 r.) standard podstawowy</b>	51	52	53
<b>Niemcy, DIN 4109 (1989 r.) standard podwyższony</b>	53	53	46
<b>Francja, Guide Qualitel (2000 r)</b>	53	53	55

(różnica 3 dB – głośniki w tej samej odległości, różnica 6 dB – jeden głośnik w odległości 2 razy większej)

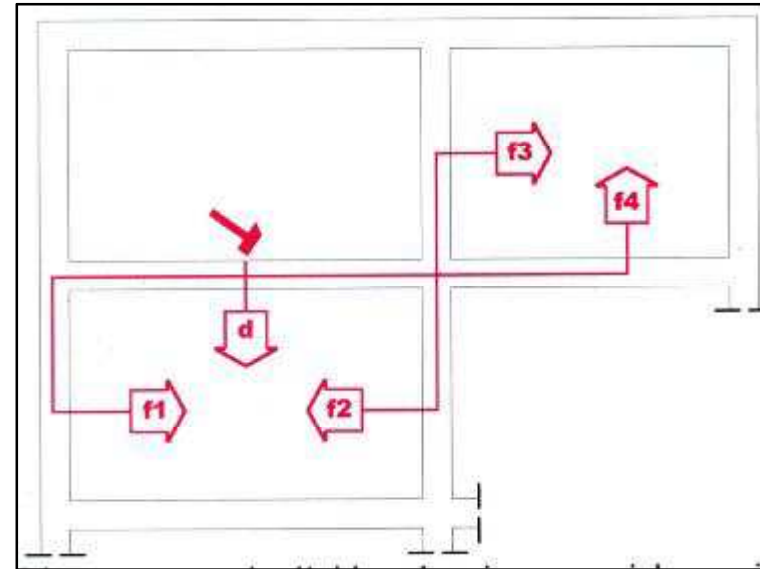
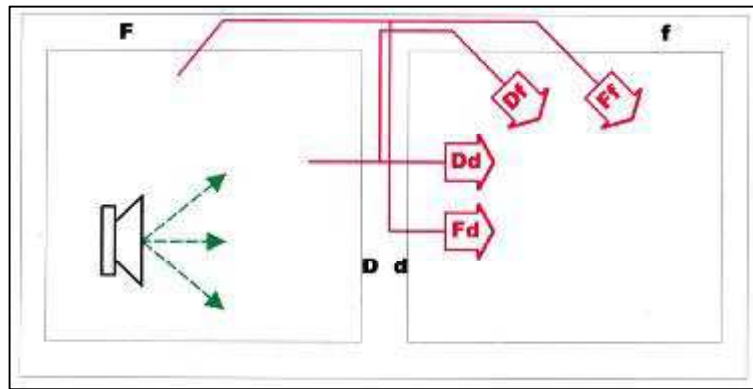


## ***Właściwości akustyczne budynku - metody prognozowania***

Aby było możliwe określanie „właściwości akustycznych budynku na podstawie właściwości elementów” w 1997r. zostały podjęte prace w ramach CEN mające na celu znormalizowanie metod obliczeniowych. Obecnie **norma EN 12354** składa się z następujących 6 części :

- **część 1**: Izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami,
- **część 2**: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych między pomieszczeniami,
- **część 3**: Izolacyjność akustyczna ścian zewnętrznych od hałasów przenikających z zewnątrz budynku,
- **część 4**: Transmisja hałasu z budynku do środowiska,
- **część 5**: Hałas od instalacji i urządzeń technicznych,
- **część 6**: Pochłanianie dźwięku w pomieszczeniach.

Do września 2002 r. zostały ustanowione w ramach CEN części 1-4, natomiast część 1 i 2 zostały ustanowione jako PN, natomiast część 3 i 4 są ustanowione jako PN metodą uznaniową (w języku angielskim), lecz zostały przetłumaczone na język polski. **Zestaw tych norm jest szczególnie przydatny w projektowaniu budynku.** Opiera się on na parametrach akustycznych przegród zbadanych w warunkach laboratoryjnych. **Norma EN 12354 wymaga od projektantów dobrej znajomości zagadnień akustycznych.**



a)

## Schematy bocznego przenoszenia dźwięków:

a) powietrznych drogami materiałowymi,

b) uderzeniowych pomiędzy pomieszczeniami znajdującymi się nad sobą oraz obok siebie

**Spodziewaną izolacyjność akustyczną przegród po ich zamontowaniu na budowie określa wzór:**

$$R'_{A1} = R_{A1R} - K_a = R_{A1} - 2 - K_a = R_w + C - 2 - K_a \quad [\text{dB}]$$

czyli

$$R'_{A1} = R_{A1R} - K_a \geq R'_{A1\text{min}}$$

gdzie:

$R_{A1R}$  – pomniejszony o 2 dB wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej ściany  $R_{A1}$ ;  $R_{A1R} = R_{A1} - 2$

$R_{A1}$  – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej przegrody, wyznaczony na podstawie wyników badania w laboratorium;

$$R_{A1} = R_w + C$$

$K_a$  – poprawka określająca wpływ bocznego przenoszenia dźwięku (dla ścian wynosi  $2 \div 5$  dB, dla stropów  $3 \div 5$  dB).

spodziewaną izolacyjność akustyczną przegród od dźwięków uderzeniowych określa wzór:

$$L'_{n,w} = L_{n,wR} + K_i = L_{n,w} + 2 + K_i \quad [\text{dB}]$$

czyli

$$L'_{n,w} = L_{n,wR} + K_i \leq L'_{n,w} \text{ max}$$

gdzie:

$L_{n,wR}$  - powiększony o 2 dB wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej przegrody  $L_{n,w}$ ;  
 $L_{n,wR} = L_{n,w} + 2$

$K_i$  - poprawka określająca wpływ bocznego przenoszenia dźwięku.

Należy pamiętać, że duży wpływ na wartość poprawki określającej wpływ przenoszenia bocznego  $K_a$ ,  $K_i$  (dla stropów  $K_a \approx 3\div-5\text{dB}$  i  $K_i \approx 2\div3\text{dB}$ ) mają: rodzaj przegród bocznych sąsiadujących z rozpatrywaną ścianą działową (np. ściana zewnętrzna, stropy) oraz szczegóły rozwiązań połączeń ścian ze stropami i sąsiednimi ścianami.



## **3.3. Komfort wizualny** (światło dzienne w budynkach, światło sztuczne)

### **Światło dzienne w budynkach**

- **istotnie wpływa na komfort wizualny w budynkach,**
- **jest to najzdrowszy dla oczu rodzaj światła - towarzyszą mu najbliższe rodzaje promieniowania: promieniowanie ultrafioletowe (UV), niszczące mikroorganizmy szkodliwe dla zdrowia ludzkiego oraz promieniowanie bliskiej podczerwieni (NIR) o mniejszej częstotliwości drgań, dostarczające życiodajnego ciepła.**
- **pozytywne psychologiczne oddziaływanie na ludzi – człowiek przebywający we wnętrzu budynku oświetlonym światłem dziennym ma poczucie łączności ze światem zewnętrznym; światło dzienne stwarza dobry nastrój i dobre samopoczucie (okna, rury świetlne, żaluzje szklane, żaluzje pionowe). Zwiększa jest również wydajność pracy oraz jakość wyrobów, co potwierdzają badania.**

- ujemną cechą światła dziennego jest jego zmienność w zależności od czasu i warunków atmosferycznych - szerokość geograficzna, pora roku, klimat lokalny, co powoduje m.in. konieczność ustalania wielkości otworów okiennych według warunków niekorzystnych (średnie warunki roczne) oraz wspomaganie światłem sztucznym o odpowiednio dobranej barwie.
- oświetlenie dzienne w budynkach jest zróżnicowane i zależy od wielu czynników – niezależne i zależne od człowieka,
- należy wyraźnie rozróżnić dwa pojęcia, a mianowicie: **”światło dzienne”** i **”światło słoneczne”**. Światło dzienne odnosi się do rozproszonego światła naturalnego, pochodzącego z półsfery lub odbitego od najbliższych powierzchni. Natomiast światło słoneczne odnosi się do bezpośredniego promieniowania słonecznego (odpowiada za tzw. olśnienie, czyli oślepienie) i jest zdecydowanie bardziej jasne od światła dziennego.



### Ilustracja różnicy między światłem słonecznym i światłem dziennym

- **ilość światła dziennego docierająca do powierzchni ziemi zależy od:** położenia geograficznego (szerokości geograficznej), klimatu lokalnego, stopnia zachmurzenia nieboskłonu i rodzaju chmur oraz od przejrzystości atmosfery, co głównie jest związane z jej zanieczyszczeniem. Na powierzchni ziemi, najwyższe wartości natężenia oświetlenia od bezpośredniego promieniowania słonecznego maksymalnie wynoszą około 100 000 lx (w Polsce, do około 75 000 lx).

## • Pojęcia podstawowe

- **strumień świetlny** (lm – lumen),
- **światłość I** (cd – kandela),
- **natężenie oświetlenia** (jasność) **E** (lx – lux) – określa warunki oświetlenia powierzchni, nie określa jednak wrażenia wzrokowego, jakie ta powierzchnia wywiera, nie określa też stopnia jej jaskrawości,
- **luminancja L** (nt – nit) – określa intensywność wrażenia wzrokowego, które odbiera oko ze świecącej powierzchni.

**Komfort wizualny**, jak można się było spodziewać, zależy od wielu parametrów i jest wielkością subiektywną.

Dla dobrej praktyki oświetlenia istotne jest, aby obok wymaganych poziomów natężenia oświetlenia, spełnione były inne jakościowe i ilościowe potrzeby ludzi.



## **Wymagania oświetleniowe wynikają z uwzględnienia trzech podstawowych potrzeb człowieka:**

- **wygody widzenia, przy której pracownicy (użytkownicy) mają dobre samopoczucie; wpływa to również pośrednio na wzrost wydajności pracy,**
- **wydolności wzrokowej, przy której pracownicy są w stanie wykonywać zadania wzrokowe, nawet w trudnych warunkach i w wydłużonym czasie,**
- **bezpieczeństwa.**

**Wymagania jak wyżej, czyli wymagania w zakresie komfortu wizualnego ludzi w pomieszczeniach, wiąże się z przyjęciem następujących wielkości - podstawowe parametry określające otoczenie świetlne:**

- **natężenie oświetlenia,**
- **rozkład luminancji,**
- **ośnienie,**
- **kierunkowość światła (oświetlenie kierunkowe),**
- **oddawanie barw i wygląd barwy światła,**
- **migotanie,**
- **światło dzienne.**

**Wymagane wartości natężenia oświetlenia na płaszczyźnie odniesienia (płaszczyzna robocza na wys. 0,85 m lub podłoga) w zależności od:**

- rodzaju wnętrza (strefy),
- zadania lub czynności

**dla budynków o różnym przeznaczeniu podane są w normie:**

**PN-EN 12461 (listopad 2004) "Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach"**

**Wartości te ustalono dla normalnych warunków widzenia, z uwzględnieniem następujących czynników:**

- **psychofizjologicznych aspektów, takich jak wygoda widzenia i dobre samopoczucie,**
- **wymagań dotyczących zadań wzrokowych,**
- **ergonomii widzenia,**
- **doświadczeń praktycznych,**
- **bezpieczeństwa i ekonomii.**

**Ustalona wartość natężenia oświetlenia może być dostosowana, ze zmianą co najmniej o jeden stopień na skali stopniowania natężeń oświetlenia (patrz niżej), jeśli warunki widzenia odbiegają od warunków normalnych.**



## **Komfort wizualny – tematy pokrewne:**

- **systemy zacieniające** (zadania, rodzaje, projektowanie, skuteczność zacieniania, itp.),
  - **systemy tradycyjne** - rozwiązania urbanistyczne, zieleń wokół budynków, zieleń wokół budynku, okiennice, żaluzje, markizy, itp., nadwieszania poziome (najczęściej balkony), elementy pionowe, roślinność na ścianach, na pergolach (w zimie brak liści umożliwia penetrację promieniowania słonecznego),
  - **szyby spektralnie selektywne,**
  - **fasady inteligentne,**
- **projektowanie zintegrowane.**

## Główne problemy projektowe:

- zacielenianie (światło dzienne) a zużycie energii w budynku w skali roku,
- zacielenianie a komfort cieplny i wizualny w pomieszczeniach,
- projektowanie wieloetapowe, optymalizacja rozwiązań i kosztów,
- projektowanie zintegrowane,
- skomplikowane programy komputerowe (środowiska programistyczne).

## 3.4. Jakość powietrza (syndrom SBS)

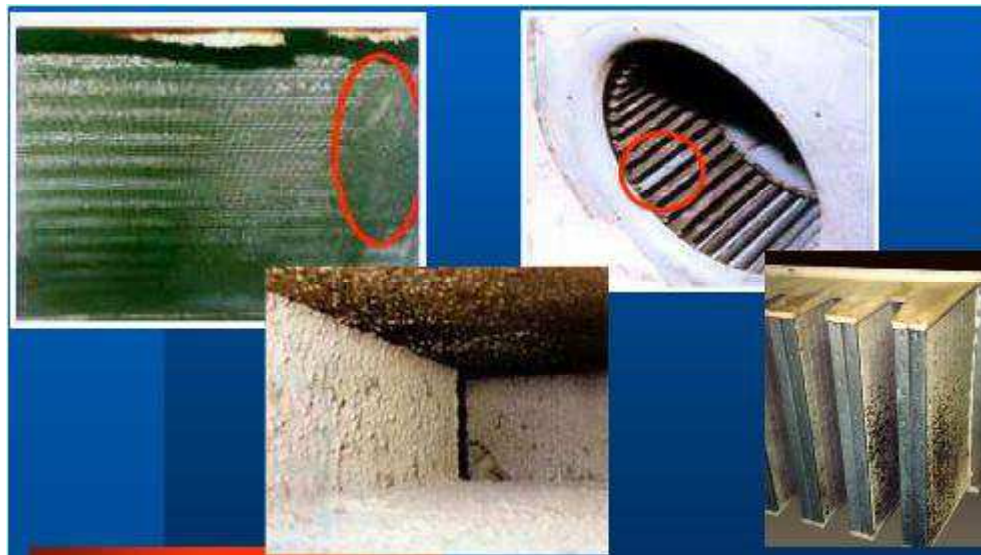
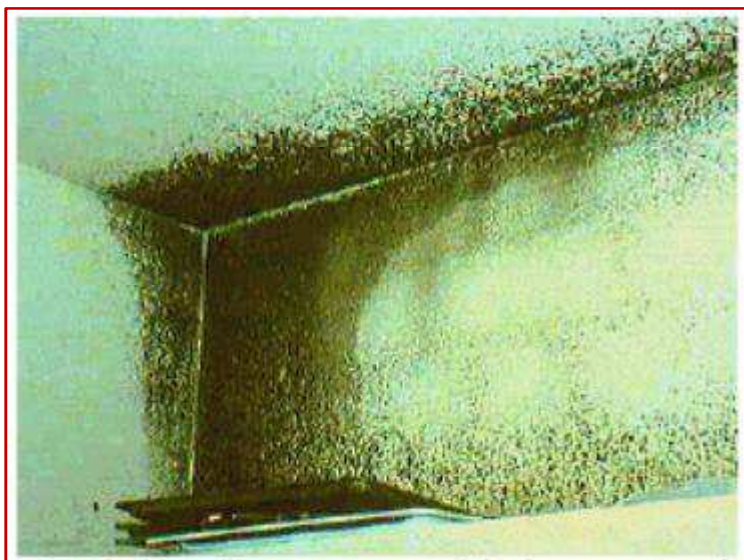
**Syndrom chorych budynków** (sick building syndrome - SBS) - użytkownicy uskarżają się na dolegliwości zdrowotne występujące w wyniku przebywania w budynku. Dolegliwości te są tym silniejsze im dłużej się przebywa w pomieszczeniach, a przy tym trudno konkretnie określić co właściwie jest ich przyczyną. Pewne jest natomiast, że większość z nich mija po opuszczeniu budynku.

Występowanie objawów syndromu chorych budynków wiąże się ze złą jakością powietrza wewnętrznego. Powoduje ona nie tylko dyskomfort wywołany niewłaściwymi parametrami fizycznymi powietrza. Jakość powietrza psują także zanieczyszczenia chemiczne i biologiczne.

**Ograniczanie strumienia powietrza wentylacyjnego oraz niewłaściwa eksploatacja przewodów składają się na przyczyny syndromu chorych budynków.**

**Symptomy** - użytkownicy budynków narzekają na: bóle głowy, podrażnienie oczu, nosa i gardła, suchy kaszel, przesuszenie i łuszczenie skóry, zawroty głowy i mdłości, trudności z koncentracją, zmęczenie i nadwrażliwość na zapachy.

Objawy syndromu chorych budynków mogą również wpływać na wydajność pracy, a nawet powodować absencję.



Źródło: Internet



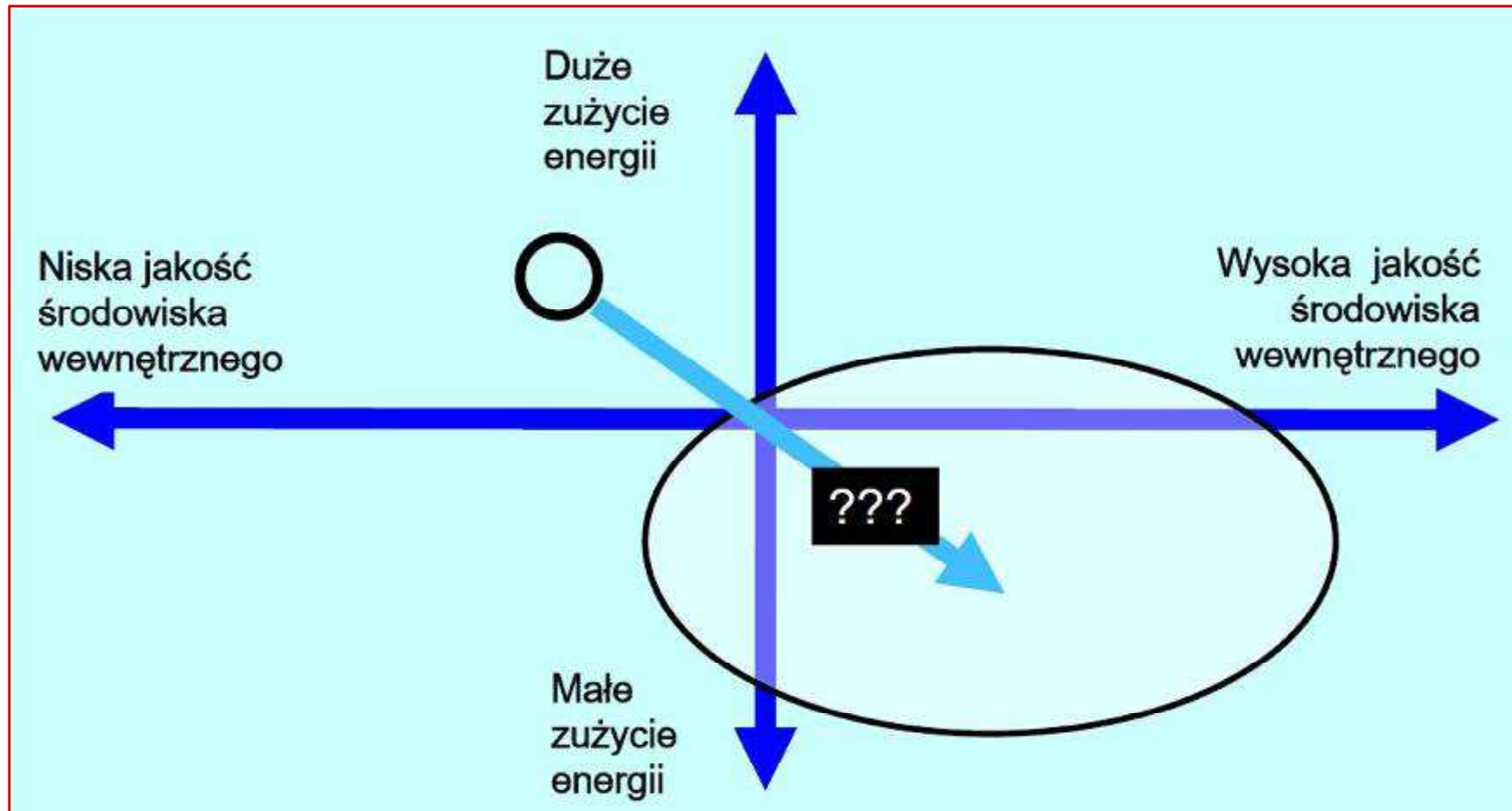
# Przyczyny SBS:

- **zanieczyszczenia chemiczne wewnętrzne** – emitowane głównie przez materiały budowlane, wyposażenie, urządzenia biurowe, środki czyszczące.
- **zanieczyszczenia chemiczne zewnętrzne** - przedostają się wraz z powietrzem zewnętrznym. Są to spaliny, odpowietrzenie kanalizacji, odpowietrzenie kanałów wentylacyjnych łazienek, toalet i kuchni, dymy z sąsiednich kominów. Mogą się one dostawać do budynku przez okna.
- **zanieczyszczenia biologiczne** - pyłki roślin, bakterie, wirusy i pleśnie. Te zanieczyszczenia mogą się rozwijać w stojącej wodzie, a więc na przykład w nawilżaczach i wszędzie tam, gdzie woda może się gromadzić.
- **niewłaściwa wentylacja** - dążenie do ograniczenia energii spowodowało znaczne uszczelnienie nowych budynków, a więc zmniejszenie dopływu świeżego powietrza. Źle zaprojektowana lub niewłaściwie użytkowana wentylacja może się okazać niewystarczająca.

## Rozwiązania:

- **zwiększyć wydajność wentylacji oraz skuteczność dystrybucji powietrza w pomieszczeniach.** Z reguły zmniejsza to w prosty sposób stężenie zanieczyszczeń. Należy pamiętać, że systemy wentylacji, klimatyzacji i ogrzewania spełnią oczekiwania tylko wtedy, gdy są zaprojektowane pod kątem rzeczywistych wymogów. Nie należy zapominać o ich właściwej eksploatacji i konserwacji, co zapewni utrzymywanie warunków przewidzianych w projekcie,
- **usuwanie źródeł i przyczyn zanieczyszczeń** - to bardzo skuteczna metoda. Między innymi czyszczenie miejsc, w których może zbierać się kurz i wilgoć, w szczególności elementów systemu wentylacyjnego lub klimatyzacyjnego,
- **zapewnienie miejscowego sposobu usuwania powietrza zanieczyszczonego** - jeżeli w pomieszczeniach są silne źródła zanieczyszczeń np. stanowisko drukarek lub kserokopiarek,

# Czy jest możliwe poprawienie jakości powietrza w pomieszczeniach z jednoczesnym obniżeniem zużycia energii?



Źródło: Jerzy Sowa, PW

# Certyfikat energetyczny + certyfikat jakości środowiska ???



Źródło: Jerzy Sowa, PW



## 4. Podsumowanie

- 1) Kampaniom na rzecz oszczędzania energii w budynkach powinny towarzyszyć skuteczne działania uświadamiające wagę problematyki jakości powietrza w pomieszczeniach oraz komfortu cieplnego, wizualnego i akustycznego (wibracyjnego?).
- 2) Nie może być zgody na ograniczanie zużycia energii w budynkach kosztem jakości powietrza wewnętrznego oraz komfortu użytkowania, tj. komfortu cieplnego, wizualnego i akustycznego.



- 3) Deklaracja energetyczna budynku bez deklaracji dotyczącej jakości środowiska wewnętrznego oraz komfortu użytkowania nie ma sensu.**
- 4) Występuje pilna potrzeba określenia kryteriów oceny jakości środowiska wewnętrznego dotyczących projektowania, obliczania zużycia energii, jak również charakterystyki i eksploatacji budynków.**



**Dziękuję za uwagę...**