



Koncepcja budynku neutralnego dla klimatu w formie opracowania pn. „SZKOŁA NEUTRALNA DLA KLIMATU”





Tytuł: Koncepcja budynku neutralnego dla klimatu w formie opracowania pn. „SZKOŁA NEUTRALNA DLA KLIMATU”

Autorzy: Małgorzata Fedorczyk-Cisak. Politechnika Krakowska (nadzór i koordynacja merytoryczna nad całością opracowania); Beata Sadowska. Politechnika Białostocka (obliczenia i analizy energetyczne); Paweł Kwasnowski. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie (automatyka budynkowa); Żaneta Cebula. Politechnika Krakowska (zagospodarowanie architektury błękitno-zielonej); Przemysław Markiewicz-Zachorski. Politechnika Krakowska (rozwiązania architektoniczne, propozycja działań termomodernizacyjnych); Jerzy Żurawski (konsultacje eksperckie); Katarzyna Nowak; Tomasz Kisilewicz. Politechnika Krakowska (konsultacje w zakresie fizyki budowli); Arkadiusz Węglarz (KAPE), Bartosz Żymańczyk, Radosław Andrulowicz (obliczenia śladu węglowego wbudowanego).

Zamawiający: Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego

Projekt: LIFE-IP EKOMALOPOLSKA / LIFE19 IPC/PL/000005 realizowany przy dofinansowaniu z programu LIFE Unii Europejskiej oraz z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

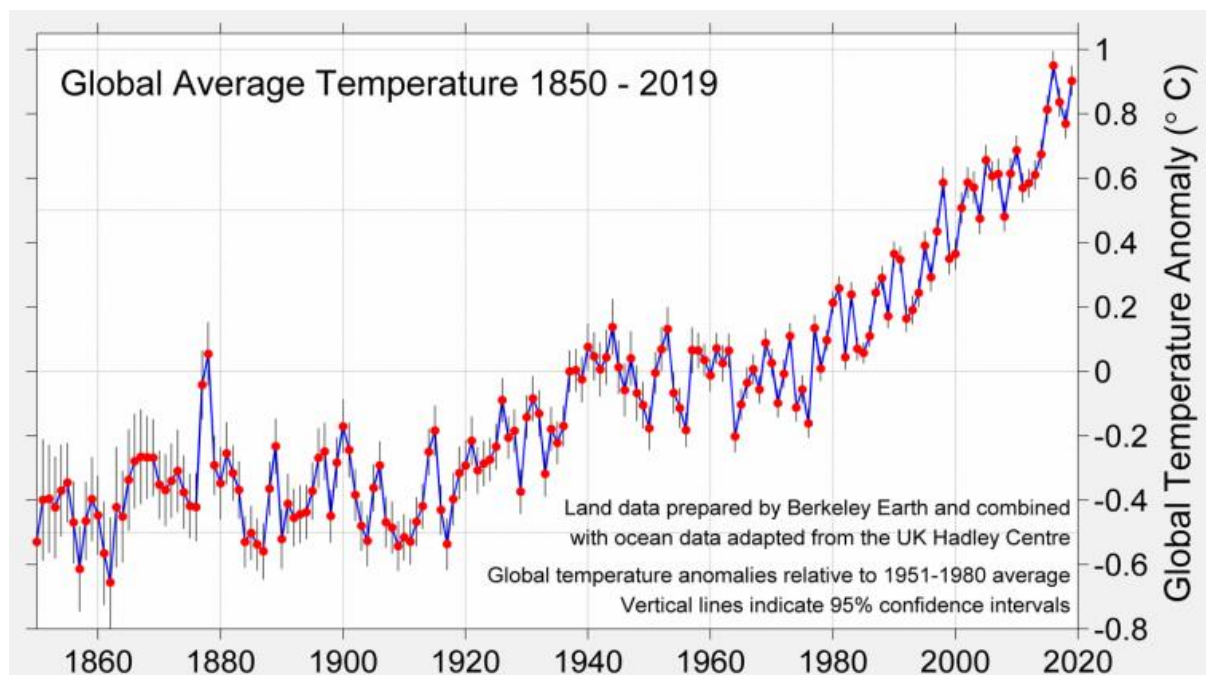
Kontakt: klimat@umwm.malopolska.pl

Dokument powstał jako realizacja działania C5 projektu LIFE-IP EKOMALOPOLSKA „Wdrażanie Regionalnego Planu Działań dla Klimatu i Energii dla województwa małopolskiego” (LIFE-IP EKOMALOPOLSKA/LIFE19 IPC/PL/000005) dofinansowanego ze środków programu LIFE Unii Europejskiej oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Powyższe opracowanie przedstawia wyłącznie poglądy autorów, a Komisja Europejska i Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej nie ponoszą odpowiedzialności za żadne ewentualne wykorzystanie zawartych w nim informacji.

Wstęp

Dokument dotyczy opracowania koncepcji szkoły neutralnej dla klimatu. Szkoła w Polsce często jawi się, jako skostniała instytucja, która pozostaje obojętna na zmiany otaczającego świata. Odbieramy ją przez pryzmat ponurych tysiąclatek, niewygodnych ławek, zbyt ciężkich tornistrów. Nie zauważamy, że obok nas wre „praca u podstaw”. Wprowadzając nowoczesne rozwiązania do projektowanych szkół, kierujemy je na drogę ku przyszłości „Szkoły neutralnej dla klimatu”. Koncepcję przeprowadzono dla budynku reprezentującego szeroką grupę budynków podobnych: jest to typowa szkoła „tysiąclatka”, reprezentująca grupę 1423 szkół wybudowanych w Polsce. **Neutralność klimatyczna to pojęcie określające równowagę (zerowy bilans) między emitowanymi gazami cieplarnianymi, a ich składowaniem lub pochłanianiem przez zbiorniki wodne, lasy czy gleby. Osiągnięcie neutralności klimatycznej to jedno z największych wyzwań związanych z ochroną klimatu.**

Opracowanie koncepcji szkoły neutralnej dla klimatu doskonale wpisuje się w obecną politykę działań krajów Europejskich, której priorytetem jest dążenie do neutralności klimatycznej. Są to międzynarodowe zobowiązania, wynikające z gwałtownych zmian klimatu, które przekładają się na zniszczenia i katastrofy klimatyczne naszej planety. Susze, powodzie, pożary to właśnie to zagraża ludziom w obecnych czasach, jeśli nie podejmiemy odpowiednich działań. Rysunek 1 pokazuje wzrost temperatury od 1860 roku.



Rys 1. Globalna średnia temperatura na Ziemi od 1850 roku¹.

Równocześnie wyczerpują się nasze zasoby naturalne paliw kopalnych takie jak węgiel, gaz i ropa naftowa. Musimy podejmować działania oszczędzania energii i innych dóbr naturalnych. **Biorąc pod uwagę bardzo dużą ilość budynków w Polsce, które nie są**

¹ źródło <https://klimaziemi.pl>

modernizowane i generują duże straty energii, trzeba wspierać wszelkie działania, które pomogą zmniejszyć energochłonność zasobów budowlanych. Jedną z grup budynków o wysokiej energochłonności są szkoły, w szczególności liczna grupa szkół tzw. „tysiąclatek”. Opracowanie ma na celu odpowiedzieć na pytanie, jakie działania termomodernizacyjne są najbardziej efektywne w przypadku szkół a także czy szkoły „tysiąclatki” mają szansę zostać budynkami neutralnym klimatycznie.

Introduction

This paper concerns the development of the concept of a climate-neutral school. Schools in Poland are often perceived as ossified institutions that are indifferent to changes in the surrounding world. We perceive it through the prism of gloomy thousand-year-old classrooms, uncomfortable desks and overly heavy school bags. We fail to notice that 'grassroots work' is going on next door. By introducing modern solutions into the designed schools, we are setting them on the path towards the future of the 'Climate Neutral School'. The concept was carried out for a building representing a broad group of similar buildings: it is a typical 'thousand-year school', representing a group of 1,423 schools built in Poland. Climate neutrality is the term used to describe the balance (zero balance) between greenhouse gases emitted and their storage or absorption by water bodies, forests or soils. Achieving climate neutrality is one of the biggest climate challenges.

The development of the concept of a climate-neutral school fits perfectly with the current policy of action of European countries, whose priority is to move towards climate neutrality. These are international commitments resulting from rapid climate change, which translates into climate damage and disasters for our planet. Droughts, floods, fires are what threaten people today if we do not take appropriate action. Figure 1 shows the temperature rise since 1860.

At the same time, our natural resources of fossil fuels such as coal, gas and oil are being depleted. We need to take measures to save energy and other natural resources. Given the very large number of buildings in Poland that are not modernised and generate large energy losses, any action that will help reduce the energy intensity of building resources must be supported. One of the groups of buildings with high energy intensity are schools, in particular the numerous group of so-called 'thousand-year schools'. This study aims to answer the question of which thermal modernisation measures are most effective for schools and whether schools "of the thousand" have a chance of becoming climate-neutral buildings.

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie	6
METODOLOGIA OSIĄGNIĘCIA NEUTRALNOŚCI KLIMATYCZNEJ BUDYNKU	7
Budynki o niemal zerowym zużyciu energii (nZEB).	8
Niezbędne działania dla osiągnięcia standardu budynku o zerowym zużyciu energii, neutralnego dla klimatu.	10
STUDIUM PRZYPADKU – SZKOŁA NEUTRALNA DLA KLIMATU	53
Wizja lokalna Szkoły	53
Charakterystyka energetyczna szkoły	58
Obliczenia charakterystyki energetycznej budynku w poszczególnych wariantach modernizacyjnych	63
Bilansowanie neutralności klimatycznej zgodne z opracowaną metodologią	66
Możliwość implementacji wyników dla innych obiektów.	73

Wprowadzenie

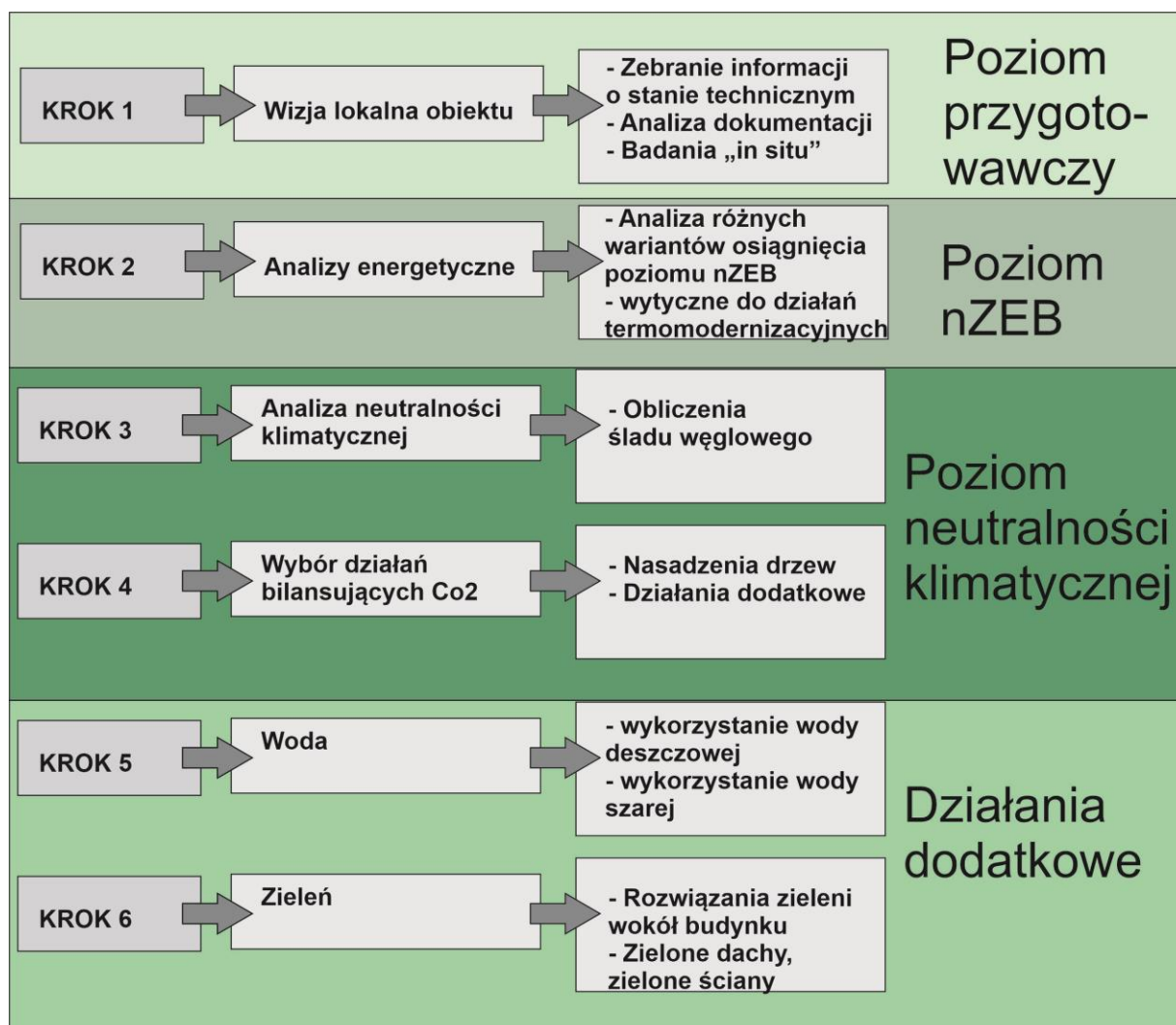
Budynki wznoszone w różnym okresie charakteryzują się różną efektywnością energetyczną. Przepisy ochrony cieplnej budynków a tym samym efektywności energetycznej pojawiły się w Polsce w latach pięćdziesiątych. Wcześniej nikt nie wymagał w sektorze budownictwa oszczędzania energii. Istniejące budynki wymagają głębokiej termomodernizacji. Należy zatem wypracować pewne wzorce termomodernizacji dla dużych grup budynków o podobnych parametrach takich jak geometria czy czas budowy.

Idealnym przykładem są szkoły, szczególnie szkoły tysiąclecia, popularnie nazwane „tysiąclatkami”. Szkoły tysiąclecia wzniesiono w akcji „Budowa Szkół Pomników Tysiąclecia Państwa Polskiego” realizowanej w czasie jubileuszu Tysiąclecia Państwa Polskiego (1966). Lista szkół to 1423 szkoły. Ponieważ wzniesiono je w tym samym czasie są podobne i powtarzalne. Przepisy ochrony cieplnej z tamtych lat nie były szczególnie ostre. Szkoły są nieocieplone i mają okna nieszczelne o niskiej jakości izolacyjności cieplnej. Instalacje technicznego wyposażenia również dają wiele do życzenia. Są niesprawne o niskiej efektywności energetycznej. Jest to grupa, dla której można opracować podobne zasady poprawy efektywności cieplnej. Ciekawym pytaniem jest, czy takie szkoły mogą osiągnąć poziom budynku o niemal zerowym zużyciu energii? Czy ta grupa ma szansę osiągnąć neutralność klimatyczną? To postarają się wykazać autorzy opracowania.

Pod hasłem „szkoła neutralna dla klimatu” określamy szkołę, w której przeprowadzono działania kompleksowej termomodernizacji a następnie zbilansowano emisję szkodliwych gazów cieplarnianych poprzez nasadzenia drzew i innych form zieleni, które doskonale rekompensują emisję szkodliwych gazów do atmosfery.

METODOLOGIA OSIĄGNIĘCIA NEUTRALNOŚCI KLIMATYCZNEJ BUDYNKU

Opracowana metodologia doprowadzenia budynku do neutralności klimatycznej składa się z pięciu kroków. Zaprezentowano je na rysunku 2.



Rys. 2 Metodologia osiągnięcia zeroenergetyczności i zeroemisyjności

W kroku pierwszym należy przeprowadzić wizję stanu technicznego obiektu. W tym celu należy wykorzystać wszystkie możliwe i dostępne działania takie jak odkrywki, badania termowizyjne, badania szczelności. Na tym etapie należy również dokonać szczegółowego przeglądu wszystkich dostępnych projektów i dokumentów technicznych. Tutaj też należy sprawdzić możliwość lokalizacji Odnawialnych Źródeł Energii, w szczególności paneli fotowoltaicznych i pomp ciepła.

W kroku drugim należy wykonać obliczenia energetyczne, które uwzględniają różne warianty. Należy w obliczeniach zakładać stosowanie Odnawialnych Źródeł Energii. **Na podstawie analiz energetycznych możemy stwierdzić dla jakich działań budynek osiągnie standard budynku o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię.**

Te elementy zostały omówione we wcześniejszych rozdziałach.

Krok 3 to analiza neutralności klimatycznej. Pochodzenie gazów cieplarnianych w ramach analiz budowlano – modernizacyjnych można podzielić na dwie kategorie: operacyjne oraz wbudowane w obiekt.

Krok 4 to wybór działań bilansujących obliczony ślad węglowy. W metodyce założono bilansowanie śladu węglowego w okresie 30 lat. Okres taki przyjęto z uwagi na fakt, że kraje Unii Europejskiej zobowiązały się do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 roku, a więc 30 letni okres obliczeń zbiega się z terminem przejścia krajów europejskich w tym Polski na zerową emisję. W metodologii przyjęto bilansowanie emisji CO₂ nasadzeniami nowych drzew i innych form zieleni.

Krok 5 to elementy zrównoważonego rozwoju. W tym kroku proponujemy działania związane z oszczędnością wody takie jak wykorzystanie wody opadowej czy wody szarej.

Krok 6 związany jest z elementami kształtowania zieleni w otoczeniu budynku oraz wykorzystania elementów zielonych podnoszących komfort użytkownika, takich jak dachy zielone, zielone ściany.

Budynki o niemal zerowym zużyciu energii (nZEB)

Wszystkie kraje członkowskie w 2021 roku wprowadziły standard budynków o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię (tzw nZEB z ang. nearly zero Energy Building) od 2021 roku. Aby zrozumieć czym jest standard nZEB potrzeba pewnych wyjaśnień. Wraz z wprowadzeniem standardu nZEB w przepisach pojawił się bardzo ważny parametr energochłonności budynku, **wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej EP [kWh/(m²rok)]**. Aby dokładnie zrozumieć czym jest wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej, na rys. 4 zostały przedstawione zależności pomiędzy wskaźnikami: EP [kWh/(m²rok)] (energia pierwotna), EK [kWh/(m²rok)] (energia końcowa) oraz EU [kWh/(m²rok)] (energia użytkowa).

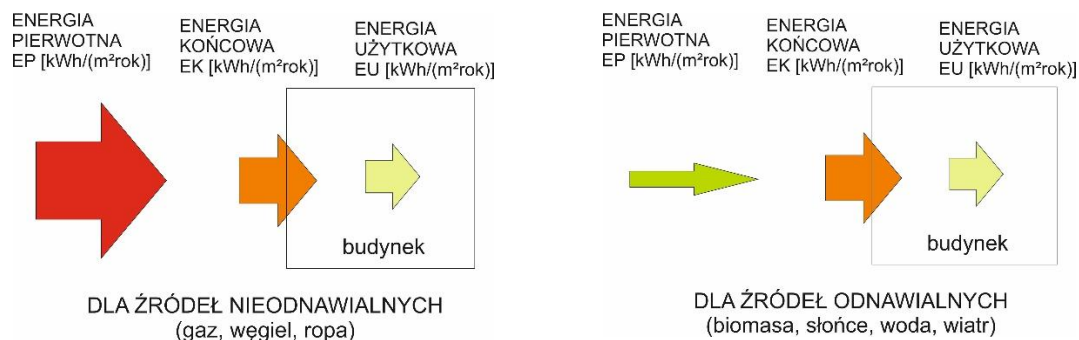
Energia użytkowa, jest to energia jaką należy doprowadzić do pomieszczeń tak aby zapewnić komfort cieplny użytkownikom.

Wskaźnik energii użytkowej (EU) świadczy o jakości konstrukcji budynku. Im mniejsza wartość energii użytkowej, tym mniej ciepła tracimy z budynku.

Energia końcowa (EK), to energia jaką otrzymujemy na tzw. granicy bilansowej budynku. Po prostu jest to energia za którą płacimy. Aby dotarła do pomieszczeń, po drodze są straty energii na wytworzeniu (tutaj zależne od sprawności źródła ciepła), na przesył (zależne od sprawności przesyłu energii). Zatem energia użytkowa zawsze będzie niższa od końcowej. Jeżeli wartość wskaźnika energii końcowej jest niewiele większa od wskaźnika energii użytkowej, znaczy to, że w budynku występuje wysoko sprawny system ogrzewania. W niektórych przypadkach wskaźnik EK może jednak być niższy od zapotrzebowania na energię użytkową (EU). Tak dzieje się w przypadku zastosowania pompy ciepła jako źródła energii.

Energia pierwotna (EP) zależy w największym stopniu od źródeł ciepła, chłodu i energii elektrycznej. Dla źródeł nieodnawialnych, takich jak węgiel, gaz, ropa naftowa, czy też energii

elektrycznej z sieci opartej na źródłach nieodnawialnych jest bardzo wysoka. Energia pierwotna przeliczona dla źródeł odnawialnych jest wartością niską, w wyjątkowych przypadkach równą zero.



Rys. 3. Zależności pomiędzy EU, EK oraz EP.

Te wyjaśnienia są konieczne aby podać zasadę dążenia do poziomym budynków o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię tzw. standard nZEB. Jest to standard, który wszystkie kraje UE wprowadziły w 2021 roku dla budynków nowoprojektowanych oraz poddawanych termomodernizacji. Minimalne wartości tych parametrów, które muszą osiągnąć budynki w Polsce można znaleźć w Warunkach Techniczno-Budowlanych.

Tabela 1 przedstawia, jakie parametry muszą osiągnąć budynki nowe i poddawane termomodernizacji.

Tabela 1. Parametry które muszą spełnić budynki o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię (standard nZEB) od 2021 roku w Polsce.

Budynek:	Współczynnik U [W/m ² K]	Wskaźnik EP [kWh/m ² rok]
nowoprojektowany	obowiązkowo	obowiązkowo
Istniejący, poddany gruntownej termomodernizacji	obowiązkowo	nie wymagany

Co prawda z przedstawionej tabeli wynika, że budynki poddawane termomodernizacji aby osiągnęły standard nZEB powinny mieć jedynie ocieplone przegrody i wymienione okna do parametrów podanych w Warunkach Technicznych, jednak autorzy sprawdzą więcej możliwości poprawy efektywności energetycznej szkoły, zakładając, że również wskaźnik EP powinien osiągnąć poziom standardu budynku o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię.

Niezbędne działania dla osiągnięcia standardu budynku o zerowym zużyciu energii, neutralnego dla klimatu

Poprawę efektywności energetycznej szkoły można osiągnąć różnymi metodami. Najczęściej jest to docieplenie ścian. Najbezpieczniejsze z punktu widzenia problemów wilgotnościowych jest docieplenie ścian z zewnętrznej strony.

Kolejnym sposobem zwiększenia efektywności energetycznej jest wymiana okien na okna o lepszej izolacyjności cieplnej. Obecne przepisy dotyczące izolacyjności cieplnej są bardzo restrykcyjne w przypadku okien. Można stosować jedynie okna trójszybowe, najlepiej z gazami takimi jak argon czy ksenon i powłokami zmniejszającymi straty ciepła.

Również wymiana instalacji czy wprowadzenie automatyki budynkowej przynosi dobre efekty.

Możliwości dążenia do **standardu budynku o niemal zerowym zużyciu energii** opracowano w formie listy definiującej możliwe do wykonania działania. Określono również szacunkowy wpływ danego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego na obniżenie zapotrzebowania energetycznego. Wartość oszczędności jest zależna od aktualnego stanu budynku. Dokładne i rzeczywiste wartości oszczędności jesteśmy ocenić dopiero po przeprowadzeniu indywidualnego audytu energetycznego.

Listę podzielono na pięć pakietów inwestycji:

- 1 Pakiet budynkowy**
- 2 Pakiet instalacyjny**
- 3 Pakiet: źródła ciepła/chłodu i energii elektrycznej**
- 4 Pakiet: badania „in situ”**
- 5 Pakiet: działania dodatkowe**

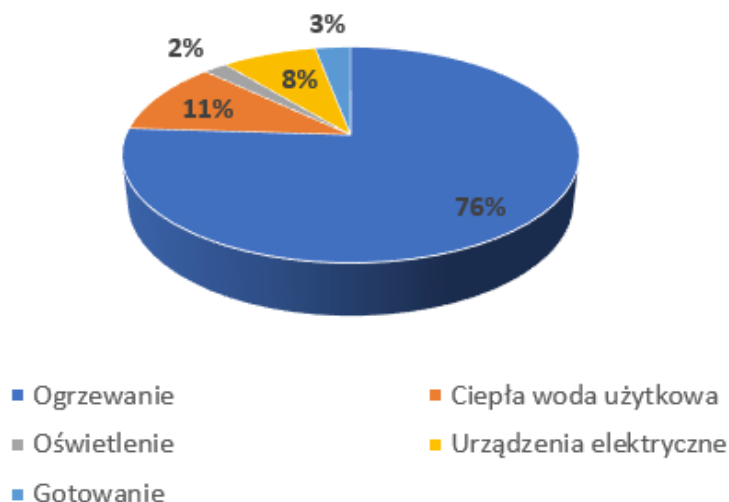
Można to zilustrować jako pakiet połączonych „puzzli”. Puzzle przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Pakiety poprawy efektywności energetycznej budynków.

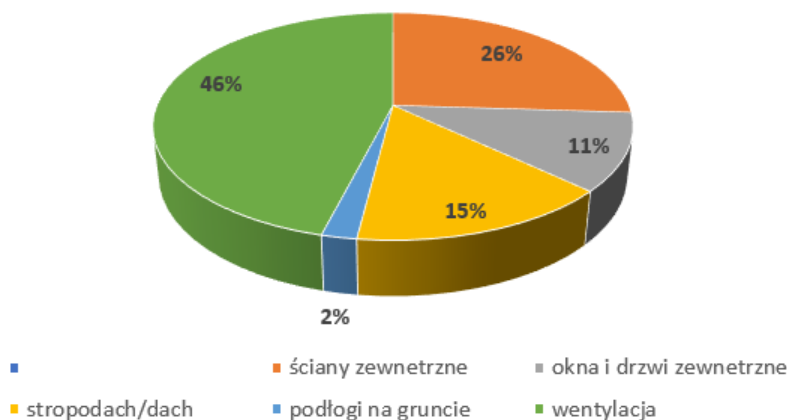
Lista, dla ułatwienia podejmowania działań termomodernizacyjnych, posiada kolumny w których należy określić czy dana inwestycja została już wykonana. Wówczas należy przejść do kolejnej inwestycji na liście. Kolejne inwestycje są opisane w ponumerowanych formularzach. W tabeli 2 dla uporządkowania, przypisano odpowiednie numery formularzy do poszczególnych pakietów (pakiety 1 do 5). Kolejność inwestycji powinna być zgodna z kolejnością pakietów. Najpierw należy wykonać inwestycje obniżające rzeczywiste zużycie energii (EU, EK) a następnie podejmować działania wymiany źródeł ciepła i chłodu

(minimalizacja EP). W przeciwnym wypadku, na przykład wymiana kotła grzewczego w pierwszym kroku a następnie docieplanie ścian czy wymiana okien, będzie skutkowałą przewymiarowaniem systemu grzewczego. Na wykresie 5 przedstawiono przykładowe zużycie energii w budynkach mieszkalnych.



Rys.5 Przykładowe zużycie energii w budynkach mieszkalnych²

Na kolejnym wykresie 6 przedstawiono szacunkowe wartości strat ciepła w budynku. Oczywiście dla każdego budynku są to inne wartości zależne od stopnia izolacyjności elementów budynku, od tego czy budynek posiada wentylację grawitacyjną czy mechaniczną, czy budynek wyposażony jest w system rekuperacji czyli odzysku ciepła z systemu wentylacji, czy budynek wyposażony jest w system automatyki.



Rys.6 Szacunkowa struktura strat ciepła w budynku³

Jest tak wiele zmiennych decydujących o uzyskanych efektach oszczędności, że poziomy oszczędności energii podane dla każdej opisanej inwestycji należy traktować bardzo szacunkowo. Dla obliczenia rzeczywistych oszczędności energii dla indywidualnego obiektu

² Studia podyplomowe „Szacunkowe straty ciepła na podstawie opracowania „Efektywne użytkowanie energii elektrycznej w ramach projektu Śląsko-Małopolskie Centrum Kompetencji Zarządzania Energią Użytkowanie i oszczędność energii w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej”. Jacek Przędzik

³ Studia podyplomowe „Szacunkowe straty ciepła na podstawie opracowania „Efektywne użytkowanie energii elektrycznej w ramach projektu Śląsko-Małopolskie Centrum Kompetencji Zarządzania Energią Użytkowanie i oszczędność energii w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej”. Jacek Przędzik

konieczne jest wykonanie obliczeń energetycznych w oparciu o szczegółowe dane dotyczące ocenianego budynku.

W Formularzach podano również szacunkowe koszty wykonania działań termomodernizacyjnych. Podane koszty również należy przyjmować jako szacunkowe, z uwagi na niestabilny obecnie rynek materiałów budowlanych i robocizny. Drugim elementem, wpływającym na przyjęcie szacunkowych poziomów kosztów jest fakt, że każdy obiekt jest inny. Rzeczywiste koszty wykonania robót termomodernizacyjnych należy określić na podstawie indywidualnych kosztorysów wykonanych dla ocenianego obiektu. Równocześnie, dla ułatwienia podejmowania decyzji o inwestycjach remontowych, w formularzach określono, które działania są zalecane (O), a które są fakultatywne (F). Przedstawiono to w Tabeli 2. W każdym formularzu znajduje się opis działań dodatkowych, które powinny być wykonane, aby osiągnąć najlepsze wyniki dla danej inwestycji (na przykład propozycje badań „in situ” po wykonaniu inwestycji). Po formularzach poszczególnych pakietów zamieszczono część opisową, która w sposób szczegółowy opisuje jak można wykonać poszczególne inwestycje.

Tabela 2. Podział działań termomodernizacyjnych na działania obligatoryjne/zalecane (O)/fakultatywne (F).

Pakiet 1 budynkowy		Działanie obligatoryjne/zalecane (O)/ fakultatywne (F)
Formularz 1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	O
Formularz 2	Ocieplenie dachu, stropodachu, stropu pod nieogrzewanym poddaszem	O
Formularz 3	Ocieplenie podłogi, stropu nad piwnicą	O
Formularz 4a, 4b	Modernizacja lub wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	O
Pakiet 2 instalacyjny		
Formularz 5	Modernizacja systemu wentylacji	O
Formularz 6	Modernizacja systemu oświetlenia wbudowanego	O
Formularz 7	System automatyki budynkowej	O
Pakiet 3 Źródła ciepła/chłodu i energii elektrycznej		
Formularz 8	Wymiana źródła energii cieplnej	O
Formularz 9	Produkcja energii elektrycznej	O
Formularz 10	Magazyny ciepła	F
Formularz 11	Magazyny energii elektrycznej	F
Pakiet 4 Badania „in situ”		
Formularz 12	Komfort użytkowy	O
Formularz 13	Dodatkowe badania „in situ”	F
Pakiet 5 Elementy dodatkowe		
Formularz 15	Woda deszczowa	F
Formularz 16	Woda szara	F
Formularz 17	Zagospodarowanie odpadów	F
Formularz 18	Błękitno-zielona infrastruktura	F
Formularz 19	Edukacja ekologiczna	O

PAKIETY, FORMULARZE I OPISY SZCZEGÓŁOWE

Pakiet 1 budynkowy

Pakiet 1 budynkowy		Działanie obligatoryjne/zalecane (O)/ działanie fakultatywne (F)
Formularz 1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	O
Formularz 2	Ocieplenie dachu, stropodachu, stropu pod nieogrzewanym poddaszem	O
Formularz 3	Ocieplenie podłogi, stropu nad piwnicą	O
Formularz 4a, 4b	Modernizacja lub wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	O

Pakiet 1 budynkowy OCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH

Formularz 1

Krok	Działanie	Współczynnik U_c zgodny z Warunkami Technicznymi	Współczynnik $U_c > 0,2$ [W/(m ² K)]
1	Poprawa izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych – docieplenie ścian zewnętrznych	$U_c \leq 0,2$ [W/(m ² K)] – brak działań	Ocieplić ściany do poziomu $U_c \leq 0,2$ [W/(m ² K)]
	<p>Oszczędności zużycia energii na poziomie 15-30 % Szacunkowy koszt ocieplenia 1 m² ściany, zależny od istniejącego współczynnika U_c (150-600 PLN). Koszt ocieplenia zależy również od techniki ocieplenia, materiału izolacji, jakości i typu wybranego materiału (np. grubość styropianu), powierzchni elewacji itp.</p>		
	<p>Działania dodatkowe (zalecane):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badania szczelności obudowy np. systemem Blower Door - Doszczelnienie budynku do poziomu: $n_{50} \leq 3,0$ [1/h] budynki z wentylacją grawitacyjną $n_{50} \leq 1,5$ [1/h] budynki z wentylacją mechaniczną $n_{50} \leq 0,6$ [1/h] budynki w standardzie pasywnym - Badania termowizyjne: detekcja mostków termicznych - Minimalizacja mostków termicznych (uszczelnienie, docieplenie). - Mostki liniowe nie powinny przekraczać $\Psi_{max} = 0,10$ W/(mK) 		

Pakiet 1 budynkowy: OCIEPLENIE DACHU, STROPODACHU, STROPU POD NIEOGRZEWANYM PODDASZEM

Formularz 2

Krok	Działanie	Współczynnik U_c zgodny z Warunkami Technicznymi	Współczynnik $U_c > 0,15$ [W/(m ² K)]
2	Poprawa izolacyjności cieplnej dachu/stropodachu	$U_c \leq 0,15$ [W/(m ² K)] – brak działań	Ocieplić dach do poziomu $U_c \leq 0,15$ [W/(m ² K)]
	Oszczędności zużycia energii użytkowej na poziomie 15-30 % Szacunkowy koszt ocieplenia 1 m ² dachu/stropodachu, zależny od istniejącego współczynnika U_c (300 – 800 PLN). Koszt ocieplenia zależy również od techniki ocieplenia, materiału izolacji, jakości i typu wybranego materiału (np. grubość materiału termoizolacyjnego), czy docieplenie obejmuje wymianę pokrycia dachu itp.		
	Działania dodatkowe (zalecane): - Badania szczelności obudowy np. systemem Blower Door - Doszczelnienie budynku do poziomu: $n_{50} \leq 3,0$ [1/h] budynki z wentylacją grawitacyjną $n_{50} \leq 1,5$ [1/h] budynki z wentylacją mechaniczną $n_{50} \leq 0,6$ [1/h] budynki w standardzie pasywnym - Badania termowizyjne: detekcja mostków termicznych - Minimalizacja mostków termicznych - Mostki liniowe nie powinny przekraczać $\Psi_{max} = 0,10$ W/(mK) - Należy rozważyć wymianę pokrycia dachu wraz z elementami wykończeniowymi.		

Pakiet 1 budynkowy: OCIEPLENIE PODŁOGI, ŚCIANY FUNDAMENTOWE

Formularz 3

Krok	Działanie	Współczynnik U_c zgodny z Warunkami Technicznymi	Współczynnik $U_c > 0,30$ [W/(m ² K)]
3	Poprawa izolacyjności cieplnej podłogi na gruncie/stropu nad piwnicą oraz ścian fundamentowych zagłębionych w gruncie	$U_c \leq 0,30$ [W/(m ² K)] – brak działań	Ocieplić podłogę na gruncie do poziomu $U_c \leq 0,30$ [W/(m ² K)], z zachowaniem wysokości użytkowej na dopuszczalnym poziomie
	Oszczędności zużycia energii na poziomie 2-10 % Szacunkowy koszt ocieplenia 1 m ² podłogi na gruncie, zależny od istniejącego współczynnika U_c (200-400 PLN)		

	<p>Działania dodatkowe (zalecane):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badania szczelności obudowy np. systemem Blower Door - Doszczelnienie budynku do poziomu: $n_{50} \leq 3,0$ [1/h] budynki z wentylacją grawitacyjną $n_{50} \leq 1,5$ [1/h] budynki z wentylacją mechaniczną $n_{50} \leq 0,6$ [1/h] budynki w standardzie pasywnym - Badania termowizyjne: detekcja mostków termicznych - Minimalizacja mostków termicznych - Mostki liniowe nie powinny przekraczać $\Psi_{\max} = 0,10$ W/(mK) - Wykonać diagnostykę stanu izolacji przeciwwodnej i przeciwwilgociowej. W razie stwierdzenia jej braku lub zniszczenia izolacje przeciwwodna należy założyć/uzupełnić uszkodzenia - Wykonać diagnostykę zawilgocenia murów i podłogi. W razie stwierdzenia wykonać osuszanie.
--	--

Pakiet 1 budynkowy: MODERNIZACJA LUB WYMIANA STOLARKI OKIENNEJ I DRZWIOWEJ

Formularz 4a i 4b

Krok	Działanie	Współczynnik U_w zgodny z Warunkami Technicznymi	Współczynnik $U_w > 0,90$ [W/(m ² K)]
4a	Wymiana okien zewnętrznych	$U_w \leq 0,90$ [W/(m ² K)] – brak działań	Wymienić okna zewnętrzne na okna o współczynniku $U_w \leq 0,90$ [W/(m ² K)]
	<p>Oszczędności zużycia energii na poziomie 10-30% Szacunkowy koszt wymiany okien zależy od aktualnego współczynnika U_w (500-1000 PLN/m²). Koszt zależy od rodzaju okien (drewniane, aluminiowe, PCV), sposobu zamocowania (w konstrukcji, w warstwie ocieplenia), sposobu montażu itp.</p>		
4b	Poprawa izolacyjności cieplnej drzwi zewnętrznych	$U \leq 1,30$ [W/(m ² K)] – brak działań	<p>Współczynnik $U > 1,30$ [W/(m²K)] Wymienić drzwi zewnętrzne na drzwi o współczynniku $U \leq 1,30$ [W/(m²K)]</p>
	<p>Oszczędności zużycia energii na poziomie 2-5 % Szacunkowy koszt wymiany drzwi zewnętrznych, zależy od materiału z jakiego wykonane są drzwi, rozmiaru, jakości, współczynnika U. Orientacyjna cena wymiany drzwi (5 000 – 10 000 PLN). Koszt zależy od rodzaju drzwi (drewniane, aluminiowe, PCV), sposobu zamocowania (w konstrukcji, w warstwie ocieplenia), sposobu montażu itp.</p>		
	<p>Działania dodatkowe (zalecane):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Badania szczelności obudowy np. systemem Blower Door - Doszczelnienie budynku do poziomu: $n_{50} \leq 3,0$ [1/h] budynki z wentylacją grawitacyjną $n_{50} \leq 1,5$ [1/h] budynki z wentylacją mechaniczną $n_{50} \leq 0,6$ [1/h] budynki w standardzie pasywnym - Badania termowizyjne: detekcja mostków termicznych 		

<p>- Minimalizacja mostków termicznych W przypadku braku możliwości wymiany stolarki okiennej na nową należy opracować projekt remontu istniejącej. Remont ten powinien polegać na:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dopasowaniu skrzydeł do ram okiennych - zastosowaniu uszczelek w obwodzie w nieszczelnych krawędziach skrzydeł wewnętrznych tak aby zmniejszyć niekontrolowaną infiltrację powietrza. Nie zaleca się uszczelnienie całego obwodu skrzydeł. Działanie to przyniesie zauważalne oszczędności <p>Remont drzwi zewnętrznych powinien polegać na:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dopasowaniu skrzydeł drzwi do ram - zastosowaniu uszczelek w dolnej części krawędzi skrzydeł wewnętrznych tak, aby zmniejszyć znacząco infiltrację powietrza.
--

OPISY SZCZEGÓŁOWE DLA Pakietu 1 budynkowego

Ocieplenie ścian zewnętrznych

Nieocieplone ściany zewnętrzne obiektów są powodem nadmiernych i niepotrzebnych strat ciepła w sezonie grzewczym. Straty te mogą powodować nawet 30% strat ciepła w ogólnym bilansie energetycznym budynku. Z izolacyjnością cieplną ścian związany jest również problem mostków termicznych i nieszczelności, szczególnie często występujące na styku stolarki okiennej i drzwiowej ze ścianą.

Metody dociepleń do zewnątrz.

Najbardziej popularna metoda ociepleń i dociepleń przegród od strony zewnętrznej jest system ETIC (metoda lekka-mokra). Metoda zakłada wykonanie na przygotowanym podłożu ściany warstwy termoizolacyjnej wraz z warstwami i materiałami wykończenia. Najczęściej stosowanymi materiałami termoizolacyjnymi są płyty z polistyrenu ekspandowanego EPS, polistyrenu ekstrudowanego XPS, wełny mineralnej, rzadko płyty z pianek PIR czy PUR. Wady i zalety stosowania tego systemu przedstawiono w tabeli nr 3.

Tabela 3. Wady i zalety stosowania systemu ETIC.

Zalety systemu	Wady systemu
<ul style="list-style-type: none"> - łatwość wykonania - ochrona elewacji przed wpływami środowiska zewnętrznego - eliminacja mostków termicznych - poprawa szczelności obudowy budynku - brak wpływu na powierzchnię użytkową - zwiększenie stateczności cieplnej obudowy - zmniejszenie ryzyka kondensacji pary wodnej we wnętrzu przegrody. 	<ul style="list-style-type: none"> - możliwość prowadzenia prac sezonowo - zmniejszenie obszaru widzenia przez okna nie poddawane wymianie

Ocieplenie dachu, stropodachu, stropu pod nieogrzewanym poddaszem

Przez nieocieplone poddasze lub nieocieplony dach może uciekać nawet 25% ciepła. Dlatego, warto, w miarę możliwości zapewnić odpowiednią termoizolację dachu i poddasza. Współczynnik izolacyjności cieplnej U dla dachu/poddasza w polskich Warunkach Technicznych określono na $U_c \leq 0,15$ [W/(m²K)]. Na rynku dostępne są różne materiały do ociepleń.

Jednym z niedrogich materiałów, które można użyć do ocieplenia dachu czy stropodachu jest styropian. Styropian posiada bardzo dobre właściwości termoizolacyjne. Chroni przed przegrzewaniem oraz zapewnia odpowiedni poziom izolacji cieplnej w sezonie grzewczym. Styropian posiada również wysoką odporność na przenikanie pary wodnej, a jego parametry wraz z biegiem lat, nie ulegają zmianie. Jednak styropian przy ocieplaniu dachu/stropodachu ma swoje minusy. Nie jest materiałem elastycznym i trudno go szczelnie dopasować na przykład pomiędzy drewnianymi krokiewiami. Na rynku materiałów budowlanych dostępne są płyty styropianowe z podłużnymi nacięciami, które poprawiają jego elastyczność.

Często stosowaną praktyką, szczególnie w starszych budynkach, jest używanie styropianu do ocieplenia stropu poddasza nieużytkowego. Można wówczas na stropie ułożyć płyty styropianowe.

Innym materiałem do ocieplenia dachów i poddaszy jest pianka PIR/PUR. Jest to metoda natryskowa, która wymaga użycia specjalistycznego sprzętu, za pomocą którego nakładana jest pianka do ocieplenia. Zaletą tej metody jest możliwość dotarcia w najtrudniejsze miejsca, szczeliny czy załamania. Pianki są odporne na rozwój grzybów i pleśni. Wadą pianek jest ich cena, wyższa niż w przypadku styropianu. Jednak izolacyjność cieplna, na poziomie lepszym niż styropian czy wełna, powoduje, że można nałożyć cieńszą warstwę pianki termoizolacyjnej niż innych systemów dociepleń.

Aktualnie, najczęściej do ocieplenia dachu, poddasza i stropów wykorzystuje się wełnę. Najczęściej spotykanymi wełnami są wełna mineralna z włókna szklanego oraz wełna mineralna z włókna skalnego. Ocieplenie poddasza wełną jest łatwe dzięki jej lekkości i plastycznym właściwościom. Łatwo się wełnę przycina a dzięki swojej plastyczności dokładnie wypełnia szczeliny między krokiewiami.

Ocieplenie dachu i stropu poddasza użytkowego należy wykonać po ukończeniu prac dekarских. Do ocieplenia przystępuje się, gdy poszycie dachu jest wykończony i zostały zakończone prace związane z montażem okien.

Zależnie od wybranego materiału należy zastosować folię paroprzepuszczalną i wiatroizolację. W przypadku dachów stromych termoizolację układa się w połaci dachowej, między krokiewiami, a także pod nimi i pod pokryciem. W przypadku poddasza nieużytkowanego, najczęściej termoizolację izolację układa się na stropie ⁴.

⁴ <https://home.morele.net/poradniki/ocieplenie-poddasza>

Ocieplenie podłogi na gruncie

Straty ciepła przez podłogę do gruntu nie są duże w całym bilansie energetycznym. W gruncie poniżej poziomu przemarzania panuje dodatnia temperatura i straty ciepła przez ściany fundamentowe i przez podłogę nie powinny przekraczać 10%. Jeśli jest jednak taka możliwość warto docieplić również te elementy obudowy budynku. Warstwę ocieplenia można ułożyć na izolacji przeciwwilgociowej i podkładzie betonowym lub pod podkładem betonowym. Na podsypce należy umieścić izolację termiczną, za zwyczaj z twardego styropianu. Kupując styropian do ocieplenia podłogi, należy zwrócić uwagę na opis materiału budowlanego. Poprawnie pod względem izolacyjności jest ułożenie styropianu w dwóch lub trzech warstwach, z przesunięciem miejsc ich styku. Zapobiegnie to powstawaniu mostków termicznych na połączeniach płyt styropianu. Grubość warstwy izolacyjnej należy dobrać tak, aby zachować wysokość użytkową piwnicy oraz w miarę możliwości osiągnąć wartość współczynnika izolacyjności cieplnej U na poziomie $0,3 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$. Izolacyjność cieplna podłogi na gruncie można polepszyć poprzez ułożenie pod materiałem termoizolacyjnym warstwy keramzytu ⁵.

Wymiana okien i drzwi

Wymiana okien i drzwi jako jedno z działań termomodernizacyjnych może przynieść wiele korzyści, takich jak:

1. Poprawa izolacji termicznej: nowe okna mają lepszą izolację termiczną, co prowadzi do zmniejszenia strat ciepła zimą i przegrzewania latem. Dzięki temu można obniżyć koszty ogrzewania i klimatyzacji.
2. Poprawa izolacji akustycznej: okna o lepszych właściwościach dźwiękochłonnych mogą zmniejszyć hałas dochodzący z zewnątrz, co jest szczególnie istotne w przypadku budynków położonych przy ruchliwych ulicach lub innych źródłach hałasu.
3. Zwiększenie bezpieczeństwa: nowe okna mogą być bardziej odporne na włamania dzięki zastosowaniu bardziej zaawansowanych technologii i materiałów.
4. Poprawa wyglądu budynku: wymiana starych, zniszczonych okien na nowe może znacząco poprawić estetykę budynku i podkreślić jego wartość.

Okna mogą być wykonane z różnych materiałów, zależnie od preferencji i potrzeb.

- Okna drewniane są tradycyjne i estetyczne. Drewno może być malowane lub lakierowane, aby dopasować się do stylu wnętrza. Jednak wymagają regularnego konserwowania i mogą być podatne na rozszerzanie się i kurczenie pod wpływem zmian wilgotności.
- Okna PCV są popularne ze względu na swoją trwałość, łatwość konserwacji i przystępną cenę. Są odporne na warunki atmosferyczne i nie wymagają malowania.
- Okna aluminiowe są lekkie, trwałe i odporne na korozję. Mają wąskie profile, które pozwalają na większe przeszklenia, co jest atrakcyjne w nowoczesnej architekturze. Jednak aluminium ma słabsze właściwości izolacyjne niż inne materiały.

⁵ https://ladnydom.pl/budowa/1,108843,13501220,Ile_kosztuje_ocieplenie_podlogi_na_gruncie__cykl_Pieniadze.html

- Okna kompozytowe to połączenie różnych materiałów, takich jak drewno i aluminium lub drewno i PCV. Kombinacja tych materiałów pozwala na korzystanie z ich zalet, na przykład estetyki drewna i trwałości aluminium lub łatwości konserwacji PCV.
- Okna stalowe są wytrzymałe i odporne na uszkodzenia. Są często stosowane w budynkach o podwyższonych wymaganiach bezpieczeństwa, takich jak biura, banki czy szkoły. Jednak stal może być podatna na korozję, dlatego wymaga regularnej konserwacji.

Wymieniając okna i drzwi warto zadbać o dodatkowe elementy poprawiające efektywność energetyczną. Jednym z nich jest ciepły montaż okien. Głównym celem montażu ciepłego jest zwiększenie efektywności energetycznej budynku poprzez eliminację mostków termicznych i zapewnienie szczelności okien. Tradycyjny montaż okien może prowadzić do powstawania mostków termicznych, czyli miejsc, w których ciepło łatwo przenika przez ścianę zewnętrzną, tworząc zimne powierzchnie wokół okna. Może to prowadzić do niekomfortowych warunków wewnątrz budynku, większego zużycia energii do ogrzewania lub chłodzenia oraz wzrostu kosztów eksploatacyjnych. Montaż ciepły okien obejmuje zastosowanie dodatkowych materiałów izolacyjnych wokół ramy okiennej, takich jak pianka poliuretanowa lub taśmy izolacyjne. Te materiały pomagają wypełnić przestrzeń między ramą okienną a otworem w ścianie, tworząc izolację termiczną i zapewniając szczelność. Dodatkowo, montaż ciepły może obejmować zastosowanie specjalnych elementów, takich jak termokliny lub profile izolacyjne, które pomagają zminimalizować mostki termiczne i poprawić izolację wokół okna.

PAKIET 2 INSTALACYJNY

Tabela.4 Formularze dotyczące pakietu instalacyjnego.

Pakiet 2 instalacyjny		
Formularz 5	Modernizacja systemu wentylacji	O
Formularz 6	Modernizacja systemu oświetlenia wbudowanego	O
Formularz 7	System automatyki budynkowej	F

Formularz 5

Krok	Działanie	Budynek posiada system wentylacji z rekuperacją	Budynek posiada wentylację grawitacyjną	Budynek posiada wentylację mechaniczną bez rekuperacji
5	Modernizacja systemu wentylacji	brak działań, ewentualny przegląd systemu	Wymienić system wentylacji na wentylację mechaniczną z wysokosprawnym odzyskiem ciepła (rekuperacja)	Dołożyć do systemu w miarę możliwości technicznych system rekuperacji o wysokim stopniu odzysku ciepła.
	- W przypadku braku możliwości zmiany systemu wentylacji z grawitacyjnej na mechaniczną można rozważyć zastosowanie dodatkowych elementów			

	<p>wspomagających system wentylacji grawitacyjnej, takich jak: montaż w kanałach wentylacji grawitacyjnej wentylatorów elektrycznych, które wspomagają przepływ powietrza, zastosowanie elementów nawiewnych (nawiewniki) itp. Wentylację grawitacyjną można wspierać również za pomocą wywiewników.</p> <p>- Jeśli istnieje możliwość można zastosować wentylację hybrydową, która łączy w sobie system grawitacyjny i mechaniczny. Jej głównymi zaletami jest możliwość wzmocnienia ciągu naturalnego i ograniczenie kosztów użytkowania elementów mechanicznych. Tak zaprojektowana instalacja wymiany powietrza w domu jest w stanie wzmocnić wentylację grawitacyjną w okresach jej osłabienia wynikającego z warunków panujących na zewnątrz oraz ograniczyć, gdy działa zbyt intensywnie. Uzyskana stabilność przełoży się na jakość powietrza w domu.</p> <p>- W przypadku wentylacji mechanicznej automatyczna regulacja ilości powietrza wentylacyjnego w poszczególnych strefach użytkowych budynku powinna działać w oparciu o czujniki CO₂.</p>
--	---

MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO

Formularz 6

Krok	Działanie	Budynek posiada system oświetlenia LED	Budynek nie posiada systemu oświetlenia LED
6	Modernizacja systemu oświetlenia	brak działań, sprawdzenie, czy wszystkie źródła LED działają	Należy wymienić istniejące energochłonne źródła światła i w miarę możliwości oprawy na oświetlenie LED.
	Oszczędności zużycia energii elektrycznej na poziomie 50-80% w porównaniu ze zwykłymi żarówkami; oszczędności w całym bilansie energetycznym ok. 2-5%. Cena montażu 1 punktu LED 60 – 300 PLN (bez ceny demontażu starego oświetlenia).		
	Działania dodatkowe (zalecane): - należy wykonać przegląd wszystkich punktów oświetleniowych pod kątem ich działania, - zaleca się zainstalowanie czujników ruchu/obecności osób w pomieszczeniu oraz skorelowanie ich s systemem automatycznego wyłączania oświetlenia, - zaleca się przeprowadzenie natężenia oświetlenia na stanowiskach przebywania osób i dostosowania natężenia do wymagań normy PN-EN 12464-1 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1 – miejsca pracy we wnętrzach.		

SYSTEM AUTOMATYKI BUDYNKOWEJ

Formularz 7

Krok	Działanie	Budynek posiada kompletny system automatyki budynkowej	Budynek nie posiada systemu automatyki budynkowej
7	Modernizacja systemu automatyki budynkowej	brak działań, sprawdzenie efektywności działania systemu, pod kątem minimalizacji zużycia energii	Należy założyć system automatyki budynkowej na wszystkich możliwych systemach technicznego wyposażenia budynku, według szczegółowego opisu w dalszej części opracowania
Oszczędności zużycia energii końcowej na poziomie 30-60% System automatyki budynkowej należy wyceniać każdorazowo indywidualnie			
<p><u>Działania dodatkowe (zalecane):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - System automatyki budynkowej BMS (ang. <i>Building Management System</i>) – dotyczy obszarów: ogrzewania, chłodzenia, wentylacji, innych (zużycie wody, praca żaluzji, kontrola dostępu, zużycie ciepła i chłodu w strefach). - Zapewnienie w każdym pomieszczeniu możliwości indywidualnego sterowania oświetleniem i temperaturą. W pomieszczeniach związanych z przemieszczaniem się ludzi tj. korytarzach, garażach, dużych przestrzeniach, magazynach, w toaletach budynków użyteczności publicznej należy stosować czujniki ruchu. - W przypadku, kiedy obiekt wyposażony jest w system automatyki budynkowej należy wykonać przegląd wszystkich procedur i harmonogramów oraz dostosować je do poziomów zapewniających komfort użytkowy oraz minimalizację zużycia energii. - W szczególności należy wyposażyć system wentylacji w automatykę sterującą wielkością dostarczanego powietrza do pomieszczeń. - Automatyczna regulacja ilości powietrza wentylacyjnego w poszczególnych strefach użytkowych budynku powinna działać w oparciu o czujniki CO₂. 			

OPISY SZCZEGÓŁOWE DO PAKIETU 2 INSTALACYJNEGO

Modernizacja systemu wentylacji

Wentylacja grawitacyjna odpowiada za bardzo duże straty ciepła, nawet na poziomie 60% bilansu energetycznego. Większość budynków istniejących wybudowano w czasach kiedy nie było na rynku systemów wentylacji mechanicznej. System wentylacji grawitacyjnej to rodzaj naturalnej wentylacji, która opiera się na różnicy temperatury i gęstości powietrza między wnętrzem pomieszczenia a otoczeniem. Działa ona bez użycia wentylatorów lub innych urządzeń mechanicznych. Podstawowym elementem systemu wentylacji grawitacyjnej jest obecność otworów wentylacyjnych umieszczonych na zewnętrznych ścianach budynku oraz wewnętrznych ścianach dzielących pomieszczenia. Te otwory powinny być odpowiednio zaprojektowane i rozmieszczone, aby umożliwić swobodny przepływ powietrza. Ważne jest odpowiednie zaprojektowanie systemu wentylacji grawitacyjnej, aby zapewnić skuteczny przepływ powietrza i zapewnić zdrowe warunki dla mieszkańców lub użytkowników budynku.

Otwory wentylacyjne powinny być odpowiednio wymiarowane, a także należy uwzględnić aspekty bezpieczeństwa i ochrony przed owadami czy drobnoustrojami. W przypadku kiedy nie możliwa jest zmiana systemu w obiekcie istniejącym, należy przeprowadzić odpowiednie badania sprawdzające, czy przewody wentylacyjne nie są zatkane oraz czy ilość doprowadzanego powietrza jest zgodna z wymaganiami higienicznymi. Zaleca się zastosowanie w pomieszczeniach czujników stężenia CO₂ i w przypadku przekroczeń należy wietrzyć intensywnie pomieszczenia.

Jeśli jest to możliwe, należy potraktować jako działania obligatoryjne przejście z niekontrolowanego systemu wentylacji grawitacyjnej na system wentylacji mechanicznej z wysokosprawnym odzyskiem ciepła (rekuperacją).

Wentylacja mechaniczna, znana również jako mechaniczna wentylacja kontrolowana, to system wentylacyjny, który zapewnia wymianę powietrza w pomieszczeniach za pomocą wentylatorów i innych urządzeń mechanicznych. Jest stosowana w celu utrzymania odpowiedniego poziomu świeżego powietrza i usuwania zanieczyszczeń z pomieszczeń.

Główne zalety wentylacji mechanicznej to:

1. Kontrola jakości powietrza: systemy wentylacyjne mogą filtrować powietrze, usuwając zanieczyszczenia, takie jak kurz, pyłki, grzyby, bakterie czy alergen, co przyczynia się do poprawy jakości powietrza wewnętrznego.
2. Efektywność energetyczna: nowoczesne systemy wentylacyjne są projektowane w taki sposób, aby były bardziej efektywne pod względem zużycia energii. Wprowadzane są innowacje technologiczne, takie jak odzyskiwanie ciepła z wyprowadzanego powietrza, co pozwala zmniejszyć straty energii i obniżyć koszty eksploatacji.
3. Kontrola wilgotności: niektóre systemy wentylacyjne mogą być wyposażone w funkcje kontroli wilgotności, co jest szczególnie istotne w pomieszczeniach, gdzie wilgotność może prowadzić do problemów z pleśnią i grzybami.
4. Komfort termiczny: wentylacja mechaniczna może przyczynić się do zapewnienia odpowiedniej temperatury w pomieszczeniach poprzez wymianę powietrza i cyrkulację.
5. Eliminacja zapachów: systemy wentylacyjne mogą pomagać w usuwaniu nieprzyjemnych zapachów, np. z kuchni czy łazienek, poprawiając komfort użytkowników.

Wentylacja mechaniczna może być stosowana w różnych typach budynków, w tym w domach jednorodzinnych, mieszkaniach, biurach, szkołach, szpitalach i innych obiektach użyteczności publicznej. Istnieje wiele różnych rodzajów systemów wentylacyjnych, takich jak wentylacja mechaniczna z **odzyskiem ciepła (rekuperacja)** lub bez odzysku ciepła (wentylacja mechaniczna bez rekuperacji), a wybór odpowiedniego systemu zależy od indywidualnych potrzeb i warunków budynku. Systemy odzysku ciepła z systemów wentylacji mechanicznej mają deklarowaną sprawność nawet do 90%. Oznacza to, że aż 90% ciepła, które byłoby tracone przez system wentylacji może zostać ponownie wykorzystane.

Modernizacja systemu oświetlenia wbudowanego

Wymiana tradycyjnego oświetlenia na oświetlenie LED może przynieść znaczne oszczędności energii i kosztów. Oświetlenie LED charakteryzuje się wyższą efektywnością energetyczną i dłuższą żywotnością w porównaniu do tradycyjnych żarówek.

Oto kilka korzyści związanych z wymianą oświetlenia na LED:

1. Oszczędności energii: żarówki LED zużywają znacznie mniej energii niż tradycyjne żarówki. Zwykle oszczędności wynoszą od 50% do nawet 80% w porównaniu do żarówek żarowych. Dzięki temu zmniejsza się zużycie energii elektrycznej i obniża rachunek za prąd.
2. Dłuższa żywotność: żarówki LED mają znacznie dłuższą żywotność niż tradycyjne żarówki. Standardowe żarówki mogą wytrzymać od 1 000 do 2 000 godzin, podczas gdy żarówki LED mogą świecić nawet do 25 000 godzin. Dłuższa żywotność oznacza mniej częstych wymian żarówek i niższe koszty związane z ich zakupem i konserwacją.
3. Mniejsze koszty eksploatacyjne: ze względu na dłuższą żywotność i niższe zużycie energii, oświetlenie LED wymaga mniej konserwacji i napraw w porównaniu do tradycyjnego oświetlenia. To przekłada się na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych na dłuższą metę.
4. Ekologiczne: oświetlenie LED jest bardziej przyjazne dla środowiska. Zużywa mniej energii, co przekłada się na mniejsze emisje dwutlenku węgla. Ponadto, w przeciwieństwie do tradycyjnych żarówek, nie zawiera substancji toksycznych, takich jak rtęć.
5. Lepsza jakość światła: oświetlenie LED oferuje lepszą jakość światła i większą kontrolę nad kierunkiem rozsyłu światła. Można dostosować barwę i jasność światła do indywidualnych preferencji, co pozwala stworzyć odpowiednie warunki oświetleniowe w różnych przestrzeniach.

System automatyki budynkowej

W zakresie systemów automatyki instalacji technicznych należy stosować się do normy nie można zastosować do budynku standardowego podejścia opartego na wytycznych normy.

PN-EN 15232:2017, która bardzo precyzyjnie definiuje, jakie warunki powinny spełniać instalacje techniczne i układy sterowania tymi instalacjami, aby zapewnić maksymalny wpływ automatyki na efektywność energetyczną budynku. Tym niemniej można zastosować zalecenia normy w takich przypadkach, w których nie będą one generować kolizji z podstawowymi funkcjami budynku. Zgodnie z normą systemy automatyki i sterowania instalacjami technicznymi budynku mogą maksymalnie wpływać na ograniczenie zużycia energii przez budynek w przypadku, gdy dostarczanie energii do utrzymania parametrów komfortu w każdym pomieszczeniu budynku jest ściśle uzależnione od rzeczywistego zapotrzebowania na energię w tym pomieszczeniu.

Należy podkreślić, że wpływ automatyki na efektywność energetyczną budynku jest całkowicie uzależniony od rozwiązań zastosowanych w instalacjach technicznych. Aby automatyka mogła skutecznie wpływać na efektywność energetyczną budynku, instalacje techniczne muszą być wyposażone w elementy nastawcze przy wszystkich odbiornikach energii oraz źródłach i kluczowych elementach systemów dystrybucji energii w budynku (np.

w przypadku ogrzewania – to zawory przy grzejnikach C.O.). Automatyka może wpływać na efektywność energetyczną budynku właśnie przez te elementy nastawcze, które są elementami instalacji technologicznych i powinny być zaprojektowane (dobrane) przez projektantów branżowych w ramach projektów modernizacji instalacji technicznych budynku.

Zgodnie z normą PN-EN 15323 największy wpływ automatyki na efektywność energetyczną budynku można osiągnąć poprzez lokalne, indywidualne sterowanie każdym odbiornikiem energii w pomieszczeniach w zależności od rzeczywistego, miejscowego zapotrzebowania na energię. Jest to tzw. sterowanie wg zapotrzebowania. System automatyki i sterowania zużyciem energii przez budynek powinien identyfikować rzeczywiste zapotrzebowanie na różne formy energii w poszczególnych pomieszczeniach budynku, bilansować na bieżąco te zapotrzebowania i sterować źródłami energii w taki sposób, aby dostosowywać wydajność emiterów energii (odbiorników) w poszczególnych pomieszczeniach do rzeczywistego zapotrzebowania, dodatkowo wybierając źródła energii do zasilania emiterów o największej sprawności w danym czasie.

Należy zwrócić uwagę, że w celu minimalizacji zużycia energii przez budynek koniecznym jest integracja sterowania wszystkimi stosowanymi w budynku źródłami energii oraz wszystkimi odbiornikami (emiterami) energii w pomieszczeniach, w tym:

1. instalacją ogrzewania wodnego CO,
2. instalacją ciepłej wody użytkowej CWU,
3. instalacją wentylacji i klimatyzacji z odzyskiem ciepła,
4. instalacją oświetlenia.

Dodatkowo warto zastosować następujące rozwiązania z zakresu automatyki:

5. instalację osłon przeciwsłonecznych wewnętrznych (do rozważenia – osłony przeciwsłoneczne w lecie pozwalają na ochronę przed przegrzewaniem pomieszczeń od strony południowej, a w przypadku zastosowania klimatyzacji zmniejszają zapotrzebowanie na energię potrzebną do chłodzenia pomieszczeń, natomiast w zimie ograniczają wychładzanie pomieszczeń, co skutkuje zmniejszeniem zapotrzebowania na energię do ogrzewania budynku) oraz
6. system zarządzania instalacjami technicznymi budynku (koniecznie – w celu sterowania doбором źródeł energii i dynamicznym sterowaniem zużyciem energii w poszczególnych pomieszczeniach w zależności od harmonogramów i rzeczywistego zapotrzebowania).

W każdej z instalacji 1 – 4 możemy wyróżnić trzy ogólne składniki: źródła energii wraz z magazynami energii, system dystrybucji energii lub mediów grzewczych oraz odbiorniki (emitery) energii w poszczególnych pomieszczeniach budynku.

Wymagania dotyczące automatyki:

1. Należy zadbać o wybór wszelkich rozwiązań technicznych i programistycznych, które spełniają wymagania otwartości systemu. Systemy otwarte, to takie systemy, które nie uzależniają Inwestora od dostawców i wykonawców w okresie eksploatacji

budynku i nie ograniczają możliwości ingerencji Inwestora w system na każdym etapie projektowania i użytkowania obiektu. Systemy otwarte umożliwiają wybór i łączenie produktów spełniających te same wymagania funkcjonalne, pochodzących od różnych producentów. Elementy systemów otwartych spełniają wymagania norm krajowych, europejskich i światowych, właściwych określonym urządzeniom technicznym i oprogramowaniu.

2. W szczególności należy zadbać o jednolity, popularny w branży budowlanej i eksploatacji budynków, standard komunikacyjny dla wszystkich sterowników lokalnych dostarczanych jako sterowniki instalacji technicznych i technologicznych już w zakresie standardowego projektu wykonawczego.
3. Należy również zaprojektować infrastrukturę sieci sterującej budynkiem, oddzieloną od sieci komputerowej budynku, która umożliwi połączenie wszystkich sterowników lokalnych w zintegrowaną sieć sterującą, współpracującą z systemem zarządzania instalacjami technicznymi budynku. Sieć sterująca może być zrealizowana na bazie klasycznej sieci przewodowej lub Wi-Fi.
4. Należy unikać stosowania urządzeń zasilanych bateryjnie, szczególnie w przypadku czujników parametrów komfortu. W przypadku zastosowania urządzeń zasilanych bateryjnie należy zastosować urządzenia, które na bieżąco monitorują stan baterii i zgłaszają do systemu zarządzania komunikaty o niskim stanie baterii. Należy także wtedy wdrożyć rygorystycznie przestrzeganą procedurę wymiany baterii.
5. W przypadku zastosowania systemu sterowania komfortem i zarządzania źródłami energii należy zapewnić ciągłą, zdalną obsługę takiego systemu z rejestracją działań podjętych przez obsługę w przypadku zgłaszania przez system stanów przed awaryjnych (ostrzeżeń) lub wystąpienia awarii.

PAKIET 3 ŹRÓDŁA CIEPŁA/CHŁODU

Do wypełnienia poniższych formularzy niezbędne jest przeprowadzenie obliczeń energetycznych. Obliczenia takie powinien przeprowadzić doświadczony ekspert – audytor energetyczny. Wykaz osób uprawnionych do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej można znaleźć na stronach Ministerstwa Rozwoju i Technologii.

Podstawą do obliczeń, będzie przyjęcie możliwych działań z Pakietu 1 i 2. Oraz wiedza na temat systemów technicznego wyposażenia w analizowanym budynku. Pakiet 3 Pozwoli na określenie dla jakich źródeł ciepła/chłodu budynek może osiągnąć standard niemal zeroenergetyczny.

Formularz 8. Działania z pakietów 1 i 2.

Krok	Działanie	Stan obecny	Stan planowany	Dodatkowe działania
1	Poprawa izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych	Wsp. $U_C =$	Wsp. $U_C =$...
2	Poprawa izolacyjności cieplnej dachu/stropodachu	Wsp. $U_C =$	Wsp. $U_C =$...
3	Poprawa izolacyjności cieplnej podłogi na gruncie/ścian fundamentowych	Wsp. $U_C =$	Wsp. $U_C =$...
4	Poprawa izolacyjności cieplnej okien, drzwi	Wsp. $U_{maxO} =$ Wsp. $U_{maxD} =$	Wsp. $U_{maxO} =$ Wsp. $U_{maxD} =$
5	Wymiana systemu wentylacji	Opis:	Opis:	...
6	Wymiana systemu oświetlenia	Opis:	Opis:	...
7	Wymiana systemu automatyki	Opis:	Opis:	...
	Obliczenia energetyczne stanu istniejącego z założeniem aktualnego systemu produkcji energii cieplnej i elektrycznej	[kWh/(m ² rok)] EU = EK = EP =	[kWh/(m ² rok)] EU = EK = EP =	Uwagi:
	Oszczędności zużycia energii: EU =% EK =% EP =%			

Tabela 5. Zadania dla Pakietu 3 Źródła ciepła/chłodu i energii elektrycznej

Pakiet 3 Źródła ciepła/chłodu i energii elektrycznej		
Formularz 8	Wymiana źródła energii cieplnej	O
Formularz 9	Produkcja energii elektrycznej	O
Formularz 10	Magazyny ciepła	F
Formularz 11	Magazyny energii elektrycznej	F

ŹRÓDŁA CIEPŁA/CHŁODU I ENERGII ELEKTRYCZNEJ

W formularzu 9 i 10 uwzględniono wymianę istniejącego źródła ciepła/chłodu na źródła oparte na Odnawialnych Źródłach Energii:

- pompie ciepła powietrznej
- pompie ciepła gruntowej
- pompie ciepła wodnej
- sieci ciepłowniczej
- biomasie.

Rodzaj pompy ciepła należy wybrać w zależności od możliwości zastosowania w danej lokalizacji. Najbardziej wydajne energetycznie są pompy wodne, później gruntowe a następnie powietrzne.

Sieć ciepłowniczą wzięto pod uwagę, ponieważ coraz więcej elektrociepłowni przechodzi na produkcję energii z odnawialnych źródeł energii.

W kolumni nr 3 Formularza 9 i 10 uwzględniono produkcję energii elektrycznej z:

- obecnego źródła (sieć energetyczna)
- częściowe pokrycie produkowanej energii odnawialnymi źródłami energii
- całkowita produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (oddawanie energii do sieci/magazyny energii)
- całkowita produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (system prosument wirtualny).

W kolumnach 4-6 należy wpisać wyniki analizy: wartości Energii Użytkowej, Energii Końcowej, Energii Pierwotnej. Następnie należy sprawdzić które z wariantów spełniają warunek:

$$EP \leq EP_{max},$$

przyjmując wartości graniczne EP_{max} , dla budynków użyteczności publicznej:

Dla ogrzewania i wentylacji oraz cwu:

$\Delta EP_{maxH+W} = 190$ [kWh/m²rok] – budynki użyteczności publicznej – opieki zdrowotnej

$\Delta EP_{maxH+W} = 45$ [kWh/m²rok] – budynki użyteczności publicznej – pozostałe

Dla chłodzenia:

$$\Delta EP_C = 25 \cdot A_{f,C} / A_f$$

gdzie:

A_f - powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (ogrzewana lub chłodzona), określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 15 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków [m^2],

$A_{f,C}$ - powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (chłodzona), określona zgodnie z ww. przepisami [m^2].

Dla oświetlenia wbudowanego:

dla $t_0 < 2500$

$$\Delta EP_L = 25 \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]}$$

dla $t_0 \geq 2500$

$$\Delta EP_L = 50 \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]}$$

Całkowita maksymalna wartość EP:

$$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C + \Delta EP_L \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]}$$

W przypadku $EP \leq EP_{max}$, można uznać że analizowany budynek osiągnął standard budynku o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię.

Formularz 9 i 10

Krok 9,10	Produkcja energii cieplnej	Produkcja energii elektrycznej	EU	EK	EP	Czy $EP \leq EP_{max}$ [kWh/m ² rok] EP _{max} = 45[kWh/m ² rok]* Lub 190 [kWh/m ² rok]*
						[kWh/m ² rok]
		Istniejące źródło energii elektrycznej				tak/nie
	Istniejące źródło ciepła	Istniejące źródło energii elektrycznej [%]				tak/nie
		Panele fotowoltaiczne na miejscu [%]				tak/nie
		Panele fotowoltaiczne na miejscu [100 %]				tak/nie
		Wirtualny prosument [100 %]				tak/nie
	Biomasa	Istniejące źródło energii elektrycznej				tak/nie
		Istniejące źródło energii elektrycznej [%]				tak/nie
		Panele fotowoltaiczne na miejscu [%]				tak/nie
		Panele fotowoltaiczne na				tak/nie

		miejscu [100 %]				
		Wirtualny prosument [100 %]				tak/nie
Powietrzna pompa ciepła		Istniejące źródło energii elektrycznej				tak/nie
		Istniejące źródło energii elektrycznej [%] Panele fotowoltaiczne na miejscu [%]				tak/nie
		Panele fotowoltaiczne na miejscu [100 %]				tak/nie
		Wirtualny prosument [100 %]				tak/nie
Gruntowa pompa ciepła		Istniejące źródło energii elektrycznej				tak/nie
		Istniejące źródło energii elektrycznej [%] Panele fotowoltaiczne na miejscu [%]				tak/nie
		Panele fotowoltaiczne na miejscu [100 %]				tak/nie
		Wirtualny prosument [100 %]				tak/nie
Wodna pompa ciepła		Istniejące źródło energii elektrycznej				tak/nie
		Istniejące źródło energii elektrycznej [%] Panele fotowoltaiczne na miejscu [%]				tak/nie
		Panele fotowoltaiczne na miejscu [100 %]				tak/nie
		Wirtualny prosument [100 %]				tak/nie
Sieć ciepłownicza		Istniejące źródło energii elektrycznej				tak/nie
		Istniejące źródło energii elektrycznej [%] Panele fotowoltaiczne na miejscu [%]				tak/nie
		Panele fotowoltaiczne na miejscu [100 %]				tak/nie
		Wirtualny prosument [100 %]				tak/nie
Inne		Istniejące źródło energii elektrycznej				tak/nie
		Istniejące źródło energii elektrycznej [%] Panele fotowoltaiczne na miejscu [%]				tak/nie
		Panele fotowoltaiczne na miejscu [100 %]				tak/nie
		Wirtualny prosument [100 %]				tak/nie

DOBÓR ŹRÓDEŁ CIEPŁA/CHŁODU I ENERGII ELEKTRYCZNEJ DLA KTÓRYCH WARTOŚĆ EP JEST MNIEJSZA LUB RÓWNA WARTOŚCI EP_{MAX} ORAZ ZAPEWNIENIE IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ ELEMENTÓW OBUDOWY BUDYNKU NA POZIOMIE WYMAGANYM PRZEZ WARUNKI TECHNICZNE POZWALA UZYSKAĆ STANDARD BUDYNKU O NIEMAL ZEROWYM ZAPOTRZEBOWANIU NA ENERGIĘ

Formularz 11 Magazyn energii cieplnej

Krok 11	Budynek posiada magazyn energii cieplnej	Brak wykonania energii cieplnej	możliwości magazynu	W otoczeniu budynku istnieje możliwość wykonania magazynu energii cieplnej
	Brak działania	Brak działania		Po dokładnych obliczeniach bilansu energetycznego uwzględniającego wszystkie planowane działania termomodernizacyjne należy zlecić wykonanie magazynu doświadczonemu w tym zakresie projektantowi.
<p>Magazyn ciepła może być zasilany energią cieplną na wiele sposobów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kolektory słoneczne - ciepło pozyskiwane z elementów obudowy budynku - energia elektryczna podgrzewająca czynnik magazynujący - inne. <p>Magazyn powinien być zaprojektowany w taki sposób aby możliwe było pokrycie potrzeb cieplnych/chłodniczych w całym roku.</p> <p>Magazyn musi posiadać system automatycznego sterowania przepływami energii cieplnej.</p> <p>Magazyn ciepła powinien być opomiarowany.</p> <p>Cena magazynów ciepła jest aktualnie wysoka, należy zrobić rachunek ekonomicznej opłacalności zastosowania magazynu ciepła.</p>				

Formularz 12 Magazyn energii elektrycznej

Krok 12	Budynek posiada magazyn energii elektrycznej	Brak wykonania energii elektrycznej	możliwości magazynu	W otoczeniu lub w budynku istnieje możliwość wykonania magazynu energii elektrycznej
	Brak działania	Brak działania		Po dokładnych obliczeniach bilansu energetycznego uwzględniającego wszystkie planowane działania termomodernizacyjne należy zlecić wykonanie magazynu doświadczonemu w tym zakresie projektantowi.
Magazyn energii elektrycznej może być zasilany:				

<ul style="list-style-type: none">- panele fotowoltaiczne- elementy fotowoltaiczne (szkło PV, dachówki itp.)- samochody elektryczne- inne. <p>Magazyn powinien być zaprojektowany w taki sposób aby możliwe było pokrycie potrzeb energii elektrycznej w całym roku.</p> <p>Jako magazyn energii elektrycznej można uznać oddawanie nadprodukcji energii elektrycznej do sieci lub system wirtualnego prosumenta.</p> <p>Magazyn musi posiadać system automatycznego sterowania przepływami energii cieplnej.</p> <p>Magazyn powinien być opomiarowany.</p> <p>Cena magazynów ciepła jest aktualnie wysoka, należy zrobić rachunek ekonomicznej opłacalności zastosowania magazynu energii elektrycznej.</p>

OPIS SZCZEGÓŁOWY PAKIETU 3 - ŹRÓDŁA CIEPŁA/CHŁODU I ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Produkcja energii cieplnej i energii elektrycznej

Produkcja energii elektrycznej i energii cieplnej w znaczący sposób wpływa na wartość wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP. Tylko zastosowanie OZE pozwoli na osiągnięcie standardu budynku o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię (standard nZEB). Zarówno ważne jest źródło energii cieplnej jak i źródło energii elektrycznej.

Jeśli jest możliwość zmiany istniejącego źródła ciepła/chłodu na inne, główne wskazania to:

Powietrzna pompa ciepła (PPC) to urządzenie, które wykorzystuje energię zawartą w powietrzu do ogrzewania lub chłodzenia pomieszczeń. Działa na zasadzie odzyskiwania ciepła z otoczenia i przekazywania go do pomieszczenia, lub odwrotnie, w celu chłodzenia.

Korzyścią z użycia powietrznej pompy ciepła jest jej ekologiczny charakter, ponieważ korzysta z odnawialnego źródła energii - powietrza. Nie wymaga również stosowania paliw kopalnych, co przekłada się na niższe koszty eksploatacyjne i mniejsze emisje CO₂. Pompy ciepła są szeroko stosowane w budownictwie, zarówno w nowych, jak i w istniejących budynkach, w celu zapewnienia efektywnego i ekologicznego ogrzewania oraz chłodzenia.

Gruntowa pompa ciepła (GPC) to urządzenie wykorzystujące energię zgromadzoną w gruncie do produkcji ciepła. Działa na zasadzie wymiany ciepła pomiędzy gruntowym źródłem a systemem grzewczym, zapewniając efektywne i ekologiczne ogrzewanie budynków.

Podstawowym składnikiem gruntowej pompy ciepła jest tzw. kolektor gruntowy. Może to być pionowa lub pozioma struktura umieszczona w gruncie, która jest odpowiedzialna za pobieranie energii cieplnej z ziemi. W przypadku kolektora pionowego wykonuje się wierceń, natomiast w przypadku kolektora poziomego zakłada się system rur rozłożonych na większej powierzchni. Rury w kolektorze są wypełnione czynnikiem chłodniczym, który pobiera energię z gruntu.

Warto jednak zauważyć, że instalacja gruntowej pompy ciepła może wymagać odpowiedniej przestrzeni i odpowiednich warunków gruntowych. Konieczne jest również prawidłowe

zaprojektowanie i dobranie parametrów systemu, aby zapewnić efektywną pracę i osiągnięcie optymalnej wydajności.

Wodna pompa ciepła (WPC) to rodzaj pompy ciepła, która wykorzystuje wodę jako źródło energii cieplnej do ogrzewania i chłodzenia. Działa na podobnej zasadzie jak gruntowa pompa ciepła, ale zamiast gruntu, WPC pobiera energię cieplną z wody.

WPC może korzystać z różnych źródeł wody, takich jak jeziora, rzeki, studnie czy nawet wody gruntowe.

Wodna pompa ciepła jest efektywnym i ekologicznym rozwiązaniem, ponieważ wykorzystuje odnawialne źródło energii - wodę. Woda ma zazwyczaj stabilną temperaturę przez większość roku, co pozwala na uzyskanie wysokiej wydajności systemu. Ponadto WPC może być również wykorzystywana do chłodzenia budynków w okresie letnim.

W tabeli 5 zestawiono podstawowe parametry oraz wady i zalety trzech rodzajów pompy ciepła: powietrznej, gruntowej i wodnej. Ceny podano dla budynku mieszkalnego.

Tabela.5 Porównanie pomp ciepła ⁶.

Porównanie pomp ciepła			
Rodzaj i koszt pompy	COP w korzystnych warunkach	Zalety	Wady
Powietrzna pompa ciepła 35-50 tys.	3,5	- najniższe koszty - najmniej inwazyjny montaż - dostępność źródła zasilania	- najniższy współczynnik COP - zauważalny spadek wydajności w okresie mrozów
Gruntowa pompa ciepła 50-80 tys. W zależności od ilości odwiertów	4,8	- wysoka wydajność i stabilność źródła ciepła - niskie koszty eksploatacyjne (krótszy okres zwrotu inwestycji)	- konieczność zakopania kolektora na dużej głębokości lub powierzchni - wysokie koszty inwestycyjne - obowiązek uzyskania pozwolenia na odwierty pow. 30 m
Wodna pompa ciepła 40-75 tys.	6,5 dla wód podziemnych, mniejszy dla powierzchniowych	- najwyższa efektywność - bardzo duża wydajność i stabilność temperaturowa źródła	- konieczność budowy co najmniej 2 studni - konieczność zadbania o odpowiednie parametry fizykochemiczne wody

⁶ <https://faktyoswiecim.pl/dzieje-sie/styl-zycia/szybkie-porownanie-pomp-ciepła-wszystkie-rodzaje-w-5-minut>

Piec na biomasę, zwany również kotłem na biomasę, to urządzenie grzewcze, które wykorzystuje biomasę jako paliwo do produkcji ciepła. Biomasa jest każdy organiczny materiał pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, który może zostać spalony w celu uzyskania energii. Przykłady biomasowych paliw to drewno, trociny, słoma, pellety, gałęzie, odpady rolnicze i wiele innych.

Piece na biomasę mogą być zastosowane po spełnieniu wymagań określonych w uchwałach antysmogowych.

Produkcja energii elektrycznej - Panele fotowoltaiczne PV

Istnieje kilka różnych rodzajów paneli fotowoltaicznych, które różnią się pod względem technologii wykorzystywanej do przetwarzania światła słonecznego na energię elektryczną.

Wirtualny prosument

Nowelizacja ustawy o OZE z 2021 r. wprowadziła szereg zmian i rozwiązań w sektorze odnawialnych źródeł energii. Pojawił się między innymi nowy typ uczestnika rynku energii odnawialnej – prosument wirtualny.

Szczegółową definicję prosumenta wirtualnego określa ustawa o OZE (Odnawialnych Źródłach Energii). Zgodnie z jej brzmieniem prosument wirtualny to „odbiorca końcowy wytwarzający energię elektryczną wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w instalacji odnawialnego źródła energii przyłączonej do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej w innym miejscu niż miejsce dostarczania energii elektrycznej do tego odbiorcy, która jednocześnie nie jest przyłączona do sieci dystrybucyjnej elektroenergetycznej za pośrednictwem wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku wielolokalowego, pod warunkiem że w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, wytwarzanie to nie stanowi ponadto przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej”. Wirtualny prosument, to system pozwalający na wytwarzanie energii elektrycznej poza miejscem, w którym zużywana jest energia. Często powodem rezygnacji z inwestowania w fotowoltaikę jest zbyt mała powierzchnia dachu. Teraz nie będzie to już problemem, ponieważ inwestycja może znajdować się poza miejscem, w którym zużywana jest energia. Maksymalna moc wytwórcza przypisana do jednego punktu poboru nie może być wyższa niż 50 kW. Z przepisów dotyczących wirtualnego prosumenta obecnie mogą skorzystać m.in.:

- spółdzielnie mieszkaniowe, wspólnoty mieszkaniowe;
- deweloperzy;
- zarządcy i właściciele biurów;
- administratorzy obiektów sakralnych;

Magazyny energii cieplnej

Magazyny energii cieplnej, czasem nazywane również magazynami ciepła, to systemy lub urządzenia służące do gromadzenia i przechowywania energii w postaci ciepła. Mają one na celu umożliwienie przechowywania nadmiaru energii cieplnej w celu wykorzystania jej w późniejszym czasie, gdy jest potrzebna.

Istnieje kilka różnych rodzajów magazynów energii cieplnej, z których każdy ma swoje własne cechy i zastosowania. Oto kilka przykładów:

1. Magazyny wodne: woda jest powszechnie stosowana jako nośnik energii cieplnej w magazynach ciepła. W tego typu magazynach energia jest przechowywana w postaci podgrzanej wody lub wody zamrożonej (magazyny zimna). Przechowuje się ją w zbiornikach lub w specjalnych układach rur, które magazynują ciepło.
2. Magazyny gruntowe: wykorzystują one właściwości termiczne gleby, aby przechowywać energię cieplną. Magazyny gruntowe wykorzystują różnicę temperatury między powierzchnią ziemi a głębszymi warstwami, aby przechowywać energię w podłożu. Przykładowo, ciepło może być zgromadzone w ziemi latem i wykorzystane zimą.
3. Magazyny kamienne: wykorzystujące właściwości termiczne kamienia lub skał. Przechowują ciepło w postaci nagranego kamienia lub skały, a następnie wykorzystują je do ogrzewania pomieszczeń w późniejszym czasie.
4. Magazyny fazowe: wykorzystują zmiany fazowe substancji, takie jak przemiana wody w parę lub kondensacja pary wodnej, do przechowywania energii cieplnej. Energia jest pobierana lub oddawana podczas tych procesów fazowych.

Magazyny energii cieplnej są coraz częściej wykorzystywane w systemach zrównoważonego rozwoju i odnawialnych źródeł energii. Pozwalają one na magazynowanie nadmiaru energii cieplnej, która może być wykorzystana w okresach niskiego zapotrzebowania lub w chłodniejszych porach roku, co przyczynia się do bardziej efektywnego wykorzystania energii i ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

Magazyny energii elektrycznej

Magazyny energii elektrycznej, znane również jako systemy magazynowania energii, to technologie służące do przechowywania energii elektrycznej w celu wykorzystania jej w późniejszym czasie. Magazyny energii elektrycznej są ważnym elementem w rozwoju systemów energetyki odnawialnej oraz w zarządzaniu energią.

Istnieje kilka różnych typów magazynów energii elektrycznej, z których każdy ma swoje własne zastosowanie i charakterystyki. Oto kilka przykładów:

1. Akumulatory: akumulatory są najbardziej popularnym i rozpowszechnionym typem magazynów energii elektrycznej. Wykorzystują procesy elektrochemiczne do przechowywania i uwalniania energii elektrycznej. Akumulatory są stosowane w różnych aplikacjach, takich jak samochody elektryczne, systemy zasilania awaryjnego, magazyny energii domowych itp.
2. Pompy wodne: systemy pomp wodnych wykorzystują nadmiar energii elektrycznej do pompowania wody do wyższego poziomu, a następnie uwalniają ją, gdy jest potrzebna dodatkowa energia. W czasie niskiego zapotrzebowania na energię elektrownia przepompowuje wodę z niższego poziomu do wyższego, a w czasie wysokiego zapotrzebowania woda spada z powrotem na niższy poziom, napędzając turbiny i generując energię elektryczną.
3. Superkondensatory: znane również jako kondensatory elektryczne o dużej pojemności, mogą przechowywać i uwalniać energię elektryczną w bardzo krótkim czasie. Mają zdolność do szybkiego ładowania i rozładowywania, co czyni je idealnymi

do zastosowań, które wymagają dużych ilości energii w krótkim czasie, takich jak magazyny energii dla pojazdów elektrycznych, systemy odzyskiwania energii hamowania, systemy zasilania awaryjnego itp.

4. Magazyny energii termicznej: magazyny energii termicznej wykorzystują ciepło do magazynowania energii elektrycznej. Na przykład, w systemie magazynu energii termicznej, energia elektryczna może być używana do ogrzewania substancji, takiej jak woda lub beton, a następnie to ciepło może być magazynowane i wykorzystane do produkcji energii w późniejszym czasie.

PAKIET 4 BADANIA „IN SITU”

Tabela 6. Działania dla Pakietu 4. „Badania „in situ”.

Pakiet 4 Badania „in situ”		
Formularz 12	Komfort użytkowy	O
Formularz 13	Dodatkowe badania „in situ”	O

Zaleca się wykonanie badań dotyczących komfortu użytkowania, ponieważ często można zdiagnozować i poprawić warunki komfortu użytkowników, mieszkańców czy pracowników. Ma to pozytywny wpływ na zdrowie i samopoczucie ludzi a także na poziom wykonywanej pracy i zadowolenie z niej.

Formularz 12

Rodzaj komfortu	Badania „in situ” zgodne z normą	Wartości dopuszczalne	Czy w czasie badania osiągnięto bezpieczny poziom komfortu
Komfort cieplny	PN-EN 16798-1:2019	$-0,5 \leq PMV \leq +0,5$ $PPD \leq 10$	tak/nie
Komfort oświetleniowy	PN-EN 16798-1:2019 PN-EN – 12464 – 1	Podano w normie, zależny od funkcji pomieszczenia	tak/nie
Komfort akustyczny	PN-EN 16798-1:2019	Podano w normie, zależny od funkcji pomieszczenia	tak/nie
Jakość powietrza – zalecane stężenia TVOC	PN-EN 15323	200 – 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	tak/nie
Jakość powietrza – nawiew powietrza wentylacyjnego	PN-EN 16798-3:2019	SUP 2 – nawiew powietrza o niskiej koncentracji zanieczyszczeń.	tak/nie

Formularz 13 Dodatkowe badania „in situ”



Rys. 6. Badanie szczelności obudowy budynku.

Zaleca się wykonanie badań „in situ” mających wpływ na efektywność energetyczną oraz komfort użytkowników. Są to: badanie szczelności obudowy budynku na przenikanie powietrzne oraz badania termowizyjne. Badania te pomogą zlokalizować słabe miejsca w obudowie budynku, przez które tracimy ciepło.

Formularz 13

Rodzaj badania „in situ”	Badania „in situ” zgodne z normą/urządzenie badawcze	Wartości dopuszczalne	Czy w czasie badania osiągnięto wartość dopuszczalną
Szczelność obudowy budynku	PN-EN 13829/system blower door	$n_{50} \leq 3,0$ [1/h] budynki z wentylacją grawitacyjną $n_{50} \leq 1,5$ [1/h] budynki z wentylacją mechaniczną $n_{50} \leq 3,0$ [1/h] budynki w standardzie pasywnym	tak/nie
Badanie termowizyjne	PN-EN 13187/kamera termowizyjna	Minimalizacja mostków termicznych	tak/nie
<p>Uwagi: Przy przekroczeniu wartości dopuszczalnych warunków komfortu użytkowania pomieszczeń należy dołożyć wszelkich starań aby poprawić komfort możliwymi i dostępnymi środkami. Na przykład nieszczelności w obudowie budynku po zlokalizowaniu należy uszczelnić, działanie takie z pewnością poprawi komfort cieplny. Działania, które pomogą poprawić komfort akustyczny, to zastosowanie różnego rodzaju podkładek akustycznych, paneli wygłuszających itp.</p>			

SZCZEGÓŁOWY OPIS BADAŃ „IN SITU”

Komfort użytkowania obiektów jest sprawą nadrzędną dla użytkowników. Nie należy go pomijać przy planowaniu działań termomodernizacyjnych. Wśród wielu aspektów komfortu możemy wymienić te które zaprezentowano na rysunku 1. Bardzo ważny i odczuwalny jest komfort cieplny. To czy czujemy gorąco czy chłód wpływa na nasze samopoczucie. Jednak inne aspekty naszego komfortu również wpływają na nasze odczucia. Warto wspomnieć o komforcie akustycznym czy oświetleniowym. Jak przeprowadzić badania komfortu użytkowania w budynku stanowią odpowiednie normy zestawione w tabeli 9. Wskazane jest wykonanie takich badań, ponieważ mogą one w znaczący sposób poprawić zadowolenie użytkowników, ich komfort pracy a nawet aspekty zdrowotne.

Wpływ szczelności na zużycie energii w budynkach.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie:

„W budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego, budynku użyteczności publicznej, a także w budynku produkcyjnym przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste, złącza między przegrodami i częściami przegród oraz połączenia okien z ościeżami należy projektować i wykonywać pod kątem osiągnięcia ich całkowitej szczelności na przenikanie powietrza”.

Konsekwencje niskiej szczelności obudowy:

- niekontrolowany przepływ powietrza przez szczeliny i pęknięcia w przegrodach,
- międzywarstwowa kondensacja pary wodnej,
- grzyby pleśniowe i szkody budowlane,
- pogorszenie izolacyjności cieplnej i trwałości przegrody,
- obniżenie jakości środowiska wewnętrznego: lokalne przeciągi i zwiększone straty ciepła związane z podgrzewaniem powietrza infiltrującego,
- zaburzenia w pracy systemów wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła,
- dodatkowe straty ciepła mają znaczący wpływ na charakterystykę energetyczną budynku,
- brak możliwości osiągnięcia oczekiwanego standardu energetycznego pomimo zastosowania systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

Test szczelności (z angielskiego blower door test) to badanie, które w sposób nieniszczący pozwala na wyznaczenie współczynnika n_{50} , oraz na zlokalizowanie miejsc, którymi ucieka energia cieplna. Polega na wytworzeniu różnicy ciśnień pomiędzy wnętrzem budynku, a jego otoczeniem. Test można wykonać o każdej porze roku, najlepiej przeprowadzić go w trakcie budowy na etapie stanu surowego zamkniętego, co pozwoli nam w najmniej kosztowny sposób poprawić szczelność powietrzną budynku. Badanie wykonujemy zgodnie z polską normą PN-EN 13829.

Zalety szczelności powietrznej powłoki budynku:

- zapobieganie kondensacji pary wodnej w konstrukcji budynku i związanym z tym przeszkodom,
- oszczędność energii – zapewnienie prawidłowego działania ocieplenia zewnętrznych przegród budowlanych oraz obniżenie strat ciepła przez wentylację,

- podwyższony komfort mieszkalnym - zimne powietrze wchodzące przez szczeliny prowadzi do przeciągów, warstwa zimnego powietrza jest przyczyną zimnych stóp i nieprzyjemnego pionowego wyrównania temperatury w poszczególnych pomieszczeniach i całym budynku,
- jakość powietrza – możliwy staje się kierowany przepływ powietrza; podstawa do funkcjonowania i efektywności systemu wentylacyjnego,
- izolacja akustyczna zewnętrznych przegród budowlanych - każdy przeciek pogarsza izolację akustyczną powietrzną. Dobra szczelność jest zatem częścią koncepcji izolacji akustycznej,
- podstawa do poprawnie funkcjonującego systemu wentylacyjnego i odzysku ciepła - w przypadku wycieków powietrze jest wymieniane przez wiatr lub termikę, które są bardzo zależne od warunków pogodowych. Nadmierne zmiany powietrza zachodzą, gdy nie są potrzebne: przy silnym wietrze i przy bardzo zimnej pogodzie.

Wpływ strat ciepła zlokalizowanych dzięki badaniom termowizyjnym na zużycie energii w budynkach.

Badania termowizyjne pozwalają na detekcję strat ciepła w budynku. Obraz termowizyjny może być wykonywany od wnętrza oraz od strony zewnętrznej obiektu. W termogramach widoczne są mapy obrazujące promieniowanie ciepłe, przeliczone na temperatury na powierzchni elementów budowlanych. Dzięki temu możemy wykryć miejsca strat ciepła tzw. mostki termiczne. Wykonując badanie termowizyjne wspólnie z badaniem szczelności obudowy budynku, łatwiej jest wykryć nieszczelności na przykład montażu okien czy drzwi.

PAKIET 5 ELEMENTY DODATKOWE

Formularze 15-19

Pakiet 5 Elementy dodatkowe		
Formularz 15	Woda deszczowa	F
Formularz 16	Woda szara	F
Formularz 17	Zagospodarowanie odpadów	F
Formularz 18	Błękitno-zielona infrastruktura	F
Formularz 19	Edukacja ekologiczna	O

Formularz 15 Woda deszczowa

Krok 15	Budynek posiada system zagospodarowania wody deszczowej	Brak możliwości wykonania systemu zagospodarowania wody deszczowej	W otoczeniu budynku istnieje możliwość zagospodarowania wody deszczowej
	Brak działania	Brak działania	Po dokładnych obliczeniach możliwej do pozyskania ilości wody deszczowej z pości dachu, należy w miarę możliwości rozważyć zastosowanie systemów: System gromadzenia wody dla potrzeb

			<p>instalacji wewnętrznych i podlewania zieleni</p> <p>Stosowanie rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury, np.:</p> <p>zbiorniki retencyjne ogrody deszczowe niecki (obniżenia terenu, detencja) drzewa z konstrukcją retencyjną/skrzynią korzeniową muldy (trawiaste, chłonna-retencyjne) zielone dachy zielone ściany</p> <p>Stosowanie podziemnych zbiorników opóźniających odpływ do kanalizacji oraz urządzeń infiltrujących wody opadowe:</p> <p>studnie chłonne, skrzynki rozsączeniowe, komory drenażowe, rowy infiltracyjne bez nasadzeń</p> <p>Stosowanie nawierzchni przepuszczalnych na parkingach o powierzchni do 0,1ha (z wyłączeniem miejsc dla osób niepełnosprawnych)</p> <p>Stosowanie zielonej infrastruktury (poprzedzonej separatorem) dla spływów z dróg i parkingów o powierzchni powyżej 0,1ha</p>
	<p>Do podlewania terenów zielonych nie powinna być używana woda z sieci wodociągowej a woda, którą można pozyskać z deszczówki.</p> <p>Wody opadowe z ciągów pieszych powinny być kierowane na tereny zielone lub do urządzeń błękitno-zielonej infrastruktury towarzyszącej parkingom i drogom.</p>		

Formularz 16 Woda szara

Krok 16	Budynek posiada system zagospodarowania wody szarej	Brak możliwości wykonania systemu zagospodarowania wody szarej	W otoczeniu budynku i budynku istnieje możliwość zagospodarowania wody szarej
	Brak działania	Brak działania	<p>Po dokładnych obliczeniach możliwej do pozyskania ilości wody szarej, należy w miarę możliwości rozważyć zastosowanie systemów (po procesie uzdatnienia wody szarej):</p> <p>Toalety, pisuary spłukiwane z regulacją</p>

			<p>splukiwania. Zastosowanie odzysku ciepła z ciepłej wody użytkowej. Podlewanie zieleni</p>
	<p>Zaleca się zastosowanie rozwiązań ograniczających zużycie wody: baterie z perlatozem, baterie jednouchwytowe, ograniczniki przepływu Zaleca się zastosowanie zaawansowanych rozwiązań ograniczających zużycie wody: bezdotykowe, baterie czasowe, termostatyczne. Zaleca się zastosowanie sprzętu AGD z funkcją optymalizacji objętości zużywanej wody.</p>		

Formularz 17 Zagospodarowanie odpadów

Krok 17	Budynek posiada system zagospodarowania odpadów	Brak możliwości wykonania systemu zagospodarowania odpadów	W otoczeniu budynku i budynku istnieje możliwość zagospodarowania odpadów
	Brak działania	Brak działania	<p>Należy w miarę możliwości rozważyć zastosowanie systemów zagospodarowania odpadów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - segregacje odpadów - zmniejszaniu ilości odpadów generowanych na różnych etapach procesów, na przykład poprzez poprawę efektywności produkcji, minimalizację zużycia surowców - przetwarzanie i recykling - kompostowanie - składowanie

Formularz 18 Błękitno zielona architektura

Krok 18	Budynek posiada elementy błękitno-zielonej architektury	Brak możliwości wykonania elementów błękitno-zielonej architektury	W otoczeniu budynku istnieje możliwość wykonania elementów błękitno-zielonej architektury
	Brak działania	Brak działania	<p>Po dokładnych analizach terenu wokół budynku w miarę możliwości rozważyć zastosowanie: zielonych dachów i ścian. Wprowadzenie elementów wodnych typu: ogrody deszczowe, fontanny, otwarte zbiorniki itp.</p>

Formularz 19 **Edukacja ekologiczna**

Krok 19	Edukacja ekologiczna
	<p>Zaleca się:</p> <ul style="list-style-type: none">- przeprowadzanie szkoleń/warsztatów informacyjnych na temat zrównoważonego rozwoju i neutralności klimatycznej.- wydawania ulotek i opracowań w tematach.- w razie podejmowania działań w budynkach, jeśli jest to możliwe należy pozostawiać elementy dla edukacji (na przykład odsłonięte systemy efektywności energetycznej, działanie pomp ciepła, paneli fotowoltaicznych prezentowane w postaci wizualizacji).- należy zwracać uwagę na infrastrukturę zielono-błękitną na przykład poprzez organizację placów zabaw w otoczeniu infrastruktury zielono-błękitnej.- zaleca się organizację miejsc przebywania ludzi w otoczeniu infrastruktury zielono-błękitnej (na przykład ławki, miejsca spotkań itp).

SZCZEGÓŁOWY OPIS PAKIETU 5 ELEMENTY DODATKOWE

Infrastruktura błękitno-zielona definiowana jest, jako sieć elementów krajobrazu, do których należą tereny zielone i zbiorniki wodne. Błękitno-zielony system może pełnić różne funkcje, mając potencjał do wytwarzania wielu usług, takich jak oczyszczanie wody, regulacja temperatury i wytwarzanie żywności, które są kluczowe dla adaptacyjności miast oraz gmin wiejskich. Infrastruktura, dostępna w przestrzeni miejskiej, zapewnia różnorodne korzyści środowiskowe, ekonomiczne i społeczne dla ludzi i innych organizmów żywych. Jest połączeniem celów oraz zadań związanych z gospodarowaniem wodami oraz różnymi formami zieleni. W miastach można włączyć dachy zielone czy torowiska, a w gminach wiejskich tereny otwarte – łąki lub przestrzenie produkcji rolnej.

Przedstawiciel miast oraz terenów gminnych stają przed rosnącą skalą wyzwań, takich jak zanieczyszczenie powietrza, występowanie miejskiej wyspy ciepła, nadmiar lub niedobór wody, utrata naturalnych siedlisk czy rozwarstwienie społeczne. Wykorzystanie rozwiązań opartych na przyrodzie jest efektywnym środkiem radzenia sobie z wieloma z tych problemów jednocześnie. Do niebiesko-zielonej infrastruktury zaliczać możemy stawy retencyjne, niecki, zbiorniki, rowy bioretencyjne, rowy infiltracyjne, ogrody deszczowe, zielone przystanki, dachy, fasady i ściany, nawierzchnie przepuszczalne, podłoża strukturalne, tereny zielone i mokradłowe.

Jakie korzyści płyną z infrastruktury błękitno-zielonej? Przykładem może być zatrzymanie wody opadowej w miejscu ich powstawania – na obszarze, na którym wystąpił opad deszczu. Wspiera tradycyjny system odprowadzania wód deszczowych i go odciąża, powodując zwiększenie powierzchni wsiąkania wody oraz parowania, umożliwiając ponowne wykorzystanie wód opadowych np. do podlewania zieleni. Ekologia połączona z użytecznością i spełnianiem funkcji chroniącej przed podtopieniami i powodzią błyskawicznie doskonale się sprawdza. Potencjał płynący z wykorzystania błękitno-zielonej infrastruktury jest ogromny, niestety wciąż niedostatecznie zbadany w polskich warunkach

i nadal w niewielkim stopniu wykorzystany, jako środek przeciwdziałania skutkom zmian klimatu i adaptacji naszych miast i gmin.

DZIAŁANIA ADAPTACYJNE

Wpływ przestrzeni przyszkolnej na procesy edukacji dzieci oraz nauczycieli.

Zgodnie z badaniami z zakresu psychologii środowiskowej, architektura może wspomagać proces edukacji i wspierać dzieci w nauce poprzez odpowiednio zaprojektowane środowisko, tzw. determinizm architektoniczny, o którym mowa, w przypadku obiektów dla dzieci jest bardzo istotnym narzędziem, dzięki któremu można stworzyć przestrzeń sprzyjającą rozwojowi proekologicznych postaw oraz sprzyjającą budowaniu świadomości ekologicznej. Jest to jedno z zadań, jakie powinna spełniać współczesna szkoła. Jako nauka zdrowego żywienia, podstawy uprawy owoców i warzyw, umiejętność kompostowania, nauka gotowania, stworzenie szklarni i kompostowników rozmieszczonych na działce szkolnej, działania te poprawiają pamięć oraz koncentrację. Kluczowe jest stworzenie środowiska, w którym wszyscy, uczniowie i nauczyciele, będą czuli się dobrze i bezpiecznie. Budowanie świadomości ekologicznej to jedno z zadań, które powinna spełniać współczesna szkoła.

Edukacja jest niezbędna, by przygotować społeczeństwa do radzenia sobie z kryzysem klimatycznym. Człowiek już od najmłodszych lat powinien być zdolny do podejmowania działań mających na celu ochronę środowiska i korzystanie z zasobów ziemi w sposób zrównoważony. Kształtowanie świadomości ekologicznej jest koniecznością w każdej społeczności, wymaga też zróżnicowanych form oraz metod. Bardzo ważny udział w edukacji mają działania organizacji regionalnych. Przykładem jest Regionalne Centrum Edukacji Ekologicznej w Płocku, które od 21 lat prowadzi edukację ekologiczną dla dzieci, młodzieży oraz dorosłych, aktywizując ich do działań mających na celu ochronę środowiska. Przeprowadzone w tej instytucji badania oraz uzyskane z nich wyniki jednoznacznie świadczą o skuteczności podejmowanych przedsięwzięć oraz o potrzebie ich ciągłego rozwijania.

Działalność nauczycieli i rodziców, której celem jest edukacja ekologiczna dzieci powinna być świadoma i zamierzona :

- zapewnienie im sytuacji do przeżyć wynikających z bezpośredniego lub pośredniego kontaktu z obiektami i zjawiskami przyrodniczymi;
- dostarczenie im podstawowych i zasadniczych wiadomości o ekosystemach, obiektach i zjawiskach występujących w najbliższym środowisku życia;
- pomoc w zdobyciu podstawowej orientacji w znaczeniu obiektów i zjawisk dla ich życia;
- doprowadzenie do postrzegania zależności między stanem środowiska a samopoczuciem i zdrowiem ludzi;
- ukształtowanie nawyku oszczędnego korzystania z zasobów naturalnych i maksymalnej ich ochrony; – stworzenie możliwości, by ukształtowały umiejętności segregowania i wtórnego wykorzystywania niektórych odpadów znajdujących się w najbliższym środowisku;
- stworzenie możliwości, by ukształtowały nawyki kultury ekologicznej i zdrowotnej w ich miejscu zabawy, wypoczynku lub nauki; – zapewnienie warunków do kształtowania pożądanych postaw wobec ludzi, zwierząt i roślin.

Zagospodarowanie odpadów - segregacja śmieci w szkołach

Segregacja śmieci w szkołach nie jest już tylko opcją, jest obowiązkiem. Najnowsze dyrektywy unijne oraz prawodawstwo krajowe obligują placówki publiczne do przygotowywania i wdrażania planów selektywnej zbiórki odpadów. Edukacja uczniów o potrzebie segregowania odpadów to jeden z ważniejszych elementów nowoczesnego szkolnictwa. Obowiązujące przepisy odpadowe nakazują sukcesywnie zmniejszanie odpadów zmieszanych tak, aby do 2025 roku poziom recyklingu dla odpadów komunalnych wzrósł do 55%, do 2030 roku do 60%, a do 2035 do 65%.

Wdrażając unijne dyrektywy, polski ustawodawca narzucił na gminne placówki publiczne obowiązek wymiany pojemników ogólnych na takie z podziałem na frakcje.

Zakupione wielokomorowe stacje do segregacji odpadów dają możliwość sortowania różnych rodzajów odpadów w ramach wielokomorowego pojemnika. Dodatkowo dołączamy zapas kolorowych worków na śmieci. Odpowiednie kosze do segregacji śmieci w szkole ułatwią wypracowanie dobrych nawyków już u najmłodszych uczniów oraz przyczynią się do podwyższenia poziomów recyklingu na terenie miasta.

Pojemniki do selektywnej segregacji śmieci/ szkolny kompostowniki

Uczniowie mogliby wrzucać resztki jedzenia do specjalnych pojemników, aby obserwować, jak przetwarza się kompost, a powstały w ten sposób nawóz wykorzystać w ogródkach przyшкоlnych.

Program tworzenia kompostowników na zielone odpady mógłby nauczyć dzieci, jak ponownie wykorzystywać odpady i przetworzyć je w naturalny nawóz do roślin. Edukacja dzieci w zakresie świadomości dotyczącej segregacji odpadów jakie wytwarza człowiek jest ważnym ale i ogromnym problemem społecznym dlatego segregacji śmieci jest koniecznością.

Zagospodarowanie oraz odzysk wody deszczowej i szarej

Racjonalne użytkowanie wody jest koniecznością ze względów ekonomicznych a także środowiskowych oraz społecznych. Malejące zasoby wody prowadzą do wzrostu kosztów. Prognozy ekonomiczne wskazują, że cena wody będzie rosła i tym samym odprowadzanie ścieków będzie bardziej kosztowne. Żyjemy w czasach rosnących problemów z dostępem do wody – Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) ostrzega, że zapotrzebowanie na wodę pitną wzrośnie o 55% do 2050 roku, kiedy to już 40% mieszkańców Ziemi zacznie odczuwać jej nierobów. Biorąc pod uwagę rosnące problemy z wodą pitną, jak i skalę jej wykorzystania na inne cele, nie powinno się bagatelizować żadnego sposobu zarówno zmniejszania ilości zużywanej wody, jak i przywracania jej do obiegu.

Po odpowiednim oczyszczeniu w instalacji budynkowej woda taka może być przeznaczona głównie do następujących celów:

woda opadowa – podlewanie ogrodu, mycie samochodów, okien czy podłóg, pranie;

oczyszczone ścieki szare – spłukiwanie miski ustępowej, prace porządkowe.

Do zastosowania każdego z tych rodzajów odzyskanej wody na terenie inwestycji należy przewidzieć instalację dualną (podwójną), czyli zintegrowany system zaopatrzenia w wodę,

który umożliwia zarówno stosowanie wody wodociągowej, jak i powtórne wykorzystanie wody szarej czy deszczowej⁷. Według różnych oszacowań dzięki stosowaniu tych instalacji można oszczędzić nawet do 60% użytkowanej wody.

Instalacja dualna (ścieki szare)

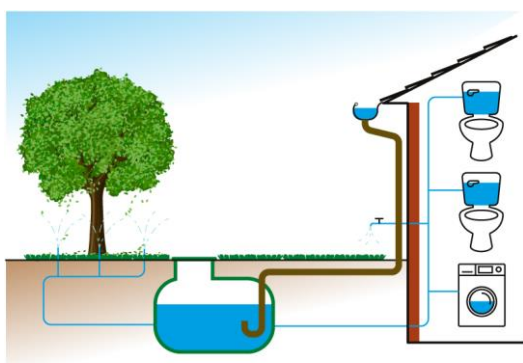
Działanie instalacji dualnej polega na przetworzeniu zużytej wody z wybranych przyborów sanitarnych tj. umywalki, wanny czy pralki, następnie zostaje oczyszczana, filtrowana, dezynfekowana i kierowana do zbiornika wody oczyszczonej. Instalacja dualna z wykorzystaniem ścieków szarych sprawdza się w budynkach o wysokiej produkcji takich ścieków i dużym zapotrzebowaniu na wodę. Wielkość takich instalacji wynosi od 2 tys. do 50 tys. dm³/d wody oczyszczonej. W zależności od wielkości instalacji, aktualnych kosztów wody oraz rzeczywistego zużycia wody oczyszczonej amortyzacja instalacji recyklingu ścieków szarych wynosi od 2 do 5.

Instalacja dualna wymaga corocznej kontroli oraz okresowego (wskazanego przez producenta) serwisu urządzeń oczyszczających ścieki szare (np. usunięcie zgromadzonych zanieczyszczeń).

Odzysk wody deszczowej

„W przypadku wykorzystywania wód opadowych, gromadzonych w zbiornikach retencyjnych, do sputkiwania toalet, podlewania zieleni, mycia dróg i chodników oraz innych potrzeb gospodarczych należy dla tego celu wykonać odrębną instalację, niepołączoną z instalacją wodociągową”.

Koszt inwestycyjnym w przy odzysku wód opadowych jest zbiornik magazynujący wodę. Zbiorniki, dostępne są w różnych kształtach i wykonaniach materiałowych, mogą zostać umieszczone na powierzchni terenu, pod powierzchnią terenu oraz wewnątrz budynku. Lokalizacja związana jest z wielkością zbiornika i głównym przeznaczeniem instalacji. Wielkość zbiornika zależy nie tylko od wielkości zapotrzebowania na wodę deszczową w obiekcie, ale też od warunków klimatycznych i pogodowych na danym terenie. Główną część kosztów stanowi zbiornik na wodę deszczową oraz system odzysku wody szarej. W zależności od pojemności zbiornika koszt instalacji wynosi 24 000 - 34 000 zł.

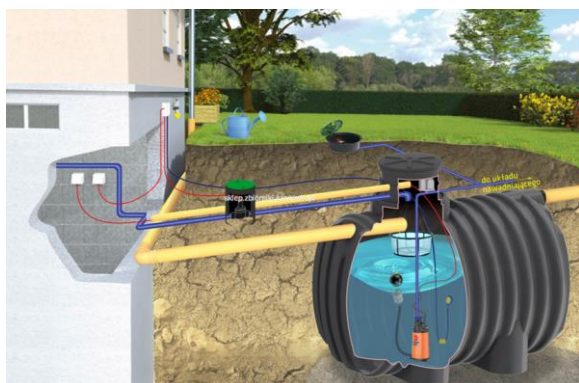


Rys.7. Zbiornik na deszczówkę⁸



Rys.8 Wykorzystanie wody deszczowej⁹

⁷ Merc Konrad, Stępnik Longina, Instalacje dualne, jako alternatywa dla tradycyjnych instalacji wodociągowo-kanalizacyjnych, „Inżynieria i Ochrona Środowiska” t. 18, nr 4, 2015, s. 549–562.



Rys.9. Podziemny zbiornik na wodę



Rys.10. Nadziemny zbiornik na deszczówkę

Zbiorniki na deszczówkę – zagospodarowanie wody opadowej w szkole neutralnej dla klimatu

Deszczówkę można zagospodarować na dwa sposoby. Jednym z nich są naziemne i podziemne zbiorniki na wodę opadową, drugim natomiast skrzynki i tunele rozsączające.

Pierwsze rozwiązanie polega na zbieraniu wody z powierzchni dachów przy pomocy rur doprowadzających do pojemników, skąd może być ona wykorzystywana do celów gospodarczych np. podlewania terenów zielonych wokół szkoły, czy do mycia kostki.

Drugie rozwiązanie tj. skrzynki i tunele rozsączające ma za zadanie odebranie wody opadowej z powierzchni trwałych – dachów jak również placów, a następnie “przechowywanie” i stopniowe uwalnianie do gruntu. Powoduje to nawilżenie gleby i jest elementem walki z suszą. Tunele i skrzynki są urządzeniami podziemnymi. Można je stosować, jako samodzielny system lub połączyć z systemem wykorzystania wody, jako odbiornik jej nadmiaru ze zbiornika podziemnego.

Przy wyborze retencji na terenie szkoły mamy do wyboru infrastrukturę szarą lub zieloną, ewentualnie zielono - niebieską. Infrastruktura zielona dostarcza jeszcze inne wartości poza retencją wody opadowej, ale efekt natychmiastowy mogą dać jedynie takie formy zabudowy zielonej jak muldy i rowy. W zakresie infrastruktury szarej zbiorniki naziemne pozwalają na retencjonowanie niewielkich ilości wody, a koszty retencjonowania są uzależnione między innymi od estetyki mogą być w przeliczeniu na jeden litr zatrzymanej wody większe od kosztów przechowywania w dużych zbiornikach podziemnych. Ceny zbiorników w małym stopniu zależą od ich objętości. Infrastruktura zielona ma tę przewagę nad szarą, że poza retencją korzystnie wpływa na mikroklimat, czyści powietrze, dostarcza tlen oraz zwiększa atrakcyjność.

Naziemne zbiorniki wodne dla szkoły są wygodniejsze w montażu i zazwyczaj nie wymagają specjalistycznej firmy. Są to beczki, które podłącza się do rur odprowadzających wodę z dachu. W tym wypadku należy wziąć pod uwagę jeden niezwykle istotny element - grubość

⁸ ekodren.pl

⁹ Shutterstock.com

zur, która nie może być większa niż 110. Większość budynków przeszła już remont i parametr ten jest spełniony, jednak ze względu na to, że większe rury były standardem w starszym budownictwie, zalecamy weryfikację danych przed zakupem. Jeśli szkoła decyduje się na naziemny zbiornik na wodę opadową, musi pamiętać, aby ich wielkość nie wykorzysta w pełni potencjału budynków o takiej powierzchni dachu. Przy wyborze naziemnych pojemników na deszczówkę polecamy rozmieszczenie mniejszych zbiorników na wodę opadową w różnych częściach budynku tak, aby zbierały wodę z kilku miejsc. Na przykład zbiorniki Top-Tank 1300 l lub zbiornik Herkules 1600 l firmy Aquantis. Jest to niedrogi rozwiązanie, które zainstalowane w kilku miejscach pozwoli zoptymalizować gospodarkę wód opadowych w szkołach. Naziemne zbiorniki na wodę deszczową udostępniają zebrany opad za pomocą kranika, ewentualnie można ją czerpać pompą w przypadku zbiorników pow. 1000 l. Zatem wykorzystanie wymaga większych nakładów pracy ręcznej i może być nieco problemowe przy dużej powierzchni biologicznie czynnej, jakimi zazwyczaj dysponują szkoły.

Natomiast podziemne zbiorniki na wodę deszczową wymagają udziału profesjonalnych instalatorów, a także prac z udziałem koparki. Jednak, pomimo iż instalacja jest trudniejsza i kosztowniejsza, to właśnie podziemne zbiorniki na wodę dla szkół są wygodniejsze i praktyczniejsze w użytkowaniu. Dają więcej możliwości adaptacji, a ich niekwestionowaną zaletą jest także pojemność. Wielkość to kolejny aspekt, na który szkoła powinna zwrócić uwagę, aby jak najlepiej zaplanować gospodarkę wód opadowych.

Decydując się na podziemny zbiornik na wodę opadową należy zwrócić uwagę na jego wielkości optymalny będzie zbiornik o pojemności 5-20 m³. Można również, podobnie jak w przypadku naziemnych rozwiązań, zastosować kilka zbiorników podziemnych o mniejszej wielkości np. Columbus 4500 l lub Columbus 6500 l i rozmieścić je w różnych miejscach, albo wykonać sieć kanalizacyjną odprowadzającą wodę deszczową do jednego dużego centralnego zbiornika magazynującego o odpowiedniej dobranej pojemności. Pojemnik pomieści od 500 do 2000 litrów. Z wyliczeń wynika iż ze 100 m² powierzchni dachu zbiera się w ciągu przeciętnego opadu ok. 2 m³ deszczówki. Zatem zbiornik zapełni się dość szybko. Istnieją oczywiście produkty o większych gabarytach, jednak mogą one obniżyć walory estetyczne obiektu i jego otoczenia. Zastosowując podziemne zbiorniki na wodę system można całkowicie zautomatyzować. Pompa zatapialna, zraszacze rozmieszczone w różnych punktach zieleni oraz hydranty umożliwiające jej pobór ręczny stworzą pełen, kompletny i funkcjonalny patent na optymalizację wykorzystania wód opadowych przez szkoły, który nie tylko zbuduje otoczenie pro-eko, ale także pozwoli oszczędzić. Wystarczy tylko przeliczyć: przeciętnie wykorzystuje się od 100 do 300 l wody rocznie do podlania jednego m² zieleni. Oszczędności dla Szkoły w skali jednego okresu wegetacyjnego mogą być olbrzymie.

Dach zielony

Zielony dach zarówno płaski jak i spadzisty pokryty roślinami, ziołami lub trawą jest nazywany dachem ekologicznymi, wegetacyjnym, dachem żywym lub darninowym. Roślinność pokrywająca dach to roślinność ekstensywna, czyli niska, dekoracyjna lub intensywna – wyższa bardziej wymagająca.

Zaletą dla Szkoły, jaka płynęłaby ze stworzenia dachu zielonego na budynku to przede wszystkim pochłanianie zanieczyszczeń, dwutlenku węgla, produkcja tlenu. Dachy zielone,

podobnie jak roślinność znajdująca się w miastach na poziomie gruntu, przyczyniają się do redukcji zanieczyszczeń zawartych w powietrzu – zarówno tych gazowych, jak i pyłowych. Co będzie pozytywnie wpływało na rozwój uczniów. Można mówić o efekcie bezpośrednim, ponieważ roślinność występująca na tych powierzchniach produkuje tlen w procesie fotosyntezy, pochłaniając przy tym, CO₂.

Kolejnym ważnym aspektem dla „Szkoły neutralnej dla klimatu” jest poprawa efektywności energetycznej budynków i ograniczenie emisji, CO₂ do atmosfery. Dachy zielone mają pośredni wpływ na redukcję, CO₂ – obniżając temperaturę, przyczyniają się do oszczędności energetycznych, co pozwala na redukcję zanieczyszczeń, przede wszystkim, CO₂ emitowanych przy produkcji energii. Oszczędności energii w budynku wynikać będzie z lepszej izolacji termicznej dachu wykończonego zielenią w stosunku do tradycyjnego ze standardowym pokryciem. W okresach zimowych oznacza to oszczędności energii związane z ograniczeniem strat ciepła przez strop, w okresach letnich zmniejszają potrzebę klimatyzowania pomieszczeń.

Badania przeprowadzone dla budynków wielopiętrowych w Madrycie (Alcazar i Bass, 2005) wykazały, że oszczędności energii wynoszą 0,5% w sezonie grzewczym oraz 6% w sezonie letnim. Dachy zielone mają zdolność retencjonowania wody opadowej i opóźniania spływu deszczówki z dachu. Jeżeli szukamy rozwiązania, które pomoże gospodarować wodami opadowymi na terenach zurbanizowanych zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, czyli zatrzymywać wody opadowe w całości lub w części w miejscu, gdzie opad wystąpił, to budowanie dachów czy tarasów zielonych jest rozwiązaniem odpowiadającym takim wymaganiom.

60% energii słonecznej zamieniane jest na parowanie (chłodzenie), dachy bitumiczne zamieniają na ciepło 95% energii słonecznej.

Koszt: Średni koszt roślinności w dachach intensywnych to 40-60 zł/m². Należy jednak uwzględnić tutaj również ewentualne koszty ścieżek ogrodowych z elementów betonowych lub kamiennych.

ROŚLINNOŚĆ EKSTENSYWNA

GREENFOND SWE Warstwa wzrostowa

GREENFOND TEX 100 Warstwa filtracyjna

GREENFOND 20 GARDEN Warstwa retencyjno - drenażowa

GREENFOND PES Włóknina separacyjno - ochronna

GREENFOND EPDM/BITUM Warstwa hydroizolacji



Rys.11 Przykład dachu zielonego ¹⁰

Produkcja energii na zielonych Dachach

Zastosowanie paneli fotowoltaicznych na dachu obsadzonym roślinnością podnosi efektywność działania samej instalacji solarnej. Chłodzenie w wyniku parowania z dachów

¹⁰ <https://www.izolacje.com.pl>

zielonych może podnieść wydajność instalacji PV o nawet 5%. W porównaniu do dachów żwirowych, dachy zielone podnoszą wydajność paneli fotowoltaicznych dzięki temu, że temperatura otoczenia wokół paneli jest niższa. Zachodzi efekt synergii podczas wytwarzania prądu – stosunkowo niska temperatura powierzchni zazielenionej (w porównaniu do dachów tradycyjnych) prowadzi do mniejszego nagrzewania modułów fotowoltaicznych, co poprawia ich sprawność. Ponieważ roślinność biegnie pod modułami, duże części dachów mogą być zazieleniane. Układ warstw zielonego dachu działa, jako warstwa ochronna dachu przed ekstremalnymi temperaturami, promieniowaniem UV i IR, gradem i warunkami pogodowymi oraz chłodzi moduły fotowoltaiczne poprzez parowanie.



Rys.12 Przykład dachu zielonego ¹¹

Ogrody wertykalne w szkole

Ogrody wertykalne są alternatywą dla tradycyjnego ogrodnictwa i wpisują się w elementy architektury krajobrazu wielu miast. Szkoła idąc z duchem czasu i podejmując inicjatywę założenia pionowego ogrodu w swojej placówce przyczynia się do wpierania działań w kierunku stworzenia *Szkoły neutralnej dla klimatu*. Zielone ściany są sposobem na zbliżanie uczniów do tematyki zrównoważonego rozwoju, działań proekologicznych, a także dają szansę na zdobycie praktycznego doświadczenia z ogrodnictwem. Przystępując do projektowania ogrodów wertykalnych w szkole warto rozpocząć prace od wyboru odpowiedniego miejsca we wnętrzu. Jest to istotny czynnik decydujący o kształcie konstrukcji, systemie, w jakim będzie wykonana ściana, oraz ilości zasadzonych roślin. Ważnym aspektem jest dobór odpowiednich gatunków. Należy unikać tych silnie trujących, na przykład diffenbachii, anturium czy bluszczu doniczkowego. Należy wybrać gatunki roślin tak, aby nie stanowiły potencjalnego zagrożenia dla dzieci.

Korzyści z zakładania pionowych ogrodów w szkołach

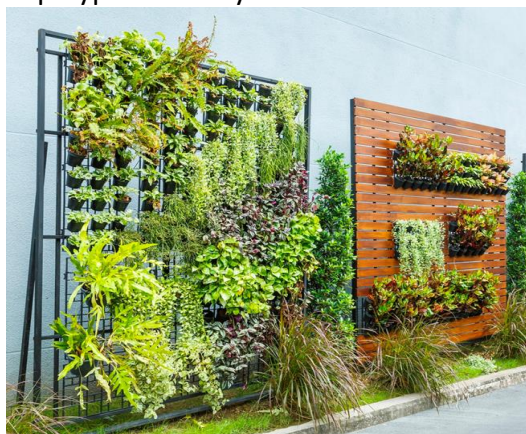
Duża ilość żywych roślin **pochłania dwutlenek węgla**, oddając do powietrza czysty tlen. Rośliny filtrują zanieczyszczenia, zatrzymują cząsteczki kurzu i szkodliwych związków organicznych. Dodatkowo potrafią niwelować szkodliwe działania systemów klimatyzacyjnych m.in. przesuszenie powietrza. Regulacją poziom wilgotności. Odpowiednia wilgotność

¹¹ <http://dachyzielone.net/oferta/dachy-solarne/>

zapobiega namnażaniu się wirusów i bakterii. Suche powietrze nie tylko podrażnia oczy i gardło, ale również sprzyja namnażaniu się drobnoustrojów. Odpowiedni poziom wilgotności zapewniony przez rośliny działa jak **naturalna bariera dla zarazków**. Czyste i odpowiednio nawilżone powietrze wpływają na samopoczucie, a dzięki roślinom zwykły szkolny korytarz zmienia się w miejsce, w którym chętnie przebywają uczniowie.

Rośliny znajdujące się na zielonej ścianie filtrują pyły unoszące się w powietrzu oraz **przetwarzają CO₂ na tlen**. Jeden m² zielonej ściany pochłania rocznie **2,3 kg CO₂** z powietrza oraz wytwarza 1,7 kg tlenu. Zielone ściany znacznie przyczyniają się do oczyszczania powietrza. Rośliny na ścianach **przenoszą izolację akustyczną** na nowy poziom. Wykorzystane do stworzenia ogrodu wertykalnego doskonale **blokują hałas z zewnątrz** – badania dowodzą, że ściana wykonana z zieleni jest w stanie zablokować nawet 70% dźwięków dochodzących z zewnątrz. Rośliny pozytywnie wpływają na nasze samopoczucie, **redukując stres** i wprawiając w stan relaksacji, **podnoszą poziom koncentracji**, produktywności i kreatywności; a do tego dają nam poczucie jedności z naturą.

Cena ogrodu wertykalnego jest uzależniona od systemu wykonania zielonej ściany oraz od jej wielkości, rodzaju zastosowanych kwiatów, systemu mocowań czy zastosowanego systemu nawadniania. Profesjonalnie wykonana zielona ściana kosztuje średnio: 1500 zł - 2500 zł /m². Istotna jest regularna weryfikacja czasu nawadniania, odpływów pod kątem przeciekania czy czyszczenie odpływów. Pielęgnacja zielonych ścian wewnątrz budynku sprowadza się do systemu nawadniająco, wodę do polewania można wykorzystać np. z wody opadowej zebranej do beczki na deszczów. Sama czynność podlewania powinna być zabiegiem uzupełniającym np. tuż po posadzeniu, ale będzie istotnym wsparciem dla roślin np. w przypadku suszy.



Rys. 13 Ściany wertykalne



Rys. 14 Ściany wertykalne

Zielone fasady

Zielone fasady i ściany (ang. green facades and walls; rysunek 15) są częściowo lub całkowicie pokryte roślinnością rosnącą w pionie (lub sadzoną w zamocowanych w pionie pojemnikach). Zielone ściany pomagają zredukować skutki zmian klimatu w środowisku miejskim na wiele sposobów, m.in. regulując temperaturę i ograniczając potrzebę ogrzewania lub chłodzenia ¹².

¹² <https://sendzimir.org.pl>

Zalety obecności pnączy na elewacjach.

Wpływ rozrośniętych pnączy na środowisko jest porównywalny z wpływem wiekowych drzew, a w wielu przypadkach może je przewyższać, gdyż mogą mieć znacznie większą powierzchnię liści. Ściany porośnięte pnączami tworzą specyficzne pionowe zieleńce. Ich obecność na wysokich budynkach przynosi większe **korzyści dla środowiska** niż trawniki. Należy zwrócić uwagę na oszczędności wynikające z redukcji kosztów utrzymania nieruchomości w porównaniu z kosztami wynikającymi z potrzeb konserwacji elewacji nieposiadających na swoich powierzchniach zieleni.

Lepsza jakość powietrza w otoczeniu. Procesy filtracji/biofiltracji powietrza dokonywane przez pnącza poprawiają bilans tlenowy w sąsiedztwie budynków, nadając swoisty mikroklimat, zmniejszając wahania amplitud wilgotności i temperatur w warstwach przyściennych, redukując występowanie w otoczeniu tzw. miejskich wysp ciepła. Bujne pnącza poprawiają nawilżenie w otoczeniu budynku, dzięki czemu pomagają mieszkającym w nim ludziom, zwłaszcza tym wrażliwym – alergikom, osobom starszym i małym dzieciom. Pnącza **produkuja tlen** w znaczących ilościach i **oczyszczają powietrze**, korzyść w sezonie ich wegetacji stanowi wyprodukowana przez pnącza ilość tlenu (aż 250 kg) oraz związanego, CO₂ (500 kg).

Funkcje izolacyjne pnączy

Listowie pnączy na elewacjach tworzy naturalną izolację termiczną i przeciwwilgociową dla ścian. Działa jak bariera izolująca zewnętrzne powierzchnie murów przed bezpośrednim działaniem niszczących czynników atmosferycznych: deszczami (słotą), wiatrem, wahaniami termicznymi, słońcem i promieniowaniem UV, a w zimie śniegiem, kryształkami lodu oraz cyklami zamarzania/rozmarzania. Eliminacja skoków termicznych redukuje podatność na uszkodzenia powłok elewacji. W warunkach letnich pnącza ograniczają energię potrzebną do klimatyzacji pomieszczeń, a zimą do ich ogrzewania.

Właściwości akustyczne

Powierzchnie ulistnionych pnączy porastających duże gładkie płaszczyzny ścian mają zdolność tłumienia i rozpraszania fal dźwiękowych, stanowią naturalne bariery dźwiękochłonne, a więc ograniczają oddziaływanie hałasu, który przestaje się odbijać od ścian budynków. Stopień tego tłumienia zależy od gatunku pnączy, gęstości ich ulistnienia, wartości ich izolacyjności i wzrasta wraz z ilością liści w jednostce objętości.

Dzięki parowaniu poprawia się mikroklimat w budynku i jego bezpośrednim otoczeniu. Zależność lato-zima czyli zacienianie-przepuszczanie światła.

Chłodzenie adiabatywnie działanie:

- powietrze zewnętrzne do wentylacji pomieszczeń kierowane jest przez zbiornik z wodą opadową ulegając chłodzeniu,
- proces odwrotny odbierania ciepła z powietrza wychodzącego z budynku jest możliwy dzięki wymiennikowi ciepła,
- wykorzystanie wody opadowej zamiast pitnej do chłodzenia przy jednoczesnym zredukowaniu ilości wody opadowej odprowadzanej do kanalizacji,
- efektywność – ochłodzenie powietrza pobieranego z wewnątrz z 30°C do 21-22°C bez wykorzystania technicznych systemów chłodzenia.

W przeciwieństwie do zielonych ścian wewnątrz domów i mieszkań system nawadniający jest opcjonalny z uwagi na naturalne oddziaływanie czynników atmosferycznych. Sama czynność podlewania powinna być zabiegiem uzupełniającym np. tuż po posadzeniu, ale będzie istotnym wsparciem dla roślin np. w przypadku suszy.

Koszt : cena jest uzależniona od systemu wykonania zielonej ściany oraz od jej wielkości, rodzaju zastosowanych kwiatów, systemu mocowań czy zastosowanego systemu nawadniania.

Deszczowe place zabaw

Elementem infrastruktury błękitno – zielonej terenu przyszkolnego może być *wodny plac zabaw*. Przestrzeń na świeżym powietrzu przystosowana do tego, aby uczniowie spędzali czas zarówno w słoneczne, jak i pochmurne dni. Obszary takie absorbują wodę deszczową. Gromadzona woda w zbiornikach – stopniowo odprowadzana jest ona do gruntu. Tym samym nie tylko odciążona zostaje kanalizacja deszczowa, ale także nawadniana jest gleba.

Przykładem może być *deszczowy plac zabaw* w Biberland w dzielnicy Neugraben-Fischbek w Hamburgu który była pierwszym tego typu obiektem w Niemczech. Pełni on funkcję tradycyjnego placu zabaw dla dzieci, a równocześnie wspomaga gospodarkę wodą deszczową w dzielnicy. Wzdłuż placu przebiegają rów i korytko, dzięki którym możliwe jest odprowadzanie nadmiaru wody na teren miejskiego przedsiębiorstwa wodociągów i kanalizacji, gdzie wsiąka w grunt i zasila wody podziemne (RISA, 2013). Powierzchnia deszczowego placu zabaw wynosi około 2000 m². Całkowita powierzchnia zlewni wynosi około 34 ha, z czego 14 ha jest zabudowanych drogami i budynkami podłączonymi do systemów kanalizacyjnych. Pozostałe 20 ha to tereny zieleni, w tym zbiorniki wodne.¹³

Pośród różnych rodzajów terenów zieleni, przestrzeń przy szkołach wydaje się być szczególnie wartościowym miejscem do pogłębiania wiedzy ekologicznej i włączenia jej w system zieleni miejskiej służącej regulacji stosunków wodnych. Tereny szkolne z założenia powinny być „zielone”, aby kształtować proekologiczne postawy uczniów i ich wrażliwość na otoczenie przyrodnicze. Potrzeba kształtowania tych terenów przy szkołach współgra z koniecznością zachowania powierzchni pełniącej funkcję retencyjną, jako części systemu zieleni.

Ważnym celem stworzenia takiej przestrzeni byłaby funkcja edukacyjna gdzie uczniowie mogliby powiązać praktyczną naukę z przyjemnością przebywania na terenie szkolnym. Funkcja edukacyjna terenów szkolnych – powinna być wiodąca i służyć realizacji zadań programowych szkoły z uwzględnieniem założeń zrównoważonego rozwoju. Przybliżenie idei zielonej infrastruktury młodszym uczniom jest możliwe dzięki: zaprojektowaniu elementów zagospodarowania umożliwiających przekazanie wiedzy m.in. dotyczącej gospodarki wodą i potrzeby oszczędzania jej zasobów, kształtowanie szacunku dla świata roślin i zwierząt poprzez zaangażowanie uczniów w prace ogrodowe, pogłębianie wiedzy o środowisku, różnorodności ekosystemów i możliwościach zachowania równowagi ekologicznej. Inspiracją mogą być w tym zakresie rozwiązania stosowane w parkach nauki, ogrodach sensorycznych, terapeutycznych i na edukacyjnych placach zabaw. Warto zwrócić uwagę na tematy zajęć

¹³ Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach Katalog techniczny - Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira 2019

m.in. z zakresu przyrody, plastyki, muzyki, które można rozwijać w przestrzeni ogrodowej. Należy poszukiwać instalacji pozwalających na przeprowadzanie eksperymentów w ogrodzie oraz urządzeń do zabaw i elementów małej architektury o charakterze edukacyjnym.

Przeźnię przyszkolna powinna być miejscem nauki, poprzez zabawę w przyjaznym, kreatywnym miejscu poprzez mogą służyć zielone place zabaw, wypełnione roślinnością o cechach sensorycznych, których wyposażenie podkreśla związek człowieka z przyrodą i inspiruje do zabaw pośród zieleni. W tych miejscach stosowane są naturalne materiały, zwłaszcza drewno, wiklina, piasek. Coraz bardziej powszechne staje się wykorzystanie naturalnych uwarunkowań terenu (pagórki, skarpy), tworzenie labiryntów z roślin czy wprowadzanie do przestrzeni zabaw elementów występujących w różnych zbiorowiskach roślinnych, jak pnie, konary, kamienie, szyszki itp.

Ogród deszczowy instaluje się przy wylocie rynny (ewentualnie tarasu wegetacyjnego) lub systemu odzysku wody deszczowej. Poprzez swoją konstrukcję ma właściwości odbierania nieregularnych napływów wody tym zapobiegając samym skutkom burz i nawałnic.

Koszt założenia deszczowego placu zabaw: ~ 100 tys. zł.



Rys.15 Przykład placu zabaw ¹⁴

¹⁴ <https://goteborg2023.com>

STUDIUM PRZYPADKU – SZKOŁA NEUTRALNA DLA KLIMATU

Do analizy wytypowano budynek Szkoły Podstawowej nr 4 w Skawinie, położonej przy ul. Wyspiańskiego 5.

Opis szkoły i otoczenia

Wizja lokalna Szkoły

Dostępna dokumentacja projektowa:

- Projekt budowlany dobudowy sali gimnastycznej z zapleczem do budynku Szkoły Podstawowej w Skawinie, Autorska Pracownia Architektury'91, Kraków, październik 2006 r.,
- Ekspertyza techniczna dot. spełnienia w inny sposób wymagań przepisów techniczno-budowlanych (w zakresie ewakuacji) związanych z projektem rozbudowy i przebudowy Szkoły Podstawowej nr 4 w Skawinie opracowana przez Pracownię Architektury mgr inż. arch. Ireneusza Piotrowskiego, Kraków, lipiec 2011 r.,
- Projekt budowlany wielobranżowy rozbudowy i przebudowy istniejącego budynku szkoły nr 4 z instalacjami wewnętrznymi elektrycznymi, c.o., wentylacji mechanicznej i instalacji ppoż., opracowany przez Pracownię Architektury mgr inż. arch. Ireneusz Piotrowskiego, Kraków, czerwiec-lipiec 2011 r.,
- Aneks do projektu budowlanego rozbudowy wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania dla potrzeb centrali wentylacyjnej w budynku szkoły Podstawowej nr 4 w Skawinie, Kraków, sierpień, 2012 r.

Inne dokumenty:

- aktualne ceny nośników energii (gaz oraz energia elektryczna),
- aktualne rozporządzenia, normy, cenniki firm budowlano-instalacyjnych, Katalog cen jednostkowych robót i obiektów inwestycyjnych, Bistyp, I kwartał 2023.

Dane ogólne o budynku

Budynek znajduje się na działce nr 4889/3 (będącej własnością Gminy Skawina), która posiada bezpośredni dostęp do drogi publicznej, którą jest ul. Wyspiańskiego. Budynek usytuowany jest w części południowej i centralnej działki (Rys. 16).



Rys. 16. Usytuowanie budynku względem stron świata ¹⁵

Budynek SP nr 4 jest obiektem rozczłonkowanym. Składa się z:

- części głównej
- sali gimnastycznej z zapleczem sanitarnym i magazynowym.

Część główna (najstarsza) jest budynkiem 2-kondygnacyjnym, częściowo podpiwniczonym, pochodzącym z lat 60-te XX wieku (powstał jako adaptacja projektu typowego). Wzniesiony on został na planie prostokąta rozczłonkowanego w północnej części i kryty dachem płaskim czterospadowym. Część ta została w roku 2011 rozbudowana (o gabinet dyrektora i schody ewakuacyjne) i nadbudowana (o sale dydaktyczne). Nad wejściem głównym budynku wykonano nadwieszenie. W roku 2009 od strony południowo-wschodniej powstał zespół sportowy z zapleczem sanitarnym i magazynowym, jednokondygnacyjny, częściowo podpiwniczony wraz z łącznikiem o funkcji rozbudowanej rekreacji szkoły. Kociołnia (gazowa) znajduje się w piwnicy, w rejonie północno-wschodniego narożnika budynku. Fotografie budynku przedstawiono na rys. 17, a podstawowe dane o budynku w tabeli 7.

¹⁵

<https://www.google.com/maps/place/Szko%C5%82a+Podstawowa+nr+4+im.+Stanis%C5%82awa+Wyspia%C5%84skiego/@49.9714831,19.8531596,150m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47165d826a101787:0xa913824ca6af868e!8m2!3d49.9714862!4d19.8537447>



Rys. 17. Fotografie budynku: elewacja północno-zachodnia - część szkolna, elewacja północna - część szkolna, elewacja północno-zachodnia – budynek sali gimnastycznej z łącznikiem

Tab. 7. Podstawowe dane o budynku szkoły w Skawinie

Powierzchnia użytkowa:	2 363,69 m ²
Kubatura:	11 871,4 m ³
Powierzchnia zabudowy:	1 636,37 m ²
Rok budowy:	- lata 60-te XX wieku – część główna szkoły (południowo-zachodnia). - 2009 r. – rozbudowa o zespół sportowy z zapleczem sanitarnym i magazynowym (część południowo-wschodnia) - 2011 r. – rozbudowa części starej szkoły o gabinet dyrektora i nadbudowa o sale lekcyjne

Konstrukcja budynku:

- część starsza (południowo-zachodnia): ściany piwnic murowane z cegły pełnej gr. 38 cm i 25 cm; nadziemia 51 cm; stropy nad piwnicami żelbetowe monolityczne, nad parterem i piętrem gęstożebrowe DZ-3, konstrukcja dachu żelbetowa prefabrykowana o nachyleniu 5%, pokrycie z papy termozgrzewalnej; ściany zostały docieplone warstwą styropianu gr. 14 cm, a strop nad ostatnią kondygnacją styropianem gr. ok. 10 cm; okna wymieniono na nowe z PCV, dwuszybowe.

- część południowo-wschodnia (zespół sportowy): ściany zewnętrzne piwnic żelbetowe gr. 30 cm z izolacją ze styropianu TERMO-W gr. 9 cm; ściany zewnętrzne parteru z bloczków z betonu komórkowego (gr. 36 cm i 24 cm powyżej poziomu 3,05m), ściany podparapetowe w sali gimnastycznej podmurowane z cegły kratówki 25 cm; ściany ponad gruntem docieplone styropianem gr. 2-13cm i obłożone cegłą elewacyjną łamaną (do poziomu 3,05 m) lub płytami okładzinowymi typu TRESPA (powyżej i w podcieniu od strony północno-zachodniej); ściany łącznika łącznej grubości 40 cm (beton komórkowy 30 cm + styropian 8 cm + płyty okładzinowe typu TRESPA); stropy nad piwnicami żelbetowe gr. 17 cm, nad parterem części niższej płyta żelbetowa gr. 18 cm z dociepleniem z wełny mineralnej gr. 16 cm; nad łącznikiem płyta żelbetowa gr. 20 cm z dociepleniem z wełny mineralnej gr. 16 cm; nad salą gimnastyczną – belki stalowe na słupach żelbetowych, sufit żelbetowy wylewany na mokro, na blasze trapezowej (obudowanej od dołu płytami GKF) z dociepleniem z wełny mineralnej gr. 16 cm, więźba dachowa drewniana płatwiowo-kleszczowa, pokrycie z blachy stalowej ocynkowanej; ślusarka i stolarka okienna aluminiowa szklona szybami zespolonymi jednokomorowymi

- rozbudowa i nadbudowa części południowo-zachodniej (budynku szkolnego): w konstrukcji tradycyjnej - ściany zewnętrzne klatki schodowej – oparte na ramie żelbetowej, z pustaka ceramicznego „MAX” gr. 19 cm, ocieplone styropianem gr. 12 z tynkiem cienkowarstwowym na siatce systemowej; dach (pulpitowy) w konstrukcji drewnianej, ocieplony wełną mineralną i obłożony 2x płytami GKF; ściany rozbudowy sal lekcyjnych i gabinetu dyrektora – z pustaków ceramicznych UK 220 gr. 25 cm + ocieplenie styropianem gr. 12cm z tynkiem cienkowarstwowym na siatce systemowej lub z wełną mineralną gr. 12 cm i z płytami elewacyjnymi na ruszcie. Od „czoła” budynku okładziny z płyt typu „FUNDERMAX” zamontowane na tarczy żelbetowej gr. 25cm.

Wentylacja:

- grawitacyjna

- wywiewna sanitariatów sali gimnastycznej
- nawiewno-wywiewna sali gimnastycznej (moc cieplna 15,4 kW) z wentylatorem kanałowym o wydajności 900 m³/h,
- nawiewno-wywiewna z centralą wentylacyjną (10 kW) o wydajności 1390 m³/h z krzyżowym wymiennikiem odzysku ciepła.

Rozwiązania instalacyjne:

- w budynku szkolnym – instalacja c.o. wodna o parametrach 80/60°C, zasilana z kotła gazowego w piwnicy budynku o mocy 163 kW (z roku 1992), grzejniki członowe żeliwne z zaworami i głowicami termostatycznymi, c.w.u. przygotowywana jest w bojlerach elektrycznych (4 szt.: 2 o mocy 1200W oraz 2 o mocy 1500W) oraz w elektrycznych podgrzewaczach przepływowych (3 szt.: 2 o mocy 1500W oraz 1 o mocy 1200W),
- w „rozbudowie” budynku szkolnego – rozbudowano instalację o nowe fragmenty dla nowych pomieszczeń, z rozdziałem górnym, z grzejnikami płytowymi z zaworami i głowicami termostatycznymi,
- w zespole sali gimnastycznej: instalacja grzewcza niskotemperaturowa 80/60°C, pracująca w układzie zamkniętym, z zabezpieczeniem naczyniem wzbiorczym przeponowym, podłączona do kotła gazowego w budynku szkoły (oddzielny dodatkowy kocioł Viessmann o mocy 80 kW z 2006 r., z regulacją, pracujący z priorytetem ciepłej wody – podgrzewacz wody ciepłej VitoCell o poj. 300l); grzejniki stalowe płytowe z zaworami i głowicami termostatycznymi; piony w bruzdach ściennych z automatycznymi odpowietrznikami; przewody poziome w części niepodpiwniczonej w warstwach posadzkowych (system KAN-therm) oraz po ścianach piwnic i pod stropem (z rur wielowarstwowych izolowanych otuliną z pianki poliuretanowej).

W całej szkole brakuje 6 szt. zaworów termostatycznych.

Opis otoczenia budynku

Na działce nr 4889/3 znajduje się oprócz budynku szkoły z salą gimnastyczną, boisko sportowe o nawierzchni asfaltowej, droga wewnętrzna i plac wewnętrzny manewrowy z miejscami parkingowymi. Pozostały teren jest pokryty roślinnością niską i wysoką.

Tab. 9. Podstawowe dane o działce

Powierzchnia działki 4889/3:	7 911,0 m ² =0,7911 ha
Powierzchnia działki w obrębie A11UP:	<u>7 594.5 m²</u> =0,7594 ha
Powierzchnia zabudowy budynkiem:	<u>1 636,37 m²</u> co stanowi 0,2154 = 21,5 % pow. działki
Powierzchnia terenów utwardzonych:	<u>2 336,50 m²</u> W tym: - 1 644,5 m ² infrastruktura drogowa + komunikacja - 692,0 m ² boisko rekreacyjne
Powierzchnia biologicznie czynna:	<u>3 621,6 m²</u> (47,7% powierzchni działki oznaczonej w MPZP symbolem A11UP) 3 917,42 m ² (49,5% w stosunku do całej powierzchni działki 4889/3)

Przy miejscach postojowych od strony północno-zachodniej znajduje się miejsce do gromadzenia odpadów stałych (gdzie są lokalizowane kontenery na odpady stałe).

Powierzchnia terenu (działki nr 4889/3), na którym znajduje się budynek jest płaska. Działka jest w pełni uzbrojona. Wzdłuż granicy zachodniej – równolegle do drogi powiatowej – przebiega wodociąg w90, kanalizacja sanitarna k150 i ks200PCV, kanalizacja deszczowa kd200 oraz gaz g32PE. Od strony północnej – na wewnętrznym placu, przed budynkiem sali gimnastycznej znajdują się dwa hydranty naziemne ppoż., a od strony południowej, 5,81 m od narożnika południowo-zachodniego sali gimnastycznej jest zlokalizowany kolejny hydrant naziemny ppoż. Od strony północnej zlokalizowany jest przyłącz wody w, wA, przyłącz gazu gA oraz napowietrzny przyłącza eNN do budynku. Ponadto w części północnej zlokalizowany jest wodociąg w80PCV oraz kanalizacja deszczowa kd150 i kd200. Od strony południowej znajduje się przyłącz teletechniczny, sieć wodociągowa w90, gaz gA i gA32 oraz kanalizacja sanitarna ks200PE. Wody z dachów istniejącego budynku, jak i z utwardzonego placu z miejscami parkingowymi odprowadzone są do kanalizacji opadowej i do istniejącej studzienki w działce drogowej –ul. Wyspiańskiego.

Projektowe zapotrzebowanie wody zimnej wynosi do 200,0 m³/ mies.

Miarodajna ilość ścieków (wg projektu) wynosi do 200,0 m³/ mies.

Przedmiotowa działka nie znajduje się w strefie ochrony konserwatorskiej i nie podlega ochronie na podstawie ustaleń miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Nie leży ona również w granicach terenu górniczego oraz szkód górniczych, ani nie znajduje się na terenie obszaru NATURA 2000.

Charakterystyka energetyczna szkoły

Założenia do obliczeń

Obliczenia zapotrzebowania na energię wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

Obliczenia szczytowej mocy grzewczej wykonano zgodnie z normą PN-EN ISO 12831 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego”.

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- PN-EN ISO 6946 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń”,
- PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne".

Strumień powietrza wentylacyjnego dla budynku obliczono zgodnie z wymaganiami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku

oraz świadectw charakterystyki energetycznej, a także z wymaganiami zawartymi w PN-EN ISO 12831 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego”.

Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego Audytor OZC 7.0 Pro, przyjmując dane klimatyczne dla danych meteorologicznych ze stacji Karków-Balice.

Przyjęto następujące założenia:

- powierzchnia budynku o regulowanej temperaturze: $A_f = 2363,69 \text{ m}^2$
- kubatura wewnętrzna (o regulowanej temperaturze): $V = 8274 \text{ m}^3$

Szczegółowe informacje dotyczące, przegród, pomieszczeń i stref budynku zamieszczono w załączniku.

Tab. 8. Powierzchnie poszczególnych elementów obudowy zewnętrznej budynku szkoły w Skawinie

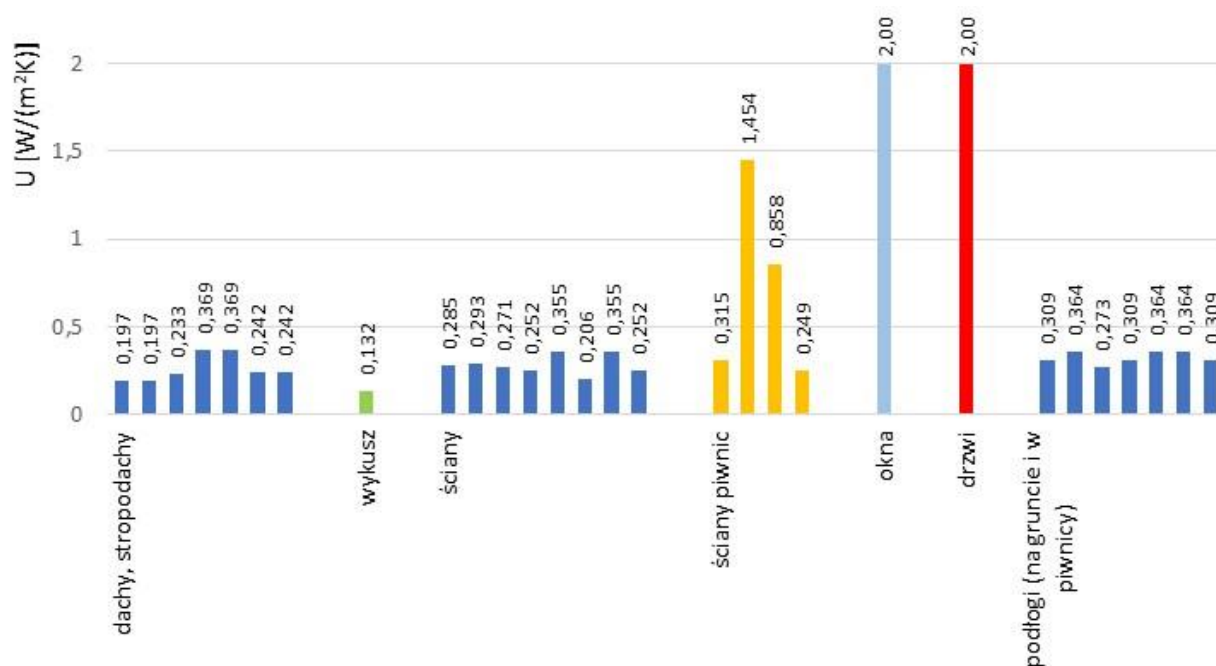
Ściany kondygnacji nadziemnych		1 594 m ²
Ściany piwnic	ponad gruntem	35 m ²
	w gruncie	85 m ²
Dachy / stropodachy		2 044 m ²
Wykusze w nadbudowanej części szkoły (strop nad wejściem głównym)		17 m ²
Podłogi na gruncie (parterów) / w piwnicy	budynku szkolnego	766 m ²
	zespołu sali gimnastycznej	1 223 m ²
Okna i przeszklenia z pustaków szklanych		320 m ²
Drzwi zewnętrzne		40 m ²

Wyniki obliczeń charakterystyki energetycznej budynku w stanie istniejącym z weryfikacją

Przegrody zewnętrzne budynku (Rys. 18), poza stropem wykusza w nadbudowanej części szkoły (nad wejściem głównym), nie spełniają aktualnych wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła. Maksymalne wartości współczynnika U [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] wg WT od 31 grudnia 2020 r. dla poszczególnych przegród wynoszą:

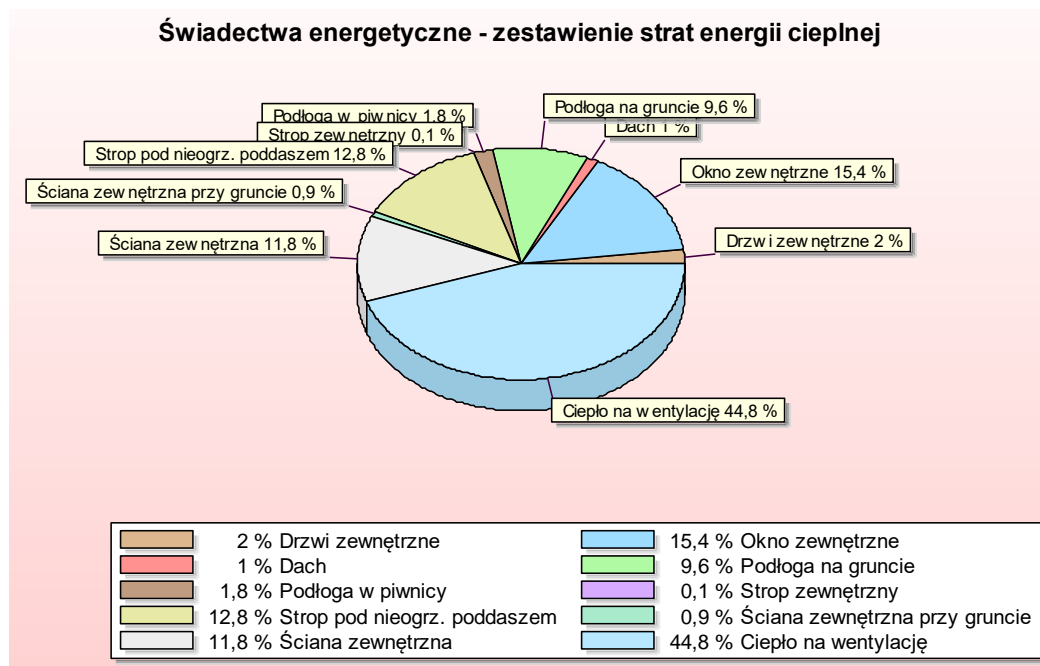
- ściany: $U = 0,20$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) oraz $U = 0,45$ (przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$).
- dachy/stropodachy: $U = 0,15$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) oraz $U = 0,30$ (przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$),
- podłogi na gruncie: $U = 0,30$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) oraz $U = 1,20$ (przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$),
- okna: $U = 0,90$ (przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$) oraz $U = 1,40$ (przy $t_i < 16^\circ\text{C}$),
- drzwi zewnętrzne: $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Dachy i stropodachy budynku szkoły w Skawinie przekraczają wymagania WT2021 o 31-146%, ściany kondygnacji nadziemnych o 3-77,5%, okna o 122%, drzwi zewnętrzne o 16,3%, a podłogi na gruncie (oprócz sali gimnastycznej) i w piwnicy o 6-21 %. Możliwa jest poprawa efektywności energetycznej budynku poprzez zmniejszenie strat ciepła przez przegrody zewnętrzne.



Rys. 18. Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych szkoły w Skawinie

Strukturę strat ciepła budynku w stanie istniejącym przedstawiono na rysunku 19, a wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową w tabeli 11. Najwięcej straty jest przez wentylację (44,8%), kolejno przez okna (15,4%), stropy pod nieogrzewanymi poddaszami i dachy (12,8%), ściany zewnętrzne (11,8%) i podłogi (9,6%).



Rys. 19. Struktura strat ciepła w budynku szkoły w Skawinie

Tab. 9. Wyniki obliczeń charakterystyki energetycznej budynku w stanie istniejącym (wariant W0):

WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ EU [kWh/(m ² ·rok)] ¹⁷⁾					
	OGRZEWANIE I WENTYLACJA	CIEPŁA WODA UŻYTKOWA	CHŁODZENIE	OŚWIETLENIE WBUDOWANE	SUMA
[kWh/(m ² ·rok)]	75,4	5,2	0,0		80,7
UDZIAŁ [%]	93,5	6,5	0,0		100,0
WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ EU:				80,7 kWh/(m²·rok)	

Wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $EU_H=75,4$ kWh/(m²·rok) – świadczy o średniej jakości cieplnej bryły („obudowy”) budynku przed jej termomodernizacją.

Wskaźniki charakterystyki energetycznej budynku przedstawiono w tabeli 10. Według polskiej metodologii świadectw oceniane jest zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną na ogrzewania i wentylację oraz ciepłą wodę użytkową (EP_{H+W}) oraz na potrzeby oświetlenia wbudowanego (EP_L):

$$EP_{max} = EP_{H+W} + \Delta EP_L$$

I wymaganie wg WT 2021 dla budynku użyteczności publicznej:

$$EP_{max} = EP_{H+W} + \Delta EP_L = 45 \text{ kWh/m}^2\text{rok} + 25 \text{ kWh/m}^2\text{rok} = 70 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$$

Tab. 10. Wyniki obliczeń charakterystyki energetycznej budynku w stanie istniejącym (wariant W0):

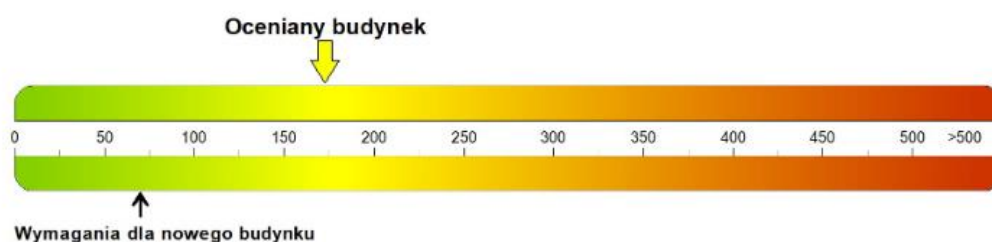
OCENA CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU ¹⁰⁾		
WSKAŹNIK CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ	OCENIANY BUDYNEK	WYMAGANIA DLA NOWEGO BUDYNKU WEDŁUG PRZEPISÓW TECHNICZNO-BUDOWLANYCH
WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ	EU = 80,7 kWh/(m ² ·rok)	
WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ ¹¹⁾	EK = 124,5 kWh/(m ² ·rok)	
WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ ¹¹⁾	EP = 173,0 kWh/(m ² ·rok)	EP = 70,0 kWh/(m ² ·rok)
JEDNOSTKOWA WIELKOŚĆ EMISJI CO ₂	E _{CO2} = 0,042 t CO ₂ /(m ² ·rok)	
UDZIAŁ ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W ROCZNYM ZAPOTRZEBOWANIU NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ	U _{OZE} = 0,0 %	
SPRAWDZENIE SPEŁNIENIA WYMAGAŃ WARUNKÓW TECHNICZNYCH WT 2021 DLA BUDYNKU ISTNIEJĄCEGO		
WARUNEK WSKAŹNIKA EP		NIE DOTYCZY ²⁾
WARUNEK WSPÓŁCZYNNIKÓW U PRZEGRÓD		NIESPEŁNIONY ³⁾
BUDYNEK NIE SPEŁNIA WYMAGAŃ WT 2021 w powyższym zakresie		

²⁾ W przypadku budynku podlegającego przebudowie, spełnienie warunku EP nie jest wymagane.

³⁾ W przypadku budynku podlegającego przebudowie, wymagania izolacyjności muszą spełnić jedynie przegrody podlegające przebudowie.

Otrzymana wartość EP dla budynku szkoły w Skawinie $EP = 173$ kWh/m²·rok ponad trzykrotnie przekracza EP_{max} wymaganą dla budynków nowych, co zobrazowano na rys. 20.

WSKAŹNIK ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ EP [kWh/(m²·rok)]



Rys. 20. Sprawdzenie spełnienia wymagań WT 2021 budynku szkoły w stanie istniejącym.

Warianty poprawy efektywności energetycznej

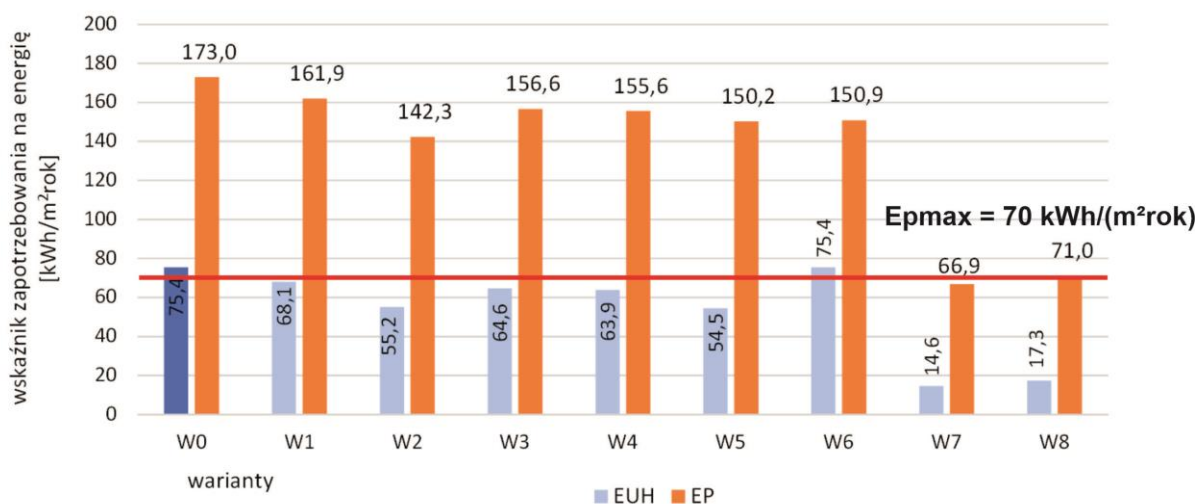
Po przeanalizowaniu stanu istniejącego budynku wytypowano przedsięwzięcia modernizacyjne, które zestawiono w warianty i zaprezentowano w tabeli 13:

Tab. 13. Warianty modernizacyjne szkoły w Skawinie

WARIANTY MODERNIZACYJNE	
„budowlane” – modernizacja bryły („skorupy”) budynku do obecnych standardów, wymaganych przepisami (WT 2021) i oświetlenie „wbudowane”	
W1	docieplenie ścian (10 cm, $\lambda=0,040$ W/mK) i 20 cm $\lambda=0,040$ W/mK) - ściana piwnic szkoły)
W2	wymiana okien ($U=0,90$ W/m ² K) i drzwi ($U=1,30$ W/m ² K)
W3	docieplenie dachu/stropodachu (15 cm, $\lambda=0,036$ W/mK)
W4	docieplenie podłóg w piwnicy i na gruncie (8 cm i 6 cm – XPS, $\lambda=0,035$)
W5	zastosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (w całym budynku)
W6	modernizacja oświetlenia „wbudowanego” – wymiana na LED
W7	wszystkie przedsięwzięcia budowlane i oświetlenie „wbudowane”
W8	wariant realny (W7 bez docieplenia podłóg na gruncie) z pozostawieniem istniejącego źródła ciepła
„instalacyjne” i źródła ciepła	
W8.1	W8 + wymiana istniejących kotłów gazowych na nowoczesne + niezbędna modernizacja instalacji
W8.2	W8 + wymiana istniejących kotłów gazowych na biomasę + niezbędna modernizacja instalacji
W8.3	W8 + wymiana istniejących kotłów gazowych na pompy ciepła + niezbędna modernizacja instalacji
W8.4	W8 + wymiana istniejących kotłów gazowych na zasilanie z PEC + niezbędna modernizacja instalacji

Obliczenia charakterystyki energetycznej budynku w poszczególnych wariantach modernizacyjnych

Warianty „budowlane” – dotyczące modernizacji bryły „skorupy” budynku oraz oświetlenia wbudowanego



Rys. 21. Sprawdzenie spełnienia wymagań WT 2021 w poszczególnych wariantach „budowlanych” – dotyczących modernizacji bryły „skorupy” budynku oraz oświetlenia wbudowanego.

Doprowadzenie przegród budynku do poziomu spełniającego wymagania WT2021 oraz zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła (na poziomie 90%) umożliwi spowoduje obniżenie wskaźnika EU_H z poziomu 75,4 kWh/(m²rok) do:

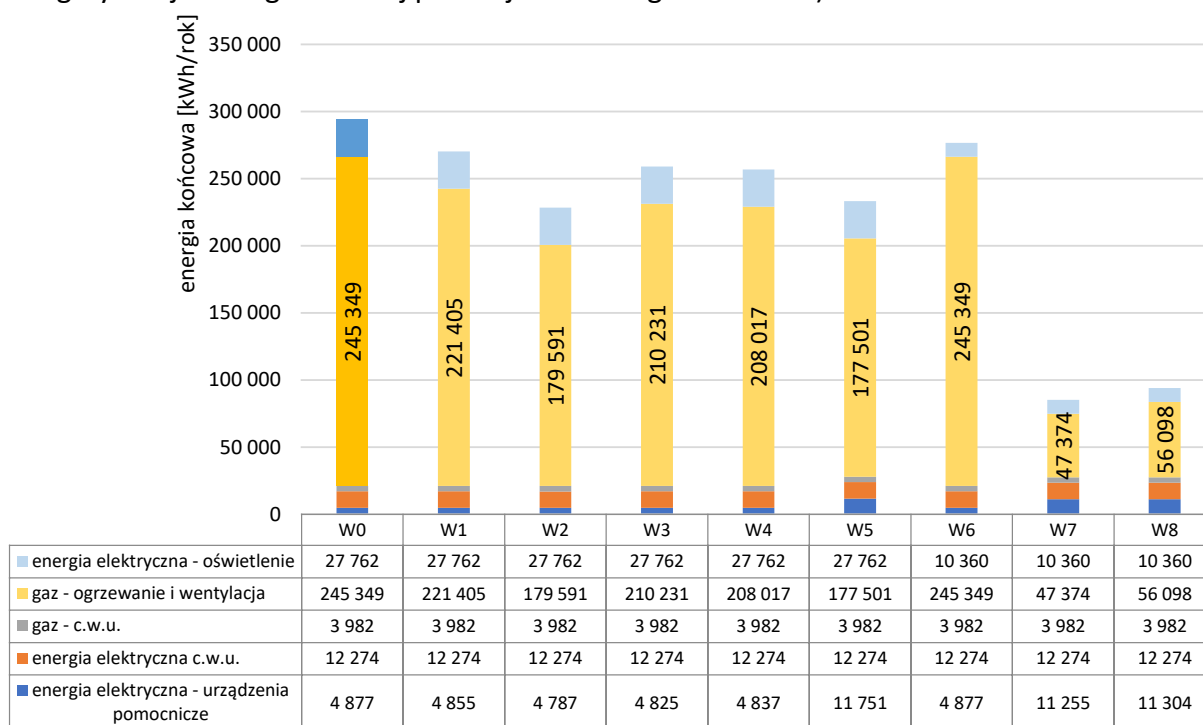
- 14,6 kWh/m²rok (w wariacie W7, w którym termomodernizacji poddano wszystkie przegrody budynku),
- 17,3 kWh/m²rok (w wariacie W8, uznanym za „realny”, w którym pominięto docieplenie podłóg na gruncie i w piwnicy, które jest bardzo trudne do wykonania ze względów technicznych – m.in. obniżenie wysokości pomieszczeń).

Wykonanie prac modernizacyjnych wchodzących w skład wariantu W8 pozwoli na osiągnięcie standardu budynku energooszczędnego NF40 ($EU_H < 40$ kWh/m²rok) oraz niemalże poziomu wymaganego dla standardu NF15 ($EU_H < 15$ kWh/m²rok).

Na rysunku 21 zaprezentowano również jak kształtuje się wartość wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, pomimo że w przypadku budynku podlegającego przebudowie (termomodernizacji), spełnienie warunku EP nie jest wymagane. Wymagana wartość tego wskaźnika dla budynków nowych wynosi $EP_{max} = 70$ kWh/m²rok i dodatkowo powinno być ono wyznaczane dla czasu pracy oświetlenia określonego w MŚ $t_0 = 2000$ h (dla budynków szkolnych), a nie na poziomie wynikającym z rzeczywistego zużycia energii elektrycznej. W analizowanych wariantach „budowlanych” – dotyczących modernizacji bryły „skorupy” budynku oraz oświetlenia wbudowanego jedynie wariant W7

(obejmujący wszystkie przedsięwzięcia budowlane i oświetlenie „wbudowane”) osiągnął $EP < EP_{max}$, ale nie został on rekomendowany do wykonania z uwagi na trudności techniczne (konieczność wykonania pogłębienia poziomu posadzki w piwnicy w celu zachowania wymaganej wysokości pomieszczeń w świetle).

Następnie, na rys.22, przedstawiono poszczególne rodzaje energii (końcowej) zużywanej w budynku, która kształtuje koszty ogrzewania oraz poziom emisji CO₂. Nie została tu uwzględniona energia potrzebna na wyposażenie „ruchome” budynku – komputery, inne sprzęty elektryczne „niewbudowane”, której nie uwzględnia się w ocenie charakterystyki energetycznej według aktualnej polskiej metodologii – MŚ2015).



Rys. 22. Podział na poszczególne rodzaje energii (końcowej) zużywanej w budynku w poszczególnych wariantach „budowlanych” – dotyczących modernizacji bryły „skorupy” budynku oraz oświetlenia wbudowanego

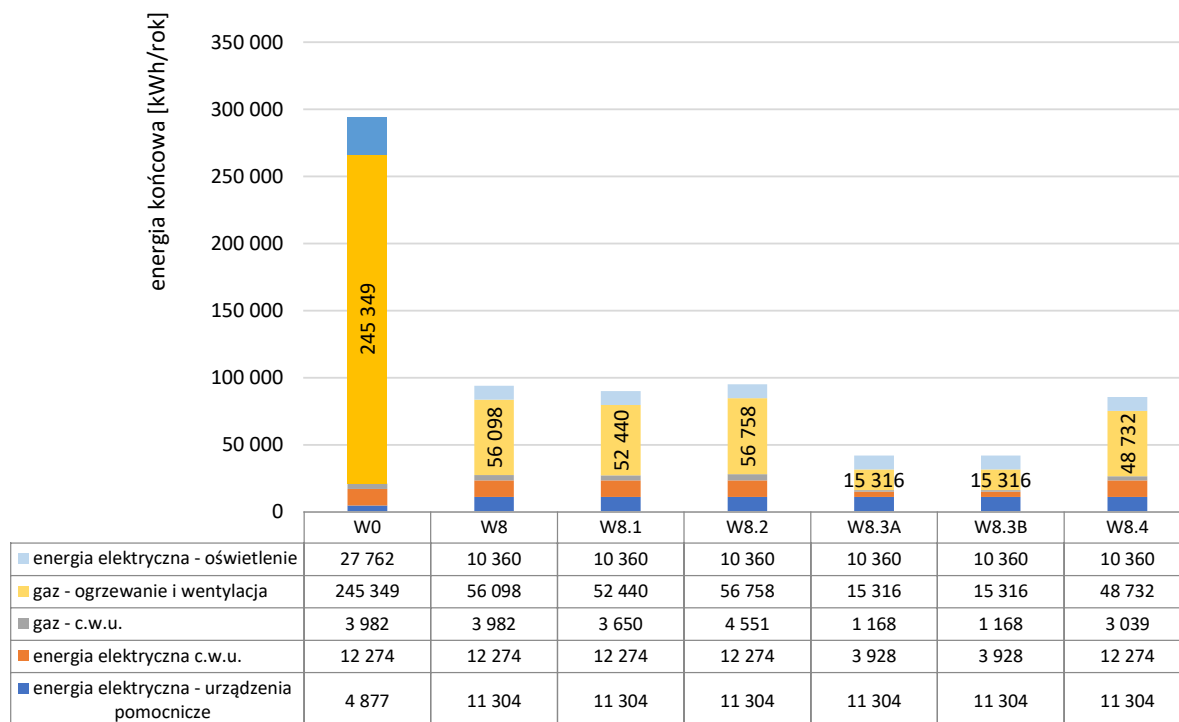
Dominującym składnikiem jest tu zapotrzebowanie na energię do ogrzewania (w wariantach W8 – realnym wynosi ono 56 098 kWh/rok), stąd w kolejnym kroku rozpatrzono modernizację źródeł ciepła na źródła o wyższej sprawności, a także wykorzystujące OZE – biomasę, pompę ciepła i panele PV.

Warianty modernizacyjne dotyczące instalacji i źródeł ciepła

Istniejące kotły gazowe charakteryzują się niską sprawnością więc rozpatrzone zostaną warianty dotyczące źródła ciepła:

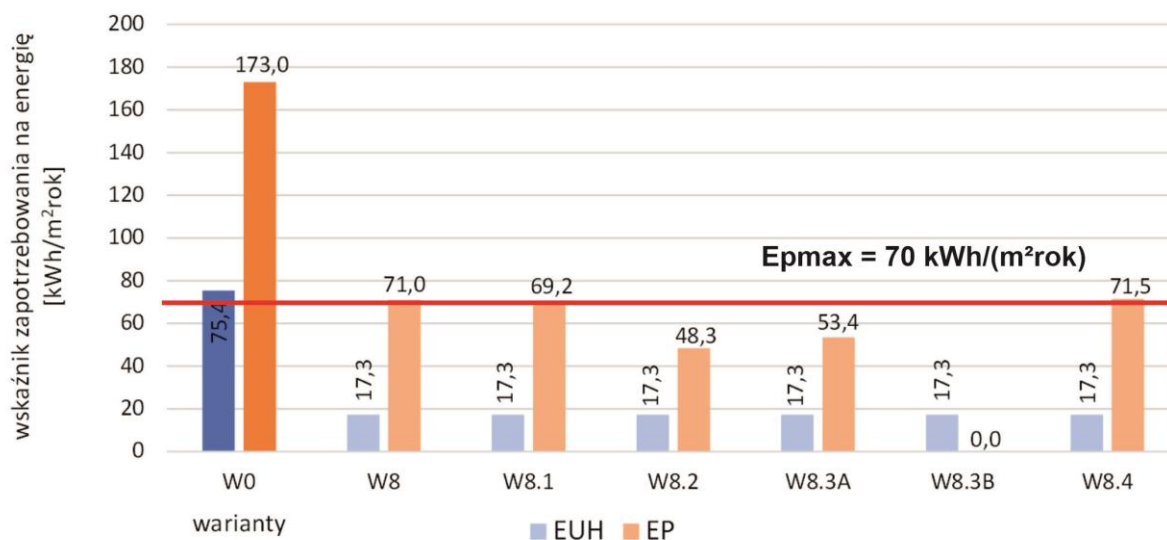
- W8.1 - Wymiana istniejących kotłów gazowych na nowoczesne z niezbędną modernizacją instalacji,
- W8.2 - Wymiana kotłów gazowych na biomasę (o niskim wskaźniku $w_h=0,2$) z niezbędną modernizacją instalacji,

- W8.3 - Wymiana istniejących kotłów gazowych na pompy ciepła z niezbędną modernizacją instalacji (W8.3A) i dodatkowo montażem paneli PV (W8.3B),
- W8.4 - Wymiana istniejących kotłów gazowych na węzeł ciepły z niezbędną modernizacją instalacji.



Rys. 23. Podział na poszczególne rodzaje energii (końcowej) zużywanej w budynku w analizowanych wariantach źródeł ciepła (W8.1-W8.4), na tle wariantu przed modernizacją (W0) i wariantu „realnego” dotyczącego bryły budynku i oświetlenia (W8)

Zdecydowanie najniższą wartość zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania i wentylacji osiągnięto przy zastosowaniu w budynku pompy ciepła (zapotrzebowanie to z wartości 56 098 kWh/rok spadło do 15 316 kWh/rok). Przy innych rozpatrywanych źródła ciepła (nowych kotłach na gaz i przy węźle ciepłym) zapotrzebowanie to spadło nieznacznie (odpowiednio o 6,5 % oraz 13,1 %), zaś przy zastosowaniu kotła na biomase wzrosło o 1,2% (z uwagi na niższą sprawność wytwarzania takich kotłów).



Rys. 24. Zestawienie wskaźników EU_{co} oraz EP na tle wymagań WT 2021 w poszczególnych analizowanych wariantach źródeł ciepła (W8.1-W8.4), przed modernizacją (W0) i w wariantcie „realnym” dotyczącym bryły budynku i oświetlenia (W8)

Wymagany dla budynków nowych wskaźnik $EP_{max} = 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$ został osiągnięty w budynku szkoły w wariantach dotyczących W8.1 (zastosowanie nowoczesnych kotłów gazowych), W8.2 (zastosowanie kotła na biomasę) oraz W8.3 (zastosowanie pompy ciepła).

WARTOŚĆ EP = 0 [kWh/m²ROK]! OSIĄGA WARIANT W8.3B, CZYLI WARIANT W KTÓRYM ZAŁOŻONO REALNE DO WYKONANIA DZIAŁANIA TERMOIZOLACYJNE, ŹRÓDŁAMI ENERGII SĄ TUTAJ: POWIETRZNA POMPA CIEPŁA I PANELE PV. JEST TO NAJLEPSZY WARIANT, BUDYNKU NETTO ZEROENERGETYCZNEGO.

Bilansowanie neutralności klimatycznej zgodne z opracowaną metodologią

Krok czwarty to analiza neutralności klimatycznej. Pochodzenie gazów cieplarnianych w ramach analiz budowlano – modernizacyjnych można podzielić na dwie kategorie: **operacyjne oraz wbudowane w obiekt**. Znakomita większość prób tworzenia budowlano - remontowych rozwiązań ekologicznych sprowadza się do ograniczania emisji operacyjnych tj. związanych z ogrzewaniem, chłodzeniem i oświetleniem w całym cyklu życia budynku. Nasze opracowanie jest zgodne z najnowszymi trendami. Wskazujemy konkretne rozwiązania mające wpływ na ograniczenie emisji operacyjnych. Dodatkowo podjęta została próba starannego ograniczenia emisji wbudowanych w obiekt, w odniesieniu do materiałów budowlanych i procesów budowlanych związanych z działaniami termomodernizacyjnymi. Analizy śladu wbudowanego uwypuklają złożoną problematykę emisji powstających za sprawą: pozyskania surowców mineralnych, transportu surowców, produkcji materiałów

budowlanych (tj. emisje koksowni, hut, cementowni, cegielni itd.), magazynowania, transportowania materiałów na plac budowy, budowy, konserwacji, rozbiórki/recyklingu lub utylizacji. W tabeli 11 przedstawiono wszystkie fazy życia obiektu budowlanego od fazy pozyskania surowców do fazy recyklingu. W przypadku obiektów istniejących często niemożliwe jest uzyskanie informacji o śladzie węglowym materiałów i technologii z których wykonany jest budynek. Trzeba byłoby mieć wiedzę na temat produkcji materiałów, sposobu ich transportu czy technologii wznoszenia obiektów w czasie kiedy były one wykonywane. Dlatego w przedstawionej analizie zostały uwzględnione jedynie fazy B5 i B6. Faza B5 odnosi się do emisji CO₂ dla materiałów budowlanych, które użyto do termomodernizacji. Tutaj ograniczono się do materiałów ociepleniowych, okien i drzwi. Nie analizowano nowych instalacji, systemów automatyki ani oświetlenia. Dla tych systemów technicznych brak jest baz danych dotyczących emisji CO₂.

Tabela 11. Fazy w cyklu życia

Faza wyrobu			Faza procesu Bud.		Faza użytkowania							Faza końca życia				
Wydobycie i dostawa surowców	Transport	Produkcja wyrobu	Transport	Proces budowy	Użytkowanie	Konserwacja	Naprawa	Wymiana	Renowacja	Zużycie energii	Zużycie wody	Rozbiórka/Wyburzenie	Transport do utylizacji	Recykling	Utylizacja	Pon wykorzystanie/odzysk/recy.
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Wbudowany ślad węglowy										Operacyjny ślad węglowy	Wbudowany ślad węglowy					

W ramach fazy B5 uwzględniono fazy A1-A4 zgodnie z etapami cyklu życia budynku zgodnie z normą PN-EN 15804. Pozostałe fazy zostały pominięte z uwagi na brak krajowych wskaźników emisyjności dwutlenku węgla z procesów budowlanych, jak i brak kluczowych danych inwentaryzacyjnych potrzebnych do wyznaczenia fazy użytkowania i fazy końca życia. W ramach fazy B5 uwzględniono fazy A1-A4 zgodnie z etapami cyklu życia budynku zgodnie z normą PN-EN 15804. Pozostałe fazy zostały pominięte z uwagi na brak krajowych wskaźników emisyjności dwutlenku węgla z procesów budowlanych, jak i brak kluczowych danych inwentaryzacyjnych potrzebnych do wyznaczenia fazy użytkowania i fazy końca życia.

Na rys. 25 przedstawiono wartości ekwiwalentnej emisji CO₂ dla fazy C5 (śląd węglowy wbudowany) dla następujących wariantów:

WARIANT 1 (W.1) - docieplenie ścian zewnętrznych budynku

a) W.1.A - styropian

- b) W.1.B - docieplenie z wełny mineralnej
- c) W.1.C - docieplenie z pianki PUR

2) WARIANT 2 (W.2) – wymiana okien i drzwi

- a) W.2.A – okna i drzwi PCV
- b) W.2.B – okna i drzwi drewniane
- c) W.2.C – okna i drzwi aluminiowe

3) WARIANT 3 (W.3) – docieplenie dachów/stropodachów

- a) W.3.A – wełna mineralna
- b) W.3.B – styropian
- c) W.3.C – PIR

4) WARIANT 4 (W.4) – docieplenie podłogi

Obliczenia wykonano dla 30 lat.

Tabela 12. Emisja CO₂ dla przyjętych rozwiązań.

WARIANTY do 150 km	Emisje faz	Emisje fazy	Emisje razem	Rekomendacja
	A1-A3 [kgCO ₂ e]	A4 [kgCO ₂ e,	A1-A4 [kgCO ₂ e.]	
Wariant W.1.A	24 881	405	25 286	X
Wariant W.1.B	43 808	405	44 213	
Wariant W.1.C	26 897	440	27 337	
Wariant W.2.A	12 770	163	12 933	
Wariant W.2.B	11 813	257	12 070	X
Wariant W.2.C	132 696	179	132 875	
Wariant W.3.A	8 338	55	8 393	X
Wariant W.3.B	14 283	52	14 336	
Wariant W.3.C	25 505	127	25 632	
Wariant W.4	94 931	5 540	100 471	X

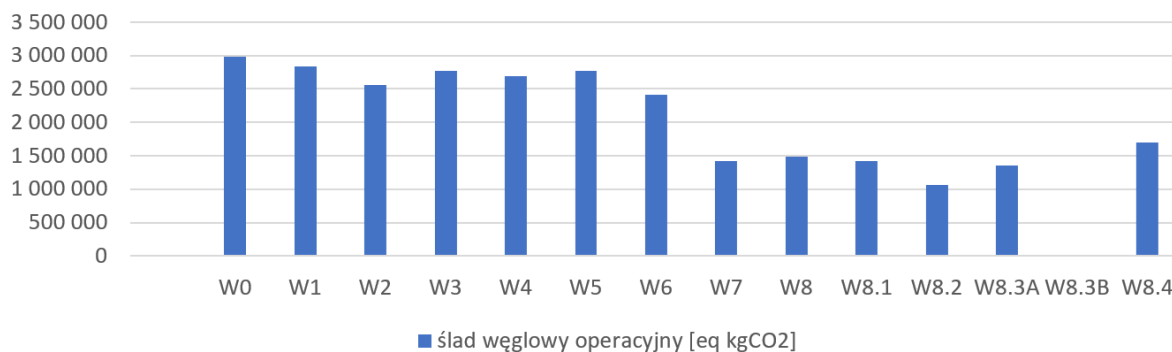
W ramach zadania przeprowadzono analizę śladu węglowego proponowanej inwestycji. Z otrzymanych raportów wynika, że najlepszym wariantem pod kątem **wbudowanego śladu węglowego** jest przeprowadzenie termomodernizacji przegród w następujących wariantach:

- 1) Docieplenie ścian zewnętrznych budynku – WARIANT A
- 2) Wymiana okien i drzwi – WARIANT B
- 3) Docieplenie dachów/stropodachów – WARIANT A

Transport stanowi niewielki udział emisji względem emisji zaplanowanych materiałów. Zwiększając ponad dwukrotnie odległość zakupywanego materiału, wpływ emisyjności rośnie nieznacznie względem materiału. Warto zwrócić uwagę, że na emisje związane z transportem wpływają nie tylko odległość, ale również ciężar jednostkowy materiału. Należy mieć na uwadze, że im bardziej emisyjny materiał sprowadzamy, tym mniejszy udział

mają emisje związane z transportem, natomiast w przyszłości, gdy wiele materiałów będzie mogło charakteryzować się niską emisyjnością – emisje związane z transportem będą odgrywać większą rolę we strukturach wbudowanego śladu budynku.

Na rys. 26 przedstawiono wartości operacyjnego śladu węglowego dla poszczególnych wariantów.



Rys. 26. Ślad węglowy operacyjny dla analizowanych wariantów.

BILANSOWANIE NEUTRALNOŚCI KLIMATYCZNEJ BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

Aby rozpatrywać budynek neutralny klimatycznie należy rozpatrzyć tzw. bilansowanie neutralności budynku. Po określeniu wielkości emisji CO₂ najpierw należy rozważyć możliwość zmniejszenia energochłonności obiektu a następnie skorzystać z kredytów które pozwolą na „zbilansowanie” takiej emisji. W metodologii przyjęto bilansowanie neutralności nasadzeniem nowych drzew i zieleni.

Dla obliczeń ilości potrzebnych do nasadzeń drzew przyjęto wartość średnią dla czterech najbardziej popularnych gatunków: buka, dębu, świerka i sosny. Jest to wówczas 750 kg CO₂ zaabsorbowane w ciągu 100 lat życia. Zakładamy udatność nasadzenia na 10%.

W tabeli zestawiono ilości drzew potrzebnych do zbilansowania śladu węglowego dla analizowanej szkoły.

W tabeli 13. Przeliczono ilości drzew koniecznych do nasadzenia aby zrównoważyć ślad węglowy dla wybranych najkorzystniejszych wariantów termomodernizacji budynku szkoły.

Tabela 13. Przeliczone ilości drzew koniecznych do nasadzenia aby zrównoważyć ślad węglowy dla wybranych najkorzystniejszych wariantów termomodernizacji budynku szkoły.

warianty:	bazowy	realny bez zmiany źródła	realny z wymianą kotłowni na biomasę		realny z pompą ciepła (bez PV)
	W0	W8	W8.2		W8.3
tCO ₂ /(m ² rok)	0,042	0,021	0,015		0,019
tCO ₂ /rok	99,275 1320 drzew	49,637 666 drzew	35,455 466 drzew	60,175 800 drzew	44,910 600 drzew
tCO ₂ /30 lat	2978,249 39 706 drzew	1489,125 19 853 drzew	1063,661 14 186 drzew	1805,254 24 066 drzew	1347,303 17 960 drzew
			gdym emisja z biomasy = 112 kg/GJ		
			gdym emisja z biomasy = 0 (wg KOBiZE)		

INFRASTRUKTURA BŁĘKITNO-ZIELONA

Propozycje dla Szkoła Podstawowa nr 4 im. Stanisława Wyspiańskiego w Skawinie



Rys. 27 Szkoła Podstawowa nr 4 im. Stanisława Wyspiańskiego w Skawinie

Ogród wertykalny w szkole

Sugerowane rośliny: syngonium, filodendron scandens Brasil, epipremnum złociste oraz w odmianie Marble Queen, maranta, zielistka, phlebodium, epipremnum Golden Pothos o cytrynowej barwie liści.



Rys.28 Szkoła Podstawowa nr 4 im. Stanisława Wyspiańskiego w Skawinie – propozycja miejsca ściany wertykalnej

Propozycja zielonej fasady budynku Szkoły



Rys. 29. Szkoła Podstawowa nr 4 w Skawinie – propozycja miejsca zielonej fasady budynku

Zielony dach



Rys. 30. Propozycja umieszczenia zielonego dachu w Szole nr 4 w Skawinie

Deszczowy plac zabaw, zielony plac zabaw



Rys. 31 Propozycja umieszczenia deszczowego placu zabaw w Szole nr 4 w Skawinie

Możliwość implementacji wyników dla innych obiektów

Efektywność energetyczna i neutralność klimatyczna to podstawy egzystencji życia na Ziemi. Energię należy szanować i oszczędzać. Sektorem o najwyższych emisjach i zużyciu energii jest budownictwo. Zatem należy wypracować pewne wzorce działań dla dużych grup budynków o podobnych parametrach takich jak geometria czy czas budowy. Idealnym przykładem są szkoły, szczególnie szkoły tysiąclecia, popularnie nazwane „tysiąclatkami”. Szkoły tysiąclecia wzniesiono w akcji „Budowa Szkół Pomników Tysiąclecia Państwa Polskiego” realizowanej w czasie jubileuszu Tysiąclecia Państwa Polskiego (1966). **Lista szkół to 1423 obiekty.** Ponieważ wzniesiono je w tym samym czasie są podobne i powtarzalne. Przepisy ochrony cieplnej z tamtych lat nie były szczególnie ostre. Szkoły są nieocieplone i mają okna o niskiej jakości izolacyjności cieplnej. Instalacje technicznego wyposażenia również dają wiele do życzenia. Są niesprawne o niskiej efektywności energetycznej. Jest to grupa, dla której można opracować podobne zasady poprawy efektywności cieplnej. Autorzy na przykładzie typowej szkoły nr 4 w Skawinie, wykazali że grupa tych obiektów może osiągnąć poziom o niemal zerowym zużyciu energii i neutralność klimatyczną. To było celem i zadaniem tego opracowania. Metoda wypracowana w ramach opracowania może być zaimplementowana do dużej grupy obiektów. Pomoże to ocalić naszą Ziemię.

Poniżej lista środków technicznych, których zastosowanie pozwoli na określenie budynku Szkoły podstawowej nr 4 jako budynku neutralnego klimatycznie.

- wymiana źródła ciepła na OZE (np. pompa ciepła),
- zasilanie źródła ciepła biogazem lub innym syntetycznym paliwem, które nie pochodzi z paliw kopalnych,

Ponieważ obecne możliwości techniczne nie są w stanie w pełni wyeliminować emisji gazów cieplarnianych związanych z użytkowaniem budynku należy wziąć pod uwagę środki ekonomiczne:

- zakup energii elektrycznej pochodzącej w całości z OZE za pomocą np. świadectw pochodzenia energii
- kompensacja pozostałych emisji gazów cieplarnianych za pomocą za pomocą nasadzeń nowych drzew.