

Wskaźnik EP

$$EP = \frac{Q_p}{A}, \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$$

Gdzie: Q_p – zapotrzebowanie na energię pierwotną, kWh/rok, A – powierzchnia ogrzewana szkoły, m²

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń:

PM10, CO₂ i BaP to substancje szkodliwe dla zdrowia, których istotnym źródłem emisji są budynki, zwłaszcza w sezonie grzewczym. PM10 to drobne cząstki zawieszone w powietrzu, które przenikają do układu oddechowego, zwiększając ryzyko chorób płuc i serca. CO₂ (dwutlenek węgla), powstający podczas spalania paliw kopalnych jest jednym z głównych gazów cieplarnianych, przyczyniających się do globalnego ocieplenia i zmian klimatu. BaP, czyli benzo[a]piren, jest toksycznym związkiem powstającym podczas niepełnego spalania paliw stałych, uznawanym za silnie rakotwórczy. Minimalizacja emisji z budynków poprzez stosowanie nowoczesnych technologii grzewczych, lepszą izolację i efektywne systemy wentylacji jest kluczowa dla poprawy zdrowia i jakości powietrza. Do określenia wielkości emisji zanieczyszczeń dla budynku szkoły należy wykorzystać dane o wskaźnikach emisji zanieczyszczeń zamieszczone w tabeli 6.

Emisja zanieczyszczeń CO2:

$$E_{CO_2} = Q_{K.c.o.} \cdot E_{CO_2} + Q_{K.c.w.u.} \cdot E_{CO_2} + E_{el} \cdot E_{CO_2}, \text{ kg/rok}$$

Emisja zanieczyszczeń PM10:

$$E_{PM10} = Q_{K.c.o.} \cdot E_{PM10} + Q_{K.c.w.u.} \cdot E_{PM10} + E_{el} \cdot E_{PM10}, \text{ g/rok}$$

Emisja zanieczyszczeń BaP:

$$E_{BaP} = Q_{K.c.o.} \cdot E_{BaP} + Q_{K.c.w.u.} \cdot E_{BaP} + E_{el} \cdot E_{BaP}, \text{ mg/rok}$$

Gdzie: $Q_{K.c.o.}$ – zapotrzebowanie na energię końcową na cele centralnego ogrzewania, kWh/rok, $Q_{K.c.w.u.}$ – zapotrzebowanie na energię końcową na cele ciepłej wody, kWh/rok, E_{el} – zapotrzebowanie na energię końcową na cele napędu urządzeń pomocniczych, kWh/rok E_{PM10} – wskaźnik emisji PM10 dla danego źródła ciepła, kg/kWh, E_{CO_2} – wskaźnik emisji CO2 dla danego źródła ciepła, g/kWh, E_{BaP} – wskaźnik emisji BaP dla danego źródła ciepła, mg/kWh

Przykładowy sposób na poprawę wskaźnika EP i wskaźnika emisji zanieczyszczeń:

1. Załóżcie, że w szkole zostaną przeprowadzone działania termomodernizacyjne polegające na ociepleniu ścian i wymianie stolarki okiennej, co spowoduje zmniejszenie szacunkowego wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania do poziomu 75 kWh/(m²·rok).

2. Załóżcie, że obecne źródło ciepła zostanie wymienione na pompę ciepła. Uwzględniając zmiany jakie zajdą w sprawnościach instalacji określcie nowy poziom zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody.

3. Załóżcie, że instalacja oświetlenia zostanie wymieniona na instalację LED. Uwzględniając zmiany jednostkowego wskaźnika zapotrzebowania na energię elektryczną do oświetlenia, określcie nowy poziom zapotrzebowania na energię końcową.

4. Określcie wielkość instalacji fotowoltaicznej, którą zmieści się na dachu szkoły. Energia elektryczna, którą wyprodukują panele fotowoltaiczne ($w_i = 0,0$) może być wykorzystana do pokrycia zapotrzebowania na energię końcową na cele urządzeń pomocniczych, oświetlenia oraz ogrzewania i przygotowania ciepłej wody w przypadku, gdy źródłem ciepła w szkole będzie pompa ciepła. Energię, którą wyprodukują panele fotowoltaiczne odejmijcie od energii końcowej na wyżej wymienione cele. Pozostałą część energii należy pokryć z sieci elektroenergetycznej, przyjmując w_i na poziomie 2,5.

Do oszacowania ilości energii, którą może wyprodukować instalacja fotowoltaiczna w szkole, należy najpierw zaplanować ich rozmieszczenie na dachu, znając wymiar pojedynczego panelu (2,09 m x 1,13 m)

Tabela 7 Uzysk energii w kWh na rok z jednego panelu PV o wymiarach 2,09 m x 1,13 m, skierowanego na daną stronę świata i usytuowanego pod danym kątem

Strona świata	Kąt nachylenia					
	50°	40°	35°	30°	25°	20°
N	206	250	274	299	324	395
E	400	419	426	432	438	447
S	541	547	545	540	533	491
W	395	414	422	429	434	446

i uwzględniając odpowiedni kąt nachylenia. Następnie, znając liczbę paneli, można odczytać szacunkowy uzysk energii z tabeli 7 i oszacować, ile energii zostanie wyprodukowane przez zaproponowaną instalację w ciągu roku.

5. Obliczcie nowy współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej EP i emisję zanieczyszczeń.

6. W podsumowaniu swojej pracy porównajcie uzyskane wyniki energochłonności szkoły przed i po termomodernizacji. Zastanówcie się, czy możliwe jest zastosowanie innych odnawialnych źródeł energii oraz jakie rozwiązania mogłyby pozytywnie wpłynąć na jej najbliższe otoczenie oraz zminimalizować negatywny wpływ na środowisko.

Tabela 5 Szacunkowe wartości wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na energię na cele oświetlenia i urządzeń pomocniczych

Nośnik/Źródło energii elektrycznej	w_i
Instalacja PV (energia słoneczna)	0,0
Sieć elektroenergetyczna	2,5

Tabela 6 Tabela wskaźników emisji zanieczyszczeń powietrza (niska emisja)

Źródła ciepła/energii	Wskaźniki emisji zanieczyszczeń - przeliczenie na kWh (do sporządzenia obliczeń metodą wskaźnikową)		
	E_{CO_2} *	E_{PM10} **	E_{BaP} **
	kg/kWh	g/kWh	mg/kWh
Kocioł na węgiel	0,3412	1,5372	1,00800
Kocioł na biomasę	0 ***	0,3492	0,3323
Nowoczesny kocioł na biomasę	0 ***	0,0410	0,00094
Kocioł gazowy	0,200	0,0018	0,00000
Kocioł olejowy	0,276	0,0072	0,00004
Węzeł ciepłowniczy	0,337	0	0
Pompa ciepła zasilana z PV	0,0000	0,0000	0,0000
Pompa ciepła zasilana z sieci elektroenergetycznej	0,698	0	0
Elektryczne grzejniki z PV	0,0000	0,0000	0,0000
Elektryczne grzejniki z sieci elektroenergetycznej	0,698	0	0
Elektryczne podgrzewacze c.w.u z PV	0,0000	0,0000	0,0000
Elektryczne podgrzewacze c.w.u z sieci elektroenergetycznej	0,698	0	0
Kolektory słoneczne	0,0000	0,0000	0,0000
Instalacja PV	0,0000	0,0000	0,0000

* Emisja całkowita podana za opracowaniem KOBIZE: "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO2 (WE) w roku 2019 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2022" z grudnia 2021 r. lub „WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO2, SO2, NOx, CO i pyłu całkowitego DLA ENERGIJ ELEKTRYCZNEJ na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancjach za 2020 rok”

** Emisja w miejscu lokalizacji budynku podana za raportem: „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw dla źródeł o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, zastosowane do automatycznego wyliczenia emisji w raporcie do Krajowej bazy za rok 2022”.

*** Przy założeniu, że wyemitowany CO2 zostaje pochłonięty w czasie wzrostu rośliny.

(nie) dostrzegalna zmiana - czy ziemia znajduje się w optymalnym klimacie



Nazwa konkursu: Szkoła na A+

Jak możemy przeciwdziałać zmianom klimatycznym i zanieczyszczeniu powietrza w naszym najbliższym otoczeniu? Czy możemy bez końca wznosić nowe budynki i pozostawać przy najbardziej popularnych źródłach energii (węgiel, gaz, produkty ropopochodne)?

Dlaczego jest to ważne?

Budynki pełnią kluczową rolę – to w nich spędzamy prawie całe życie, ucząc się, pracując, odpoczywając, czy korzystając z różnych usług. Jednocześnie są one jednym z największych konsumentów energii na świecie. W Europie sektor budowlany odpowiada za około 40% całkowitego zapotrzebowania na energię, a duża część tej energii jest wykorzystywana do celów takich jak ogrzewanie oraz przygotowanie ciepłej wody. Ta intensywna konsumpcja energii wiąże się z istotnym wpływem na środowisko naturalne, w tym emisją gazów cieplarnianych, co przyczynia się do globalnych zmian klimatycznych, których skutki możemy oglądać na co dzień.

Jednym z najważniejszych wyzwań stojących przed nami jest poprawa efektywności energetycznej budynków. W Unii Europejskiej do 2050 r. wszystkie budynki muszą spełnić rygorystyczne wymagania związane z ograniczeniem zużycia energii i zwiększeniem udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym. Celem jest osiągnięcie zeroemisyjności budynków, co oznacza, że ich zapotrzebowanie na energię zostanie zminimalizowane, a źródłem tej energii będzie słońce, wiatr czy też ciepło z wnętrza Ziemi.

Nasz konkurs ma na celu zrozumienie i określenie, ile energii zużywa Wasza szkoła oraz jakie czynniki wpływają na to zużycie. Wspólnie zastanówcie się, w jaki sposób można zwiększyć efektywność energetyczną budynku, jednocześnie dbając o środowisko. Wasze pomysły mogą stać się inspiracją do podjęcia działań, które będą miały wpływ na przyszłość naszej planety.

Wasza szkoła, podobnie jak inne budynki, zużywa energię na różne cele, w tym ogrzewanie, przygotowanie ciepłej wody, oświetlenie i zasilanie urządzeń pomocniczych. Nie myślimy o tym na co dzień, ale każdy z tych obszarów generuje określony koszt oraz wpływa na emisję dwutlenku węgla do atmosfery. Poszczególne kroki wykonywane w ramach zadania konkursowego pozwolą Wam zrozumieć, jaki jest udział poszczególnych systemów w całkowitym zużyciu energii.

Podczas pracy będziecie pracować z trzema podstawowymi pojęciami dotyczącymi energii:

Energia użytkowa:

Energia zużywana bezpośrednio. W przypadku ogrzewania budynku jest to ciepło dostarczane przez system grzewczy do pomieszczeń w celu utrzymania w nich odpowiedniej temperatury.

Energia końcowa:

Energia dostarczana do budynku. Uwzględni ona straty energii wynikające ze sprawności systemów instalacyjnych. Za tę energię płaci użytkownik. **Sprawność to miara efektywności wykorzystania energii, określająca, jaka część dostarczonej energii jest przekształcana w pożądaną formę (np. ciepło, światło), a jaka jest tracona. Im wyższa sprawność, tym mniej energii się marnuje.**

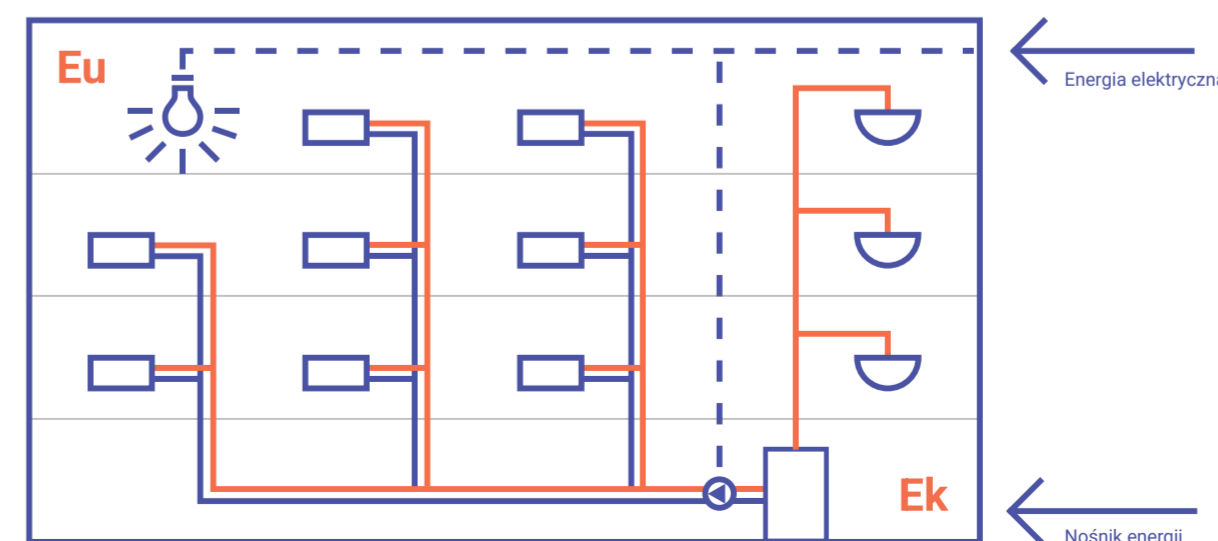
Energia pierwotna:

Energia zawarta w pierwotnych, nieodnawialnych nośnikach energii (np.: węgiel kamienny, węgiel brunatny, gaz ziemny, ropa naftowa) lub w odnawialnych (np.: promieniowanie słoneczne, wiatr, woda, grunt).

W ocenie energetycznej budynku szkoły skupicie się na wskaźniku zapotrzebowania na energię pierwotną nieodnawialną (EP), który jest kluczowym elementem analizy energetycznej. Wskaźnik ten pozwala ocenić ile energii pierwotnej nieodnawialnej musimy zużyć na każdy metr kwadratowy powierzchni budynku, aby dostarczyć do budynku energię końcową. Jest on uzależniony od rodzaju źródeł energii, z jakich korzystamy – budynki wykorzystujące chociaż częściowo odnawialne źródła energii mają niższy wskaźnik energii pierwotnej nieodnawialnej niż te, które są zasilane paliwami kopalnymi.

W polskich przepisach określone zostały graniczne wartości wskaźnika EP, uzależnione od rodzaju budynku oraz sposobu jego użytkowania. Po 31 grudnia 2020 r. wszystkie nowo powstające budynki szkolne, w których energia wykorzystywana jest na potrzeby ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody oraz oświetlenia, muszą spełniać wymóg osiągnięcia współczynnika EP na poziomie 70 kWh/(m²·rok). Docelowo zaś, czyli do 2050 r., wszystkie budynki powinny być zeroemisyjne, czyli nie wytwarzać na miejscu emisji dwutlenku węgla (CO2) z paliw kopalnych. Dlatego, w ramach zadania konkursowego określcie również emisję CO2 oraz innych zanieczyszczeń związanych z budynkiem Waszej szkoły.

BUDYNEK SZKOŁY



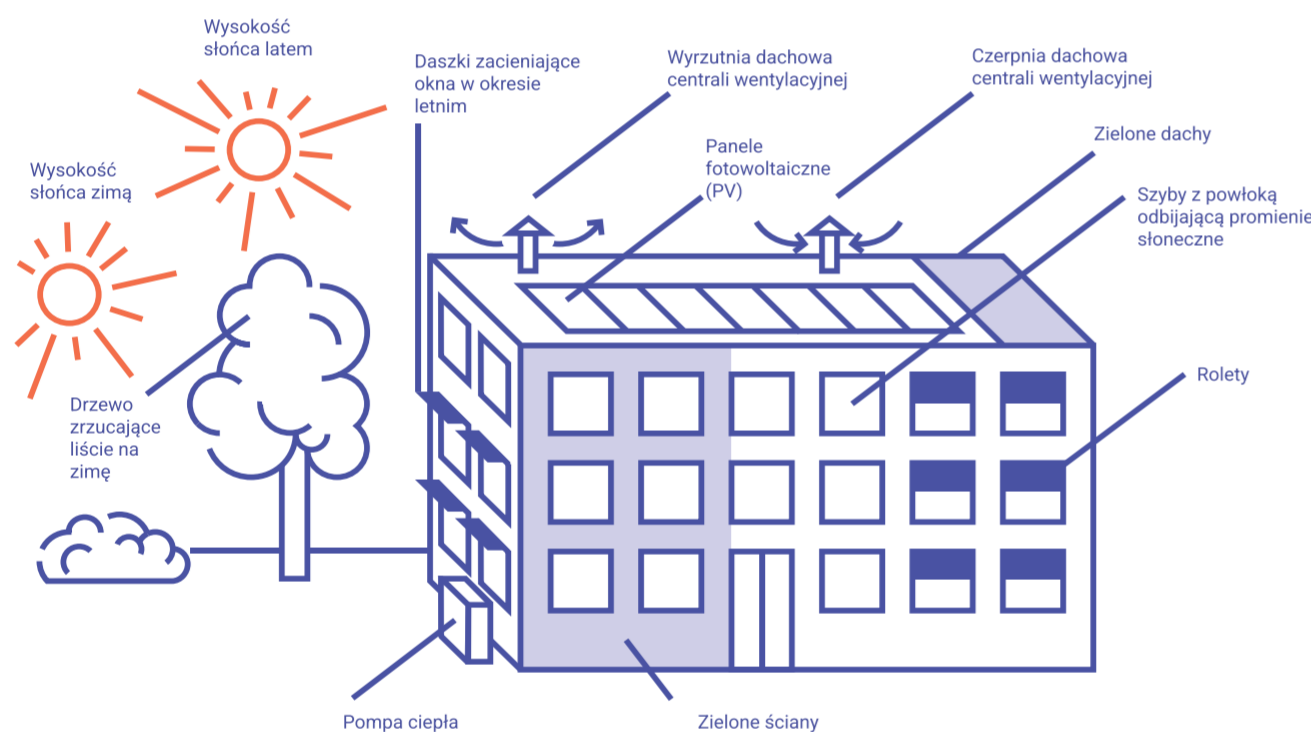
Opis zadania konkursowego

Zadanie konkursowe rozpoczyna się oceną zapotrzebowania na energię budynku szkoły w jego obecnym stanie, z uwzględnieniem potrzeb związanych z ogrzewaniem, ciepłą wodą użytkową oraz oświetleniem. Następnie zaproponujecie rozwiązania, które pozwolą osiągnąć szkole status budynku zeroemisyjnego. Forma prac konkursowych jest dowolna, co daje możliwość wykorzystania różnorodnych pomysłów i technik.

Prace mogą zostać przedstawione m.in.:

- W formie opisowej.
- Z elementami graficznymi i audiowizualnymi, takimi jak: prezentacje, filmy, animacje, komiksy czy logi.
- Jako makietę, plakaty, fotografie, zdjęcia, instrukcje działania.
- W postaci materiałów edukacyjnych, zwiększających świadomość ekologiczną i promujących idee zeroemisyjności.

Udział w konkursie ma charakter zespołowy, a jego uczestnikami mogą być całe klasy szkolne lub grupy międzyklasowe. Nagrodami w konkursie są jednodniowe warsztaty edukacyjne, które zostaną przeprowadzone na Politechnice Wrocławskiej. Na warsztaty zostaną zaproszeni autorzy trzech najlepszych prac konkursowych.



Etapy zadania konkursowego

Szczegóły dotyczące kolejnych etapów, na które składa się zadanie konkursowe znajdziecie na następnych stronach, w części SZACUNKI INŻYNIERSKIE.

ETAP 1 – stan istniejący ENERGIA UŻYTKOWA

1.1 Pozyskajcie dane wejściowe do obliczeń, które pozwolą Wam w sposób przybliżony określić zapotrzebowanie na energię użytkową na cele ogrzewania i przygotowania ciepłej wody Waszej szkoły. Ustalcie, jaka jest powierzchnia ogrzewana szkoły, w którym roku została wybudowana, czy od czasu budowy przeprowadzone w niej zostały działania termomodernizacyjne np. wymieniono okna, zaizolowano ściany lub dach.

1.2 Oceńcie poziom zapotrzebowania na energię użytkową budynku na cele ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody. Pomogą w tym wskaźniki, które zostały przedstawione w części SZACUNKI INŻYNIERSKIE.

ENERGIA KOŃCOWA

1.3 Pozyskajcie dane wejściowe, które pozwolą Wam w sposób przybliżony określić zapotrzebowanie

na energię końcową na cele ogrzewania, ciepłej wody oraz oświetlenia Waszej szkoły. Ustalcie, jakie jest źródło ciepła na cele ogrzewania i ciepłej wody, oceńcie również stan oświetlenia – czy są to żarówki starego typu, a może nowoczesne żarówki LED?

1.4 Oceńcie poziom zapotrzebowania na energię końcową budynku na cele ogrzewania, przygotowania ciepłej wody, oświetlenia oraz urządzeń pomocniczych. Pomogą w tym wskaźniki, które zostały przedstawione w części SZACUNKI INŻYNIERSKIE.

ENERGIA PIERWOTNA NIEODNAWIALNA

1.5 Wielkość zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną będzie zależała od rodzaju paliwa, które wykorzystywane jest do określonego celu np. jeżeli w szkole system ogrzewania i przygotowania ciepłej wody zasilany jest kotłem gazowym, to paliwem na cele grzewcze i ciepłej wody jest gaz, ale na oświetlenie i urządzenia pomocnicze będzie już energia elektryczna. Zastanówcie się, czy energia elektryczna pobierana jest z sieci energetycznej, czy też może na dachu Waszej szkoły są już zamontowane panele fotowoltaiczne.

1.6 Oceńcie poziom zapotrzebowania na energię pierwotną nieodnawialną budynku na cele ogrzewania, przygotowania ciepłej wody, oświetlenia oraz urządzeń pomocniczych. Pomogą w tym wskaźniki, które zostały przedstawione w części SZACUNKI INŻYNIERSKIE.

2.4 Oceńcie poziom zapotrzebowania na wszystkie cele na energię użytkową, końcową i pierwotną nieodnawialną budynku po termomodernizacji, wykorzystując zależności z Etapu 1.

2.5 Zastanówcie się, czy jest możliwe osiągnięcie przez budynek wartości wskaźnika EP wynoszącego 0 kWh/(m²·rok) oraz zerowej emisji zanieczyszczeń.

2.6 Porównajcie i omówcie uzyskane wyniki.

2.7 Przedstawcie koncepcję wdrożenia wybranych przez Was rozwiązań, zastanówcie się i omówcie jak wpłyną one na najbliższe otoczenie szkoły i klimat. Pamiętajcie, że budynki zero-emisyjne to również takie, które komponują się ze środowiskiem, tworząc jego integralną część, wykorzystując zieleni nie tylko w najbliższym otoczeniu, ale również na ścianach i dachach, do oświetlenia pomieszczeń w dużej części wykorzystując światło słoneczne, a materiały wykorzystywane w ich budowie i eksploatacji są pochodzenia naturalnego lub z recyklingu.

2.8 Zastanówcie się jak można zmienić otoczenie szkoły. Zaproponujcie np. nasadzenia roślin (drzew i krzewów), które w największym stopniu pochłaniają pył. Opiszcie jakie i gdzie rośliny chcielibyście zasiać oraz w jaki sposób mogą one poprawić jakość życia (w tym stworzyć miejsca do odpoczynku i relaksu).

PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA

dla budynków zeroemisyjnych

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię użytkową:

- Dobra izolacja budynku – ocieplenie ścian, dachu i podłóg pozwala ograniczyć straty ciepła.
- Nowoczesne okna i drzwi – wymiana okien pozwala na zmniejszenie strat ciepła oraz ograniczenie napływu zimnego powietrza. Szyby z powłoką odbijającą promieniowanie słoneczne ograniczają zyski ciepła w okresie letnim, co zapobiega przegrzewaniu pomieszczeń.
- Wentylacja z odzyskiem ciepła – systemy wentylacji mechanicznej pomagają ogrzewać powietrze zimą i chłodzić je latem.
- Zasłony lub rolety – w lecie ograniczają przegrzewanie pomieszczeń.
- Zielone ściany – to specjalne ściany pokryte roślinami, które izolują budynek, poprawiają jakość powietrza, a latem obniżają temperaturę wewnątrz.
- Wykorzystanie zysków słonecznych w ziemi – pozwala na zmniejszenie zapotrzebowania na energię do ogrzewania.
- Oszczędzanie wody – baterie łazienkowe z perlatozem (napowietrzaczem) oraz z czujnikiem ruchu pomagają zmniejszyć zużycie ciepłej wody.

Zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową:

- Ogrzewanie podłogowe – zamiast grzejników można stosować systemy ogrzewania płaszczyznowego np. podłogowego.
- Izolacja rur grzewczych – dobra izolacja rur i zbiorników z wodą ogranicza straty ciepła.
- Nowoczesne źródła ciepła – pompy ciepła, które pobierają energię z ziemi, powietrza lub wody, pozwalają na ograniczenie emisji oraz wykorzystują energię odnawialną.
- Energooszczędne oświetlenie i urządzenia – pozwalają znacząco ograniczyć zapotrzebowanie na energię elektryczną.

Zmniejszenie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną:

Wykorzystanie źródeł energii odnawialnej w budynku, takich jak: biomasa, energia słoneczna, geotermalna lub wiatru poprzez stosowanie np. ogniw fotowoltaicznych lub kolektorów słonecznych.

SZACUNKI INŻYNIERSKIE

Zapotrzebowanie na energię użytkową na cele ogrzewania:

$$Q_{U_{c.o.}} = E_{U_{c.o.}} \cdot A, \text{ kWh/rok}$$

Gdzie: $E_{U_{c.o.}}$ – szacunkowy wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową (tabela 1), kWh/(m²·rok), A – powierzchnia ogrzewana szkoły, m².

Szczegółowe wyznaczanie zapotrzebowania na energię użytkową jest bardzo złożonym procesem, a jego procedura opisana jest w polskich normach i aktach prawnych. Na potrzeby opracowania konkursowego należy określić ją w sposób uproszczony, korzystając z odpowiedniego wskaźnika odniesionego do powierzchni ogrzewanej szkoły.

W Polsce od wielu lat obowiązują przepisy prawne, które nakładają wymóg projektowania w sposób minimalizujący straty ciepła w budynkach. Wprowadzenie tych regulacji przyczyniło się do systematycznego obniżania zapotrzebowania na energię użytkową, co wynika z konieczności spełnienia określonych standardów izolacyjności cieplnej. Określcie rok powstania Waszej szkoły lub datę wykonania termomodernizacji polegającej na zaizolowaniu ścian oraz wymianie okien i drzwi jako jedno z kluczowych kryteriów analizy. W celu oszacowania zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania w ramach niniejszego zadania, skorzystajcie ze wskaźników zawartych w tabeli 1.

Zapotrzebowanie na energię użytkową na cele ciepłej wody:

$$Q_{U_{c.w.u.}} = E_{U_{c.w.u.}} \cdot A, \text{ kWh/rok}$$

Gdzie: $E_{U_{c.w.u.}}$ – wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową, zależny od sposobu użytkowania i powierzchni budynku; dla budynku szkoły $E_{U_{c.w.u.}} = 8,41 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$, A – powierzchnia ogrzewana szkoły, m²

Zapotrzebowanie na energię końcową na cele ogrzewania:

Energia końcowa na cele ogrzewania:

$$Q_{K_{c.o.}} = \frac{Q_{U_{c.o.}}}{\eta_{c.o.}}, \text{ kWh/rok}$$

Gdzie: $Q_{U_{c.o.}}$ – zapotrzebowanie na energię użytkową na cele centralnego ogrzewania, kWh/(m²·rok) $\eta_{c.o.}$ – sprawność instalacji centralnego ogrzewania (tabela 2)

Zapotrzebowanie na energię końcową na cele ciepłej wody:

Energia końcowa na cele ciepłej wody:

$$Q_{K_{c.w.u.}} = \frac{Q_{U_{c.w.u.}}}{\eta_{c.w.u.}}, \text{ kWh/rok}$$

Gdzie: $Q_{U_{c.w.u.}}$ – zapotrzebowanie na energię użytkową na cele ciepłej wody, kWh/(m²·rok) $\eta_{c.w.u.}$ – sprawność instalacji ciepłej wody (tabela 2)

Szczegółowe wyznaczanie sprawności instalacji jest bardzo złożonym procesem, a jego procedura opisana jest w polskich normach i aktach prawnych. Na potrzeby opracowania konkursowego należy określić ją w sposób uproszczony, korzystając z wartości jednostkowych zamieszczonych w tabeli 2.

Zapotrzebowanie na energię końcową na cele oświetlenia i napędu urządzeń pomocniczych:

$$E_{el} = (Q_{el_{osw.}} + Q_{el_{pom.}}) \cdot A, \text{ kWh/rok}$$

$Q_{el_{osw.}}$ – jednostkowe zapotrzebowanie na energię do oświetlenia (tabela 3), kWh/(m²·rok)

Tabela 1 Szacunkowy wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową, w zależności od stanu technicznego budynku

Rok budowy/Rok termomodernizacji budynku	Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową, kWh/(m ² ·rok)
przed 1957	310
1957-1981	290
1982-1990	200
1991-1997	180
1998-2008	160
2009-2013	125
2014-2016	95
2017-2020	90
po 2021	75

Tabela 2 Szacunkowe sprawności instalacji centralnego ogrzewania oraz napędu nieodnawialnej energii pierwotnej.

Źródła ciepła	Sprawność $\eta_{c.o.}$	Sprawność $\eta_{c.w.u.}$	Nośnik/źródło energii cieplnej	Wi
Kocioł na węgiel	0,60	0,39	węgiel	1,1
Kocioł na biomasę	0,63	0,39	biomasa	0,2
Kocioł gazowy	0,75	0,52	gaz	1,1
Kocioł olejowy	0,70	0,52	olej	1,1
Węzeł ciepłowniczy zasilany z elektrociepłowni	0,78	0,55	węgiel kamienny, gaz	0,80
			biomasa, biogaz	0,15
Węzeł ciepłowniczy zasilany z ciepłowni	0,78	0,55	węgiel kamienny	1,30
			gaz, olej opałowy	1,20
Pompa ciepła zasilania z sieci elektroenergetycznej	2,30	1,55	energia elektryczna	2,5
Pompa ciepła zasilania z instalacji PV	2,30	1,55	energia słoneczna	0
Elektryczne grzejniki zasilane z sieci elektroenergetycznej	0,81	-	energia elektryczna	2,5
Elektryczne grzejniki zasilane z instalacji PV	0,81	-	energia słoneczna	0
Elektryczne podgrzewacze c.w.u. zasilane z sieci elektroenergetycznej	-	0,96	energia elektryczna	2,5
Elektryczne podgrzewacze c.w.u. zasilane z instalacji PV	-	0,96	energia słoneczna	0
Kolektory słoneczne*	-	0,60	energia słoneczna	0

*Kolektory słoneczne generują energię cieplną z promieniowania słonecznego, która może być wykorzystywana do podgrzewania wody użytkowej oraz wspomaganie systemów grzewczych. Jednakże, największa efektywność tych urządzeń przypada na okres letni, kiedy zapotrzebowanie na ogrzewanie budynku jest minimalne. Dodatkowo, w placówkach edukacyjnych takich jak szkoły, w czasie wakacji letnich znacznie spada zużycie ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) z uwagi na nieobecność uczniów. Z tego względu zastosowanie kolektorów słonecznych w tego typu obiektach może być ograniczone pod względem efektywności ich wykorzystania. *Kolektory słoneczne generują energię cieplną z promieniowania słonecznego, która może być wykorzystywana do podgrzewania wody użytkowej oraz wspomaganie systemów grzewczych. Jednakże, największa efektywność tych urządzeń przypada na okres letni, kiedy zapotrzebowanie na ogrzewanie budynku jest minimalne. Dodatkowo, w placówkach edukacyjnych takich jak szkoły, w czasie wakacji letnich znacznie spada zużycie ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) z uwagi na nieobecność uczniów. Z tego względu zastosowanie kolektorów słonecznych w tego typu obiektach może być ograniczone pod względem efektywności ich wykorzystania.

jednostkowe zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych (tabela 4), kWh/(m²·rok), powierzchnia ogrzewana szkoły, m² $Q_{el_{pom.}}$ – jednostkowe zapotrzebowanie na energię do napędu urządzeń pomocniczych (tabela 4), kWh/(m²·rok), A – powierzchnia ogrzewana szkoły, m²

Zapotrzebowanie na energię pierwotną nieodnawialną:

$$Q_P = Q_{K_{c.o.}} \cdot w_1 + Q_{K_{c.w.u.}} \cdot w_1 + E_{el} \cdot w_1 \text{ kWh/rok}$$

Tabela 3 Szacunkowe wartości wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na energię na cele oświetlenia

Rodzaj oświetlenia	$Q_{el_{osw.}}$ kWh/(m ² ·rok)
Standardowe, starego typu	30,0
LED	10,0

Tabela 4 Szacunkowe wartości wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na energię do napędu urządzeń pomocniczych

Źródło ciepła	$Q_{el_{pom.}}$ kWh/(m ² ·rok)
Kocioł (węgiel, biomasa, gaz, olej)	0,04
Węzeł ciepłowniczy	0,04
Pompa ciepła	0,04
Elektryczne grzejniki	-
Elektryczne podgrzewacze c.w.u.	-
Kolektory słoneczne	0,02

Tabela 5 Szacunkowe wartości wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na energię do napędu urządzeń pomocniczych

Źródło ciepła	Sprawność $\eta_{c.o.}$	Sprawność $\eta_{c.w.u.}$	Nośnik/źródło energii cieplnej	Wi
Kocioł na węgiel	0,60	0,39	węgiel	1,1
Kocioł na biomasę	0,63	0,39	biomasa	0,2
Kocioł gazowy	0,75	0,52	gaz	1,1
Kocioł olejowy	0,70	0,52	olej	1,1
Węzeł ciepłowniczy zasilany z elektrociepłowni	0,78	0,55	węgiel kamienny, gaz	0,80
			biomasa, biogaz	0,15
Węzeł ciepłowniczy zasilany z ciepłowni	0,78	0,55	węgiel kamienny	1,30
			gaz, olej opałowy	1,20
Pompa ciepła zasilania z sieci elektroenergetycznej	2,30	1,55	energia elektryczna	2,5
Pompa ciepła zasilania z instalacji PV	2,30	1,55	energia słoneczna	0
Elektryczne grzejniki zasilane z sieci elektroenergetycznej	0,81	-	energia elektryczna	2,5
Elektryczne grzejniki zasilane z instalacji PV	0,81	-	energia słoneczna	0
Elektryczne podgrzewacze c.w.u. zasilane z sieci elektroenergetycznej	-	0,96	energia elektryczna	2,5
Elektryczne podgrzewacze c.w.u. zasilane z instalacji PV	-	0,96	energia słoneczna	0
Kolektory słoneczne*	-	0,60	energia słoneczna	0

Szczegółowe wyznaczanie sprawności instalacji jest bardzo złożonym procesem, a jego procedura opisana jest w polskich normach i aktach prawnych. Na potrzeby opracowania konkursowego należy określić ją w sposób uproszczony, korzystając z wartości jednostkowych zamieszczonych w tabeli 2.

W celu oszacowania zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania w ramach niniejszego zadania, skorzystajcie ze wskaźników zawartych w tabeli 1.

W celu oszacowania zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania w ramach niniejszego zadania, skorzystajcie ze wskaźników zawartych w tabeli 1.

W celu oszacowania zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania w ramach niniejszego zadania, skorzystajcie ze wskaźników zawartych w tabeli 1.

W celu oszacowania zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania w ramach niniejszego zadania, skorzystajcie ze wskaźników zawartych w tabeli 1.

W celu oszacowania zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania w ramach niniejszego zadania, skorzystajcie ze wskaźników zawartych w tabeli 1.