

Wprowadzenie do nZEB oraz projektu „nZEB ready”



mgr inż. Katarzyna Korczak – Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia
dr inż. Marcin Siedlecki – *Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia*
dr Horia Petran - INCD URBAN-INCERC | Cluster pRO-nZEB



- Jednostka naukowa, założona w 1996 roku, prowadząca interdyscyplinarne badania w zakresie gospodarki obiegu zamkniętego, energii ze źródeł odnawialnych i produktów naturalnych
- W przeszłości zrealizowano wiele cykli szkoleń dla nauki i biznesu oraz ponad 200 projektów badawczo-rozwojowych
- Od 2007 roku jesteśmy koordynatorem Klastra Bioenergia dla Regionu.
- Od 2017 roku silnie rozwija się działalność B+R w zakresie efektywności energetycznej, zrównoważonej energetyki, procesów produkcji wodoru, a także produktów naturalnych.

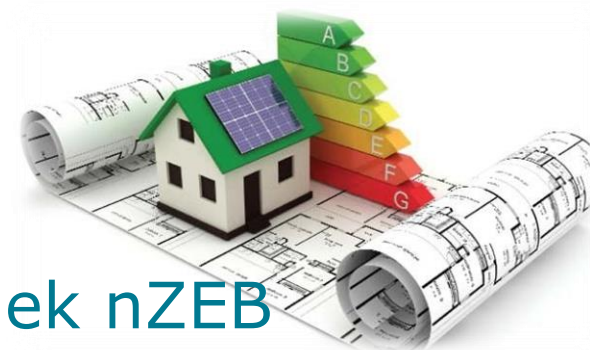
O projekcie nZEB Ready: wyzwania

Polityka UE

- Budynki w UE odpowiadają za 40% zużycia energii oraz 36% emisji gazów cieplarnianych
- Od 01.01.2021 – standard niemal zeroenergetyczny (nZEB) obowiązkowy dla nowych budynków
- Długoterminowe strategie renowacji budynków do 2050

Bariery we wdrażaniu nZEB w UE:

- Zwiększone nakłady inwestycyjne
- Brak wiedzy i doświadczeń
- Brak zaufania do nowych rozwiązań
- Ryzyka z wdrażaniem nowych technologii na rynek nZEB



O projekcie nZEB Ready: nasza odpowiedź



Temat: Stymulowanie w sektorze budowlanym zapotrzebowania na umiejętności związane z nZEB

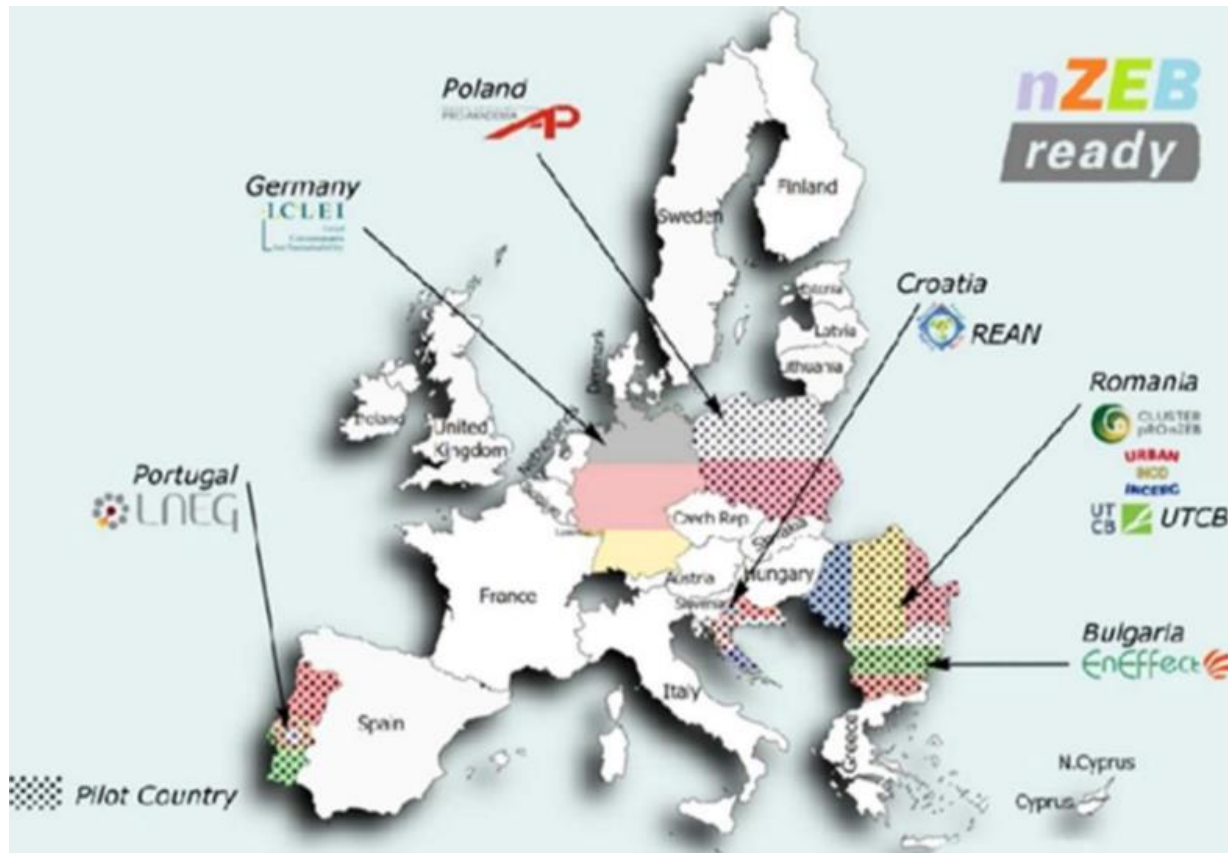
Teza: Brak popytu na wysokiej jakości budownictwo wpływa na brak popytu na doskonalenie zawodowe w obszarze nZEB

Cel: włączyć się w trendy rynkowe odpowiadając na 3 kluczowe pytania:

- *Dlaczego nZEB?*
- *Kto może zapewnić nZEB?*
- *Jak osiągnąć nZEB?*

Czas trwania projektu: 09.2021 – 10.2024

Partnerzy



- **URBAN-INCERC** – National Institute for Research and Development in Construction, Urban Planning and Sustainable Spatial Development
- **PRO-nZEB** – Cluster for Promoting Nearly Zero Energy Buildings
- **LNEG** – National Laboratory for Energy and Geology
- **RIC** - Research and Innovation Centre Pro-Akademia
- **EnEffect** – Foundation Center for Energy Efficiency
- **ICLEI** – Local Governments for Sustainability, European Secretariat
- **UTCB** – Technical University for Civil Engineering, Bucharest
- **REAN** – Regional Energy Agency North

Szkolenia w ramach projektu nZEB Ready oferowane w Polsce



proakademia.eu/nzeb-ready/szkolenia/

Nr modułu	Tytuł szkolenia
1	Mostki termiczne – obliczenia
2	Systemy wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła
3	Projektowanie bioklimatyczne
4	Systemy zacieniania – Słońce a architektura
7	Umiejętności z zakresu inżynierii lądowej do realizacji nZEB
8	Umiejętności mechaniczne, elektryczne i hydrauliczne do realizacji nZEB
9	Koncepcja nZEB w praktyce
11	Mostki termiczne – pomiary metodą podczerwieni
12	Ogólne umiejętności związane z budową nZEB
13	Ogólne umiejętności związane z pracami mechanicznymi, elektrycznymi i hydraulicznymi przy budowie nZEB



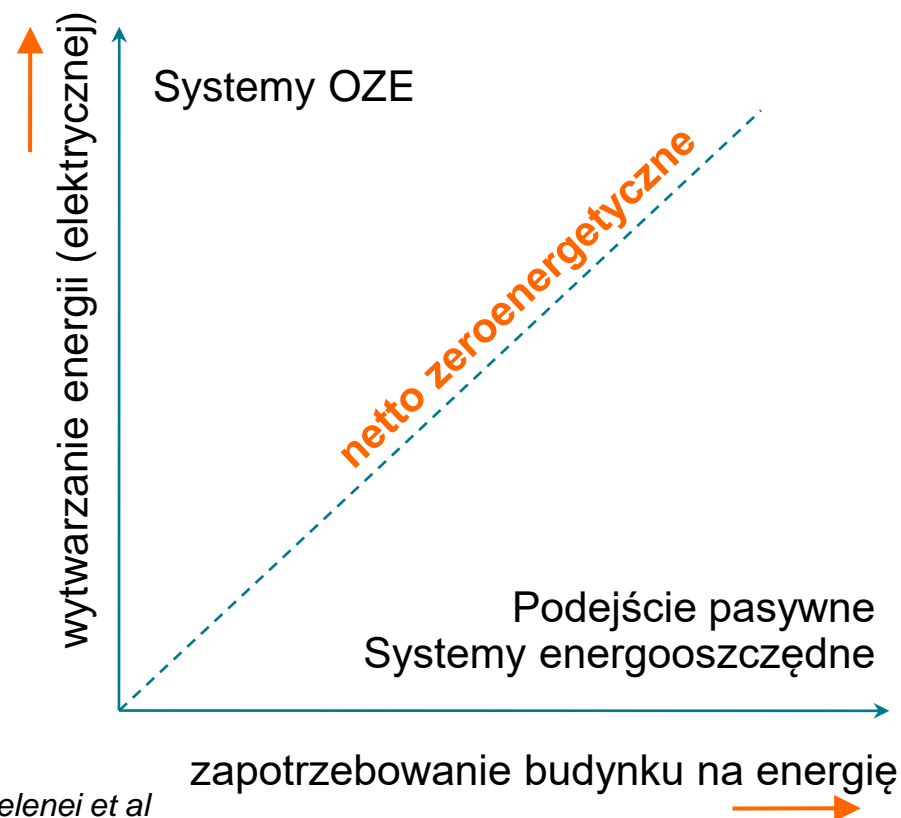
Koncepcja budynku niskoenergetycznego

nZEB – nearly zero-energy building
budynek o niemal zerowym zużyciu energii

Podstawowe zasady nZEB:

Efektywność energetyczna budynków i odpowiednie środki zaradcze

- zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię
 - rozwiązania projektowania pasywnego + systemy energooszczędne
- Wytwarzanie energii elektrycznej lub innych nośników energii
 - OZE na/w budynku lub w pobliżu
- pożądaný bilans energetyczny



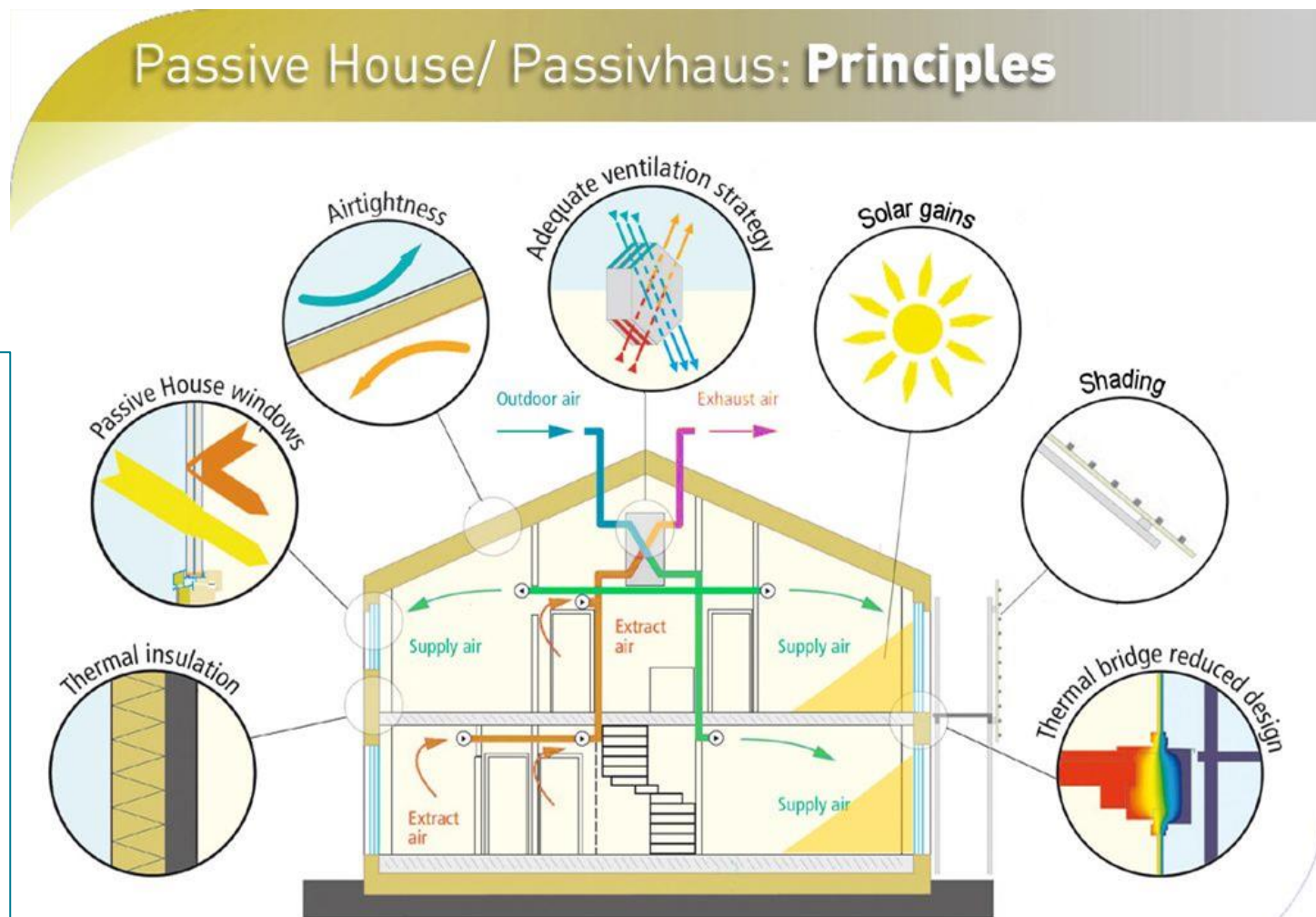
Źródło: L. Aelenei et al

Koncepcja budynku niskoenergetycznego

↓ Zapotrzebowanie na energię

↑ Energia z OZE

- Dyrektywa 2010/31/EU dot. charakterystyki energetycznej budynków (aktualiz. 2018/844)
- Właściwości budynku typu nZEB określone w Załączniku I dyrektywy
- od 31.12.2020 wszystkie nowe budynki mają być nZEB!



Główne akty prawne:

- **Dyrektywa UE 2010/31**, nowelizacja 2018/844 – tzw. **EPBD**
- **Ustawa Prawo Budowlane**, Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414 z p. zm.
- Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2019, poz. 1065)
- załącznik do ww. czyli **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie Warunków Technicznych (tzw. WT2022)**
 - **Dział X: oszczędność energii i izolacyjność cieplna**
 - **Załącznik nr 2: Wymagania izolacyjności cieplnej i inne wymagania związane z oszczędnością energii**

fragment WT2022 Działu X dot. EP

Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj budynku	Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej $EP_{H+W}[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})]$	
		od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r.*)
1	2	3	
1	Budynek mieszkalny:		
	a) jednorodzinny	95	70
	b) wielorodzinny	85	65
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	85	75
3	Budynek użyteczności publicznej:		
	a) opieki zdrowotnej	290	190
	b) pozostałe	60	45
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	90	70

* Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.

fragment Załącznika nr 2 WT2022 dot. izolacyjności cieplnej

1. Izolacyjność cieplna przegród

1.1. Wartości współczynnika przenikania ciepła U_C ścian, dachów, stropów i stropodachów dla wszystkich rodzajów budynków, uwzględniające poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji, łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną oraz opady na dach o odwróconym układzie warstw, obliczone zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła oraz przenoszenia ciepła przez grunt, nie mogą być większe niż wartości $U_{C(max)}$ określone w poniższej tabeli:

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{C(max)}$ $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	
		od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r.*)
1	2	3	
1	Ściany zewnętrzne:		
	a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,23	0,20
	b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$	0,45	0,45
	c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,90	0,90
2	Ściany wewnętrzne:		
	a) przy $\Delta t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy	1,00	1,00
	b) przy $\Delta t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	0,30	0,30

Wytyczne dla Polski

Energia pierwotna
< x kWh/m²/yr

Ustalono, WT2021

Udział OZE
> y % PE

w Polsce nie ustalono

Emisje CO₂
< z kg/m²/yr

w Polsce nie ustalono

Wytyczne dla Polski

Inne ważne, ciekawe lub przydatne dokumenty:

- Ustawa o efektywności energetycznej (Dz. U. 2016 poz. 831) z dnia 20 maja 2016 – dot. głównie przedsiębiorstw
- Ustawa o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. 2021 poz. 497) – głównie ogólne przepisy administracyjne, wytyczne, kary
- Ustawa o zmianie ustawy ChEB oraz UPB (Dz. U. 2022 poz. 2206) – dotyczy głównie świadectw charakterystyki oraz audytorów
- Poprawa charakterystyki energetycznej budynków - przewodnik, Ministerstwo Rozwoju i Technologii, czerwiec 2022
- <https://www.rynekinstalacyjny.pl/arttykul/cieplownictwo/141236,raport-bpie-gdzie-jest-polska-w-zakresie-efektywnosci-energetycznej>

Bilans energii

$$Q_{\text{zapotr.}} = Q_T + Q_V - Q_{\text{uzysk}}$$

Energia pierwotna

$$Q_{\text{prim}} = Q_{\text{Fin}} * \text{współczynnik energii pierwotnej}$$

Energia pierwotna

Q_T = straty ciepła przez obudowę

Q_V = straty ciepła przez wentylację

Q_S = uzysk ciepła słonecznego przez okna

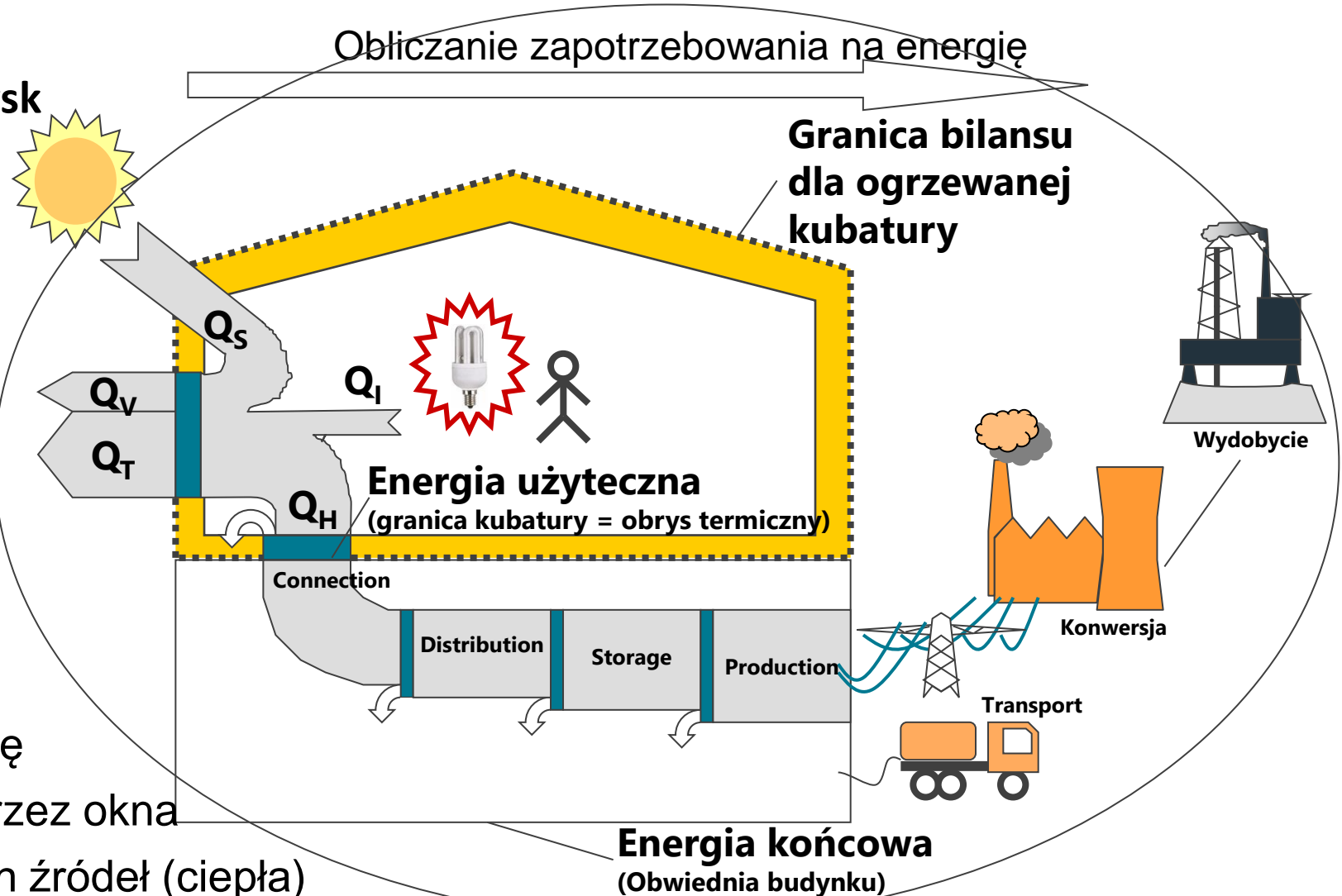
Q_I = uzysk ciepła z wewnętrznych źródeł (ciepła)

Obliczanie zapotrzebowania na energię

Granica bilansu dla ogrzewanej kubatury

Energia użyteczna (granica kubatury = obrys termiczny)

Energia końcowa (Obwiednia budynku)



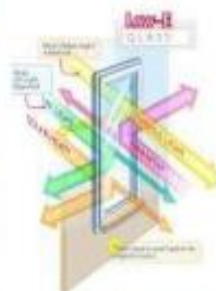
Technologie (gotowe) na nZEB ?



Izolacja



Akumulacja ciepła



Szklenie selektywne



**Oświetlenie
dienne**



**Kontrola
nasłonecznienia**



**Wentylacja i
klimatyzacja**



**Urządzenia
elektryczne**



**Automatyka
budynkowa**



Oświetlenie



Pompa ciepła



Fotowoltaika



**Kolektory
solarne**



**Mikro turbina
wiatrowa**

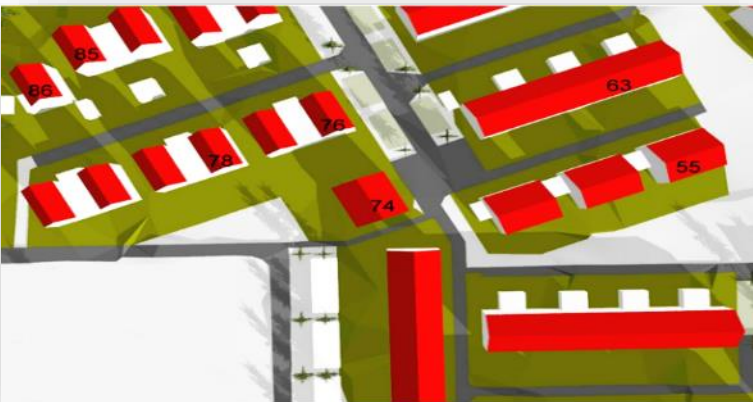


Biomasa

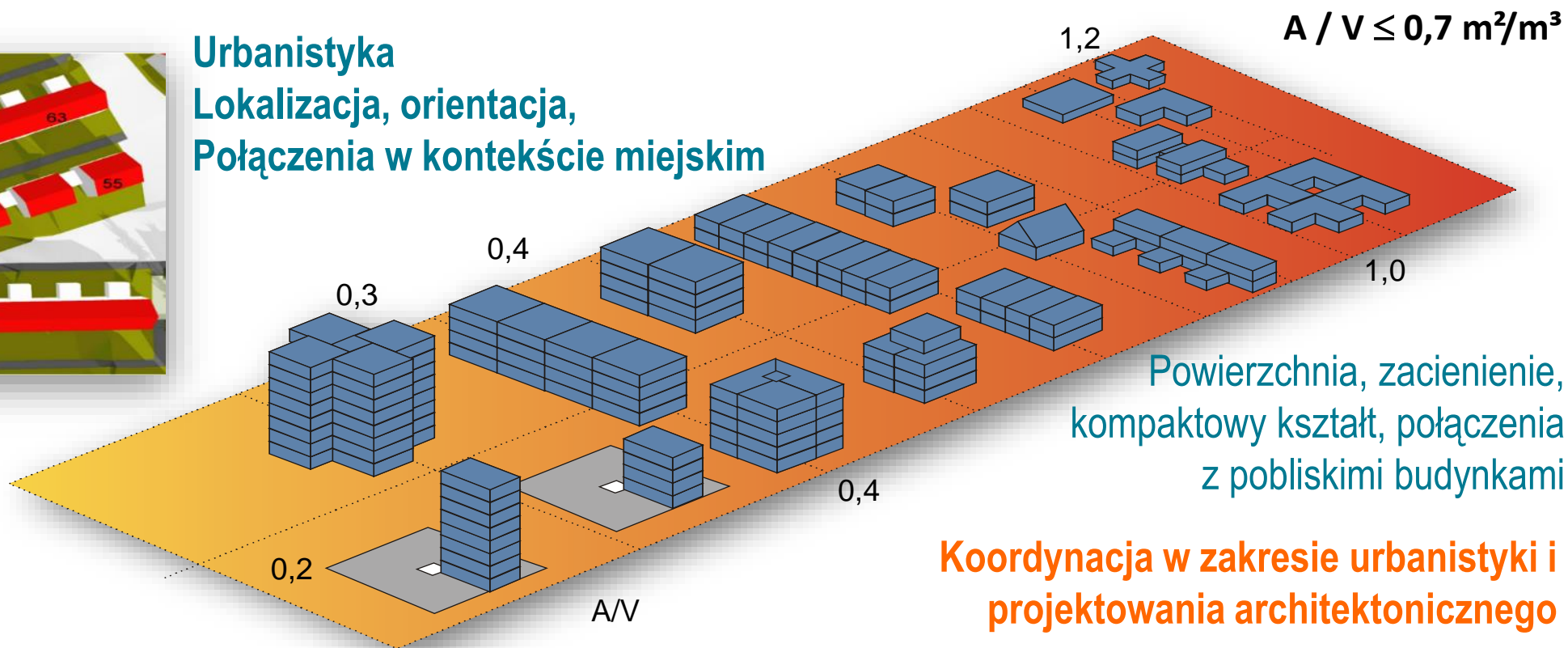
Źródło: A. Zichi, Politecnico Milano, MCE 2018
<https://vosti.pl/pompy-ciepła/dom-z-pompa-ciepła-jak-dobrac-pompe-aby-oszczedzic-na-ogrzewaniu/>

Optymalizacja kształtu budynku i uzysków energii słonecznej

1. Optymalizacja kształtu budynku i uzysków energii słonecznej

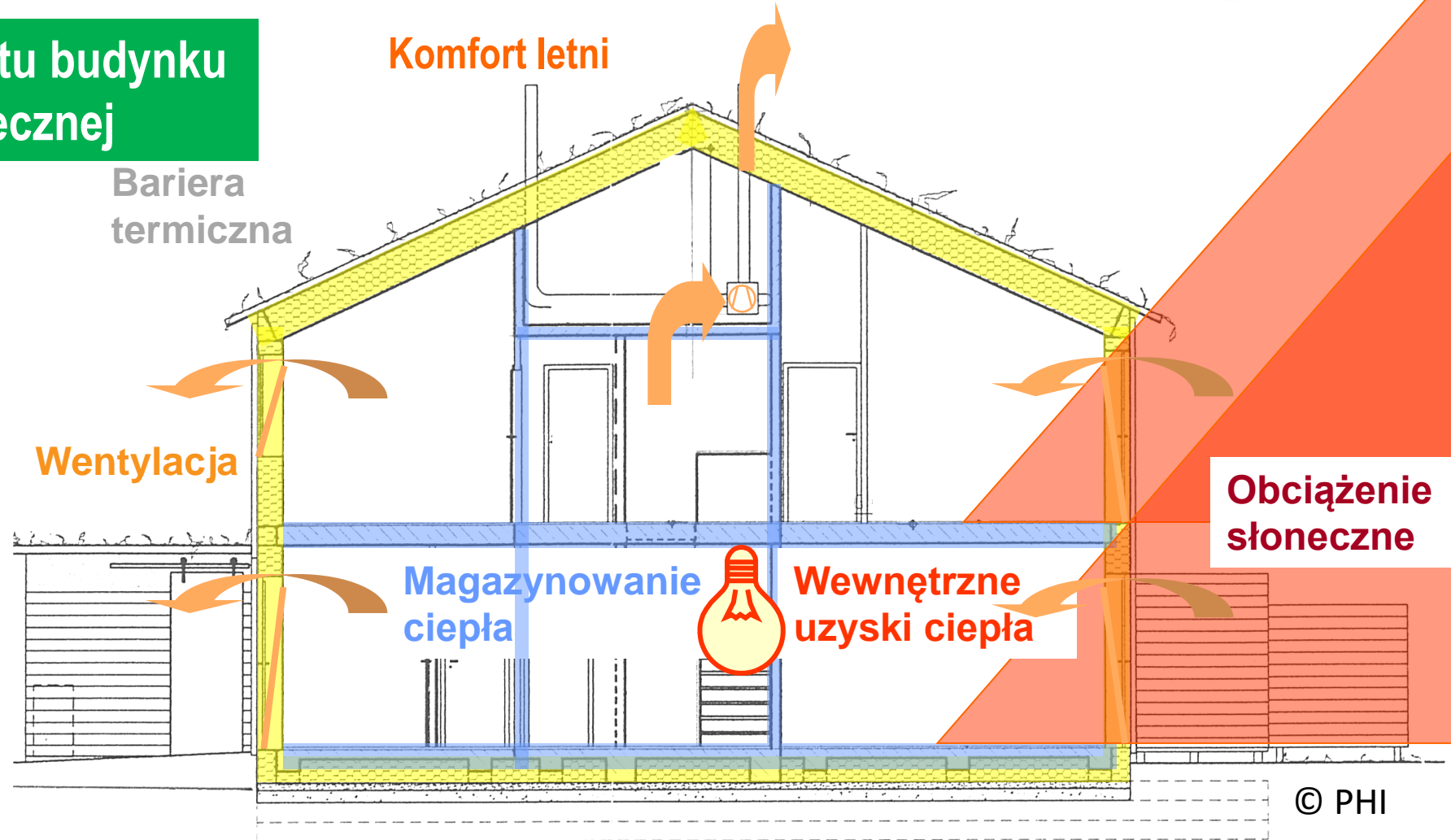
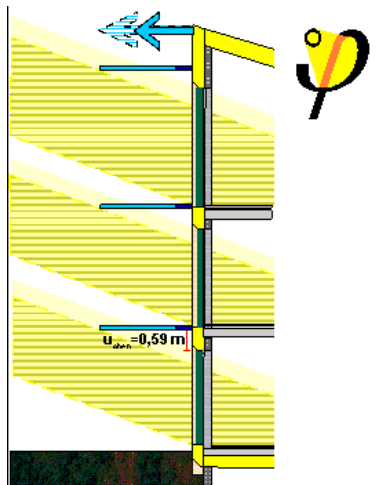


Urbanistyka
Lokalizacja, orientacja,
Połączenia w kontekście miejskim



1. Optymalizacja kształtu budynku i uzysków energii słonecznej

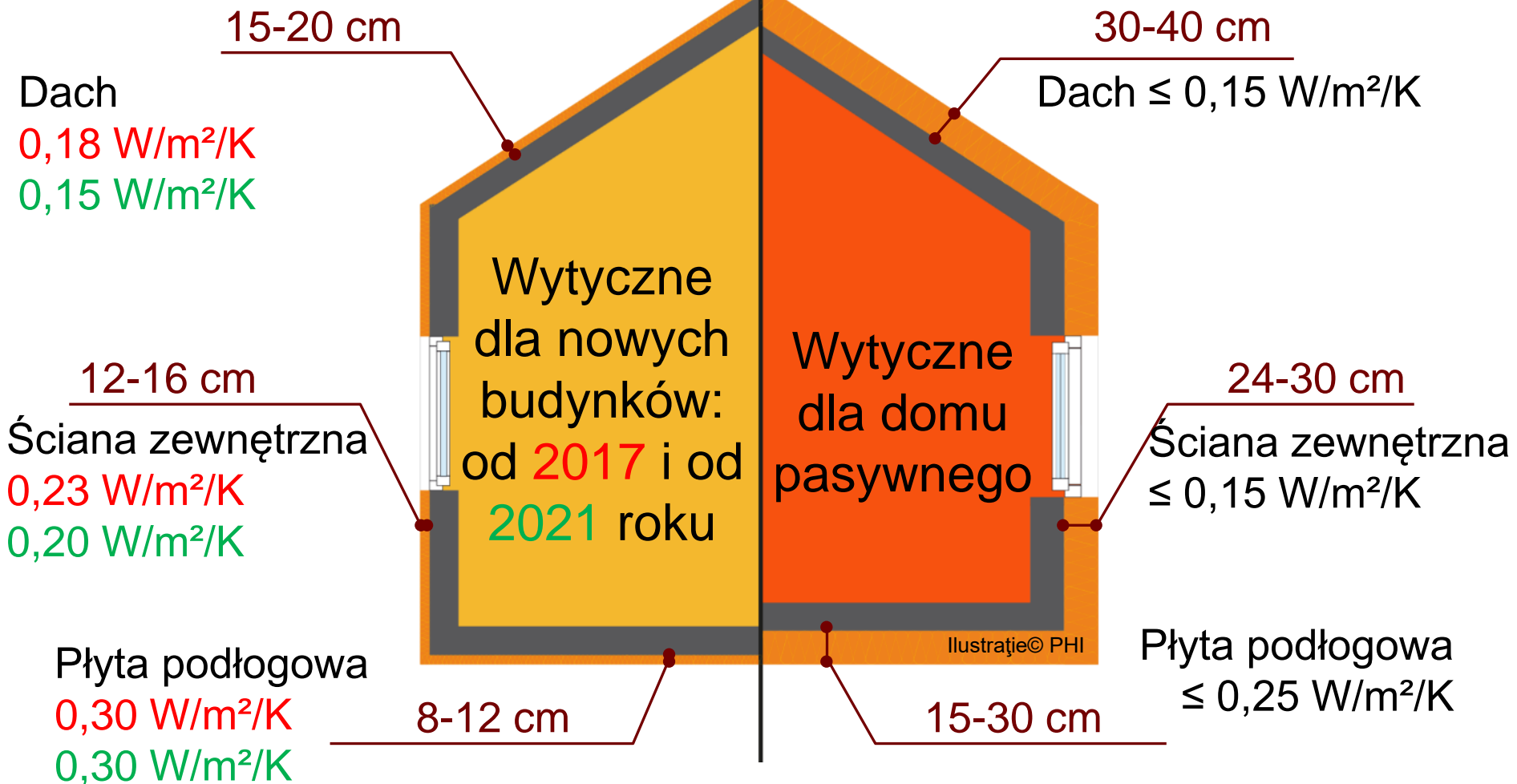
Obszary, charakterystyka i orientacja okien + zacienienie



Poziomy izolacji termicznej

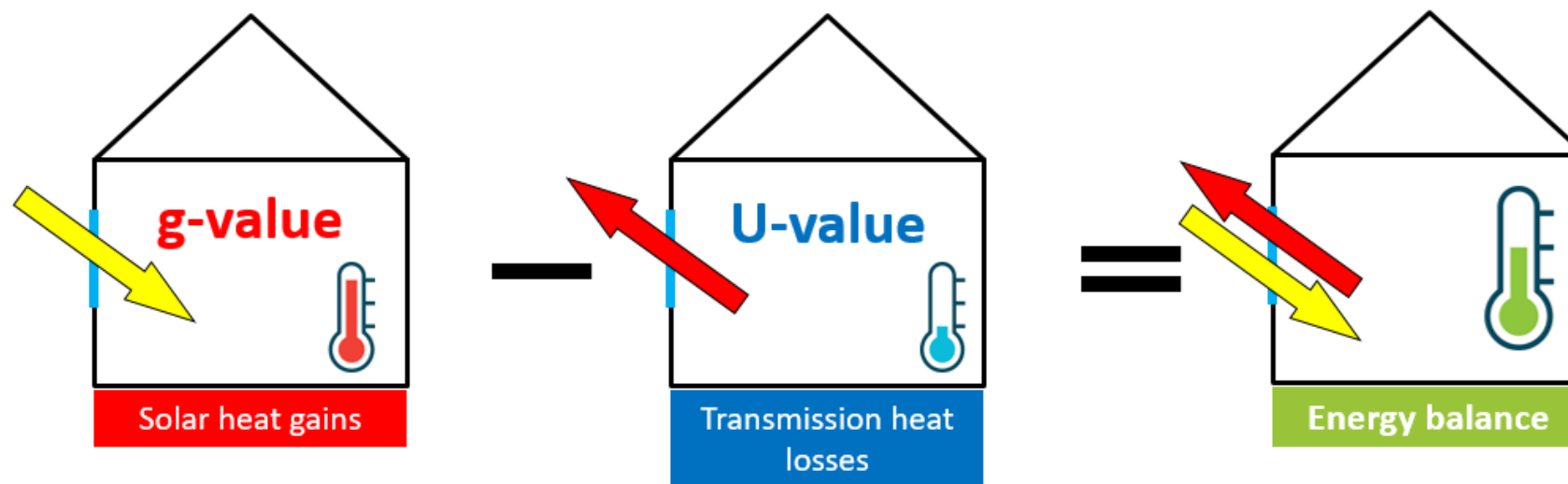
2. Wysokowydajna izolacja budynków

Typowe wartości współczynnika przenikania ciepła U i grubość izolacji w domu pasywnym (Europa Środkowa)



3. Okna i drzwi o wysokiej charakterystyce

Wartości U i g są najbardziej dominującymi czynnikami wpływającymi na roczną charakterystykę energetyczną.



Optymalny bilans energetyczny okien jest zatem podstawowym wymogiem dla budynków o niemal zerowym zużyciu energii

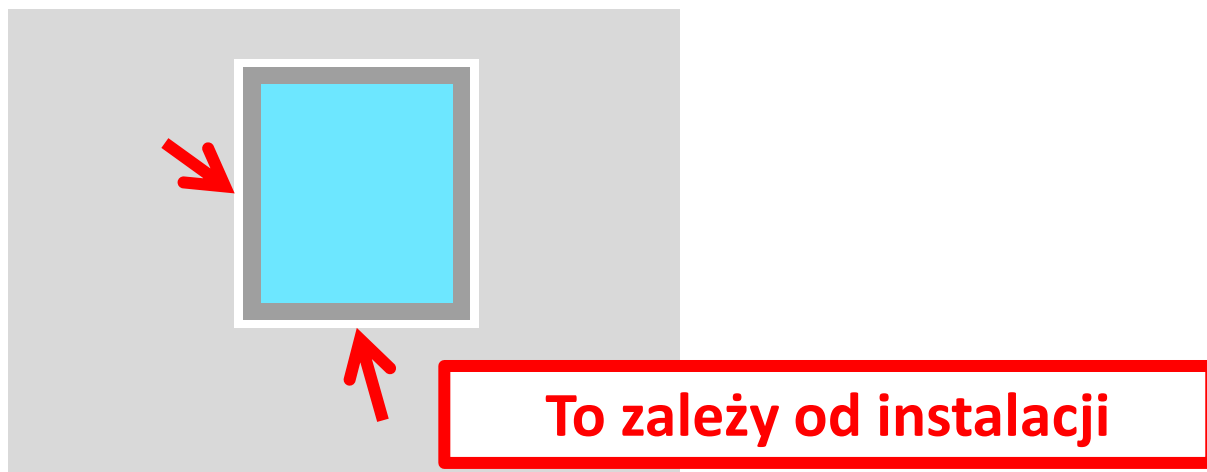
3. Okna i drzwi o wysokiej charakterystyce

Okno jest częścią przegrody termicznej budynku

Ściana – spełnia wymagania projektowe i/lub prawne

Okno – spełnia wymagania projektowe i/lub regulacyjne

A co w przypadku ściany z oknem ????



Instalacja musi uwzględnić kilka kluczowych kwestii i powinna być:

- solidna konstrukcyjnie,
- wodoszczelna
- hermetyczna
- “inteligentna” względem pary
- zwiększyć izolacyjność cieplną zainstalowanego okna.



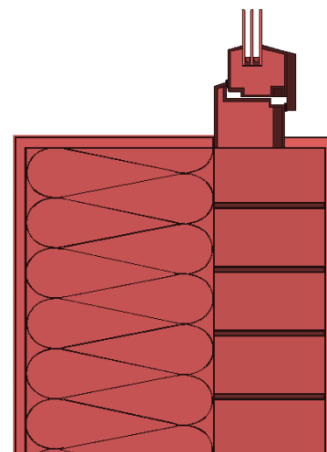
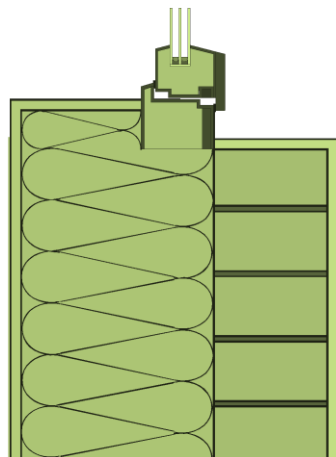
Okna i drzwi

Montaż okien z minimalnymi mostkami termicznymi

Zalecany montaż

$$\Psi_{\text{install}} = 0.005 \text{ W/(mK)}$$

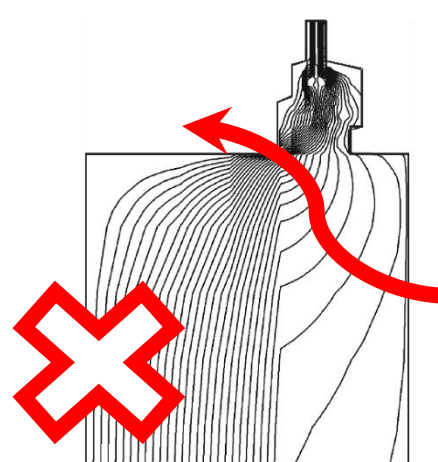
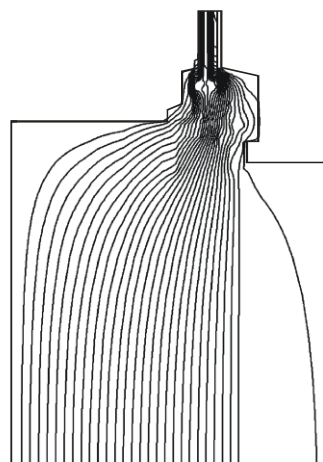
$$U_{\text{w,eff}} = 0.78 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$



Zły montaż

$$\Psi_{\text{install}} = 0.15 \text{ W/(mK)}$$

$$U_{\text{w,eff}} = 1.19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$



Okna i drzwi

Jaki jest wpływ sposobu montażu okien?

prosty przykład

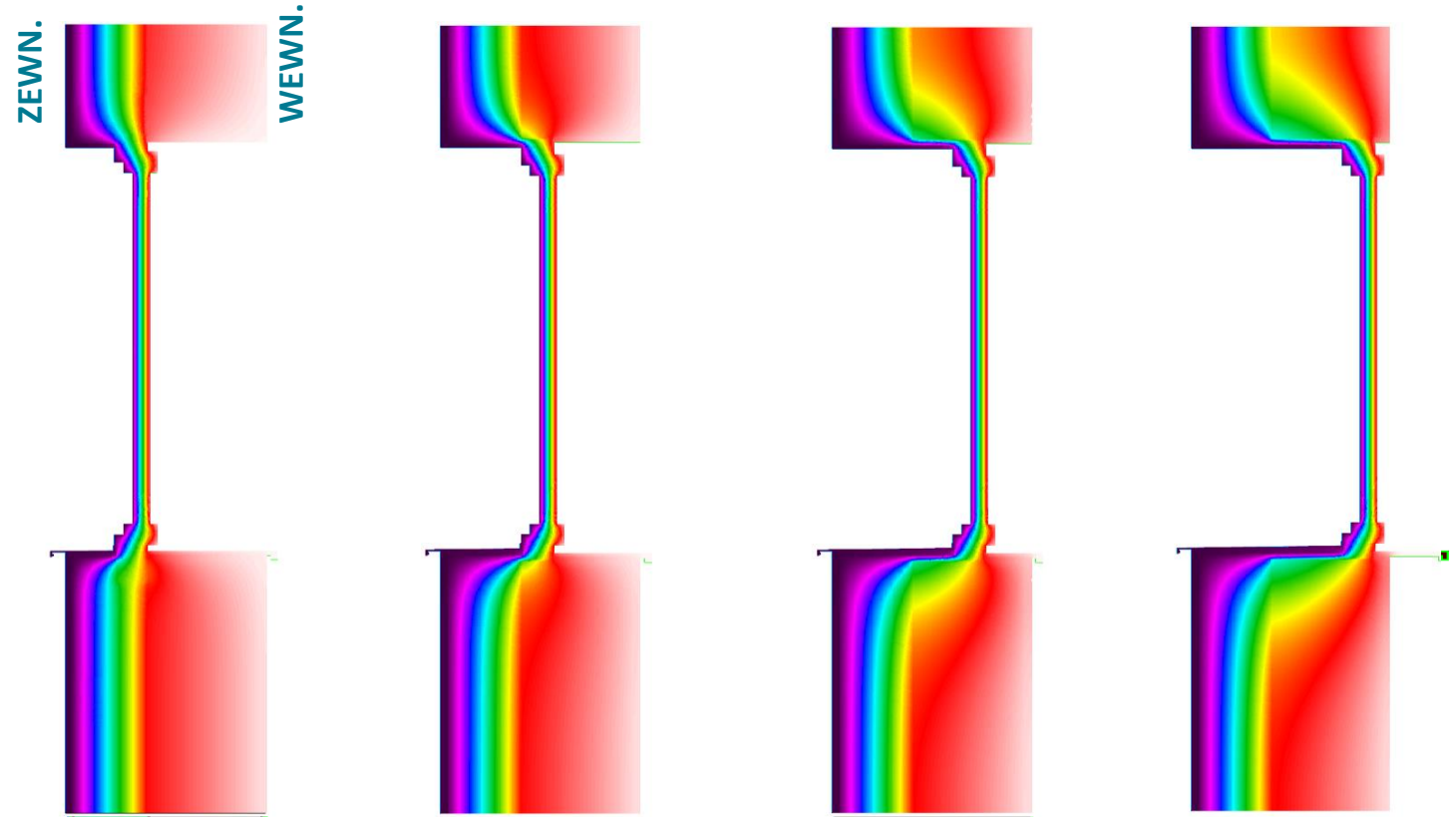
$$U_W = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{1D} = 0,136 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Design winter RO Zone II

Facade 3,0 x 2,8 m²

Window 1,2 x 1,5 m²



$$U'_{pe} \text{ [W/m}^2\text{K]} = 0,149$$

$$\text{Total losses [W]} = 85,7$$

$$0,173$$

$$+7,0\%$$

$$0,215$$

$$+18,3\%$$

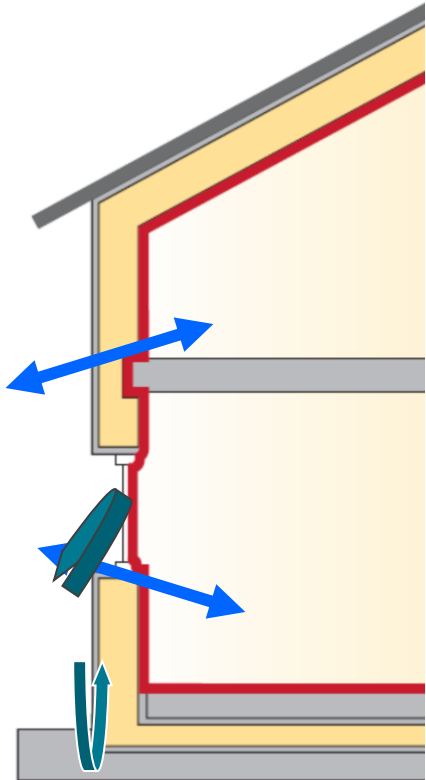
$$0,248$$

$$+27,3\%$$

4. Hermetyczna obudowa zewnętrzna budynku

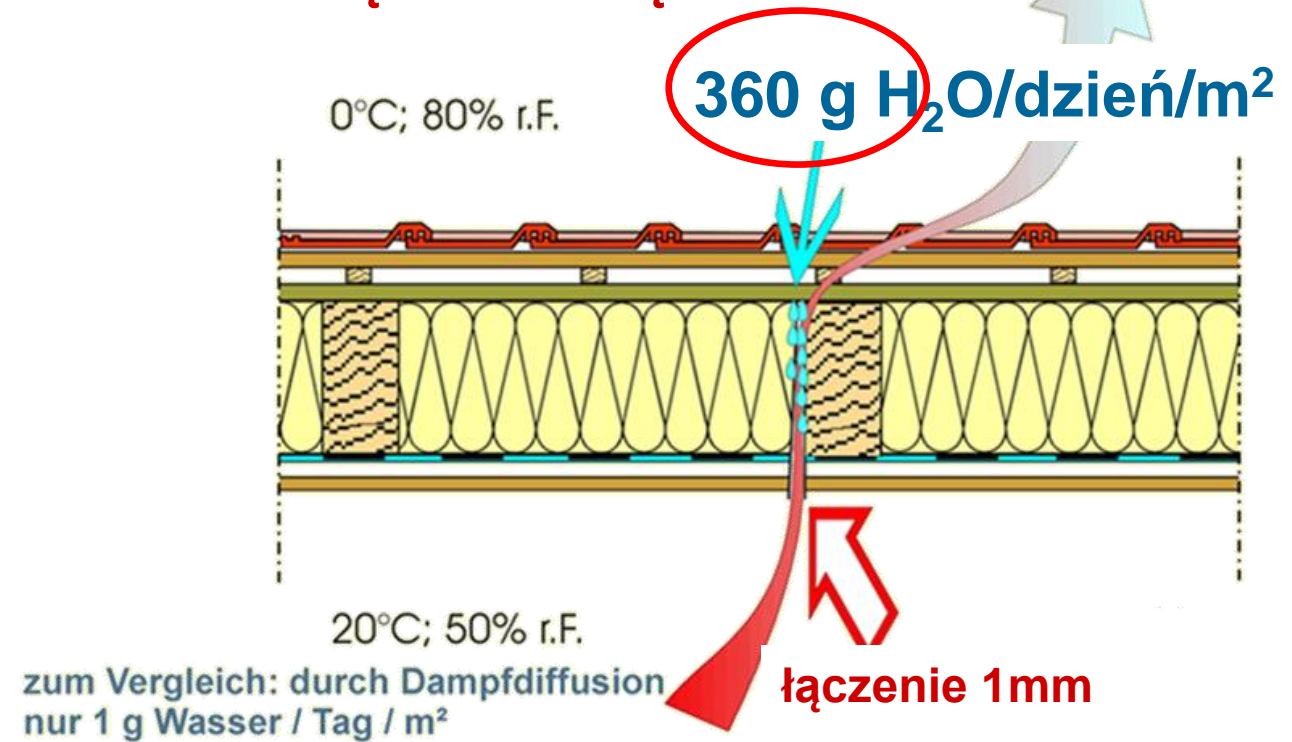
Hermetyczność:
zapobiega przepływowi powietrza z zewnątrz do wewnątrz i odwrotnie.

Odporność na wiatr:
na zewnątrz, aby zapobiec przepływowi powietrza przez izolację.



Ilustracja © PHI

Problem: powietrze przepływające przez szczelinę na zewnątrz



4. Hermetyczna obudowa zewnętrzna budynku

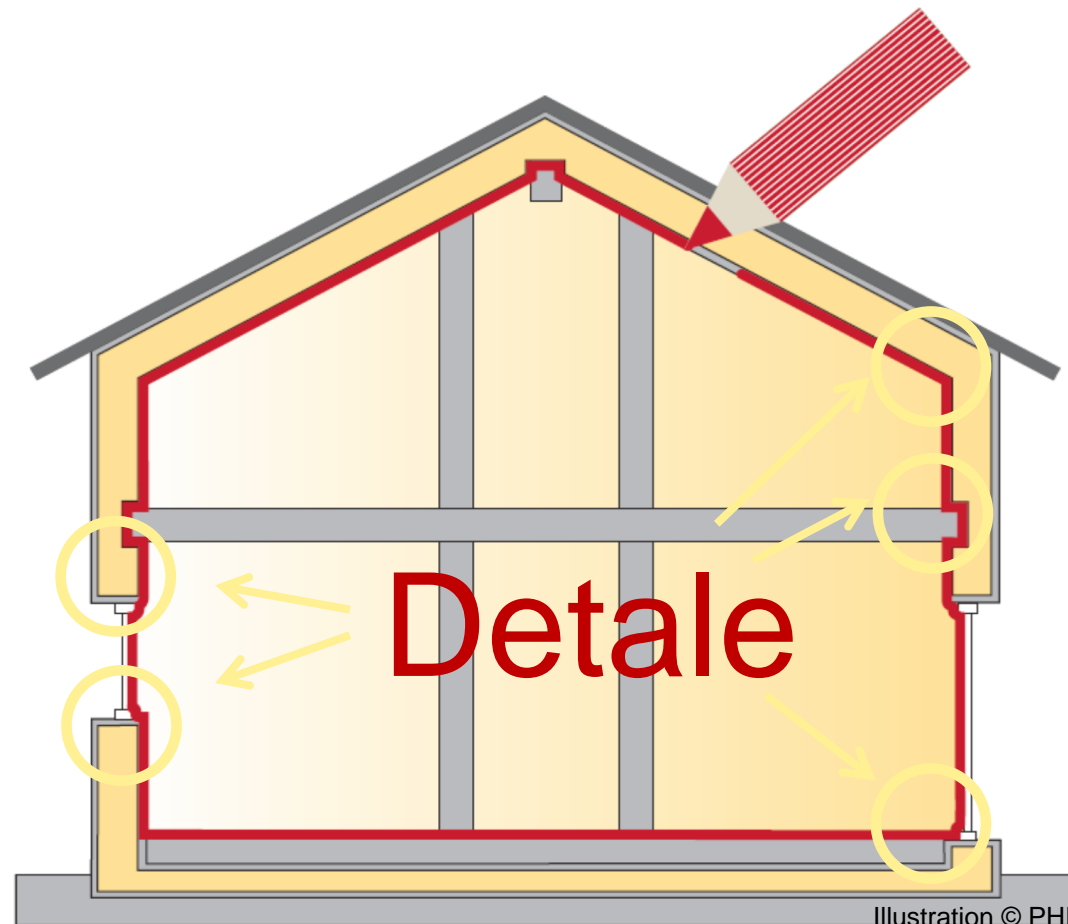
Czy budynek nie powinien "oddychać" ?

NIE – to nie może i nie powinno mieć miejsca w żadnym budynku (klasy nZEB)!

W domu pasywnym / nZEB **system wentylacji** zapewnia mieszkańcom wystarczającą ilość świeżego powietrza i usuwa zużyte powietrze na zewnątrz

"Reguła ołówka"

Ciągła hermetyczna przegroda zewnętrzna budynku otacza całą ogrzewaną objętość.



4. Hermetyczna obudowa zewnętrzna budynku

Testowanie hermetyczności budynku za pomocą próby szczelności.



$$n_a / q_L @ 50 \text{ Pa}$$

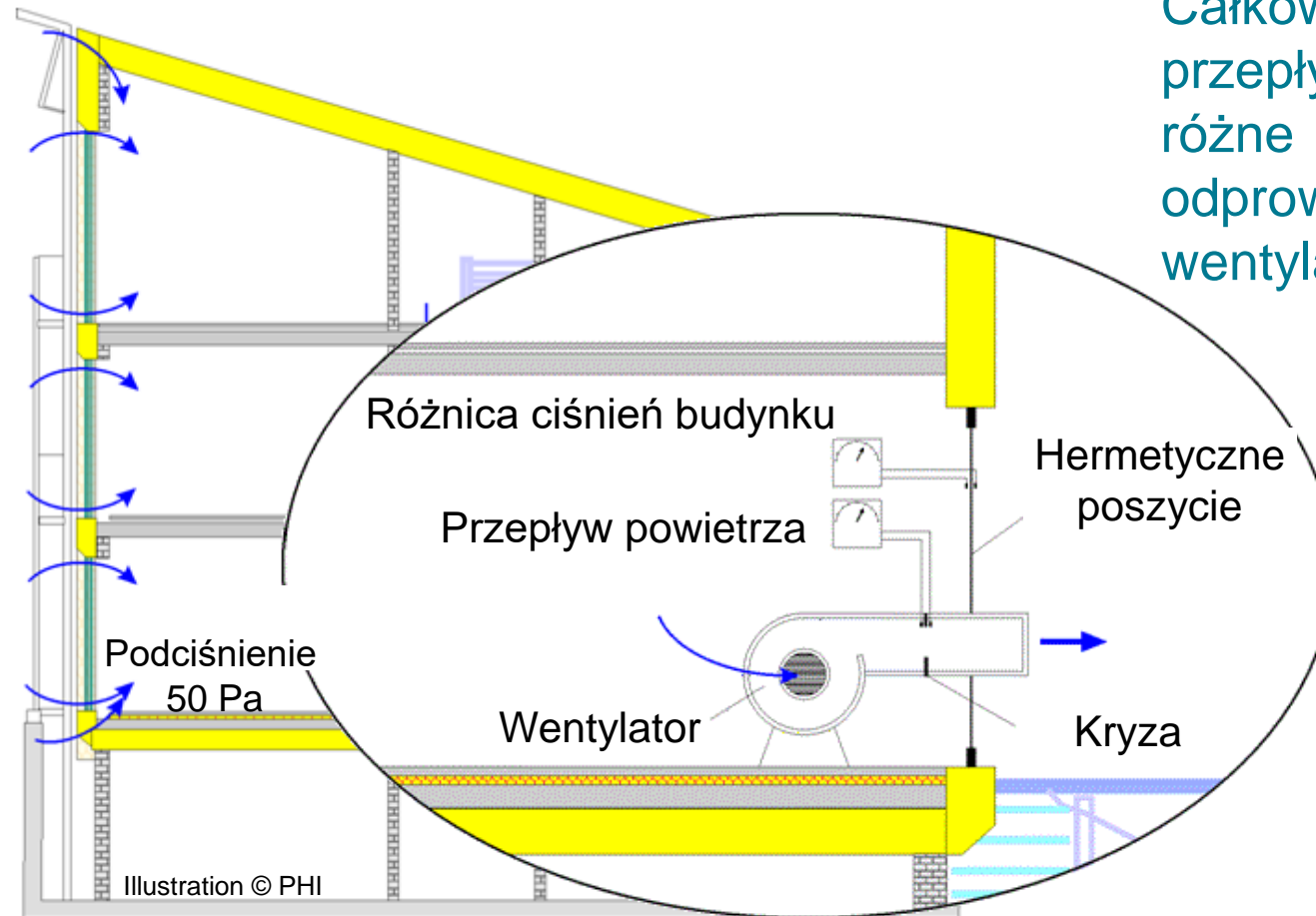
Elastyczne poszycie

Wentylator



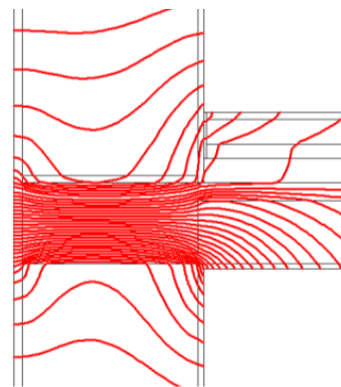
Photo © PHI

4. Hermetyczna obudowa zewnętrzna budynku

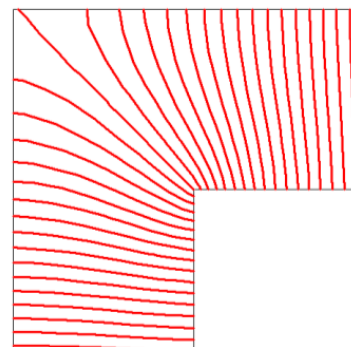


5. Minimalizacja mostków termicznych

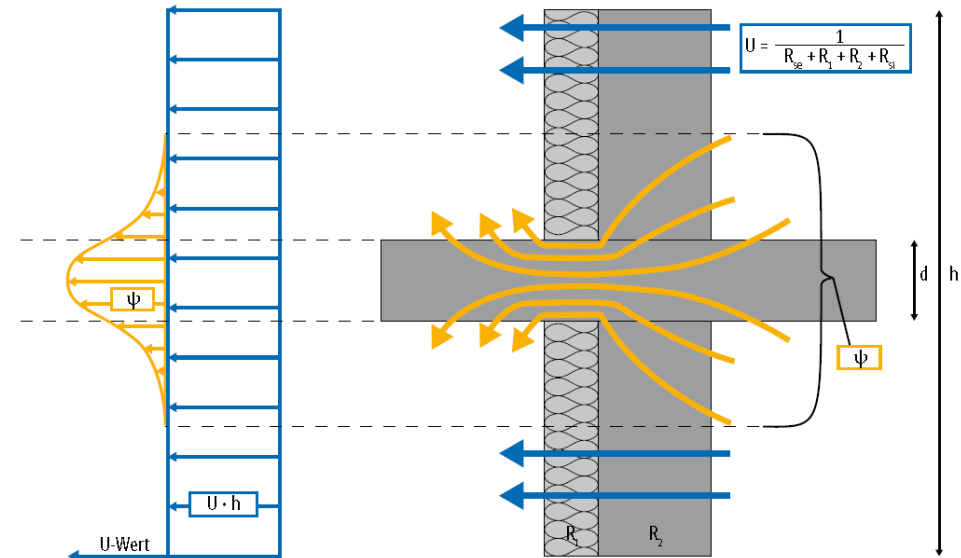
- Mostek termiczny to obszar konstrukcji budynku, który ma znacznie wyższy współczynnik przenikania ciepła niż otaczające go materiały. Występuje z powodu zmiany materiału, zmiany grubości i zmiany geometrii elementu budowlanego.



Źródło: B. Milovanović [3]



Źródło: B. Milovanović [3]



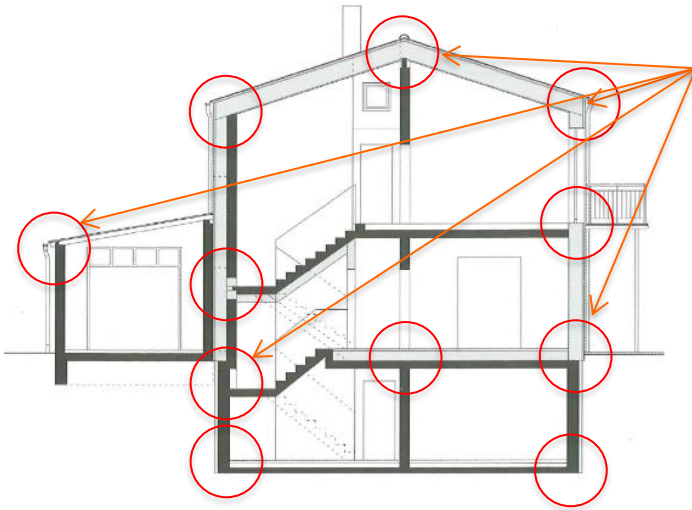
Źródło: Schöck Ltd [4]

5. Minimalizacja mostków termicznych

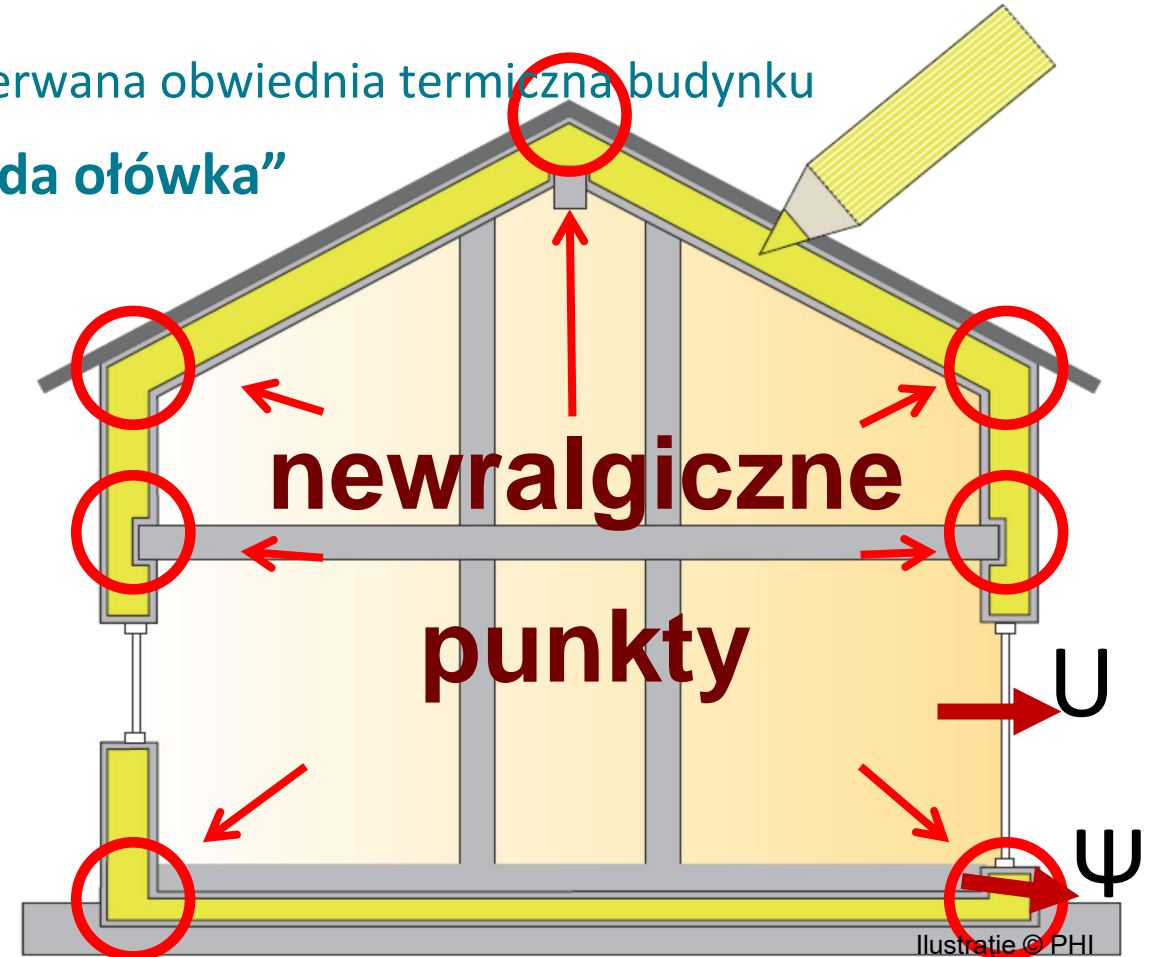
CIĄGŁOŚĆ – nieprzerwana obwiednia termiczna budynku

Ponownie „Zasada ołówka”

Ponadto:
Nie dopuszczać do
redukcji grubości
izolacji termicznej



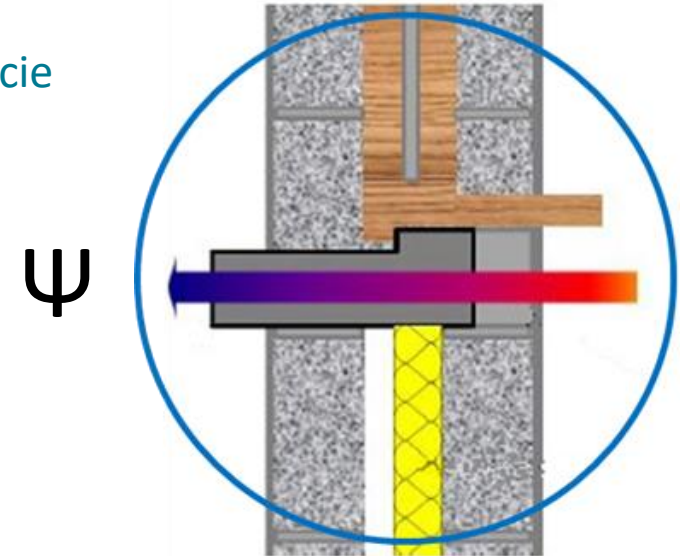
Typowe słabe punkty w warstwie termoizolacyjnej



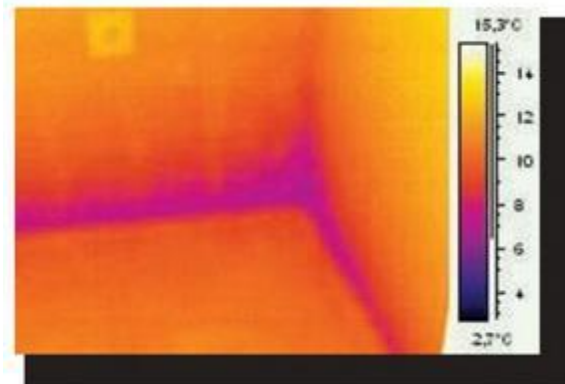
5. Minimalizacja mostków termicznych

Możliwe konsekwencje występowania mostków termicznych

- zwiększone straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku → podwyższone użycie energii
- niskie temperatury powierzchni wewnętrznej → kondensacja pary wodnej na powierzchni, a w rezultacie powstawanie grzybów/pleśni,
- dyskomfort, zimne miejsca i przeciąg,
- zwiększone gromadzenie się kurzu na powierzchniach,
- zniszczenie elementów budowlanych, pęknięcia, wykwyty.



Struktura mieszana –
utrudniona redukcja
mostków termicznych

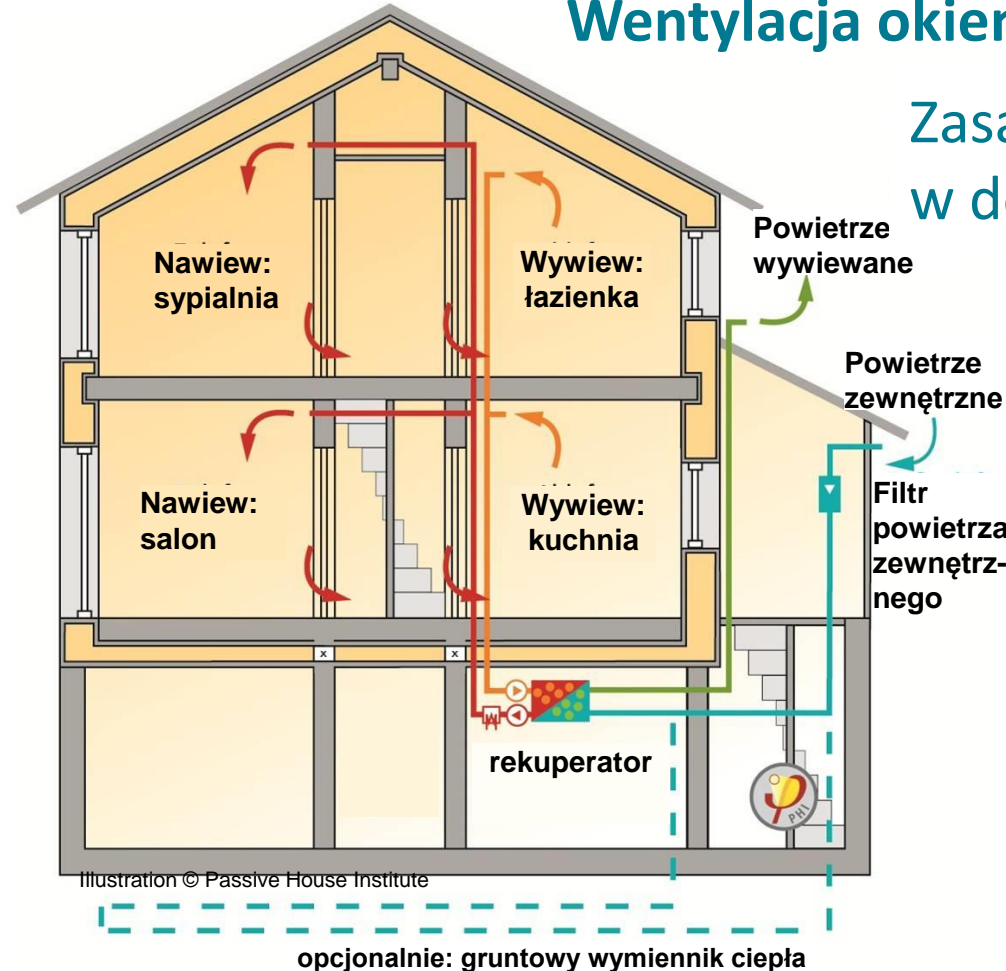


Termowizja → narzędzie do wykrywania problemów związanych z projektem, konstrukcją czy użytkowaniem

6. Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła

Wentylacja okienna jest niewystarczająca

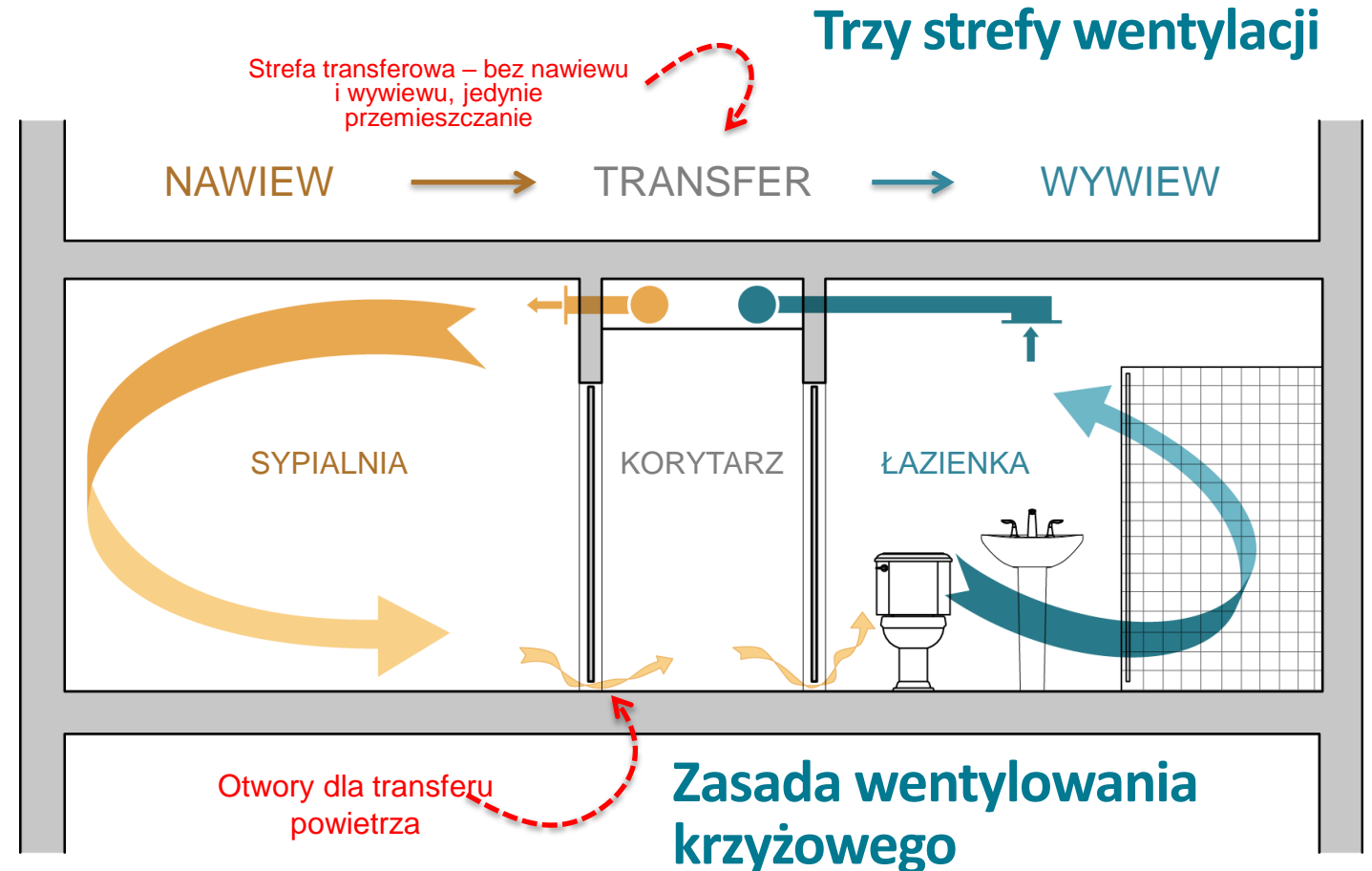
Zasada wentylacji w domu pasywnym



- Czyste powietrze w pomieszczeniach
- Wymiana powietrza odbywa się nawet podczas nieobecności domowników
- Eliminacja zapachów z kuchni i toalety
- Filtrowane powietrze dla alergików
- Brak wilgoci/pleśni

6. Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła

Rozmieszczenie wentylacji (nawiew świeżego powietrza i wywiew zużytego powietrza) powinno być zrobione tak, by wykorzystywać jak najmniej kanałów, ale nadal zapewniać przepływ powietrza przez cały budynek:



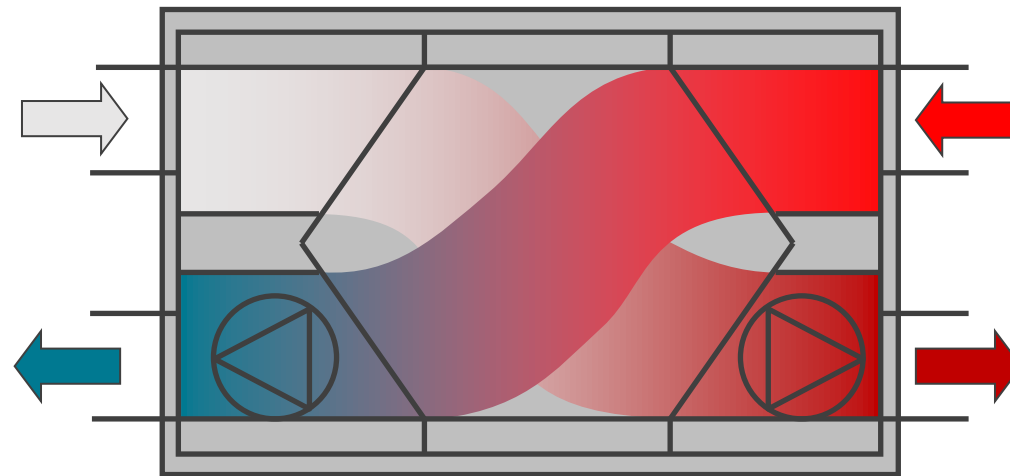
Na podstawie oryginału przygotowanego przez Passive House Institute

6. Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła

- Temperatury powietrza w typowym zimowym scenariuszu przy wentylacji z rekuperacją
- Dobry rekuperator może odzyskać do 90% ciepła ze strumienia wylotowego (wywiewanego)

Kanał powietrza z
zewnątrz:
 $< 0^{\circ}\text{C}$

Kanał powietrza
wyrzucanego:
 $\sim 3-5^{\circ}\text{C}$



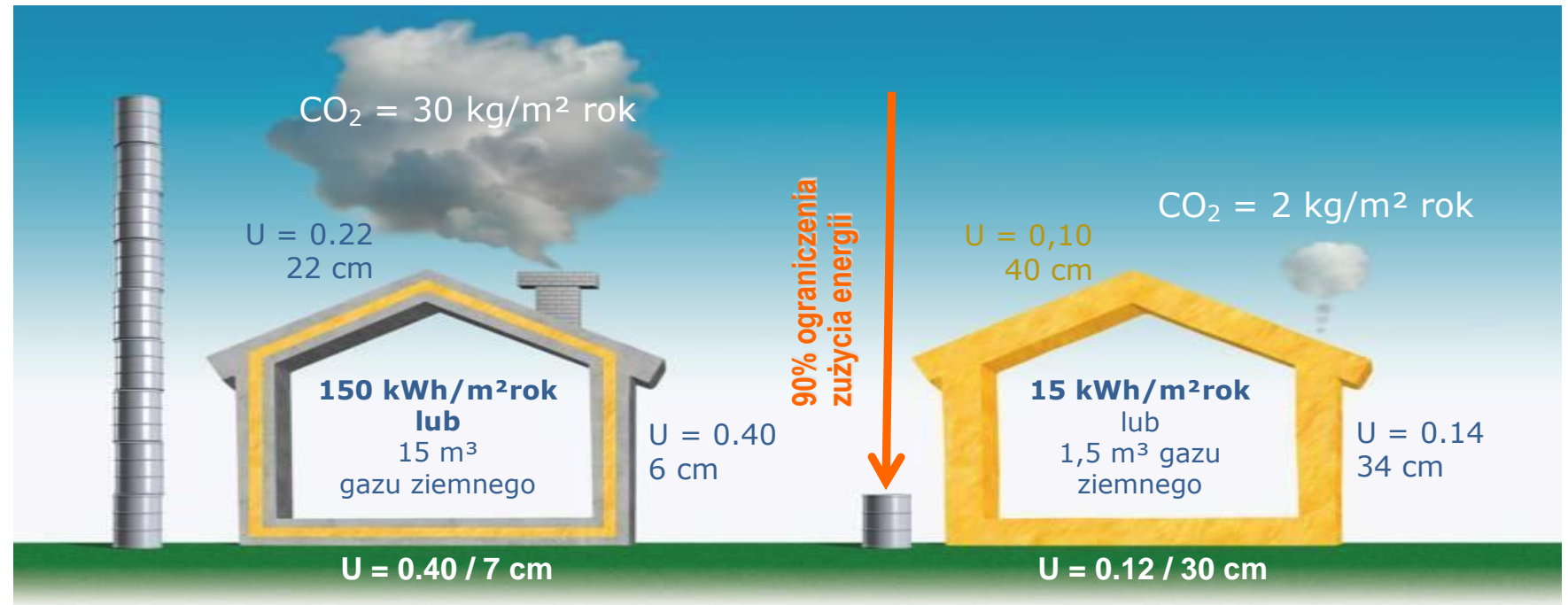
Kanał powietrza
wywiewanego:
 $\sim 20^{\circ}\text{C}$

Kanał powietrza
nawiewanego:
 $> 17^{\circ}\text{C}$

7. Opłacalność / wykonalność

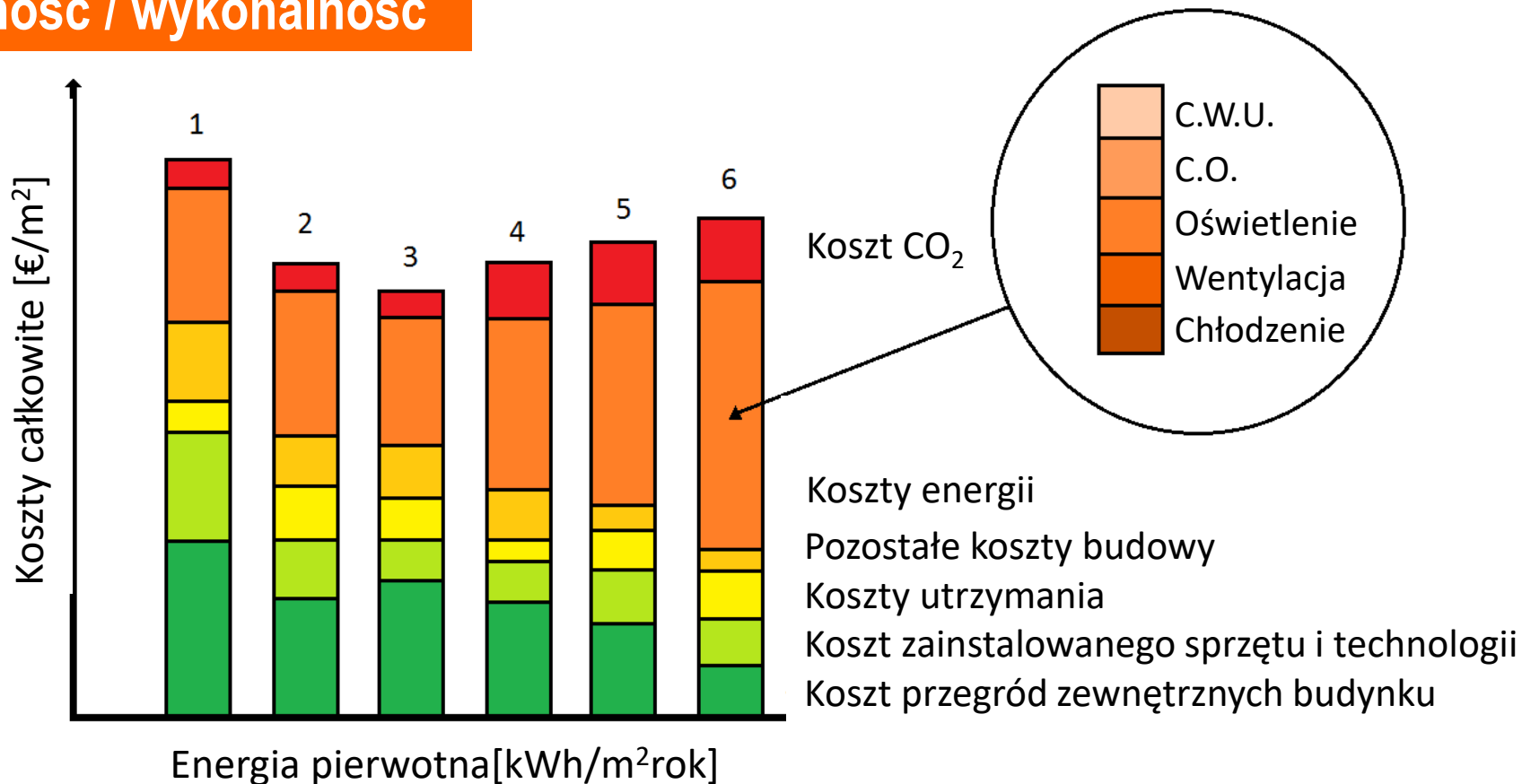
Główna rola projektowania zintegrowanego

Znaczne zmniejszenie zużycia energii



Opłacalność przez cały okres użytkowania budynku

7. Opłacalność / wykonalność



- Równowaga między kosztami inwestycji a kosztami użytkowania
- Wysokie inwestycje nie przynoszą automatycznie najlepszych rozwiązań

8. Znaczący udział OZE



Biomasa



Energia słoneczna



Energia wiatrowa



Geotermia



Energia wodna



8. Znaczący udział OZE

Zintegrowane projektowanie: koordynacja architektury i technologii



Стандарт "Пасивна къща"
(15 kWh/m².a) с ВЕИ



Budynek administracyjny – Sofia (źródło: Eneffect)

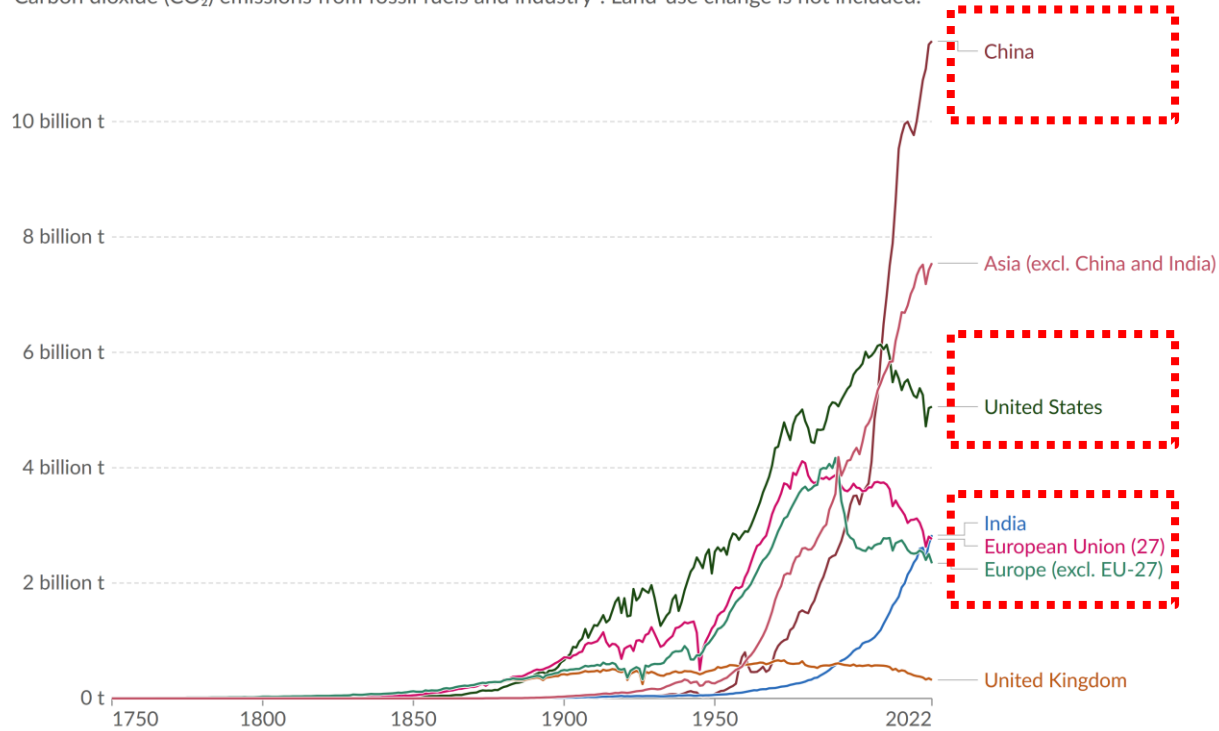


Dlaczego to jest ważne?

Annual CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land-use change is not included.

Our World in Data



Data source: Global Carbon Budget (2023)

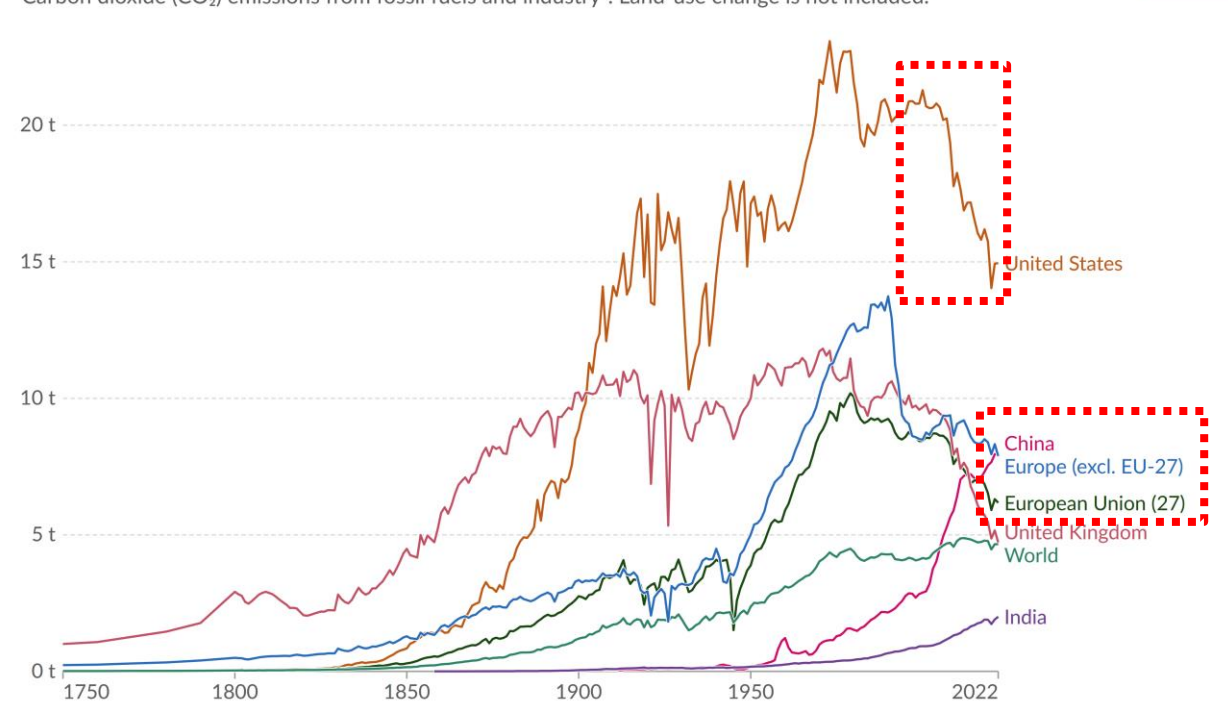
OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Per capita CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land-use change is not included.

Our World in Data



Data source: Global Carbon Budget (2023); Population based on various sources (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

9. Ograniczenie emisji CO₂ do minimum

Zintegrowane projektowanie

- Budynki solarne (lata 80-te)
- Budynek na 3 litry paliwa (lata 90-te)
- Budynki o niskim śladzie węglowym (Wielka Brytania)
- "Zielone budynki" – minimalny wpływ na środowisko

Proces zmiany dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków: **nZEB staje się ZEB** (Zero Emission Building) w toku

Nearly Zero Energy Building (nZEB)

Wymagania fizyki
budowli

1. Optymalizacja kształtu budynku i uzysków en. słonecz.

→ Konfiguracja

2. Wysokosprawna izolacja budynków

3. Okna i drzwi o wysokich parametrach

4. Hermetyczna przegroda zewnętrzna budynku

5. Zminimalizowane mostki termiczne

→ Przegroda zawnętrzna



6. Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła

→ Systemy

Wymogi prawne
(społeczno-
polityczne)

7. Opłacalność / wykonalność

8. Znaczący udział OZE

9. Ograniczenie emisji CO₂ do minimum