



Konferencja rozpoczynająca projekt

Opole, 23 kwietnia 2026

Zrównoważona modernizacja energetyczna budynków użyteczności publicznej (z uwzględnieniem budynków historycznych)

dr arch. Tomasz Jeleński

Politechnika Krakowska, Fundacja Sendzimira, INTBAU



WYZWANIA

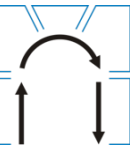
Założenia Długoterminowej Strategii Renowacji:

- Do 2050 roku 66% budynków w Polsce zostanie doprowadzonych do standardu pasywnego, a 21% do standardu energooszczędnego.
- Pozostałe 13% budynków, których z przyczyn technicznych bądź ekonomicznych nie da się tak głęboko zmodernizować, trafią do przedziału efektywności 90-150 kWh/(m²•rok).

Dane GUS pokazują, że **budynki mieszkalne zbudowane przed 1944 r. stanowią aż 26% krajowego zasobu mieszkaniowego.**

Wniosek:

Co najmniej połowę zasobu mieszkaniowego zbudowanego przed 1944 r. trzeba doprowadzić przynajmniej do standardu niskoenergetycznego.



DNSH (do no significant harm)

- zasada nieczynienia znaczącej szkody środowisku

Przy pomocy Instrumentu na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności wspierane są wyłącznie działania zgodne z zasadą DNSH, którą stosuje się również do rozdziałów REPowerEU, o ile rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/241 z 12 lutego 2021 roku nie stanowi inaczej.

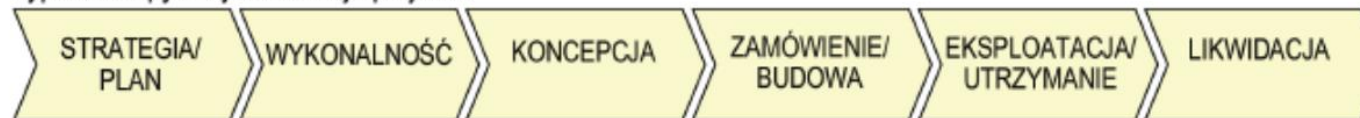
DNSH oznacza niewspieranie działalności, która czyni poważne szkody dla któregośkolwiek z następujących celów środowiskowych:

- **łagodzenie zmian klimatu,**
- **adaptacja do zmian klimatu,**
- **zrównoważone wykorzystywanie i ochrona zasobów wodnych i morskich,**
- **przejsięcie na gospodarkę o obiegu zamkniętym,**
- **zapobieganie zanieczyszczeniu i jego kontrola,**
- **ochrona i odbudowa bioróżnorodności i ekosystemów.**

Zasada DNSH

Wytyczne techniczne dotyczące weryfikacji infrastruktury pod względem wpływu na klimat 2021–2027 (2021/C 373/01)

Typowe etapy w cyklu rozwoju projektu:



Odporność na zmianę klimatu – przystosowanie się do zmiany klimatu – zwiększenie odporności na niekorzystne oddziaływanie zmiany klimatu

- Strategiczna analiza wrażliwości na zmianę klimatu w celu określenia potencjalnego ryzyka wynikającego z oddziaływania zmiany klimatu

- Wyznaczenie kierownika ds. weryfikacji pod względem wpływu na klimat i zaplanowanie procesu weryfikacji pod względem wpływu na klimat
- Preselekcja: narażenie, wrażliwość, podatność na zagrożenia.
- Ocena wrażliwości na zmiany klimatu i ryzyka zmiany klimatu
- Analiza wariantów, ryzyko zmiany klimatu i przystosowanie się do zmiany klimatu
- Środki zapewniające odporność na aktualne i przyszłe warunki klimatyczne
- Aspekty techniczne, np. lokalizacja i projekt
- Ocena ryzyka i analiza wrażliwości
- Aspekty dotyczące środowiska i zmiany klimatu
- Koordynacja z procesem OOS

- Wdrożenie działań w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu na etapie budowy i eksploatacji
- Monitorowanie zagrożeń klimatycznych o znaczeniu krytycznym
- Regularny przegląd zagrożeń klimatycznych, które mogą się zmieniać z upływem czasu, aktualizacja oceny ryzyka, przegląd strukturalnych i niekonstrukcyjnych działań w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu oraz składanie sprawozdań właścicielowi projektu i innym podmiotom zgodnie z wymogami
- Plan likwidacji i jego realizacja z należytym uwzględnieniem przyszłego oddziaływania i ryzyka zmiany klimatu

Neutralność klimatyczna – łagodzenie zmiany klimatu – redukcja emisji gazów cieplarnianych

- Zgodnie z celem osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r.
- Związek z polityką klimatyczną i celami redukcji emisji gazów cieplarnianych
- Planowanie obejmujące eksploatację i utrzymanie w celu uwzględnienia dalszych redukcji emisji gazów cieplarnianych

- Wyznaczenie kierownika ds. weryfikacji pod względem wpływu na klimat i zaplanowanie procesu weryfikacji pod względem wpływu na klimat
- Określenie ilościowej emisji gazów cieplarnianych przy zastosowaniu metodyki oceny śladu węglowego
- Oszacowanie wartości pieniężnej emisji gazów cieplarnianych przy zastosowaniu kalkulacyjnego kosztu emisji
- Wkład w osiągnięcie unijnych i krajowych celów klimatycznych
- Rozważenie wariantów o mniejszej intensywności emisji dwutlenku węgla
- Analiza ekonomiczna
- Koordynacja z procesem OOS

- Wdrożenie działań na rzecz łagodzenia zmiany klimatu na etapie budowy i eksploatacji
- Monitorowanie i realizacja planów w zakresie dalszej redukcji emisji gazów cieplarnianych
- Weryfikacja w zakresie rzeczywistych emisji gazów cieplarnianych
- Plan likwidacji i jego realizacja z należytym uwzględnieniem zmiany klimatu, jak również dążenia do osiągnięcia zerowej emisji gazów cieplarnianych netto i neutralności klimatycznej do 2050 r.

Zasada DNSH

Zgodność przedsięwzięć finansowanych ze środków UE z zasadą DNSH

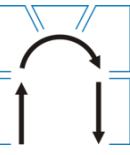
Zgodność przedsięwzięć finansowanych
ze środków Unii Europejskiej, w tym
realizowanych w ramach Krajowego Planu
Odbudowy i Zwiększania Odporności,
z zasadą „nie czyni poważnych szkód” -
zasadą DNSH

PODRĘCZNIK DLA ADMINISTRACJI PUBLICZNEJ
(aktualizacja)



ATMOTERM S.A. 2024

<https://www.kpo.gov.pl/media/143985/4.pdf>



OGRANICZENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ

(termomodernizacja)

Ilość energii wbudowanej i skumulowane zapotrzebowanie na energię (CED)

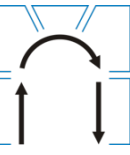
można zminimalizować wprowadzając zasady:

- stosowania **trwałych materiałów**, niewymagających częstych napraw i remontów,
- zapewnienia **łatwości oddzielania** różnych elementów i materiałów,
- wykorzystywania materiałów dostępnych **lokalnie** i o wysokim stopniu **recyklicacji**,
- preferowania materiałów, przy produkcji których używa się stosunkowo **niewiele energii** lub używa się **energii odnawialnej**,
- unikania materiałów generujących kłopotliwe **odpady**.

Poleca się przede wszystkim **materiały naturalne, odnawialne i otwarte dyfuzyjnie**,

które są **trwałe** i dobrze **regulują klimat we wnętrzach**:

**drewno, zaprawy wapienne, glina, korek, celuloza, trzcina, słoma, konopie,
wełny z włókien naturalnych...**



Renowacje i modernizacje budynków

Budynki historyczne - dwie perspektywy: konserwatorska i modernizacyjna

- racje i wartości po obu stronach dyskusji
- dwie różne wrażliwości, ale bardzo podobne cele:

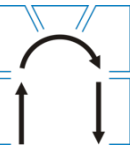
ochrona zasobów nieodnawialnych lub trudno odnawialnych: naturalnych i kulturowych

- kontinuum metod i paleta rozwiązań, z których można wybrać **optymalne dla konkretnego obiektu**

Nawet radykalna **ochrona zabytków zawiera w sobie istotny potencjał proklimatyczny, ekonomiczny, a nawet termomodernizacyjny (!!!)**

np. dzięki ograniczeniu działań zbędnych lub długoterminowo szkodliwych oraz ochronie przeciw zawilgoceniu budynku.

PROJEKTOWANIE RENOWACJI ENERGETYCZNEJ



Zawsze należy rozważyć możliwości :

1. wymiany źródeł ciepła

np. podłączenia do sieci ciepłowniczej lub użycia energii ze źródeł odnawialnych

- zastosowania pompy ciepła,
- ew. paneli fotowoltaicznych lub kolektorów słonecznych

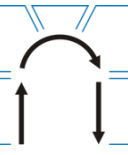
(o ile nie ma przeciwwskazań konserwatorskich / planistycznych albo instalacje można ukryć, aby nie były widoczne z ulicy).

2. modernizacji instalacji wewnętrznych z dostosowaniem urządzeń grzewczych do nowego źródła

(UWAGA na dobór urządzeń **wysoko- albo nisko-temperaturowych!**)

Które urządzenia grzewcze mają charakter niskotemperaturowy (niski parametr) ?

DOBÓR ŹRÓDEŁ CIEPŁA



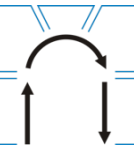
Zawsze należy uwzględnić efekty projektowanego docieplenia
i innych zabiegów ograniczających straty ciepła

(osuszenie budynku, uszczelnienie przegród zewnętrznych, wentylacja z rekuperacją).

Moc nowych źródeł ciepła dopasujemy do zapotrzebowania na ciepło PO RENOWACJI / MODERNIZACJI.

W ten sposób unikniemy przewymiarowania nowego źródła ciepła.

PROJEKTOWANIE RENOWACJI ENERGETYCZNEJ



Jeżeli **nie możemy lub nie chcemy ocieplać elewacji** ze względu na jej wartości architektoniczne, najlepiej pozostawić ją bez żadnej ingerencji (poza naprawą uszkodzeń).

Stare budynki, których grubość murów przekracza 40 cm, często nie wymagają docieplenia ścian zewnętrznych.

Mury w budynkach historycznych, zwłaszcza zbudowanych przed I wojną światową, są masywne – cechuje je **dobra izolacyjność termiczna** (opór cieplny zależy m.in. od grubości przegrody) i **bardzo duża pojemność cieplna**.

Należy natomiast rozważyć możliwość ingerencji w pozostałe elementy budynku:

- **renowację okien i uszczelnienie ich osadzenia w ścianie,**
- **likwidację mostków termicznych,**
- **docieplenie dachu,**
- **docieplenie przegród poziomych, czyli stropu nad piwnicą (ew. stropodachu).**

Ewentualnie można rozważyć :

- modernizację systemu wentylacji, umożliwiającą **odzysk energii z powietrza wywiewanego** (niezbędna przy tym jest szczelność powietrzna przegród zewnętrznych)
- **docieplenie budynku od wewnątrz (bezpieczne tylko przy bardzo sprawnej wentylacji !!)** i po obliczeniu zmian pól temperatury pod wpływem projektowanego docieplenia).

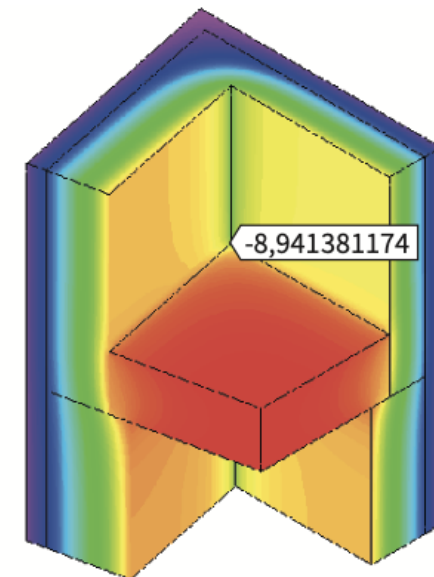
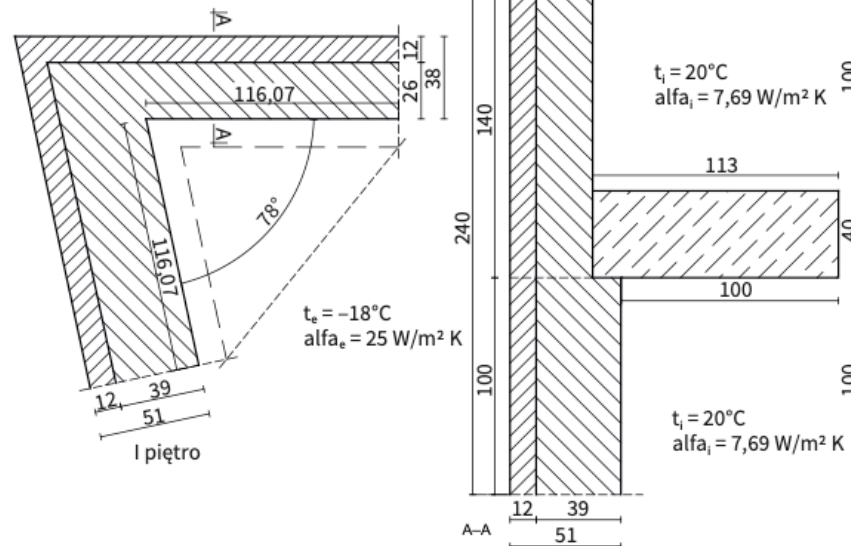
PROJEKTOWANIE RENOWACJI:

DOCIEPLENIE OD WEWNĄTRZ

Wpływ docieplenia wewnętrznego ścian
na zmianę temperatury minimalnej
na powierzchni wewnętrznej węgła ostrokątnego

Pole temperatury 3D w połączeniu ścian zewnętrznych ze stropem w narożu pod kątem 78°

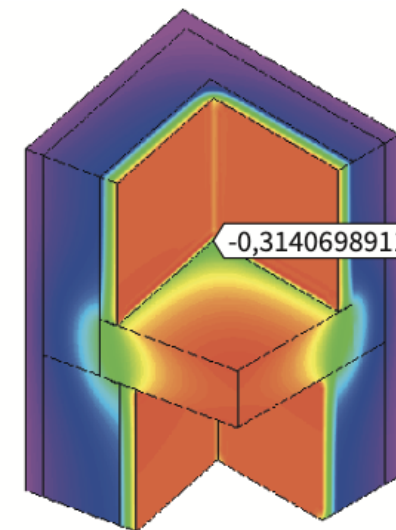
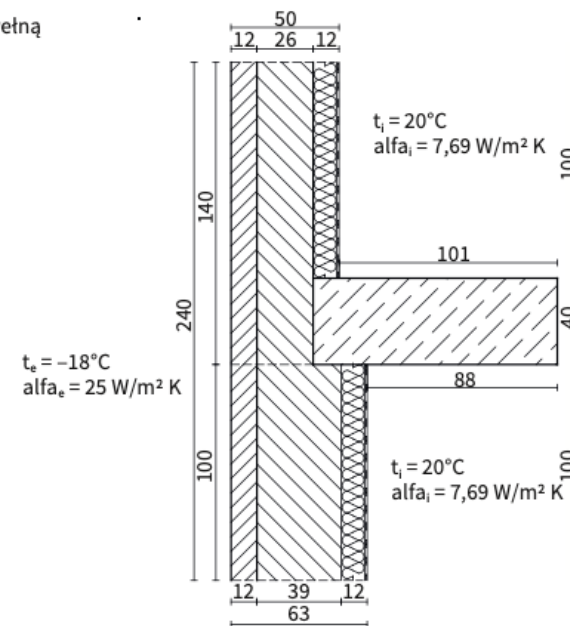
Naroże ścian zewnętrznych
o kącie 78°, o zmiennej grubości,
w miejscu oparcia stropu
żelbetowego (przekrój poziomy
i pionowy)



Minimalna temperatura w narożu $\theta_{si,min.} = 8,9^\circ\text{C}$

Pole temperatury 3D po dociepleniu od wewnątrz

Schemat obliczeniowy –
docieplenie od wewnątrz wełną
mineralną grubości 12 cm



Minimalna temperatura w narożu $\theta_{si,min.} = -0,3^\circ\text{C}$

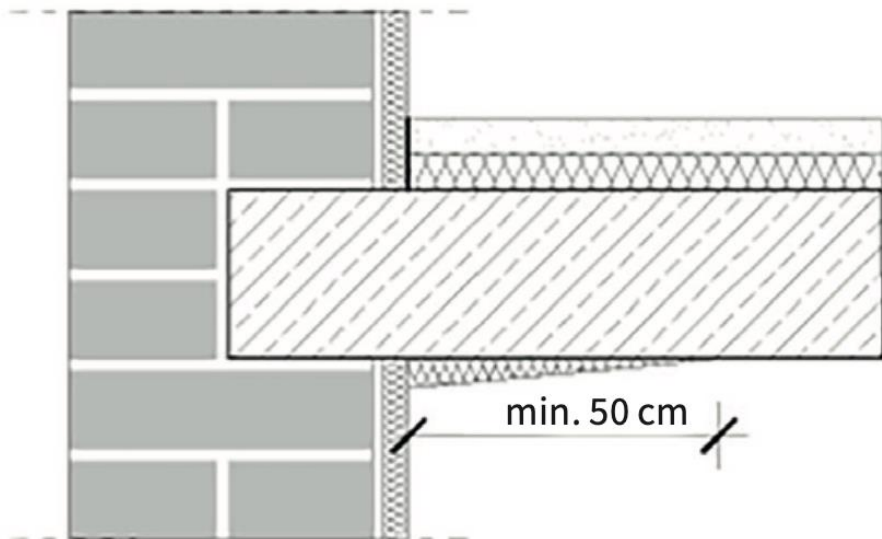
PROJEKTOWANIE RENOWACJI:

DOCIEPLENIE OD WEWNĄTRZ

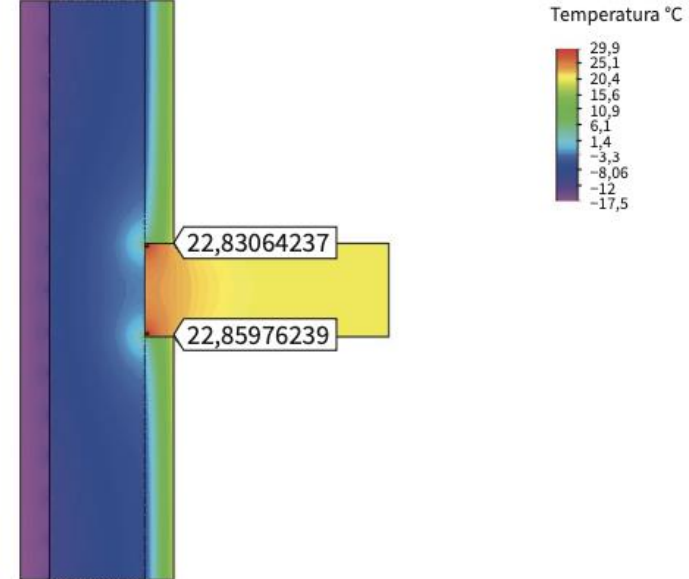
Metody eliminowania liniowych mostków termicznych

poniżej: izolowanie naroża

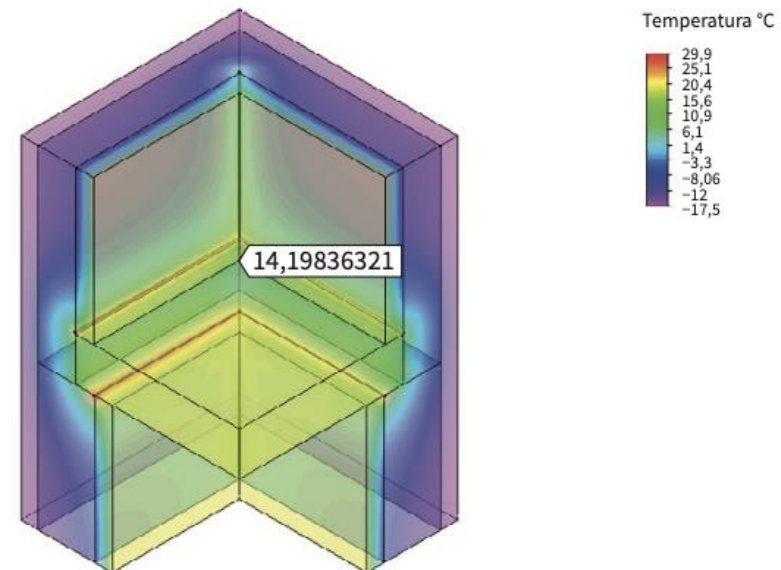
po prawej: system przeciwkondensacyjny



Il. 23. Izolowanie mostka termicznego w narożu stropu i ściany zewnętrznej – z wykorzystaniem płaskiej płyty izolacyjnej na ścianie oraz kształtki klinowej od dołu stropu.

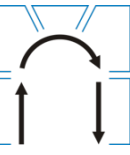


Il. 24. Zmiana pola temperatury spowodowana uruchomieniem systemu przeciwkondensacyjnego.



Il. 25. Efekt dogrzewania ocieplonego węzła systemem przeciwkondensacyjnym (analiza 3D).

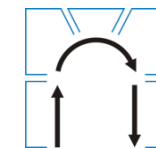
PROJEKTOWANIE RENOWACJI ENERGETYCZNEJ



NAJCZĘŚCIEJ POPEŁNIANE BŁĘDY przy MODERNIZACJ ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH:

- **skuwanie i wymiana oryginalnych tynków,**
- stosowanie zapraw zawierających **dodatki cementu** w miejscach, w których nie stosowano zapraw cementowych lub cementowo-wapiennych,
- stosowanie nowoczesnych **barier przeciwwilgociowych i izolacji zamkniętych kapilarnie:** styropianu, folii i membran paroizolacyjnych, które są standardem w nowoczesnym budownictwie, ale nie pozwalają na **naturalne odparowanie wilgoci,**
- stosowanie **tynków i farb dyfuzyjnie zamkniętych** albo o **niskiej paroprzepuszczalności,**
- stosowanie **wełen mineralnych** do ocieplania **zawilgoconych budynków,**
- **wymiana oryginalnej stolarki okiennej** na nową, wykonaną w nowych technologiach, która może prowadzić do **zmiany mikroklimatu wnętrza** (zwłaszcza bez usprawnienia systemu wentylacji),
- stosowanie niewłaściwie zaprojektowanej **izolacji od wewnątrz** – grozi **przemarzeniem** ścian lub akumulacją **wilgoci.**

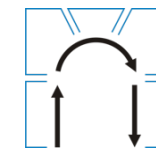
PROJEKTOWANIE RENOWACJI ENERGETYCZNEJ



NAJCZĘŚCIEJ POPEŁNIANE BŁĘDY przy MODERNIZACJ WNĘTRZ:

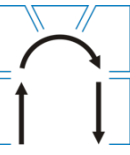
- **wymiana starych elementów budynku na nowe**, bez analizy naprężeń, np. wynikających z innej rozszerzalności cieplnej, innej kapilarności itp., które następnie powodują **degradację substancji oryginalnej**,
- skuwanie i **wymiana starych, oryginalnych tynków**,
- stosowanie zapraw zawierających dodatki **cementu** w miejscach, w których nie stosowano zapraw cementowych lub cementowo-wapiennych,
- stosowanie nowoczesnych **barier przeciwwilgociowych**, które nie pozwalają na naturalną akumulację i odparowanie wilgoci,
- stosowanie **tynków, gładzi i farb dyfuzyjnie zamkniętych** (lamperie, akryle) albo o **niskiej paroprzepuszczalności**,

PROJEKTOWANIE RENOWACJI ENERGETYCZNEJ



NAJCZĘŚCIEJ POPEŁNIANE BŁĘDY przy MODERNIZACJ WNĘTRZ, cd.:

- stosowanie niewłaściwie zaprojektowanej izolacji od wewnątrz
– grozi przemarzaniem ścian lub akumulacją wilgoci,
- wymiana oryginalnych podłóg na gruncie; **stosowanie posadzek lub klejów z dodatkiem cementu**, które szczelnie izolują podłoże i **uniemożliwiają odparowanie wody** – to wpływa na podniesienie poziomu zawilgocenia ścian budynku wskutek **podciągania kapilarnego** (dawne posadzki ceramiczne i kamienne były układane na podsypce z piasku, niekiedy z dodatkiem chudej zaprawy wapiennej lub gliny),
- adaptacja piwnic na cele użytkowe bez zapewnienia **odpowiedniej wentylacji**,
- niewłaściwie dobrany system grzewczy (**zaburzenie równowagi cieplno-wilgotnościowej**).



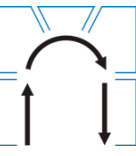
PROJEKTOWANIE RENOWACJI : OTOCZENIE BUDYNKU

NAJCZĘŚCIEJ POPEŁNIANE BŁĘDY w OTOCZENIU BUDYNKU:

- niewłaściwe **odprowadzenie wód opadowych** (z rur spustowych i powierzchni otaczających),
- zmiana wysokości lub profilu otoczenia budynku (**spływ w stronę budynku**),
- kopanie wokół budynku - **uszkodzenie oryginalnej izolacji fundamentów** (z "tłustej" gliny),
- stosowanie niewłaściwie zaprojektowanego **drenażu w pobliżu fundamentów**,
- **wycianie drzew**,
- **utwardzanie i uszczelnianie gruntu wokół budynku**, stosowanie **twardych opasek** przycokołowych.

PROJEKTOWANIE RENOWACJI : OTOCZENIE BUDYNKU

NAJCZĘŚCIEJ POPEŁNIANE BŁĘDY W OTOCZENIU BUDYNKU:



Fot. Bogumiła J. Rouba

II. 8. Fundamenty kościoła zbudowane z dużych głazów narzutowych owinięto sztywną folią. Folia uniemożliwi parowanie wody i zatrzyma wilgoć, a jeśli spoiny wypełniono zaprawą, to stworzy ona warunki do kapilarnego podciągania wody i zwiększy zawilgocenie budynku.

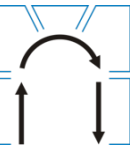


Fot. Bogumiła J. Rouba

II. 9. Wadliwe ukształtowanie terenu: chodnik powyżej poziomu „0” budynku, opaska żwirowa, na której rozbryzgiwać będzie się padający deszcz, i krawężnik, który zatrzyma wodę przy ścianie budynku.

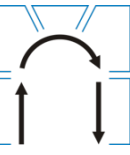
PROJEKTOWANIE RENOWACJI : OTOCZENIE BUDYNKU

NAJCZĘŚCIEJ POPEŁNIANE BŁĘDY w OTOCZENIU BUDYNKU:



Fot. Bogumiła J. Rouba

Il. 10. Ten budynek ilustruje destrukcyjny efekt rozbryzgu wody deszczowej po odbiciu od twardej betonowej powierzchni. Trwale zawilgocona okładzina klinkierowa ściany jest oderwana na dużej powierzchni. Druga elewacja, do której zamiast betonu przylega trawnik, jest w doskonałym stanie.



PROJEKTOWANIE RENOWACJI : OTOCZENIE BUDYNKU

Na stan budynku znaczny wpływ mają działania w jego otoczeniu.

Bliskie otoczenie stanowi **integralną część zabudowy historycznej** i wymaga **takiej samej dbałości i ochrony**, jak sam budynek.

Szczególną uwagę należy zwrócić na:

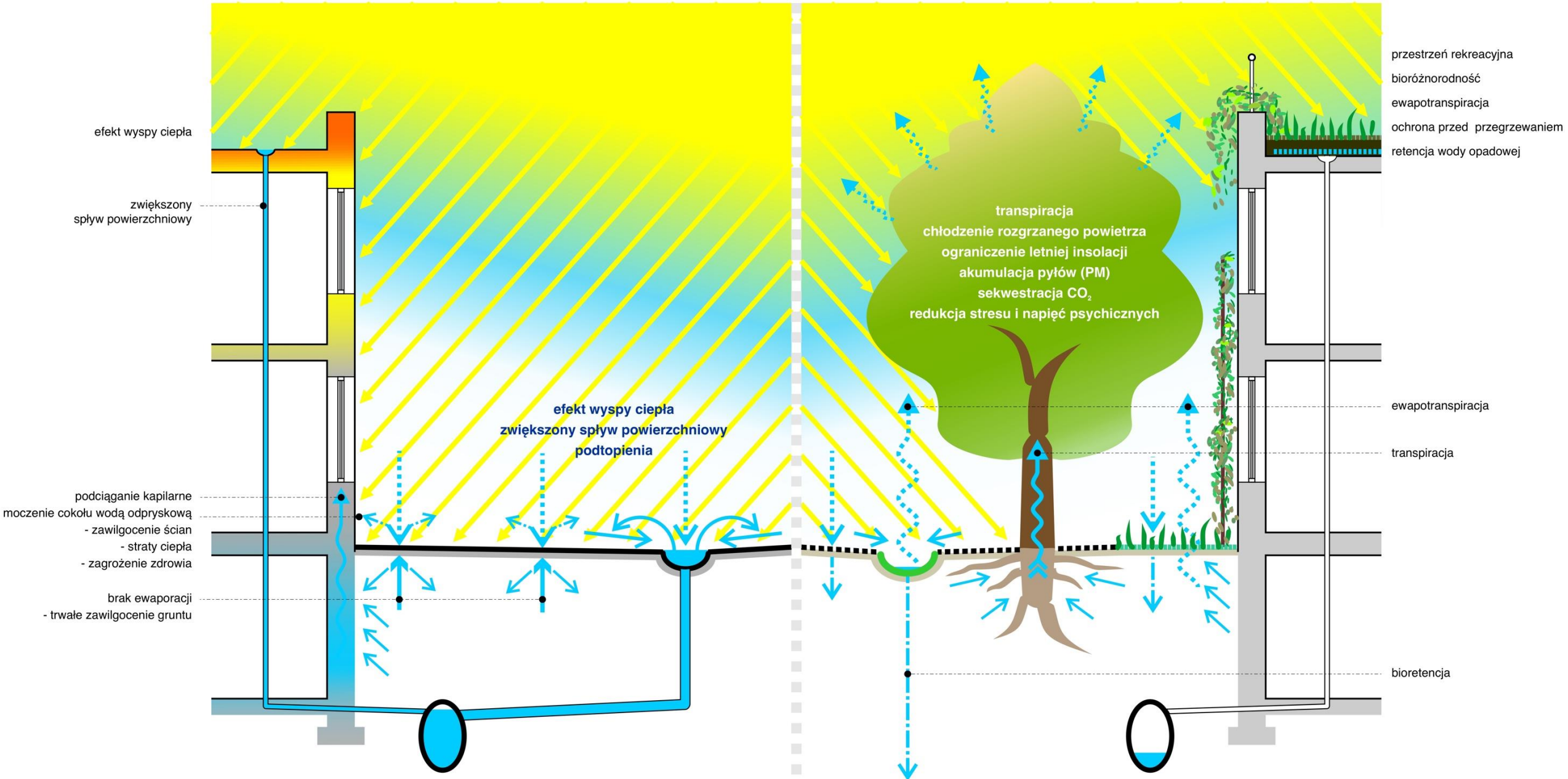
- zachowanie i prawidłowe utrzymanie historycznej nawierzchni
- utrzymanie lub odtwarzanie oryginalnej kompozycji zieleni
- zwłaszcza właściwą pielęgnację drzewostanu,

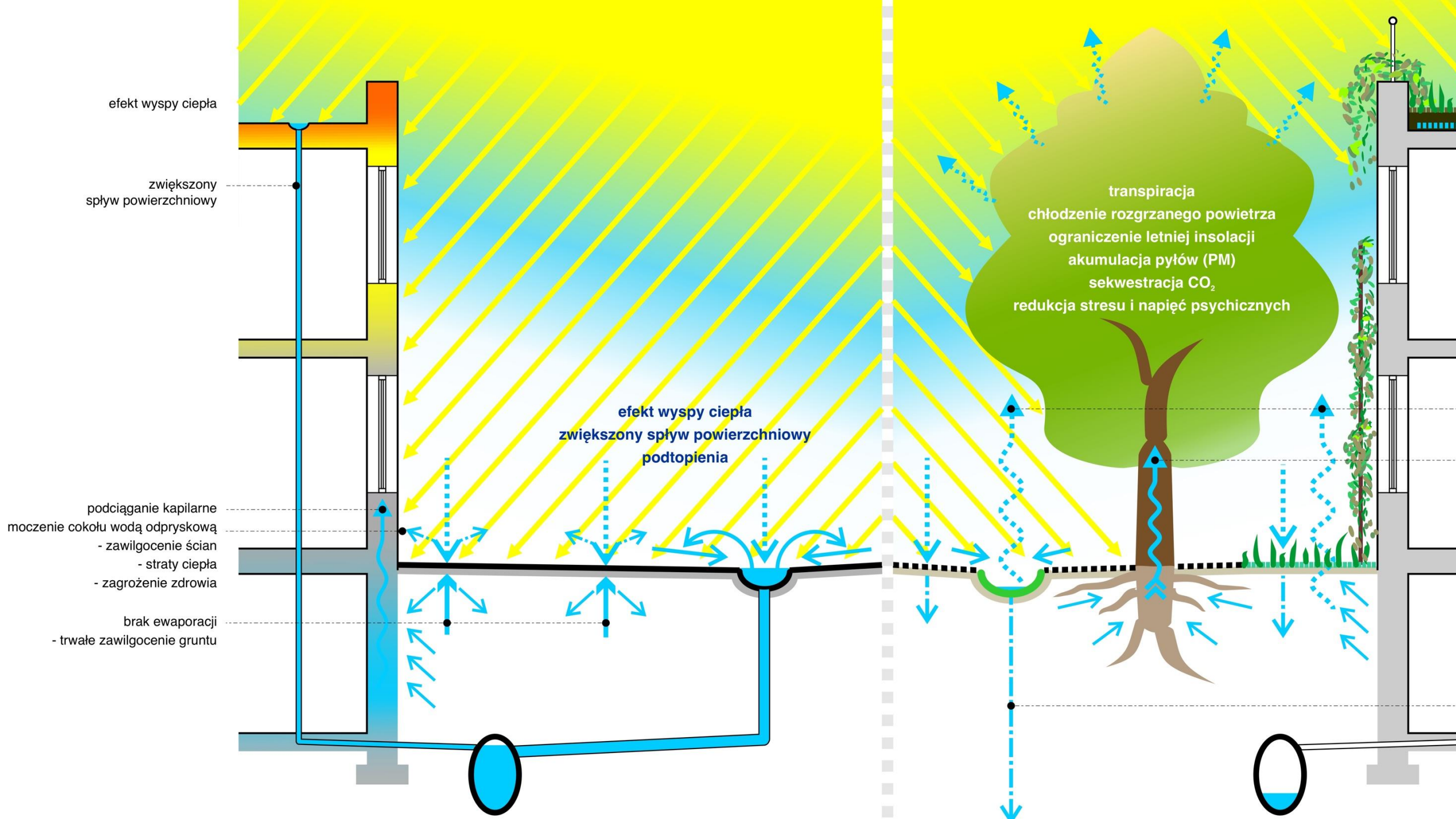
Usunięcie drzew lub innych nasadzeń oraz uszczelnienie nawierzchni wokół budynku prowadzi do zmian wilgotności gruntu i może skutkować zawilgoceniem budynku.

POWIERZCHNIE TWARDE I USZCZELNIONE

VS

ROZWIĄZANIA OPARTE NA PRZYRODZIE (NBS)





efekt wyspy ciepła

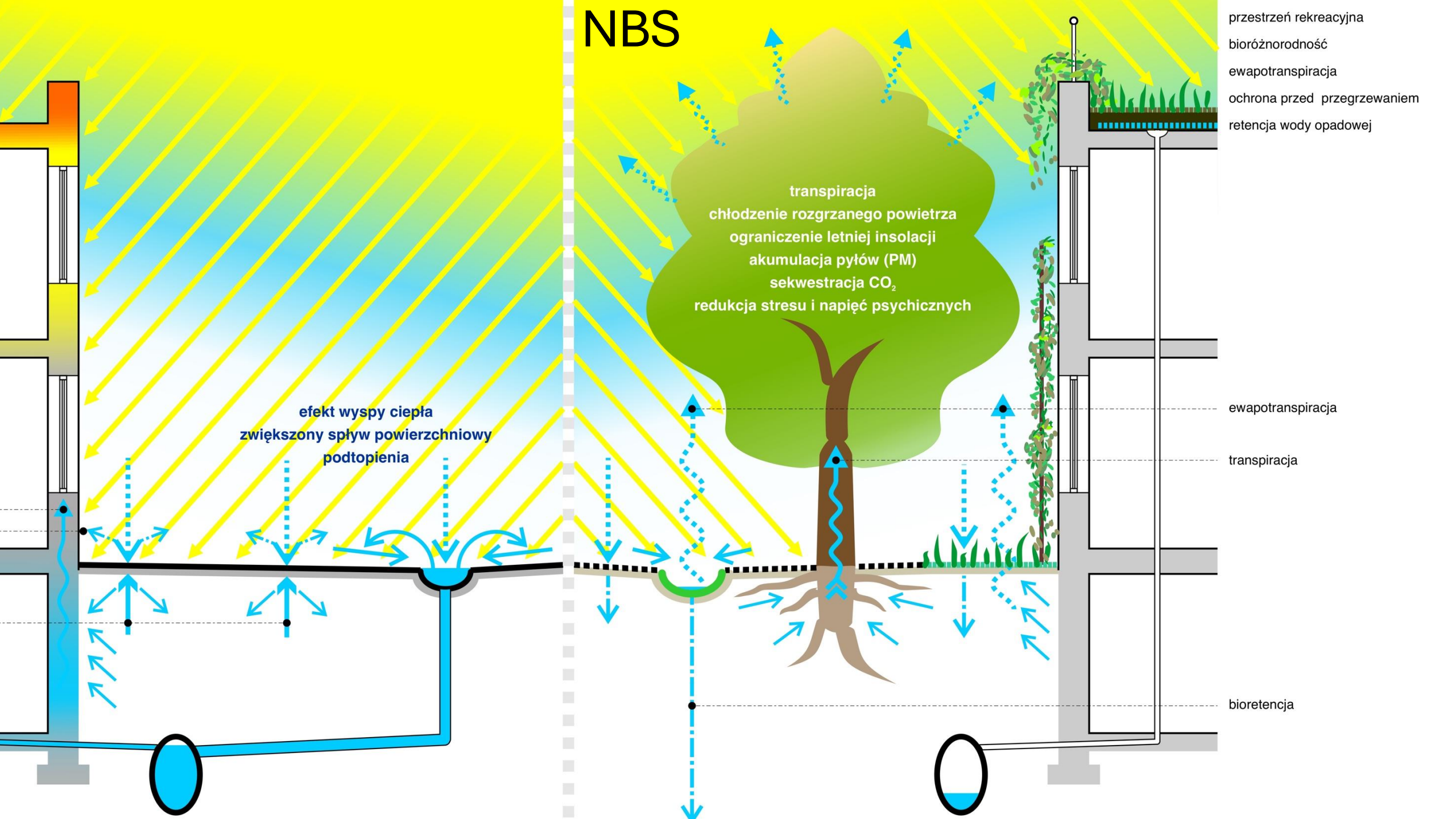
zwiększony
spływ powierzchniowy

efekt wyspy ciepła
zwiększony spływ powierzchniowy
podtopienia

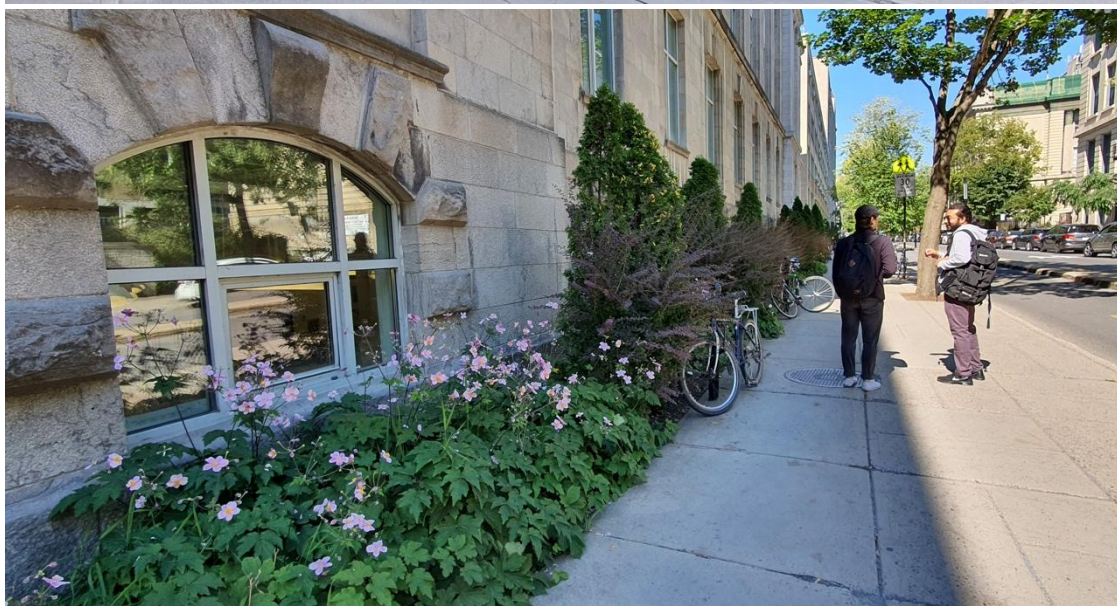
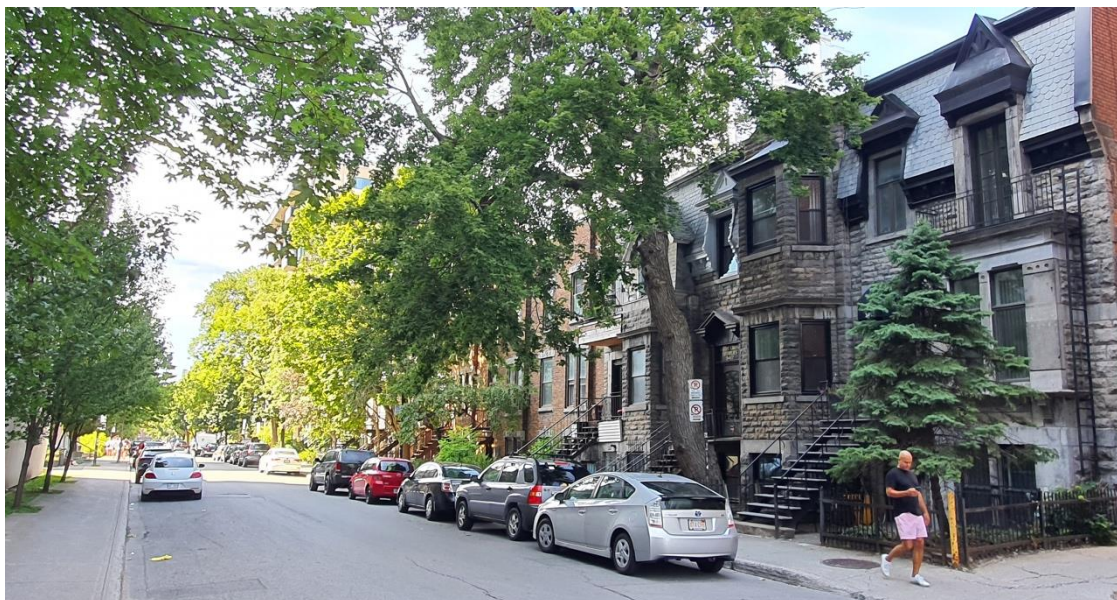
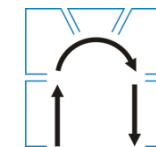
podciąganie kapilarne
moczenie cokołu wodą odpryskową
- zawilgocenie ścian
- straty ciepła
- zagrożenie zdrowia

brak ewaporacji
- trwałe zawilgocenie gruntu

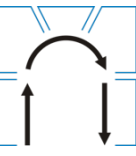
transpiracja
chłodzenie rozgrzanego powietrza
ograniczenie letniej insolacji
akumulacja pyłów (PM)
sekwestracja CO₂
redukcja stresu i napięć psychicznych



PROJEKTOWANIE RENOWACJI : OTOCZENIE BUDYNKU



PROJEKTOWANIE RENOWACJI : OTOCZENIE BUDYNKU



Fot. © LOGORYTM – stock.adobe.com



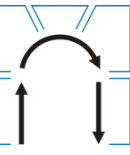
Fot. © Frans – stock.adobe.com

Fot. © promesaartstudiodstock.adobe.com



Il. 11. Ogródki fasadowe przy historycznych budynkach pełnią ważną funkcję, chroniąc cokół przed wodą rozbryzgową i osuszając grunt przy ścianach fundamentowych. Po lewej ogródek fasadowy w Katowicach-Nikiszowcu, po prawej w Rotterdamie.

Il. 17. Budynek Muzeum Narodowego we Wrocławiu, wybudowany w latach 1883–1886, wpisany do rejestru zabytków, pokryty winobluszczem. Pierwsze pnącza posadzone ponad 25 lat temu. Obecnie rośliny są w szczytowym okresie rozwoju, będą żyły jeszcze kilkadziesiąt lat.⁹⁴

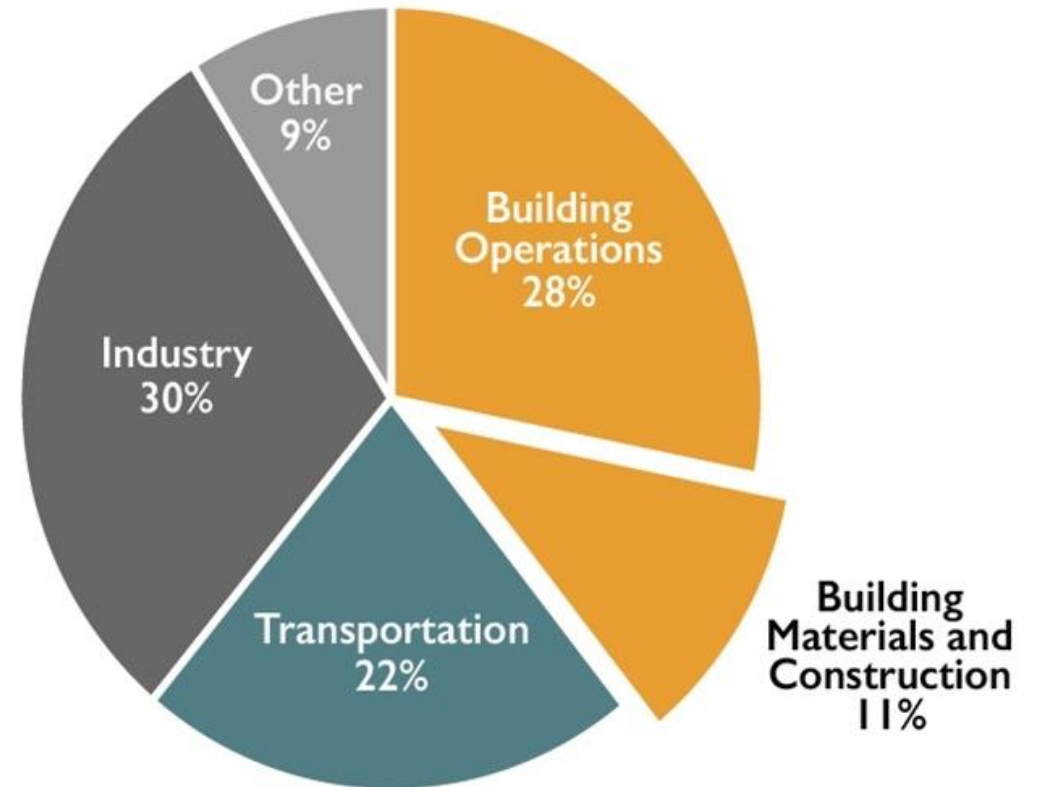


Zużycie energii

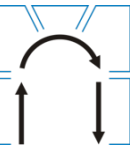
- Energia użytkowa (EU)
- Energia końcowa (EK)
- Nieodnawialna energia pierwotna (EP)
- **Energia wbudowana**

EMISJE CO₂

Global CO₂ Emissions by Sector



Source: © 2018 2030, Inc. / Architecture 2030. All Rights Reserved. Data Sources: UN Environment Global Status Report 2017; EIA International Energy Outlook 2017



CYKL ŻYCIA I ŚLAD WĘGLOWY BUDYNKU

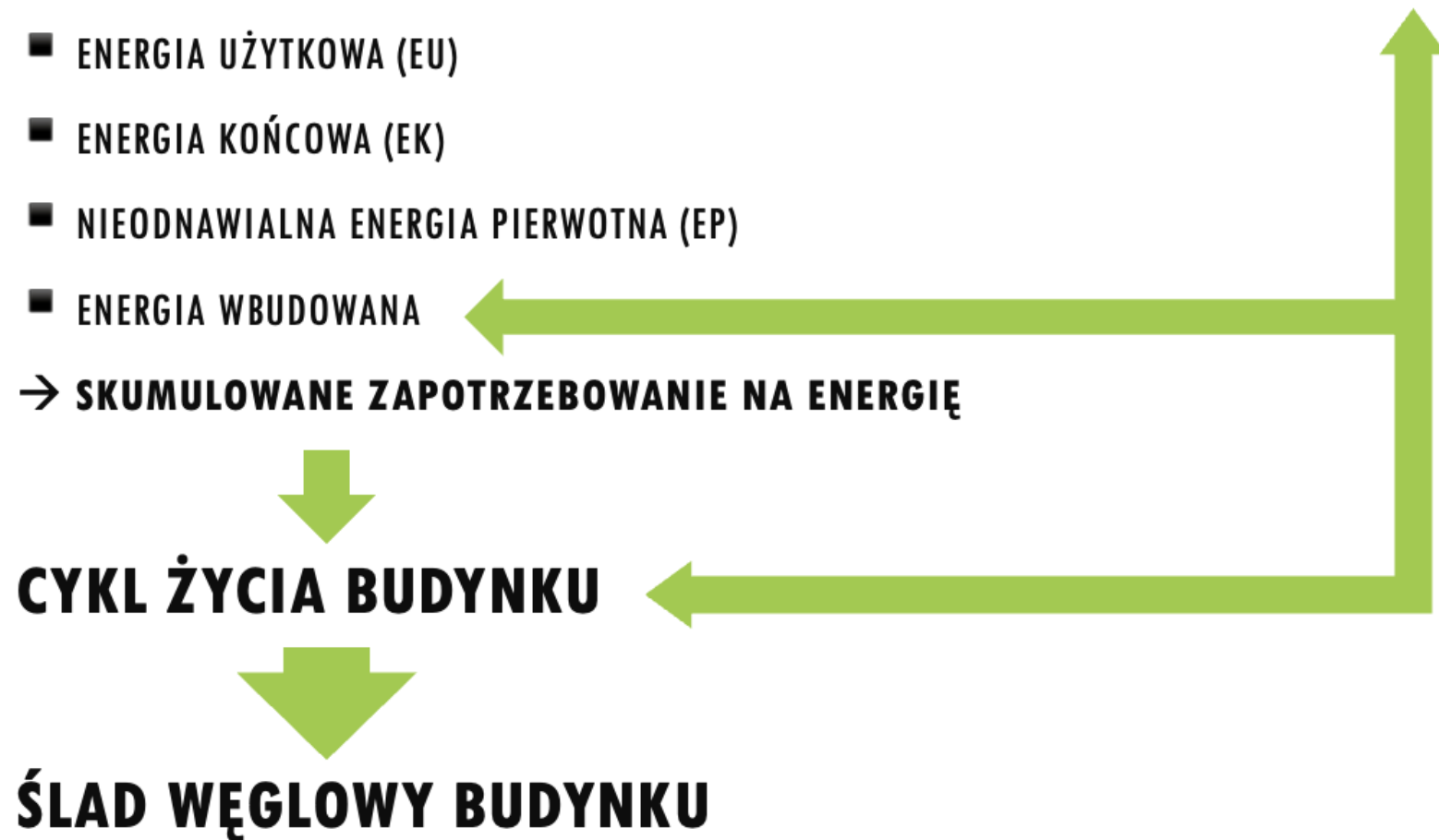
ZUŻYCIE ENERGII

- ENERGIA UŻYTKOWA (EU)
 - ENERGIA KOŃCOWA (EK)
 - NIEODNAWIALNA ENERGIA PIERWOTNA (EP)
 - ENERGIA WBUDOWANA
- SKUMULOWANE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ

UŻYCIE MATERIAŁÓW

CYKL ŻYCIA BUDYNKU

ŚLAD WĘGLOWY BUDYNKU



Ślad węglowy budynku

ROZWIĄZANIA:

RECYKLING

UPCYKLING

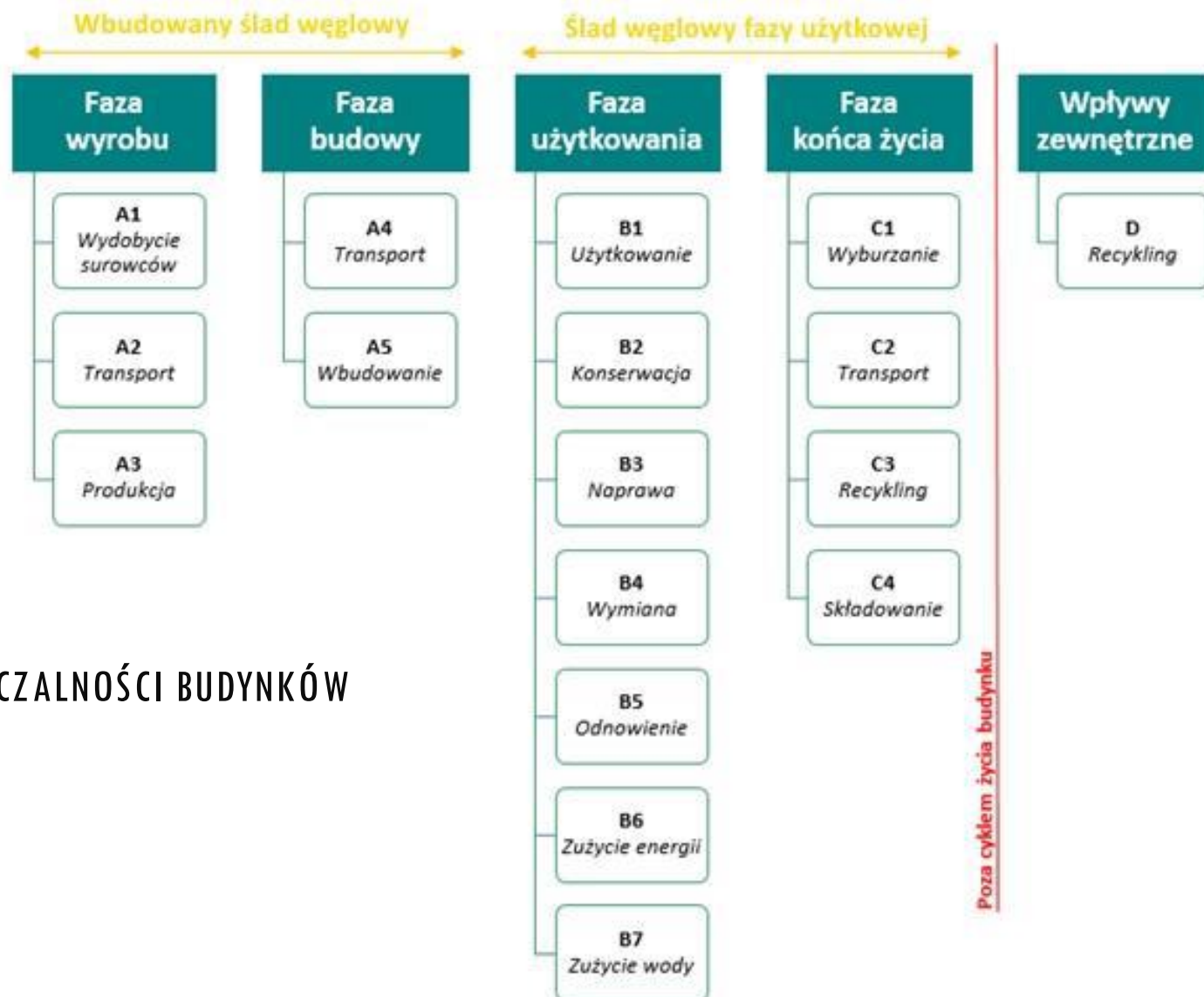
TECHNOLOGIE MATERIAŁOWE

ZWIĘKSZANIE ENERGETYCZNEJ SAMOWYSTARCZALNOŚCI BUDYNKÓW

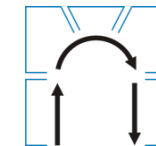
GOSPODARKA CYRKULARNA

OGRANICZANIE ŚLADU WĘGLOWEGO (ŚRODOWISKOWEGO) +

+ POPRAWA JAKOŚCI BUDYNKÓW I JAKOŚCI ŻYCIA / DOBROSTANU W BUDYNKACH



ŚLAD WĘGLOWY MODERNIZACJI



Wybierając system lub materiał (np. izolacyjny) należy zrównoważyć względy

wydajności operacyjnej

(wydajność cieplna, szczelność powietrzna, odporność na zawilgocenie)

oraz **emisje generowane w fazie produkcji, transportu, użytkowania i utylizacji materiału izolacyjnego**

-> EPD – Deklaracje Środowiskowe Produktu

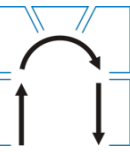
Normy ISO / PN-EN 14025 (dla EPD) + EN 15804 *Zrównoważone obiekty budowlane - Środowiskowe deklaracje wyrobu - Podstawowe zasady kategoryzacji wyrobów budowlanych*, określają podstawowe procedury tworzenia EPD dla wyrobów budowlanych.

Analiza kosztowa cyklu życia budynku (Life Cycle Cost Analysis, LCCA/LCC)

często potwierdza słuszność zastosowania rozwiązań droższych na etapie inwestycji,

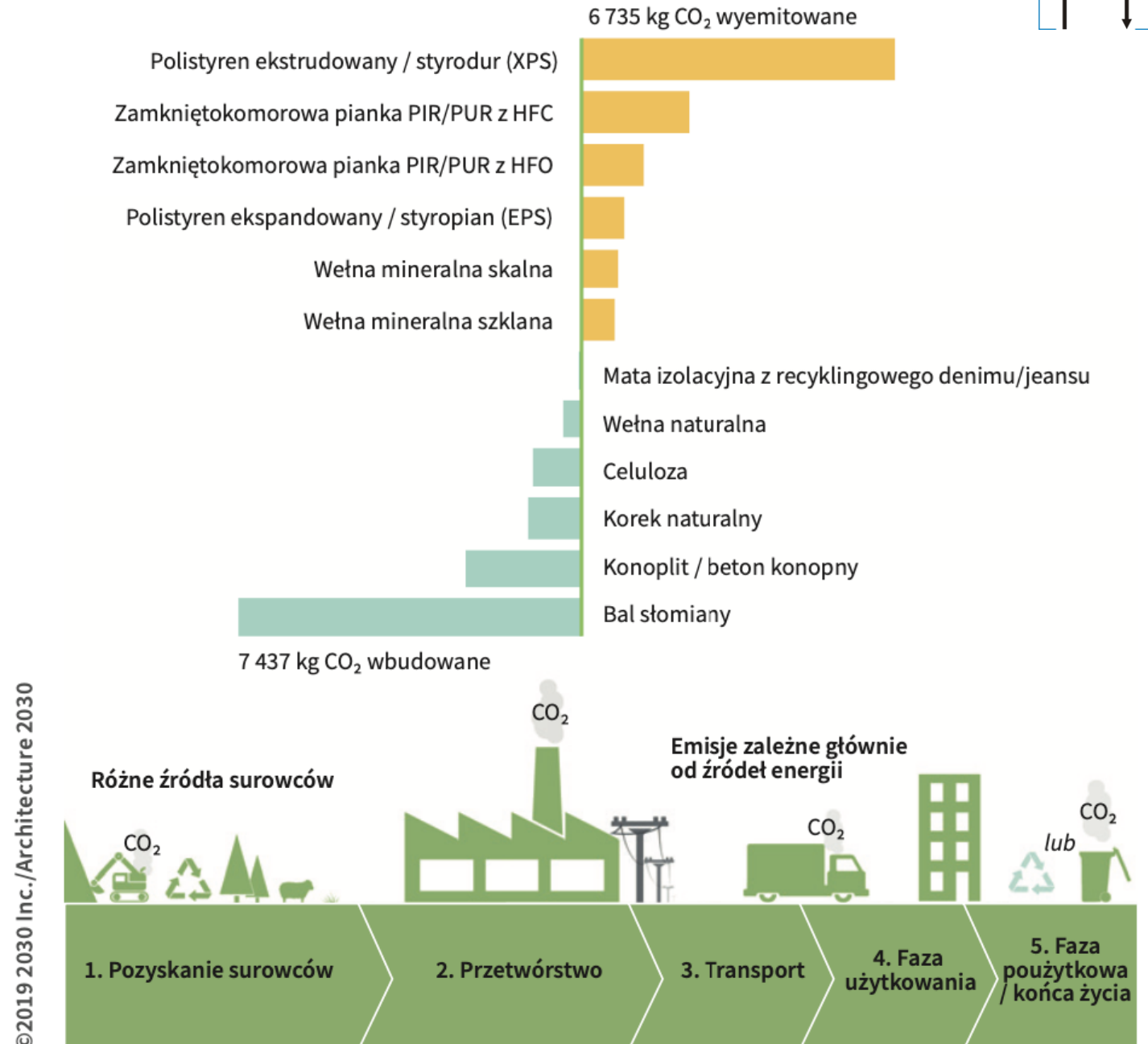
ale **trwalszych i mniej kosztownych w fazie eksploatacji,
pod względem kosztów środowiskowych oraz finansowych.**

ŚLAD WĘGLOWY MODERNIZACJI ENERGETYCZNEJ



WYBÓR MATERIAŁÓW

ŚLAD WĘGLOWY MATERIAŁÓW DOCIEPLENIOWYCH



A BSRIA guide

Embodied Carbon

The Inventory of Carbon and Energy (ICE)

By Prof. Geoffrey Hammond and Craig Jones
Ed. Fiona Lowrie and Peter Tse

The development of the Inventory of Carbon and Energy was originally joint funded under the Carbon Vision Buildings program by



Making business sense of climate change



Materials	Embodied Energy and Carbon Coefficients			Comments EE = Embodied Energy, EC = Embodied Carbon
	EE - MJ/kg	EC - kgCO ₂ /kg	EC - (GHG) kgCO ₂ e/kg	
MISCELLANEOUS VALUES				
Fibre-Reinforced	7-75 (?)	0-45 (?)	-	Literature estimate, likely to vary widely. High uncertainty.
Very High GGBS Mix	0-66	0-049	0-050	Data based on Lafarge 'Envirocrete', which is a C28/35 Mpa, very high GGBS replacement value concrete
Copper				
EU Tube and Sheet	42-00	2-60	2-71	EU production data, estimated from Kupfer Institut LCI data. 37% recycled content (the 3 year world average). World average data is expected to be higher than these values.
Virgin	57-00	3-65	3-81	
Recycled	16-50	0-80	0-84	
Recycled from high grade scrap	18 (?)	1-1 (?)	-	Uncertain, difficult to estimate with the data available.
Recycled from low grade scrap	50 (?)	3-1 (?)	-	
Glass				
Primary Glass	15-00	0-86	0-91	Includes process CO ₂ emissions from primary glass manufacture.
Secondary Glass	11-50	0-55	0-59	EE estimated from Ref 115.
Fibreglass (Glasswool)	28-00	1-54	-	Large data range, but the selected value is inside a small band of frequently quoted values.
Toughened	23-50	1-27	1-35	Only three data sources.
Insulation				
General Insulation	45-00	1-86	-	Estimated from typical market shares. Feedstock Energy 16-5 MJ/kg (Included).
Cellular Glass	27-00	-	-	Ref. 54.
Cellulose	0-94 to 3-3	-	-	
Cork	4-00	0-19	-	Ref. 55.
Fibreglass (Glasswool)	28-00	1-35	-	Poor data difficult to select appropriate value.
Flax (Insulation)	39-50	1-70	-	Ref. 2. 5-97 MJ/kg Feedstock Energy (Included).
Mineral wool	16-60	1-20	1-28	
Paper wool	20-17	0-63	-	Ref. 2
Polystyrene	See Plastics	See Plastics	-	See plastics.
Polyurethane	See Plastics	See Plastics	-	See plastics.
Rockwool	16-80	1-05	1-12	Cradle-to-grave.
Woodwool (loose)	10-80	-	-	Ref. 205.
Woodwool (Board)	20-00	0-98	-	Ref. 55.
Wool (Recycled)	20-90	-	-	Refs. 63, 201, /kg and 281.

BSRIA-ICE-guide

Insulation				
General Insulation	45.00	1.86	-	Estimated from typical market shares. Feedstock Energy 16.5 MJ/kg (Included).
Cellular Glass	27.00	-	-	Ref. 54.
Cellulose	0.94 to 3.3	-	-	
Cork	4.00	0.19	-	Ref. 55.
Fibreglass (Glasswool)	28.00	1.35	-	Poor data difficult to select appropriate value.
Flax (Insulation)	39.50	1.70	-	Ref. 2. 5.97 MJ/kg Feedstock Energy (Included).
Mineral wool	16.60	1.20	1.28	
Paper wool	20.17	0.63	-	Ref. 2
Polystyrene	See Plastics	See Plastics	-	See plastics.
Polyurethane	See Plastics	See Plastics	-	See plastics.
Rockwool	16.80	1.05	1.12	Cradle-to-grave.
Woodwool (loose)	10.80	-	-	Ref. 205.
Woodwool (Board)	20.00	0.98	-	Ref. 55.
Wool (Recycled)	20.90	-	-	Refs. 63, 201, 202 and 281.

BSRIA-ICE-guide

Expanded Polystyrene	88·60	2·55	3·29	46·2 MJ/kg Feedstock Energy (Included).
General Purpose Polystyrene	86·40	2·71	3·43	46·3 MJ/kg Feedstock Energy (Included).
High Impact Polystyrene	87·40	2·76	3·42	46·4 MJ/kg Feedstock Energy (Included).
Thermoformed Expanded Polystyrene	109·20	3·45	4·39	49·7 MJ/kg Feedstock Energy (Included).
Polyurethane Flexible Foam	102·10	4·06	4·84	33·47 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Poor data availability for feedstock energy.
Polyurethane Rigid Foam	101·50	3·48	4·26	37·07 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Poor data availability for feedstock energy.

Analiza kosztowa cyklu życia budynku

(Life Cycle Cost Analysis, LCCA/LCC)

LCC to rachunek umożliwiający ocenę kosztów wewnętrznych i zewnętrznych danego rozwiązania lub całego budynku, w całym okresie jego użytkowania

LCC często potwierdza słuszność zastosowania rozwiązań droższych na etapie inwestycji, ale trwalszych i tańszych w fazie eksploatacji, zarówno pod względem kosztów środowiskowych jak i finansowych

(Przykładem może być zastosowanie oświetlenia LED, wielowarstwowego szklenia okien lub paneli fotowoltaicznych).

Aby wybrać rozwiązanie o najniższym całkowitym śladzie węglowym, można analizować EPD

– Deklaracje Środowiskowe Produktów.

EPD (Environmental Product Declaration), opisuje oddziaływanie produktu na środowisko podczas jego całego cyklu życia (LCA).

EPD jest zdefiniowana według normy ISO / PN-EN 14025, co powinno umożliwić porównanie produktów spełniających tę samą funkcję.

Audyty energetyczne – wymagania wstępne

Poinformować audytorów o konieczności uwzględnienia ewentualnych wymagań konserwatorskich.

W przypadku **budynków z betonem** poinformować audytorów o **preferowanej** rezygnacji ze stosowania materiałów o niskiej dyfuzji pary wodnej (np. styropianu, akrylu).

W przypadku **konstrukcji tradycyjnych**, otwartych dyfuzyjnie (z cegły, kamienia i zapraw wapiennych, drewna oraz innych materiałów tradycyjnych i naturalnych), poinformować audytorów o potrzebie:

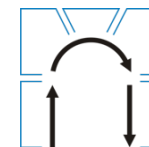
- całkowitej **rezygnacji** ze stosowania materiałów o niskiej dyfuzji pary wodnej (np. styropianu, akrylu)
- **znacznego ograniczenia** stosowania materiałów o bardzo dużym śladzie węglowym (np. materiałów zawierających cement, aluminium, stal; materiałów i tworzyw ropopochodnych (np. bitumicznych, polistyrenów, poliestrów, poliuretanów – z wyjątkiem ‘zielonych’/biopochodnych)

oraz o **konieczności uwzględnienia**:

- materiałów ociepleniowych i tynków o wysokiej paroprzepuszczalności i małym śladzie węglowym (np. tynki mineralne lub gliniane, zaprawy wapienne, wełny pochodzenia organicznego (np. celuloza, wełna drzewna, denim), płyt izolacyjnych z wełny drzewnej, słomiano-glinianych, ewentualnie wełny mineralnej
- **powłok malarskich o wysokiej przepuszczalności pary wodnej** (małym oporze dyfuzyjnym) (np. grunty i farby krzemianowe, polikrzemianowe i silikonowe) oraz **niskiej przepuszczalności wody** (np. farby silikonowe)

Wprowadza
EN 16883:2017, IDT

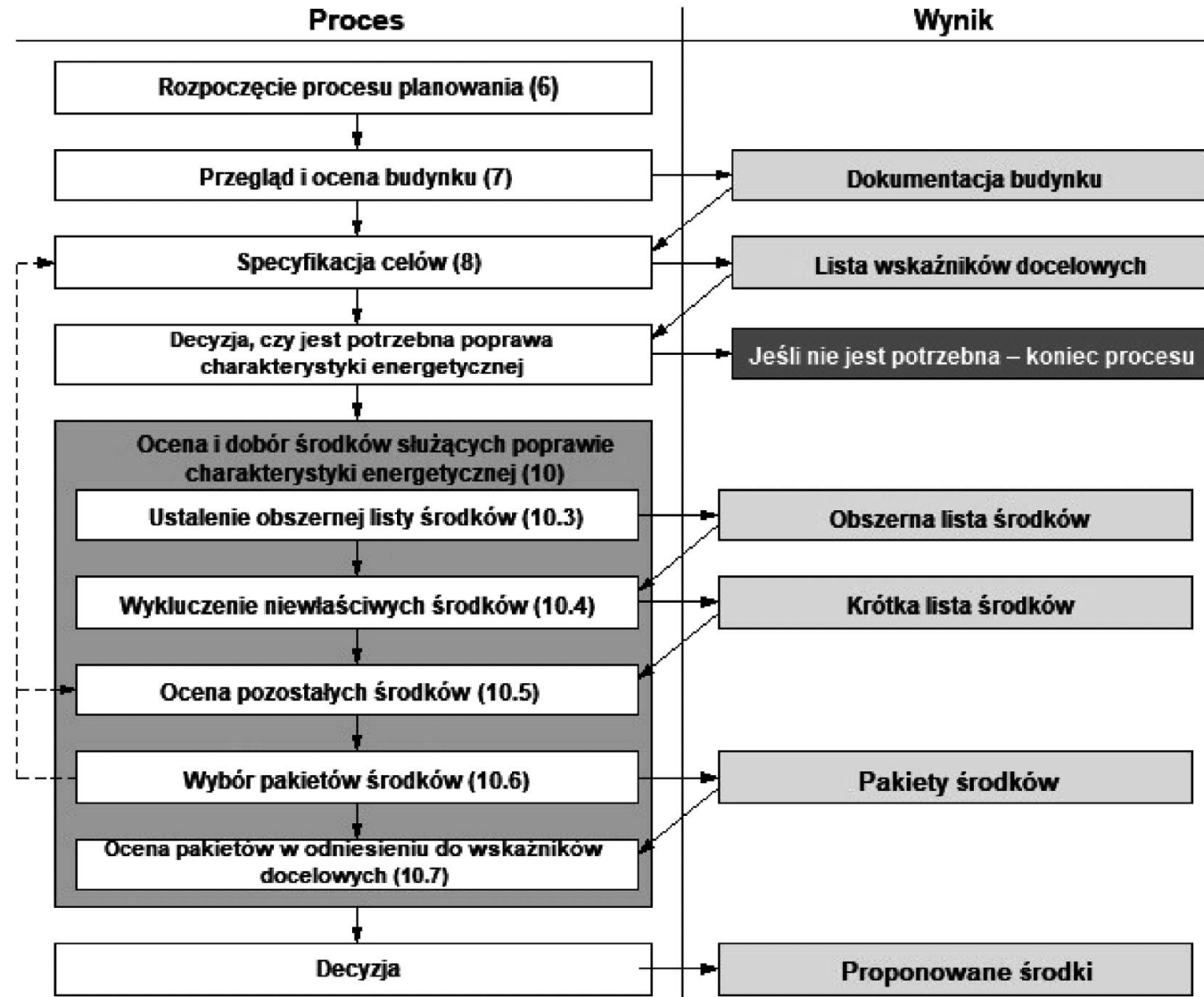
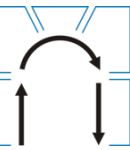
Zastępuje
–



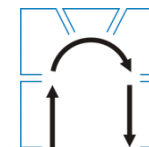
Konserwacja dziedzictwa kulturowego

Wytyczne dotyczące poprawy charakterystyki energetycznej budynków zabytkowych

Norma Europejska EN 16883:2017 *Conservation of cultural heritage – Guidelines for improving the energy performance of historic buildings* ma status Polskiej Normy

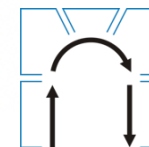


Tablica 1 – Kategorie i kryteria ocen możliwych środków

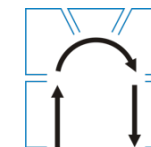


Kategoria oceny	Kryteria oceny
Kompatybilność techniczna	zagrożenia wilgotnościowo-ciepłne
	zagrożenia konstrukcyjne
	zagrożenia korozyjne
	zagrożenia wywołane reagowaniem soli
	zagrożenia biologiczne
	odwracalność
Znaczenie budynku i jego otoczenia dla dziedzictwa	zagrożenie materiałów, elementów budowlanych i konstrukcyjnych
	zagrożenie architektury, estetyki, wyglądu
	zagrożenie otoczenia
Ekonomiczne możliwości wykonania	koszty kapitałowe
	koszty eksploatacyjne, łącznie z kosztami utrzymania budynku
	zwrot ekonomiczny
	oszczędności ekonomiczne
Energia	charakterystyka energetyczna budynku i zapotrzebowanie na energię użytkową wyrażone: <ul style="list-style-type: none"> – wskaźnikiem energii (na podstawie całkowitego zużycia energii pierwotnej) – wskaźnikiem energii (na podstawie zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej) – wskaźnikiem energii (na podstawie zużycia odnawialnej energii pierwotnej)
	zapotrzebowanie energetyczne przez cały cykl życia budynku wyrażone zużyciem odnawialnej energii pierwotnej i nieodnawialnej energii pierwotnej ^a

Tablica 1 – Kategorie i kryteria ocen możliwych środków



Kategoria oceny	Kryteria oceny
Jakość środowiska wewnętrznego	warunki środowiska wewnętrznego odpowiednie dla zachowania zasobów znajdujących się w budynku
	warunki środowiska wewnętrznego odpowiednie dla zachowania rozwiązania materiałowo-konstrukcyjnego
	warunki środowiska wewnętrznego odpowiednie do osiągnięcia pożądanego komfortu dla osób przebywających w budynku
	emisja innych szkodliwych substancji
Wpływ na środowisko zewnętrzne	emisja gazów cieplarnianych w trakcie wdrażania środków i eksploatacji budynku
	emisja innych szkodliwych substancji
	zużycie zasobów naturalnych
Zagadnienia związane z użytkowaniem.	wpływ na użytkowanie i użytkowników budynku
	konsekwencje zmiany użytkowania
	konsekwencje dodania nowego pomieszczenia technicznego
	zdolność użytkowników budynku do zarządzania systemami sterowania i nadzorowania ich pracy
^a Zgodnie z EN 15643-2 obejmuje to koncepcję energii zawartej w materiałach budowlanych.	



FuturHist – Trwałe zabezpieczenie budynków zabytkowych w oparciu o indywidualnie opracowane zestawy interwencji

W styczniu 2024 r. rozpoczęliśmy czteroletni projekt w ramach programu Unii Europejskiej Horyzont Europa. Projekt dotyczy zwiększania efektywności budynków historycznych. Ma komponent zarówno badawczy (opracowanie rozwiązań w zakresie doboru materiałów i technologii), jak i wdrożeniowy (testowanie tych rozwiązań w budynkach w Krakowie, Kordobie, Edynburgu i Linköping).

W konsorcjum projektu znalazły się więc jednostki badawcze, a także zarządcy budynków w tych czterech miastach oraz międzynarodowe organizacje działające na rzecz zachowania dziedzictwa kulturalnego.

Na jakie wyzwania odpowiada projekt FuturHist?

Głęboka termomodernizacja budynków historycznych umożliwia znaczne ograniczenie emisji gazów cieplarnianych oraz poprawę komfortu i dobrego samopoczucia użytkowników tych obiektów. Rozwój zasobu budynków historycznych na przestrzeni lat skutkuje szerokim wachlarzem wykorzystywanych technik i materiałów budowlanych, a co za tym idzie, dużymi różnicami w ocenie ich wartości oraz zabytkowej rangi. Oznacza to, że renowację każdego budynku należy dokładnie przemyśleć, a rozwiązania zaprojektować indywidualnie, co wiąże się z wyższymi kosztami i dłuższym procesem planowania. Jak dotąd skutkowało to niskim wskaźnikiem renowacji budynków





What is FuturHist?

We research and test energy-efficient retrofit interventions tailored to historic building typologies.

We implement these solutions in real-life demonstration cases in Poland, Spain, Sweden and the UK.

We focus on innovative solutions such as bio-based materials, internal insulation systems, window retrofits, HVAC, and RES integration.

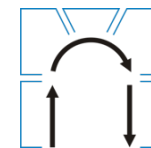
Table of Contents

- [Drawing the baseline – what is essential to improve the planning process of energy retrofit of historic buildings?](#)
- [Passive solutions for energy efficient historic buildings](#)
- [Active systems for a clean energy transition](#)
- [Development of an integrated planning toolkit](#)
- [Demonstration](#)

” We need a streamlined approach that facilitates the planning process to increase the renovation rate of historic buildings. Most previous attempts needed more demonstration in real cases and have remained a theoretical exercise. From a few grams of material tested in the laboratory to several kilos to be applied in the FuturHist demo cases, solutions will be developed to make a substantial change in practice.



Daniel Herrera
Researcher, architect
Eurac Research



Edukacja | Partycypacja

Mitygacja zmian klimatu w budynkach zabytkowych

Dwuletni projekt był realizowany przez Fundację Sendzimira we współpracy z [Croatia Green Building Council](#) od września 2020 r. do września 2022 r. Dotyczył praktycznych aspektów zrównoważonej renowacji i termomodernizacji budynków historycznych i zabytkowych. Projekt otrzymał dofinansowanie w ramach [Europejskiej Inicjatywy Klimatycznej](#) (EUKI).

Cele projektu

- Budowanie świadomości na temat przyjaznych dla klimatu metod i sposobów prowadzenia działań renowacyjnych w budynkach historycznych i zabytkowych.
- Dostarczanie fachowej wiedzy i praktycznych umiejętności wspierających działania prowadzące do zwiększania efektywności energetycznej budynków historycznych w Polsce i Chorwacji.
- Wzmocnienie współpracy, transferu wiedzy i wymiany doświadczeń pomiędzy podmiotami samorządowymi i innymi interesariuszami w polskich i chorwackich miastach.

Wydarzenia



Social Impact Lab

Działanie realizowane we współpracy ze Szkołą Biznesu Politechniki Warszawskiej w ramach pierwszej edycji zajęć Social Impact Lab (2020-2021).

Rewaloryzacja i modernizacja budynków historycznych w dobie kryzysu klimatycznego





 UDOSTĘPNIJ


 PDF

Zapraszamy do przeczytania naszej najnowszej publikacji pod redakcją **Tomasza Jeleńskiego!** Przyjmujemy zamówienia **na bezpłatny egzemplarz**, do wyczerpania nakładu. Poradnik zawiera praktyczne wskazówki dotyczące rozwiązań, które w zakresie doboru technologii i materiałów można wdrożyć w poszczególnych elementach budynku, by zminimalizować jego wpływ na środowisko.

Jego integralnym elementem są wkładki zawierające algorytmy optymalnego zakresu renowacji energetycznej (patrz: rozdział 6). Narzędzie opracowane przez Tomasza Jeleńskiego ma na celu eliminację błędów, które są często popełniane przy renowacji i termomodernizacji budynków oraz wskazywać optymalne rozwiązania, przy uwzględnieniu specyficznych czynników i indywidualnych uwarunkowań budynku. Algorytmy dostępne są także w **wersji elektronicznej**.

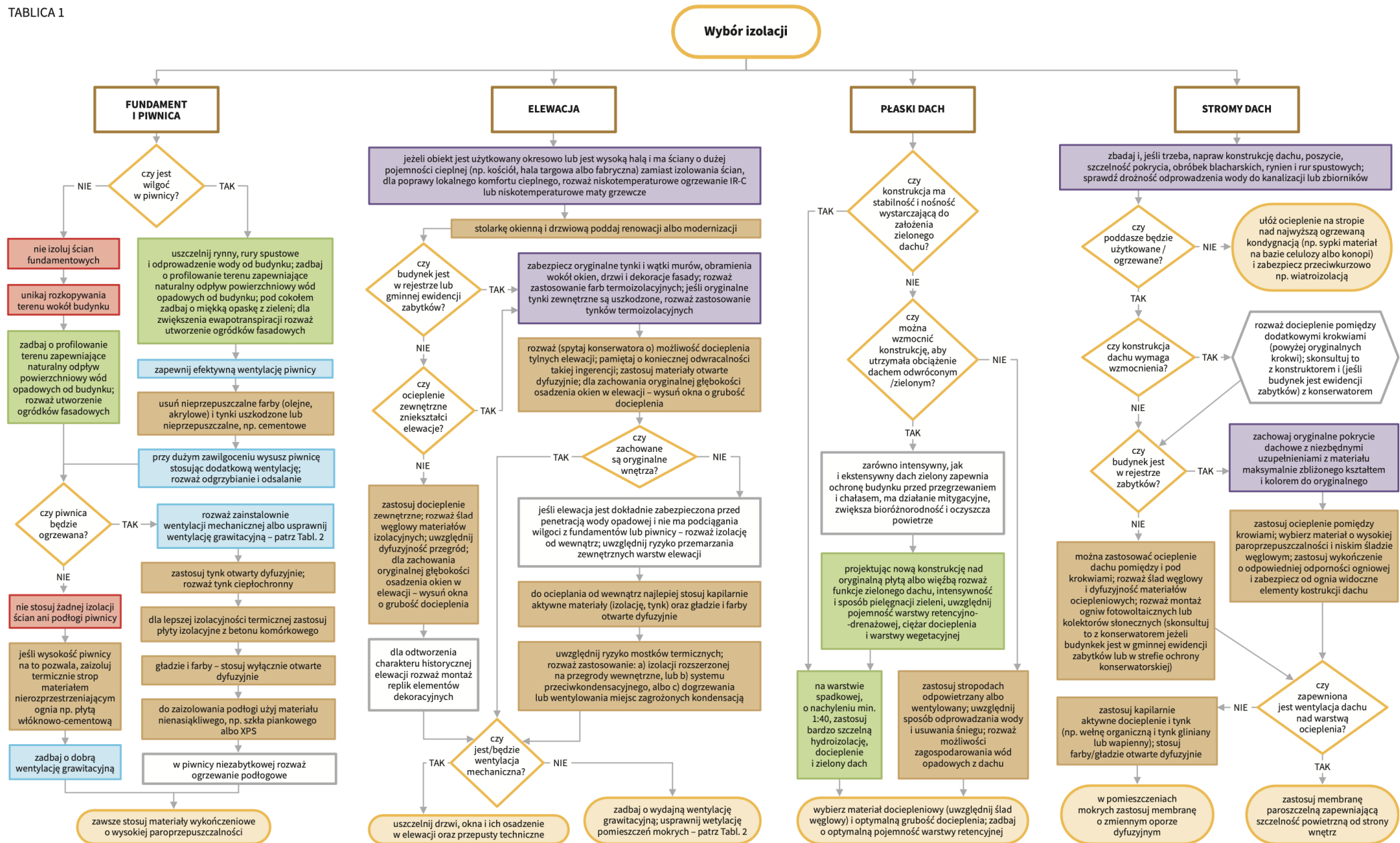
Poradnik jest rezultatem dwuletniego projektu *Mitygacja zmian klimatu w budynkach zabytkowych*, który realizujemy we współpracy z Croatia Green Building Council od września 2020 r.

Kto jest autorem poradnika?

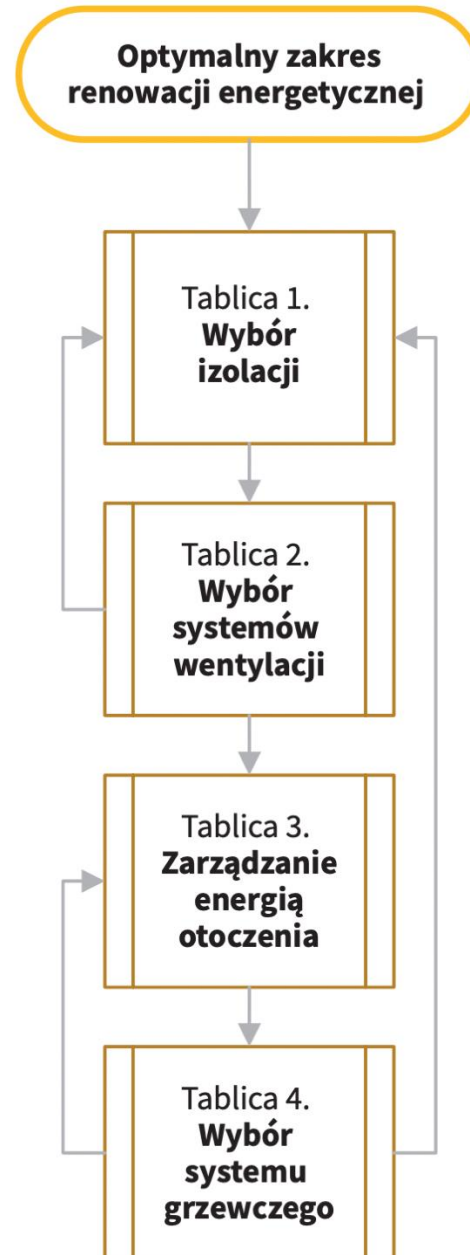
Publikacja *Rewaloryzacja i modernizacja budynków historycznych w dobie kryzysu klimatycznego* pod redakcją dr. arch. Tomasza Jeleńskiego zawiera teksty następujących autorów:

Algorytmy optymalnego zakresu renowacji energetycznej

TABLICA 1



Algorytmy optymalnego zakresu renowacji energetycznej



Algorytmy optymalnego zakresu renowacji energetycznej



Mitygacja zmian klimatu
w budynkach zabytkowych

FUNDACJA
SENDZIMIRA

CO TO JEST ALGORYTM ?

- Sposób postępowania prowadzący do rozwiązania problemu.
- Skończony ciąg jasno zdefiniowanych czynności koniecznych do wykonania pewnego rodzaju zadań

Zadaniem algorytmu jest **przeprowadzenie systemu z pewnego stanu początkowego do pożądanego stanu końcowego przy pomocy odpowiednio dobranych procedur.**

W algorytmach często występują instrukcje, których wykonanie uzależnione jest od spełnienia pewnego warunku (algorytm warunkowy) lub spełnienie pewnego warunku powoduje wykonanie jednej instrukcji, a niespełnienie – innej instrukcji (algorytm rozgałęziony).


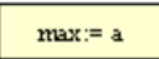
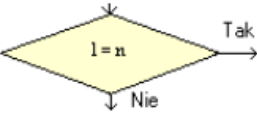
Algorytmy optymalnego zakresu renowacji energetycznej



Mitygacja zmian klimatu
w budynkach zabytkowych

FUNDACJA
SENDZIMIRA

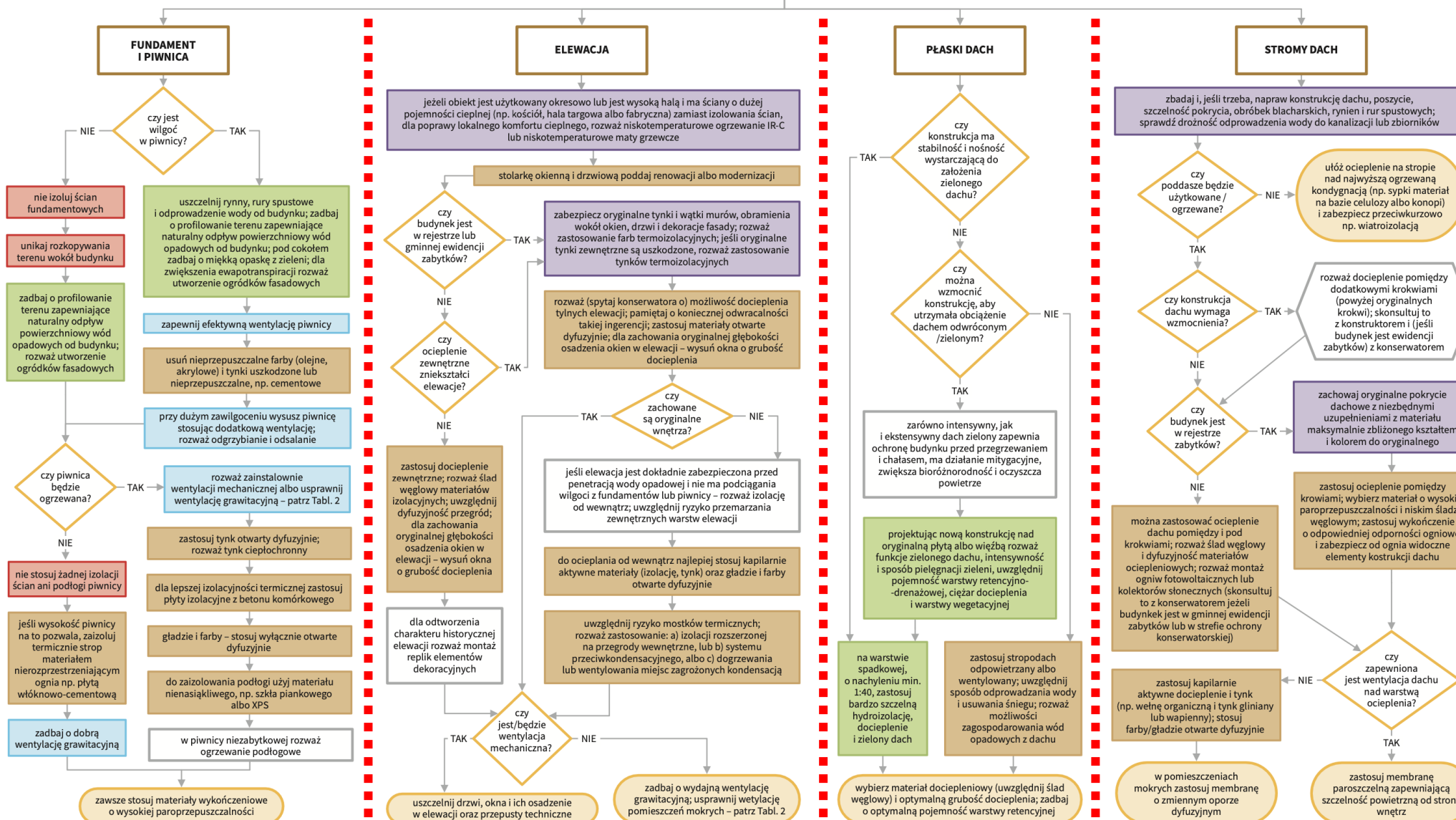
SCHEMAT BLOKOWY

Symbol graficzny	Nazwa bloku	Funkcja
	Blok graniczny	Początek algorytmu lub koniec
		
	Blok operacyjny	Wykonywanie różnych działań, np. działanie sumowania
	Blok warunkowy	Sprawdzanie warunku, np. czy $N > 0$

Algorytmy optymalnego zakresu renowacji energetycznej

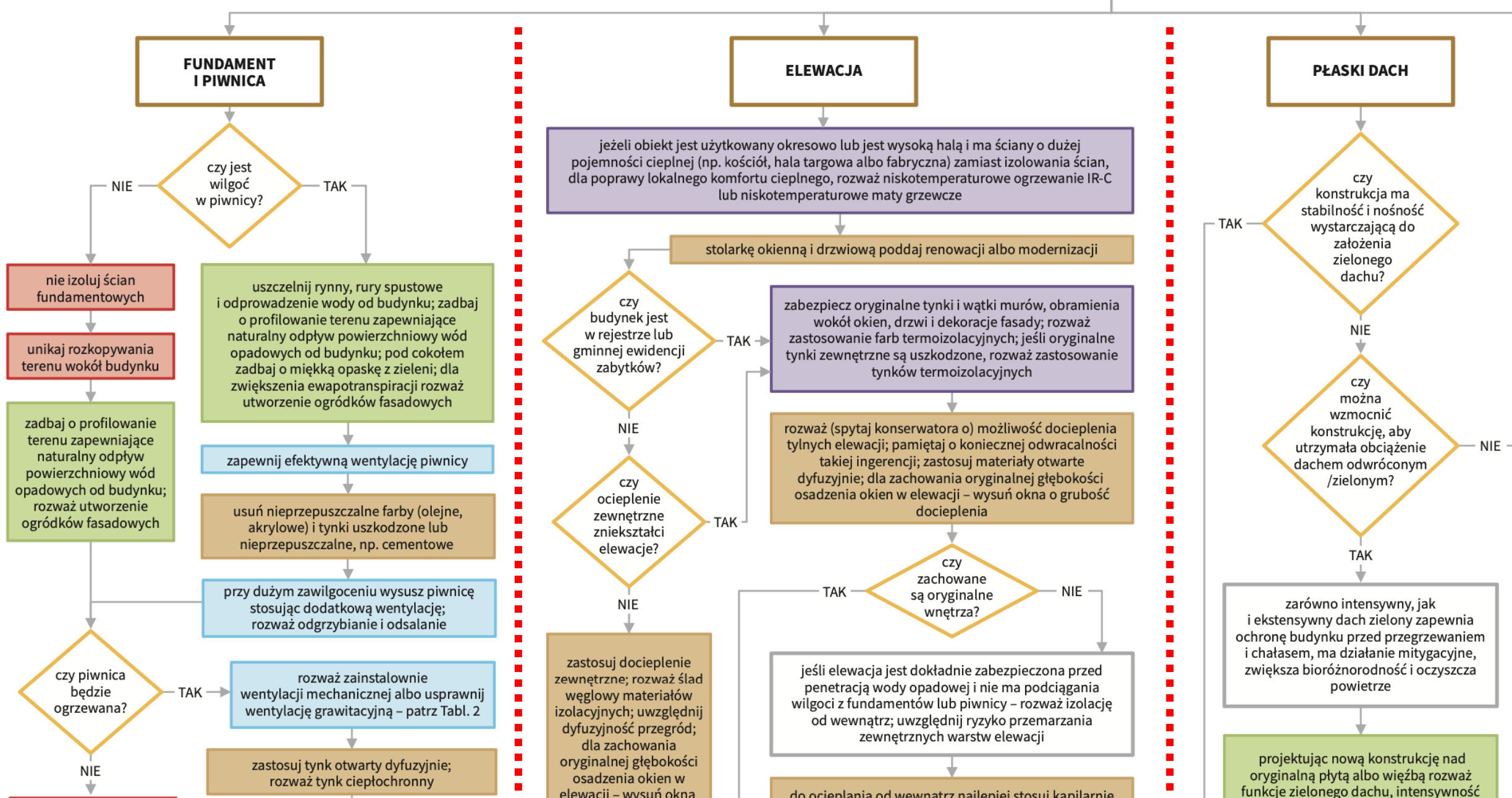
TABLICA 1

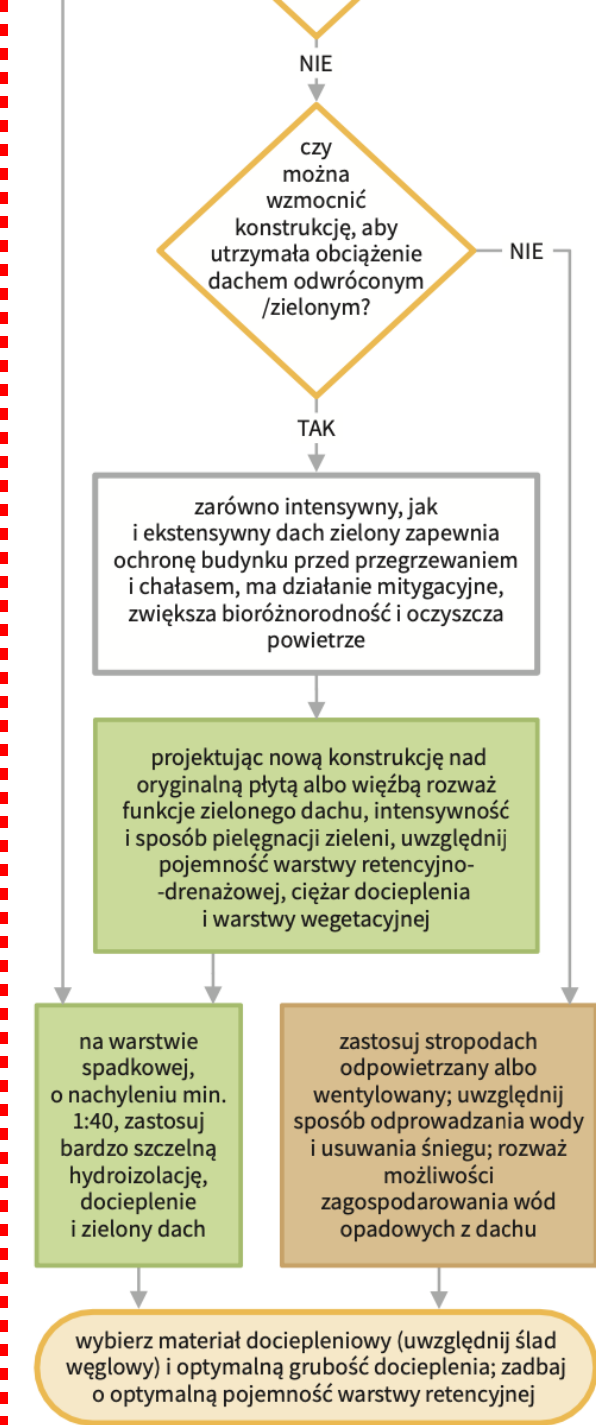
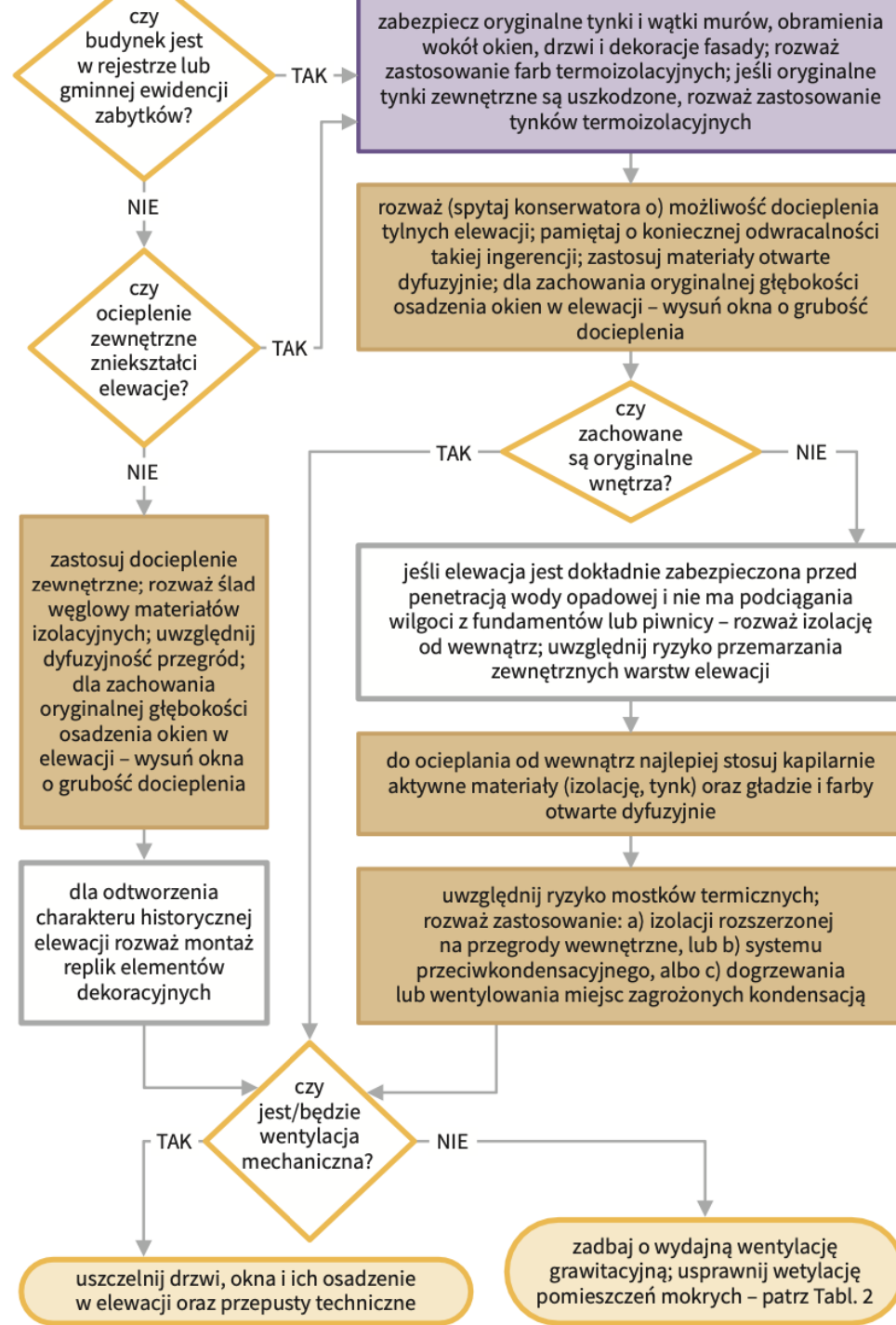
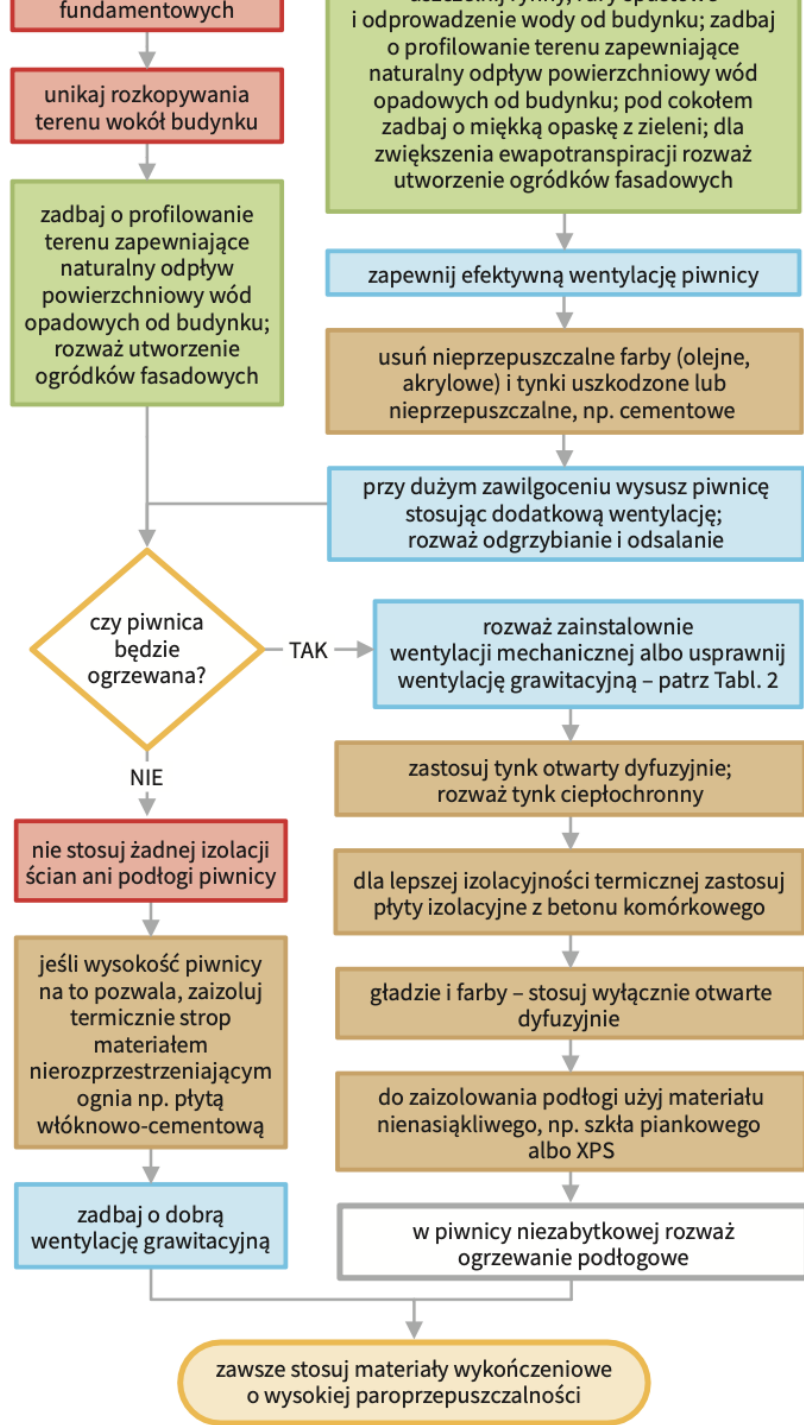
Wybór izolacji



TABLICA 1

Wybór izolacji





Wybór izolacji

ELEWACJA

jeżeli obiekt jest użytkowany okresowo lub jest wysoką halą i ma ściany o dużej pojemności cieplnej (np. kościół, hala targowa albo fabryczna) zamiast izolowania ścian, dla poprawy lokalnego komfortu cieplnego, rozważ niskotemperaturowe ogrzewanie IR-C lub niskotemperaturowe maty grzewcze

stolarzkę okienną i drzwiową poddaj renowacji albo modernizacji

czy budynek jest w rejestrze lub gminnej ewidencji zabytków?

TAK

zabezpiecz oryginalne tynki i wątki murów, obramienia wokół okien, drzwi i dekoracje fasady; rozważ zastosowanie farb termoizolacyjnych; jeśli oryginalne tynki zewnętrzne są uszkodzone, rozważ zastosowanie tynków termoizolacyjnych

NIE

czy ocieplenie zewnętrzne zniekształci elewację?

TAK

rozważ (spytaj konserwatora o) możliwość docieplenia tylnych elewacji; pamiętaj o koniecznej odwracalności takiej ingerencji; zastosuj materiały otwarte dyfuzyjnie; dla zachowania oryginalnej głębokości osadzenia okien w elewacji – wysuń okna o grubość docieplenia

NIE

zastosuj docieplenie zewnętrzne; rozważ ślad węglowy materiałów izolacyjnych; uwzględnij dyfuzyjność przegród; dla zachowania oryginalnej głębokości osadzenia okien w elewacji – wysuń okna

TAK

czy zachowane są oryginalne wnętrza?

NIE

jeśli elewacja jest dokładnie zabezpieczona przed penetracją wody opadowej i nie ma podciągania wilgoci z fundamentów lub piwnicy – rozważ izolację od wewnątrz; uwzględnij ryzyko przemarzania zewnętrznych warstw elewacji

do ocieplania od wewnątrz najlepiej stosuj kapilarnie

PŁASKI DACH

czy konstrukcja ma stabilność i nośność wystarczającą do założenia zielonego dachu?

TAK

NIE

czy można wzmocnić konstrukcję, aby utrzymała obciążenie dachem odwróconym /zielonym?

NIE

TAK

zarówno intensywny, jak i ekstensywny dach zielony zapewnia ochronę budynku przed przegrzewaniem i chałasem, ma działanie mitygacyjne, zwiększa bioróżnorodność i oczyszcza powietrze

projektując nową konstrukcję nad oryginalną płytą albo więźbą rozważ funkcje zielonego dachu, intensywność

STROMY DACH

zbadaj i, jeśli trzeba, napraw konstrukcję dachu, poszycie, szczelność pokrycia, obróbek blacharskich, rynien i rur spustowych; sprawdź drożność odprowadzenia wody do kanalizacji lub zbiorników

czy poddasze będzie użytkowane /ogrzewane?

NIE

ułóż ocieplenie na stropie nad najwyższą ogrzewaną kondygnacją (np. syпки materiałów na bazie celulozy albo konopi) i zabezpiecz przeciwkurdzowo np. wiatroizolacją

TAK

czy konstrukcja dachu wymaga wzmocnienia?

TAK

rozważ docieplenie pomiędzy dodatkowymi krokiewiami (powyżej oryginalnych krokwi); skonsultuj to z konstruktorem i (jeśli budynek jest w ewidencji zabytków) z konserwatorem

NIE

czy budynek jest w rejestrze zabytków?

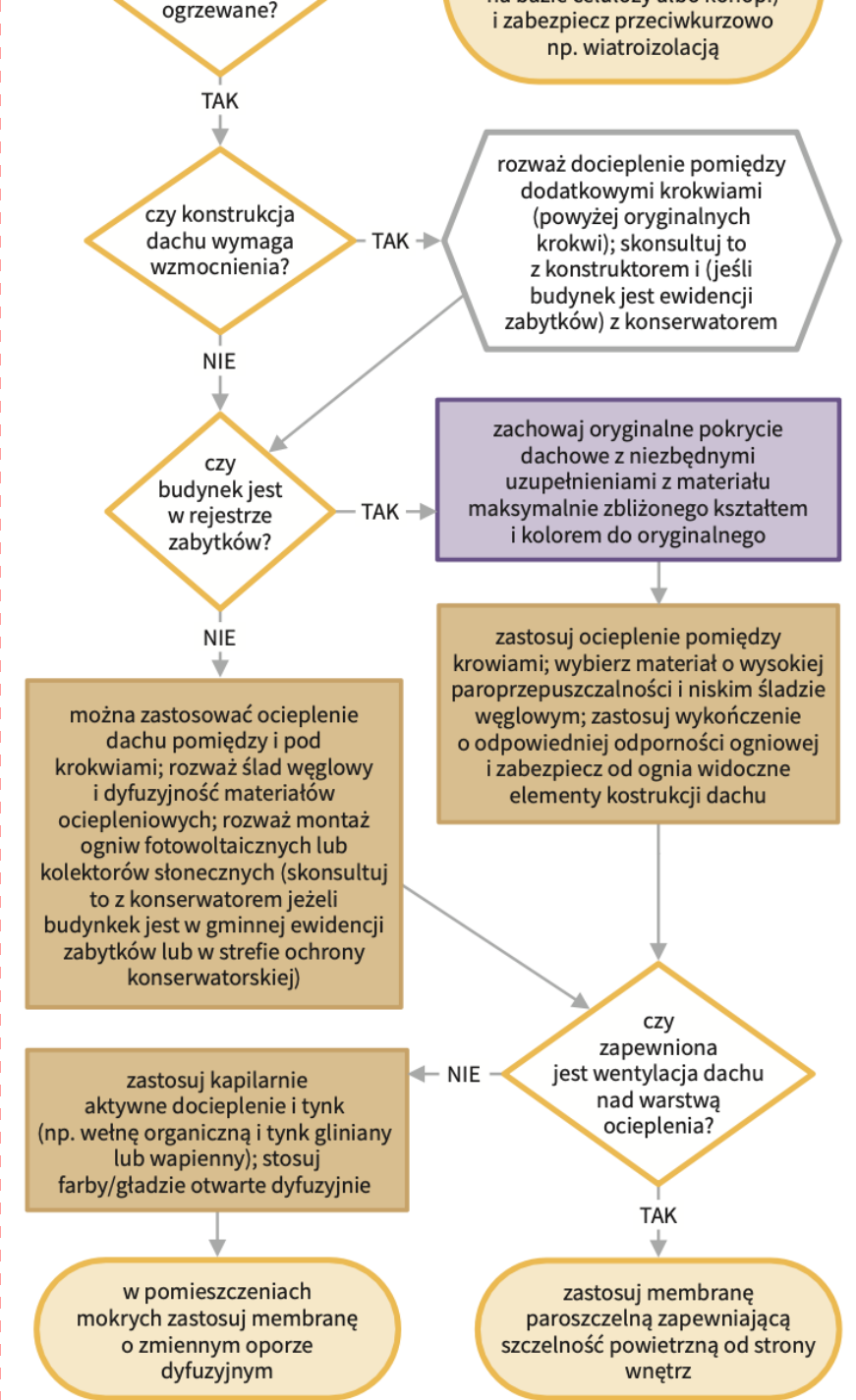
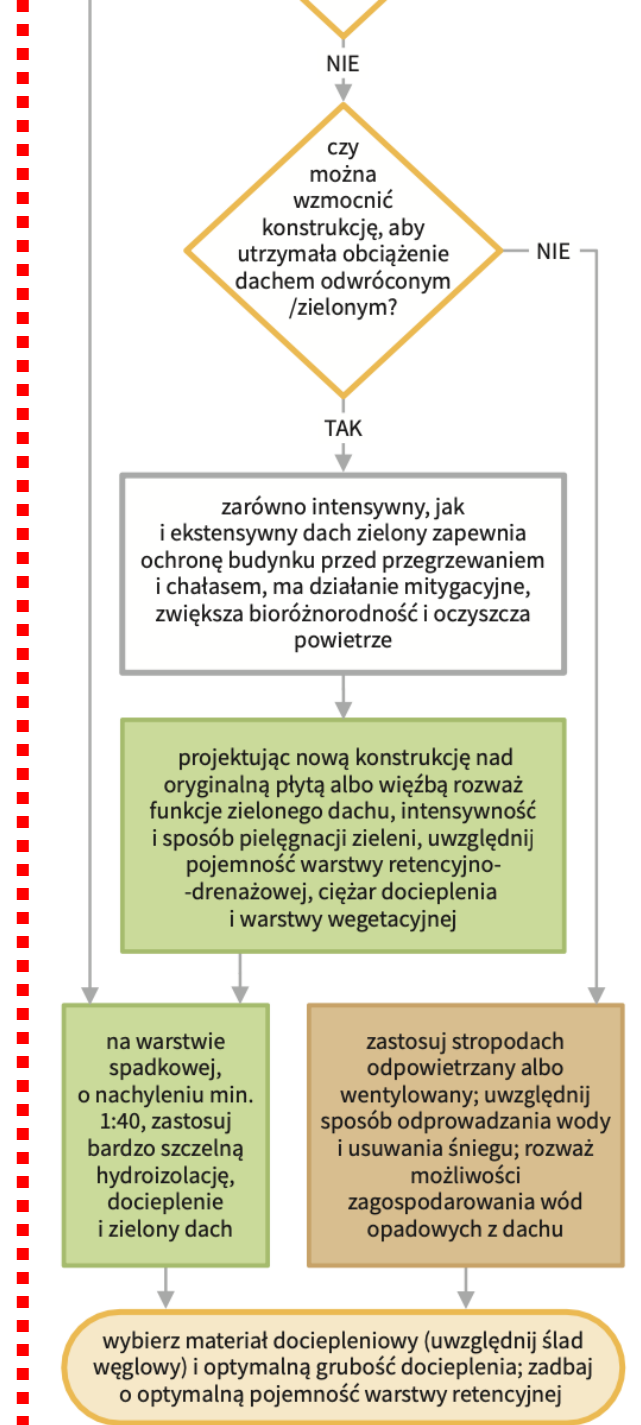
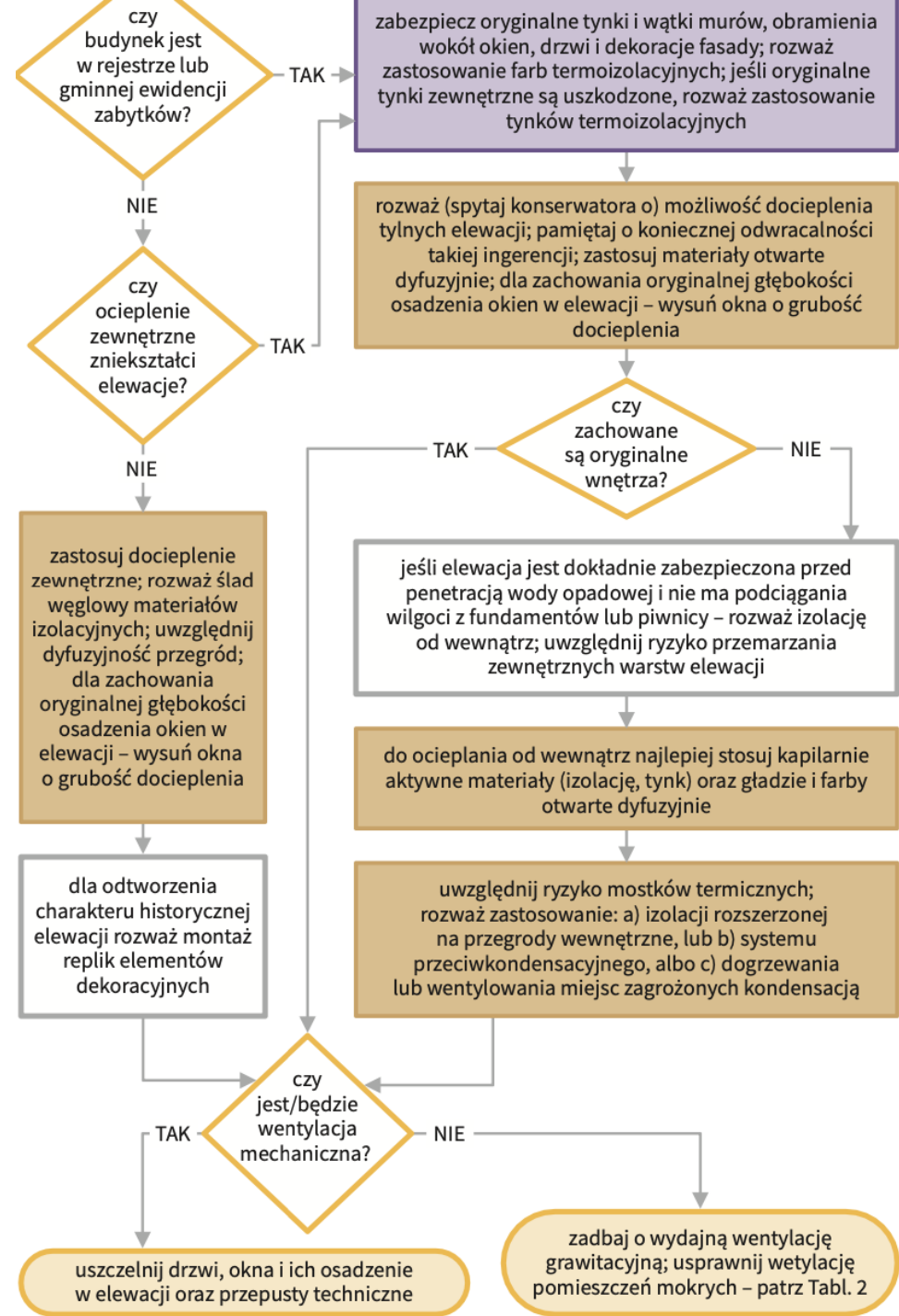
TAK

zachowaj oryginalne pokrycie dachowe z niezbędnymi uzupełnieniami z materiału maksymalnie zbliżonego kształtem i kolorem do oryginalnego

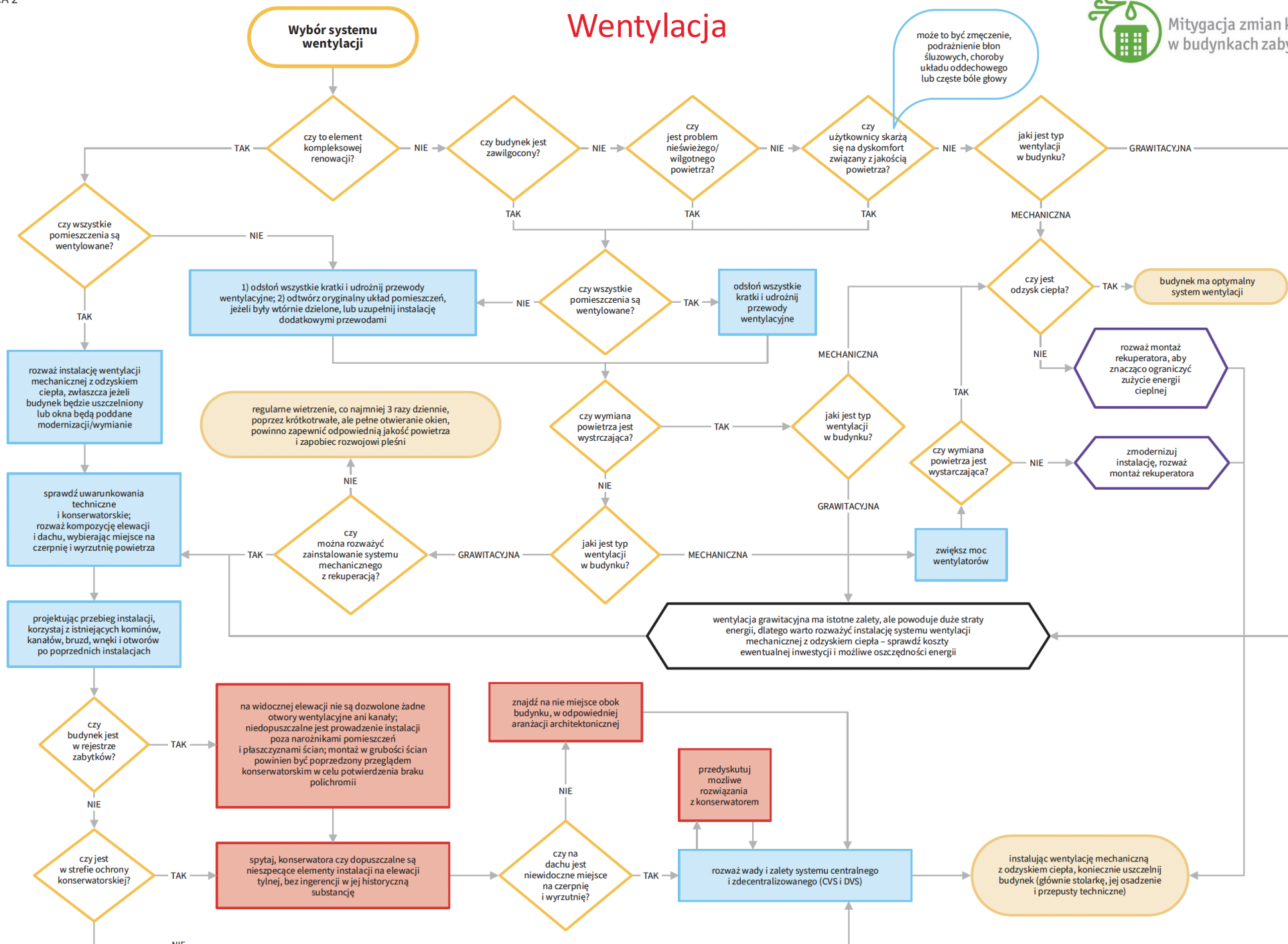
NIE

można zastosować ocieplenie dachu pomiędzy i pod krokiewiami; rozważ ślad węglowy i dyfuzyjność materiałów

zastosuj ocieplenie pomiędzy krokiewiami; wybierz materiał o wysokiej paroprzepuszczalności i niskim śladzie węglowym; zastosuj wykończenie o odpowiedniej odporności ogniowej i zabezpiecz od ognia widoczne elementy konstrukcji dachu



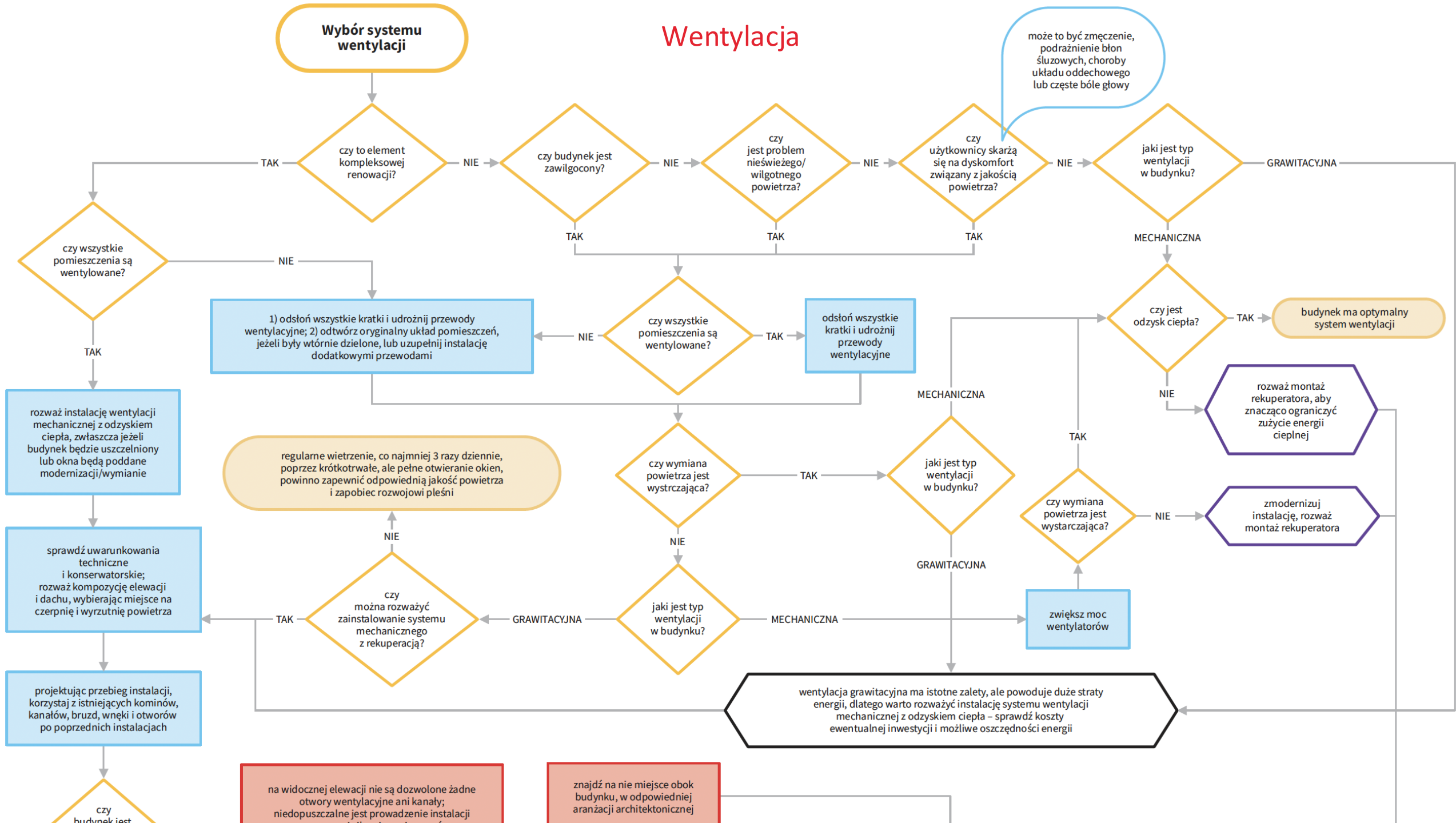
Wentylacja

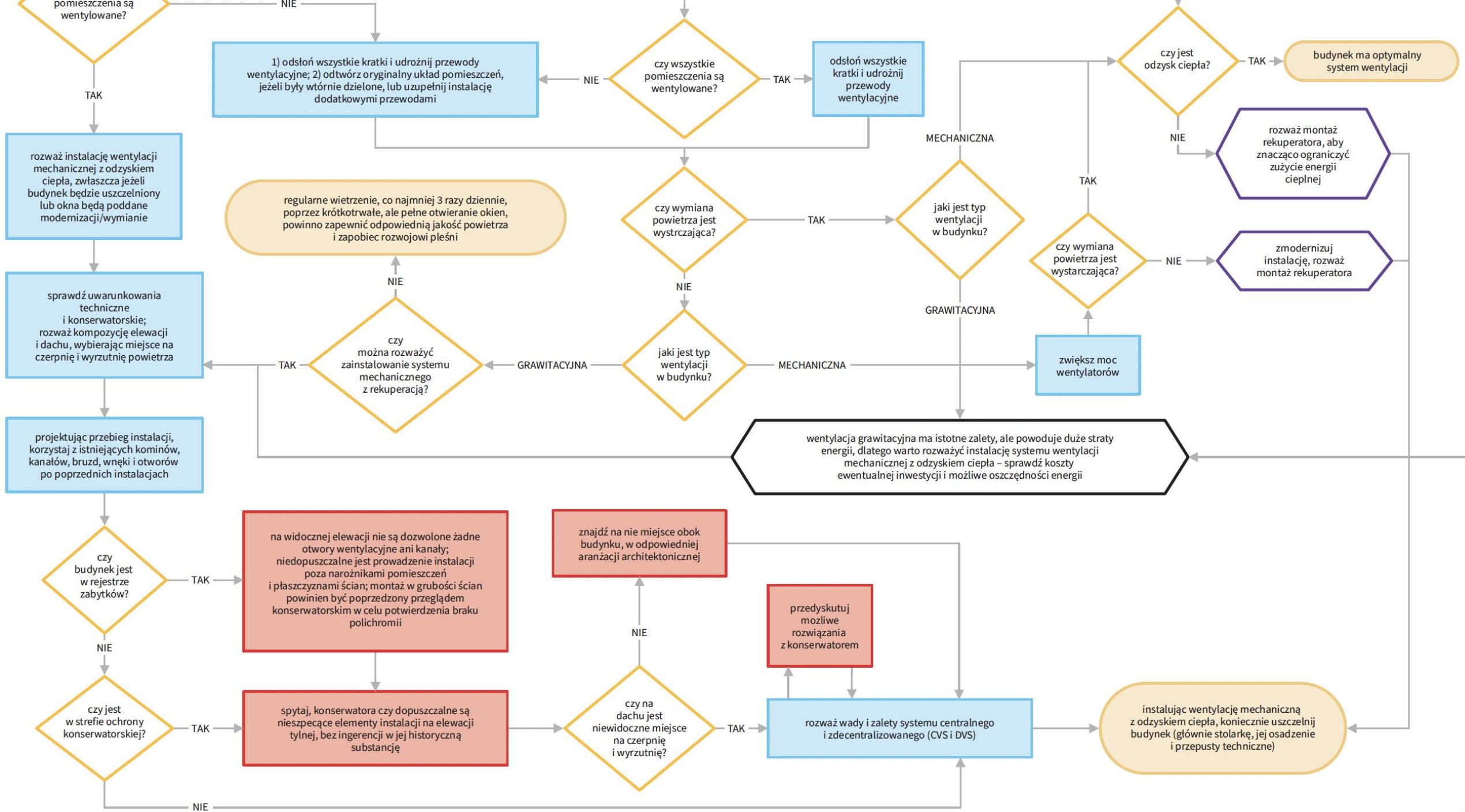


Wentylacja

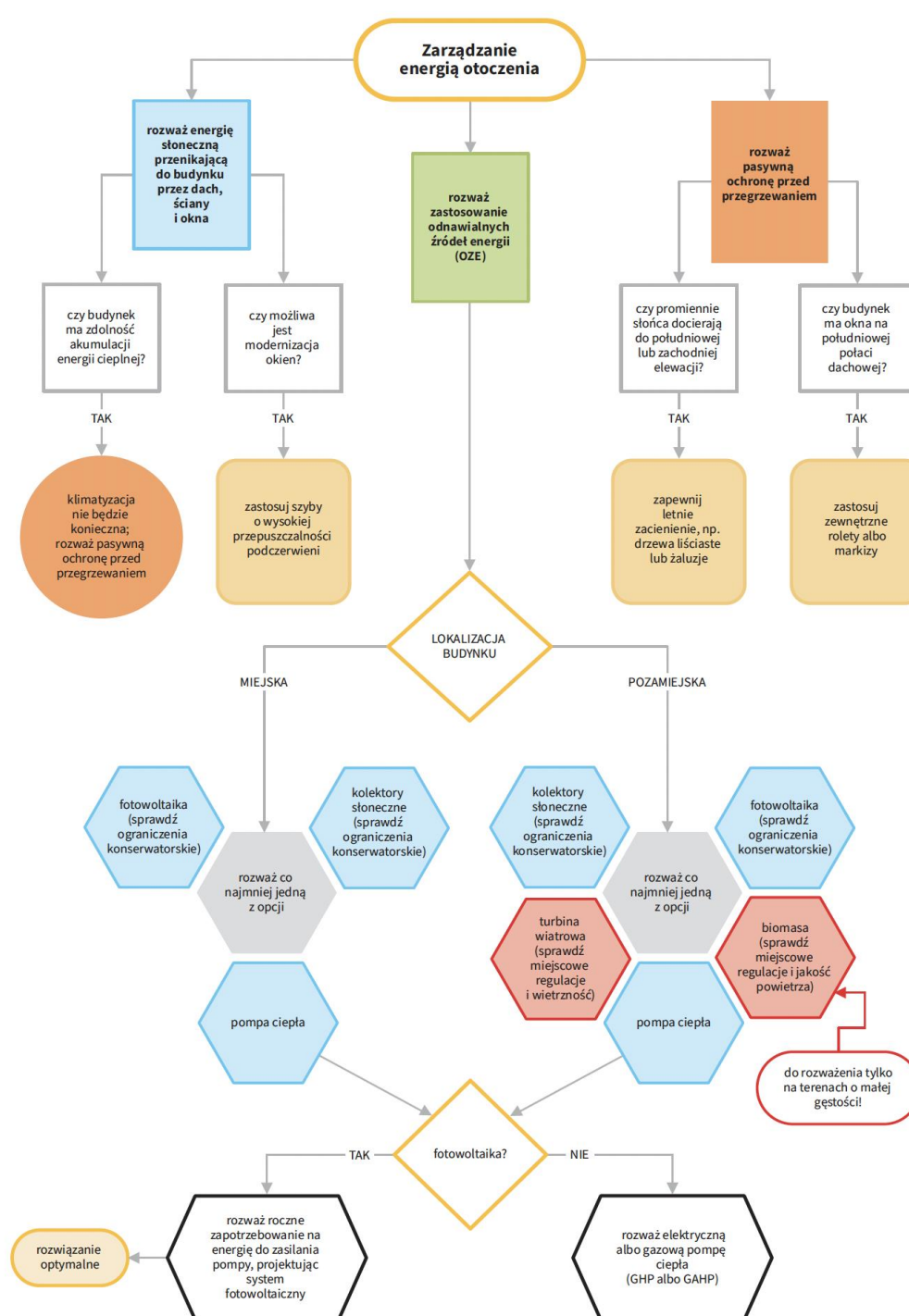
Wybór systemu wentylacji

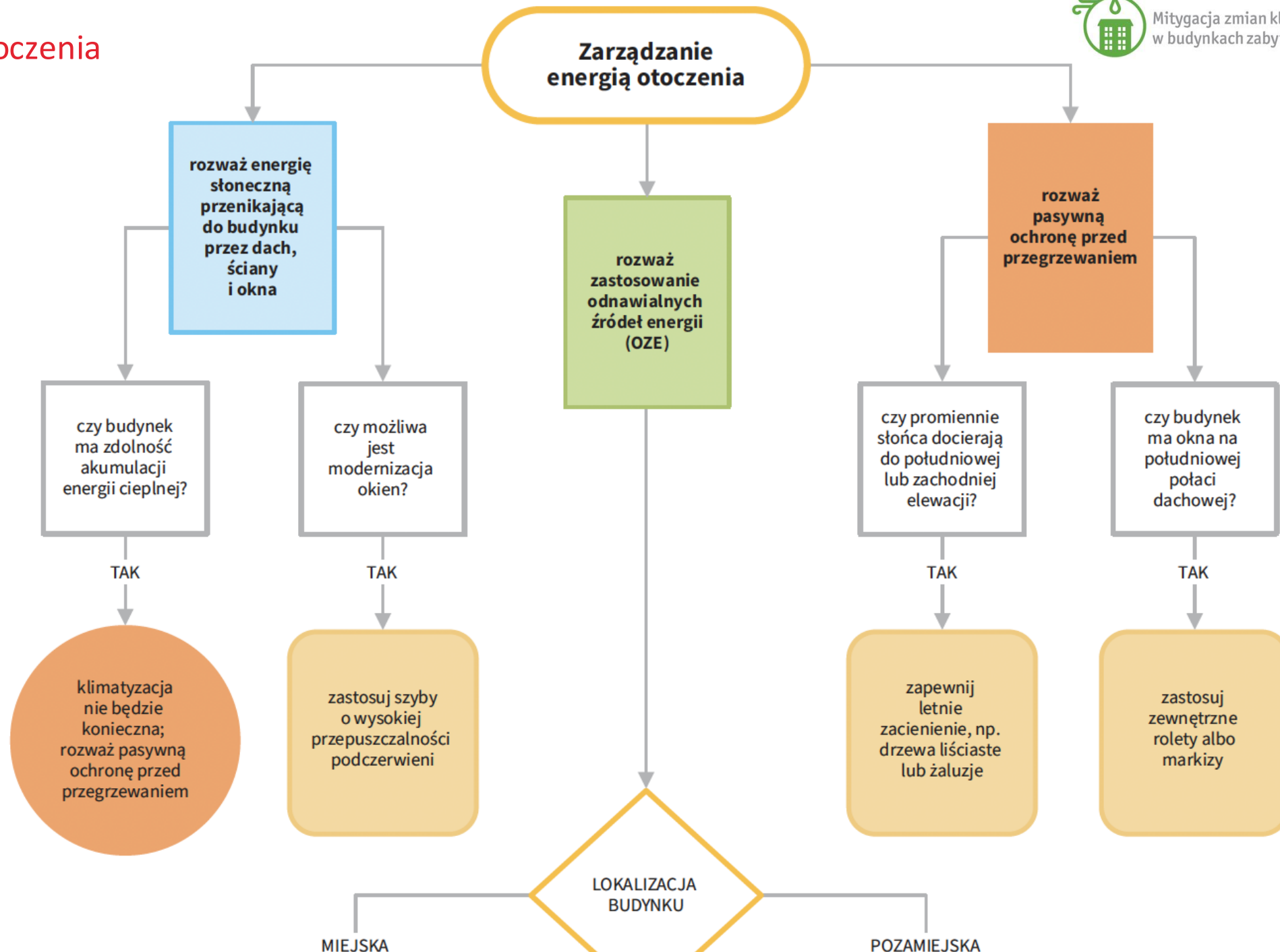
może to być zmęczenie, podrażnienie błon śluzowych, choroby układu oddechowego lub częste bóle głowy



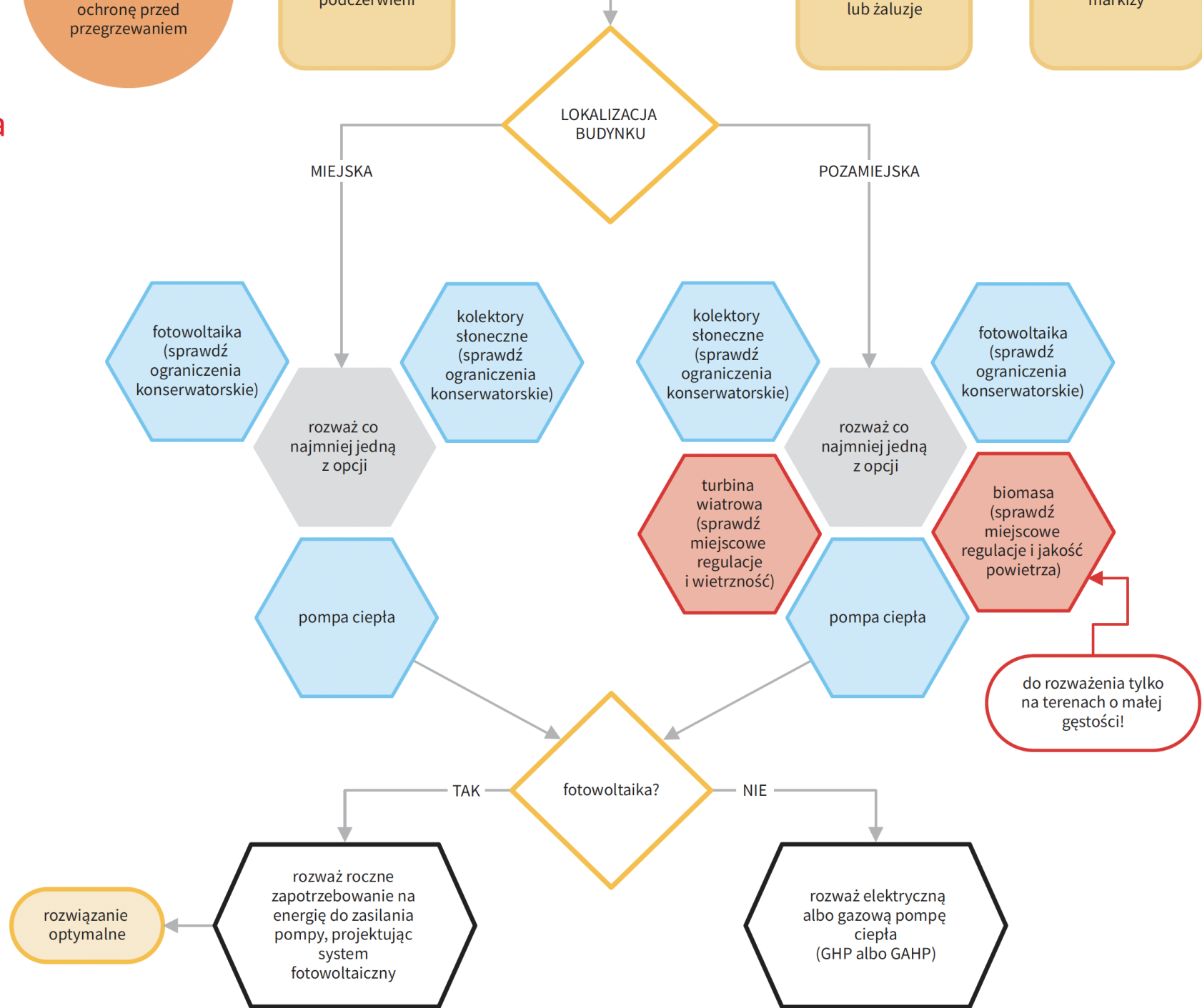


Energia otoczenia





Energia otoczenia



Ogrzewanie

