

Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

Rozprawy i Monografie

Włodzimierz BOROŃ
Andrzej CHOMIAK
Adam KAWA
Jadwiga ZAWORA

**Wykorzystanie
odnawialnych źródeł energii
i ich wpływ na charakterystykę
energetyczną budynku**

Katowice, 2012

Seria: Rozprawy i Monografie

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii i ich wpływ na charakterystykę energetyczną budynku

RECENZENCI:

prof. dr hab. inż. Barbara Bialecka
prof. dr hab. inż. M. Jacek Łączny

KOLEGIUM WYDAWNICZE:

Redaktor naczelny wydania – dr inż. Piotr Wojtas
Członkowie: dr hab. inż. Stanisław Trenczek
prof. dr hab. inż. Bogdan Miedziński
mgr Waldemar Cichoń
Redaktor językowy – mgr Jadwiga Machowska
Redaktorzy techniczni: Mariusz Kurpierz, Danuta Miksa

ISBN 978-83-932737-1-3

© Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

nakład: 200

Wydano nakładem Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG
40-189 Katowice, ul. Leopolda 31, tel. (32) 2007-700 w. 570, 574
fax (32) 2007-701, 2007-704;
e-mail: emag@emag.pl, www.emag.pl

SPIS TREŚCI

Przedmowa	5
1. Wprowadzenie	8
Bibliografia do rozdz. 1	9
2. Krajowy stan rekomendacji wykorzystania OZE w budynkach.....	10
2.1. Zakres dyrektyw unijnych i krajowych aktów prawnych w odniesieniu do wykorzystania OZE w budynkach.....	10
2.2. Charakterystyka wprowadzonych do stosowania w kraju norm implementujących wymagania unijne zwiększenia efektywności energetycznej w aspekcie stosowania OZE w budownictwie.....	23
2.3. Analiza krajowej metodologii bilansowania zapotrzebowania energii w budownictwie i ocena algorytmów wyznaczania wskaźników energochłonności budynku z instalacjami zasilanymi z OZE	33
Bibliografia do rozdz. 2.....	39
3. Badanie wpływu jakości energetycznej budynków na możliwości wykorzystania zasobów OZE	41
3.1. Jakość energetyczna budynku i jej wpływ na zapotrzebowanie energii końcowej i pierwotnej ze źródeł nieodnawialnych	41
3.2. Wpływ jakości energetycznej budynków i zakresu ich termomodernizacji na wielkość urządzeń i instalacji wykorzystujących zasoby OZE.....	52
3.3. Badanie wpływu jakości energetycznej budynku na wielkość wskaźników zapotrzebowania energii użytkowej, energii końcowej i nieodnawialnej energii pierwotnej.....	71
3.4. Uwagi do krajowej metodologii i propozycje zmian we wzorze świadectwa charakterystyki energetycznej budynku.....	77
Bibliografia do rozdz. 3.....	84
4. Badanie wpływu stosowania instalacji OZE na poprawę charakterystyki energetycznej budynku i na zakres przedsięwzięć termomodernizacyjnych	86
4.1. Analiza wpływu wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii do budynku	86
4.2. Waluacja roli i wagi stosowania w budynkach instalacji opartych na zasobach OZE w odniesieniu do poszanowania nieodnawialnej energii pierwotnej oraz ochrony środowiska naturalnego	94
4.3. Algorytmy oceny wpływu termomodernizacji instalacji grzewczych z wykorzystaniem systemów opartych na zasobach OZE na charakterystykę energetyczną budynku i jej świadectwo.....	100

4.4. Analiza możliwości i zakresu termomodernizacji instalacji grzewczych w budynku z zastosowaniem systemów opartych na OZE w świetle rekomendacji wskazanych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz wymagań dla sporządzania audytów energetycznych.....	117
4.5. Wytyczne do audytów energetycznych dla termomodernizacji budynków w zakresie optymalizacji doboru systemów energetycznych opartych na zasobach OZE.....	128
4.6. Analiza wpływu stosowania instalacji OZE na redukcję emisji gazów cieplarnianych.....	131
Bibliografia do rozdz. 4.....	145
5. Analiza przykładów zastosowania instalacji OZE w budynkach i ocena ich wpływu na parametry energetyczne budynku	147
5.1. Badanie zastosowania różnych rodzajów instalacji OZE i ich wpływu na wielkość wskaźnika EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej w charakterystyce energetycznej budynku zgodnie z wymaganiami ustawy Prawo budowlane.....	148
5.2. Badanie i analiza możliwości ograniczenia zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej przy wykorzystaniu OZE w budynkach w zależności od ich wieku.....	190
Bibliografia do rozdz. 5.....	204
6. Ocena wpływu stosowania instalacji OZE w budynkach na realizację krajowych zadań w zakresie oszczędności energii końcowej.....	205
Bibliografia do rozdz. 6.....	215
7. Podsumowanie	216
8. Załączniki.....	223
Załącznik nr 1 Raport z doboru wielkości urządzeń i instalacji wykorzystujących zasoby OZE dla przykładowego budynku użyteczności publicznej	225
Załącznik nr 2 Raport z obliczeń cieplnych termomodernizacji instalacji grzewczych z wykorzystaniem OZE dla przykładowego budynku użyteczności publicznej	235
Załącznik nr 3 Raport z analizy przykładów stosowania instalacji OZE i ich wpływu na redukcję emisji gazów cieplarnianych.....	250
Załącznik nr 4 Raport z analizy przykładów stosowania instalacji OZE w budynkach i ich wpływu na jego parametry energetyczne.....	265
Załącznik nr 5 Raport z analizy przykładów ograniczenia zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej przy stosowaniu instalacji OZE w budynkach w zależności od ich wieku	324

Przedmowa

Podstawą polskiej energetyki był, jest i będzie węgiel. Wynika to z dostępnych zasobów, w których udział węgla kamiennego i brunatnego przekracza 98%. Paliwa węglowe są, z jednej strony, naszym skarbem narodowym i gwarantem naszego bezpieczeństwa energetycznego, z drugiej zaś strony, w porównaniu z gazem ziemnym i paliwem ropopochodnym, charakteryzują się one umiarkowanymi właściwościami energetycznymi oraz niekorzystnymi właściwościami ekologicznymi. Wartość opałowa węgla wynosi od 17,5 do 27 MJ/kg, podczas gdy wartość opałowa gazu ziemnego kształtuje się na poziomie 778 MJ/kmol, zaś oleju opałowego wynosi 40-47 MJ/kg. Temperatura kalorymetryczna spalin, charakteryzująca użyteczność paliwa w procesach wymiany ciepła, wynosi odpowiednio: 1700-1900°C – dla węgla kamiennego, 2000-2400°C – dla gazu ziemnego oraz 2200-2300°C dla oleju opałowego. Z kolei uzyskanie 1 GJ energii w procesie spalania związane jest z emisją 99 kg CO₂ – w przypadku węgla kamiennego oraz 55 i 73 kg CO₂ – odpowiednio dla gazu ziemnego i oleju opałowego. Dlatego w zamierzeniach polityki energetycznej dąży się do możliwie daleko idącej substytucji tzw. czarnej energii pochodzącej z węgla, przez paliwa o korzystniejszych parametrach eksploatacyjnych, zwłaszcza przez energię odnawialną i jądrową. Duże nadzieje w niektórych kręgach gospodarczych w Polsce wiąże się z perspektywicznymi prognozami wykorzystania gazu łupkowego. Atrakcyjność odnawialnych źródeł energii znacznie wzrosła w świetle zobowiązań podjętych przez Polskę jako członka Unii Europejskiej. Najczęściej przedstawianym argumentem, przemawiającym za zwiększeniem wykorzystania OZE, jest pakiet klimatyczny wymagający, między innymi, zwiększenia do 2020 r. udziału OZE w ogólnym zużyciu energii do 15%.

Problemy energetyczne nierozłącznie wiążą się z zagadnieniami ekologicznymi. Wagę ekologii trudno przecenić. Ostatnimi czasy na ulicach Śląska pojawiły się tramwaje i autobusy z wypisanym na szybach hasłem:

eko = logika.

Po głębszym zastanowieniu się nad sensem tego sloganu można dojść do wniosków, które, być może, wykraczają poza treści zamierzone przez jego autorów i propagatorów.

Źródłosłów członów wspomnianego hasła wydaje się być bardzo interesujący w świetle rozwiązywania zadań ekoenergetycznych. EKO jest bowiem zazwyczaj członem wyrazów złożonych, wskazujących na ich związek ze środowiskiem naturalnym, a zwłaszcza jego ochroną (np. ekoklimat, ekokonwersja, ekosfera, ekosystem, ekoturystyka, ekotyp itp.). W tym kontekście EKO wywodzi się z greckiego słowa „oikos” oznaczającego: „związany z domostwem i mieszkaniem oraz otoczeniem i środowiskiem”. Równocześnie człon EKO może nawiązywać do ekonomii i ekonomiki w znaczeniu wywodzącym się od greckiego słowa „oiko-namos”, określającego

„pana domu” (ekonoma) lub łacińskiego słowa „oeconomia” w sensie gospodarowanie. Z kolei człon „LOGIKA” wywodzi się z łacińskiego słowa „logica” lub greckiego „logikos” w znaczeniu sztuki prawidłowego rozumowania i formułowania wniosków.

Tożsamość problemów zarządzania środowiskiem z prawidłowym rozumowaniem i formułowaniem wniosków stanowi ideał, do którego powinna dążyć współczesna ekologia.

Równoważność obu członów hasła nie tylko stanowi kwintesencję ekologii, ale również określa jej miejsce w działalności człowieka i społeczeństwa oraz wskazuje na związane z nią niebezpieczeństwa.

Ekologia oznacza gospodarowanie nie tylko zasobami naturalnymi, ale również społecznymi, a zwłaszcza intelektualnymi, w sposób zapewniający rozsądną jakość życia, zarówno obecnym, jak i przyszłym pokoleniom. Omawiana relacja znaczeniowa wyklucza zarówno bagatelizowanie problemów ekologii, jak ich rozwiązywanie za wszelką materialną i duchową cenę. Wskazuje na konieczność entuzjastycznego, racjonalnego zaangażowania społeczeństw, wykluczając równocześnie zjawisko nie zawsze bezinteresownego fanatyzmu.

Realizacji tak pojętego sensu ekologii sprzyjałoby oparcie jej o zasadę zrównoważonego rozwoju gospodarczego, poszerzoną o zrównoważony rozwój etyczny.

Mogłoby to znaleźć wyraz w nieco zmodyfikowanej postaci analizowanego sloganu:

eko = logika + etyka.

W takim podejściu do problemów ekoenergetycznych ma być pomocna niniejsza monografia. Przesłanką do jej opracowania, obok społecznego zapotrzebowania, był udział Autorów w realizacji strategicznego projektu NCBiR pt. „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków”. Jedno z jego zadań, dotyczące zwiększenia wykorzystania energii z odnawialnych źródeł energii w budownictwie”, zostało powierzone Konsorcjum, w skład którego weszli: Politechnika Śląska, Uniwersytet Śląski, Główny Instytut Górnictwa, Instytut Technik Innowacyjnych EMAG oraz Park Naukowo-Technologiczny „Euro-Centrum”. Udział Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG, którego pracownikami są autorzy niniejszego opracowania, był szczególnie duży przy analizach dotyczących:

- aktualnego stanu rekomendacji wykorzystania OZE w budynkach,
- oceny wpływu stanu energetycznego budynków na możliwości zwiększonego wykorzystania OZE,
- oceny wpływu OZE na poprawę charakterystyki energetycznej budynku i efektywności przedsięwzięć termorenowacji,
- wpływu wykorzystania OZE na zmniejszenie energii końcowej paliw nieodnawialnych w gospodarce narodowej.

Uzyskane rezultaty badań stanowią zasadniczą treść niniejszego opracowania. Zaletą omawianej pracy są zawarte w niej przykłady aplikacyjne, umożliwiające lepsze zrozumienie przedstawionych zagadnień.

Monografia ma charakter poradnika. Pozwala to mieć nadzieję, że zostanie ona życzliwie przyjęta przez pracowników inżynieryjno-technicznych przedsiębiorstw zajmujących się projektowaniem i eksploatacją obiektów budowlanych, studentów wyższych uczelni specjalizujących się w zakresie budownictwa, inżynierii środowiska i energetyki, a zwłaszcza audytorów opracowujących audyty energetyczne i świadectwa charakterystyki energetycznej budynków.

Należy podkreślić, że uznanie Czytelników będzie największą satysfakcją i nagrodą dla Autorów.

Prof. dr hab. inż. Joachim Koziol

*Kierownik Zadania Badawczego
„Zwiększenie wykorzystania energii
z odnawialnych źródeł energii w budownictwie”*

1. Wprowadzenie

Wszelkie działania racjonalizujące wykorzystanie energii końcowej (finalnej) w budynkach mają istotny wpływ na poszanowanie zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej oraz obciążenie środowiska naturalnego produktami spalania paliw kopalnych. Istniejące zasoby budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej wg danych statystycznych [1.1] są głównym użytkownikiem energii końcowej w krajowym bilansie jej zużycia. Ta tendencja występuje również w innych gospodarkach europejskich i w strukturze światowych bilansów zużycia energii.

Istnieje wiele parametrów w obrębie budynku, których wartość ma istotny wpływ na charakterystykę energetyczną budynków. W każdej z dziedzin użytkowania energii, tj. dla potrzeb ogrzewania i wentylacji, przygotowania wody użytkowej, chłodzenia pomieszczeń i oświetlenia ich wnętrz, istnieje wiele rezerw i możliwości zrationalizowania zużycia energii i osiągnięcia poprawy efektywności w zużyciu nośników energii, z pożytkiem w wymiarze ekologicznym i ekonomiczno-społecznym. Wszelkie działania realizujące przedsięwzięcia termomodernizacyjne w zakresie przegród budowlanych i systemów ciepłych w zasobach budowlanych, mogą skutkować istotnym zmniejszeniem zużycia nieodnawialnych nośników energii oraz redukcją emisji zanieczyszczeń do powietrza. Po roku 2018 nowo projektowane i budowane obiekty powinny być realizowane w oparciu o niskoenergetyczne standardy, wskazane w znowelizowanej [1.2] Dyrektywie EPBD [1.3], odnoszącej się do przyszłych wymagań dla charakterystyki energetycznej budynków. W ramach ustaleń tej dyrektywy wskazano na konieczność stosowania w budynkach nowo powstających zdecentralizowanych lub lokalnych systemów energetycznych, opartych na energii ze źródeł odnawialnych oraz skojarzonej gospodarce energetycznej w zakresie wytwarzania ciepła, energii elektrycznej i chłodu dla zapewnienia wymaganych standardów wewnątrz tych obiektów.

Ta troska o poszanowanie zubożonych zasobów nieodnawialnych paliw pierwotnych i o zmniejszenie antropogenicznych skutków w środowisku naturalnym wynika z zasady zrównoważonego rozwoju gospodarczego, która powinna stać się globalnym trendem tego stulecia. W ramy takiego postępowania w działalności gospodarczej wpisuje się możliwość i uzasadniona konieczność szerokiego wykorzystywania zasobów odnawialnej energii pierwotnej (zasoby OZE), poprzez zastępowanie w budynkach konwencjonalnych systemów energetycznych instalacjami opartymi na tych proekologicznych źródłach. Takie zrównoważone energetycznie nowe budownictwo wraz z działaniami termomodernizującymi [1.7] istniejące zasoby budowlane będzie skutkowało poprawą ich jakości energetycznej i poprzez wzrost efektywności energetycznej przyniesie wymierne korzyści ekonomiczne i ekologiczne. Promowanie i rekomendowanie wykorzystania w budownictwie instalacji opartych na zasobach OZE, obok poprawy izolacyjności cieplnej przegród budowlanych, wpływa wprost na zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego i na osiągnięcie wymaganych standardów wewnątrz budynków niższym kosztem eksploatacyjnym. Poprawa charakterystyk energetycznych istniejących budynków, możliwa poprzez wdrażanie instalacji wykorzystujących lokalne zasoby OZE,



wypełnia wymagania, określone poprzez Dyrektywę 2006/32/WE [1.4] oraz dyrektywę 2009/28/WE [1.5], które odnoszą się do sektora budynków mieszkalnych i obiektów użyteczności publicznej. Takie przedsięwzięcia są kwalifikowanymi środkami poprawy efektywności energetycznej w tym sektorze gospodarki.

Niniejsze opracowanie jest wynikiem części strategicznego programu badawczego: „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków” w zadaniu badawczym nr 3 (SP/B/3/76/469/10) dotyczącym zwiększenia wykorzystania energii z OZE w budownictwie. W ramach tego opracowania przeprowadzono analizy i ewaluację stanu jakości energetycznej budynku na możliwość i zakres wykorzystania zasobów OZE. Poddano badaniu wpływ stosowania instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii na charakterystykę energetyczną budynku i poprawę efektywności energetycznej zużywanych paliw z zasobów nieodnawialnych [1.8]. W ramach studium przypadków przeprowadzono oceny porównawcze dla poprawy charakterystyki energetycznej budynków o różnej jakości przegród, poprzez wykorzystanie instalacji OZE. Zbadanie wpływu stosowania instalacji OZE w budynkach na poprawę ich charakterystyki energetycznej pozwala określić możliwości realizacji krajowych zadań w zakresie zmniejszenia zużycia energii finalnej i zwiększenia udziału OZE [1.9] w pokrywaniu jej zapotrzebowania.

Wytyczne zawarte w Polityce energetycznej Polski [1.6] w perspektywie do 2030 roku uwzględniają wzrost wykorzystania zasobów OZE i ich wpływ na zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju oraz na poprawę efektywności wykorzystania energii w gospodarce. Ten ustanowiony prawny drogowskaz dla sektora energetycznego wytycza cele i wskazuje na istotną rolę wykorzystania zasobów OZE w strategii zrównoważonego rozwoju krajowej gospodarki i społeczeństwa. Sektor budownictwa powinien w znacznym wymiarze przyczynić się do realizacji tej strategii.

Bibliografia do rozdz. 1

- [1.1.] Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2008, 2009. GUS, Warszawa, 2010 r.
- [1.2.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona).
- [1.3.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.
- [1.4.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/32/WE z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG.
- [1.5.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady WE/2009/28 z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE. (Dz. U. UE L140 z 5.6.2009).
- [1.6.] PEP-2030 – Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Ministerstwo Gospodarki, 10 listopada 2009 r.
- [1.7.] Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. z 2008 r. Nr 223, poz. 1459 z późn. zm.)
- [1.8.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku, stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).
- [1.9.] KPD – OZE – Krajowy Plan Działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, Ministerstwo Gospodarki, 2010 r.

2. Krajowy stan rekomendacji wykorzystania OZE w budynkach

2.1. Zakres dyrektyw unijnych i krajowych aktów prawnych w odniesieniu do wykorzystania OZE w budynkach

► *Dokumenty Unii Europejskiej związane z wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych*

Spośród dokumentów publikowanych w ramach Wspólnoty Europejskiej, mających największe znaczenie dla działań związanych z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii i użytkowaniem energii, należy wymienić Zielone i Białe Księgi oraz dyrektywy. Zielone Księgi są dokumentami wydawanymi przez Komisję Europejską, najczęściej w formie komunikatu. Głównym ich celem jest rozpoczęcie dyskusji oraz konsultacji na dany temat. Nie zawierają one jeszcze projektów rozwiązań legislacyjnych w danej dziedzinie. Białe Księgi, również wydawane przez Komisję Europejską, zawierają już propozycje konkretnych działań. Biała Księga, która zostanie przyjęta przez Radę, jest programem działań Wspólnoty w określonej dziedzinie. Dyrektywy są aktami prawnymi skierowanymi do państw członkowskich Wspólnoty. Państwa członkowskie muszą osiągnąć cel określony w dyrektywie za pomocą dostępnych środków. Adresaci dyrektyw mają wyznaczony czas na ich implementację, tzn. włączenie treści dyrektywy do krajowych aktów prawnych. Okres ten wynosi najczęściej 2 lata. Ani organy prawne państw członkowskich, ani organy krajowe nie mogą wymagać od swoich obywateli postępowania zgodnego z tymi dokumentami. Obywatele danego kraju oraz podmioty gospodarcze muszą jedynie stosować się do przepisów krajowych, które zostały wydane na podstawie dyrektyw unijnych.

W roku 2006 opublikowany został dokument pn. „*Zielona Księga – Europejska strategia na rzecz zrównoważonej, konkurencyjnej i bezpiecznej energii*” [2.1.1]. Zielona Księga zawiera m.in. ustalenia Wspólnoty Europejskiej z 2001 r., które mówią o 21% udziale energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w konsumpcji energii oraz o udziale co najmniej 5,75% biopaliw w całym zużyciu benzyny i oleju napędowego do roku 2010. Energia ze źródeł odnawialnych jest trzecim co do wielkości źródłem energii elektrycznej (po węglu i gazie) oraz posiada możliwości dalszego zwiększenia udziału w ogólnej produkcji. Przyniesie to również korzyści w zakresie gospodarki i ochrony środowiska. W dokumencie tym ustalono, że Komisja przedstawi na wiosennym szczycie Rady Europejskiej w 2007 r. mapę drogową na rzecz energii odnawialnej, która obejmie zagadnienia kluczowe dla skutecznej polityki UE w dziedzinie energii odnawialnej. W dniu 10 stycznia 2007 roku został ogłoszony komunikat Komisji do Rady i Parlamentu Europejskiego pt. „*Mapa drogową na rzecz energii odnawialnej. Energie odnawialne w XXI wieku: budowa bardziej zrównoważonej przyszłości*” [2.1.2].

Tematykę poprawy efektywności wytwarzania i użytkowania energii podejmuje „*Zielona Księga w sprawie racjonalizacji zużycia energii*” [2.1.3]. W rozdziale po-



święconym budynkom jest mowa o wprowadzeniu systemu świadectw charakterystyki energetycznej jako instrumentu propagującego budynki energooszczędne, tj. budynki o zmniejszonym zużyciu energii pierwotnej. Można to osiągnąć m.in. przez wykorzystanie źródeł energii odnawialnej dla pokrycia potrzeb energetycznych budynków. Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej paliw oraz emisji gazów cieplarnianych – głównie dwutlenku węgla, są celem wspólnym zawartym zarówno w dokumentach dotyczących OZE, jak i odnoszących się do racjonalizacji zużycia energii.

► *Dyrektywy unijne w sprawie promowania energii ze źródeł odnawialnych*

Działania krajów członkowskich Wspólnoty Europejskiej w zakresie kontroli zużycia energii, zwiększenia udziału źródeł odnawialnych w ogólnym bilansie energii, a także zwiększonej efektywności energetycznej mają na celu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych do otoczenia. Działania te przyczyniają się również do zwiększenia bezpieczeństwa dostaw energii, rozwoju i wdrażania innowacji technologicznych [2.1.4]. Mając na uwadze powyższe cele i zadania, Parlament Europejski i Rada wydały następujące dyrektywy:

- 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i jej Recast 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r.,
- 2006/32/WE z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych,
- 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/91/WE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków [2.1.6].

Celem niniejszej dyrektywy (Dyrektywa EPBD) jest promowanie poprawy własności energetycznych budynków w krajach Wspólnoty Europejskiej, z uwzględnieniem lokalnych warunków otoczenia (klimatycznych), wymagań dla pomieszczeń wewnętrznych oraz opłacalności stosowanych rozwiązań.

Wymagania Dyrektywy EPBD dotyczą:

- metodyki zintegrowanej charakterystyki energetycznej budynków,
- zastosowania minimalnych wymagań dla nowo wznoszonych budynków,
- zastosowania minimalnych wymagań dla istniejących budynków, poddawanych większej renowacji,
- certyfikacji energetycznej budynków,
- okresowej kontroli kotłów i systemów klimatyzacji w budynkach, a także instalacji grzewczych zasilanych z kotłów, które są eksploatowane dłużej niż 15 lat.

W ramach spełnienia wymagań niniejszej dyrektywy państwa członkowskie wprowadzają metodologię obliczeń charakterystyki na poziomie krajowym bądź regionalnym, w oparciu o ramy ogólne zawarte w załączniku do tekstu dyrektywy. Istnieje

możliwość rezygnacji z ww. wymagań dla określonych kategorii budynków, takich jak: zabytki, miejsca kultu i działalności religijnej, budynki okresowe i przeznaczone do zamieszkania mniej niż 4 miesiące w roku, budynki wolno stojące o powierzchni użytkowej mniejszej niż 50 m². Dla nowych budynków niezbędne jest zapewnienie minimalnych wymagań, przy czym, jeśli ich powierzchnia użytkowa przekracza 1000 m², to przed rozpoczęciem budowy należy wziąć pod uwagę i rozważyć możliwości zastosowania alternatywnych systemów opartych na energii odnawialnej.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona – Recast) [2.1.7].

W listopadzie 2008 r. Komisja Europejska opublikowała komunikat prasowy informujący o projekcie nowelizacji Dyrektywy 2002/91/WE pt. „*Energy efficient buildings save money: Recast of the Energy Performance of Buildings Directive*”.

Ostatecznie tekst nowej dyrektywy (Recast EPBD) został opublikowany w maju 2010 r. Tekst ten m.in. rozstrzyga kwestie, które w Polsce wciąż są dyskutowane, np. kary za nieprzestrzeganie przepisów czy obowiązek wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej. Poniżej przedstawiono główne zmiany zawarte w dyrektywie Recast EPBD [2.1.8]:

- w art. 1. dot. przedmiotu wprowadzono zapis o ustanowieniu wymagań w zakresie elementów budynków, systemów technicznych budynku, jeżeli są one wymieniane, modernizowane lub instalowane, krajowych planów, mających na celu zwiększenie ilości budynków o niemal zerowym zużyciu energii oraz niezależnych systemów kontroli świadectw charakterystyki energetycznej i sprawozdań z przeglądów,
- w metodologii obliczania charakterystyki energetycznej dopuszczono możliwość jej wyznaczania na podstawie faktycznie zużytej ilości energii. Metodologia powinna być zgodna z dyrektywą 2009/28/WE i powinna uwzględniać normy europejskie,
- minimalne wymagania dla budynków powinny być ustalane na poziomie optymalnym pod względem kosztów,
- przed rozpoczęciem budowy należy przeanalizować możliwości wykorzystania systemów alternatywnych, a analiza powinna być udokumentowana i dostępna dla weryfikacji,
- zdefiniowano pojęcie ważniejszej renowacji jako przekraczającej 25% wartości budynku lub obejmującej ponad 25% powierzchni przegród zewnętrznych,
- zdefiniowano pojęcie budynku o niemal zerowym zużyciu energii. Zobowiązano państwa członkowskie, aby do końca 2018 roku wszystkie nowe budynki, zajmowane przez władze publiczne lub będące ich własnością, miały niemal zerowe zużycie energii,
- energię pierwotną zdefiniowano jako energię pochodzącą z odnawialnych i nieodnawialnych źródeł, która nie została poddana zadanemu procesowi przemiany lub transformacji,



- dla budynków, w których całkowita powierzchnia użytkowa powyżej 500 m² zajmowana jest przez władze publiczne, wymagane jest sporządzenie świadectwa charakterystyki energetycznej. Po 9 lipca 2015 r. wymóg ten będzie obniżony do 250 m²,
- zakres dokonywanych przeglądów został rozszerzony o systemy ogrzewania,
- wprowadzono dla państw członkowskich obowiązek ustalenia niezależnego systemu kontroli świadectw charakterystyki energetycznej i sprawozdań z przeglądów systemów ogrzewania i klimatyzacji,
- przyjęcie i opublikowanie odpowiednich ustaw, przepisów wykonawczych i administracyjnych dla wdrożenia niniejszej dyrektywy powinno nastąpić najpóźniej do dnia 9 lipca 2012 r.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/32/WE w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG [2.1.5].

W dyrektywie tej (Dyrektywa ESD) wskazano istnienie potrzeby poprawy efektywności wykorzystania energii przez odbiorców końcowych, zarządzania popytem na energię oraz wspierania produkcji energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Zwiększenie efektywności wykorzystania energii przez użytkowników końcowych powoduje zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną, czego efektem jest zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, w tym głównie dwutlenku węgla. Celem Dyrektywy ESD jest opłacalna ekonomicznie poprawa efektywności końcowego wykorzystania energii w państwach członkowskich WE. Realizacja celu możliwa jest dzięki:

- stworzeniu mechanizmów prawnych, instytucjonalnych i finansowych do usunięcia barier rynkowych, utrudniających wykorzystanie końcowe energii w sposób efektywny,
- stworzeniu odpowiednich warunków dla promowania i rozwoju rynku usług energetycznych,
- dostarczenia odbiorcom końcowym innych środków poprawy efektywności energetycznej.

Niniejsza dyrektywa ma zastosowanie zarówno dla przedsiębiorstw energetycznych, jak i końcowych odbiorców energii. Celem indykatywnym, który państwa członkowskie przyjmują i dążą do jego osiągnięcia, jest oszczędność energii w wysokości 9% w dziewiątym roku stosowania dyrektywy (rok 2016). Oszczędności krajowe w odniesieniu do celów indykatywnych mają być mierzone od dnia 1 stycznia 2008 r. W załączniku III do dyrektywy ESD podano przykłady przypadków, w jakich można tworzyć i wdrażać programy i inne środki poprawy efektywności energetycznej. W sektorze budynków wielorodzinnych i użyteczności publicznej są to m.in.: ogrzewanie i chłodzenie (np. pompy ciepła, efektywne kotły, zmodernizowane instalacje), instalacje ciepłej wody użytkowej, produkcja energii z odnawialnych źródeł w gospodarstwach domowych i zmniejszenie jej zakupu ze źródeł konwencjonalnych

(np. kolektory słoneczne, źródła termalne, ogrzewanie/chłodzenie pomieszczeń wspomagane energią słoneczną).

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE [2.1.4].

Niniejsza dyrektywa ustanawia wspólne ramy działań krajów członkowskich Wspólnoty Europejskiej dla promowania energii ze źródeł odnawialnych poprzez:

- określenie obowiązkowych celów krajowych co do udziału energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto i w transporcie,
- określenie metod obliczania udziału energii ze źródeł odnawialnych,
- ustanowienie zasad dotyczących przekazów statystycznych pomiędzy państwami członkowskimi, wspólnych projektów, w tym z państwami trzecimi, wspólnych systemów wsparcia, procedur administracyjnych, szkoleń i informacji,
- ustanowienie zasad dostępu źródeł wykorzystujących energię odnawialną do sieci elektroenergetycznych,
- ustalenie kryteriów zrównoważonego rozwoju dla biopaliw i biopłynów.

Zgodnie z definicją zawartą w art. 2 dyrektywy energia ze źródeł odnawialnych oznacza energię z odnawialnych źródeł niekopalnych i obejmuje: energię wiatru, promieniowania słonecznego, aerotermalną, geotermalną, hydrotermalną i energię oceanów, hydroenergię, energię pozyskiwaną z biomasy, gazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i ze źródeł biologicznych (biogaz). Każde z państw członkowskich WE ma obowiązek zadbania o to, aby jego udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w roku 2020 odpowiadał co najmniej jego celowi ogólnemu, określonymu w załączniku I część A ustanowionej dyrektywy (Dyrektywa OZE). Dla Polski udział ten ma wynosić 15%. Dla osiągnięcia celów krajowych państwa członkowskie zobowiązane są do opracowania i wdrożenia procedur administracyjnych oraz odpowiednich przepisów w krajowej legislacji. Dyrektywa OZE wymaga, aby najpóźniej do końca roku 2014 państwa członkowskie wprowadziły w swoich kodeksach i przepisach prawa budowlanego obowiązek wykorzystania minimalnego poziomu energii odnawialnej w nowych budynkach i w budynkach istniejących, które są poddawane generalnemu remontowi. Ponadto od dnia 1 stycznia 2012 r. państwa członkowskie mają zapewnić, aby budynki użyteczności publicznej, nowe i istniejące, poddawane remontowi kapitalnemu, odgrywały rolę obiektów przykładowych w kontekście dyrektywy OZE. W przepisach budowlanych należy promować instalacje ogrzewania i chłodzenia oparte o odnawialne źródła energii, przy czym promocja powinna dotyczyć urządzeń wysokosprawnych energetycznie. Istotnym z punktu widzenia producentów energii elektrycznej jest zapewnienie przez państwo gwarancji pochodzenia z odnawialnych źródeł energii.

Państwa członkowskie mają obowiązek zapewnienia priorytetowego lub gwarantowanego dostępu do sieci oraz przesyłania energii elektrycznej wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii. Biopaliwa i biopłyny, wyprodukowane z odpadów i pozostałości innych niż rolnicze, leśne i akwakultury, muszą spełniać kryteria zrównoważo-



nego rozwoju. Państwa członkowskie mają obowiązek składania Komisji Europejskiej sprawozdań dotyczących postępu w promowaniu i wykorzystaniu energii odnawialnej do dnia 31 grudnia 2011 r., a następnie co dwa lata od tej daty.

► *Dokumenty krajowe rekomendujące odnawialne źródła energii*

Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Ministerstwo Gospodarki, 10 listopada 2009 r.

Zgodnie z ustawą prawo energetyczne (rozdział 3) [2.1.9] rząd zobowiązany jest do przedstawienia projektu polityki energetycznej i koordynowania jej realizacji. Zgodnie z tym Minister Gospodarki opracował dokument pn. „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku.” Dokument ten (PEP-2030) został przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009 r. [2.1.10]. Wśród tematów, istotnych dla bezpieczeństwa i rozwoju energetycznego, w PEP-2030 jest nakreślony również rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw. Został on przygotowany w oparciu o pracę wykonaną przez Instytut Energii Odnawialnej pt. „Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020” [2.1.11]. Głównymi celami polityki energetycznej przedstawionymi w PEP-2030 w zakresie rozwoju odnawialnych źródeł energii są:

- wzrost udziału OZE w końcowym zużyciu energii do poziomu co najmniej 15% w roku 2020 i jego zwiększenie w następnych latach,
- osiągnięcie 10% udziału biopaliw w rynku paliw dla transportu w 2020 roku oraz zwiększenie wykorzystania biopaliw II generacji,
- ochrona obszarów leśnych przed nadmierną eksploatacją w celu pozyskiwania biomasy, zrównoważone wykorzystanie gruntów rolniczych na cele OZE, by nie doprowadzić do konkurencji między rolnictwem a energetyką odnawialną, a także zachowanie różnorodności biologicznej,
- wykorzystanie istniejących urządzeń hydroenergetycznych należących do Skarbu Państwa do produkcji energii elektrycznej,
- zwiększenie dywersyfikacji źródeł energii i stworzenie optymalnych warunków dla rozwoju energetyki rozproszonej w oparciu o lokalne zasoby.

Dokument „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku” zawiera 4 załączniki:

Załącznik 1. Ocena realizacji polityki energetycznej od 2005 roku.

Załącznik 2. Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku.

Załącznik 3. Program działań wykonawczych na lata 2009 – 2012.

Załącznik 4. Wnioski ze strategicznej oceny oddziaływania polityki energetycznej na środowisko.

Prognoza będąca realizacją zobowiązania wynikającego z art. 4 ust. 3 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych [2.1.12].

Niniejszy dokument przedstawia przewidywany udział energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii oraz nadwyżki produkcji z OZE w latach 2010 – 2020. Zamieszczona w prognozie tabela zawiera przewidywane na lata 2010 – 2020 wielkości końcowego zużycia energii [ktoe], końcowe zużycie energii z OZE [ktoe], końcowy udział OZE [%], nadwyżkę energii z OZE [ktoe]. Prognozowane zużycia i nadwyżki energii określono w tonach oleju ekwiwalentnego [toe] jako równoważnik jednej tony ropy naftowej o wartości opałowej równej 41 868 kJ/kg. Zgodnie z danymi zawartymi w tabeli zamieszczonej w prognozie na 2020 r. udział energii z OZE w Polsce wyniesie 15,48%, przy wymaganym przez dyrektywę krajowym celu 15%.

Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych [2.1.13].

W ramach realizacji zobowiązania wynikającego z art. 4 ust. 1 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. Ministerstwo Gospodarki opracowało dokument: „*Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych*” (KPD) [2.1.13]. Plan ten został opracowany na podstawie schematu przygotowanego przez Komisję Europejską (decyzja Komisji 2009/548/WE z dnia 30 czerwca 2009 r. ustanawiająca schemat krajowych planów działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych na mocy dyrektywy 2009/28/WE Parlamentu Europejskiego i Rady). Program KPD zawiera opis ogólnego celu krajowego oraz celów i kursów sektorowych, a także środków służących do osiągnięcia wyznaczonych celów. Środkami tymi są: procedury administracyjne, specyfikacje techniczne, przepisy w zakresie budynków, przepisy dotyczące informowania certyfikacji instalatorów, działania w zakresie rozwoju i eksploatacji sieci elektroenergetycznej, sieci biogazu, rozwój infrastruktury lokalnych systemów ogrzewania i chłodzenia oraz w zakresie biopaliw i biopłynów – kryteria zrównoważonego rozwoju weryfikacja zgodności. Ponadto określono systemy wsparcia w zakresie promocji wykorzystania OZE w elektroenergetyce oraz w ciepłownictwie, chłodnictwie i transporcie, w tym biomasy. W KPD oszacowano spodziewane nadwyżki produkcji energii z OZE oraz wykorzystanie transferów statystycznych między państwami członkowskimi, jak również łączne przewidywane wkłady każdej z technologii w realizację celów wiążących w roku 2020. Załączniki do planu przedstawiają zagadnienia energii ze źródeł odnawialnych w regionalnych programach operacyjnych oraz dane i prognozy rozwoju słonecznej energetyki cieplnej, fotowoltaiki, geotermalnych pomp ciepła, energetyki wiatrowej, biomasy, biogazu.



► *Ustawy krajowe związane z wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych i z racjonalnym użytkowaniem energii*

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne [2.1.14].

Ustawa Prawo energetyczne jest podstawowym aktem prawnym, określającym zasady kształtowania polityki energetycznej państwa, zaopatrzenia i użytkowania energii oraz jej nośników, działalności przedsiębiorstw energetycznych i organów właściwych w sprawach gospodarki energetycznej. Celem ustawy jest m.in. tworzenie warunków do zrównoważonego rozwoju kraju przy zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego, racjonalnego użytkowania paliw i energii, uwzględniania wymagań dla ochrony środowiska oraz zobowiązań międzynarodowych.

Ustawa określa:

- warunki, jakie muszą być spełnione w działalności związanej z dostarczaniem paliw i energii,
- prowadzenie polityki energetycznej państwa,
- zadania organów państwowych w dziedzinach związanych z gospodarką energetyczną,
- warunki działalności oraz obowiązki przedsiębiorstw energetycznych, w tym zasad uzyskiwania koncesji, kształtowania taryf dla energii, wymogów dla urządzeń, instalacji i sieci,
- kary pieniężne za nieprzestrzeganie przepisów związanych z produkcją i użytkowaniem energii.

Ustawa wprowadza obowiązek posiadania koncesji dla podmiotów wytwarzających energię elektryczną w źródłach zaliczanych do odnawialnych źródeł energii. Prawo energetyczne stanowi podstawę dla rozporządzeń wykonawczych, m.in. dotyczących odnawialnych źródeł energii. W 2001 roku Parlament Europejski i Rada przyjęły Dyrektywę 2001/77/EC w sprawie wspierania produkcji energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych na rynku wewnętrznym. Wyznaczono w niej udział energii elektrycznej produkowanej z odnawialnych źródeł energii w całkowitym zużyciu energii elektrycznej we Wspólnocie do roku 2010. Gdy Polska stała się krajem członkowskim Wspólnoty Europejskiej, pojawiła się potrzeba pełnego dostosowania przepisów krajowych dotyczących OZE do zasad unijnych, a w szczególności do postanowień dyrektywy 2001/77/WE. W dniu 4 marca 2005 r. została uchwalona ustawa o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz ustawy Prawo ochrony środowiska, co wprowadziło istotne zmiany, korzystne dla wytwórców energii elektrycznej z odnawialnych źródeł. Umożliwiono sprzedaż świadectw pochodzenia, będących dokumentami potwierdzającymi wytworzenie określonej ilości energii elektrycznej w źródle odnawialnym, niezależnie od sprzedaży energii elektrycznej. Jednocześnie nałóżono na przedsiębiorstwa dystrybucyjne obowiązek zakupu energii elektrycznej wytworzonej z OZE.

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2006 r. Nr 12, poz. 63 z późn. zm.) [2.1.15].

Prawo budowlane jest podstawowym krajowym aktem prawnym, regulującym zasady projektowania, budowy, eksploatacji i rozbiórki obiektów budowlanych, w tym budynków. Określa także zasady działania organów administracji publicznej w tych dziedzinach. Nie zawiera ona treści mówiących wprost o zwiększeniu udziału odnawialnych źródeł energii w budownictwie. Wydane na jej podstawie rozporządzenia zawierają zapisy odnoszące się bezpośrednio lub pośrednio do promowania stosowania OZE, szczególnie w nowych budynkach. Są to rozporządzenia dotyczące warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2.1.21], świadectw charakterystyki energetycznej [2.1.22] oraz projektu budowlanego [2.1.23]. Rozporządzenia te zostały uaktualnione w wyniku wejścia w życie ustawy z dnia 19 września 2007 r. o zmianie ustawy - Prawo budowlane [2.1.16]. Ponadto zapisem korzystnym dla inwestorów jest uregulowanie dotyczące wykorzystania małych urządzeń fotowoltaicznych. Zgodnie z art. 29 ust. 2 pkt. 16) i w związku z art. 30 ust. 1 niniejszej ustawy montaż wolno stojących kolektorów słonecznych nie wymaga uzyskania pozwolenia na budowę ani też dokonania zgłoszenia do właściwego organu nadzoru budowlanego.

Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów [2.1.18].

Niniejsza ustawa jest podstawowym aktem prawnym, który ustanowiony został w celu zwiększenia efektywności energetycznej w budownictwie, m.in. przez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Celem ustawy jest promowanie i finansowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych i remontowych. Zgodnie z art. 2 ust. 2 pkt. d) ustawy, pod pojęciem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego rozumie się także przedsięwzięcia mające na celu całkowitą lub częściową zmianę źródeł energii na źródła odnawialne lub zastosowanie wysokosprawnej kogeneracji. Istotną z punktu widzenia zwiększenia udziału OZE w budownictwie jest możliwość uzyskania przez inwestora dofinansowania przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. W przypadku zamiany źródła energii na odnawialne lub zastosowania wysokosprawnej kogeneracji inwestorowi przysługuje premia termomodernizacyjna na spłatę części kredytu zaciągniętego na dane przedsięwzięcie. Uzyskanie premii przez inwestora jest uwarunkowane przeprowadzeniem audytu energetycznego, z którego wynika, że rezultatem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego jest osiągnięcie zamierzonego celu. Zgodnie z art. 5 ustawy wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi 20% kwoty kredytu zaciągniętego na realizację danego przedsięwzięcia lecz nie więcej niż 16% kosztów poniesionych i kwota przyznanej premii nie może być wyższa od dwukrotności przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii, ustalonych w audycie energetycznym. Na podstawie art. 18 niniejszej ustawy zostały wydane rozporządzenia wykonawcze dotyczące sporządzania i weryfikacji audytów termomodernizacyjnych [2.1.23], [2.1.24].



Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska [2.1.18].

Niniejsza ustawa pośrednio związana jest z wykorzystaniem OZE. Ustawa: Prawo ochrony środowiska jest najważniejszym aktem prawnym w zakresie statusu prawnego i funkcjonowania Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Zgodnie z art. 410 i w związku z art. 406 niniejszej ustawy finansowe środki Narodowego Funduszu są przeznaczone, m.in. na wspieranie wykorzystania lokalnych źródeł energii odnawialnej, a także na pomoc dla zastosowań bardziej przyjaznych dla środowiska nośników energii.

Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych [2.1.19]

Przepisy niniejszej ustawy odnoszą się do:

- wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania biokomponentów,
- wytwarzania przez rolników biopaliw ciekłych na własny użytek,
- wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wprowadzania do obrotu biokomponentów i biopaliw ciekłych oraz określania i realizacji Narodowego Celu Wskaźnikowego,
- przeprowadzania kontroli i sporządzania w ustawowym trybie sprawozdawczości.

► *Rozporządzenia krajowe wydane na podstawie obowiązujących ustaw w zakresie racjonalnego użytkowania energii w budynkach i wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych*

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej [2.1.21].

Rozporządzenie metodologiczne zostało wydane zgodnie ze znowelizowaną w dniu 19 września 2007 r. ustawą Prawo budowlane (Dz. U. z 2007 r. Nr 191, poz. 1373), która powinna wypełniać wymagania wprowadzenia w życie Dyrektywy 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków [2.1.6]. W rozporządzeniu metodologicznym zdefiniowano m.in.: pojęcia energii użytkowej, końcowej i pierwotnej oraz ich wskaźników odniesionych do całkowitej powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze w budynku. Wskaźnik rocznego zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej EP wyrażony w kWh /m². rok jest wyróżnikiem charakterystyki energetycznej ocenianego obiektu (budynku, jego części lub lokalu mieszkalnego). Rozporządzenie metodologiczne zawiera opis metod obliczeniowych dla różnych typów budynków i lokali mieszkalnych oraz odpowiednie dla poszczególnych przypadków wzory świadectw. Szczegółowy opis metody obliczeniowej został przedstawiony w podrozdziale 2.4.

Wskaźnik EP [kWh/m²·rok] rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej wyraża standard energetyczny budynku, uwzględniający warunki klimatyczne jego lokalizacji. Im większy jest udział energii odnawialnej w strukturze zapotrzebowania budynku na energię, tym niższa jest wartość rocznego zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej EP, a więc budynek jest bardziej energooszczędny wobec zasobów energii pierwotnej nieodnawialnej.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2.1.20].

Niniejsze rozporządzenie jest jednym z najważniejszych aktów wykonawczych do ustawy Prawo budowlane [2.1.14]. Znowelizowane w dniu 6 listopada 2008 r. rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (rozporządzenie WT2008) [2.5.5], zawiera przepisy dotyczące projektowania budynków mieszkalnych z uwzględnieniem instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii (w zakresie wytwarzania energii elektrycznej, jak i energii do ogrzewania lub chłodzenia). Rozporządzenie WT2008 jest ostatnią nowelizacją wprowadzającą w zakresie swojej regulacji wdrożenie dyrektywy 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków [2.1.4]. Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, było dodatkowo nowelizowane w dniu 12 marca 2009 r. (rozporządzenie WT2009) [2.1.16]. Potrzeba jego aktualizacji spowodowana została wprowadzeniem do zbioru Polskich Norm nowych norm europejskich EN i międzynarodowych ISO, a także potrzebą dostosowania zawartych w rozporządzeniu wymagań do aktualnego stanu wiedzy. Zgodnie z §26 ust. 2 rozporządzenia za równorzędne z przyłączeniem do sieci elektroenergetycznej i ciepłowniczej uznaje się zapewnienie możliwości korzystania z indywidualnych źródeł energii elektrycznej i ciepła, odpowiadających odrębnym przepisom dotyczącym gospodarki energetycznej i ochrony środowiska. Przepis ten ma na celu ułatwienie korzystania z odnawialnych źródeł energii, produkujących energię elektryczną lub ciepło na potrzeby odbiorcy indywidualnego i zrównanie ich pod względem prawnym z przyłączami do sieci elektroenergetycznej lub ciepłowniczej. Instalacje ciepłej wody powinny być zaprojektowane i wykonane tak, aby zużywały możliwie małą ilość energii cieplnej na potrzeby przygotowania tej wody i powinny odpowiadać wymaganiom dotyczącym efektywności energetycznej (§118 rozporządzenia).

Dla budynków nowych lub poddawanych przebudowie, uzyskaną w wyniku szczegółowych obliczeń zgodnie z [2.1.21] wartość wskaźnika EP_{OC} [kWh/m² rok] rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku lub lokalu mieszkalnego ocenianego porównuje się z odpowiednią wartością EP_{Ref} [kWh/m² rok] dla warunków referencyjnych (budynek odniesienia). Ocena dokonana poprzez obliczenie wartości wskaźnika EP_{OC} i wskaźnika EP_{Ref} zamieszczana jest w świadectwie charakterystyki energetycznej budynku lub lokalu mieszkalnego.



Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (z późniejszymi zmianami) [2.1.22].

Rozporządzenie określa szczegółowy zakres i formę projektu budowlanego, stanowiącego podstawę do wydania decyzji o pozwoleniu na budowę, przy jednoczesnym braku ograniczeń co do zakresu opracowań projektowych w stadiach poprzedzających opracowanie projektu budowlanego, wykonywanych równocześnie a w szczególności projektu technologicznego oraz na potrzeby związane z wykonywaniem robót budowlanych. Minister Infrastruktury wydał w dniu 6 listopada 2008 r. rozporządzenie zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu. Rozporządzenie to zawiera zapis dotyczący obowiązku rozważenia wykorzystania energii odnawialnych przy projektowaniu budynków o powierzchni użytkowej większej niż 1000 m². Takie wymaganie dla projektu instalacji grzewczych lub chłodzących w budynku stanowi ważny krok dla promocji wykorzystania energii odnawialnej dla obiektów wielkokubaturowych zużywających znaczne ilości energii na pokrycie strat ciepła lub chłodu.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego [2.1.23].

Zostało ono wydane na podstawie art. 18 ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów [2.1.17]. Rozporządzenie niniejsze określa sposób przeprowadzania audytu, metodykę obliczeń i wyboru wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych, a także wzory kart audytu, które są załączane do wniosku o przyznanie przez Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK) premii termomodernizacyjnej. Złożony, za pośrednictwem banku kredytującego przedsięwzięcie, wniosek do BGK podlega weryfikacji zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego [2.1.24].

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 3 lutego 2009 r. w sprawie udzielenia pomocy publicznej w zakresie budowy lub rozbudowy jednostek wytwarzających energię elektryczną lub ciepło z odnawialnych źródeł energii [2.1.25].

Niniejsze rozporządzenie określa szczegółowe przeznaczenie, warunki i tryb udzielania pomocy publicznej w ramach działania 9.4 Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2007-2013, do której zastosowanie mają przepisy rozporządzenia Komisji (WE) nr 800/2008 z dnia 6 sierpnia 2008 r., uznającego za zgodne ze wspólnym rynkiem niektóre rodzaje pomocy na inwestycje z zakresu budowy lub rozbudowy jednostek wytwarzających:

- energię elektryczną, wykorzystujących energię wiatru, wody w małych elektrowniach wodnych, w których moc zainstalowana elektryczna nie przekracza 10 MW, biogaz lub biomasę,

- energię elektryczną ze źródeł odnawialnych w układach skojarzonych, niespełniających wymogów wysokosprawnej kogeneracji,
- ciepło przy wykorzystaniu energii geotermalnej lub słonecznej.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 czerwca 2009 r. w sprawie szczegółowych warunków udzielania pomocy publicznej na przedsięwzięcia związane z poszukiwaniem i rozpoznawaniem złóż wód termalnych [2.1.26].

Rozporządzenie zostało wydane na podstawie art. 405 ust.4 ustawy Prawo ochrony środowiska [2.1.18] i określa warunki udzielania pomocy publicznej na badania środowiska w zakresie poszukiwania i rozpoznawania złóż wód termalnych w celu produkcji energii. Pomocy udziela się mikroprzedsiębiorcom oraz małym i średnim przedsiębiorcom w formie dotacji, pożyczek preferencyjnych lub preferencyjnych kredytów bankowych, dopłat do pożyczek lub kredytów czy też częściowych umorzeń pożyczek preferencyjnych. Wielkość pomocy nie może przekraczać 50% kosztów kwalifikowanych.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 października 2009 r. w sprawie rodzajów programów i projektów przeznaczonych do realizacji w ramach Krajowego systemu zielonych inwestycji [2.1.27].

Rozporządzenie zostało wydane na podstawie art. 22 ust. 3 ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz.U. z 2009 r. Nr 130, poz.1070). Rozporządzenie przedstawia rodzaje programów i projektów, które mają być realizowane w następujących obszarach wykorzystania odnawialnych źródeł energii:

- budowę lub modernizację elektrociepłowni opalanych biomasą,
- umożliwienie przyłączenia do sieci elektroenergetycznych odnawialnych źródeł energii,
- budowę lub przebudowę instalacji słonecznych dla zwiększenia ich wydajności,
- produkcję biopaliw, dostosowanie napędów do ich spalania
- budowę instalacji do produkcji biokomponentów,
- budowę lub modernizację elektrowni wodnych i wiatrowych,
- budowę lub modernizację elektrociepłowni i ciepłowni, wykorzystujących energię geotermalną,
- budowę rozproszonych układów, wykorzystujących energię geotermalną, w tym instalacji grzewczych w budynkach,
- upowszechnienie i promocję stosowania pomp ciepła.



Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii [2.1.28].

Rozporządzenie określa zasady sprzedaży świadectw pochodzenia, będących dokumentami potwierdzającymi wytworzenie określonej ilości energii elektrycznej w źródle odnawialnym, tzw. zielone certyfikaty. Precyzuje także obowiązki przedsiębiorstw energetycznych, sprzedających energię elektryczną odbiorcom końcowym, w zakresie zakupu energii elektrycznej wytworzonej z OZE. Stanowi ono realizację postanowień ustawy Prawo energetyczne, implementującej obowiązki nałożone na państwa członkowskie Wspólnoty Europejskiej. Rozporządzenie niniejsze jest jednym z elementów zachęt dla wytwórców energii elektrycznej pochodzącej z OZE, które stymulują wzrost udziału tego rodzaju energii w bilansie krajowym.

2.2. Charakterystyka wprowadzonych do stosowania w kraju norm implementujących wymagania unijne zwiększenia efektywności energetycznej w aspekcie stosowania OZE w budownictwie

► *Klasyfikacja norm europejskich i krajowych*

Polska jako członek Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego (CEN) jest zobowiązana do wprowadzenia do systemu norm krajowych (oznaczonych jako PN) norm europejskich (oznaczonych symbolem EN). Wprowadzone do stosowania normy są oznaczone zgodnie z zasadami ustalonymi przez Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) [2.2.1]. Oprócz numeru normy i roku jej wprowadzenia posiadają one także oznaczenie klasyfikacyjne ICS. Skrót ICS oznacza Międzynarodową Klasyfikację Norm (International Classification for Standards). W ramach tej klasyfikacji wyróżnia się dziedziny, grupy i podgrupy. Wyróżnik ICS składa się z: dwucyfrowego symbolu dziedziny, trzycyfrowego symbolu grupy i dwucyfrowego symbolu podgrupy. Poszczególne symbole są oddzielone kropkami, np. 27.060.30.

Aktualnie obowiązuje szósta edycja klasyfikacji – „Międzynarodowa Klasyfikacja Norm ICS – edycja 6” z 2005 roku [2.2.2]. W kolejnych podpunktach przedstawiono Polskie Normy związane z urządzeniami wykorzystującymi następujące źródła energii odnawialnej:

- biomasa – kotły na biomasę (pelety) (ICS 27.060),
- energia geotermalna – pompy ciepła (ICS 27.080),
- energia spadku wód – turbiny wodne (ICS 27.140),
- energia promieniowania słonecznego – kolektory słoneczne, fotowoltaika (ICS 27.160),
- energia wiatru – turbiny wiatrowe (ICS 27.180).

W treści podano oznaczenie norm wg PKN oraz ich tytuły. Normy polskie będące implementacją norm europejskich, które nie są nieprzetłumaczone na język polski posiadają za tytułem dopisek „(oryg.)” [2.2.2].

► *Normy dla stosowania energii odnawialnej w budownictwie*

PN-EN 15450:2007

Instalacje ogrzewcze w budynkach - Projektowanie instalacji centralnego ogrzewania z pompami ciepła (oryg.)

PN-EN 15459:2008

Charakterystyka energetyczna budynków - Ekonomiczna ocena instalacji energetycznych w budynkach (oryg.)

PN-EN 15377-1:2008

Instalacje ogrzewcze w budynkach - Wodne płaszczyznowe wbudowane systemy ogrzewania i chłodzenia - Część 1: Obliczanie wydajności cieplnej i chłodniczej (oryg.)

PN-EN 15377-2:2008

Instalacje ogrzewcze w budynkach - Wodne płaszczyznowe wbudowane systemy ogrzewania i chłodzenia - Część 2: Projektowanie, wymiarowanie i wykonywanie (oryg.)

PN-EN 15377-3:2007

Instalacje ogrzewcze w budynkach - Wodne płaszczyznowe wbudowane systemy ogrzewania i chłodzenia - Część 3: Optymalizacja w celu wykorzystania odnawialnych źródeł energii (oryg.)

PN-EN 15316-4-2:2008

Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło oceny sprawności instalacji - Część 4-2: Źródła ciepła do ogrzewania miejscowego, instalacje z pompami ciepła (oryg.)

PN-EN 15316-4-3:2007

Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło i oceny sprawności instalacji - Część 4-3: Źródła ciepła, ciepłe instalacje solarne (oryg.)

PN-EN 15316-4-7:2009

Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło oceny sprawności instalacji - Część 4-7: Źródła ciepła do ogrzewania miejscowego, kotły opalane biomasą (oryg.)



► **Normy związane z wykorzystaniem biomasy**

PN-EN 14785:2009

Ogrzewacze pomieszczeń opalane peletami - Wymagania i metody badań.
PN-EN 14961-1:2010 Biopaliwa stałe - Specyfikacje paliw i klasy - Część 1: Wymagania ogólne (oryg.)

► **Normy związane z wykorzystaniem energii geotermalnej (pompy ciepła)**

PN-EN 255-3:2000

Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym - Funkcja grzania - Badanie i wymagania dotyczące oznakowania zespołów do ogrzewania pomieszczeń i ciepłej wody użytkowej

PN-EN 378-1:2010

Instalacje ziębnicze i pompy ciepła - Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska - Część 1: Wymagania podstawowe, definicje, klasyfikacja i kryteria wyboru

PN-EN 378-2+A1:2010

Instalacje ziębnicze i pompy ciepła - Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska - Część 2: Projektowanie, wykonywanie, sprawdzanie, znakowanie i dokumentowanie

PN-EN 378-3:2010

Instalacje ziębnicze i pompy ciepła - Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska - Część 3: Usytuowanie instalacji i ochrona osobista

PN-EN 378-4:2010

Instalacje ziębnicze i pompy ciepła - Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska - Część 4: Obsługa, konserwacja, naprawa i odzysk

PN-EN 1736:2009

Instalacje ziębnicze i pompy ciepła - Giętne elementy rurowe, tłumiki drgań, kompensatory i węże niemetalowe - Wymagania, konstrukcja i montaż (oryg.)

PN-EN 1861:2001

Instalacje ziębnicze i pompy ciepła - Schematy ideowe i montażowe instalacji, rurociągów i przyrządów - Układy i symbole

PN-EN 12178:2006

Instalacje ziębnicze i pompy ciepła - Przyrządy wskazujące poziom cieczy - Wymagania, badanie i znakowanie

PN-EN 12263:2003

Instalacje ziębnicze i pompy ciepła - Przekładniki zabezpieczające przed nadmiernym ciśnieniem - Wymagania i badania

PN-EN 12309-1:2002

Urządzenia klimatyzacyjne absorpcyjne i adsorpcyjne i/lub wyposażone w pompy ciepła, zasilane gazem, o obciążeniu cieplnym nieprzekraczającym 70 kW - Część 1: Bezpieczeństwo (oryg.)

PN-EN 12309-2:2002

Urządzenia klimatyzacyjne absorpcyjne i adsorpcyjne i/lub wyposażone w pompy ciepła, zasilane gazem, o obciążeniu cieplnym nieprzekraczającym 70 kW - Część 2: Racjonalne zużycie energii (oryg.)

PN-EN 12693:2008

Instalacje ziemnicze i pompy ciepła - Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska - Wyporowe sprężarki ziemnicze (oryg.)

PN-EN 13136:2003

Instalacje ziemnicze i pompy ciepła - Przyrządy zabezpieczające przed nadmiernym ciśnieniem i przewody przyłączeniowe - Metody obliczeń

PN-EN 13136:2003/A1:2007

Instalacje ziemnicze i pompy ciepła - Przyrządy zabezpieczające przed nadmiernym ciśnieniem i przewody przyłączeniowe - Metody obliczeń

PN-EN 13313:2003

Instalacje ziemnicze i pompy ciepła - Kompetencje personelu

PN-EN 14276-1:2007

Urządzenia ciśnieniowe w instalacjach ziemniczych i pompach ciepła - Część 1: Zbiorniki - Wymagania ogólne

PN-EN 14276-2:2009

Urządzenia ciśnieniowe w instalacjach ziemniczych i pompach ciepła - Część 2: Przewody rurowe - Wymagania ogólne

PN-EN 14511-1:2009

Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, do grzania i ziębienia - Część 1: Terminy i definicje

PN-EN 14511-2:2009

Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, do grzania i ziębienia - Część 2: Warunki badań

PN-EN 14511-3:2008

Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła, ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, do grzania i ziębienia - Część 3: Metody badań (oryg.)

PN-EN 14511-3:2008/AC:2008

Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła, ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, do grzania i ziębienia - Część 3: Metody badań (oryg.)

PN-EN 14511-4:2008

Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła, ze sprężarkami o napędzie elektrycznym, do grzania i ziębienia - Część 4: Wymagania (oryg.)

PN-EN 15450:2007

Instalacje ogrzewcze w budynkach - Projektowanie instalacji centralnego ogrzewania z pompami ciepła (oryg.)

PN-EN 60335-2-40:2004

Elektryczny sprzęt do użytku domowego i podobnego - Bezpieczeństwo użytkowania - Część 2-40: Wymagania szczegółowe dotyczące elektrycznych pomp ciepła, klimatyzatorów i osuszaczy (oryg.),

PN-EN 60335-2-40:2004/A1:2006

Elektryczny sprzęt do użytku domowego i podobnego - Bezpieczeństwo użytkowania - Część 2-40: Wymagania szczegółowe dotyczące elektrycznych pomp ciepła, klimatyzatorów i osuszaczy (oryg.),

PN-EN 60335-2-40:2004/A2:2009

Elektryczny sprzęt do użytku domowego i podobnego - Bezpieczeństwo użytkowania - Część 2-40: Wymagania szczegółowe dotyczące elektrycznych pomp ciepła, klimatyzatorów i osuszaczy (oryg.)

PN-EN 60335-2-40:2004/AC:2006

Elektryczny sprzęt do użytku domowego i podobnego - Bezpieczeństwo użytkowania - Część 2-40: Wymagania szczegółowe dotyczące elektrycznych pomp ciepła, klimatyzatorów i osuszaczy (oryg.)

PN-EN 60335-2-40:2004/A11:2005

Elektryczny sprzęt do użytku domowego i podobnego - Bezpieczeństwo użytkowania - Część 2-40: Wymagania szczegółowe dotyczące elektrycznych pomp ciepła, klimatyzatorów i osuszaczy (oryg.)

PN-EN 60335-2-40:2004/A12:2005

Elektryczny sprzęt do użytku domowego i podobnego - Bezpieczeństwo użytkowania - Część 2-40: Wymagania szczegółowe dotyczące elektrycznych pomp ciepła, klimatyzatorów i osuszaczy (oryg.)

► Normy związane z wykorzystaniem energii spadku wód (turbiny wodne)**PN-EN 45510-5-4:2004**

Wytyczne dotyczące dostaw wyposażenia elektrowni - Część 5-4: Turbiny wodne, pompy zasobnikowe i pompoturbiny

PN-EN 60041:1999

Badania odbiorcze przeprowadzane w warunkach eksploatacyjnych celem określenia hydraulicznych parametrów ruchowych turbin wodnych, pomp zasobnikowych i turbin odwracalnych

PN-EN 60193:2002

Turbiny wodne, pompy zasobnikowe i pompoturbiny - Modelowe badania odbiorcze

PN-EN 60308:2007

Turbiny wodne - Badania układów regulacji

PN-EN 60609-1:2007

Turbiny wodne, pompy zasobnikowe i pompoturbiny - Ocena erozji kawitacyjnej - Część 1: Ocena erozji w turbinach reakcyjnych, pompach zasobnikowych i pompoturbinach

PN-EN 60609-2:2002

Ocena uszkodzeń kawitacyjnych turbin wodnych, pomp zasobnikowych i turbin odwracalnych - Część 2: Turbiny Peltona

PN-EN 61116:2003

Wytyczne dotyczące wyposażenia elektromechanicznego małych elektrowni wodnych

PN-EN 61362:2004

Wytyczne dotyczące specyfikacji układów regulacji turbin wodnych

PN-EN 61850-7-410:2008

Systemy i sieci komunikacyjne w stacjach elektroenergetycznych - Część 7-410: Elektrownie wodne - Komunikacja dla celów nadzoru i sterowania (oryg.)

PN-EN 62097:2009

Promieniowe i osiowe maszyny hydrauliczne - Metoda przeliczania parametrów energetycznych z modelu na prototyp (oryg.)

PN-EN 62256:2009

Turbiny wodne, pompy zasobnikowe i pompoturbiny - Renowacja i poprawa właściwości eksploatacyjnych

PN-EN 62270:2006

Automatyka elektrowni wodnej - Wytyczne do sterowania komputerowego

► ***Normy związane z wykorzystaniem energii promieniowania słonecznego (kolektory słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne)***

PN-EN 12975-1:2007

Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy - Kolektory słoneczne - Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN 12975-2:2007

Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy - Kolektory słoneczne - Część 2: Metody badań

PN-EN 12976-1:2007

Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy - Urządzenia wykonywane fabrycznie - Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN 12976-2:2010

Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy - Urządzenia wykonywane fabrycznie - Część 2: Metody badań

PN-EN 12977-3:2010

Słoneczne systemy grzewcze i ich elementy - Urządzenia wykonywane na zamówienie - Część 3: Metody badań eksploatacyjnych zasobników słonecznych podgrzewaczy wody

PN-EN 50380:2003

Karta danych i informacyjna tabliczka znamionowa modułów fotowoltaicznych (oryg.)

PN-EN 50461:2007

Ogniwa słoneczne - Karta informacyjna produktu i specyfikacja parametrów dla krystalicznych ogniw krzemowych (oryg.)

PN-EN 50513:2009

Płytki do ogniw słonecznych - Karta wyrobu i informacje techniczne dotyczące płytek z krystalicznego krzemu stosowanych do wytwarzania ogniw słonecznych (oryg.)

PN-EN 50521:2009

Złącza elektryczne do zastosowań w systemach fotowoltaicznych - Wymagania bezpieczeństwa i badania (oryg.)

PN-EN 50524:2009

Karta danych i tabliczka znamionowa falowników do systemów fotowoltaicznych (oryg.)

PN-EN 50530:2010

Całkowita sprawność falowników fotowoltaicznych (oryg.)

PN-EN 60891:2010

Elementy fotowoltaiczne - Procedury dla korekcji zmierzonych charakterystyk I-V do określonych wartości temperatury i natężenia promieniowania (oryg.)

PN-EN 60904-1:2007

Elementy fotowoltaiczne - Część 1: Pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych elementów fotowoltaicznych (oryg.)

PN-EN 60904-2:2008

Elementy fotowoltaiczne - Część 2: Wymagania dla elementów wzorcowych do pomiaru natężenia promieniowania słonecznego (oryg.)

PN-EN 60904-3:2006

Elementy fotowoltaiczne - Część 3: Zasady pomiaru fotowoltaicznych (PV) elementów słonecznych przeznaczonych dla zastosowań naziemnych z wykorzystaniem wzorcowego widma promieniowania słonecznego

PN-EN 60904-3:2008

Elementy fotowoltaiczne - Część 3: Zasady pomiaru fotowoltaicznych (PV) elementów słonecznych przeznaczonych do zastosowań naziemnych z wykorzystaniem wzorcowego widma promieniowania słonecznego (oryg.)

PN-EN 60904-4:2010

Elementy fotowoltaiczne - Część 4: Elementy wzorcowe do pomiaru nasłonecznienia - Procedury zapewniające spójność procesu kalibracji (oryg.)

PN-EN 60904-5:2002

Elementy fotowoltaiczne - Część 5: Określanie równoważnej temperatury ogniwa (ETC) urządzeń fotowoltaicznych (PV) metodą napięcia przy otwartym obwodzie (oryg.)

PN-EN 60904-7:2009

Elementy fotowoltaiczne - Część 7: Obliczanie korekty niedopasowania spektralnego w pomiarach elementów fotowoltaicznych (oryg.)

PN-EN 60904-8:2007

Elementy fotowoltaiczne - Część 8: Pomiar czułości widmowej elementu fotowoltaicznego (PV)

PN-EN 60904-9:2008

Elementy fotowoltaiczne - Część 9: Wymagania dla symulatorów promieniowania słonecznego (oryg.)

PN-EN 60904-10:2010

Elementy fotowoltaiczne - Część 10: Metody pomiaru liniowości (oryg.)

PN-EN 61173:2002

Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej - Przewodnik

PN-EN 61194:2002

Parametry charakterystyczne autonomicznych systemów fotowoltaicznych (PV)

PN-EN 61215:2005

Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu (oryg.)

PN-EN 61277:2002

Naziemne fotowoltaiczne (PV) systemy wytwarzania mocy - Uwagi ogólne i przewodnik (oryg.)

PN-EN 61345:2002

Badanie UV dla modułów fotowoltaicznych (PV) (oryg.)

PN-EN 61427:2009

Ogniwa i baterie wtórne do zastosowań w fotowoltaicznych systemach energetycznych (PVES) - Wymagania ogólne i metody badań

PN-EN 61646:2008

Cienkowarstwowe naziemne moduły fotowoltaiczne (PV) - Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu (oryg.)

PN-EN 61683:2002

Układy fotowoltaiczne - Stabilizatory mocy - Procedura pomiaru sprawności (oryg.)

PN-EN 61701:2002

Badanie korozyjne modułów fotowoltaicznych (PV) mgłą solną

PN-EN 61702:2002

Znamionowanie bezpośrednio połączonych fotowoltaicznych (PV) układów pompujących (oryg.)

PN-EN 61724:2002

Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego - Wytyczne pomiaru, wymiany danych i analizy

PN-EN 61725:2003

Przedstawianie analityczne dziennych profili słonecznych

PN-EN 61727:2002

Systemy fotowoltaiczne (PV) - Charakterystyki uniwersalnych złączy standardowych (oryg.)

PN-EN 61730-1:2007

Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) - Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji (oryg.)

PN-EN 61730-2:2007

Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) - Część 2: Wymagania dotyczące badań (oryg.)



PN-EN 61829:2002

Krystaliczny układ krzemowo-fotowoltaiczny (PV) - Pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych w terenie (oryg.)

PN-EN 62093:2005

Elementy uzupełniające w systemach fotowoltaicznych - Założenia kwalifikacyjne dla środowiska naturalnego (oryg.)

PN-EN 62108:2008

Moduły fotowoltaiczne oraz systemy z koncentratorami światła (CPV) - Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu (oryg.)

PN-EN 62124:2005

Systemy fotowoltaiczne (PV) wolno stojące - Weryfikacja projektu (oryg.)

PN-EN 62446:2010

Systemy fotowoltaiczne przyłączone do sieci elektrycznej - Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji systemu, badania rozruchowe i wymagania kontrolne (oryg.)

PN-EN ISO 9488:2002

Energia słoneczna - Terminologia

► *Normy związane z wykorzystaniem energii wiatru (turbiny wiatrowe)*

PN-EN 45510-5-3:2001

Wytyczne dotyczące dostaw wyposażenia elektrowni - Część 5-3: Turbiny wiatrowe

PN-EN 50308:2005

Turbozespoły wiatrowe - Zabezpieczenia - Wymagania dotyczące konstrukcji, eksploatacji i utrzymania ruchu (oryg.)

PN-EN 50308:2005/AC:2006

Turbozespoły wiatrowe - Zabezpieczenia - Wymagania dotyczące konstrukcji, eksploatacji i utrzymania ruchu (oryg.)

PN-EN 61400-1:2006

Turbozespoły wiatrowe - Część 1: Wymagania dotyczące projektowania (oryg.)

PN-EN 61400-2:2008

Turbozespoły wiatrowe - Część 2: Wymagania projektowe dotyczące małych turbozespołów wiatrowych

PN-EN 61400-3:2009

Turbozespoły wiatrowe - Część 3: Wymagania projektowe dla przybrzeżnych turbozespołów wiatrowych (oryg.)

PN-EN 61400-11:2004

Turbozespoły wiatrowe - Część 11: Procedury pomiaru hałasu (oryg.)

PN-EN 61400-11:2004/A1:2006

Turbozespoły wiatrowe - Część 11: Procedury pomiaru hałasu (oryg.)

PN-EN 61400-12-1:2006

Turbozespoły wiatrowe - Część 12-1: Pomiary własności energetycznych wiatrowych turbozespołów prądotwórczych (oryg.)

PN-EN 61400-21:2009

Turbozespoły wiatrowe - Część 21: Pomiar i ocena parametrów jakości energii dostarczonej przez turbozespoły wiatrowe przyłączone do sieci elektroenergetycznej (oryg.)

PN-EN 61400-25-1:2007

Turbozespoły wiatrowe - Część 25-1: Komunikacja układów monitorowania i sterowania elektrowni wiatrowych - Ogólny opis zasad i modeli (oryg.)

PN-EN 61400-25-2:2007

Turbozespoły wiatrowe - Część 25-2: Komunikacja układów monitorowania i sterowania elektrowni wiatrowych - Modele informacyjne (oryg.)

PN-EN 61400-25-3:2007

Turbozespoły wiatrowe - Część 25-3: Komunikacja układów monitorowania i sterowania elektrowni wiatrowych - Modele wymiany informacji (oryg.)

PN-EN 61400-25-4:2009

Turbozespoły wiatrowe - Część 25-4: Komunikacja układów monitorowania i sterowania elektrowni wiatrowych - Odwzorowania profili komunikacyjnych opartych na standardzie XML (oryg.)

PN-EN 61400-25-5:2007

Turbozespoły wiatrowe - Część 25-5: Komunikacja układów monitorowania i sterowania elektrowni wiatrowych - Sprawdzanie zgodności (oryg.)



2.3. Analiza krajowej metodologii bilansowania zapotrzebowania energii w budownictwie i ocena algorytmów wyznaczania wskaźników energochłonności budynku z instalacjami zasilanymi z OZE

► *Charakterystyka krajowej metodologii bilansowania zapotrzebowania energii w budynkach*

Podstawowym aktem wykonawczym obowiązującym w Polsce dla bilansowania zapotrzebowania energii w budynku jest rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej [2.3.4]. Rozporządzenie metodologiczne stanowi realizację zapisów ustawy Prawo budowlane [2.3.1] i w zakresie swojej regulacji dokonuje wdrożenia dyrektywy 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 roku w sprawie charakterystyki energetycznej budynków [2.3.2].

Rozporządzenie metodologiczne określa:

- przepisy ogólne podające zakres rozporządzenia, określenia stosowanych sformułowań, definicję wskaźników charakterystyki energetycznej;
- sposób sporządzania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku, lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz wzory tych świadectw;
- metodologię obliczania charakterystyki energetycznej dla różnego typu budynków i zakresu wyposażenia w instalacje zużywające energię.

Charakterystykę energetyczną budynku określa się na podstawie wskaźnika EP obliczonego jako wielkość rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, dostarczoną do budynku (niezbędną do zaspokojenia potrzeb związanych z użytkowaniem budynku, lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową), na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze, wyrażonego w kWh/(m² rok). Obliczoną wartość wskaźnika EP dla ocenianego budynku porównuje się z odpowiednią wartością referencyjną, wynikającą z wymagań zawartych w przepisach techniczno-budowlanych dotyczących ochrony cieplnej budynku i techniki instalacyjnej oraz sposobu zaopatrzenia w energię [2.3.5]. Zapotrzebowanie nieodnawialnej energii pierwotnej, będące podstawą obliczenia wskaźnika EP, określa całkowitą efektywność energetyczną budynku. W wielkości wskaźnika EP uwzględnia się oprócz energii końcowej dodatkowe nakłady nieodnawialnej energii pierwotnej na dostarczenie do granicy budynku każdego wykorzystywanego nośnika energii, tj. oleju opałowego, gazu, węgla kamiennego, energii elektrycznej i energii odnawialnej. W rozporządzeniu podano również metodologię ustalania wskaźnika EK, określonego przez wielkość rocznego zapotrzebowania na energię końcową (bilansowaną na granicy budynku), odniesioną do powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze, wyrażonego w kWh/(m² rok).

Zapotrzebowanie energii końcowej jest obliczane dla standardowych warunków klimatycznych i standardowych warunków użytkowania. Wskaźnik EK stanowi miarę efektywności energetycznej osłony budynku i jego techniki instalacyjnej. Zapotrzebowanie energii końcowej jest bilansowane oddzielnie w postaci energii końcowej a ogrzewania i wentylacji lub ogrzewania, wentylacji i chłodzenia dla budynków wyposażonych instalacje chłodzenia, na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz na potrzeby oświetlenia wbudowanego dla obiektów użyteczności publicznej. Poziom zapotrzebowania energii końcowej odpowiada poziomowi opłat eksploatacyjnych za zużycie energii.

Kraje członkowskie Unii Europejskiej zostały zobowiązane do wdrożenia ustaleń [2.3.2] dotyczących jakości energetycznej budynków poprzez wprowadzenie szeregu zmian legislacyjnych w krajowym ustawodawstwie. Dyrektywa, mająca na celu obniżenie zużycia energii związanego z użytkowaniem budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej, wprowadziła obowiązek ustalenia standardu energetycznego budynków, systemu ocen energetycznych oraz systemu kontroli źródeł ciepła (kotłowni) i instalacji klimatyzacyjnych. Ze znowelizowanej ustawy Prawo budowlane wynikają rozporządzenia wykonawcze dotyczące:

- ustalenia dla różnej kategorii budynków nowych i istniejących minimalnych wymagań odnośnie ich charakterystyki energetycznej,
- wprowadzenia w ramach opracowania projektu budowlanego obowiązku wykonania charakterystyki energetycznej oraz dokonania analizy możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii na potrzeby ogrzewania lub chłodzenia czy przygotowania ciepłej wody użytkowej dla projektowanych budynków o powierzchni użytkowej przekraczającej 1000 m²,
- obowiązku sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej dla budynków nowych, istniejących i poddawanych gruntownej modernizacji.

Zgodnie z ustawą Prawo budowlane [2.3.1] właściwe świadectwo charakterystyki energetycznej:

- powinien posiadać budynek, lokal mieszkalny, a także część budynku stanowiąca samodzielną całość techniczno-użytkową, oddawany do użytkowania,
- powinno być przekazane nabywcy przez zbywcę każdorazowo przy sprzedaży budynku, lokalu mieszkalnego, a także części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową,
- powinno być udostępnione przez wynajmującego najemcy w wypadku umowy najmu budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno- użytkową.

Wprowadzenie ustawy [2.3.1] jako obowiązującego prawa skutkowało koniecznością opracowania, oprócz rozporządzenia o metodologii obliczania charakterystyki energetycznej, nowych rozporządzeń dotyczących zmiany warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz zmiany zakresu i formy projektu budowlanego. Przedstawiony poniżej zestaw rozporządzeń wykonawczych tworzy pakiet aktów regulujących zagadnienia wymagane przez dyrektywę EPBD:



- rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej [2.3.4];
- rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (rozporządzenie WT2008) [2.3.5];
- rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [2.3.6].

W treści rozporządzenia WT2008 przedstawiono warunki techniczne projektowania i wykonania, jakie musi spełniać *„budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynku użyteczności publicznej również oświetlenia wbudowanego, aby ilość ciepła, chłodu i energii elektrycznej, potrzebnych do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie”*. Zgodnie z rozporządzeniem można je spełnić poprzez określenie dopuszczalnej izolacyjności cieplnej przegród oraz innych wymagań związanych z oszczędnością energii zawartych w rozporządzeniu lub spełnienia warunku, że wskaźnik EP dla projektowanego budynku, określający roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną (obliczony zgodnie z zasadami określonymi w odrębnych przepisach dotyczących metodologii obliczania charakterystyki energetycznej) nie przekroczy wartości podanych w rozporządzeniu. Określone w rozporządzeniu WT2008 i zawarte w §329, ust. 3 punkt 1, 2 i 3 [2.3.5] graniczne wartości wskaźnika EP uzależnione są od współczynnika kształtu budynku A/V_e .

Po analizie wielu przykładów obliczeniowych można stwierdzić, że budynek, który spełnia wymagania izolacyjności przegród zewnętrznych nie musi spełniać warunku granicznego wskaźnika EP, określonego zgodnie z wymaganiami aktualnego zapisu rozporządzenia WT2008.

Aktualnie obowiązującą nowelizacją zapisów Dyrektywy EPBD jest opublikowany w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej w dniu 18 czerwca 2010 r. (L 153, Tom 53 z 18 czerwca 2010 r.) tzw. RECAST Dyrektywy EPBD [2.3.3]. Nowe ustalone wymagania odnoszą się do szeregu zagadnień mających na celu intensyfikację skutków poprzedniej Dyrektywy EPBD [2.3.2]. Nowa dyrektywa obligatoryjnie wprowadza stosowanie instalacji wykorzystujących zasoby OZE w budownictwie. Artykuł 28 znowelizowanej dyrektywy wprowadza obowiązek przygotowania przez kraje członkowskie odpowiednich przepisów wykonawczych i nowelizacyjnych, najpóźniej do 9 lipca 2012 r., równocześnie uchylając z dniem 1 lutego 2012 r. działanie dotychczasowej Dyrektywy EPBD [2.3.2].

► *Analiza i ocena algorytmu wyznaczania składowych bilansu energetycznego budynku*

Charakterystyka energetyczna budynku określa jednostkową ilość nieodnawialnej energii pierwotnej, wyrażonej w kWh/(m²·rok), niezbędnej do zaspokojenia różnych potrzeb związanych z użytkowaniem budynku. Wielkość zapotrzebowania energii w budynku ocenianym w poszczególnych dziedzinach jej zużycia dokonuje się na podstawie obliczeń, zgodnie z rozporządzeniem o metodologii [2.3.4], przyjmując normatywne warunki użytkowania. Algorytmy wyznaczania składowych do bilansu energetycznego zależą od typu i przeznaczenia ocenianego budynku, zakresu zaspokajania potrzeb cieplnych w budynku oraz rodzaju nośnika energii. Wynikiem charakterystyki energetycznej budynku jest obliczenie wskaźnika EP jako wielkości rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, dostarczoną do budynku (niezbędną dla zaspokojenia potrzeb związanych z użytkowaniem budynku, lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową) na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze, który wyrażony jest w kWh/(m²·rok).

Zgodnie z krajową metodologią, określenie rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla obiektu jest wynikiem następujących po sobie kroków obliczeniowych. W pierwszej kolejności wyznacza się wielkość rocznego zapotrzebowania na energię użytkową dla wszystkich rodzajów zużycia energii (dziedzin użytkowania). Następnie oblicza się roczne zapotrzebowanie na energię końcową i roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą (najczęściej energię elektryczną), po czym przechodzi się do ostatniego poziomu oceny zapotrzebowania energii, a mianowicie do wyznaczenia zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną. Roczne zapotrzebowania ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji oraz chłodzenia oblicza się metodą bilansów miesięcznych. Obliczenie rocznego zapotrzebowania ciepła użytkowego dla przygotowania ciepłej wody użytkowej oparto na jednostkowym dobowym zużyciu ciepłej wody użytkowej, przyjmowanym na podstawie dokumentacji projektowej lub pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym oraz czasie użytkowania. Roczne zapotrzebowanie energii użytkowej na potrzeby oświetlenia wbudowanego dla obiektów użyteczności publicznej oblicza się, uwzględniając moc jednostkową opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu budynku użyteczności publicznej, przyjmowaną na podstawie projektu oświetlenia budynku lub na podstawie wymagań określonych w §180a przepisów techniczno-budowlanych [2.3.5], czasu użytkowania oświetlenia w ciągu dnia i nocy oraz współczynników uwzględniających obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego i nieobecność użytkowników w miejscu pracy oraz współczynnika uwzględniającego wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu.

W drugim etapie obliczania charakterystyki energetycznej budynku przechodzi się do wyznaczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową dla pokrycia potrzeb ogrzewania i wentylacji oraz chłodzenia, dla przygotowania ciepłej wody użytkowej

i na potrzeby oświetlenia wbudowanego dla obiektów użyteczności publicznej. Zapotrzebowanie na energię końcową jest bilansowane na granicy budynku i obliczane odrębnie dla każdego nośnika energii.

Całość obowiązującego rozporządzenia metodologicznego [2.3.4] posiada wiele usterek redakcyjnych i merytorycznych, na które (w czasie jego obowiązywania, tj. od 1 stycznia 2009 r.) wskazuje wielu specjalistów i ekspertów z dziedziny budownictwa i energetyki [2.3.13], [2.3.14], [2.3.15]. Wskazane jest przygotowanie nowelizacji rozporządzenia metodologicznego, uwzględniającego poprawę wszystkich usterek i wprowadzającego uwagi oraz sugestie ekspertów zajmujących się problematyką efektywności energetycznej.

► *Analiza i ocena algorytmów wyznaczania wskaźników energochłonności budynku*

Zgodnie z obowiązującymi procedurami obliczeniowymi, jakość energetyczna budynku i ocena jego charakterystyki energetycznej wyrażona jest przy pomocy wskaźników energochłonności EP i EK. Wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej EP [kWh/(m²·rok)] budynku, lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącego samodzielną całość techniczno- użytkową, przedstawiany w formie świadectwa charakterystyki energetycznej zgodnie z obowiązującym Prawem budowlanym [2.3.1.], jest wyznaczany zgodnie z rozporządzeniem wykonawczym [2.3.4]. Wyraża wielkość rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną Q_p [kWh/rok], niezbędną do zaspokojenia różnych potrzeb związanych z użytkowaniem, odniesioną do powierzchni użytkowej A_f [m²] o regulowanej temperaturze wg formuły:

$$EP = Q_p/A_f \text{ [kWh/(m}^2\cdot\text{rok)]} \quad (2.3.1)$$

Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną przez dany system jest sumą iloczynów:

- energii końcowej Q_K [kWh/rok] (dla każdego systemu) w który wyposażony jest budynek) i współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii (lub energii) końcowej do ocenianego budynku,
- energii pomocniczej $E_{el,pom}$ [kWh/rok] (energii elektrycznej do napędu urządzeń utrzymania w ruchu każdego z systemów) i współczynnika nakładu w_{el} .

Dla każdego systemu

$$Q_{P,i} = w_i * Q_{K,i} + w_{el} * E_{el,pom,i} \text{ [kWh/rok]} \quad (2.3.2)$$

gdzie:

- $Q_{K,i}$ – zapotrzebowanie energii końcowej w danej i –tej dziedzinie zaopatrzenia, [kWh/rok];
- $E_{el,pom,i}$ – roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową do napędu urządzeń pomocniczych w danej dziedzinie zaopatrzenia, [kWh/rok];

- w_H – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla danej dziedziny zapotrzebowania;
- w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych.

Energię końcową dla danego systemu zaopatrzenia w budynku określa się oddzielnie dla każdego nośnika energii zaopatrującego ten system i wyznacza się na podstawie zapotrzebowania na energię użytkową (ciepła użytkowego) z następującej zależności:

$$Q_{K,i} = Q_{i,nd} / \eta_{i,tot} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (2.3.3)$$

Wskaźnik zużycia energii końcowej EK zawiera informacje o zużyciu energii użytkowej z uwzględnieniem sprawności $\eta_{i,tot}$ instalacji ogrzewania, ciepłej wody użytkowej, wentylacji, chłodzenia oraz zużyciu energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego dla budynków użyteczności publicznej. Na podstawie tego wskaźnika można określić przewidywane koszty zużytej energii w budynku w zależności od zakresu i rodzaju zapotrzebowania energii oraz rodzaju nośnika energii. Wyznaczone według przedstawionego algorytmu wskaźniki EP i EK przedstawiane są na świadectwie charakterystyki energetycznej budynku i przekazują informacje o jego jakości energetycznej.

► *Analiza i ocena wskaźników energochłonności budynku z instalacjami zasilanymi z OZE*

Realizacja ustaleń zawartych w pakiecie klimatyczno-energetycznym przyjętym przez kraje Unii Europejskiej wymaga poprawy efektywności użytkowania energii w budownictwie i ograniczenia w znaczący sposób jej zużycia w tym sektorze, które szacowane jest na poziomie 40% całkowitego bilansu energii. Najważniejszym celem wspólnej europejskiej polityki energetycznej staje się zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, poprzez ochronę istniejących zasobów energii nieodnawialnej oraz ochronę środowiska naturalnego. W priorytetowy sposób traktowany jest zrównoważony rozwój w budownictwie, związany z ograniczeniem eksploatacji nieodnawialnych zasobów naturalnych i redukcją emisji dwutlenku węgla oraz systemy oparte na wykorzystaniu zasobów odnawialnych źródeł energii. W Polsce wyrazem tej strategii są wytyczne zawarte w metodologii obliczeń charakterystyki energetycznej i wyznaczania wskaźników oceny jakości energetycznej budynków, dające najlepsze oceny jakości energetycznej obiektom, w których wykorzystuje się odnawialne źródła energii.

Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną określa poziom efektywności energetycznej budynku. To zapotrzebowanie uwzględnia, obok energii końcowej, dodatkowe nakłady nieodnawialnej energii pierwotnej na dostarczenie do granicy budynku każdego wykorzystanego nośnika energii. Nakłady te wyznaczone są poprzez zastosowanie do ich obliczenia współczynnika w_i nakładu nieodnawialnej energii

pierwotnej, którego wartość zależy od zastosowanego nośnika energii do zaspokojenia potrzeb energetycznych budynku. Współczynnik w_i nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej można umownie traktować jako ekwiwalent energii pierwotnej nieodnawialnej zawartej w danym nośniku energii końcowej. Zależny jest od zastosowanego nośnika energii końcowej oraz sposobu wytwarzania tej energii. Wartość współczynników w_i nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla przyjętego rodzaju nośnika jest decydująca dla określenia wielkości wskaźnika EP, przy czym wielkości współczynników w_i nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej promują wykorzystywanie energii ze źródeł odnawialnych.

Bibliografia do rozdz. 2

- [2.1.1.] KOM (2006) 105 - Zielona Księga. Europejska strategia na rzecz zrównoważonej, konkurencyjnej i bezpiecznej energii. Bruksela, 08.03.2006 r.
- [2.1.2.] KOM(2006) 848 - Mapa drogowa na rzecz energii odnawialnej. Energie odnawialne w XXI wieku: budowa bardziej zrównoważonej przyszłości. Bruksela, 10.01.2007 r.
- [2.1.3.] COM (2005) 265 - Zielona Księga w sprawie racjonalizacji zużycia energii. Bruksela, 22.6.2005 r.
- [2.1.4.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.
- [2.1.5.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/32/WE z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG.
- [2.1.6.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.
- [2.1.7.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona).
- [2.1.8.] Romanowski O., Nowa dyrektywa o efektywności energetycznej budynków, „Rynek Instalacyjny” nr 7-8/2010.
- [2.1.9.] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (tekst ujednolicony na dzień 14 czerwca 2010).
- [2.1.10.] Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Ministerstwo Gospodarki, 10 listopada 2009 r.
- [2.1.11.] Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020. Ekspertyza wykonana przez Instytut Energii Odnawialnej na zamówienie Ministra Gospodarki. Warszawa, grudzień 2007 r.
- [2.1.12.] Prognoza będąca realizacją zobowiązania wynikającego z art. 4 ust. 3 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniającej i w następstwie uchylającej dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE. Ministerstwo Gospodarki. Warszawa, styczeń 2010 r.
- [2.1.13.] Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych. Ministerstwo Gospodarki. Warszawa, 2010 r.
- [2.1.14.] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (tekst ujednolicony na dzień 14 czerwca 2010).
- [2.1.15.] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r. Nr 12, poz. 63 z późn.zm.).
- [2.1.16.] Ustawa z dnia 19 września 2007 r. o zmianie ustawy - Prawo budowlane (Dz. U. z 2007 r. Nr 191, poz. 1373).
- [2.1.17.] Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o zmianie ustawy - Prawo budowlane oraz o zmianie ustawy o gospodarce nieruchomościami (Dz.U. z 2009 r. Nr 161, poz.1279).
- [2.1.18.] Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. z 2008 r. Nr 223, poz. 1459 z późn. zm.).
- [2.1.19.] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity) (Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz.150).
- [2.1.20.] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz. U. z 2006 r. Nr 169, poz. 1199 z późn. zm.).
- [2.1.21.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.).
- [2.1.22.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).

- [2.1.23.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. z 2009 r. Nr 43, poz. 346).
- [2.1.24.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów (Dz. U. z 2009 r. Nr 43, poz. 347).
- [2.1.25.] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 3 lutego 2009 r. w sprawie udzielenia pomocy publicznej w zakresie budowy lub rozbudowy jednostek wytwarzających energię elektryczną lub ciepło z odnawialnych źródeł energii (Dz.U. z 2009 r. Nr 21, poz. 112).
- [2.1.26.] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 czerwca 2009 r. w sprawie szczegółowych warunków udzielania pomocy publicznej na przedsięwzięcia związane z poszukiwaniem i rozpoznawaniem złóż wód termalnych (Dz. U. z 2009 r. Nr 97, poz. 814).
- [2.1.27.] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 października 2009 r. w sprawie rodzajów programów i projektów przeznaczonych do realizacji w ramach Krajowego systemu zielonych inwestycji (Dz. U. z 2009 r. Nr 187, poz. 1445).
- [2.1.28.] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii (Dz. U. z 2008 r. Nr 156, poz. 969 z późn. zm.).
- [2.2.1.] www.pkn.pl, 02.07.2010
- [2.2.2.] www.pkn.pl/?m=katalog&cmd=clr, 07.07.2010
- [2.3.1.] Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o zmianie ustawy - Prawo budowlane oraz ustawy o gospodarce nieruchomościami. (Dz. U. z 2009 r. Nr161, poz.1279).
- [2.3.2.] Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (EPBD), Dziennik Urzędowy UE L1 z 04.01.2003 r. str. 65-71.
- [2.3.3.] Directive of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings (Recast), Brussels, 13.11.2008 COM(2008) 780 final, 2008/0223 (COD).
- [2.3.4.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).
- [2.3.5.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1238).
- [2.3.6.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1239).
- [2.3.7.] J. Żurawski - Charakterystyka energetyczna budynku – krok po kroku; Zawód architekt – dodatek specjalny, nr 02.2009 r., str.
- [2.3.8.] J. Król - O świadectwach energetycznych bez tajemnic; DE nr 1/2009 r.
- [2.3.9.] PN EN ISO 13790:2009 – Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
- [2.3.10.] PN-EN ISO 15927-1:2005 – Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe budynków – Obliczenia i prezentacja danych klimatycznych – część 1: Średnie miesięczne niezależnych parametrów meteorologicznych.
- [2.3.11.] PN-EN ISO 13370:2008 – Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metody obliczania.
- [2.3.12.] J. Żurawski – Różne trudności przy sporządzaniu świadectw charakterystyki energetycznej. Energia i Budynek, nr 6/2010 r.
- [2.3.13.] Wykaz błędów i braków w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury dnia 6 listopada 2008 r. (Materiał załączony do listu otwartego do Prezesa Rady Ministrów RP Pana Donalda Tuska); Energia i Budynek, nr 3–2009 r.
- [2.3.14.] J. Żurawski - Wpływ instalacji grzewczych na jakość energetyczną budynku. Energia i Budynek, nr 12 – 2009 r.
- [2.3.15.] J. Żurawski - Uwagi do rozporządzenia z 6.11.2008 w sprawie warunków technicznych. Energia i Budynek, nr 2 – 2009 r.
- [2.3.16.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 marca 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2009 r. Nr 56, poz. 461).



3. Badanie wpływu jakości energetycznej budynków na możliwości wykorzystania zasobów OZE

3.1. Jakość energetyczna budynku i jej wpływ na zapotrzebowanie energii końcowej i pierwotnej ze źródeł nieodnawialnych

Pod pojęciem jakości energetycznej budynku rozumiemy ilość energii zużywanej lub obliczeniowej potrzebnej do pokrycia różnych potrzeb związanych z użytkowaniem budynku, zależnych od zakresu wyposażenia. Energia w budynku jest zużywana na potrzeby ogrzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne, przygotowania ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej również na potrzeby oświetlenia wbudowanego.

Wielkość zużycia energii może być wyrażona w jednym lub większej liczbie wskaźników liczbowych, przy wyznaczaniu których uwzględniane są czynniki mogące mieć wpływ na zapotrzebowanie energii. Należą do nich między innymi:

- projekt rozwiązań architektonicznych, kształtu budynku i usytuowania z punktu widzenia lokalnych warunków klimatycznych, rodzaju zastosowanych przegród budowlanych i ich izolacyjności cieplnej (budowa masywna lub lekka, udziały przegród przezroczystych i nieprzezroczystych),
- parametry środowiska zewnętrznego, klimat i wpływ sąsiedztwa budynku, ekspozycja na słońce i jego wykorzystanie,
- parametry środowiska w budynku związane z wymaganym komfortem użytkowania,
- rozwiązania techniczne instalacji ogrzewania, chłodzenia, wentylacji, przygotowania ciepłej wody oraz oświetlenia pomieszczeń (dla budynków użyteczności publicznej),
- możliwość wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych.

Dążenie do niskiego poziomu zapotrzebowania energii niezbędnej do użytkowania budynku, czyli zrationalizowanie jego charakterystyki energetycznej, znajduje odzwierciedlenie w tendencjach budownictwa energooszczędnego oraz w wymaganiach ustanowionych w dyrektywach unijnych, które są odpowiednio implementowane do legislacji krajowej.

Charakterystyka energetyczna budynku i jej parametry

Podstawowym dokumentem na poziomie Unii Europejskiej jest dyrektywa w sprawie charakterystyki energetycznej budynku (Dyrektywa EPBD) [3.1.11]. To ona narzuciła konieczność wprowadzenia odpowiednich regulacji prawnych mających na celu wprowadzenie obowiązkowego certyfikowania budynków, pozostawiając równocześnie opracowanie szczegółowych przepisów poszczególnym krajom członkowskim. Na podstawie obowiązujących przepisów w prawie krajowym [3.1.6], [3.1.2], [3.1.7] parametrami określającymi jakość energetyczną budynku, które zawiera świadectwo charakterystyki energetycznej, są następujące wskaźniki:

EP [kWh/m²·rok] – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną odzwierciedla uciążliwość dla środowiska naturalnego nośnika energii używanego w źródle ciepła i określa, ile energii pochodzącej z nieodnawialnych surowców energetycznych (węгля, gazu, ropy naftowej) trzeba zużyć na potrzeby energetyczne tego budynku.

W przypadku bezpośredniego stosowania tych surowców ich wykorzystanie energetyczne mnożone jest przez współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (waga nakładu) w_i równy 1,1 (załącznik nr 5 tabela 1. - rozporządzenia o metodologii sporządzania charakterystyk energetycznych budynków) [3.1.6], co oznacza, że energia końcowa uzyskana z tych paliw wymaga zużycia dodatkowej energii potrzebnej do wydobycia i dostarczenia tych nośników energii do budynku.

Również wg cytowanych przepisów większe jest zużycie energii pierwotnej w przypadku korzystania z energii elektrycznej. Wynika to z wyższej wartości wagi nakładu ustalonej dla tego nośnika energii. Współczynnik w_i równy 3 wskazuje, że do wytworzenia i dostarczenia odbiorcy energii elektrycznej trzeba zużyć 3 razy więcej energii pierwotnej. Oznacza to, że dostarczenie 1 kWh energii elektrycznej do budynku wymaga zużycia 3 kWh nieodnawialnej energii pierwotnej. Zdecydowanie korzystniejsze dla poszanowania tych zasobów jest stosowanie systemów opartych na źródłach energii odnawialnej (OZE), np. biomasy, biogazu, energii wiatru, słońca. Dla tego rodzaju tzw. ekologicznych źródeł energii wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ma wartość mniejszą od jedności, co wskazuje, że na dostarczenie 1 kWh energii końcowej z tego paliwa zużyjemy odpowiednio mniejszą ilość energii nieodnawialnej.

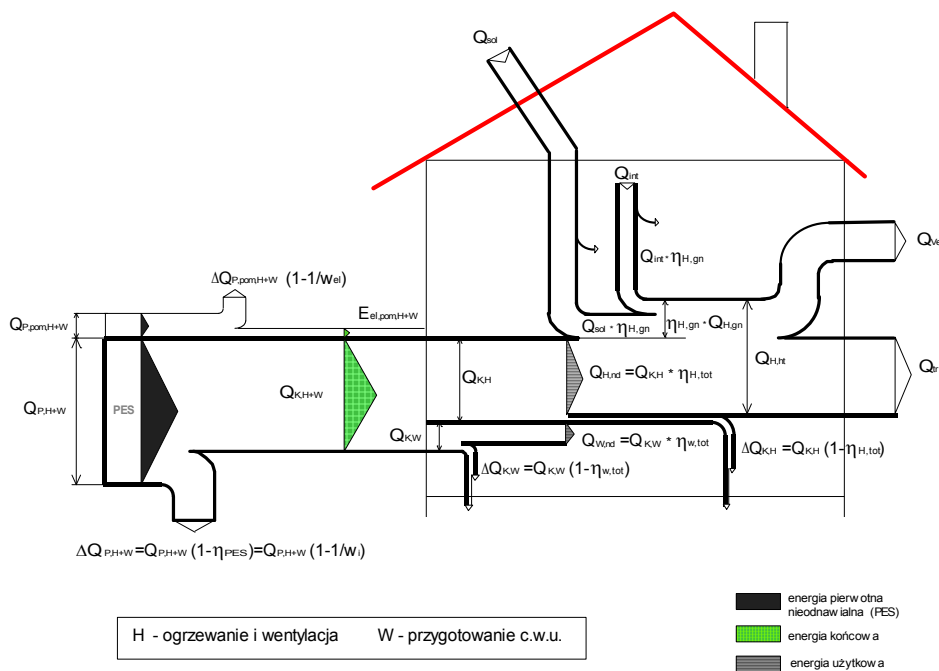
W praktyce wartość wskaźnika EP będąca parametrem niezbędnym do określenia jakości energetycznej domu, zgodnie z wymaganiami określonymi w przepisach, jest ważna z uwagi na uwarunkowania globalne i klimatyczne, jednak nie odzwierciedla faktycznego zużycia energii na potrzeby budynku. Niejednokrotnie budynek ze słabą izolacyjnością przegród i niskosprawny kocioł opalany biomasą będzie miał lepszy wskaźnik rocznego zużycia energii od budynku wyposażonego w wysokosprawne urządzenia grzewcze, w którym zastosowano inny, bardziej pierwotny rodzaj paliwa. Zgodnie z wymaganiami rozporządzenia [3.1.6], dla projektowanych budynków wskaźnik rocznego zużycia energii EP musi mieć wartość niższą od wartości referencyjnej określonej w warunkach technicznych [3.1.2].

EP_{ref} [kWh/m²·rok] – wskaźnik określony w warunkach technicznych WT 2008 [3.1.2] jako referencyjne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną.

EK [kWh/m²·rok] – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową budynku czyli roczne zapotrzebowanie energii końcowej na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza w budynku lub lokalu mieszkalnym. Jego wartość jest szacunkowym poziomem zużycia energii w warunkach standardowej eksploatacji. Określa straty energii przez przegrody zewnętrzne i wentylację, zu-

zycie energii do przygotowania c.w.u. oraz zyski energetyczne z nasłonecznienia, od przebywających w domu ludzi i energii wytwarzanej przez inne urządzenia domowe oraz zależy od sprawności całkowitej źródeł i instalacji odbiorczych. Wskaźnik określa energię końcową (finalną), która powinna być dostarczona do budynku w postaci czynnika grzejącego, paliwa czy energii elektrycznej i pozwala na oszacowanie kosztów rocznej eksploatacji budynku w warunkach standardowych.

Na rys. 3.1.1 przedstawiono przy pomocy wykresu Sankey'a bilans energii pierwotnej, końcowej i użytkowej oraz jej przepływy w budynku dla potrzeb ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej.



Rys. 3.1.1 Bilans energii pierwotnej, końcowej i użytkowej w budynku (opr. własne)

Potrzeby energetyczne budynku uzależnione są od zakresu jego wyposażenia w instalacje grzewcze wentylacyjne i klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia (budynki użyteczności publicznej). Bilans pasmowy Sankey'a pozwala przedstawić zależności przepływu poszczególnych poziomów energii we wszystkich, odrębnych dziedzinach jej zużycia w budynku. Na zamieszczonym rysunku pokazano zależności przepływu poszczególnych poziomów energii w dziedzinie ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej. Ten zakres instalacji wewnętrznych jest podstawowym i najczęściej spotykanym zakresem wyposażenia budynków. Ilość ciepła niezbędna do pokrycia potrzeb grzewczych i wentylacyjnych budynku w okresie miesięcznym lub rocznym określona jest przez wartość $Q_{H,nd}$ i przedstawia zapotrzebowa-

nie energii użytkowej w budynku dla tych celów. Jej wielkość jest sumą strat ciepła przez przenikanie przez wszystkie przegrody zewnętrzne budynku Q_{tr} i wentylację wymaganą ze względów higienicznych Q_{ve} pomniejszoną o zyski ciepła $Q_{H,gn}$ (od promieniowania słonecznego przenikającego do przestrzeni ogrzewanej przez przegrody przezroczyste Q_{sol} i wewnętrzne zyski ciepła Q_{int}).

Zapotrzebowanie na energię użytkową i wielkość wskaźnika EU [kWh/m²·rok] jej jednostkowego zapotrzebowania zawierają istotne informacje o jakości energetycznej budynku. Dają obraz stanu izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych, stopień eliminacji mostków cieplnych i ich wpływ na straty ciepła, określają rodzaj zastosowanej wentylacji (z uwzględnieniem lub bez uwzględnienia odzysku ciepła). Z wielkości zapotrzebowania na energię użytkową można dodatkowo wnioskować, jak zaprojektowano bryłę budynku (zwarta czy rozłożysta) i jak wykorzystano zyski od promieniowania słonecznego przez przegrody przezroczyste. Najważniejszą z punktu użytkownika budynku jest wielkość wyrażona w postaci energii końcowej. Określa ona energię, która powinna być dostarczona do budynku w postaci czynnika grzejącego, paliwa czy energii elektrycznej. Jej wielkość pozwala na oszacowanie kosztów zaopatrzenia budynku w energię do ogrzewania i wentylacji oraz umożliwia porównanie kosztów przy zastosowaniu innych sposobów zaopatrzenia. Wielkość energii końcowej dla ogrzewania i wentylacji $Q_{K,H}$ jest uzależniona od sprawności całkowitej η_{tot} systemu grzewczego, obejmującego wytwarzanie ciepła i jego przekazywanie do pomieszczenia o regulowanej temperaturze. W tym zapotrzebowaniu energii końcowej uwzględnione są sprawności wytwarzania nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku, transportu nośnika w obrębie budynku oraz sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w obrębie osłony bilansowej.

Analogicznie przedstawiono zapotrzebowanie energii użytkowej $Q_{W,nd}$ i energii końcowej $Q_{K,W}$ dla potrzeb przygotowania ciepłej wody użytkowej. Energia końcowa dostarczona do budynku $Q_{K,H+W}$ jest sumaryczną energią końcową dla pokrycia całości potrzeb cieplnych na ogrzewanie, wentylację i przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Energia końcowa dostarczana do budynku jest wytwarzana z zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej $Q_{p,H+W}$, które obciążone są dodatkowo nakładami na pokrycie strat dostarczenia do granicy budynku danego nośnika energii końcowej. Oprócz niej do budynku dostarcza się energię końcową $E_{el,pom,H+W}$ do zasilania urządzeń pomocniczych, która dodatkowo obciąża zasoby nieodnawialnej energii pierwotnej $Q_{p,pom,H+W}$. Wielkość całkowita zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej uwzględnia sprawność η_{PES} wytworzenia energii w źródle i jej dostarczenia do budynku, tzn. uwzględnia współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, uzależniony od rodzaju nośnika energii końcowej i określony w rozporządzeniu o metodologii [3.1.6].

Uzyskanie wskaźnika EP [kWh/m²·rok], określającego roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia, mniejszego od wartości granicznych wg warunków technicznych [3.1.1], jest trudne do realizacji. Zgodnie z szeregiem przeprowadzonych

analiz i opracowań (między innymi [3.1.8], [3.1.10]) ich autorzy przedstawiają następujące wnioski:

- dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych:
 - zapewnienie wymaganych przepisami techniczno-budowlanymi [3.1.2] izolacyjności przegród budowlanych nie gwarantuje uzyskania wymaganej wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną $EP_{H+W} \leq EP_{H+W,ref}$ dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego, wyposażonego w lokalne źródło ciepła zasilanego palivami konwencjonalnymi;
 - obliczeniowa wartość skumulowanego wskaźnika EP_{H+W} uwarunkowana jest zapotrzebowaniem budynku na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej; uzyskanie niskiej wartości $EP_{W,ref}$ jest możliwe przy zastosowaniu odnawialnych źródeł energii;
 - sposób wyposażenia lokali mieszkalnych i wymagane dla tych rozwiązań strumienie powietrza wentylacyjnego mogą decydować w sposób równie istotny jak parametry przegród budowlanych na zachowanie wartości obliczeniowej EP_H poniżej wartości $EP_{H,ref}$ oraz wartości skumulowanej $EP_{H+W} \leq EP_{H+W,ref}$;
- dla budynków użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego:
 - budynki wyposażone w instalacje chłodzące mogą uzyskiwać korzystniejsze względne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną niż budynki wyłącznie ogrzewane, zasilane z tego samego źródła;
 - wartości referencyjne wskaźnika $EP_{C,ref}$ są stosunkowo wysokie i mogą stwarzać rezerwę na skompensowanie większego zapotrzebowania na energię pierwotną w innych ocenianych instalacjach;
 - w strukturze skumulowanej wartości wskaźnika EP istotne znaczenie ma wpływ zapotrzebowania energii pierwotnej do ogrzewania EP_H i oświetlenia budynku EP_L , natomiast wpływ zapotrzebowania energii pierwotnej do przygotowania ciepłej wody użytkowej EP_W ma znaczenie w budynkach zamieszkania zbiorowego.

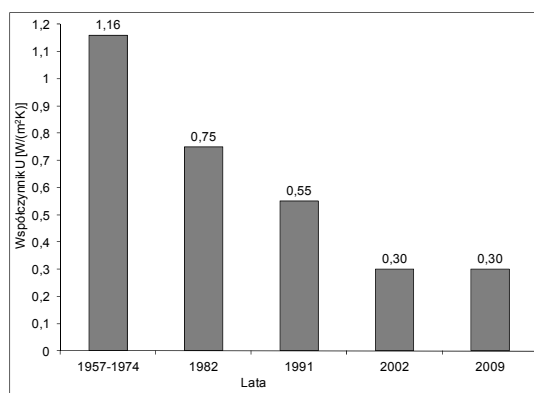
Izolacyjność cieplna przegród budowlanych

Minimalizacja zużycia energii użytkowej niezbędnej do funkcjonowania budynku, będąca warunkiem opłacalności inwestycyjnej i w perspektywie obniżenia przyszłych kosztów eksploatacyjnych, wpływa na wymagane wartości wskaźników charakterystyki energetycznej. Zwiększenie wymagań w zakresie oszczędzania energii w budownictwie, spowodowane między innymi wyczerpywaniem się zasobów paliw kopalnych oraz wzrostem cen na rynku surowców energetycznych, przenosi się na zmiany w przepisach budowlanych. W przekroju historycznym, na przestrzeni ubiegłych lat można przeanalizować, jak zmiany wymagań dla budynków rzutowały na obowiązujące normy i warunki techniczne.

Pierwotnie wymagania izolacyjności cieplnej przegród budynku były związane z zagadnieniami fizyki budowy, głównie z ochroną przed występowaniem kondensacji pary wodnej na wewnętrznej powierzchni obudowy. Określano również graniczne

warunki stanu ciepłno-wilgotnościowego przegród, ochronę przed podtapianiem śniegu na dachach, a w budynkach niemieszkalnych, w których stosowano lekkie ściany osłonowe o konstrukcji metalowo-szklanej, ochronę przed przegrzewaniem w okresie letnim. Podstawowym warunkiem wymagań oszczędności energii do lat 90. ubiegłego wieku było określenie w przepisach budowlanych maksymalnych dopuszczalnych wartości współczynników przenikania ciepła dla ścian, stropów, dachów i zastosowanych w budynkach okien i drzwi. Potrzebę ograniczenia zużycia energii do ogrzewania po raz pierwszy uwzględniono w Polskiej Normie PN-82/B-02020. Przyjęto wówczas najniższe wartości U_{\max} dla ścian $0,75 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, a dla stropodachów $0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. W kolejnym wydaniu tej normy w 1991 r. zastrzono wymagania przyjmując najniższą wartość U_{\max} dla ścian $0,55 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, a dla stropodachów $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Od drugiej połowy lat 90. ubiegłego wieku przepisy budowlane w zakresie oszczędności energii i izolacyjności cieplnej przegród budowlanych podaje się w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Aktualnie obowiązujące jest rozporządzenie WT 2008 (Załącznik nr 2) [3.1.2] z dalszymi jego nowelizacjami WT 2009 [3.1.3] i WT 2010 [3.1.4]. W Załączniku nr 2 do obowiązującego rozporządzenia podano wymagania, izolacyjności cieplnej przegród i inne wymagania związane z oszczędnością energii. Określono izolacyjność cieplną przegród i podłóg na gruncie oraz maksymalne współczynniki przenikania dla okien, drzwi balkonowych i drzwi zewnętrznych dla budynku mieszkalnego i zamieszkania zbiorowego, dla budynku użyteczności technicznej oraz dla budynku produkcyjnego, magazynowego i gospodarczego.

Aktualnie w Polsce najniższa wymagana wartość współczynnika U_{\max} przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych wynosi $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, a dla stropodachów $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Poniżej na rys. 3.1.2 przedstawiono zmiany wartości współczynnika przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych w Polsce w latach 1957-2009 wg [3.1.9].



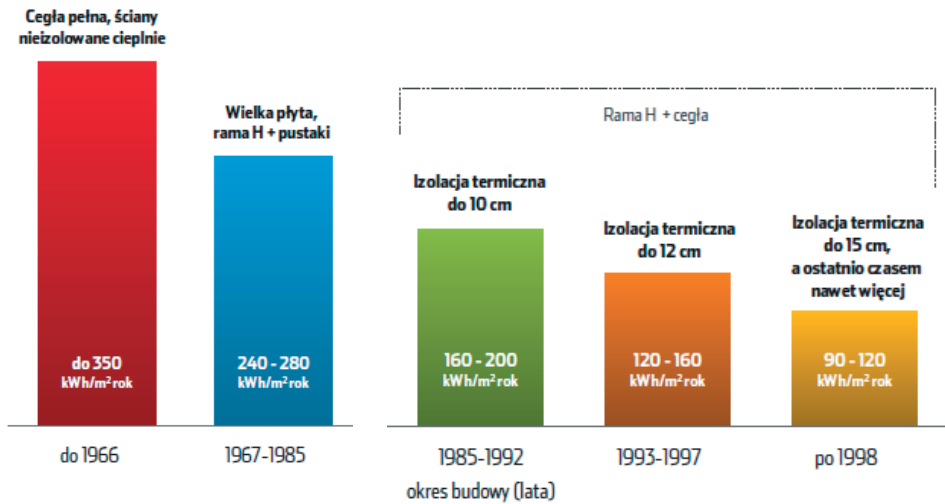
Rys. 3.1.2 Zmiany wymaganych wartości współczynnika U [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$] dla ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych w Polsce w latach 1957 – 2009 [3.1.9] (opr. własne)

W tabeli 3.1.1 przedstawiono maksymalne, obowiązujące w przeszłości i obecnie, wartości współczynnika przenikania ciepła U_{\max} dla różnych elementów przegród budynku. Pokazano, jak na przestrzeni lat zmieniały się wymagania przepisów normatywnych, dotyczących izolacyjności budynków [3.1.14].

Tabela 3.1.1
Współczynniki przenikania ciepła U_{\max} dla różnych elementów przegród budynków w Polsce [3.1.14]

Okres obowiązywania (lata)	Dokument odniesienia	U_{\max} [W/m ² K]					
		Ściana zewnętrzna	Stropodach	Strop nad nieogrzewaną piwnicą	Strop pod poddaszem	Okna	Drzwi
1957-1964	PN-57/ B-02405	1,16-1,42	0,87	1,16	1,04-1,16		
1964-1974	PN-64/ B-03404	1,16-1,42	0,87	1,16	1,04-1,16		
1974-1982	PN-74/ B-03404	1,16-1,42	0,70	1,16	0,93		
1982-1991	PN-82/ B-02020	0,75	0,45	1,16	0,40	2,00-2,60	2,60
1991-2002	PN-91/ B-02020	0,55-0,70	0,30	0,60	0,30	2,00-2,60	2,60
2002-2008	Dz.U. z 2002 r., Nr 75, poz. 690	0,30-0,50	0,30	0,60	0,30	2,00-2,60	2,60
od 2009	Dz.U. z 2008 r., Nr 201, poz. 1238	0,30	0,25	0,45	0,25	1,70-1,80	2,60

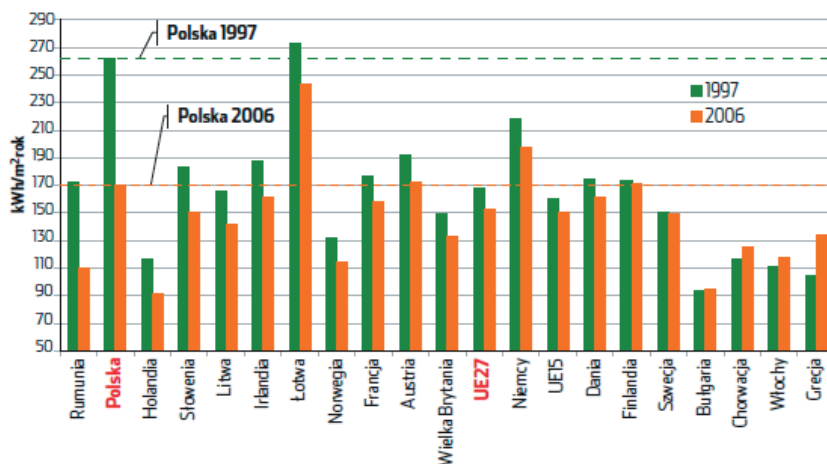
Tak ustalone w latach wcześniejszych wymagania ochrony cieplnej budynków spowodowały duże zużycia energii dla zapewnienia potrzeb tych budynków. Na rys. 3.1.3 przedstawiono wskaźniki zużycia energii [kWh/m²·rok] na wytworzenie ciepła do ogrzewania budynków w Polsce na przestrzeni lat 1966-1998 wg [3.1.14].



Rys. 3.1.3 Wskaźniki zużycia energii [kWh/m²·rok] do ogrzewania budynków w Polsce na przestrzeni lat [3.1.14]

Tak duże wartości wskaźników zużycia energii na cele grzewcze dla budynków realizowanych w latach 1966-1985 w Polsce wskazują na znaczną energochłonność budownictwa z tego okresu i pozwalają przewidywać duże możliwości jej zmniejszenia.

Na rys. 3.1.4 przedstawiono, jak wygląda termoizolacyjność budynków w Polsce na tle innych krajów unijnych wg [3.1.14]. W latach 90. w Polsce zużycie energii na cele grzewcze było jednym z najwyższych w grupie krajów Wspólnoty Europejskiej. Obecnie, dzięki szeroko przeprowadzonym działaniom termomodernizacyjnym i wdrażaniu technologii energooszczędnych w budownictwie, zdecydowanie szybko poprawia się efektywność energetyczna ogrzewania mieszkań. Z danych z roku 2006 wynika 35% poprawa wskaźnika w odniesieniu do 1997 r., jednak w dalszym ciągu jego wartość należy do najwyższych w krajach unijnych.



Rys. 3.1.4 Porównanie jednostkowego zużycia ciepła do ogrzewania powierzchni użytkowej budynków w wybranych krajach UE-27 w latach 1997 i 2006 [3.1.14]

Wymagania referencyjne i obliczeniowe do określenia wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki mieszkalne i ich usytuowanie [3.1.1], wielokrotnie nowelizowane (ostatnia nowelizacja z dnia 10 grudnia 2010 r. WT2010), określa wymagania dla oszczędnego energetycznie projektowania i podnoszenia efektywności energetycznej budownictwa krajowego. Rozporządzenie określa warunki dla budynku referencyjnego. Zgodnie z § 328 ust. 1, 2 Rozporządzenia WT 2008 [3.1.2] budynek i jego instalacje grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a przypadku budynku użyteczności publicznej również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane tak, by ilość ciepła, chłodu i energii elektrycznej potrzebnych do użytkowania budynku, była utrzymana na racjonalnie niskim poziomie. Dodatkowym wymaganiem jest ograniczenie ryzyka przegrzewania budynku w okresie letnim. Wymagania te spełniają **alternatywne** warunki określone w następnym § 329 ust. 1., 2., 3., i 4., a mianowicie:

- warunek maksymalnych dopuszczalnych wartości parametrów współczynnika przenikania ciepła U [$\text{kW}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$] dla przegród zewnętrznych, określonych w załączniku nr 2,

lub

- warunek wartości wskaźnika EP [$\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}$] rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia, jak również oświetlenia wbudowanego dla budynków użyteczności publicznej, niższy od wartości granicznych dla budynku referencyjnego określonych odpowiednio w ust. 3, punkt 1, 2 i 3.

Według powyższych przepisów istnieją zatem alternatywne drogi spełnienia wymagań warunków technicznych, które w obliczeniach charakterystyki energetycznej budynku i przy sporządzeniu świadectwa charakterystyki energetycznej dają różne wyniki. Dla budynku referencyjnego spełnienie wymagań w zakresie utrzymania na racjonalnym poziomie ilości energii potrzebnej do użytkowania poprzez spełnienie warunku izolacyjności przegród zewnętrznych, nie jest równoznaczne ze spełnieniem warunku na wartość graniczną wskaźnika EP [kWh/m²·rok] rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną. Określone w sposób rygorystyczny wymagania w zakresie ilości nieodnawialnej energii pierwotnej doprowadzonej do budynku (wartość graniczna EP), uzależnione są tylko od współczynnika kształtu rozpatrywanego budynku A/V_e , (przy czym kształt budynku określono stosunkiem powierzchni zewnętrznej wszystkich przegród A , oddzielających część ogrzewaną budynku od powietrza zewnętrznego do kubatury ogrzewanej części budynku V_e), zatem są warunkowane jedynie atrybutami budowlanymi.

Końcowy wynik obliczeń podczas sporządzania świadectwa charakterystyki energetycznej i podczas określania projektowej charakterystyki energetycznej (zgodnie z rozporządzeniem [3.1.6]), to wielkość wskaźnika EP [kWh/m²·rok] rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla analizowanego budynku, zależna od zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia, jak również oświetlenia wbudowanego dla budynków użyteczności publicznej, z uwzględnieniem zużycia energii do napędu urządzeń pomocniczych.

Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną określa efektywność całkowitą budynku i przedstawia obok zapotrzebowania energii końcowej dodatkowe nakłady nieodnawialnej energii pierwotnej na dostarczenie do granicy budynku każdego wykorzystanego nośnika energii. Nakłady te są wyrażone za pomocą współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i (gdzie i jest indeksem dotyczącym dziedziny zapotrzebowania energii), które są określone w tabeli 1 załącznika nr 5 rozporządzenia w sprawie metodologii [3.1.6]. Współczynniki nakładu energii pierwotnej w_i określone w rozporządzeniu preferują tzw. ekologiczne (odnawialne) nośniki energii charakteryzujące się wartością współczynnika poniżej jedności.

Jak z tego wynika, wartość EP obliczana na podstawie metodologii jest zależna od rodzaju nośnika, natomiast wartość referencyjna EP zależna jest tylko i wyłącznie od cech geometrycznych, tj. wskaźnika zwartości budynku. Wartości wskaźnika EP obliczone według metodologii mogą być różne przy tej samej wielkości energii końcowej, będącej odzwierciedleniem rzeczywistego zużycia energii przez budynek.

W świadectwie charakterystyki energetycznej przedstawiana jest wynikowa wielkość wskaźnika rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej EP [kWh/m²·rok], który nie informuje o użytkowych potrzebach energetycznych budynku. Dodatkowo można stwierdzić, że zapotrzebowanie energii końcowej budynku w poszczególnych dziedzinach jej użytkowania obliczane jest szczegółowo według metodologii [3.1.6], natomiast jej przeniesienie na poziom zapotrzebowania nieodna-



wialnej energii pierwotnej jest realizowane współczynnikiem nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej określonym w rozporządzeniu, który wzbudza duże zastrzeżenia ekspertów i praktyków co do jego wielkości dla danego nośnika energii. W rozporządzeniu brak jest również wielkości współczynników nakładu energii nieodnawialnej dla energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych (np. energetyka wiatrowa, wodna, biogaz w układach kogeneracyjnych CHP).

Wymagania projektowania energooszczędnego w budownictwie i minimalizacja wielkości wskaźnika rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej EP [kWh/m²·rok] wymuszają konieczność przeprowadzenia dodatkowych analiz oceny parametrów, rzutuujących na ten wskaźnik i wpływających na jego wielkość. Wskazane jest poprawienie wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla danego jej nośnika w kolejnych nowelizacjach rozporządzeń wykonawczych przy implementacji Recastu Dyrektywy EPBD [3.1.12] w legislacji krajowej.

W znowelizowanych zapisach Recastu Dyrektywy EPBD dokonano szeregu zmian w stosunku do dotychczasowych ustaleń. Państwa zobowiązały się do przyjęcia i opublikowania najpóźniej do 9 lipca 2012 r. przepisów ustawodawczych, wykonawczych i administracyjnych niezbędnych do wykonania art. 2-18 oraz art. 20 i 27, tj. artykułów w których dokonano przekształceń w stosunku do poprzedniego zapisu w Dyrektywie EPBD. Poniżej przedstawiono najistotniejsze zmiany w Dyrektywie EPBD związane z promowaniem stosowania odnawialnych źródeł energii w budynkach.

- Odnośnie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku dopuszczono określenie charakterystyki energetycznej na podstawie obliczeń lub faktycznie zużytej ilości energii. W obliczeniach zalecono uwzględnienie norm europejskich i wymagań Dyrektywy 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Załącznik nr 1) [3.1.13]. Konieczność wprowadzenia wymagań Dyrektywy 2009/28/WE w sposób zasadniczy wymusza i promuje wykorzystanie OZE w budynkach.
- Państwa członkowskie ustalają minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej budynków w celu osiągnięcia poziomów optymalnych pod względem kosztów. Poziom optymalny pod względem kosztów oznacza taki poziom charakterystyki energetycznej, z którego wynika najniższy koszt w trakcie szacunkowego ekonomicznego cyklu życia. Szacunkowy ekonomiczny cykl życia budynku jako całości lub elementów budynku określany jest przez każde państwo członkowskie. Obliczanie poziomów optymalnych pod względem kosztów będzie prowadzone zgodnie z ramami metodologii porównawczej. Komisja do dnia 30 czerwca 2011 r. określi ramy metodologii porównawczej zgodnie z art. 23, 24, i 25. Państwa członkowskie nie mają jednak obowiązku określania minimalnych wymagań charakterystyki energetycznej, które nie są opłacalne ekonomicznie w trakcie cyklu życia.
- Dla budynków nowych powinny być rozważone możliwości stosowania systemów alternatywnych: dostawy energii opartych na energii ze źródeł odnawialnych, kogeneracji, pomp ciepła.

- Dla budynków istniejących należy zapewnić środki dla wykonania takiego zakresu termomodernizacji, aby ich charakterystyka energetyczna po wykonaniu tych przedsięwzięć spełniała minimalne wymagania charakterystyki energetycznej zgodnie z wymaganiami art. 4 (ustalenie minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej).
- Państwa członkowskie deklarują, że do dnia 31 grudnia 2020 r. wszystkie nowe budynki będą budynkami o niemal zerowym zużyciu energii, natomiast po dniu 31 grudnia 2018 r. wszystkie nowe budynki zajmowane przez władze publiczne będą budynkami o niemal zerowym zużyciu energii. Budynek o niemal zerowym zużyciu energii jest zdefiniowany jako obiekt o bardzo wysokiej jakości energetycznej, wymagający niewielkich ilości energii pochodzącej głównie z lokalnych zasobów OZE (artykuł 2, pkt 2).

Energia ze źródeł odnawialnych jest energią pochodzącą z energii wiatru, energii promieniowania słonecznego, energii aeorothermalnej, geothermalnej, energii hydrothermalnej, energii spadku wód oraz energii pozyskiwanej z biomasy lub z biogazu. Dla popierania działań na rzecz poprawy charakterystyki energetycznej budynków i przekształcania ich w budynki o niemal zerowym zużyciu energii państwa członkowskie zapewnią odpowiednie dofinansowanie i przygotują środki oraz instrumenty dla działań wspomagających realizację dyrektywy. Do dnia 30 czerwca 2011 r. sporządzą wykazy tych przedsięwzięć oraz zobowiążą się do aktualizacji i ich przedstawiania co trzy lata Komisji. Istotne jest również bezwzględne wymaganie wykonywania świadectwa charakterystyki energetycznej dla budynków lub modułów budynków nie tylko nowych ale istniejących, podlegających sprzedaży lub wynajmowaniu (co w wypadku realizacji pierwotnej Dyrektywy EPBD [3.1.11] nie jest w polskiej legislacji przestrzegane) oraz budynków zajmowanych przez władze publiczne o całkowitej powierzchni użytkowej powyżej 500 m², przy czym po 9 lipca 2015 r. próg ten obniży się do 250 m².

Jak widać z powyższego przeglądu działania unijne w zdecydowany sposób dyscyplinują państwa członkowskie do zwiększania efektywności energetycznej w budownictwie, minimalizacji zużycia paliw ze źródeł nieodnawialnych oraz stosowania w maksymalnym stopniu energii pochodzącej z odnawialnych zasobów, co powinno przyczynić się do zrównoważonego rozwoju gospodarek krajowych i w efekcie rozwoju gospodarki globalnej.

3.2. Wpływ jakości energetycznej budynków i zakresu ich termomodernizacji na wielkość urządzeń i instalacji wykorzystujących zasoby OZE

Jakość energetyczna budynku, określana przez parametry izolacyjności cieplnej (jakości budowlanej) oraz jakości systemów energetycznych, zdefiniowanej przez sprawności cząstkowe wytworzenia nośnika, akumulacji, transportu i regulacji, poprzez działania termomodernizacyjne może ulec znacznej poprawie. Na przedsięwzięcie termomodernizacyjne składa się szereg ulepszeń, pozwalających na optymalizację



zużycia energii dla celów ogrzewania i wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia. Ulepszeniem optymalizującym zużycie energii i zmniejszającym zapotrzebowanie energii dla budynków jest również zastosowanie odnawialnych źródeł energii w jego systemach energetycznych. Zgodnie z zaleceniami przekształconej wersji Dyrektywy EPBD [3.1.12], nowe budynki powinny spełniać minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej przy zastosowaniu wysoko efektywnych systemów alternatywnych, opartych na energii ze źródeł odnawialnych, kogeneracji i pomp ciepłych.

Termomodernizacja budynków optymalizująca zużycie energii polega na różnorodnych działaniach poprawiających: właściwości termoizolacyjne zewnętrznych przegród budowlanych, sprawności eksploatacyjne źródeł i systemów instalacyjnych w różnych dziedzinach zużycia energii w budynku, tj. ogrzewania i wentylacji, klimatyzacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej. Istnieje również szereg rozwiązań racjonalizujących zużycie energii elektrycznej do oświetlenia wewnętrznego w budynkach użyteczności publicznej. Celowe jest przeprowadzanie modernizacji kompleksowej obejmującej, oprócz zwiększenia termoizolacyjności cieplnej zewnętrznych przegród budowlanych, poprawę szczelności obudowy oraz modernizację: instalacji grzewczej i wentylacyjnej z uwzględnieniem obniżonego zapotrzebowania ciepła, systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, systemu chłodzenia lub klimatyzacji, a dla budynków użyteczności publicznej systemu oświetlenia wewnętrznego.

Efektom tych zabiegów jest zmniejszenie strat ciepła przez przegrody zewnętrzne oraz zmniejszenie strat użytkowania energii w zakresie ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej, oświetlenia wewnątrz budynku (użyteczności publicznej) oraz ich klimatyzacji. Jest oczywistym, że poprawa jakości energetycznej i zmniejszenie zużycia energii w budynku nie może powodować pogorszenia komfortu cieplnego, jakości powietrza w pomieszczeniach, ograniczenia ilości ciepłej wody użytkowej czy jakości oświetlenia. Zapewnienie tych standardów w komforcie użytkowania budynków wynika z wymagań technicznych, jakie powinny spełniać budynki, a ich realizacja powinna przebiegać przy efektywnym wykorzystaniu nośników energii i paliw. Wszelkie działania termomodernizacyjne wspomagane są na rynku krajowym finansowaniem zgodnie z ustawą o wspieraniu termomodernizacji i remontów [3.2.1]. Działania termomodernizacyjne dotyczą głównie istniejących zasobów budowlanych. W latach ubiegłych, zwłaszcza w okresie przed wprowadzeniem unormowań prawnych w zakresie izolacyjności przegród budowlanych, realizowane obiekty budowlane charakteryzowały się znaczną energochłonnością.

Budynki realizowane aktualnie, zgodnie z wymaganiami obowiązujących norm i przepisów technicznych (rozporządzenie WT 2008 [3.1.2], rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [3.1.7]) mają zapewnić zapotrzebowanie energii na racjonalnie niskim poziomie. Środowisko ekspertów w wielu publikacjach zwraca jednak uwagę [3.2.2], [3.2.3], [3.2.4]), że spełnienie wymagań aktualnych przepisów nie jest już wystarczające i uzasadnione ekonomicznie dla warunków strefy klimatycznej, w jakiej znajduje się Polska. W raporcie przygotowanym

przez Fundację na rzecz efektywnego wykorzystania energii dla decydentów krajowych wskazano, że aktualnie wznoszone w kraju budynki są najbardziej energochłonne w Unii Europejskiej [3.2.5], co skutkuje obecnie i będzie rzutować w przyszłości znacznymi kosztami ekonomicznymi i ekologicznymi.

Zmiana (polepszenie) właściwości cieplnych przegród zewnętrznych budynku skutkuje obniżeniem wartości współczynnika przenikania ciepła U ($W/m^2 \cdot K$) poszczególnych elementów i tym samym zmniejsza zapotrzebowanie energii użytkowej. Przedsięwzięcia termomodernizacyjne w zakresie przegród budowlanych polegają na wprowadzeniu dodatkowej warstwy izolacji zewnętrznej ścian budynku i dodatkowej izolacji stropodachów oraz obejmują wymianę stolarki okiennej i drzwiowej. Wartości współczynników przenikania dla poddanych termomodernizacji elementów winny być co najmniej równe wartościom wymagany w obowiązujących przepisach technicznych dla budynków. Oprócz tego dla racjonalnego gospodarowania energią w budynku wskazane jest prowadzenie dodatkowych działań optymalizacji jej zużycia. Należy między innymi: poprawić szczelność okien i innych otworów w przegrodach zewnętrznych, wprowadzić automatyczne zamykanie drzwi zewnętrznych do budynku, wykorzystać odzysk ciepła w systemach wentylacji mechanicznej, wprowadzić automatyczną regulację dostawy ciepła do celów grzewczych, zmodernizować źródła ciepła i sieci rozdzielcze, zastosować opomiarowanie zużycia ciepła. Wszystkie działania termomodernizacyjne powinny być poprzedzone opracowaniem audytu energetycznego, zawierającego analizę możliwości wykonania i zakresu termomodernizacji i wskazującego rozwiązanie optymalne. Największe oszczędności energii uzyskamy w budynkach o słabej izolacyjności przegród budowlanych i o niskiej sprawności systemów grzewczych. Zakres i skala przeprowadzonych prac termomodernizacyjnych w budynku mają wprost wpływ na dobór wielkości urządzeń i elementów w konfiguracji instalacji wykorzystującej zasoby OZE dla pokrycia jego potrzeb energetycznych.

Analiza przypadków zastosowania instalacji OZE w budynkach o danej jakości energetycznej

Dla zobrazowania wpływu zmian jakości energetycznej budynku, będącej wynikiem termomodernizacji na wielkość zastosowanych urządzeń i instalacji OZE w systemie grzewczym, przeprowadzono analizę wariantową dla przykładowego budynku użyteczności publicznej (typowy budynek biurowy z lat 80. poprzedniego wieku). Obliczenia charakterystyki energetycznej dla stanu istniejącego i dla wariantów termomodernizacyjnych wykonano przy wsparciu narzędziowym krajowego programu komputerowego ArCADia –TERMO- PRO 3.1 firmy INTERSoft [3.2.6]. Zapotrzebowanie energii dla przykładowego budynku użyteczności publicznej określono przy założeniu pokrycia potrzeb ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej, jak również oświetlenia wbudowanego. Przeanalizowano cztery przypadki zapotrzebowania energii użytkowej: dla stanu istniejącego i dla trzech wariantów termomodernizacji budynku, polegających na poprawie izolacyjności przegród zewnętrznych:



- T0 – stan istniejący,
- wariant T1 – ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu 15 o grubości 15 cm,
- wariant T2 – ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu 15 o grubości 15 cm oraz ocieplenie stropodachu warstwą pianki poliuretanowej o grubości 22 cm,
- wariant T3 – ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu 15 o grubości 15 cm, ocieplenie stropodachu warstwą pianki poliuretanowej o grubości 22 cm i wymiana okien i drzwi na lepsze jakościowo o współczynniku przenikania ciepła $1,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Na podstawie danych wynikowych z przeprowadzonych obliczeń bilansu energii użytkowej dla stanu istniejącego, przy pomocy programu komputerowego POLYSUN [3.2.7], przyjęto z bazy programu rozwiązanie wykorzystujące OZE w instalacjach grzewczych analizowanego budynku. Rozważania przeprowadzono bez oceny technicznych możliwości realizacji systemu OZE w budynku. Natomiast badano, jak zmienia się wielkość zastosowanych urządzeń OZE w instalacjach grzewczych przy zmianie zapotrzebowania ciepła (dla proponowanych wariantów termomodernizacji).

Przykładowy budynek użyteczności publicznej jest budynkiem biurowym pięciokondygnacyjnym o powierzchni użytkowej $2804,48 \text{ m}^2$ i kubaturze $7621,400 \text{ m}^3$, zrealizowanym w latach 80. poprzedniego wieku w technologii wielkopłytkowej, typ NRD/Fadom IW 66/PZ. Aktualnie źródłem ciepła dla pokrycia potrzeb grzewczo-wentylacyjnych jest węzeł wymiennikowy, zasilany z wysokoparametrowego układu sieci wodnej Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej (ciepło z ciepłowni węglowej). Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w elektrycznym podgrzewaczu pojemnościowym. Parametry techniczno-energetyczne stanu istniejącego przedstawiono jako T0.

W oparciu o przeprowadzone obliczenia cieplne zapotrzebowania energii, wykonane przy pomocy programu komputerowego ArCADia TERMO-PRO firmy INTERsoft [3.2.6] dla stanu istniejącego T0 i wariantów termomodernizacji T1, T2 i T3, określono zapotrzebowanie energii cieplnej dla ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. W tabeli 3.2.1 przedstawiono współczynniki przenikania ciepła dla poszczególnych wariantów termomodernizacji przegród budowlanych przykładowego budynku.

Tabela 3.2.1

Zestawienie wartości współczynników przenikania ciepła zewnętrznych przegród budowlanych dla proponowanych wariantów poprawy ich termoizolacyjności

Rodzaj przegrody	Oznaczenie	Stan istniejący T0 $U [W/m^2K]$	Wariant T1 $U [W/m^2K]$	Wariant T2 $U [W/m^2K]$	Wariant T3 $U [W/m^2K]$
1	2	3	4	5	6
Ściana zewnętrzna kondygnacyjna	SZ K	0,89	0,39	0,39	0,39
Ściana zewnętrzna piwnic	SZ P	1,05	0,21	0,21	0,21
Ściana przy gruncie piwnic	SZ G	0,99	0,21	0,21	0,21
Ściana dylatacyjna	SZ D	1,21	1,21	1,21	1,21
Podłoga piwnic (podłoga na gruncie)	PG	1,24	0,30	0,30	0,30
Stropodach	STD	0,51	0,51	0,22	0,22
Okno zewnętrzne	OZ 1	3,20	3,20	3,20	1,80
Okno zewnętrzne klatki schodowej	OZ 2	3,00	3,00	3,00	1,80
Drzwi zewnętrzne	DZ 1	3,20	3,20	3,20	1,80

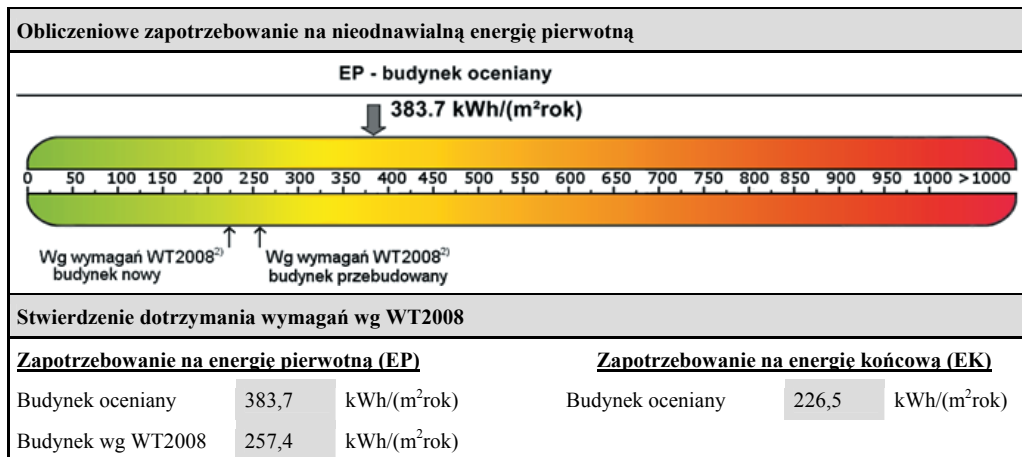
W poniższej tabeli 3.2.2 przedstawiono również wartości wskaźników EU [kWh/m^2rok] – jednostkowego zapotrzebowania na energię użytkową, EK [kWh/m^2rok] – jednostkowego zapotrzebowania na energię końcową oraz EP [kWh/m^2rok] – wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla stanu istniejącego i założonych wariantów termomodernizacji.

Tabela 3.2.2

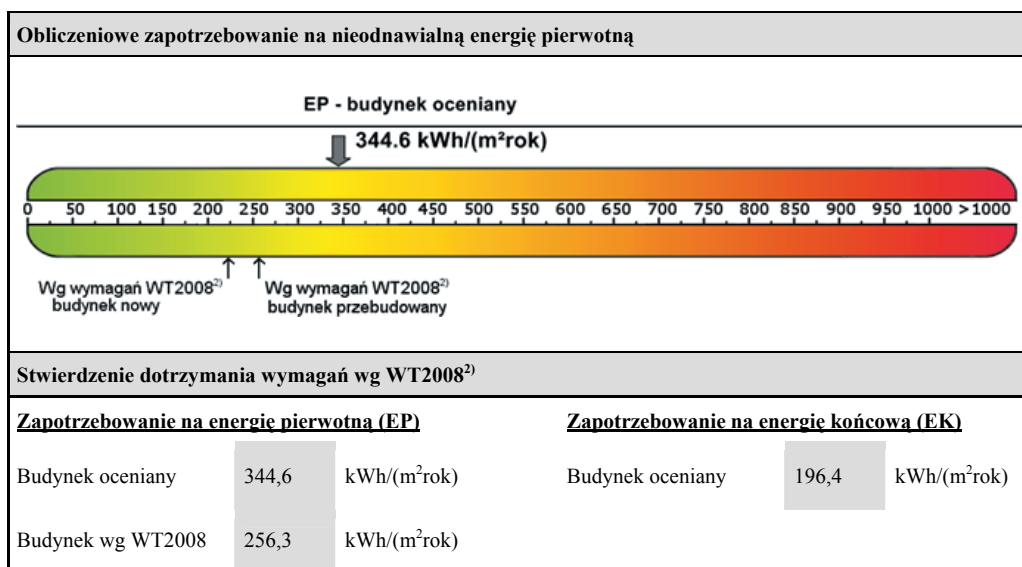
Zestawienie wskaźników energetycznych dla proponowanych wariantów poprawy termoizolacyjności budynku

Rodzaj wskaźnika	Oznaczenie	Stan istniejący T0	Wariant T1	Wariant T2	Wariant T3
1	2	3	4	5	6
Jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową	EU [kWh/m^2rok]	164,8	145,9	140,5	124,1
Jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (bez oświetlenia)	EK [kWh/m^2rok]	226,5	196,4	187,9	161,7
Jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (z oświetleniem)	EK [kWh/m^2rok]	249,3	219,2	210,7	184,4
Jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną	EP [kWh/m^2rok]	383,7	344,6	333,4	299,4

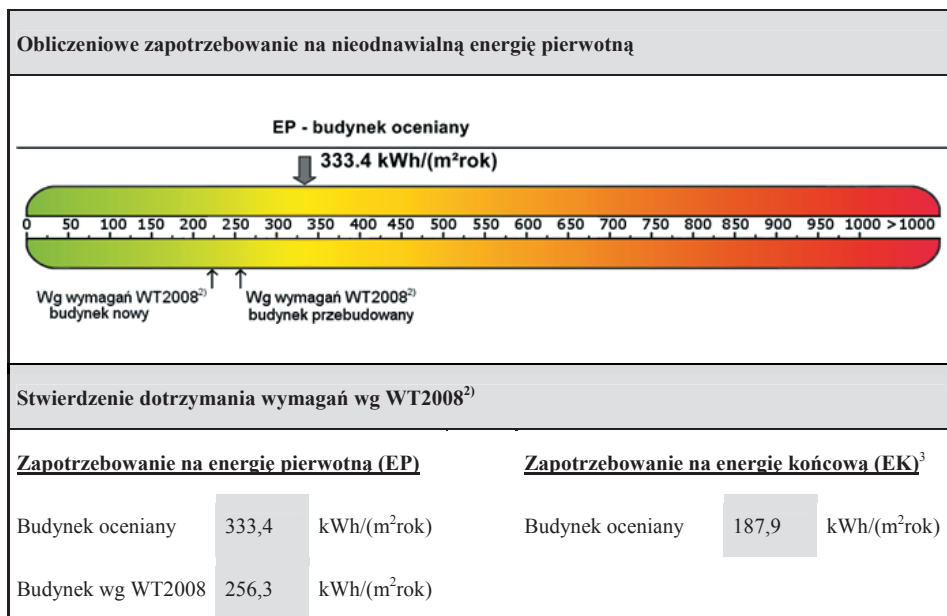
Wskaźnik EP jednostkowego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej i wskaźnik EK dla stanu istniejącego (stan odniesienia) oraz poszczególnych wariantów termomodernizacji uzyskanych w obliczeniach świadectwa charakterystyki energetycznej ocenianego budynku przedstawiono graficznie na rys. 3.2.1 – 3.2.4 w postaci suwaka ze świadectw charakterystyk energetycznych.



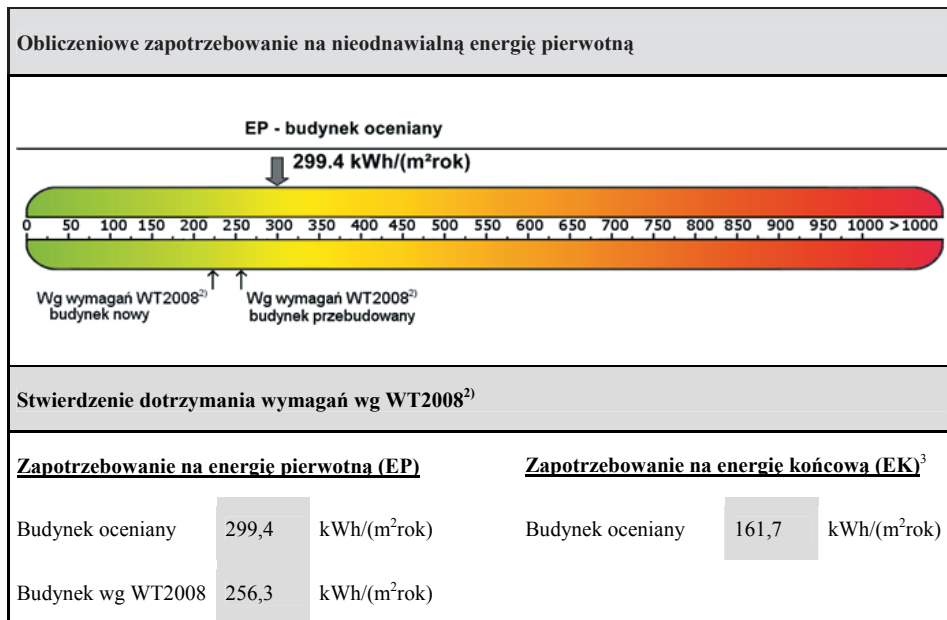
Rys. 3.2.1 Wartość wskaźników EP i EK (bez oświetlenia) ze świadectwa charakterystyki energetycznej dla stanu istniejącego T0



Rys. 3.2.2 Wartość wskaźników EP i EK (bez oświetlenia) ze świadectwa charakterystyki energetycznej dla wariantu T1

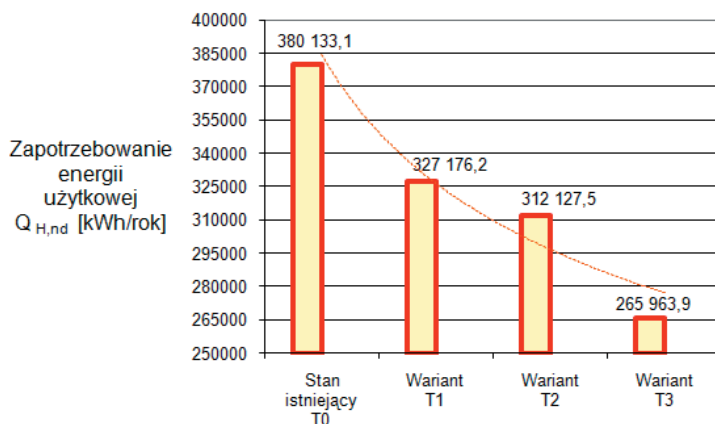


Rys. 3.2.3 Wartość wskaźników EP i EK (bez oświetlenia) ze świadectwa charakterystyki energetycznej dla wariantu T2

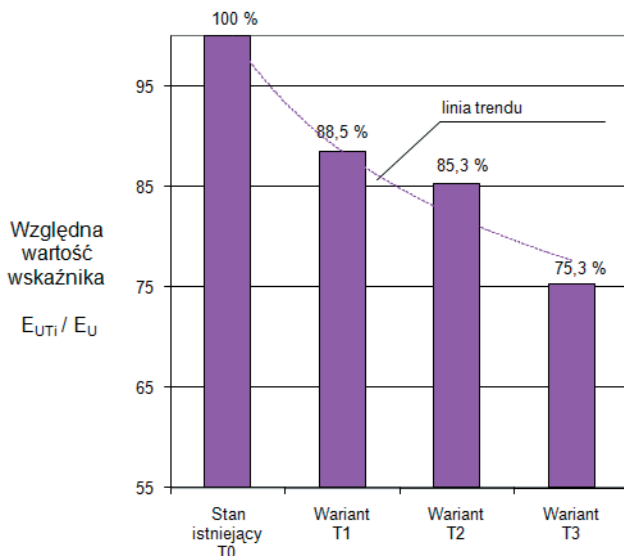


Rys. 3.2.4 Wartość wskaźników EP i EK (bez oświetlenia) ze świadectwa charakterystyki energetycznej dla wariantu T3

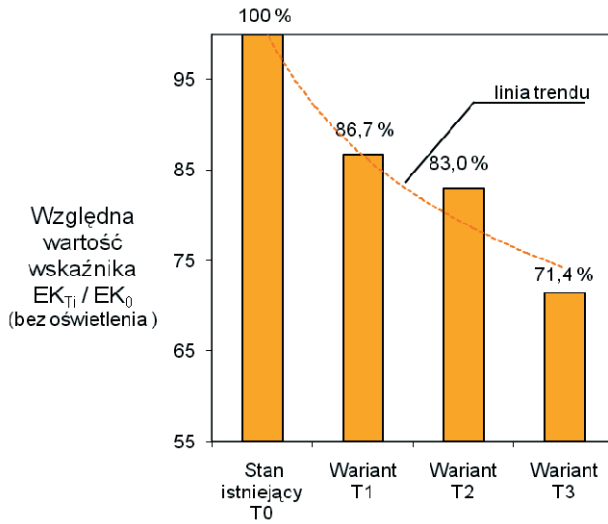
Na rys. 3.2.5 – 3.2.8 przedstawiono wpływ termomodernizacji, w poszczególnych proponowanych wariantach poprawy izolacyjności przegród, na wielkość jednostkowych wskaźników zapotrzebowania energii użytkowej EU, końcowej EK i nieodnawialnej energii pierwotnej EP.



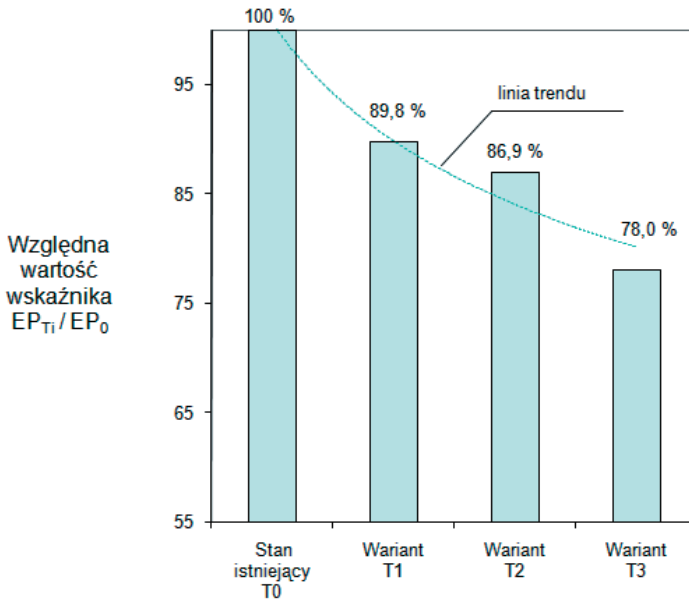
Rys. 3. 2.5 Zmiany wielkości zapotrzebowania energii użytkowej dla ogrzewania i wentylacji dla stanu istniejącego i wariantów termomodernizacji (opr. własne)



Rys. 3.2.6 Zmiany względnej wielkości wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania energii użytkowej EU dla ogrzewania i wentylacji (dla wariantów termomodernizacji w stosunku do stanu istniejącego) (opr. własne)



Rys. 3.2.7 Zmiany względnej wielkości wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania energii końcowej EK dla ogrzewania i wentylacji (dla wariantów termomodernizacji w stosunku do stanu istniejącego) (opr. własne)



Rys. 3.2.8 Zmiany względnej wielkości wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej EP dla ogrzewania i wentylacji (dla wariantów termomodernizacji w stosunku do stanu istniejącego) (opr. własne)



W analizowanym przykładowym budynku do obliczenia jednostkowych wskaźników zapotrzebowania energii użytkowej uwzględniono zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji, przygotowania ciepłej wody oraz oświetlenia. Wskaźniki jednostkowego zapotrzebowania na energię końcową, przedstawiane w świadectwie charakterystyki energetycznej dla wszystkich wariantów termomodernizacji, nie obejmują zapotrzebowania energii dla celów oświetlenia wewnętrznego. Przedstawiony wykres zmian na rys. 3.2.7 dotyczy tak określonego wskaźnika. Zgodnie z definicją jednostkowego wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej do określenia jego wielkości, uwzględniono całkowite zapotrzebowanie energii w budynku (dla ogrzewania i wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia wewnętrznego) z uwzględnieniem współczynnika w_i nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej jednakowego dla stanu istniejącego i dla wszystkich wariantów termomodernizacji.

Poprawa izolacyjności budowlanych przegród zewnętrznych ścian zewnętrznych i podłogi (w wariantcie T1 termomodernizacji) zmniejsza wskaźnik zapotrzebowania energii użytkowej o 11,5%, wskaźnik zapotrzebowania energii końcowej o 13,3%, a wskaźnik zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej o 10,2%. Analogicznie dla wariantu T2 termomodernizacji, obejmującej dodatkowo poprawę izolacyjności stropodachu, zmniejsza się wskaźnik zapotrzebowania energii użytkowej o 14,7%, wskaźnik zapotrzebowania energii końcowej o 17%, a wskaźnik zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej o 13,1%. Najbardziej znaczące obniżenie wielkości wskaźników zapotrzebowania energii na poszczególnych jej poziomach użytkowania daje termomodernizacja w wariantcie T3 (dodatkowo zmiana stolarki okiennej i drzwiowej). W wariantcie tym zmniejsza się wskaźnik zapotrzebowania energii użytkowej o 24,7%, wskaźnik zapotrzebowania energii końcowej o 28,6%, a wskaźnik zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej o 22%.

Wpływ zmian jakości energetycznej przegród budowlanych przykładowego budynku użyteczności publicznej na wielkość urządzeń z instalacjami OZE przeanalizowano dla stanu istniejącego T0 i trzech wariantów termomodernizacji T1, T2 i T3. Symulację przeprowadzono przy pomocy wybranego programu komputerowego POLYSUN [3.2.7], opracowanego przez Vela Solaris (Szwajcaria), wspomagającego wykonanie analiz wykorzystania instalacji OZE w budynkach. Zastosowanie oprogramowania jest niezastąpionym elementem przy symulacji i projektowaniu systemów ciepłych opartych na energetyce odnawialnej. Wykorzystany program POLYSUN zapewnia dużą swobodę w projektowaniu, umożliwia wykorzystanie instalacji solarnych we współpracy z innymi źródłami energii w różnych konfiguracjach. W zależności od potrzeb i zakresu zapotrzebowania energii (ciepła woda użytkowa, ogrzewanie i wentylacja, podgrzewanie basenu, chłodzenie pomieszczeń) można zastosować kolektory słoneczne, pompy ciepła powietrzne lub z kolektorami gruntowymi, pozyskujące energię geotermalną, fotowoltaikę. Przy odpowiednim określeniu założonego schematu technologicznego oblicza się: stopień pokrycia zapotrzebowania energii przez źródło OZE, ilość energii dostarczonej do zasobnika c.w.u., ilość energii wyko-

rzystanej przez pompę ciepła, straty energii, zysk z systemu słonecznego. Program POLYSUN ponadto pozwala na określenie ilości zaoszczędzonego paliwa i energii oraz stopień redukcji CO₂.

Dla różnych wartości projektowego obciążenia cieplnego budynku, obliczonych dla stanu istniejącego i trzech zakresów termomodernizacji obiektu przedstawionych powyżej, dobrano jeden szablon schematu z zastosowaniem instalacji OZE i analizowano, jak wielkość urządzeń oraz charakterystyczne parametry techniczne zmieniają się w zależności od wielkości projektowego obciążenia cieplnego w budynku.

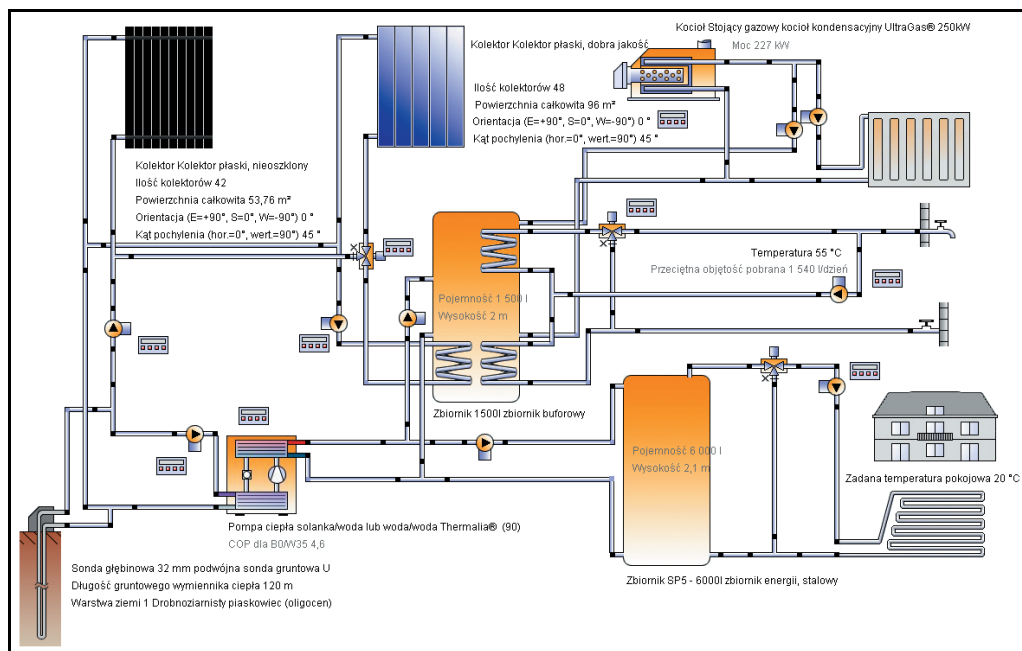
Dla przykładowego budynku użyteczności publicznej do obliczeń przyjęto proponowany przez program POLYSUN [3.2.7] schemat biwalentnego systemu równoległego dostarczania do budynku energii finalnej, oparty na kotle gazowym, pokrywającym potrzeby cieplne w okresie szczytowym oraz instalacjach OZE wykorzystujących kolektory słoneczne i sprężarkową pompę ciepła z wymiennikiem gruntowym w postaci sondy głębinowej. W układzie zastosowano dwa zbiorniki buforowe. Na rys. 3.2.9 przedstawiono schemat przyjętego systemu cieplnego z urządzeniami dobranymi dla stanu istniejącego przykładowego budynku użyteczności publicznej, tj. wariantu T0.

Schematy z doбором urządzeń dla stanu istniejącego przykładowego budynku użyteczności publicznej, tj. wariantu T0 oraz przykładowego wariantu termomodernizacji T1 przedstawiono w załączniku nr 1.

Projektowe obciążenie cieplne (zgodnie z obliczeniami wykonanymi przy pomocy programu Audytor OZC [2.2.8]) dla poszczególnych wariantów termomodernizacji wynosi:

- stan istniejący T0 176,453 kW
- wariant T1 174,414 kW
- wariant T2 169,866 kW
- wariant T3 153,659 kW

i jest podstawą obliczeń symulacyjnych programu POLYSUN.



Rys. 3.2.9 Schemat doboru urządzeń przy zastosowaniu instalacji z OZE dla stanu istniejącego – wariant T0 (wg programu POLYSUN)

Źródłem pokrywającym szczytowe zapotrzebowanie ciepła jest kocioł gazowy, dobrany dla współpracy z instalacjami OZE dla pokrycia projektowego obciążenia cieplnego. Dla poszczególnych wariantów symulacji przyjęto dla kotła moce nominalne 250 kW, 200 kW, 150 kW i 100 kW (wg typoszeregu mocy kotłów zamieszczonym w bazie urządzeń programu POLYSUN). W systemie cieplnym zaproponowano sprężarkową pompę ciepła, typu B0/W35, w której nośnikiem ciepła niskotemperaturowego jest solanka. Ciepło ze źródła dolnego, którym jest w tych przypadkach grunt, pozyskiwane jest przy pomocy pionowych podwójnych sond ziemnych o różnej długości. Energia słoneczna przekazywana jest przy pomocy kolektorów solarnych płaskich nieoszlonych i kolektorów płaskich dobrej jakości o dobranych wielkościach określonych przez program i akceptowanych przez użytkownika. Jako zbiorniki buforowe zaproponowano dwa zbiorniki o pojemności 1500 dm³ i o pojemności 6000 dm³, jednakowe dla wszystkich przypadków.

Dla tak sformułowanych założeń w tabeli 3.2.3 przedstawiono zestawienie urządzeń dla stanu istniejącego T0 i poszczególnych wariantów T1, T2 i T3 termomodernizacji przykładowego budynku użyteczności publicznej, przy zastosowaniu proponowanego przez program POLYSUN [3.2.7] schematu nr 25c systemu grzewczego, z użyciem instalacji OZE. Dla przedstawionego doboru urządzeń przeprowadzono przy wsparciu programu POLYSUN symulację i dokonano obliczeń charakterystycz-

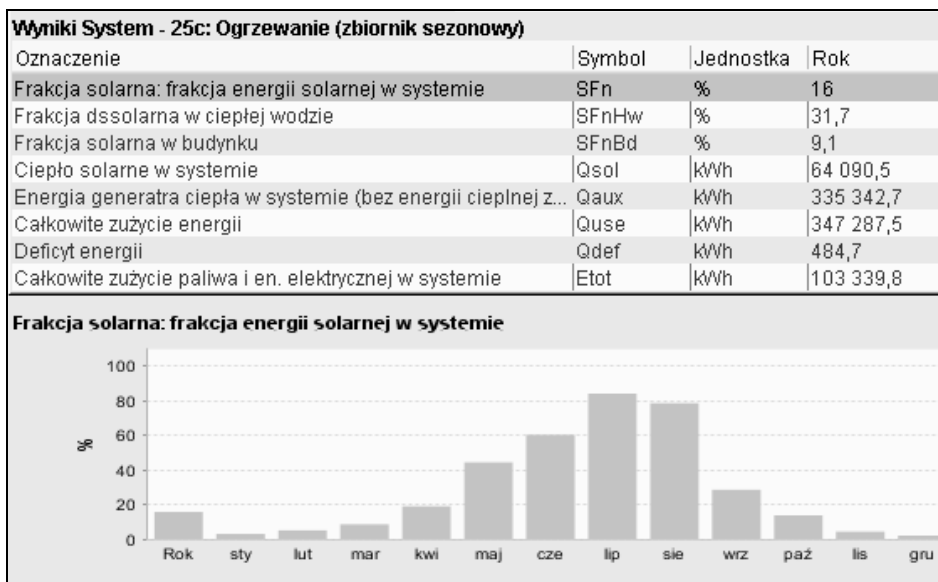
nych wielkości energetycznych dla stanu istniejącego oraz wariantów termomodernizacji przykładowego budynku użyteczności publicznej.

Na rysunkach 3.2.10 – 3.2.13 pokazano podgląd wyników symulacji dla stanu istniejącego i dla poszczególnych wariantów termomodernizacji.

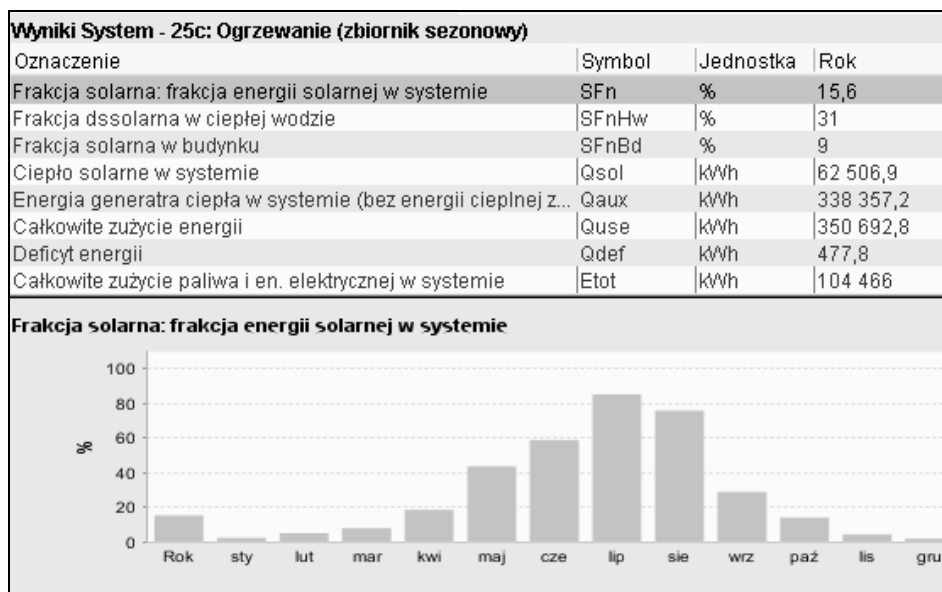
Tabela 3.2.3

**Zestawienie dobranych urządzeń instalacji OZE
dla stanu istniejącego i wariantów termomodernizacji
przykładowego budynku użyteczności publicznej
(wg obliczeń programu POLYSUN)**

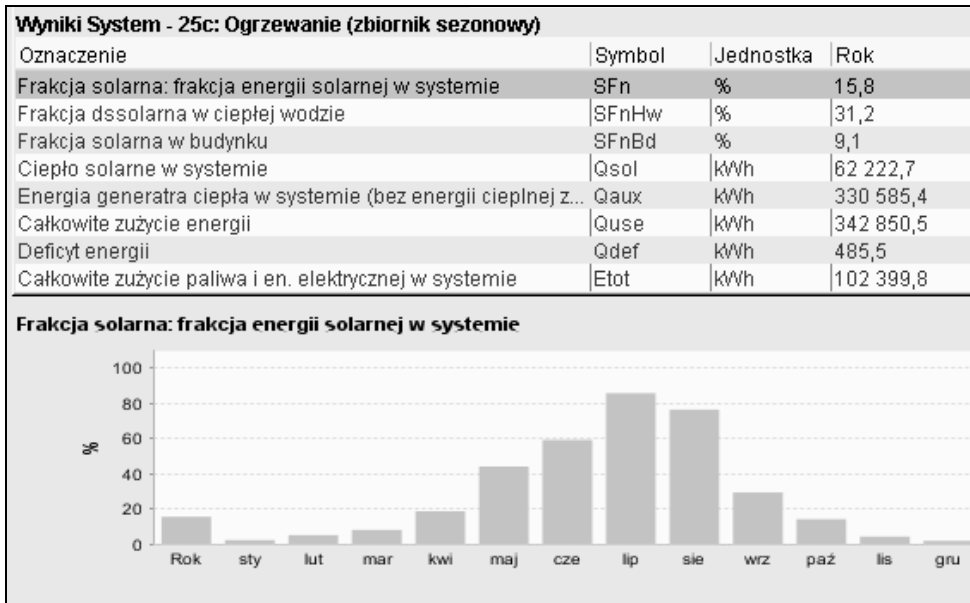
Poz.	Wyszczególnienie urządzenia	Typ urządzenia	Jednostka	T0- stan istniejący	Wariant T1	Wariant T2	Wariant T3
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Kolektor solarny	Kolektor płaski nieszkłony	szt.	42	41	41	41
			m ²	53,76	52,48	52,48	52,48
2.	Kolektor solarny	Kolektor płaski dobra jakość	szt.	48	48	48	48
			m ²	96,00	96,00	96,00	96,00
3.	Kocioł gazowy	Stojący kocioł gazowy kondensacyjny Ultra Gas 250 kW Hovalwerk AG	kW	227	-	-	-
4.	Kocioł gazowy	Kocioł gazowy bez wewnętrznej pompy	kW	-	200	150	100
5.	Zbiornik buforowy 1	Zbiornik stalowy, wys. 2,0 m	dm ³	1 500	1 500	1 500	1 500
6.	Zbiornik buforowy 2	Zbiornik stalowy SP5-6000, wys 2,1m	dm ³	6 000	6 000	6 000	6 000
7.	Pompa ciepła	Pompa ciepła solanka/woda Thermalia® (90) Hovalwerk AG COP dla B0/W35 4,6	kW	83,1	83,1	83,1	83,1
8.	Sonda gruntowa	Podwójna sonda głębino-wa 32 mm gruntowa typu U, głębokość	m	120	130	130	140



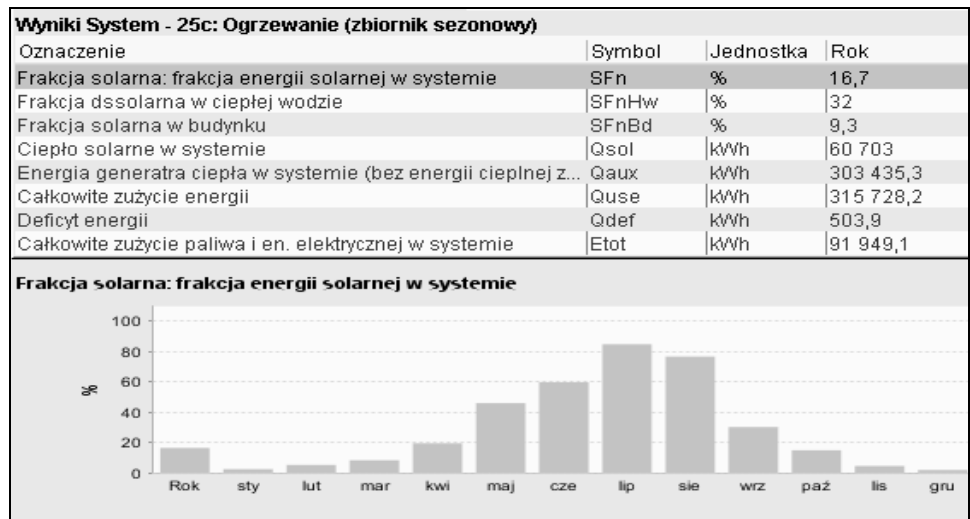
Rys. 3.2.10 Podgląd wyników dla stanu istniejącego T0 przykładowego budynku użyteczności publicznej



Rys. 3.2.11 Podgląd wyników dla wariantu termomodernizacji T1 przykładowego budynku użyteczności publicznej



Rys. 3.2.12 Podgląd wyników dla wariantu termomodernizacji T2 przykładowego budynku użyteczności publicznej



Rys. 3.2.13 Podgląd wyników dla wariantu termomodernizacji T3 przykładowego budynku użyteczności publicznej

Zwraca się uwagę na to, że obliczone w programie POLYSUN wielkości całkowitego zużycia energii różnią się nieco od wartości podanych w tabeli 3.2.2, co nie wpływa jednak w znaczący sposób na końcowe wyniki. W tabeli 3.2.4 porównano poszczególne analizowane przypadki i podano wielkość charakterystycznych wartości energetycznych instalacji OZE w zależności od projektowego obciążenia cieplnego dla danej jakości energetycznej budynku.

Tabela 3.2.4

Zestawienie wyników obliczeń charakterystyki energetycznej instalacji OZE dla stanu istniejącego i wariantów termomodernizacji przykładowego budynku użyteczności publicznej (według obliczeń programu POLYSUN)

Poz.	Wyszczególnienie parametru		Jednostka	T0- stan istniejący	Wariant T1	Wariant T2	Wariant T3	
1	2		3	4	5	6	7	
1.	Projektowe obciążenie cieplne		kW	176,5	174,4	169,9	153,7	
2.	Całkowite zużycie paliwa i energii w systemie		kWh/rok	103 339,8	104 466,0	102 399,8	91 949,1	
3.	Kolektory solarne	Ilość energii uzyskana z kolektorów słonecznych		kWh/rok	64 090,5	62 506,9	62 222,7	60 703,0
4.		Procentowe pokrycie potrzeb ciepłych przez energię słoneczną	Potrzeby systemu	%	16,0	15,6	15,8	16,7
5.			Potrzeby ogrzewania i wentylacji	%	9,1	9,0	9,1	9,3
6.			Potrzeby c.w.u.	%	31,7	31,0	31,2	32,0
7.	Maksymalna redukcja emisji CO ₂ w układzie kolektorów słonecznych		kg	10 510,6	10 388,0	10 446,7	9 922,0	
8.	Pompa ciepła	Całkowite zużycie energii elektrycznej do napędu pompy ciepła w czasie ogrzewania		kWh/rok	88 515,1	88 902,7	87 714,3	76 397,5
9.		Ilość energii uzyskana z gruntowego wymiennika ciepła		kWh/rok	187 282,8	191 894,0	186 229,1	170 660,9
10.		Całkowita redukcja emisji CO ₂ w układzie pompy ciepła		kg	127 406,0	128 804,1	125 614,2	116 413,6
11.		Długość gruntowego wymiennika ciepła (sond głębinowych)		m	1 800	1 950	1 950	2 100

Dla każdego z proponowanych wariantów istnieje możliwość przeprowadzenia symulacji dla różnych wielkości dobieranych urządzeń w celu ich optymalizacji pod względem najkorzystniejszego pozyskania odnawialnej energii z kolektorów słonecznych i pompy ciepła. Obliczenia symulacyjne mogą dotyczyć również optymalizacji pod względem redukcji emisji CO₂ lub efektów ekonomicznych. Dla zobrazowania takich możliwości przebadano, **dla stanu istniejącego T0** przykładowego budynku użyteczności publicznej, sześć wariantów doboru (T0.3-T0.8) wielkości kotła szczytowego i wielkości pompy ciepła w zastosowanym układzie technologicznym dostarczania do budynku energii cieplnej. W tabeli 3.2.5 zestawiono wyniki obliczeniowe charakterystycznych efektów technicznych dla stanu istniejącego przykładowego budynku użyteczności publicznej i dla wariantów.

Tabela 3.2.5

Analiza wpływu parametrów technicznych urządzeń w układzie technologicznym z zastosowaniem OZE na uzyskiwane efekty energetyczne i ekologiczne (dla stanu istniejącego T0)

L.p.	Wariant doboru	Moc kotła szczytowego [kW]	Wielkość i typ pompy ciepła	Sonda głębinowa	Całkowite zużycie paliwa i energii elektrycznej w systemie [kWh]	Energia uzyskana z gruntowego wymiennika ciepła [kWh]	Całkowita oszczędność energii [kWh]	Całkowita redukcja emisji CO2 [kg]
	stan odniesienia T0	227	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (90)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	103 339,80	187 282,80	237 520,60	127 406,0
1.	T0.3	150	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (70)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	102 976,90	182 468,50	233 822,20	125 422,2
2.	T0.4	150	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (50)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	116 495,70	160 963,80	211 676,60	113 543,3
3.	T0.5	100	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (70)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	103 095,20	182 380,70	233 775,30	125 397,0
4.	T0.6	100	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (50)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	116 479,80	160 915,80	211 520,10	113 459,4
5.	T0.7	50	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (70)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	104 198,30	181 925,20	233 326,10	125 156,1
6.	T0.8	50	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (50)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	111 176,90	161 117,40	211 825,80	113 623,4

Dokonano porównania przykładowych wielkości energetycznych dla różnych wielkości kotła szczytowego i jednej wielkości pompy ciepła, co przedstawiono w wynikach zamieszczonych w tabelach 3.2.6 i 3.2.7.

Wyniki obliczeniowe przedstawionych w analizach przypadków, tj. stanu istniejącego T0 i wariantu termomodernizacji T1, zawarte są w raportach szczegółowych zamieszczonych w załączniku nr 1. Do raportów dołączono wykresy przepływów energii w analizowanym budynku w postaci wykresów Sankey'a, wykonane w specyficznej stylizacji programu POLYSUN.

Tabela 3.2.6

Tabela porównawcza dla różnych wielkości kotła szczytowego i pompy ciepła Thermalia® (70)

Lp.	Wariant analizy	Moc kotła szczytowego [kW]	Wielkość i typ pompy ciepła	Sonda głębinowa	Całkowite zużycie paliwa i energii elektrycznej w systemie [kWh]	Energia uzyskana z runтового wymiennika ciepła [kWh]	Całkowita oszczędność energii [kWh]	Całkowita redukcja emisji CO ₂ [kg]
	stan odniesienia T0	227	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (90)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	103 339,80	187 282,80	237 520,60	127 406,0
1.	T0.3	150	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (70)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	102 976,90	182 468,50	233 822,20	125 422,2
2.	T0.5	100	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (70)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	103 095,20	182 380,70	233 775,30	125 397,0
3.	T0.7	50	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (70)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	104 198,30	181 925,20	233 326,10	125 156,1

Użyty program wspomaganie komputerowe POLYSUN jest jednym z narzędzi pozwalających na intensyfikację zastosowań odnawialnych źródeł energii w budownictwie.

Tabela 3.2.7

Tabela porównawcza dla różnych wielkości kotła szczytowego i pompy ciepła Thermalia® (50)

L.p.	Wariant analizy	Moc kotła szczytowego [kW]	Wielkość i typ pompy ciepła	Sonda głębinowa	Całkowite zużycie paliwa i energii elektrycznej w systemie [kWh]	Energia uzyskana z gruntowego wymiennika ciepła [kWh]	Całkowita oszczędność energii [kWh]	Całkowita redukcja emisji CO ₂ [kg]
stan odniesienia T0		227	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (90)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	103 339,80	187 282,80	237 520,60	127 406,0
1	T0.4	150	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (50)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	116 495,70	160 963,80	211 676,60	113 543,3
2	T0.6	100	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (50)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	116 479,80	160 915,80	211 520,10	113 459,4
3	T0.8	50	Pompa ciepła solanka/woda typ Thermalia® (50)	Podwójna sonda gruntowa U 32 mm głębokość 120 m	111 176,90	161 117,40	211 825,80	113 623,4

Zarówno w jednym jak i drugim przypadku zastosowanie jednej wielkości pompy ciepła dla zmniejszającej się mocy grzewczego kotła szczytowego skutkuje pozyskaniem energii z gruntowego wymiennika ciepła oraz całkowitą oszczędnością energii i redukcją emisji CO₂ w zbliżonych ilościach. Przy tej samej mocy gazowego kotła szczytowego zastosowanie większej mocy pompy ciepła typu Thermalia® (70) daje wzrost o ponad 13% pozyskania energii z gruntowego wymiennika ciepła, jak również wrastają o ponad 10% całkowite oszczędności energii i redukcje emisji CO₂.

Dla pełnej optymalizacji przyjęcia do realizacji rozwiązania technologicznego, na etapie projektu technicznego powinny być każdorazowo wykonywane szczegółowe analizy ekonomiczne poszczególnych wariantów dla bieżących danych cenowych wskazanych producentów urządzeń. Aktualnie program wspomaganie komputerowego POLYSUN [3.2.7] nie daje możliwości analizy ekonomicznej w oparciu o bazę danych katalogowych.

3.3. Badanie wpływu jakości energetycznej budynku na wielkość wskaźników zapotrzebowania energii użytkowej, energii końcowej i nieodnawialnej energii pierwotnej

Wielkości wskaźników EK i EU wynikają w jednoznaczny sposób z charakterystyki energetycznej obiektu. Obrazują stan izolacyjności przegród zewnętrznych, sprawności systemów grzewczych, wentylacyjnych lub klimatyzacyjnych, sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, rodzaju i sprawności źródeł ciepła. Wielkość wskaźnika EP rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej jest zależna od sposobu zaopatrzenia budynku w nośniki energetyczne.

Dla istniejącego bądź projektowanego budynku przeprowadza się obliczenia zapotrzebowania energii użytkowej, energii końcowej i energii pierwotnej pochodzącej z nieodnawialnych źródeł, zgodnie z obowiązującymi aktami prawnymi [3.3.1], [3.3.2], [3.3.3], [3.3.11] oraz rozporządzeniami wykonawczymi, normami i warunkami technicznymi [3.1.1], [3.1.2], [3.1.3], [3.1.4], [3.1.6], [3.1.7]. Wielkości obliczeniowe (porównywane z wartościami referencyjnymi) są podstawowymi wielkościami do wyznaczenia charakterystyki energetycznej budynku i sporządzenia jej świadectwa. Na wielkość zużycia energii użytkowej w budynku, świadczącej o faktycznym jej zapotrzebowaniu w określonej osłonie bilansowej, mają wpływ między innymi: współczynnik kształtu (stosunek A/V_e), zakres i rodzaj wyposażenia w poszczególnych dziedzinach jej zużycia, termoizolacyjność przegród przezroczystych i nieprzezroczystych, wielkość zysków solarnych i cieplnych zysków wewnętrznych. Energia końcowa, jako inny poziom zużycia energii, jest uzależniona od rodzaju zastosowanych instalacji i ich sprawności wytwarzania, akumulacji, transportu i regulacji. Wynikowy wskaźnik EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej uzależniony jest z kolei od rodzaju nośnika energii, scharakteryzowanego przez współczynnik w_i nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie dostarczenie nośnika lub energii do budynku.

Przedmiotem szeregu istniejących analiz i opracowań jest wpływ jakości energetycznej budynku na wielkość tych wskaźników. Do oceny jakości energetycznej budynku i jej wpływu na te wskaźniki wymagana jest analiza poszczególnych komponentów budowlanych, a mianowicie: typu budynku, jakości cieplnej obudowy, rodzaju i zakresu dziedzin użytkowania energii, jakości systemów zaopatrzenia wraz z instalacjami wewnętrznymi, źródeł i sposobu wytwarzania. O jakości cieplnej budynku i zapotrzebowaniu energii na ogrzewanie i wentylację decydują głównie parametry izolacyjności obudowy budynku, tj. przegród nieprzezroczystych i przezroczystych. Przegrody te kształtują wielkość straty ciepła przez przenikanie, przy uwzględnieniu współczynników przenikania mostków cieplnych, współczynników przenikania ciepła przez podłogę, współczynników strat ciepła przez wentylację i szczelności obudowy wpływającej na skalę infiltracji powietrza. Na wielkość tych strat wpływają ponadto zyski ciepła od promieniowania słonecznego i wewnętrzne zyski ciepła. Straty ciepła

przegród przezroczystych (straty przez stolarkę budowlaną oceniane są na 10-15%) uzależnione są od przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez oszkleenie, od orientacji budynku względem stron świata i współczynnika korekcyjnego nachylenia połąci dachowej (w wypadku usytuowania okna w dachu) do poziomu.

Warunki techniczne [3.1.1] - [3.1.4] określają wymagania związane z oszczędnością energii podając graniczne wartości izolacyjności termicznej okien, drzwi i drzwi balkonowych oraz powierzchni przezroczystej okien (w pomieszczeniu i w budynku). Obliczenia współczynnika przenikania okien dokonuje się zgodnie ze wzorem normy [3.3.6], uwzględniając: powierzchnię i współczynnik przenikania ciepła szyby, powierzchnię i współczynnik przenikania ciepła ramy i wartość mostka liniowego oraz jego długość. Zgodnie ze tym wzorem obliczeniowym okna wykonane z tych samych materiałów, ale o różnych wymiarach mogą mieć inne parametry izolacyjności cieplnej. Maksymalną powierzchnię okien w budynku określono w stosunku do powierzchni rzutu poziomego kondygnacji (obliczoną według wzoru) dla budynku mieszkalnego, zbiorowego zamieszkania i budynku użyteczności publicznej oraz w stosunku do powierzchni elewacji i ilości kondygnacji dla budynku produkcyjnego, magazynowego i gospodarczego (15% dla budynków jednokondygnacyjnych i 30% dla budynków wielokondygnacyjnych). Ponadto wprowadzono ograniczenie wielkości współczynnika przepuszczalności energii całkowitej okna oraz przegród szklanych i przezroczystych. W obliczeniach należy uwzględniać współczynnik korekcyjny redukcji promieniowania słonecznego przy stosowaniu urządzeń przeciwsłonecznych (osłaniających).

W artykule [3.3.7] przedstawiono, jaki wpływ na jakość charakterystyki energetycznej mają przegrody przezroczyste budynku. Przeanalizowano budynek zużywający energię do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Budynek o kubaturze 2442,17 m³ zasilany jest z kompaktowego węzła cieplnego, wyposażonego w automatykę pogodową. Przy danej wartości współczynnika przenikania przegrody przezroczystej $U=1,8$ W/(m²·K) obliczono następujące parametry izolacyjności: współczynnik przepuszczalności energii całkowitej g_c , współczynnik strat ciepła przez przenikanie przez przegrodę H_{tr} [W/K], współczynnik strat ciepła w miejscach mostków liniowych H_{tr} [W/K] i współczynnik strat ciepła łącznie H_{tr} [W/K]. Dla takich danych określono wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej EP [kWh/(m²·rok)], którego wielkość spełniała warunki referencyjne. W dalszej kolejności dokonywano zmian izolacyjności termicznej stolarki okiennej poprzez zmianę współczynnika U i porównywano wynikowe wielkości wskaźnika EP.

Z analizy przypadków wynikają następujące wnioski:

- zmniejszenie wartości EP o 10% można uzyskać, stosując niewiele droższą stolarkę okienną o współczynniku przenikania $U=1,3-1,2$ W/(m²·K) z przeszkleniem dwuszybowym,
- nie jest korzystne stosowanie w budynkach ogrzewanych bez chłodzenia stolarki okiennej z przeszkleniem trójszybowym, gdyż ma to niewielki wpływ na zmniejszenie wskaźnika EP, powoduje natomiast zmniejszenie zysków ciepła od promieniowania słonecznego w sezonie grzewczym,

- dla zwiększenia zysków ciepła od promieniowania słonecznego w zimie (pozyskiwanie energii słonecznej) i ograniczenia ich w lecie (co powoduje przegrzewanie pomieszczeń) wskazane jest stosowanie osłon przeciwsłonecznych działających okresowo,
- nieopłacalne ekonomicznie może być stosowanie stolarki niskoenergetycznej $U < 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ lub pasywnej $U < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ i może być rozważane raczej w budynkach wyposażonych w instalację chłodzenia.

W opracowaniu [3.1.8] przedstawiono, jak parametry ochrony cieplnej budynku zmieniają wielkość wskaźnika EP rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej. Przeanalizowano budynek wielorodzinny wyposażony w instalacje ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Rozpatrzono różne warianty ochrony cieplnej budynku i założono obliczeniowe współczynniki przenikania ciepła przegród budowlanych, zgodnie z historycznymi zmianami krajowych przepisów:

- wariant oznaczony PN1991 – dotyczy budynku realizowanego zgodnie z normą PN-B-02020:1991 [3.3.8];
- wariant oznaczony WT2002 – dotyczy budynku, którego przegrody spełniają wymagania rozporządzenia [3.1.1] i wskaźnik E_o kWh/(m³·rok);
- wariant oznaczony WT2008 plus – dotyczy budynku energooszczędnego o parametrach wyższych niż wymagane wg WT2008 bez uwzględnienia mostków termicznych;
- wariant WT2008 - parametry ochrony cieplnej budynku zgodne z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. [3.1.2].

W poszczególnych wariantach wartości współczynników przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych wahają się od 0,538 W/(m²·K) do 0,201 W/(m²·K); dla stropodachu od 0,273 W/(m²·K) do 0,143 W/(m²·K) dla stropu nad piwnicą nieogrzewaną od 0,588 W/(m²·K) do 0,222 W/(m²·K) i dla okien od 2,6 W/(m²·K) do 1,0 W/(m²·K). Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU kształtują się w granicach od 89,3 kWh/(m²·rok) do 34,2 kWh/(m²·rok). Takie warianty parametrów ochrony cieplnej przeanalizowano w zestawieniu z wariantami różnych rodzajów źródeł ciepła (od kotłowni węglowej do kotłowni na biogaz), określono wskaźniki zapotrzebowania na energię pierwotną i porównano z wartościami referencyjnymi.

Z przeprowadzanych analiz wynika jednoznacznie bezpośredni wpływ parametrów jakości cieplnej budynku na wartość wskaźnika zapotrzebowania energii użytkowej EU i energii końcowej EK. Wyższy standard termoizolacyjności przegród budowlanych przekłada się w sposób proporcjonalny na zmniejszenie zużycia energii użytkowej i energii końcowej. Wskaźnik EP_{H+W} rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody jest natomiast w zasadniczy sposób uzależniony od doboru źródła ciepła (od współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla wybranego nośnika energii). Jakość termiczna przegród budowlanych w mniejszym stopniu wpływa na jego wartość.

Zużycie energii w budynku uzależnione jest w głównej mierze od jego typu, wymaganych dziedzin zaopatrzenia w energię, rodzaju i zakresu wymaganego wyposażenia. W budynkach mieszkalnych jednorodzinnych i wielorodzinnych jest to z reguły zapotrzebowanie energii na pokrycie potrzeb ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. W przedstawionym opracowaniu [3.1.8] przeprowadzono również analizę wpływu sposobu zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową na wskaźnik skumulowany EP_{H+W} łącznie w dziedzinie ogrzewanie i wentylacja oraz przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Uzyskanie wartości wymaganego wskaźnika EP_W rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną przez system do przygotowania ciepłej wody użytkowej (dla budynku ocenianego) jest utrudnione z uwagi na bardzo niską wartość referencyjną tego wskaźnika, uzależnioną od powierzchni budynku a nie od ilości użytkowników i jednostkowego zużycia ciepłej wody. W związku z tym, pomimo dotrzymania wymaganych warunków izolacyjności termicznej przegród budowlanych, uzyskanie wartości referencyjnej skumulowanego wskaźnika EP_{H+W} może być trudne do osiągnięcia (bez zastosowania źródła wytwarzania nośnika energii o małej wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej). Również zmiany wyposażenia kuchni i łazienek w lokalach mieszkalnych budynku wpływają na wielkość strumienia powietrza wentylacyjnego. Straty ciepła przez wentylację, stanowiące (w przedstawionych wariantach) od 49% do 61% udziału w całkowitych rocznych stratach budynku wskazują na znaczny wpływ strumienia powietrza wentylacyjnego na wielkość wskaźnika EP_H rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla ogrzewania i wentylacji. Tym samym wielkość strumienia powietrza wentylacyjnego determinuje wartość graniczną wskaźnik EP_{H+W} rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Poziom energii końcowej i jej wskaźnik EK [$kWh/(m^2 \cdot rok)$] zależny jest od całkowitej (totalnej) sprawności źródeł i instalacji odbiorczych. Zapotrzebowanie na tę energię wpływa na szacunkową wielkość kosztów eksploatacyjnych, ponoszonych dla pokrycia energetycznych potrzeb użytkowych budynku. Z porównania wskaźników EK rocznego zapotrzebowania energii końcowej i EP rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej wynika, że niskie współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, określone zgodnie z metodologią [3.1.6], mogą minimalizować wysokie zapotrzebowanie energii końcowej.

W budynkach zamieszkania zbiorowego (hotel, pensjonat, dom studencki itp.) oraz w budynkach użyteczności publicznej potrzeby energetyczne obejmują cztery dziedziny zużycia energii, w tym zapotrzebowanie energii dla instalacji wentylacji mechanicznej, chłodzenia i oświetlenia. W zależności od funkcji obiektu, jego wyposażenia, rodzaju wentylacji, źródeł ciepła, zastosowanego (lub nie) układu chłodzenia w opracowaniu [3.1.10] przedstawiono wpływ tych parametrów na wielkość EP rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej. Do analizy porównawczej przyjęto dwa budynki o jednakowych parametrach budowlanych: budynek hotelowy i budynek biurowy. Pod względem ochrony termicznej budynki spełniają wymagania aktualnych warunków technicznych [3.1.2].

Dla budynków określono zgodnie z rozporządzeniem [3.1.2] wskaźniki referencyjne $EP_{H+W+C,ref}$ – dla budynku zamieszkania zbiorowego (hotelu) i $EP_{H+W+C+L,ref}$ – dla budynku użyteczności publicznej. W hotelu wskaźnik określono dla zużycia energii do ogrzewania i wentylacji, przygotowania ciepłej wody oraz chłodzenia i wentylacji. W budynku użyteczności publicznej uwzględniono dodatkowo potrzeby oświetlenia wbudowanego. Przeanalizowano warianty zastosowania różnych rodzajów źródeł ciepła (kotłownia węglowa KW, tradycyjna kotłownia olejowo- gazowa KGO, kotłownia gazowa kondensacyjna KGK, sprężarkowa pompa ciepła PC, kotłownia gazowa kondensacyjna z układem kolektorów słonecznych dla pokrycia 50% zapotrzebowania c.w.u. KGK+KS50, węzeł cieplny wysokoparametrowy WC i kocioł na biomasę KB) oraz warianty użytkowania wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z uwzględnieniem opcji z chłodzeniem lub bez chłodzenia budynku. Badania przedstawiają, w jaki sposób kształtują się rzeczywiste obliczeniowe wartości wskaźnika EP w poszczególnych wariantach rozważań, przy czym całkowita wartość wskaźnika zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku jest sumą składowych: EP_H wskaźnika określonego dla ogrzewania i wentylacji, EP_W określonego dla przygotowania ciepłej wody użytkowej, EP_C określonego dla chłodzenia i wentylacji oraz EP_L określonego dla oświetlenia wbudowanego.

Na podstawie porównań wyników wskazano możliwości racjonalnego sterowania ilością powietrza wentylacyjnego w zależności od profilu użytkowania (w stosunku do wielkości normatywnych), względnie stosowania odzysku powietrza, jako środków do zmniejszenia zapotrzebowania na energię pierwotną. Zastosowane rodzaje rozwiązań technicznych i warunki eksploatacji determinują uzyskanie wartości EP_H poniżej wartości referencyjnej $EP_{H,ref}$. W budynku hotelowym znacznym składnikiem zużycia energii jest zapotrzebowanie energii dla celów przygotowania ciepłej wody użytkowej. W tym wypadku nie występują jednak znaczne przekroczenia wartości referencyjnych $EP_{W,ref}$ [3.1.2]. Wartości te, dla budynków użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego w odróżnieniu od budynków mieszkalnych, obliczane są przy uwzględnieniu jednostkowego zapotrzebowania, ilości użytkowników i czasu użytkowania instalacji.

Znaczący udział w zapotrzebowaniu energii pierwotnej budynku użyteczności publicznej ma energia na potrzeby oświetlenia. Przy stosowaniu ręcznej regulacji oświetlenia wbudowanego obliczeniowa wartość wskaźnika EP_L kształtuje się o około 11% powyżej wskaźnika referencyjnego $EP_{L,ref}$. Wskazuje się na możliwości automatycznego sterowania oświetleniem poprzez obniżanie poziomu natężenia oświetlenia, wykorzystywanie światła dziennego i wykorzystanie nieobecności użytkowników. Dla minimalizacji zapotrzebowania energii do chłodzenia i wentylacji budynku przeanalizowano sposoby ograniczenia promieniowania słonecznego. Porównano stosowanie okien z ruchomymi zasłonami oraz okien z powłokami selektywnymi. Uzyskanie obliczeniowej wartości wskaźnika EP_C zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla chłodzenia niższej od referencyjnej jego wartości $EP_{C,ref}$ jest możliwe w zasadzie przy zastosowaniu przegród oszklonych o współczynniku przepuszczalności g_c zgodnym z wymaganiami warunkach technicznych [3.1.2].

Na podstawie analiz wykazano w omawianym opracowaniu [3.1.10], że budynki z chłodzeniem uzyskują korzystniejsze, względem wartości referencyjnych, wartości obliczeniowe wskaźnika EP_{H+W+C} i $EP_{H+W+C+L}$ zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną od budynków bez instalacji chłodzenia. Wynika to z niższej wartości wskaźnika EP_C od wartości referencyjnej $EP_{C,ref}$. Wartości referencyjne $EP_{C,ref}$ dla chłodzenia (według [3.1.2]) stwarzają zatem rezerwę dla większego zapotrzebowania na energię pierwotną w innych dziedzinach ocenianego budynku.

Głównym założeniem przy wprowadzaniu do legislacji polskiej przepisów Unii Europejskiej dotyczących oszczędności energetycznych, jest optymalizacja i minimalizacja zużycia energii oraz podnoszenie efektywności energetycznej, głównie w budownictwie odpowiedzialnym za zużycie w skali globalnej około 40% energii. Aktualizacja warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [3.1.1]-[3.1.4], wprowadzenie rozporządzenia o metodologii [3.1.6] oraz perspektywnie implementowanie przekształconej Dyrektywy EPBD [3.1.12], narzuca racjonalizację zużycia w projektowaniu i termomodernizacji budynków. Przepisy te wprowadzają konieczność opracowania charakterystyki energetycznej budynku i jego świadectwa, w którym przedstawione jest zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej przy pomocy wskaźnika EP [kWh/(m²·rok)], tym samym informują o zużyciu energii końcowej i energii użytkowej poprzez podanie wskaźnika EK [kWh/(m²·rok)] i wskaźnika EU [kWh/(m²·rok)].

Na podstawie rzeczywistych danych, uzyskanych ze świadectw i projektów zawierających charakterystyki energetyczne budynków, opracowanych z użyciem programu BuildDesk Energy Certificate Professional oraz przy pomocy systemu *BuildDesk Analytics*, przeprowadzono i opracowano w firmie BuildDesk szereg zestawień i materiałów poglądowych na temat efektywności energetycznej budownictwa w Polsce. Materiały przedstawiane w czasopismach specjalistycznych obrazują stan potrzeb energetycznych budynków istniejących i projektowanych. Z analizy przedstawionej w opracowaniach [3.3.9], [3.3.12] wynika, że średnia wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową w Polsce waha się w zależności od rodzaju budynku od 85,80 do 343,69 [kWh/(m²·rok)], przy czym budynki mieszkalne jednorodzinne i wielorodzinne uzyskują wartości znacznie wyższe od średnich europejskich. Przeanalizowano również średnie wskaźniki rocznego zapotrzebowania energii pierwotnej EP i końcowej EK w poszczególnych regionach kraju. Wynika z nich duże zróżnicowanie potrzeb energetycznych w zależności od lokalizacji budynków. Przedstawione dane charakterystyk energetycznych mogą być przydatne w opracowaniach planów zagospodarowania przestrzennego i polityki energetycznej na danym terenie.

W budynkach mieszkalnych najbardziej istotną dziedziną zużycia energii końcowej w budynku jest ogrzewanie, które stanowi 76% jej całkowitej konsumpcji. Przez modernizację systemu ogrzewania oraz minimalizację strat ciepła można poprawić efektywność energetyczną w mieszkalnictwie i w obiektach użyteczności publicznej.

Z przeprowadzonych krajowych analiz [3.3.10] wynika, że obowiązujące warunki techniczne [3.1.2] nie gwarantują zużycia energii na optymalnym, ekonomicznie uzasadnionym, poziomie. Wymagane wartości współczynników przenikania ciepła dla budynków aktualnie nowych, w przyszłości tj. po 10, 20 latach ich użytkowania, nie będą gwarantowały minimalnego zużycia energii i będą odbiegały od wartości uzasadnionych ekonomicznie. Na podstawie wykonanych certyfikatów w latach 2009 i 2010 stwierdza się, że spełnienie warunku wymaganej wartości wskaźnika zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej EP nie zapewnia racjonalnego zużycia energii i ciepła. I tak, dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych, wielorodzinnych i budynków niemieszkalnych, średnio 38% budynków ma spełnione wartości granicznego wskaźnika EP, natomiast 62% budynków ich nie ma. Wynika to z alternatywnego zapisu w warunkach technicznych, który pozwala zrealizować wymóg zużycia energii na racjonalnie niskim poziomie dwoma sposobami. Zgodnie z §329 WT2008 ust. 2 punkt 1) i 2) [3.1.2], za równoznaczne ze spełnieniem warunku granicznego wielkości EP jako warunku energetycznego jest spełnienie wymagań izolacyjności cieplnej budynku czyli obciążenia cieplnego (mocy cieplnej).

Dodatkowo w omawianym raporcie [3.3.10] dokonano analizy dwóch identycznych geometrycznie budynków jednorodzinnych, które różnią się parametrami przegród budowlanych, instalacjami grzewczymi i ciepłej wody użytkowej. Oba budynki mają jednakowe wartości referencyjne wskaźnika EP_{ref} , określone według wymagań warunków technicznych. Pomimo to różnią się znacznie wielkościami wskaźnika zapotrzebowania energii użytkowej EU i wskaźnika energii końcowej EK. Te wielkości obrazują rzeczywiste zapotrzebowanie energii dla budynku i mogą służyć do przewidywania kosztów eksploatacji. Wynika z tego, że spełnienie warunku dotyczącego wielkości referencyjnej wskaźnika EP_{ref} nie gwarantuje optymalnego i racjonalnego zużycia energii.

3.4. Uwagi do krajowej metodologii i propozycje zmian we wzorze świadectwa charakterystyki energetycznej budynku

Zalecenia Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. (Dyrektywa EPBD) [3.1.13] w sprawie charakterystyki energetycznej budynków narzuciły obowiązek wprowadzenia do legislacji poszczególnych krajów członkowskich rozporządzenia o wykonywaniu charakterystyki energetycznej budynku i jej świadectwa. Krajowym unormowaniem tego wymogu jest rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240) [3.1.6]. Wraz z dodatkowymi rozporządzeniami wykonawczymi do ustawy Prawo budowlane [3.3.2], [3.3.3], [3.3.11], dotyczącymi warunków technicznych wykona-

nia i odbioru robót budowlanych [3.1.1]-[3.1.4] oraz projektu budowlanego [3.1.7], stanowi podstawę prawną działań zmierzających do poprawy jakości energetycznej istniejących zasobów budowlanych i minimalizacji zużycia energii w budownictwie aktualnie realizowanym.

Zarówno rozporządzenie o metodologii [3.1.6] jak i o warunkach technicznych [3.1.1]-[3.1.4], zgodnie z ogólną opinią krajowych ekspertów do spraw budownictwa i energetyki, nie ustrzegło się wielu wad i nieścisłości, które powinny być poprawione w jak najkrótszym czasie. Niejednoznaczność podstawy obliczeniowej jest powodem wadliwej jakości wykonywanych obecnie (według tych przepisów) projektowych charakterystyk energetycznych budynków bądź świadectw ich charakterystyki energetycznej.

Wynikowym wskaźnikiem jakości energetycznej budynku, przedstawianym w świadectwie jego charakterystyki, jest wskaźnik EP [kWh/(m²·rok)] rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej, niezbędnej do zaspokojenia różnych potrzeb związanych z użytkowaniem, odniesiony do powierzchni użytkowej o regulowanej temperaturze. Innymi wskaźnikami, przedstawianymi przy określaniu charakterystyki energetycznej budynku, są: wskaźnik EK [kWh/(m²·rok)] rocznego zapotrzebowania energii końcowej, obrazujący wielkość zużycia energii z uwzględnieniem sprawności instalacji ogrzewania, ciepłej wody użytkowej, wentylacji, chłodzenia i zużycia energii na potrzeby oświetlenia wbudowanego w przypadku budynków użyteczności publicznej oraz wskaźnik EU [kWh/(m²·rok)] rocznego zapotrzebowania energii użytkowej. Wszystkie wielkości wymienionych wskaźników obliczane są zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240) [3.1.6].

W aktualnej metodologii [3.1.6] znaleziono szereg błędów redakcyjnych, błędów w układzie rozporządzenia i, niestety, szereg błędów merytorycznych. Wiele niejasności definicji i zapisów rozporządzenia, jak również braki jednoznaczności niektórych sformułowań, zostawiają użytkownikom swobodę wyboru i tym samym umożliwiają różnorodne interpretacje i w efekcie różne wyniki dla jednakowych założeń. Pełną analizę błędów i braków w aktualnie obowiązującym rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. przedstawiono w załączniku do listu otwartego do Prezesa Rady Ministrów [3.4.1], [3.4.2]. Do znacznych błędów wyników obliczeniowych może prowadzić niejednoznaczność definicji A_f jako: powierzchni użytkowej (załącznik 1-4); powierzchni ogrzewanej lub chłodzonej (o regulowanej temperaturze – załącznik 5 i 6) lub powierzchni użytkowej ogrzewanej (załącznik 7). Sprecyzowanie wielkości A_f aktualnie nie jest możliwe z uwagi na istniejące warianty różnorodnego jej określenia: według normy PN-70/B-02365, PN-ISO 9836 lub odmiennych zasad określanych w innych rozporządzeniach. Wskazane jest jednoznaczne określenie wzoru obliczeniowego na powierzchnię A_f .

Nie ma możliwości ścisłego określenia definicji lokalu reprezentatywnego, a tym bardziej lokalu użytkowego reprezentatywnego, której to definicji nie ma w ustawie [3.3.2], [3.3.3] ani w rozporządzeniach wykonawczych [3.1.1]-[3.1.4], [3.1.6]. Należałoby sprecyzować charakterystykę takiego lokalu.

Zasadą obliczeniową powinno być określenie zapotrzebowania energii w ocenianym budynku bez względu na sposób użytkowania, natomiast obliczenia zapotrzebowania energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej określa się w rozporządzeniu [3.1.6] wg stanu rzeczywistego (załącznik 5, tabela 15).

Założenie do obliczeń zapotrzebowania energii na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej temperatury ciepłej wody na wypływie z zaworu czerpalnego jest nie do zrealizowania, gdyż jest ona różna w każdym zaworze i nie można jej praktycznie określić. Do obliczeń powinno się uwzględniać temperaturę w zasobniku ciepłej wody, która jest mierzona i regulowana w instalacji c.w.u.

Wprowadzenie w rozporządzeniu [3.1.6] metody uproszczonej obliczania energii na potrzeby ogrzewania i wentylacji (załącznik 5, punkt 6) prowadzi do dużych błędów i nie ma uzasadnienia (brak precyzyjnych zasad określania wpływu mostków cieplnych, rodzaju wentylacji, długości sezonu grzewczego do obliczania stopniogodziny). Obliczenia wspomagane komputerowo nie wymagają wprowadzania dodatkowych uproszczeń.

Przyjęcie do analiz działania systemów technicznych w okresach średniomiesięcznych nie pozwala na prawidłowe obliczenia w przypadku skomplikowanych układów wentylacji, klimatyzacji ze zmiennym strumieniem powietrza oraz obiektów z dużymi zyskami wilgoci. Najczęściej stosowane układy klimatyzacji w przeważającej ilości obiektów przewidują pracę w cyklu dobowym (ogrzewanie w nocy i chłodzenie w ciągu dnia) i przyjęta metoda miesięczna jest nieadekwatna dla tych przypadków.

Energia na cele nawilżania nie jest uwzględniana w obliczeniach metodologii, natomiast w załączniku nr 2 i nr 4 należy wykazać jej wartości. Z uwagi na uproszczenia obliczeniowe nie można również wskazać możliwych działań ograniczających energię dla celów wentylacji i klimatyzacji, zwłaszcza dla wentylacji grawitacyjnej, zależnej jedynie od stopnia osłonięcia budynku i jego kubatury.

W rozporządzeniu niejednokrotnie nie precyzuje się procedur obliczeniowych. Nie wiadomo na przykład, jak wykonać obliczenia dla wentylacji hybrydowej (wentylacji będącej połączeniem wentylacji grawitacyjnej i mechanicznej), jak określać energię zużywaną na cele dodatkowego nawilżania i osuszania powietrza w centrali klimatyzacyjnej, jak określać wielkość energii pomocniczej dla sprężarki układów chłodniczych, wentylatorów skraplaczy i wież chłodniczych lub jak przyjmować sprawności dla ogrzewań powietrznych. Brak również informacji, jak określać strumień powietrza infiltrującego w wypadku braku prób ciśnieniowych budynku. Dla określenia wskaźnika EP rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej, niezbędnej do zaspokojenia różnych potrzeb energetycznych związanych z użytkowaniem budynku, decydująca jest wielkość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i . W zapisie 1 rozporządzenia [2.1.6] określono współczynniki nakładu nieodnawial-

nej energii pierwotnej w_i na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii budynku, ale nie podano ich wartości dla wielu innych nośników energii. Dotyczy to między innymi energii elektrycznej, otrzymywanej w kogeneracji z biogazu, energii elektrycznej wytwarzanej w turbinach wiatrowych czy energii elektrycznej wytwarzanej w turbinach wodnych. Dyskusyjnym tematem są również wartości współczynników w_i przyjętych w rozporządzeniu. Przyjmowanie wielkości współczynników w_i , które określa dostawca energii, stwarza możliwość obliczenia odmiennego dla różnych systemów ciepłowniczych wskaźnika EP [kWh/(m²·rok)] dla budynku, przy tej samej jego jakości energetycznej. W trakcie dyskusji nad rozporządzeniem o metodologii podnoszony jest brak uzasadnienia dla przedstawionych wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej i jego wielkości (tabela 1). Podczas gdy jego wielkość współczynnika $w_i = 1,1$ dla węgla kamiennego i brunatnego (10% nakładu na wydobycie i transport) jest do przyjęcia, to mniej zrozumiała staje się ta sama wielkość dla oleju opałowego, wytwarzanego z ropy naftowej, pozyskanej z pokładów w Azji lub na Bliskim Wschodzie, transportowanej do rafinerii i po przeróbce dostarczanej do odbiorców końcowych. Również wartość współczynnika $w_i = 0,0$ przyjęta dla kolektorów słonecznych oraz współczynnika $w_i = 0,7$ dla systemów PV jest nieadekwatna do rzeczywistości. Dla działania kolektorów słonecznych potrzebna jest energia elektryczna do napędu pomp cyrkulacyjnych, natomiast ogniwa fotowoltaiczne nie potrzebują dodatkowej energii nieodnawialnej.

Autorzy opracowania zwracają uwagę na błędy w układzie rozporządzenia o metodologii [3.1.6], które również mogą prowadzić do niewłaściwej interpretacji zapisów. Dwa wzory świadectw charakterystyki energetycznej „*dla budynku mieszkalnego*” (załącznik nr 1) i „*dla budynku*” (załącznik nr 2) nie precyzują, dla jakich budynków należy stosować poszczególne wzory. Czy wzór świadectwa wg załącznika nr 1 należy stosować dla budynku mieszkalnego bez chłodzenia czy dla wszystkich?

W rozporządzeniu o metodologii [3.1.6] nie ma uzasadnienia istnienie dwóch załączników nr 5 (dotyczącego budynków niewyposażonych w instalację chłodzenia) i nr 6 (dotyczącego budynków wyposażonych w instalację chłodzenia). W obu załącznikach stosuje się metodę miesięczną dla określenia zapotrzebowania energii do celów ogrzewania i chłodzenia, jedną metodę dla obliczenia energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej i jedną metodę dla oświetlenia. Należy wprowadzić jeden załącznik w zamian dwóch (nr 5 i nr 6) z rozdziałami dotyczącymi ogrzewania, chłodzenia, ciepłej wody użytkowej i oświetlenia. Również zamieszczenie w załączniku nr 6 obliczeń zapotrzebowania energii na oświetlenie sugeruje, że dotyczy to tylko budynków wyposażonych w instalacje chłodzenia, co nie jest prawdą.

W załącznikach nr 1, nr 2, nr 3, nr 4 do rozporządzenia [3.1.6], przedstawiających wzór świadectwa charakterystyki energetycznej, nie ustrzeżono się również błędów w sformułowaniach i opisach. Wskaźnik EP przedstawiony na suwaku nie jest obliczeniowym zapotrzebowaniem na nieodnawialną energię pierwotną, jest natomiast jednostkowym rocznym zapotrzebowaniem na nieodnawialną energię pierwotną. Również poniżej opis suwaka jest niewłaściwy, gdyż zapotrzebowanie na energię

pierwotną oznacza się wielkością Q_p . Dotyczy to również zapotrzebowania na energię końcową, którą opisano wskaźnikiem EK zamiast Q_K . Dla przejrzystości zapisów wskazane jest również wprowadzenie w tabelach obliczenia i podziału zapotrzebowania na energię użytkową i końcową (strona 2 świadectwa) odpowiedniego wskaźnika EU i EK.

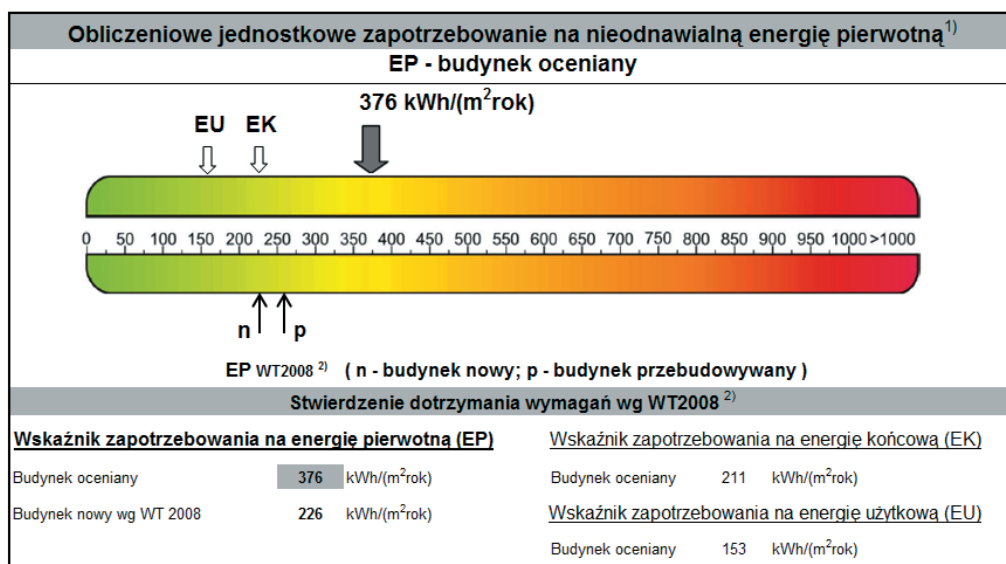
Autorzy niniejszego opracowania wskazują również na błędy istniejące w opisanu odnośników 1) i 2) na pierwszej stronie wzoru świadectw charakterystyki energetycznej. W opisie odnośnika 1) użyto terminu „*efektywność całkowita*”, która nie jest wyrażana przez jednostkowy wskaźnik EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej. Zgodnie z ustawą [3.4.5] efektywność energetyczna oznacza stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu do ilości energii zużytej przez ten obiekt. Odnośnik 2 niewłaściwie sugeruje, że spełnienie wymagań w zakresie wartości wskaźnika EP dla budynku nowego i przebudowanego nie może przekroczyć wartości referencyjnej określonej wg WT2008 [3.1.4]. Takie stwierdzenie jest niezgodne z alternatywnym zapisem w warunkach technicznych, określonym w §329 WT2008 ust. 2, punkt 1 i 2, które za równoznaczne z obliczoną wartością referencyjną wskaźnika EP przyjmuje izolacyjność cieplną przegród zewnętrznych budynku, odpowiadającą wymaganiom WT2008. Istotną wadą w rozporządzeniu o metodologii [3.1.6] jest przedstawienie wskaźnika EP rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej w formie paskowej (grafika suwaka), a nie w formie klas energetycznych. Taki obraz świadectwa charakterystyki energetycznej budynku (zgodny ze wzorem w rozporządzeniu) nie jest w pełni zrozumiany przez odbiorców. Brak wyrazistych klas energetycznych utrudnia jednoznaczną interpretację potrzeb energetycznych budynku i nie przekłada się na jasny obraz jego charakterystyki energetycznej.

W niniejszym opracowaniu zaproponowano wprowadzenie pojęcia klasy energetycznej budynku poprzez oznaczenie literowe od A1 do G. Poszczególne budynki klasyfikowane byłyby na podstawie współczynnika KEB (klasa energetyczna budynku), wynikającego ze stosunku wyliczonej wartości EP [kWh/(m²·rok)] dla budynku ocenianego i wartości referencyjnej EP_{ref} [kWh/(m²·rok)] określonej wg §329 WT2008 ust. 3 [3.1.2]. Wielkość współczynnika KEB determinuje klasę energetyczną budynku, przy czym przynależność do poszczególnych klas uzależniona jest od obliczonej wartości tego współczynnika.

Proponowana klasyfikacja wyróżnia następujące przedziały:

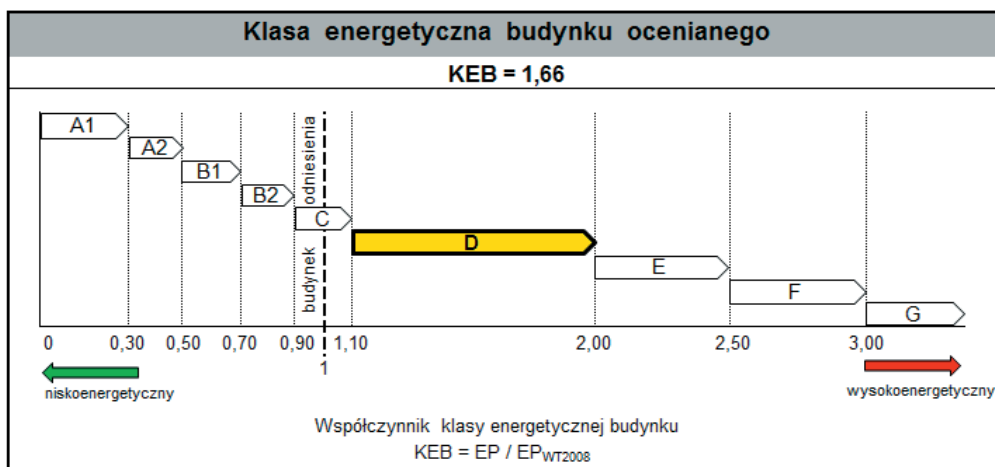
0	<	$KEB \leq 0,30$	–	budynek klasy A1
0,30	<	$KEB \leq 0,50$	–	budynek klasy A2
0,50	<	$KEB \leq 0,70$	–	budynek klasy B1
0,70	<	$KEB \leq 0,90$	–	budynek klasy B2
0,90	<	$KEB \leq 1,10$	–	budynek klasy C
1,10	<	$KEB \leq 2,00$	–	budynek klasy D
2,00	<	$KEB \leq 2,50$	–	budynek klasy E
2,50	<	$KEB \leq 3,00$	–	budynek klasy F
		$KEB > 3,00$	–	budynek klasy G

Zakresy skali wprowadzono przez analogię do skali przedstawionej w pierwotnym projekcie rozporządzenia o metodologii [3.4.4]. Propozycję wprowadzenia klas energetycznych budynku i korektę w opisie suwaka dla wskaźnika EP przedstawiono na rys. nr 3.4.1. W ramach dodatkowych informacji o jakości charakterystyki energetycznej budynku proponuje się uzupełnienie we wzorze świadectwa charakterystyki energetycznej. Na suwaku, na którym oznaczono wartość wskaźnika EP ocenianego budynku, należy wprowadzić dodatkowo wielkości wskaźników EK i EU, które to wskaźniki informują o użytkowym i o końcowym zapotrzebowaniu energii dla budynku.



¹⁾ Charakterystyka energetyczna budynku określana jest na podstawie porównania jednostkowej ilości nieodnawialnej energii pierwotnej EP niezbędnej do zaspokojenia potrzeb energetycznych budynku w zakresie ogrzewania, chłodzenia, wentylacji i ciepłej wody użytkowej z odpowiednią wartością referencyjną.

²⁾ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690, ze zm.), spełnienie dotrzymania wymagań dotyczy budynku nowego lub przebudowanego.



Rys. 3.4.1 Propozycja wprowadzenia klasy energetycznej w świadectwie charakterystyki energetycznej budynku (opr. własne)

Kolorowy pasek „suwaka” certyfikatu energetycznego wyznacza obszar jakości energetycznej budynku – przejście z koloru czerwono-żółtego w odcienie zielone odpowiada racjonalnym zużyciom energii dla potrzeb użytkowników budynku. Tym samym kolorem byłby oznaczony przedział literowy klasy energetycznej budynku.

W trakcie przygotowywania rozporządzenia o metodologii w okresie kilku lat proponowano wiele rozwiązań dotyczących wprowadzenia wymagań Dyrektywy [3.1.13]. Jednym z ostatnich był projekt Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 31 marca 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej [3.4.4]. W rozporządzeniu tym dla przedstawienia charakterystyki energetycznej budynku zaproponowano oprócz obliczonego (według opisanej w nim metodologii) wskaźnika EP rocznego zapotrzebowania na energię dostarczaną do budynku, niezbędną do zaspokojenia potrzeb związanych z użytkowaniem budynku (obliczonych z uwzględnieniem udziałów odpowiednich nośników energii i odpowiadających im współczynników korekcyjnych), obliczenie wskaźnika WZE zintegrowanej oceny charakterystyki energetycznej budynku. Wielkość wskaźnika WZE proponowano obliczać na podstawie wskaźników oceny zapotrzebowania na energię oraz współczynników udziału zapotrzebowania energii w danej dziedzinie w całkowitym zużyciu energii budynku.

Wielkość wskaźnika WZE przedstawiona na odpowiedniej skali określała klasę energetyczną ocenianego budynku. Zaproponowano 9 klas energetycznych budynku dla poszczególnych przedziałów wartości zintegrowanego wskaźnika WZE:

		$WZE \leq 0,3$
0,3	<	$WZE \leq 0,5$
0,5	<	$WZE \leq 0,7$
0,7	<	$WZE \leq 0,9$
0,9	<	$WZE \leq 1,1$
1,1	<	$WZE \leq 2,0$
2,0	<	$WZE \leq 2,5$
2,5	<	$WZE \leq 3,0$
		$WZE > 3,0$

Takie rozwiązanie nawiązywało do Normy PN-EN 15217:2008 „*Charakterystyka energetyczna budynków. Metody wyrażania charakterystyki energetycznej i certyfikacji energetycznej budynków*” [3.4.3], w której przedstawiono format certyfikatu energetycznego (świadectwa charakterystyki energetycznej), ustalając 7 oznaczonych literowo klas energetycznych budynku od A do G.

Autorzy opracowania wskazują na celowość wprowadzenia przedstawionych propozycji w nowelizacji krajowego rozporządzenia w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku, co pozwoliłoby na bardziej czytelny dla odbiorcy zapis w świadectwie tej charakterystyki.

Bibliografia do rozdz. 3

- [3.1.1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.)
- [3.1.2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1238).
- [3.1.3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 marca 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2009 r. Nr 56, poz. 461).
- [3.1.4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 10 grudnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2010 r. Nr 239, poz. 1597).
- [3.1.5] Żurawski J.: Uwagi do rozporządzenia z 6.11.2008 w sprawie warunków technicznych. Energia i Budynek, nr 2 –2009 r.
- [3.1.6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).
- [3.1.7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1239).
- [3.1.8] Zaborowska E.: Analiza wpływu parametrów budynku i źródeł ciepła na zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku mieszkalnego wielorodzinnego. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, nr 41/3 – 2010 r.
- [3.1.9] http://www.budnet.pl/Termolokata_inwestycja_w_cieply_dom,Analizy_badania_raporty,a=2794.html; 6 marzec 2012-03-06
- [3.1.10] Zaborowska E.: Analiza zapotrzebowania na energię pierwotną budynków użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, nr 42/2 –2011 r.
- [3.1.11] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L1 z dnia 04.01.2003 r. str. 65-71).



- [3.1.12] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L 153 z dnia 18.06.2010 r. str.13).
- [3.1.13] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz. Urz. UE L 140 z dnia 05.06.2009 r. str.16.)
- [3.1.14] http://www.budnet.pl/Termolokata_inwestycja_w_ciepły_dom,Analizy_badania
- [3.2.8] Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. z 2008 r. Nr 223, poz. 1459).
- [3.2.9] Rockwool - Wymagania od 01.01.2009 r. zalecane ocieplenie wg standardu ROCWOOL - Materiały szkoleniowe.
- [3.2.10] Piotr Kukła, Szymon Liszka, Jerzy Wojtulewicz - Raport (cz.1) – Analiza potencjału zmniejszenia zużycia energii w nowych budynkach w wyniku zastosowania wyższych standardów w zakresie izolacyjności przegród zewnętrznych. Energia i Budynek, nr 1-2 – 2010 r.
- [3.2.11] Piotr Kukła, Szymon Liszka, Jerzy Wojtulewicz - Raport (cz.2) – Analiza potencjału zmniejszenia zużycia energii w nowych budynkach w wyniku zastosowania wyższych standardów w zakresie izolacyjności przegród zewnętrznych. Energia i Budynek, nr 3–2010 r.
- [3.2.12] Energy performance requirements for new buildings in 11 countries from Central Europe – Exemplary Comparison of three buildings. Tobias Loga, Dr Jens Knisse, Dr Nikolaus Diefenbach, Institut Wohnen und Umwelt GmbH Darmstadt, 5th December 2008
- [3.2.13] Gawin D., Sabinak H., Praktyczny Poradnik „Świadectwa charakterystyki energetycznej” ArCADia Soft Chudzik sp.j., Łódź 2009 r.
- [3.2.14] http://www.velasolaris.com/vs2/index.php?article_id=85&clang=1, 27.05.2011 r.
- [3.2.15] <http://www.purmo.com/pl/>, 14.07.2011 r.
- [3.2.16] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (tekst ujednolicony na dzień 14 czerwca 2010 r.)
- [3.2.17] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r. Nr 12, poz. 63 z późn. zm.).
- [3.2.18] Ustawa z dnia 19 września 2007 r. o zmianie ustawy - Prawo budowlane Dz. U. z 2007 r. Nr 191, poz. 1373).
- [3.2.19] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. (Dz. U. z 2009 r., Nr 43, poz. 346).
- [3.2.20] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów. (Dz. U. z 2009 r., Nr 43, poz. 347).
- [3.2.21] Norma PN-EN ISO 10077-1 „Właściwości cieplne okien, drzwi i żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. Część I. Metoda uproszczona”.
- [3.2.22] Żurawski J. Wpływ przegród przezroczystych na jakość energetyczną budynku – IZOLACJE 6/2009.
- [3.2.23] Norma PN-B-02020:1991 „Ochrona cieplna budynków. Wymagania i obliczenia”
- [3.2.24] BuildDesk Analytics Czy budynki w Polsce są energooszczędne? Doradca energetyczny, nr 1–2010r.
- [3.2.25] BuildDesk Polska Warunki techniczne na przekór efektywności energetycznej. Energia i Budynek, nr 3 – 2011r.
- [3.2.26] Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane (Dz.U. z 2009 r., Nr 161, poz. 1279)
- [3.2.27] RAPORT: Stan energetyczny budynków w Polsce, BuildDesk Polska 2011 r., www.builddesk.pl, 26.05.2011
- [3.4.1] List otwarty do Prezesa Rady Ministrów RP Pana Donalda Tuska, Energia i Budynek, 01/2009 r.
- [3.4.2] Wykaz błędów i braków w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r., Energia i Budynek, 03/2009 r.
- [3.4.3] Norma PN-EN 15217:2008 „Charakterystyka energetyczna budynków. Metody wyrażania charakterystyki energetycznej i certyfikacji energetycznej budynków.
- [3.4.4] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (projekt 31 marca 2008).
- [3.4.5] Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2011 r., Nr 94, poz. 551).

4. Badanie wpływu stosowania instalacji OZE na poprawę charakterystyki energetycznej budynku i na zakres przedsięwzięć termomodernizacyjnych

4.1. Analiza wpływu wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii do budynku

Istotnym elementem w ocenie charakterystyki energetycznej budynku, pod względem wykorzystania nieodnawialnej energii pierwotnej dla pokrycia jego potrzeb energetycznych, jest współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii (lub energii) końcowej do budynku. Jest on charakterystyczny dla każdego wykorzystanego nośnika energii (gazu, węgla, energii elektrycznej, energii ze źródeł odnawialnych, ciepła sieciowego itp.), a jego wartości zostały ustalone w przepisach krajowych w rozporządzeniu o metodologii [4.1.4]. Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej rzutuje w sposób zasadniczy na wielkość rocznego wskaźnika zużycia energii pierwotnej EP [kWh/m²·rok] (główny parametr charakterystyki energetycznej budynku) w różnych dziedzinach zużycia energii w budynku. Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną jest miarą całkowitej efektywności energetycznej budynku i wskazuje na racjonalne użytkowanie energii chroniące zasoby naturalne i środowisko. Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej można scharakteryzować następującą formułą:

$$w_i = Q_p / Q_k \quad (4.1.1)$$

gdzie:

- Q_p [kWh/rok] jest rocznym zapotrzebowaniem na nieodnawialną energię pierwotną dla wszystkich potrzeb zużycia energii w ocenianym budynku (bez energii do napędu urządzeń pomocniczych w instalacjach energetycznych),
- Q_k [kWh/rok] jest rocznym zapotrzebowaniem na energię końcową we wszystkich dziedzinach zużycia energii ocenianego budynku

Wielkość Q_k energii końcowej jest wartością zależną od jakości energetycznej przegród budowlanych oraz instalacji energetycznych w ocenianym budynku. Określa potrzeby energetyczne przy danej jakości energetycznej budynku, rodzaju jego przegród budowlanych, zakresu potrzeb i totalnej sprawności instalacji energetycznych. Natomiast wielkość Q_p zależy od rodzaju źródła energii końcowej, jest zatem zmienną i może mieć wartości różne dla ocenianego budynku w zależności od zastosowanego nośnika energii końcowej.

Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla różnych rodzajów nośników zaopatrzenia budynku w energię końcową przedstawia tabela nr 4.1.1 (tabela 1. w rozporządzeniu o metodologii [4.1.4]).

Tabela 4.1.1

Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku [4.1.4]

Lp.	Nośnik energii końcowej		Współczynnik nakładu w_i
1	Paliwo/źródło energii	Olej opałowy	1,1
2		Gaz ziemny	1,1
3		Gaz płynny	1,1
4		Węgiel kamienny	1,1
5		Węgiel brunatny	1,1
6		Biomasa	0,2
7		Kolektor słoneczny termiczny	0,0
8		Ciepło z kogeneracji ¹⁾	Węgiel kamienny, gaz ziemny ³⁾
9	Energia odnawialna (biogaz, biomasa)		0,15
10	Systemy ciepłownicze lokalne	Ciepło z ciepłowni węglowej	1,3
11		Ciepło z ciepłowni gazowej/olejowej	1,2
12		Ciepło z ciepłowni na biomasę	0,2
13	Energia elektryczna	Produkcja mieszana ²⁾	3,0
14		Systemy PV ⁴⁾	0,70

1) skojarzona produkcja energii elektrycznej i ciepła,
2) dotyczy zasilania z sieci elektroenergetycznej systemowej,
3) w przypadku braku informacji o parametrach energetycznych ciepła sieciowego z elektrociepłowni (kogeneracja), przyjmuje się $w_H = 1,2$,
4) ogniwa fotowoltaiczne (produkcja energii elektrycznej z energii słonecznej)
Uwaga: kolektor słoneczny termiczny - $w_H = 0,0$

Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przedstawione w metodologii [4.1.4] wzbudzają, od początku wprowadzenia krajowej metodologii do certyfikacji energetycznej budynków, wiele wątpliwości. Jednakowe wartości $w_i = 1,1$ dla węgla (kamiennego lub brunatnego) oraz oleju opałowego nie odzwierciedlają różnych nakładów kosztów na wydobycie i transport tych paliw. Również przyjmowanie, zgodnie z rozporządzeniem, wielkości współczynników w_i , odmiennych dla różnych systemów ciepłowniczych, a określanych przez dostawcę energii, daje niejednoznaczność obliczeń i powoduje, że przy tej samej jakości energetycznej budynku i tych samych dziedzinach jego potrzeb energetycznych wielkość wskaźnika EP [kWh/(m²·rok)] jest inna w różnych systemach ciepłowniczych.

Wartość współczynnika $w_i = 0,0$ przyjęta dla kolektorów słonecznych oraz współczynnika $w_i = 0,7$ dla systemów fotowoltaicznych PV jest nieadekwatna do rzeczywistości. W układach z kolektorami słonecznymi do napędu pomp cyrkulacyjnych potrzebna jest pomocnicza energia elektryczna, natomiast ogniwa fotowoltaiczne nie wymagają korzystania z dodatkowej energii nieodnawialnej.

Ustalenie wartości współczynnika $w_i = 0,2$ dla źródła ciepła w postaci biomasy oraz ciepła wytworzonego w lokalnym systemie ciepłowniczym z ciepłowni na biomasę, preferuje ten rodzaj odnawialnego źródła energii, co skutkuje w świadectwie

charakterystyki energetycznej budynku jego dobrą efektywnością (wskaźnik EP na minimalnym poziomie), niezależnie od stanu jego jakości energetycznej. Tak ustalona wartość współczynnika w_i nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej nie uwzględnia niekorzystnego oddziaływania tego źródła na wielkość emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego.

W tabeli 1 rozporządzenia [4.1.4] określone zostały współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku, ale nie podano ich wartości dla wielu innych nośników energii, zwłaszcza ze źródeł energii odnawialnej. W poz. 7 tabeli 1 w rozporządzeniu o metodologii [4.1.4] dla źródła ciepła – słoneczny kolektor termiczny, powinno być uzupełnienie o wartość współczynnika nakładu energii nieodnawialnej $w_i = 0$ dla źródeł atermalnych i geotermalnych.

Przy koniecznej aktualizacji rozporządzenia o metodologii [4.1.4] należy uzupełnić zestawienie współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej o sugerowane pozycje rodzaju nośnika energii końcowej, według poniższej propozycji autorów:

Lp.	Nośnik energii końcowej	
15	Ciepło z kogeneracji	Olej opałowy
16	Energia elektryczna z kogeneracji	Energia odnawialna (biogaz, biomasa)
17		Olej opałowy
18	Energia elektryczna	Turbiny wiatrowe
19		Turbiny wodne

Zwraca się ponadto uwagę, że zgodnie z algorytmem obliczeń w rozporządzeniu o metodologii [4.1.4] nie określono możliwości przeprowadzenia w analizie charakterystyki energetycznej budynku wykorzystania energii elektrycznej końcowej $E_{el,pom}$ wytworzonej z OZE do napędu urządzeń pomocniczych w poszczególnych dziedzinach potrzeb.

Zalecenia Dyrektywy EPBD 2002/91/WE [4.1.1] Unii Europejskiej i Rady dotyczące obowiązkowej oceny charakterystyki energetycznej budynków zostały wprowadzone do obowiązkowego stosowania we wszystkich państwach członkowskich. Zgodnie z wymaganiami w każdym z krajów opracowano akty prawne, normy i szczegółowe przepisy wykonawcze, będące podstawą do określenia zapotrzebowania energii w budynku i sposobu przedstawienia certyfikatu jakości energetycznej budynków. W Niemczech w roku 2009 wprowadzono rozporządzenie EnEV 2009, którego głównym zadaniem jest dalsze minimalizowanie zużycia energii budynku. Ta regulacja prawna ogranicza dopuszczalne zapotrzebowania energii pierwotnej dla celów grzewczych i przygotowania ciepłej wody użytkowej. W zestawieniu potrzeb energetycznych budynku i zastosowanych nośników energii uwzględnia się ich wydajność względem nieodnawialnej energii pierwotnej. Normatywne uregulowania w zakresie obliczeń zapotrzebowania energii zawarte są w normie DIN V 4701-10. Wielkość zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej, będąca miarą jakości energetycznej budynku, jest przedstawiana w świadectwie jego charakterystyki energetycznej w formie jednostkowego wskaźnika q_p [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$], określającego jednostkowe zużycie nie-

odnawialnej energii pierwotnej na m² ocenianego budynku. Oprócz wartości wskaźnika zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w świadectwie charakterystyki energetycznej zamieszczany jest również wskaźnik zużycia energii końcowej we wszystkich dziedzinach zużycia energii budynku.

Dla określenia wielkości zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w budynku na terenie Niemiec stosuje się, zgodnie z cytowaną normą, współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na poszczególne nośniki energii zaopatrzące budynek. Według poniższej formuły oblicza się zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej:

$$Q_p = \sum_i Q_i \cdot f_{p,i} \text{ [kWh]} \quad (4.1.2)$$

gdzie

Q_i – wielkość energii końcowej dla poszczególnych nośników,

f_p – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla danego nośnika energii końcowej.

Wartości tych współczynników przedstawiono w tabeli nr 4.1.2.

Tabela 4.1.2

**Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w Niemczech
(Primärenergiefaktoren f_p wg DIN 4701-10 i EnEV 2009) [4.1.5], [4.1.6], [4.1.7]**

Nośnik energii		Współczynnik nakładu f_p
Paliwo	Olej opałowy	1,1
	Gaz ziemny	1,1
	Gaz płynny	1,1
	Węgiel kamienny	1,1
	Węgiel brunatny	1,2
	Drewno	0,2
Ciepło sieciowe wytworzone w kogeneracji (70% udział kogeneracji)	Paliwa kopalne	0,7
	Paliwa odnawialne	0,0
Ciepło sieciowe z ciepłowni i z kotłowni lokalnych	Paliwa kopalne	1,3
	Paliwa odnawialne	0,1
Energia elektryczna	Produkcja mieszana	2,6
Energia odnawialna	Energia słoneczna, energia aero - i geotermalna	0,0
Biomasa	Stała i ciekła	0,5

Podobnie na terytorium Słowacji zalecenia Dyrektywy EPBD wprowadzone zostały do legislacji mocą ustaw o symbolach č. 555/2205 Z., č. 476/2008 Z, które dotyczą oszczędności energii w budynkach. Ich narzędziem wykonawczym jest rozporządzenie č. 311/2009 z dnia 13 lipca 2009 r. o charakterystyce energetycznej budynku i sposobie opracowania jej świadectwa. Charakterystycznym wymiarem jakości energetycznej budynku jest tak jak we wszystkich krajach europejskich (zgodnie z normą europejską PN-EN 15217) całkowity wskaźnik charakterystyki energetycznej wynikający z zapotrzebowania energii pierwotnej oraz emisja CO₂. Jakość energetyczną ocenianego budynku określa się wg skali klas energetycznych literami od A (niskoenerge-

tyczny) do G (wysokoenergetyczny). Wielkość energii pierwotnej określa się, uwzględniając współczynniki nakładu energii pierwotnej dla poszczególnych nośników energii w różnych dziedzinach zaopatrzenia budynku w energię. W rozporządzeniu [4.1.8] podano wartości tych współczynników, które przedstawia tabela nr 4.1.3.

Tabela 4.1.3
Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, emisji CO₂,
sprawności wytwarzania ciepła w Słowacji (wg č. 311/2009 [4.1.8])

Nośnik energii	Sposób transformacji	j.m.	Wartość opałowa GJ/j.m.	Sprawność wytwarzania ciepła %	Wskaźnik emisji CO ₂ kg/kWh	Wskaźnik energii pierwotnej f_p
Gaz ziemny	Kocioł stary (więcej niż 10 lat)	1000 m ³ /j.m.	34,28	83	0,2385	1,1
	Kocioł nowy (do 10 lat)	1000 m ³ /j.m.	34,28	88	0,2249	1,1
	Kocioł stary niskotemperaturowy	1000 m ³ /j.m.	34,28	90	0,2199	1,1
	Kocioł nowy niskotemperaturowy	1000 m ³ /j.m.	34,28	93	0,2128	1,1
	Kocioł kondensacyjny	1000 m ³ /j.m.	34,28	98,5	0,2010	1,1
Koks	Kocioł na paliwo stałe	t	28,3	74	0,5362	1,1
Węgiel kamienny	Kocioł na paliwo stałe	t	25,17	72	0,4858	1,1
Węgiel brunatny	Kocioł na paliwo stałe	t	15,50	68	0,5493	1,2
Olej opałowy lekki	Kocioł stary	t	42,00	80	0,3434	1,1
Olej opałowy lekki	Kocioł nowy	t	42,00	85	0,3232	1,1
Olej opałowy lekki	Kocioł niskotemperaturowy stary	t	42,00	86	0,3194	1,1
Olej opałowy lekki	Kocioł niskotemperaturowy nowy	t	42,00	91	0,3018	1,1
Energia elektryczna	Pogrzewacze ciepłej wody, chłodzenie	MWh		99	0,6200	2,8
Pelety drzewne	Kocioł na biomasę	t	17,00	85	0,0620	1,2
Zrębki drzewne	Kocioł na biomasę	t	11,50	76	0,0620	1,3
Drewno w kawałkach	Kocioł na biomasę	t	11,50	68	0,0620	1,2
Energia elektryczna	Pompa ciepła - woda, powietrze, grunt	MWh		270	0,6200	2,8
Gaz ziemny	Kogeneracja - wytwarzanie ciepła i energii el.	kWh			0,2365	1,3
Węgiel kamienny energetyczny	Kogeneracja - wytwarzanie ciepła i energii el.	kWh			0,4478	1,3
Węgiel brunatny	Kogeneracja - wytwarzanie ciepła i energii el.	kWh		73-78	0,5493	1,3
Zrębki drzewne	Kogeneracja - wytwarzanie ciepła i energii el.	kWh		75-85	0,0620	1,3
Olej opałowy ciężki	Kogeneracja - wytwarzanie ciepła i energii el.	kWh			0,3381	1,3
Energia jądrowa	Kogeneracja - wytwarzanie ciepła i energii el.	kWh			0.0200	1,3

Jak wynika z przedstawionej tabeli, zakres proponowanych rodzajów nośników i źródeł ciepła jest znacznie bardziej poszerzony niż w polskim rozporządzeniu metodologicznym. W Wielkiej Brytanii współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie danego rodzaju nośnika energii określono w rozporządzeniu [4.1.9], opisującym procedury obliczeniowe oraz metodologię dla oceny i porównania parametrów energetycznych i środowiskowych budynków. Standardowa Procedura Oceny (SAP) [4.1.9] została opracowana przez Building Research Establishment (BRE). Określa ona ilość energii potrzebnej dla zaspokojenia potrzeb energetycznych budynku, ilość emitowanego dwutlenku węgla i koszty paliwa. Została wprowadzona do przepisów budowlanych jako narzędzie do oceny efektywności energetycznej mieszkań. SAP używany jest w metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków i sporządzania świadectw z tych charakterystyk. Dla określenia wielkości nieodnawialnej energii pierwotnej stosowane są współczynniki nakładu na wszystkie nośniki energii końcowej, przedstawione w tabeli nr 4.1.4, która została opracowana w oparciu o *Fuel prices, additional standing charge, emission factors and primary energy factors* [4.1.9].

Tabela 4.1.4

**Współczynniki nakładu energii pierwotnej i wskaźniki emisji CO₂
w Wielkiej Brytanii (wg [4.1.9])**

Paliwo	Rodzaj nośnika	Emisja CO ₂ [kg/kWh]	Współczynnik nakładu energii pierwotnej -
Gaz	Ziemny	0,198	1,02
	Ziemny skroplony (LNG)	0,198	1,02
	Gaz płynny (LPG) luzem	0,245	1,06
	Gaz płynny (LPG) w butlach	0,245	1,06
Olej	Opalowy	0,274	1,06
	Biodiesel – źródło biomasa	0,047	1,30
	Biodiesel – olej kuchenny	0,004	1,08
	Olej rzepakowy	0,009	1,12
	Olej mineralny	0,274	1,06
	Olej mieszany (30% biodiesel, 70% nafta) (B30K) lub 70% olej paliwowy (B30D)	0,193	1,06
	Bioetanol z biomasy	0,064	1,34
Paliwo stałe	Węgiel kamienny	0,301	1,02
	Antracyt	0,318	1,02
	Paliwo bezdymne	0,347	1,08
Paliwo stałe	Drewno w polanach	0,008	1,05
	Pelety drzewne w ogrzewaniu dodatkowym	0,028	1,20
Paliwo stałe	Pelety drzewne dostarczane luzem w ogrzewaniu podstawowym	0,028	1,20
	Zrębki drzewne	0,009	1,07
	Współspalanie (paliwa mineralne+drewno)	0,206	1,04

Paliwo	Rodzaj nośnika	Emisja CO ₂ [kg/kWh]	Współczynnik nakładu energii pierwotnej -
Energia elektryczna sieciowa	Standardowa taryfa i różne opcje taryfowe	0,517	2,92
Ciepło komunalne	Kocioł na gaz ziemny	0,198	1,02
	Kocioł na gaz płynny	0,245	1,06
	Kocioł na olej opałowy	0,279*	1,06
	Kocioł na olej mieszany (30% biodiesel+70% olej opałowy) B30D	0,199	1,06
	Kocioł na węgiel kamienny	0,35*	1,02
	Pompa ciepła elektryczna	0,517	2,92
	Kocioł spalający odpady	0,04	1,28
	Kocioł na biomasę	0,013*	1,07
	Kocioł na biogaz	0,018	1,10
	Ciepło odpadowe z elektrowni	0,058	1,20
Ciepło komunalne	Ciepło geotermalne	0,036	1,16
	Ciepło z kogeneracji (CHP)	Wartość zależna od używanego paliwa	Wartość zależna od używanego paliwa

Wartości emisji CO₂ oleju opałowego, węgla kamiennego i biomasy (oznaczone gwiazdką) określone zostały dla średnich parametrów technicznych nośników energii stosowanych na rynku angielskim. Można zauważyć, że przedstawione w tabeli 3.1.4 nośniki energii, zawarte w ustaleniach rozporządzeń w Wielkiej Brytanii, charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem i uszczegółowieniem.

We Francji obowiązujące jest rozporządzenie z dnia 15 września 2006 r. [4.1.10] o metodach i procedurze diagnostyki w świadectwie charakterystyki energetycznej budynków.

W aneksie 4 tego rozporządzenia (*cahier des charges des méthodes de calcul conventionnel 1.Généralités; 1.2. Facteur de conversion PCS PCI*) przedstawiono faktory zamiany zużycia energii końcowej (PCI) na zużycie energii pierwotnej (PCS) dla następujących nośników energii:

- gaz ziemny: zużycie PCS = 1,11 zużycia PCI,
- GPL (gaz płynny): zużycie PCS = 1,09 zużycia PCI,
- olej ciężki (mazut): zużycie PCS = 1,07 zużycia PCI,
- węgiel: zużycie PCS = 1,04 zużycia PCI.

Ponadto w aneksie 3.2 – *conversion des énergies finales en énergie primaire* rozporządzenia [4.1.11] dodano następujące wartości współczynników konwersji energii finalnej PCI na energię pierwotną PCS:

- energia elektryczna: zużycie PCS = 2,58 zużycia PCI,
- dla innych postaci energii: zużycie PCS = 1,00 zużycia PCI.

Jak widać z powyższego przeglądu, zalecenia Dyrektywy EPBD 2002/91/WE [4.1.1], w tym określenie współczynników nakładu energii pierwotnej, zostały wprowadzone do legislacji poszczególnych krajów europejskich w różnym zakresie, każdorazowo na podstawie krajowych wartości średnich i odpowiednich norm europejskich. W oparciu o stosowane w wybranych krajach UE wartości współczynników nakładu

nieodnawialnej energii pierwotnej, przedstawiono w tabeli 4.1.5 propozycje autorów dla tych współczynników do stosowania w Polsce. Skorygowanie i uzupełnienie wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla poszczególnych nośników energii powinno być uwzględnione przy nowelizacji krajowego rozporządzenia metodologicznego, dotyczącego wyznaczania charakterystyk energetycznych budynków [4.1.4].

Tabela 4.1.5

Proponowane współczynniki nakładu energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku (opr. własne)

L.p.	Paliwo/źródło energii	Nośnik energii końcowej	Współczynnik nakładu energii pierwotnej w_i
1	Olej	Olej opałowy	1,10
2	Gaz	Gaz ziemny	1,10
3		Gaz płynny	1,10
4	Paliwo stałe	Węgiel kamienny	1,10
5		Węgiel brunatny	1,10
6	Biomasa	Drewno w polanach	1,05
7		Pelety drzewne	1,20
8		Zrębki drzewne	1,07
9	Biomasa	Współspalanie biomasy z paliwami mineralnych	1,04
10	Energia słoneczna	Kolektor słoneczny termiczny	0,00
11	Ciepło z kogeneracji	Węgiel kamienny, gaz ziemny	0,80
12		Olej opałowy	0,80
13		Energia odnawialna – biogaz, biomasa	0,15
14	Lokalne systemy ciepłownicze	Ciepłownia węglowa	1,30
15		Ciepłownia gazowa	1,20
16		Ciepłownia olejowa	1,20
17	Lokalne systemy ciepłownicze	Ciepłownia na biomasę	1,07
18		Ciepłownia geotermalna	0,10
19	Energia elektryczna	Produkcja mieszana (krajowa sieć elektroenergetyczna)	3,00
20		Systemy PV	0,00
21		Wytwarzana w kogeneracji (CHP) z biogazu	0,15
22		Wytwarzana w turbinach wiatrowych	0,00
23		Wytwarzana w turbinach wodnych	0,00

Te współczynniki w głównej mierze powinny odzwierciedlać obciążenie nieodnawialnych zasobów kopalnych (np. węgla, ropy i gazu) poprzez efektywność energetyczną systemów wytwarzających z nich nośniki energii. W tabeli 4.1.5 szczególnie istotna jest propozycja podwyższenia wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii w postaci biomasy. W ocenie autorów aktualne rekomendowanie biomasy, poprzez niski współczynnik nakładu (poz. 6 – tabela 4.1.1) w obowiązującym rozporządzeniu o metodologii [4.1.1], nie daje prawidłowego obrazu zysków i strat z jej stosowania jako paliwa energetycznego. Przy stosowaniu bio-

masy w systemie grzewczym budynku poprawia się znacznie wskaźnik rocznego zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej EP (kWh/m²·rok), który stanowi główny parametr w charakterystyce energetycznej budynku. Natomiast na podstawie przeprowadzonych przez autorów analiz (rozdział 5 niniejszego opracowania) wykazano, że stosowanie biomasy w źródłach ciepła bardzo niekorzystnie odbija się na zużyciu energii końcowej i wskaźniku EK (kWh/m²·rok) jej zużycia. Wielkość wskaźnika EK znacznie rośnie w związku z niską sprawnością takiego źródła ciepła. W przypadku zastosowania biomasy wzrasta również wielkość emisji równoważnej SO₂, NO_x, pył, sadza i B-a-P w stosunku do emisji równoważnej niskoemisyjnego gazu ziemnego (benchmark gazowy). Analizy przypadków oceny ekologicznej przedstawiono w podrozdziale 3.6 niniejszej pracy.

Różnorodność i rozbieżność współczynników nakładu energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku w wybranych krajach unijnych jest zdumiewająca i podważa zasadność ich określania. Jak uzasadnić różnicę wartości współczynnika nakładu energii pierwotnej dla biomasy w Polsce i w Niemczech, gdzie przyjęto w krajowych metodologiach wartość 0,2 oraz w Słowacji i Wielkiej Brytanii gdzie wysokość tego współczynnika wynosi od 1,05 do 1,3 (co stanowi prawie 6-krotną różnicę)? W tym względzie istotnym zadaniem w ramach Unii Europejskiej staje się ujednoczenie wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, gdyż wyznaczone na bazie aktualnych zapisów w poszczególnych krajach unijnych charakterystyki energetyczne dla budynków, wyrażone poprzez wskaźniki zużycia energii pierwotnej, są nieporównywalne.

Ponadto w krajowym rozporządzeniu o metodologii [4.1.1] proponuje się wprowadzić obowiązek określania i podawania na świadectwie charakterystyki energetycznej budynku wskaźników emisji CO₂ kg/kWh dla zużywanych paliw i nośników energii, co stanowiłoby ocenę ich jakości wobec skutku zanieczyszczenia atmosfery i wpływu na efekt cieplarniany.

4.2. Waluacja roli i wagi stosowania w budynkach instalacji opartych na zasobach OZE w odniesieniu do poszanowania nieodnawialnej energii pierwotnej oraz ochrony środowiska naturalnego

Zapotrzebowanie energii w obrębie budynku najczęściej pokrywane jest poprzez instalacje zasilane energią końcową, wytworzoną z nieodnawialnych nośników pierwotnych. Takie konwencjonalne systemy energetyczne są powodem nadmiernego zużycia zasobów pierwotnych i w procesach wytwórczych obciążają zanieczyszczeniami środowisko naturalne. Formą realizacji zasady zrównoważonego rozwoju jest wdrażanie w budynkach instalacji, wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych, szczególnie pozyskiwaną z zasobów lokalnych i niezależnie od skali jej udziału w substytucji systemów konwencjonalnych. Działania takie implikują zarówno korzyści ekologiczne, jak i ekonomiczne. Dla uzyskania w budynkach standardów oczekiwanych przez ich użytkowników wymagana jest dostawa nośników energii, które



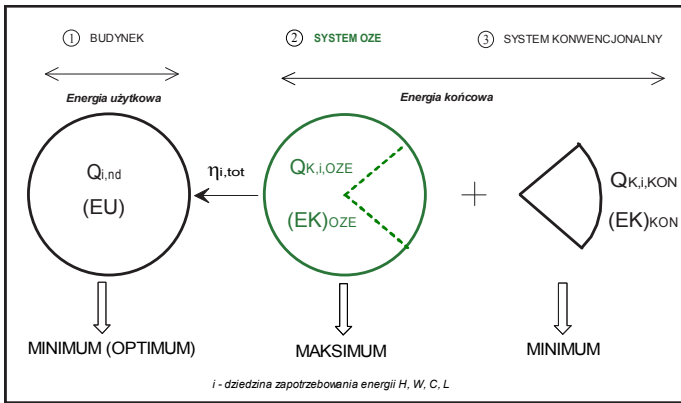
mogą być również skutecznie i efektywnie realizowane poprzez wykorzystanie lokalnych zasobów OZE. Konwencjonalne nośniki energii mogą być zastępowane przez potencjał zasobów OZE i technologie je wykorzystujące. Takie przedsięwzięcia są zgodne z zasadami racjonalnej gospodarki energetycznej. Jeśli dodatkowo zoptymalizuje się wielkość zapotrzebowania na energię użytkową w budynku, poprzez poprawę jego jakości energetycznej, można wówczas uzyskać istotne efekty w poprawie stanu środowiska naturalnego.

Racjonalizacja struktury zużycia energii końcowej w budynku

Przedstawiona w sekwencji trzech działań racjonalizacja pokrycia zapotrzebowania na energię końcową dla danej dziedziny jego potrzeb w budynku skutkuje poszanowaniem zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej i przyczynia się do istotnej redukcji emisji zanieczyszczeń do środowiska naturalnego. Działania racjonalizujące zapotrzebowanie energii końcowej w budynku są wynikiem optymalizacji zapotrzebowania energii użytkowej w danej dziedzinie i struktury jej pokrycia przez zainstalowane systemy energetyczne. Można je realizować poprzez następujące działania:

- optymalizacja (minimalizacja) zapotrzebowania na energię użytkową $Q_{i,nd}$ i jej wskaźnika EU_i , gdzie $i = H, W, C, L$ jest to dana dziedzina potrzeb energetycznych w budynku zgodnie z krajową metodologią [3.2.1]; np. optymalizacja jakości energetycznej przegród budowlanych dla minimalizacji zapotrzebowania na energię użytkową $Q_{H,nd}$ i jej wskaźnika EU_H w dziedzinie ogrzewanie i wentylacja,
- zwiększenie (maksymalizacja) udziału instalacji opartych na lokalnych zasobach OZE w pokrywaniu zapotrzebowania na energię końcową $Q_{K,i,OZE}$ i jej wskaźnika $EK_{i,OZE}$, gdzie $i = H, W, C, L$ jest to dana dziedzina potrzeb energetycznych w budynku, wraz z poprawą efektywności energetycznej $\eta_{i,tot}$ tych instalacji,
- minimalizacja udziału instalacji konwencjonalnych w pokrywaniu zapotrzebowania na energię końcową $Q_{K,i,KON}$ i jej wskaźnika $EK_{i,KON}$, gdzie $i = H, W, C, L$ jest to dana dziedzina potrzeb energetycznych w budynku, wraz z poprawą efektywności energetycznej $\eta_{i,tot}$ tych instalacji.

Sekwencję działań racjonalizujących zapotrzebowanie energii końcowej w budynku pokazano na rys. 4.2.1. Działania racjonalizujące wykorzystanie energii końcowej w budynku determinowane są w obszarze jej poszanowania i dążenia do maksymalnego pozyskania energii ze źródeł odnawialnych.

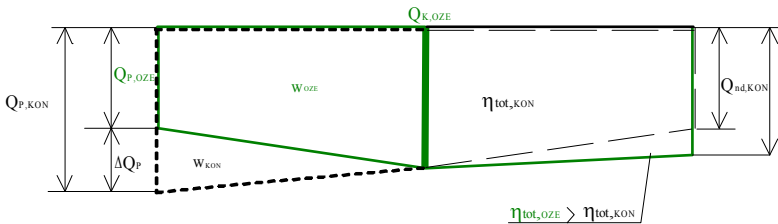


Rys. 4.2.1 Racjonalizacja struktury zużycia energii końcowej w budynku poprzez wzrost wykorzystania OZE (opr. własne)

Poszanowanie zasobów energii pierwotnej nieodnawialnej przy stosowaniu instalacji OZE w budynkach

Roczną ilość zaoszczędzonych zasobów energii ze źródeł pierwotnych nieodnawialnych $\Delta Q_{P,i}$ w danej dziedzinie jej zapotrzebowania w budynku przedstawiono na rysunku 4.2.2. Wartość jej jest proporcjonalna do ilości wykorzystanej z zasobów OZE energii końcowej $(Q_{K,OZE})_i$ i doprowadzonej poprzez instalację opartą na tych zasobach oraz różnicy w nakładach zasobów energii pierwotnej nieodnawialnej na wytworzenie i dostarczenie danego rodzaju nośnika tej ekwiwalentnej energii końcowej, który jest wykorzystywany w instalacji konwencjonalnej i alternatywnej, co ujmuje poniższa formuła:

$$\Delta Q_{P,i} = (Q_{K,OZE})_i \times (w_i - w_{OZE}) = [(f_{OZE} \times Q_{i,nd}) / \eta_{i,OZE,tot}] \times (w_i - w_{OZE}) \text{ [kWh/rok]} \quad (4.2.1)$$



Poszanowanie nieodnawialnych zasobów PES

$$\Delta Q_P = Q_{P,KON} - Q_{P,OZE} = Q_{K,OZE}(W_{KON} - W_{OZE})$$

$$Q_{nd,OZE} = Q_{K,OZE} \cdot \eta_{tot,OZE} = f_{OZE} \cdot Q_{nd}$$

Rys. 4.2.2 Poszanowanie zasobów energii pierwotnej nieodnawialnej przy wykorzystaniu instalacji OZE w budynku (opr. własne)

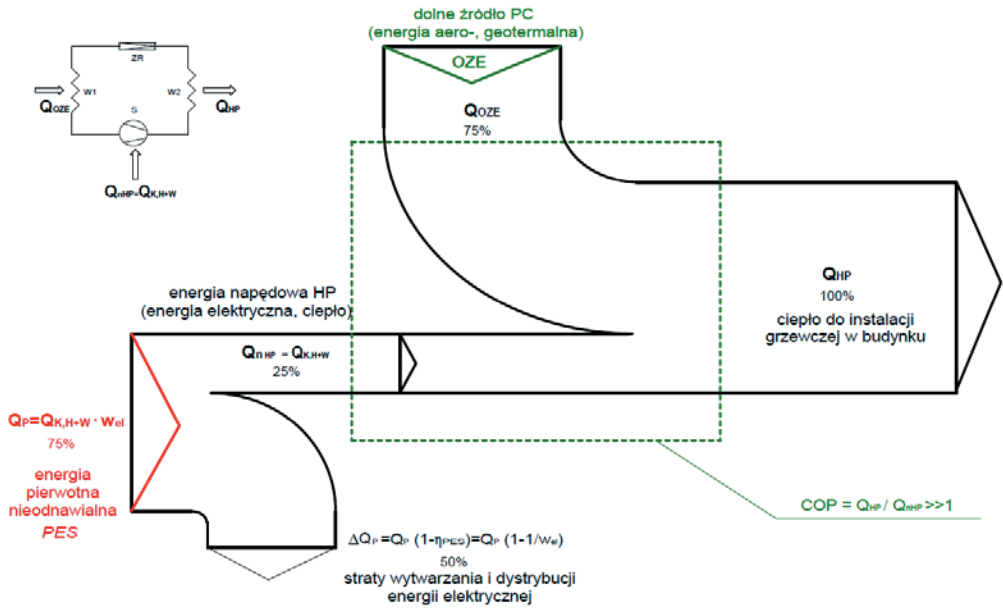


Dla instalacji opartej na pompie ciepła wykorzystującej OZE (rys. 4.2.3 dla sprężarkowej pompy ciepła) wielkość poszanowanych zasobów energii ze źródeł nieodnawialnych można określić z formuły:

$$\Delta Q_{P,i} = [(f_{OZE} \times Q_{i,nd}) / \eta_{i,tot}] \times w_i - [(f_{OZE} \times Q_{i,nd}) / \varepsilon_{i,tot}] \times w_{HP} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.2.2)$$

gdzie:

- i – indeks dziedziny wykorzystania energii w budynku
($i=H$ – ogrzewanie i wentylacja, $i=W$ – przygotowanie ciepłej wody użytkowej, $i=C$ – chłodzenie i wentylacja, $i=L$ – oświetlenie wnętrz),
- f_{OZE} – stopień (udział) pokrycia zapotrzebowania energii użytkowej przez instalację opartą na zasobach OZE,
- $Q_{i,nd}$ – roczne zapotrzebowanie energii użytkowej w danej dziedzinie potrzeb w budynku [kWh/rok],
- $\eta_{i,OZE,tot}$ – średnia sezonowa sprawność całkowita systemu energetycznego instalacji opartej na zasobach OZE w danej dziedzinie,
- $\eta_{i,tot}$ – średnia sezonowa sprawność całkowita systemu energetycznego instalacji konwencjonalnej w danej dziedzinie,
- $\varepsilon_{i,tot}$ – średnia sezonowa sprawność całkowita systemu energetycznego w danej dziedzinie z pompą ciepła,
- $(Q_{K,OZE})_i$ – roczne zapotrzebowanie energii końcowej w danej dziedzinie i potrzeb doprowadzonej do budynku poprzez instalację wykorzystującą OZE [kWh/rok],
- w_{OZE} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie energii końcowej do budynku przez instalację opartą za zasobach OZE,
- w_i – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie energii końcowej do budynku dla nośnika konwencjonalnego,
- w_{HP} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie energii końcowej do budynku dla energii napędowej w pompie ciepła (sprężarkowej lub absorpcyjnej).



Rys. 4.2.3 Efektywność wykorzystania energii pierwotnej nieodnawialnej i zasobów OZE w sprężarkowej pompie ciepła (opr. własne)

Najczęściej wykorzystywana jest sprężarkowa pompa ciepła i wówczas dla energii elektrycznej, będącej w obiegu energią napędową, współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na jej wytworzenie i dostarczenie do budynku wynosi $w_{el} = 3,0$.

Wzrost efektywności wykorzystania energii końcowej poprzez analizę bilansu egzergii jej nośników dla instalacji ciepłych w budynku

Bilans energii w obrębie jej zużycia w budynku nie uwzględnia różnej jakości i potencjału poszczególnych nośników energii, traktuje je jednakowo i tylko ilościowo. Energia zawsze podlega prawu zachowania. Bilans energii dla stanu ustalonego obejmuje ilość energii wprowadzoną do budynku, energię użytkową i dyssypowaną (rozproszoną) jej część wyprowadzoną poza osłonę bilansową. Najskuteczniejszym narzędziem do oceny poszanowania i tym samym oceny efektywności wykorzystania nieodnawialnych zasobów paliw, jest analiza strat egzergii przy wykorzystywaniu w budynku różnych nośników energii w danych systemach ciepłych. Egzergia jest to maksymalna zdolność do wykonania pracy w procesie odwracalnym, w którym parametry otoczenia wyznaczają źródło bezwartościowego ciepła i bezwartościowych substancji [4.2.2]. Tak więc nie tylko poziom zużycia nośników energii decyduje



o efektywności procesu cieplnego. Wskazanie strat egzergii pozwala te procesy optymalizować i wpływać na poszanowanie zasobów paliw ze źródeł nieodnawialnych. Straty egzergii zużywanych w budynku nośników energii, pozyskiwanych z zasobów naturalnych Ziemi, przyczyniają się do zmniejszenia użytecznego efektu (pokrycia zapotrzebowania na energię użytkową w danej dziedzinie) lub zwiększają zużycie tych nośników [4.2.3]. Zatem egzergia jest miernikiem jakości energii i wyznacza potencjał energetyczny danego jej nośnika [4.2.4]. Niski potencjał egzergiczny zasobów OZE może być wykorzystany do pokrycia zapotrzebowania na energię końcową w budynku i pozwala na zastosowanie mniej sprawnych instalacji grzewczych bez wzrostu obciążenia środowiska naturalnego emisjami szkodliwych produktów spalania paliw kopalnych. Opracowanie analizy egzergicznej dla systemów ciepłych zainstalowanych w budynku wraz z obliczeniami bilansu energii w danej dziedzinie potrzeb, pozwala wskazać miejsca największych strat potencjału nośników energii i tym samym zwiększyć efektywność jej wykorzystania. Analiza egzergiczna instalacji ciepłych w budynku, może być cennym narzędziem dla projektowania budynków energooszczędnych. Analiza ta wskazuje miejsca niedoskonałości procesów ciepłych. Zoptymalizowane egzergicznie systemy ciepłe pozwalają lepiej wykorzystać energię chemiczną paliw kopalnych lub ją zastąpić instalacjami opartymi na zasobach OZE [4.2.5]. Istnieją już narzędzia komputerowego wspomaganie takich analiz (program Exergy ver.7.7), są one wynikiem prac prowadzonych w projekcie IEA ECBCS Annex37 dla analiz bilansu egzergii w budynku [4.2.6].

W oparciu o przeprowadzone w opracowaniu [4.2.5] obliczenia bilansu energii i egzergii porównano zużycia energii i egzergii w budynku tradycyjnym i pasywnym. Wyniki tych obliczeń wskazują, że dla budynku tradycyjnego zapotrzebowanie energii jest ponad dwukrotnie większe niż dla budynku pasywnego, natomiast w pojęciu egzergicznym straty w potencjale nośników energii zużywanych w budynku tradycyjnym są wielokrotnie wyższe (ośmiokrotnie w obrębie źródła ciepła, sześciokrotnie na przesyle ciepła i jego wymianie z otoczeniem). Zatem celowe staje się przeprowadzanie analizy bilansu egzergii w instalacjach grzewczych budynków dla wskazania miejsc strat potencjału energetycznego paliw i nośników energii, co jest wykorzystywane w poszczególnych dziedzinach potrzeb. Sporządzenie standardowego bilansu energii w stanie ustalonym i zgodnym z zasadą zachowania energii nie daje pełnej informacji o możliwościach poprawy efektywności energetycznej ocenianego podsystemu energetycznego w budynku. Tak jak procesy technologiczne są poddawane analizie w zakresie bilansu energii i egzergii, tak korzystne byłoby prowadzenie podobnych analiz w odniesieniu do budynków w celu uzyskania lepszych wskaźników w ich charakterystyce energetycznej.

4.3. Algorytmy oceny wpływu termomodernizacji instalacji grzewczych z wykorzystaniem systemów opartych na zasobach OZE na charakterystykę energetyczną budynku i jej świadectwo

Racjonalizacja zużycia energii końcowej w zakresie ogrzewania i wentylacji budynku ma zasadniczy wpływ na wartość wskaźnika jednostkowego EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej. Wynika to ze struktury udziału tych potrzeb, które wg danych statystycznych wynoszą około 72% [4.3.1] w sumarycznym bilansie energii finalnej, pokrywającej potrzeby budynku we wszystkich dziedzinach jej zużycia. Z tej struktury zużycia energii końcowej w budynku wynika, że możemy poprzez racjonalizację w tej dziedzinie wpływać na prawie 30% jej zapotrzebowania w całej gospodarce krajowej. Tym samym, zastępowanie konwencjonalnych instalacji stosujących paliwa kopalne, poprzez instalacje oparte na lokalnych zasobach OZE, w skutku synergicznym wpływa na poprawę efektywności energetycznej budynków oraz na redukcję emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń do środowiska naturalnego.

Mniejsze zużycie energii końcowej (finalnej) przez budynek, przy zachowaniu standardów wewnętrznych, pozwala przenieść oszczędności z kosztów jego eksploatacji na poprawę jakości życia użytkowników. Recast (przekształcenie, nowelizacja) Dyrektywy EPBD [4.3.2] w jego wstępie (pkt 3) wskazuje, że ograniczenie zużycia energii końcowej w budynkach wraz z wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych dla pokrycia bilansu jej zapotrzebowania „*stanowi istotne działanie, konieczne do ograniczenia uzależnienia energetycznego Unii i emisji gazów cieplarnianych*”. W art. 2 pkt 3 tego dokumentu definiuje się „*budynek o niemal zerowym zużyciu energii*” jako obiekt o bardzo wysokiej jakości energetycznej, wymagający niewielkich ilości energii, głównie pochodzącej z lokalnych zasobów OZE. Zgodnie z zapisem Recastu do Dyrektywy EPBD (art. 2, pkt 6) pokrycie potrzeb budynku w zakresie energii pierwotnej dotyczy jej zasobów, zarówno ze źródeł nieodnawialnych (paliwa kopalne), jak i energii pozyskiwanej z zasobów OZE.

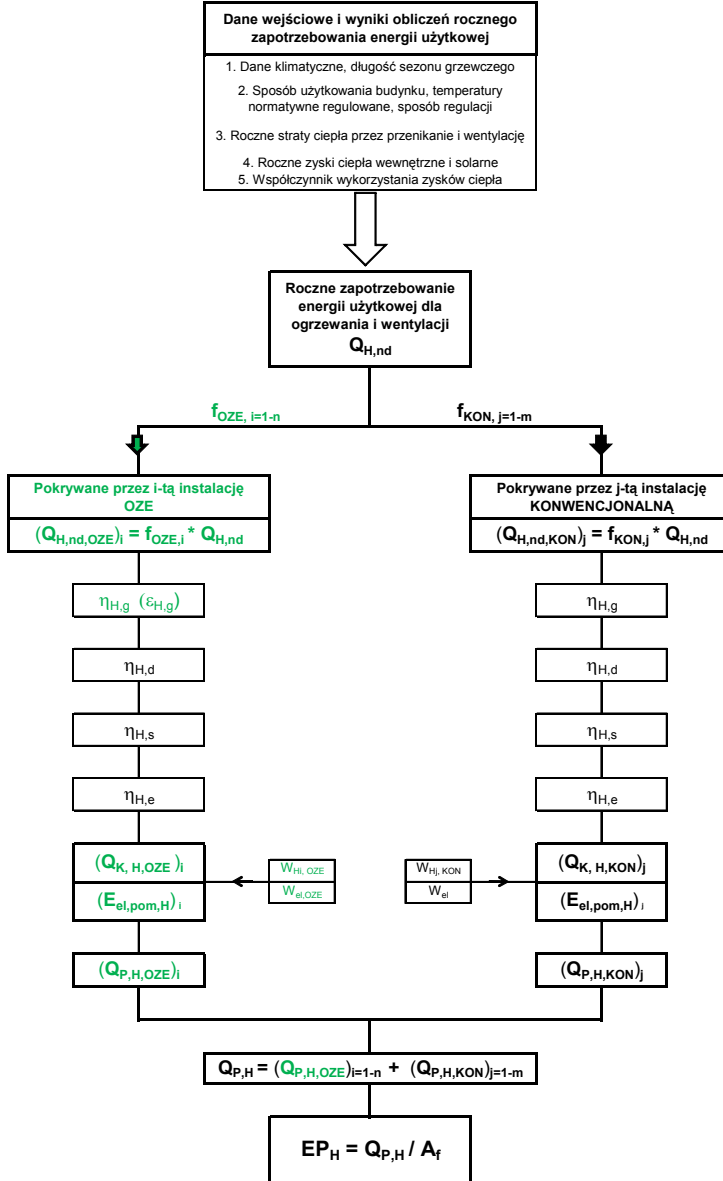
Zapotrzebowanie energii użytkowej, jako wielkość wyjściowa w bilansie energetycznym budynku i zależna od jego jakości, może być pokrywane poprzez podsystemy energetyczne konwencjonalne lub wykorzystujące zasoby OZE pracujące w układach mono- lub biwalentnych. Ich wzajemna konfiguracja zależy od dobranych projektowo instalacji, które w warunkach eksploatacyjnych będą w określonym stopniu (udziały $f_{i,j}$) pokrywały zapotrzebowania energii użytkowej przez i-tą instalację OZE lub przez j-tą instalację konwencjonalną. Ta wzajemna konfiguracja instalacji podsystemów energetycznych ma bezpośredni wpływ na wielkość wskaźnika jednostkowego EP zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w danej dziedzinie użytkowania energii i określa jego jakość energetyczną, wynikającą ze świadectwa charakterystyki energetycznej. Zgodnie z zasadami racjonalnego gospodarowania energią możemy w budynku kreować poprawę efektywności jej wykorzystania, zwiększając udział instalacji opartych na OZE w pokrywaniu bilansu energii końcowej i wykorzystywaniu również



tych zasobów do zasilania urządzeń pomocniczych w celu minimalizowania zużycia nośników konwencjonalnych. Tak skonfigurowane biwalentne (hybrydowe) systemy ciepłne zastosowane w budynkach pozwalają poprawić ich efektywność energetyczną i zmniejszyć zapotrzebowanie na nośniki ze źródeł nieodnawialnych oraz przyczyniają się do redukcji emisji zanieczyszczeń do środowiska naturalnego. Stosowanie w budynkach instalacji pozyskujących energię odnawialną pozwala realizować system rozproszonej energetyki, co może w wymierny sposób poprawiać bezpieczeństwo energetyczne i osiągać cele zrównoważonego rozwoju. Wdrażanie w budynkach systemów energetycznych, opartych głównie na instalacjach OZE, powinno wynikać z działań termomodernizacyjnych w zakresie instalacji ciepłych. Dotyczy to przedsięwzięć termomodernizacyjnych, zarówno poprawiających efektywność energetyczną tych instalacji, jak przede wszystkim konwersji źródeł konwencjonalnych na systemy wykorzystujące zasoby OZE. Takie działania racjonalizujące gospodarkę energetyczną w budynkach powinny obejmować wszystkie dziedziny użytkowania energii, tj. dziedzinę H – ogrzewanie i wentylację (sezon grzewczy), dziedzinę W – przygotowanie ciepłej wody użytkowej, dziedzinę C – chłodzenie i wentylację (sezon letni) oraz dziedzinę L – oświetlenie wbudowane dla pomieszczeń budynków użyteczności publicznej.

Poniżej, na rys. 3.3.1 – 3.3.4 przedstawiono algorytmy poprawy charakterystyki energetycznej budynku, wyrażone wskaźnikiem EP jednostkowego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej w poszczególnych dziedzinach zapotrzebowania energii w budynku obliczanym zgodnie z krajową metodologią [3.2.1]. Zwiększanie udziału instalacji opartych na zasobach OZE bezpośrednio wpływa na spadek zapotrzebowania energii końcowej w systemach konwencjonalnych zasilanych nośnikami dostarczonymi przez komercyjnych dystrybutorów, co przyczynia się do oszczędności w kosztach eksploatacji budynku i pozwala refundować inwestycje wdrażające instalacje zasilane ze źródeł odnawialnych. W konsekwencji takiego działania możemy zapewnić wymagane standardy wewnątrz budynków mniejszym kosztem eksploatacyjnym, co wytycza przyszłościowe dążenia do wyłącznej realizacji budynków „o niemal zerowym zużyciu energii” (art. 9 Recastu dyrektywy EPBD [4.3.2]).

Dziedzina H: ogrzewanie i wentylacja



Rys. 4.3.1 Algorytm oceny poprawy charakterystyki energetycznej budynku przy stosowaniu instalacji OZE dla potrzeb ogrzewania i wentylacji (opr. własne)



Dziedzina H: ogrzewanie i wentylacja

Objaśnienia:

- $Q_{H,nd}$ – zapotrzebowanie roczne ciepła użytkowego [kWh/rok],
 $f_{OZE,i=1-n}$ – stopień (udział) pokrycia zapotrzebowania energii użytkowej przez i -tą instalację OZE [-],
 $f_{KON,j=1-m}$ – stopień (udział) pokrycia zapotrzebowania energii użytkowej przez j -tą instalację KONWENCJONALNĄ [-],
 $\eta_{H,g} (\varepsilon_{H,g})$ – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczanej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej) [-],
 $\eta_{H,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią) [-],
 $\eta_{H,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią) [-],
 $\eta_{H,e}$ – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w budynku (w obrębie osłony bilansowej) [-],
 $Q_{K,H,i=1-n}$ – zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez instalację OZE [kWh/rok],
 $Q_{K,H,j=1-m}$ – zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez instalację KONWENCJONALNĄ [kWh/rok],
 $E_{el,pom,H,i=1-n}$ – energia elektryczna pomocnicza dla i -tej instalacji OZE [kWh/rok],
 $E_{el,pom,H,j=1-m}$ – energia elektryczna pomocnicza dla j -tej instalacji KONWENCJONALNEJ [kWh/rok],
 $W_{Hi,OZE}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii i -tej instalacji OZE [-],
 $W_{Hj,KON}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii j -tej instalacji KONWENCJONALNEJ [-],
 W_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej napędów pomocniczych w instalacji KONWENCJONALNEJ [-],
 $W_{el,OZE}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej wytworzonej z zasobów OZE dla napędów urządzeń pomocniczych w instalacji OZE [-],
 $Q_{P,H,OZE}$ – zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną pokrywane przez instalację OZE [kWh/rok],
 $Q_{P,H,KON}$ – zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną pokrywane przez instalację KONWENCJONALNĄ [kWh/rok],
 $Q_{P,H}$ – łączne zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną dla ogrzewania i wentylacji [kWh/rok],
 A_f – powierzchnia ogrzewana (o regulowanej temperaturze) budynku lub lokalu mieszkalnego [m²],
 EP_H – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną w dziedzinie ogrzewania i wentylacji [kWh/m²·rok]

FORMUŁY DO ALGORYTMU OCENY

1. Zapotrzebowanie roczne ciepła użytkowego :

$$Q_{H,nd} = \sum_{i=1}^n Q_{Hi,nd} + \sum_{j=1}^m Q_{Hj,nd} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.1)$$

gdzie:

$Q_{Hi,nd}$ – ciepło użytkowe pokrywane przez i -tą instalację OZE,

$Q_{Hj,nd}$ – ciepło użytkowe pokrywane przez j -tą instalację KONWENCJONALNĄ.

2. Sprawność średnia sezonowa całego systemu grzewczego pokrywana przez i -tą instalację OZE:

$$\eta_{Hi,totOZE} = (\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e})_{i=1 \div n} \quad (4.3.2)$$

(dla pompy ciepła $\eta_{H,g} = \varepsilon_{H,g}$)

3. Sprawność średnia sezonowa całego systemu grzewczego zasilanego z j -tego źródła KONWENCJONALNEGO:

$$\eta_{Hj,totKON} = (\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e})_{j=1 \div m} \quad (4.3.3)$$

4. Zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez instalacje OZE:

$$Q_{K,H,OZE} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{Hi,nd}}{\eta_{Hi,totOZE}} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.4)$$

5. Zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez instalację KONWENCJONALNĄ:

$$Q_{K,Hj,KON} = \sum_{j=1}^m \frac{Q_{Hj,nd}}{\eta_{Hj,totKON}} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.5)$$

6. Łączne zapotrzebowanie roczne na energię końcową dostarczoną do budynku przez instalacje grzewcze:

$$Q_{K,H} = \sum_{i=1}^n Q_{K,Hi} + \sum_{j=1}^m Q_{K,Hj} = Q_{K,H,OZE} + Q_{K,H,KON} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.6)$$



7. Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą instalacji grzewczych:

$$E_{el,pom,H} = \sum_{i=1}^n E_{el,pom,Hi} + \sum_{j=1}^m E_{el,pom,Hj} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.7)$$

gdzie:

 $E_{el,pom,Hi}$ – energia elektryczna pomocnicza dla i -tej instalacji OZE [kWh/rok], $E_{el,pom,Hj}$ – energia elektryczna pomocnicza dla j -tej instalacji KONWENCJONALNEJ [kWh/rok]

8. Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla instalacji OZE:

$$Q_{P,H,OZE} = \sum_{i=1}^n (Q_{K,Hi} \cdot w_{Hi,OZE} + w_{el,OZE} \cdot E_{el,pom,Hi}) \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.8)$$

gdzie:

 $w_{Hi,OZE}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii i -tej instalacji OZE [-], $w_{el,OZE}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej wytworzonej z zasobów OZE dla napędów urządzeń pomocniczych i -tej instalacji OZE [-].

9. Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla instalacji KONWENCJONALNEJ:

$$Q_{P,H,KON} = \sum_{j=1}^m (Q_{K,Hj} \cdot w_{Hj,KON} + w_{el} \cdot E_{el,pom,Hj}) \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.9)$$

gdzie:

 $w_{Hj,KON}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii j -tej instalacji KONWENCJONALNEJ [-], w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej napędów pomocniczych j -tej instalacji KONWENCJONALNEJ [-].

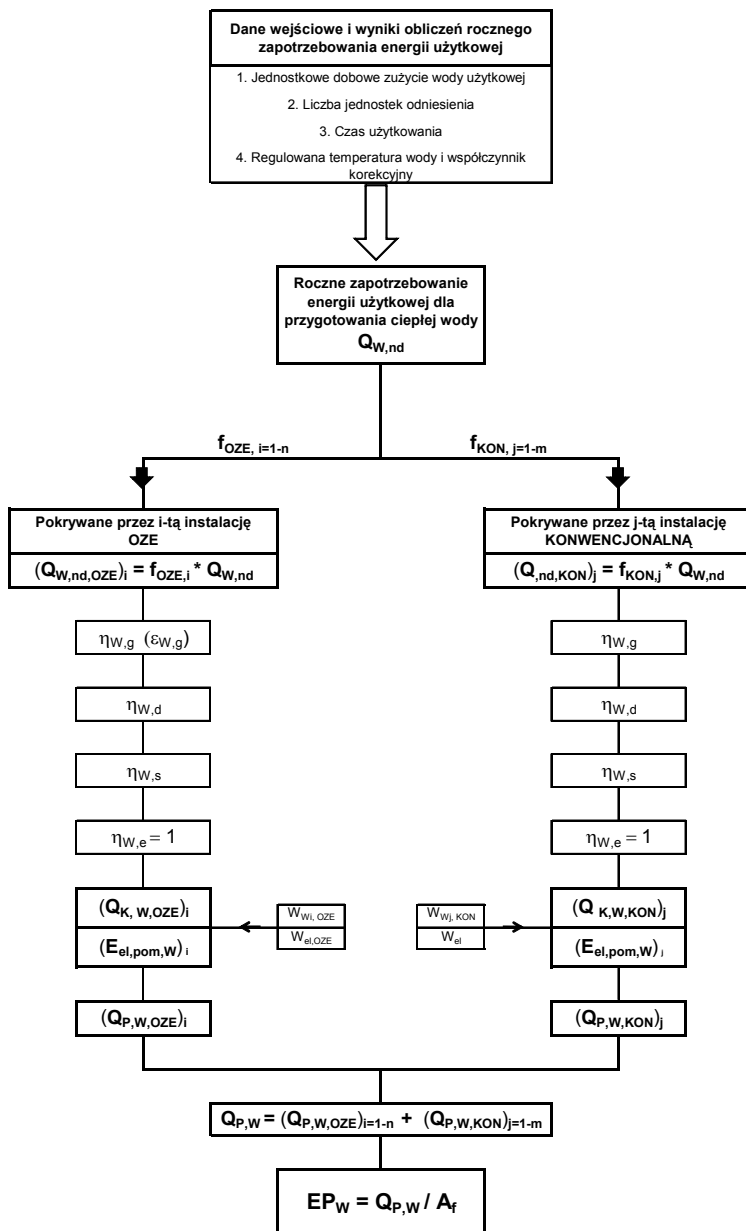
10. Łączne zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną dla ogrzewania i wentylacji budynku:

$$Q_{P,H} = Q_{P,H,OZE} + Q_{P,H,KON} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.10)$$

11. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną w dziedzinie ogrzewania i wentylacji:

$$EP_H = \frac{Q_{P,H}}{A_f} \quad [\text{kWh/m}^2\text{rok}] \quad (4.3.11)$$

Dziedzina W: przygotowanie ciepłej wody użytkowej



Rys. 4.3.2 Algorytm oceny poprawy charakterystyki energetycznej budynku przy stosowaniu instalacji OZE dla potrzeb przygotowania ciepłej wody użytkowej (opr. własne)



Dziedzina W: przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Objaśnienia:

- $Q_{W,nd}$ – zapotrzebowanie roczne ciepła użytkowego do podgrzania ciepłej wody użytkowej [kWh/rok],
- $f_{OZE,i=1-n}$ – stopień (udział) pokrycia zapotrzebowania energii użytkowej przez i -tą instalację OZE [-],
- $f_{KON,j=1-m}$ – stopień (udział) pokrycia zapotrzebowania energii użytkowej przez j -tą instalację KONWENCJONALNĄ [-],
- $\eta_{W,g} (\varepsilon_{W,g})$ – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczanej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej) [-],
- $\eta_{W,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepłej wody w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią) [-],
- $\eta_{W,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią) [-],
- $\eta_{W,e}$ – średnia sezonowa sprawność wykorzystania [-],
- $Q_{K,W, i=1-n}$ – zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez instalację OZE [kWh/rok],
- $Q_{K,W, j=1-m}$ – zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez instalację KONWENCJONALNĄ [kWh/rok],
- $E_{el,pom,W, i=1-n}$ – energia elektryczna pomocnicza dla i -tej instalacji OZE [kWh/rok],
- $E_{el,pom,W, j=1-m}$ – energia elektryczna pomocnicza dla j -tej instalacji KONWENCJONALNEJ [kWh/rok],
- $W_{Wi,OZE}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii i -tej instalacji OZE [-],
- $W_{Wj,KON}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii j -tej instalacji KONWENCJONALNEJ [-],
- W_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej napędów pomocniczych w instalacji KONWENCJONALNEJ [-],
- $W_{el,OZE}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej wytworzonej z zasobów OZE dla napędów urządzeń pomocniczych w instalacji OZE [-],
- $Q_{P,W,OZE}$ – zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną dla potrzeb przygotowania c.w.u. pokrywane przez instalacje OZE [kWh/rok],
- $Q_{P,W,KON}$ – zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną dla potrzeb przygotowania c.w.u. pokrywane przez instalację KONWENCJONALNĄ [kWh/rok],
- $Q_{P,W}$ – łączne zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną dla potrzeb przygotowania c.w.u. [kWh/rok],
- A_f – powierzchnia ogrzewana (o regulowanej temperaturze) budynku lub lokalu mieszkalnego [m²],
- EP_W – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną dla potrzeb przygotowania c.w.u. [kWh/m²-rok].

FORMUŁY DO ALGORYTMU OCENY

1. Zapotrzebowanie roczne ciepła użytkowego:

$$Q_{W,nd} = \sum_{i=1}^n Q_{Wi,nd} + \sum_{j=1}^m Q_{Wj,nd} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.12)$$

gdzie:

$Q_{Wi,nd}$ – ciepło użytkowe pokrywane przez i -tą instalację OZE,

$Q_{Wj,nd}$ – ciepło użytkowe pokrywane przez j -tą instalację KONWENCJONALNĄ.

2. Sprawność średnia sezonowa całego systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej pokrywana przez i -tą instalację OZE:

$$\eta_{Wi,totOZE} = (\eta_{W,g} \cdot \eta_{W,s} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,e})_{i=1 \div n} \quad (4.3.13)$$

(dla pompy ciepła $\eta_{W,g} = \varepsilon_{W,g}$)

3. Sprawność średnia sezonowa całego systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej pokrywana przez j -te źródło KONWENCJONALNE:

$$\eta_{Wj,totKON} = (\eta_{W,g} \cdot \eta_{W,s} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,e})_{j=1 \div m} \quad (4.3.14)$$

4. Zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez instalacje OZE:

$$Q_{K,W,OZE} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{Wi,nd}}{\eta_{Wi,totOZE}} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.15)$$

5. Zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez instalację KONWENCJONALNĄ:

$$Q_{K,W,KON} = \sum_{j=1}^m \frac{Q_{Wj,nd}}{\eta_{Wj,totKON}} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.16)$$

6. Łączne zapotrzebowanie roczne na energię końcową dostarczoną do budynku na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

$$Q_{K,W} = Q_{K,W,OZE} + Q_{K,W,KON} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.17)$$



7. Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą instalacji przygotowania c.w.u.

$$E_{el,pom,W} = \sum_{i=1}^n E_{el,pom,Wi} + \sum_{j=1}^m E_{el,pom,Wj} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.18)$$

gdzie:

 $E_{el,pom,Wi}$ – energia elektryczna pomocnicza dla i -tej instalacji OZE [kWh/rok], $E_{el,pom,Wj}$ – energia elektryczna pomocnicza dla j -tej instalacji.

KONWENCJONALNEJ [kWh/rok]

8. Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla potrzeb przygotowania c.w.u. pokrywane przez instalacje OZE:

$$Q_{P,W,OZE} = \sum_{i=1}^n (Q_{K,Wi} \cdot w_{Wi,OZE} + w_{el,OZE} \cdot E_{el,pom,Wi}) \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.19)$$

gdzie:

 $w_{Wi,OZE}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii i -tej instalacji OZE [-], $w_{el,OZE}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej wytworzonej z zasobów OZE dla napędów urządzeń pomocniczych [-].

9. Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla potrzeb przygotowania c.w.u. pokrywane przez instalację KONWENCJONALNĄ:

$$Q_{P,W,KON} = \sum_{j=1}^m (Q_{K,Wj} \cdot w_{Wj,KON} + w_{el} \cdot E_{el,pom,Wj}) \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.20)$$

gdzie:

 $w_{Wj,KON}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii j -tej instalacji KONWENCJONALNEJ [-], w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej napędów pomocniczych j -tej instalacji KONWENCJONALNEJ [-].

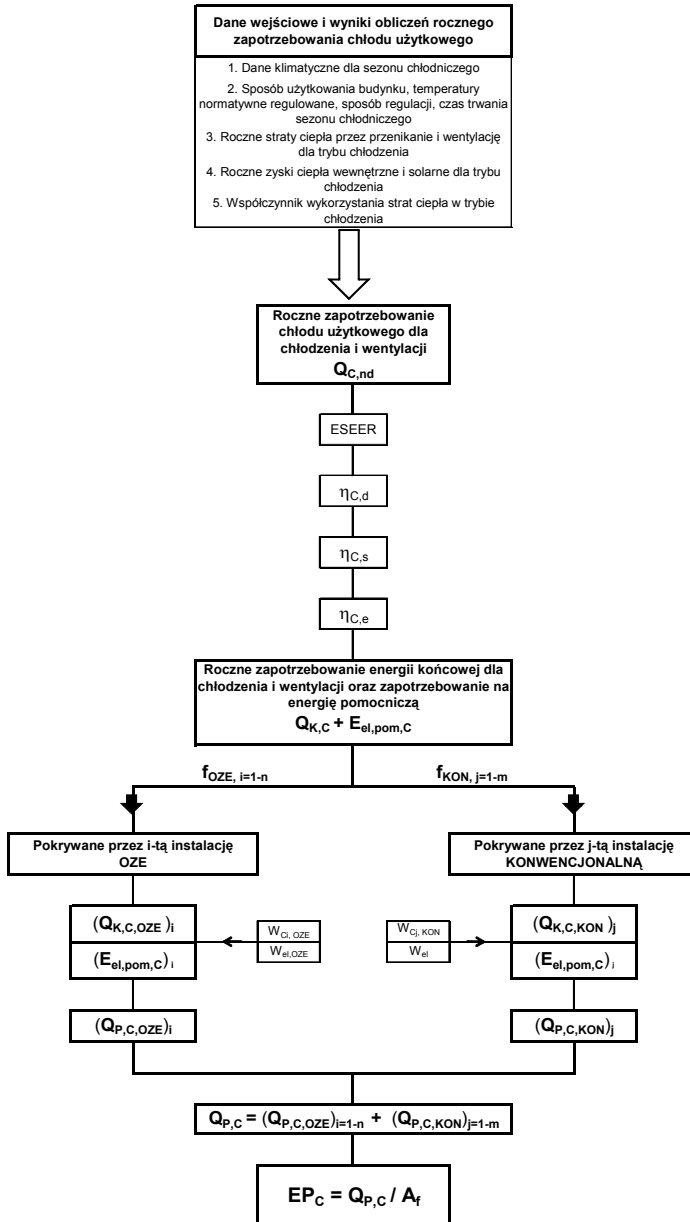
10. Łączne zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną dla potrzeb przygotowania c.w.u. w budynku:

$$Q_{P,W} = Q_{P,W,OZE} + Q_{P,W,KON} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.21)$$

11. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną w dziedzinie przygotowania c.w.u.:

$$EP_W = \frac{Q_{P,W}}{A_f} \text{ [kWh/m}^2\text{rok]} \quad (4.3.22)$$

Dziedzina C: chłodzenie i wentylacja



Rys. 4.3.3 Algorytm oceny poprawy charakterystyki energetycznej budynku przy stosowaniu instalacji OZE dla potrzeb chłodzenia i wentylacji (opr. własne)



Dziedzina C: chłodzenie i wentylacja pomieszczeń

Objaśnienia:

- $Q_{C,nd}$ – zapotrzebowanie roczne chłodu użytkowego [kWh/rok],
- $f_{OZE,i=1-n}$ – udział w wytwarzaniu chłodu dla pomieszczeń przez i -tą instalację OZE wytwarzającą energię elektryczną [-],
- f_{KON} – udział w wytwarzaniu chłodu dla pomieszczeń przez instalację zasilaną energią elektryczną z sieci systemu elektroenergetycznego,
- ESEER – średni europejski współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu z nośnika energii doprowadzonej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej) liczony zgodnie z wytycznymi Euorvent ,
- $\eta_{C,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu nośnika chłodu w obrębie budynku (osłony bilansowej) [-],
- $\eta_{C,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w budynku (w obrębie osłony bilansowej) [-],
- $\eta_{C,e}$ – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w budynku (w obrębie osłony bilansowej) [-],
- $Q_{K,C,OZE}$ – roczne zapotrzebowanie energii końcowej dla pokrycia potrzeb chłodzenia budynku pokryte przez instalacje OZE [kWh/rok],
- $E_{el,pom,C,OZE}; E_{el,pom,V,OZE}$ – roczne zapotrzebowanie energii do napędu urządzeń pomocniczych w systemie chłodzenia i wentylacji pokryte przez instalacje OZE [kWh/rok],
- $Q_{K,C,KON}$ – roczne zapotrzebowanie energii końcowej dla pokrycia potrzeb chłodzenia budynku pokryte przez system elektroenergetyczny (nośnik energia elektryczna) [kWh/rok],
- $E_{el,pom,C,KON}; E_{el,pom,V,KON}$ – roczne zapotrzebowanie energii do napędu urządzeń pomocniczych w systemie chłodzenia i wentylacji pokryte przez system elektroenergetyczny [kWh/rok],
- w_C – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii, dotyczy wytwarzania chłodu [-],
- w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej napędów pomocniczych w instalacji KONWENCJONALNEJ [-],
- $w_{el,OZE}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej wytworzonej z zasobów OZE dla napędów urządzeń pomocniczych w instalacji OZE [-],
- $Q_{P,C,OZE}$ – zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną pokrywane przez instalację OZE [kWh/rok],
- $Q_{P,C,KON}$ – zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną pokrywane przez instalację KONWENCJONALNĄ [kWh/rok],
- A_f – powierzchnia ogrzewana (o regulowanej temperaturze) budynku lub lokalu mieszkalnego [m²],
- EP_C – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną w dziedzinie chłodzenia i wentylacji [kWh/m²-rok].

FORMUŁY DO ALGORYTMU OCENY

1. Zapotrzebowanie roczne chłodu użytkowego:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} \cdot Q_{C,ht} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.23)$$

gdzie:

$Q_{C,gn}$ – całkowite roczne zyski ciepła dla trybu chłodzenia [kWh/rok],

$\eta_{C,ls}$ – współczynnik efektywności wykorzystania strat ciepła w trybie chłodzenia [-],

$Q_{C,ht}$ – całkowite roczne straty ciepła przez przenikanie i wentylację dla trybu chłodzenia [kWh/rok]

2. Sprawność średnia sezonowa całego systemu chłodzenia

$$\eta_{C,tot} = ESEER \times \eta_{C,s} \times \eta_{C,d} \times \eta_{C,e} \quad (4.3.24)$$

3. Zapotrzebowanie roczne na energię końcową dla pokrycia potrzeb chłodzenia budynku

$$Q_{K,C} = \frac{Q_{C,nd}}{\eta_{C,tot}} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.25)$$

4. Zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez instalację OZE:

$$Q_{K,C,OZE} = \sum_{i=1}^n (f_{OZE} \cdot Q_{K,C})_i \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.26)$$

5. Zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez instalację KONWENCJONALNĄ:

$$Q_{K,C,KON} = \sum_{j=1}^m (f_{KON} \cdot Q_{K,C})_j \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.27)$$

6. Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla instalacji OZE

$$Q_{P,C,OZE} = \sum_{i=1}^n (Q_{K,C,OZE} \cdot w_{C,OZE} + w_{el,OZE} \cdot E_{el,pom,C})_i \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.28)$$



7. Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla instalacji KONWENCJO-
NALNEJ:

$$Q_{P,C,KON} = \sum_{j=1}^m (Q_{K,C,KON} \cdot w_{C,KON} + w_{el} \cdot E_{el,pom,C})_j \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.29)$$

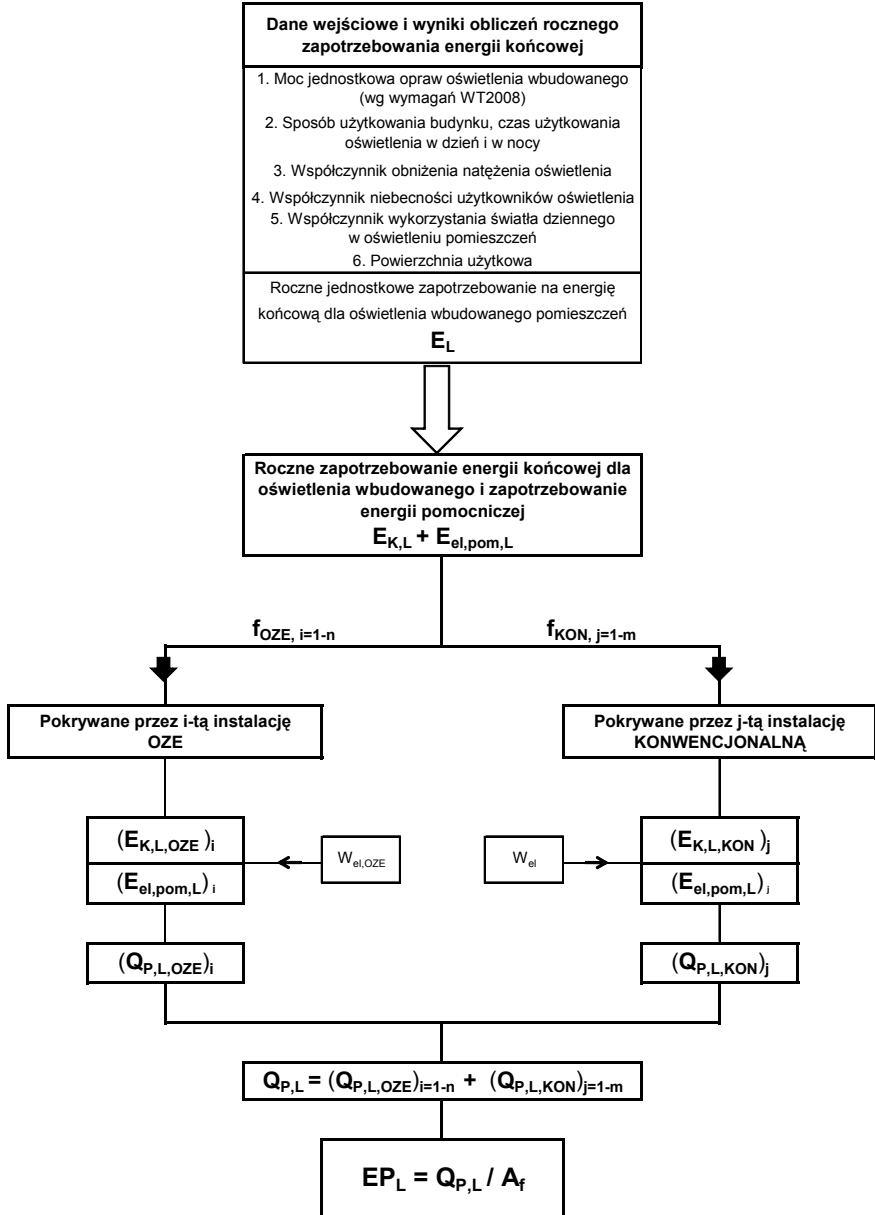
8. Łączne zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną dla potrzeb chłodzenia
i wentylacji :

$$Q_{P,C} = Q_{P,C,OZE} + Q_{P,C,KON} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.30)$$

9. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną w dziedzinie chłodzenia
i wentylacji:

$$EP_C = \frac{Q_{P,C}}{A_f} \quad [\text{kWh/m}^2\text{rok}] \quad (4.3.31)$$

Dziedzina L: oświetlenie wbudowane dla pomieszczeń w budynku



Rys. 4.3.4 Algorytm oceny poprawy charakterystyki energetycznej budynku przy stosowaniu instalacji OZE dla potrzeb oświetlenia wbudowanego (opr. własne)

Dziedzina L: oświetlenie (budynki użyteczności publicznej) wbudowane dla pomieszczeń w budynku

Objaśnienia:

- $E_{L,j}$ – roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię do oświetlenia j -tego pomieszczenia [kWh/m²rok],
- $E_{K,L}$ – zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia wbudowanego [kWh/rok],
- $E_{el,pom,L}$ – zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych systemu oświetlenia wbudowanego [kWh/rok],
- f_{OZE} – stopień (udział) pokrycia zapotrzebowania energii końcowej dla oświetlenia przez instalację OZE [-],
- f_{OZE} – stopień (udział) pokrycia zapotrzebowania energii końcowej dla oświetlenia przez instalację KONWENCJONALNĄ [-],
- $(E_{K,L})_i$ – zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez i -tą instalację OZE [kWh/rok],
- $(E_{K,L})_j$ – zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez j -tą instalację KONWENCJONALNĄ [kWh/rok],
- $(E_{el,pom,L})_i$ – zapotrzebowanie roczne na energię pomocniczą pokrywane przez i -tą instalację OZE [kWh/rok],
- $(E_{el,pom,L})_j$ – zapotrzebowanie roczne na energię pomocniczą pokrywane przez j -tą instalację KONWENCJONALNĄ [kWh/rok],
- $w_{el,OZE}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej wytworzonej z zasobów OZE dla napędów urządzeń pomocniczych w instalacji OZE [-],
- w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla nośnika energii instalacji KONWENCJONALNEJ [-],
- $Q_{P,L,OZE}$ – zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną dla instalacji OZE [kWh/rok],
- $Q_{P,L,KON}$ – zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną dla instalacji KONWENCJONALNEJ [kWh/rok],
- $Q_{P,L}$ – łączne roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla potrzeb oświetlenia wbudowanego [kWh/rok],
- A_f – powierzchnia ogrzewana lub chłodzona (o regulowanej temperaturze) budynku lub lokalu mieszkalnego [m²],
- EP_L – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną dla potrzeb oświetlenia wbudowanego [kWh/m²rok].

FORMUŁY DO ALGORYTMU OCENY

1. Zapotrzebowanie roczne jednostkowe na energię końcową dla oświetlenia wbudowanego:

$$E_{Lj} = F_C \cdot \frac{P_N}{1000} \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)] [\text{kWh/m}^2\text{rok}] \quad (4.3.32)$$

gdzie:

- P_N – moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu lub budynku użyteczności publicznej [W/m^2],
 F_C – współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego [-],
 t_D – czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h/rok],
 t_N – czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h/rok],
 F_O – współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy [-],
 F_D – współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu [-].

2. Roczne zapotrzebowanie roczne energii końcowej dla oświetlenia wbudowanego:

$$E_{K,L} = E_{Lj} \cdot A_f [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.33)$$

3. Zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez i -tą instalację OZE:

$$(E_{K,L})_i = f_{OZEi} \cdot E_{K,L} [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.34)$$

4. Zapotrzebowanie roczne na energię końcową pokrywane przez j -tą instalację KONWENCJONALNĄ:

$$(E_{K,L})_j = f_{KONj} \cdot E_{K,L} [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.35)$$

5. Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla instalacji OZE:

$$Q_{P,L,OZE} = \sum_{i=1}^n (E_{K,L})_i + (w_{el,OZE} \cdot E_{el,pom,L})_i [\text{kWh/rok}] \quad (4.3.36)$$



6. Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dla instalacji KONWENCJONALNEJ:

$$Q_{P,L,KON} = \sum_{j=1}^m (E_{K,L})_j + (w_{el} \cdot E_{el,pom,L})_j \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.37)$$

7. Łączne zapotrzebowanie roczne na energię pierwotną dla potrzeb oświetlenia wbudowanego:

$$Q_{P,L} = Q_{P,L,OZE} + Q_{P,L,KON} \text{ [kWh/rok]} \quad (4.3.38)$$

8. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną w dziedzinie oświetlenia wbudowanego:

$$EP_L = \frac{Q_{P,L}}{A_f} \text{ [kWh/m}^2\text{rok]} \quad (4.3.39)$$

4.4. Analiza możliwości i zakresu termomodernizacji instalacji grzewczych w budynku z zastosowaniem systemów opartych na OZE w świetle rekomendacji wskazanych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz wymagań dla sporządzania audytów energetycznych

Nieodzownym elementem termomodernizacji obiektów budowlanych jest modernizacja systemów grzewczych w zakresie instalacji i źródeł ciepła. Działania poprawiające charakterystykę energetyczną budynku poprzez przedsięwzięcia zmniejszające zapotrzebowanie energii w zakresie ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej, wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej, wytwarzania chłodu, jak również zwiększające sprawności systemu grzewczego, są zasadniczym elementem optymalizacji zużycia energii w budynku, co warunkuje poprawną analizę możliwości zastosowania systemów opartych na OZE.

Kompleksowa termomodernizacja budynku, oprócz zwiększenia termoizolacyjności przegród zewnętrznych, powinna w pierwszym kroku obejmować przedsięwzięcia modernizacyjne systemu grzewczego i wentylacyjnego, systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, modernizację systemu oświetlenia i instalacji elektrycznych, a także modernizację urządzeń klimatyzacyjnych lub wytwarzających chłód. Termomodernizacja systemu grzewczego jest koniecznym następstwem poprawy izolacyjności przegród budowlanych, będącej najczęściej podstawowym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym. Zmniejszenie potrzeb grzewczych, wynikające ze zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne, narzuca konieczność dostosowania do nowych warunków cieplnych wielu elementów wewnętrznych instalacji grzewczych oraz przyłączy ciepłowniczych. Tylko równoczesna modernizacja wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania po ocie-

plenu budynku daje gwarancję obniżenia wydatków na jego energię cieplną w budynku. Zakres koniecznych zabiegów i zmian w instalacji powinna określać analiza przeprowadzona każdorazowo w audycie energetycznym budynku.

Zmiany w instalacji mogą dotyczyć:

– parametrów wody grzewczej instalacyjnej:

Parametry wody grzewczej w instalacji, utrzymane na takim samym poziomie jak przed termomodernizacją powodują przegrzewanie pomieszczeń (zwłaszcza w wypadku braku bezpośredniej regulacji temperatury przy grzejnikach). W instalacjach centralnego ogrzewania w budynkach istniejących najczęściej stosowano temperatury dla warunków nominalnych 90/70°C ($\Delta t=20^\circ\text{C}$). Ostatnio w instalacjach wewnętrznych c. o. stosuje się wodę grzewczą o temperaturze 70/55°C ($\Delta t=15^\circ\text{C}$), która poprawia komfort w pomieszczeniu z uwagi na niższą powierzchniową temperaturę grzejnika. Zwiększone przepływy wody instalacyjnej przy tych parametrach poprawiają w istotny sposób jakość regulacji w zaworach termostatycznych grzejnikowych i pod pionami, powodują natomiast nieznacznie zwiększone opory przepływu, co wpływa na wielkość pompy obiegowej i koszty jej eksploatacji. Temperaturę wody w instalacji grzewczej ustala się poprzez nastawy regulatorów w węzłach cieplnych lub na sterownikach kotłów grzewczych.

Obniżone temperatury wody grzewczej w instalacjach centralnego ogrzewania są również warunkiem wysokosprawnego wykorzystania pompy ciepła [4.4.1], która coraz częściej jest źródłem ciepła w układach grzejnych c.o. i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Pompy ciepła, będące niekonwencjonalnym źródłem ciepła, najczęściej stosowane są do układów ogrzewania podłogowego o nominalnych temperaturach wody instalacyjnej na poziomie 25-29 °C, ogrzewania sufitowego do temperatury 45 °C, ogrzewania grzejnikowego niskotemperaturowego 55/40 °C oraz podgrzewania ciepłej wody użytkowej przy temperaturach 55/60 °C. W okresie letnim pompy ciepła mogą być zastosowane do chłodzenia pomieszczeń.

Pompa ciepła przekazuje energię cieplną ze źródła dolnego o temperaturze niższej na poziom wyższy do źródła górnego, które stanowi instalacja c.o. i c.w.u., za pośrednictwem czynnika roboczego, przy zużyciu dostarczonej z zewnątrz energii elektrycznej. Aktualnie w źródłach ciepła najczęściej stosowane są sprężarkowe pompy ciepła. Na wydajność grzejną pompy ciepła wpływa temperatura źródła dolnego i temperatura instalacji odbiorczej (źródło górne). Sprawność energetyczna pompy ciepła jest najwyższa przy maksymalnej temperaturze źródła dolnego i minimalnej temperaturze źródła górnego. Wynika z tego konieczność maksymalnego obniżenia temperatur eksploatacyjnych instalacji odbiorczych zasilanych ze źródeł opartych na pompach ciepła.

Przy niskich temperaturach zewnętrznych moc cieplna pompy ciepła jest jednak niewystarczająca do całkowitego pokrycia strat ciepła budynku i należy wówczas zastosować dodatkowe źródło ciepła (źródło szczytowe), współpracujące w układzie biwalentnym z pompą ciepła. Minimalizacja potrzeb grzewczych budynku (poprzez dobrą izolacyjność przegród zewnętrznych) stwarza warunki dla pokrycia przez pompę ciepła zapotrzebowania na moc cieplną budynku, występującą przy niższych temperaturach



zewnątrznych powietrza atmosferycznego. Obniżenie temperatury wody w instalacji centralnego ogrzewania jest zatem jednym z najistotniejszych warunków przy termomodernizacji instalacji grzewczych w budynku z zastosowaniem pompy ciepła, co stanowi ważny element poprawiający charakterystykę energetyczną budynku.

– elementów grzejnych:

W budynkach poddawanych termomodernizacji, przy nowych warunkach wymiany ciepła spowodowanych obniżeniem potrzeb grzewczych w poszczególnych pomieszczeniach oraz nowymi parametrami wody, należy przeliczyć i dobrać właściwe wielkości grzejników. Wszystkie grzejniki należy wyposażyć w zawory termostatyczne.

– regulacji hydraulicznej:

Przeprowadzone działania termomodernizacyjne, zmniejszające zapotrzebowanie energii użytkowej dla budynku, wymuszają również przeprowadzenie obliczeń hydraulicznych i regulację wewnętrzną instalacji centralnego ogrzewania, dostosowującą przepływy wody instalacyjnej dla nowych potrzeb grzewczych pomieszczeń i nowych parametrów.

– węzłów cieplnych:

Istotnym działaniem dla dostosowania instalacji grzewczych po termomodernizacji budowlanej jest modernizacja węzłów cieplowniczych poprzez dobór właściwych wielkości urządzeń (wymyenników, pomp obiegowych) do nowych potrzeb, tak aby ich eksploatacja była prowadzona w obszarze maksymalnych sprawności. To poprawia efektywność energetyczną systemu przy zapotrzebowaniu energii określonym dla uzasadnionego komfortu cieplnego pomieszczeń. Znaczące zmniejszenie zużycia energii w budynku uzyskuje się przez zastosowanie regulacji pogodowej, tj. automatycznej regulacji temperatury nośnika ciepła w instalacji grzewczej w zależności od warunków pogodowych. Konieczne dla racjonalizacji zużycia energii w budynku jest wdrożenie zasad właściwej i oszczędnej eksploatacji instalacji grzewczych [4.4.2]. Obniżenie zużycia energii można dodatkowo uzyskać przez odpowiednie opomiarowanie instalacji, zapewniające prawidłowe rozliczanie opłat za ciepło.

Odrębnym problemem jest usprawnienie systemu wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej nawiewno-wywiewnej. Automatyczne zamknięcia drzwi i bram wejściowych do budynku oraz poprawa szczelności okien i elementów w zewnętrznej osłonie budynku skutkuje zmniejszeniem liczby wymian powietrza. Zmiana systemu wentylacji obejmującej całą kubaturę budynku na wentylację zapewniającą odpowiednią liczbę wymian powietrza w strefie przebywania ludzi oraz odzysk ciepła odprowadzanego z systemów wentylacyjnych stanowią zasadnicze elementy poprawy gospodarki energetycznej w zakresie wentylacji w budynku.

Wskazane jest przeprowadzenie kompleksowej termomodernizacji budynku przed podjęciem decyzji o zastosowaniu odnawialnych źródeł energii dla pokrycia zapotrzebowania na energię użytkową budynku, aby uzyskać poprawę jego charakterystyki energetycznej.

Na realizację powyższych działań pozwala ciągły rozwój techniki instalacyjnej, poprawiającej sprawności wytwarzania, magazynowania i dystrybucji energii oraz regulacji systemów ciepłych, jak również minimalizującej zużycie pomocniczej energii elektrycznej koniecznej do działania instalacji w budynku. Decydujące dla poszanowania nieodnawialnych zasobów pierwotnych jest zastępowanie w możliwie jak największym zakresie, konwencjonalnego wytwarzania energii systemami korzystającymi z zasobów OZE. Zagadnienie to dotyczy głównie źródeł ciepła.

W budynkach istniejących wskazana jest w trakcie termomodernizacji systemów grzewczych wymiana konwencjonalnych generatorów energii na urządzenia wykorzystujące energię odnawialną. Aktualny rynek podaży urządzeń i systemów pozyskujących energię z jej odnawialnych źródeł pozwala już w znacznym stopniu na różnorodne kształtowanie generatorów w źródle.

Tak określone działania termomodernizacyjne wpisują się w zalecenia i ustalenia określone w dyrektywach unijnych i są implementowane do legislacji krajowej [4.4.3]. Przyjęty Recast Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Recast EPBD) [4.4.7] wprowadza znaczne obostrzenia odnośnie zużycia energii w budynkach i stosowania odnawialnych źródeł energii. W dyrektywie wprowadzono definicję „budynku o niemal zerowym zużyciu energii”, w którym bardzo niskie potrzeby energetyczne powinny być pokrywane energią ze źródeł odnawialnych. Dla budynków nowych (art. 6 Recastu EPBD) zaleca się wykonanie analizy technicznej, środowiskowej i ekonomicznej możliwości stosowania wysokoefektywnych alternatywnych systemów zaopatrzenia w energię produkowaną ze źródeł odnawialnych, kogeneracji lub przy zastosowaniu pomp ciepła.

Wymagana maksymalizacja pokrycia zapotrzebowania energii w budynku energią z zasobów odnawialnych będzie skutkować największym poszanowaniem zasobów nieodnawialnych PES i stanowić będzie maksymalną ich ochronę. Wyraz tej zależności ma miejsce w świadectwie charakterystyki energetycznej budynku obliczanej zgodnie z rozporządzeniem [4.4.4], w którym charakterystykę energetyczną budynku określa jednostkowy wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej EP [kWh/m²·rok]. Budynki niskoenergetyczne w swej charakterystyce energetycznej legitymują się niskim wskaźnikiem EP, co przekłada się w skali globalnej na ograniczenie zużycia paliw nieodnawialnych.

Korzystanie z zasobów OZE dla wytwarzania energii użytkowej na potrzeby budynków, poprzez stosowanie kotłów na biomasę, wykorzystanie energii kinetycznej wiatru, instalacje kolektorów solarnych lub ogniw fotowoltaicznych, a także wykorzystanie pomp ciepła pobierających ciepło z gruntu, wody lub powietrza, jest aktualnie nakazem zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego.

Stosowanie alternatywnych źródeł energii zmniejsza również emisję produktów spalania w wyniku ograniczenia zużycia energii chemicznej zawartej w paliwach pierwotnych, co jest przejawem poszanowania środowiska naturalnego.



Zastosowanie systemu grzewczego z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii daje możliwości obniżenia kosztów eksploatacyjnych (pomimo znacznych pierwotnych nakładów inwestycyjnych), ograniczenia emisji zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego i tym samym zmniejszenia kosztów opłat środowiskowych. Dla takich przedsięwzięć termomodernizacyjnych w zakresie instalacji można pozyskać środki finansowe na inwestycje w ramach mechanizmów wsparcia z programów krajowych i unijnych.

Promocja proekologicznych źródeł powinna być priorytetem w polityce ekonomicznej państwa i dlatego też dla rekomendowania działań w zakresie poprawy efektywności energetycznej istniejących zasobów budowlanych w krajowej legislacji wprowadzono ustawę o wspieraniu termomodernizacji i remontów [4.4.3].

Generalnym zadaniem ustawy jest wspomaganie finansowe przedsięwzięć termomodernizacyjnych w budynkach mieszkalnych, budynkach zbiorowego zamieszkania oraz budynkach stanowiących własność jednostek samorządu terytorialnego, służących do wykonywania zadań publicznych, zmniejszających zapotrzebowanie energii, jak również wspomaganie przedsięwzięć remontowych takich jak: wymiany okien, przebudowy lub wyposażenia w instalacje zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi dla budynków wielorodzinnych. Skutkiem przeprowadzonych działań termomodernizacyjnych powinno być zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię, zmniejszenie rocznych strat energii lub zmniejszenie rocznych kosztów pozyskania ciepła, względnie zamiana źródła energii na źródło odnawialne lub zastosowanie kogeneracji.

Tak ustalone ustawowo priorytety wyraźnie promują poprawę jakości energetycznej budynków poprzez działania modernizacyjne i inwestycyjne w zakresie wdrażania systemów odnawialnych źródeł energii na rynku krajowym, poprzez częściową lub całkowitą zamianę źródeł energii na źródła odnawialne (OZE) oraz zastosowanie wysokosprawnej kogeneracji dla skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej. Ustawowe wspieranie działań termomodernizacyjnych dotyczy także modernizacji w zakresie sieci ciepłowniczych, jak również likwidacji istniejących lokalnych źródeł ciepła i przyłączenia budynków do scentralizowanego źródła ciepła. Z tytułu działań termomodernizacyjnych lub remontowych, w zakresie określonym w ustawie, inwestorowi przysługuje premia termomodernizacyjna lub remontowa na spłatę części zaciągniętego kredytu.

Warunkiem uzyskania premii ze środków Funduszu Termomodernizacji i Remontów Banku Gospodarstwa Krajowego są oszczędności rocznego zapotrzebowania energii, których wielkości określono w ustawie, potwierdzone opracowanym audytem energetycznym zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. [4.4.5], zweryfikowanym zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. [4.4.6] i zatwierdzone przez Bank Gospodarstwa Krajowego.

Do wniosku o przyznanie premii termomodernizacyjnej dołącza się audyt energetyczny budynku oraz oświadczenie inwestora, że uzyskany kredyt dotyczy przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, niefinansowanego przez środki pochodzące z budżetu Unii Eu-

ropejskiej lub inny kredyt. W audycie energetycznym oprócz danych identyfikacyjnych budynku, określa się jego stan techniczny, charakteryzuje się lokalne źródło ciepła lub lokalną sieć ciepłowniczą oraz opisuje się możliwe do realizacji warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych. Szczegółowy zakres i formę audytu, wzory kart audytów, a także algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego określa Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2007 r. [4.4.5].

W zakres audytu energetycznego wchodzi dane z inwentaryzacji techniczno-budowlanej obejmujące: ogólne dane techniczne, opis podstawowych elementów architektonicznych i konstrukcyjnych budynku, charakterystykę energetyczną budynku i systemu grzewczego, sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej, instalacji wentylacji, instalacji gazu i instalacji elektrycznej oraz charakterystykę węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku. Audyt zawiera ponadto ocenę stanu technicznego budynku w zakresie ważnym dla ewentualnych ulepszeń i przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Na podstawie tych danych w audycie przedstawia się zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i dokumentację wykonania kolejnych kroków optymalizacyjnych algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wyboru wariantu optymalnego wraz z kosztami sporządzonymi według metody kalkulacji uproszczonej.

Efektem końcowym opracowania audytu energetycznego jest wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dla budynku. Na podstawie zweryfikowanego audytu (zgodnie z [4.4.6]) inwestor uzyskuje premię termomodernizacyjną w wysokości 20% wykorzystanej kwoty kredytu zaciągniętego na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, ale nie więcej niż 16% poniesionych kosztów na jego realizację. Premia termomodernizacyjna przysługuje każdorazowo w wypadku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na zamianie źródła energii na źródło odnawialne lub zastosowania wysokosprawnej kogeneracji. Nie ma w tym przypadku konieczności określania efektów energetycznych. Wynika to ze stanowiska zawartego w art. 3 punkt 4 ustawy [4.4.3], który jest podstawową wykładnią wspomaganie i promowanie stosowania systemów OZE w aktualnie obowiązującym ustawodawstwie krajowym.

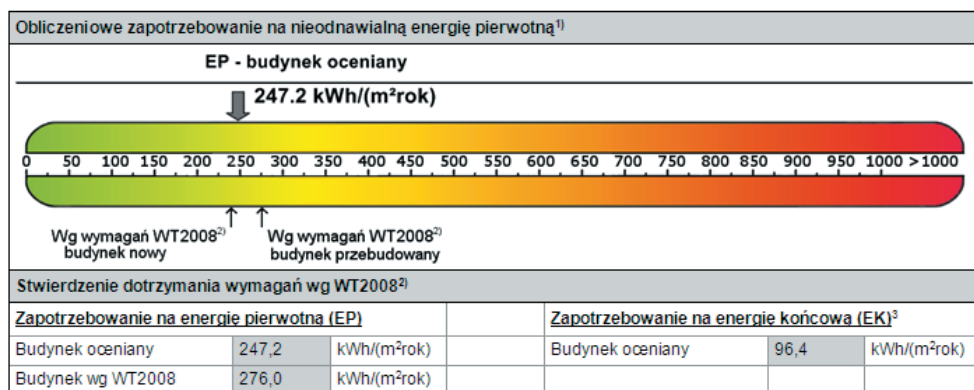
Aktualnie na rynku krajowym najczęściej stosowanymi systemami OZE są kolektory słoneczne wykorzystujące odnawialną energię słoneczną, w instalacjach przygotowania ciepłej wody użytkowej. Dla projektowania systemów c.w.u. wspomaganymi kolektorami słonecznymi pomocne są narzędzia komputerowe, które pozwalają na optymalizację stosowanych rozwiązań i oszacowanie uzyskiwanych zysków oraz pomagają w analizach opłacalności ekonomicznej.

Zalecenia audytora energetycznego dotyczące poprawy jakości energetycznej budynku dla uzyskania dotacji w ramach ustawy [3.4.3] wymagają analizy różnorodnych możliwości zastosowania w systemach grzewczych źródeł ciepła korzystających z energetyki odnawialnej. Dla przedstawienia skutków termomodernizacji systemu grzewczego z zastosowaniem różnych źródeł ciepła, wykorzystujących odnawialne

zasoby ciepła, wykonano przykładowe analizy z wykorzystaniem programu komputerowego ArCADia TERMO PRO 3.2 firmy Intersoft. Pokazano, jaki wpływ na jakość charakterystyki energetycznej budynku ma zastosowanie w systemach grzewczych kotła na biomasę, kolektora słonecznego, sprężarkowej pompy ciepła typu woda-woda z sondami gruntowymi oraz paneli fotowoltaicznych. Przeprowadzono symulacje wariantów z zastosowaniem w źródle ciepła:

- kotła na biomasę,
- kolektorów słonecznych,
- pompy ciepła geotermalnej,
- paneli fotowoltaicznych.

Przebadano budynek administracyjno-produkcyjny, wykonany w technologii tradycyjnej, który został poddany kompleksowej modernizacji przegród budowlanych według aktualnie obowiązujących wymagań, jakie powinny spełniać budynki wg WT2008 [4.4.8]. Dane o izolacyjności głównych przegród zewnętrznych budynku wyrażone współczynnikiem U_k przenikania ciepła do przestrzeni zewnętrznej, zamieszczono w załączniku nr 2 (stan istniejący B-0). Budynek wyposażony jest w instalację centralnego ogrzewania, instalację ciepłej wody użytkowej, wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną oraz instalację chłodzenia. Do określenia wielkości jednostkowego zużycia energii z uwagi na charakter budynku uwzględniono jego potrzeby energetyczne na oświetlenie wbudowane. Kubatura budynku wynosi 2775,66 m³, wskaźnik zwartości budynku 0,41, powierzchnia użytkowa 885,36 m². Budynek podłączony jest do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikowy węzeł cieplny. Charakterystykę energetyczną i jej wartości dla stanu istniejącego oznaczono symbolem B-0 i ta wielkość stanowi wartość odniesienia dla proponowanych termomodernizacji systemu grzewczego. Na rysunku 4.4.1 pokazano jednostkowy wskaźnik jednostkowego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla stanu B-0, który wynosi EP = 247,2 kWh/m²rok.



Rys. 4.4.1 Jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla stanu istniejącego B-0

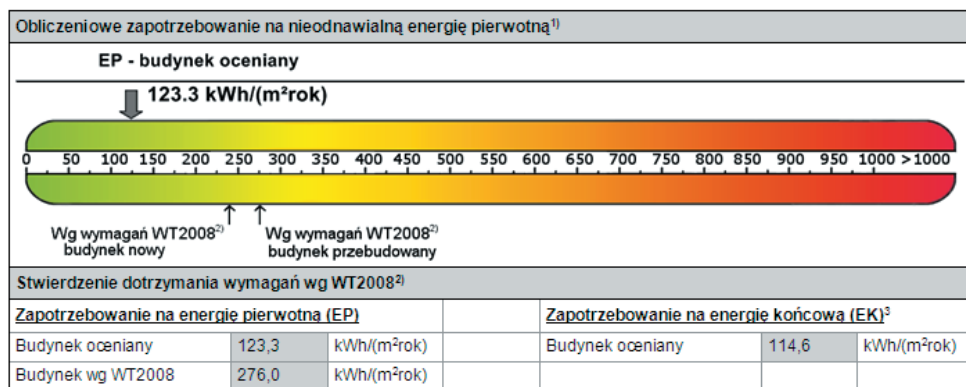
Dla analizy możliwej termomodernizacji systemu grzewczego z zastosowaniem OZE przeprowadzono symulacje dla czterech proponowanych wariantów zastosowania w źródle ciepła instalacji wykorzystujących zasoby OZE w technologicznych układach biwalentnych w połączeniu równoległym:

- ▶ wariant B-OZE1,
- ▶ wariant B-OZE2,
- ▶ wariant B-OZE3,
- ▶ wariant B-OZE4.

Zużycie energii końcowej dla potrzeb chłodzenia i oświetlenia wewnętrznego pozostawiono bez zmian we wszystkich wariantach obliczeniowych. Również we wszystkich wariantach założono schemat technologiczny układu grzewczego z zastosowaniem zbiornika buforowego dla instalacji centralnego ogrzewania i zasobnika c.w.u. w układzie przygotowania ciepłej wody użytkowej.

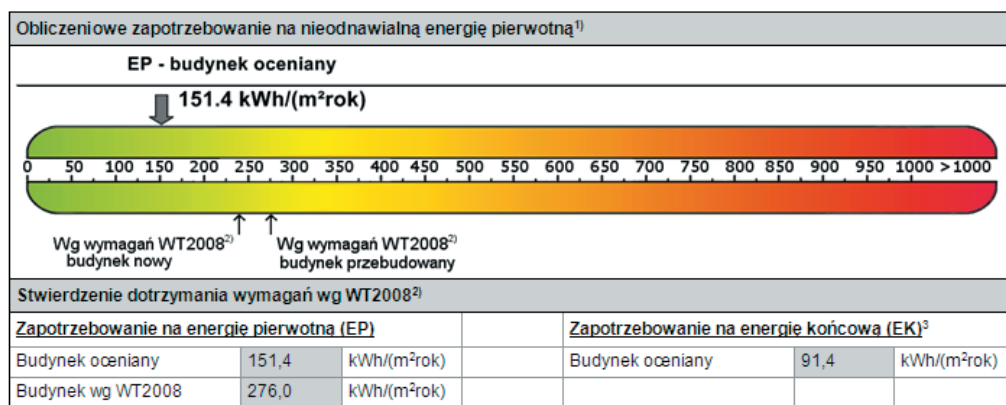
Wskaźniki EP jednostkowego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej wskaźniki EK energii końcowej dla poszczególnych wariantów termomodernizacji systemu grzewczego (B-OZE1 – B-OZE4) uzyskano w obliczeniach świadectwa charakterystyki energetycznej budynku administracyjno-produkcyjnego i przedstawiono graficznie na rys. 4.4.2 – 4.4.5 w postaci suwaka ze świadectw charakterystyki energetycznej.

W wariantcie B-OZE1 wykonano obliczenia charakterystyki energetycznej przy zastosowaniu kotła na biomasę oraz kolektora słonecznego w grzewczym układzie technologicznym budynku. Dla pokrycia potrzeb grzewczych centralnego ogrzewania założono 70% udział produkcji ciepła przez kocioł i 30% udział produkcji ciepła przez kolektor słoneczny, dla przygotowania ciepłej wody użytkowej proporcje te wynoszą odpowiednio 50% i 50%. Dla takich warunków wejściowych jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej wynosi $EP = 123,3 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$, co przedstawiono na rysunku 4.4.2.



Rys. 4.4.2 Jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla wariantu B-OZE1

Kolejny badany wariant termomodernizacji systemu grzewczego budynku administracyjno-produkcyjnego oznaczono B-OZE2 i obejmuje on w technologicznym biwalentnym systemie równoległym oprócz kotła grzewczego na biomasę, również sprężarkową pompę ciepła typu woda-woda z gruntowym wymiennikiem ciepła lub sondą gruntową. W tym przypadku założony procentowy udział wielkości produkowanego ciepła przez kocioł i pompę ciepła, zarówno dla potrzeb c.o. jak i c.w.u. pozostaje bez zmian w stosunku do wariantu B-OZE1 i wynosi odpowiednio dla potrzeb c.o. 70% i 30% oraz dla przygotowania c.w.u. 50% i 50%. Dla tego przypadku jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej wynosi $EP = 151,4 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$, co przedstawiono na rysunku 4.4.3.

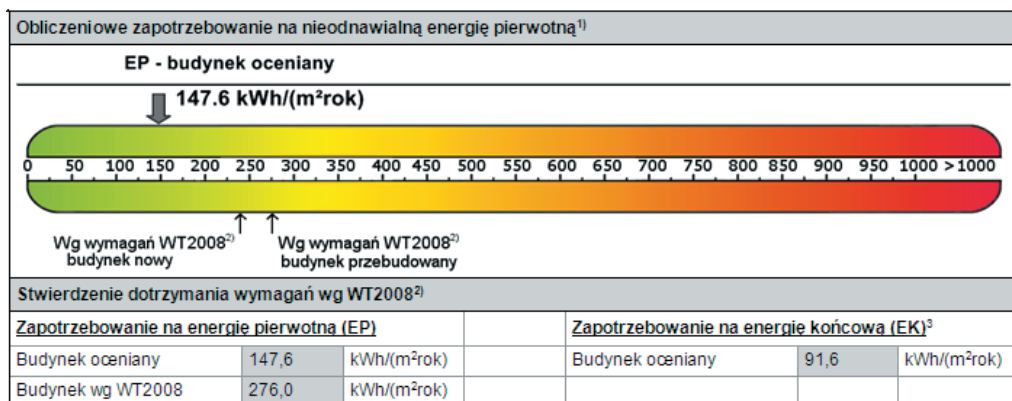


Rys. 4.4.3 Jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla wariantu B-OZE2

W wariantcie B-OZE3 zaproponowano hybrydowy układ technologiczny z zastosowaniem trzech elementów OZE: kotła na biomasę, pompy ciepła woda-woda z geotermalnym dolnym źródłem oraz kolektora słonecznego. Założono następujący procentowy udział wytwarzania ciepła w poszczególnych źródłach:

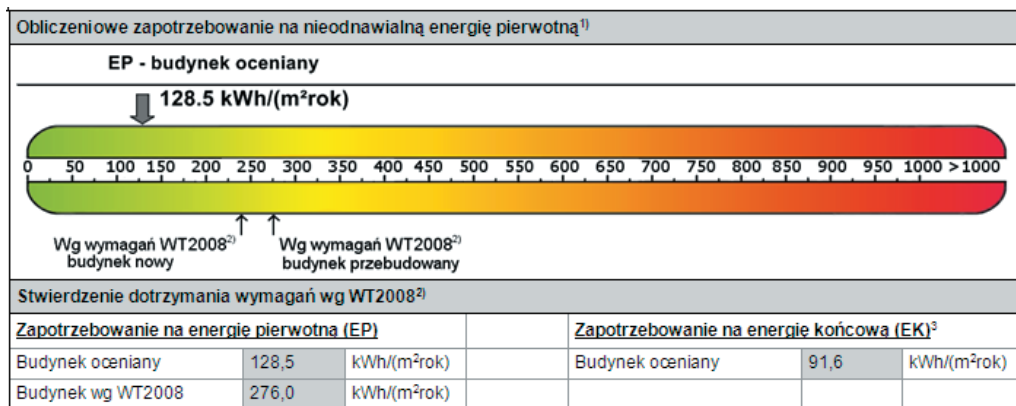
- dla potrzeb centralnego ogrzewania: 60% kocioł na biomasę, 30% pompa ciepła, 10% kolektor słoneczny;
- dla potrzeb przygotowania ciepłej wody użytkowej: 50% kocioł na biomasę, 25% pompa ciepła, 25% kolektor słoneczny.

Przy takich danych wejściowych jednostkowe zapotrzebowanie nieodnawialnej energii pierwotnej kształtuje się na poziomie $EP = 147,6 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$, co przedstawiono na rysunku 4.4.4.



Rys. 4.4.4 Jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla wariantu B-OZE3

Wariant B-OZE4 jest analogiczny do rozwiązania technologicznego scharakteryzowanego w wariantcie B-OZE3. Zarówno zastosowane elementy instalacji wykorzystujących zasoby OZE, jak i procentowe udziały wytwarzania ciepła pozostawia się bez zmian. Natomiast w wariantcie B-OZE4 wprowadzono dodatkowo panele fotowoltaiczne wytwarzające energię elektryczną dla potrzeb paliwowych pompy ciepła. Przy tej zmianie wielkość jednostkowego wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej ukształtowała się tak jak przedstawiono na rysunku 4.4.5.



Rys. 4.4.5 Jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla wariantu B-OZE4

Zmianę wielkości wskaźników energetycznych EP i EK w zależności od wariantów termomodernizacji systemu grzewczego przedstawiono w tabeli 4.4.1.

Tabela 4.4.1

**Zestawienie wskaźników energetycznych dla stanu odniesienia
i wariantów termomodernizacji systemu grzewczego
w budynku administracyjno-produkcyjnym**

Rodzaj wskaźnika	Oznaczenie	Stan odniesienia B-0	Wariant B-OZE1	Wariant B-OZE2	Wariant B-OZE3	Wariant B-OZE4
1	2	3	4	5	6	7
Jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową	EU [kWh/m ² rok]	112,92	111,69	111,69	111,69	111,69
Jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (bez chłodzenia i oświetlenia)	EK [kWh/m ² rok]	96,4	114,6	91,4	91,6	91,6
Jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową (z chłodzeniem i oświetleniem)	EK [kWh/m ² rok]	133,4	150,18	127,34	127,73	116,03
Jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną	EP [kWh/m ² rok]	247,2	123,3	151,4	147,6	128,5

Szczegółowe dane obliczeniowe dla stanu istniejącego oraz dla przykładowego wariantu B-OZE1 termomodernizacji systemu grzewczego w budynku z zastosowaniem instalacji wykorzystującej zasoby OZE przedstawiono w załączniku nr 2.

Zastosowanie w systemie grzewczym urządzeń wykorzystujących energetykę odnawialną w sposób zdecydowany zmniejsza zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej w budynku, a tym samym zmniejsza wielkość wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną. W stosunku do układu odniesienia (jakim jest stan istniejący B-0) w wariantcie B-OZE1, w którym zastosowano kocioł na biomase i kolektor słoneczny, wartość wskaźnika EP jest najniższa i spada o około 50%.

Wprowadzenie do systemu grzewczego w wariantcie B-OZE2 i B-OZE3 sprężarkowej pompy ciepła, dla której paliwem jest energia elektryczna, z uwagi na niekorzystną wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (uzależnionej od rodzaju nośnika energii końcowej i określonej w rozporządzeniu w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku [3.4.2]) powoduje również spadek wartości wskaźnika EP, jednakże to obniżenie jest słabsze i daje odpowiednio dla danego wariantu spadek wartości wskaźnika EP o 38,8% i o 40,3% w odniesieniu do wartości wskaźnika dla stanu istniejącego. Zastosowanie ogniw fotowoltaicznych (wariant B-OZE4) do wytworzenia energii elektrycznej, zużywanej w sprężarkowej pompie ciepła, obniża zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej o 48% w stosunku do stanu istniejącego.

Przeprowadzona analiza zastosowania instalacji opartych na zasobach OZE wskazuje wprost, jak dla nowego budynku, spełniającego aktualne wymagania izolacyjności przegród budowlanych (wg WT2008 [4.4.8]), można poprzez zwiększanie udziału energii ze źródeł odnawialnych w pokrywaniu potrzeb budynku, poprawić jego jakość energetyczną, wyrażaną w charakterystyce energetycznej niską wartością wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną.

4.5. Wytyczne do audytów energetycznych dla termomodernizacji budynków w zakresie optymalizacji doboru systemów energetycznych opartych na zasobach OZE

Najważniejszym zadaniem przy opracowaniu audytu energetycznego, określającego potrzeby energetyczne budynku we wszystkich dziedzinach jej użytkowania, jest analiza i optymalizacja wszystkich działań termomodernizacyjnych w zakresie fizyki budowli jak i rozwiązań systemów zaopatrzenia w energię zmierzających do minimalizacji jej zużycia. Wybrane przedsięwzięcia termomodernizacyjne, opisane i proponowane w audycie energetycznym budynku, podejmowane w zakresie poprawy jakości energetycznej przegród budowlanych, wymagają wielokrotnych analiz z zastosowaniem różnorodnych materiałów i elementów budowlanych. Analizy przedstawiają każdorazowo obraz stanu izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych, stopień eliminacji mostków cieplnych oraz ich wpływ na straty ciepła przez przenikanie. Polepszenie właściwości cieplnych przegród zewnętrznych budynku przez wprowadzenie dodatkowej warstwy izolacji zewnętrznej ścian, dodatkowej izolacji stropodachów oraz wymianę stolarki okiennej i drzwiowej daje w efekcie zmniejszenie wartości współczynnika przenikania ciepła U ($W/m^2 \cdot K$) poszczególnych elementów i tym samym zmniejsza obliczeniowe zapotrzebowanie energii użytkowej. W analizach audytu energetycznego uwzględnia się każdorazowo opłacalność zastosowanego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Poszczególne przedsięwzięcia termoizolacyjne i modernizujące systemy instalacyjne w budynku składają się na najbardziej skuteczny pod względem efektywności energetycznej i ekonomicznie opłacalny wariant termomodernizacji. Wybrany wariant musi spełniać wymagania rozporządzeń wykonawczych do ustawy o termomodernizacji i remontach [4.5.1], [4.5.2], [4.5.3], tym samym jest podstawą do dalszych działań inwestycyjnych w zakresie przedsięwzięć termomodernizacyjnych, obejmujących poprawę jakości i sprawności systemów instalacyjnych.

Obliczenia optymalizacji zużycia energii użytkowej dla potrzeb ogrzewania i wentylacji, ciepłej wody użytkowej i chłodzenia Q_{Hnd} , Q_{Wnd} , Q_{Cnd} , (w zależności od dziedzin zużycia energii budynku), można wykonywać przy pomocy istniejących na rynku programów wspomaganie komputerowego (n.p. ArCadia TERMO PRO 3.2 [4.5.4], Audytor OZC [4.5.5], BDEC PRO [4.5.6], CERTO [4.5.7]). Program ArCadia TERMO PRO 3.2 umożliwi również analizę w zakresie emisji CO_2 i innych zanieczyszczeń gazowych do atmosfery, a także przeprowadzenie analiz ekonomicznych dla zastosowanych rozwiązań. Decydującym działaniem dla poprawy jakości energetycz-



nej budynku i zmniejszenia jego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną jest wykorzystanie odnawialnych źródeł energii poprzez zastosowanie instalacji zasilanych z tych zasobów. Obliczone wartości zapotrzebowania energii użytkowej w bezpośredni sposób wpływają na dobór wielkości urządzeń i elementów w konfiguracji instalacji wykorzystującej zasoby OZE.

Działania termomodernizacyjne systemów instalacyjnych wpisują się w zalecenia przekształconej wersji Dyrektywy EPBD [4.5.8] stanowiącej, że nowe budynki powinny spełniać minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej, między innymi przy zastosowaniu wysoko efektywnych systemów alternatywnych, opartych na energii ze źródeł odnawialnych, kogeneracji i pompach ciepłych. Rodzaj zastosowanego źródła energii odnawialnej do zasilania instalacji budynku w znaczący sposób wpływa na jego charakterystykę energetyczną, określoną przy pomocy wskaźnika EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej. Dla doboru optymalnego źródła energii odnawialnej w systemie należy każdorazowo przeanalizować wiele wariantów i możliwości jego wykorzystania, zarówno pod względem technicznym, energetycznym, ekologicznym, jak i ekonomicznym. W pierwszej kolejności należy rozpatrzyć możliwość zastosowania danego źródła energii odnawialnej z uwagi na jego dostępność na terenie lokalizacji obiektu. Dotyczy to wszystkich rodzajów zasobów ze źródeł odnawialnych, a w szczególności biomasy, biogazu, energii geotermalnej i energii pozyskiwanej z turbin wodnych. Należy również rozważyć możliwości podłączenia obiektu do scentralizowanej dostawy ciepła wytwarzanego w kogeneracji (tzn. wytwarzanego w skojarzeniu z produkcją energii elektrycznej) lub do sieci zasilanej z OZE, jak to wskazano w ustawie o efektywności energetycznej [4.5.9].

Istotnym zagadnieniem przy analizach prowadzonych w ramach audytu energetycznego jest jakość dostępnych źródeł odnawialnych. Dotyczy to szczególnie energii geotermalnej, gdzie decydującym parametrem będzie temperatura wydobytych na powierzchnię ziemi wód geotermalnych lub energii słonecznej czy energii wiatru dla obszarów intensywnego nasłonecznienia bądź terenów o dużej wietrzności. Dla oceny możliwości stosowania odnawialnych źródeł energii należy przeanalizować dostępne materiały z danymi w postaci map geodezyjnych bądź tablic liczbowych z oznaczeniem występujących rodzajów odnawialnych źródeł energii, obszarów intensywności nasłonecznienia czy wietrzności, potencjalnych możliwości wytwarzania biogazu. Po dokonaniu wyboru odpowiedniego, dostępnego lokalnie źródła energii odnawialnej należy ocenić możliwości technologiczne i uwarunkowania techniczne, pozwalające na zastosowanie instalacji opartej na OZE w modernizowanym budynku.

Dla poszczególnych przypadków analizowanych w audycie energetycznym należy rozpatrzyć warunki techniczne, które umożliwiają zastosowanie danego typu źródła OZE, między innymi:

- wielkość działki (ewentualny montaż gruntowego wymiennika powierzchniowego lub gruntowej sondy głębinowej),
- dyspozycję pomieszczeń, które można wykorzystać w budynku do montażu kotłowni i przeznaczyć na skład opału (ewentualny montaż kotła na biomasę),

- możliwości lokalizacyjne i techniczne montażu turbiny wiatrowej,
- możliwości montażu paneli fotowoltaicznych lub kolektorów słonecznych (odpowiednia wielkość dostępnych powierzchni budowlanych).

Przed podjęciem ostatecznej decyzji o optymalnym rodzaju zastosowania źródła energii odnawialnej należy przeanalizować warianty możliwych rozwiązań przy pomocy obliczeń technicznych dla różnych konfiguracji urządzeń, badając rozwiązanie pod względem efektywności energetycznej i ekologicznej. Opłacalność ekonomiczna analizowanych wariantów będzie podstawą wyboru i decyzji inwestycyjnej dla optymalnego wariantu rozwiązania. Obliczenia symulacyjne oceny efektywności energetycznej i skutku ekologicznego można wykonać przy pomocy m. innymi programów wspomagających opracowanie audytów energetycznych dla budynków z wykorzystaniem instalacji OZE:

- ArCADia TERMO PRO 3.2 [4.5.4]; program pozwala określić efekty ekologiczne zastosowanego rozwiązania oraz porównać go ze stanem bazowym. Wynikiem obliczeń jest wielkość emisji bezpośredniej substancji szkodliwych dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, tlenku węgla, dwutlenku węgla, pyłu, sadzy i benzoalfapirenu. W formie wykresów przedstawione są porównania emisji CO₂ i emisji równoważnej (łącznie dla dwutlenku siarki, tlenku azotu, pyłu, sadzy i benzoalfapirenu) w odniesieniu do proponowanego rozwiązania z udziałem odnawialnych nośników energii i dla stanu bazowego przed termomodernizacją. W programie istnieje również możliwość szacunkowej oceny kosztów przyjętego rozwiązania.
- POLYSUN [4.5.10]; Przy założeniu i ustaleniu wybranej konfiguracji układu technologicznego z zastosowaniem elementów OZE program dobiera z bazy danych producentów wielkości zastosowanych urządzeń ich charakterystyki techniczne. Oblicza wielkości procentowe frakcji solarnej w budynku i w systemie ciepłej wody użytkowej, podaje wielkość uzyskanej energii solarnej, energii z gruntowego wymiennika ciepła przy stosowaniu sprężarkowej pompy ciepła, podaje całkowite zużycie paliwa i energii elektrycznej w systemie instalacyjnym budynku. Przy stosowaniu kolektorów słonecznych lub pompy ciepła dla każdego z przypadków przy pomocy programu można określić oszczędności energii i redukcję emisji CO₂.
- RETScreen^{®1} International [4.5.11] udostępniany bezpłatnie przez Ministerstwo Zasobów Naturalnych Kanady (Natural Resources Canada's). Program umożliwia obliczenia emisji gazów cieplarnianych (GHG) oraz szczegółowe analizy ekonomiczne opłacalności przyjętego rozwiązania z zastosowaniem elementów wykorzystujących odnawialne źródła energii.

Zmniejszenie zapotrzebowania energii w budynkach, poprawiające krajowy bilans zużycia energii wymaga w budynkach projektowanych dotrzymania ustawowych wytycznych projektowania, natomiast w budynkach istniejących działań termomodernizacyjnych minimalizujących ich potrzeby energetyczne. Warunkiem koniecznym i podstawowym do właściwego sporządzenia projektu budowlanego dla przedsięwzięć ter-

¹ RETSCREEN jest zastrzeżonym znakiem towarowym Natural Resources Canada, © 1997-2009



momodernizacyjnych jest wykonanie audytu energetycznego budynku i to bez względu na zamiary uzyskania premii termomodernizacyjnej. Opracowanie audytu energetycznego jest niezbędnym warunkiem dla podmiotów ubiegających się o dotacje ze środków krajowego Funduszu Termomodernizacji i Remontów. Podstawą do uzyskania premii termomodernizacyjnej lub remontowej jest audyt energetyczny, opracowany na podstawie rozporządzeń wykonawczych o szczegółowym zakresie i formie audytu energetycznego [4.5.2] oraz szczegółowym sposobie weryfikacji audytu energetycznego [4.5.3]. Opracowanie audytu energetycznego dla budynku obejmuje analizy z zakresy fizyki budowli (dotyczące jakości różnych przegród zewnętrznych budynku i możliwości ich stosowania) oraz wielowariantowe obliczenia zastosowania instalacji i źródeł w systemach energetycznych z określeniem możliwych do uzyskania efektów energetycznych, skutków ekologicznych i opłacalności kosztowej. Do obliczeń symulacyjnych w audycie energetycznym służą oferowane na rynku krajowym programy wspomagania komputerowego, między innymi ArCADia TERMO PRO 3.2 [4.5.4], program komputerowy BDEA BUILD DESK [4.5.12], program komputerowy Artem [4.5.13] ze wspomaganie programem CERTO [4.5.7]. Efektem końcowym audytu energetycznego jest wybór wariantu optymalnego termomodernizacji budynku, który przekłada się na najkorzystniejszą realizację pod względem efektywności energetycznej.

4.6. Analiza wpływu stosowania instalacji OZE na redukcję emisji gazów cieplarnianych

Wielkość emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza

Wielkość emisji substancji szkodliwych, wprowadzanych do powietrza w wyniku zużycia danego paliwa jako nośnika energii końcowej oraz zużycia energii elektrycznej przez napędy urządzeń pomocniczych na pokrycie potrzeb budynku można wyrazić wzorem:

$$E_i = P_i \cdot e_{i,P} + E_{el,pom} \cdot e_{el} \text{ [kg]} \quad (4.6.1)$$

gdzie:

- i – rodzaj substancji wprowadzanej do powietrza,
- E_i – wielkość emisji danej substancji wprowadzanej do powietrza, kg
- P_i – ilość danego paliwa zużywanego na potrzeby budynku, kg, m³
- $e_{i,P}$ – wskaźnik emisji danej substancji w odniesieniu do jednostki zużywanego paliwa, kg/kg paliwa, kg/m³ paliwa,
- $E_{el,pom}$ – wielkość zużycia energii elektrycznej urządzeń pomocniczych instalacji w budynku, kWh,
- e_{el} – wskaźnik emisji danej substancji w odniesieniu do jednostki energii elektrycznej zużywanej na potrzeby budynku, kg/kWh,

lub

$$E_i = Q_K \cdot e_i + E_{el,pom} \cdot e_{el} \text{ [kg]} \quad (4.6.2)$$

gdzie:

- i – rodzaj substancji wprowadzanej do powietrza,
 E_i – wielkość emisji danej substancji wprowadzanej do powietrza, kg
 Q_K – ilość energii końcowej zużywanej na potrzeby budynku w danej dziedzinie użytkowania, kWh
 e_i – wskaźnik emisji danej substancji w odniesieniu do jednostki energii charakterystyczny dla danego paliwa, kg/kWh
 $E_{el,pom}$ – wielkość zużycia energii elektrycznej urządzeń pomocniczych instalacji w budynku, kWh
 e_{el} – wskaźnik emisji danej substancji w odniesieniu do jednostki energii elektrycznej zużywanej na potrzeby budynku, kg/kWh

przy czym:

$$P_i = \frac{Q_{i,nd}}{\eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e} \cdot \frac{1}{\eta_g \cdot W_d} \text{ [kg, m}^3\text{]} \quad (4.6.3)$$

gdzie:

- $Q_{i,nd}$ – wielkość zapotrzebowania energii przez budynek w danej dziedzinie użytkowania, kWh
 η_d – średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku,
 η_s – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku,
 η_e – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w budynku,
 η_g – średnia sezonowa sprawność źródła ciepła dla budynku,
 W_d – wartość opałowa zużywanego paliwa, kWh/kg, kWh/m³.

W przypadku, gdy źródło ciepła wyposażone jest w urządzenia służące do oczyszczania spalin odlotowych (np. dla pyłów i sadzy,) wzór, (3.6.1) przyjmuje postać:

$$E_i = P_i \cdot e_{i,P} \cdot (1 - \eta_o) + E_{el,pom} \cdot e_{el} \text{ [kg]} \quad (4.6.4)$$

gdzie:

- η_o – sprawność urządzeń oczyszczających spaliny.

Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza

Wskaźniki służące do obliczania wielkości emisji danej substancji wprowadzanej do powietrza można przyjmować jako wielkości odnoszące się do bezpośredniej emisji wynikającej ze zużycia paliwa lub energii końcowej w budynku bądź jako wielkości skumulowane [4.6.1].

Wielkości dotyczące emisji bezpośrednich wynikających ze spalania paliw kopalnych zawarto w materiałach informacyjno-instruktażowych pt. „Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw” wydanych przez Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w 1996 r. [4.6.2]. Zawarte tam wskaźniki unosu i formuły obliczeniowe pozwalają na określenie wielkości emisji substancji szkodliwych dla danej ilości i parametrów zużywanego paliwa, tj.:

- węgla kamiennego,
- koksu,
- gazu ziemnego (wysokometanowego i zaazotowanego),
- paliw ciekłych (oleju opałowego i napędowego).

Obliczone wielkości emisji dotyczą następujących substancji:

- dwutlenku siarki,
- dwutlenku azotu,
- tlenku węgla,
- dwutlenku węgla,
- pyłu,
- sadzy,
- benzoalfapirenu.

W powyższych materiałach brak jest danych dotyczących emisji substancji zanieczyszczających występujących przy spalaniu biomasy i biopaliw oraz przy wykorzystaniu energii elektrycznej jako nośnika energii systemów ciepłych i zużywanej przez napędy urządzeń pomocniczych.

Emisja zanieczyszczeń przy wykorzystaniu energii elektrycznej z krajowego systemu elektroenergetycznego jest uzależniona od struktury produkcji energii, tj. od technologii jej wytwarzania. W Polsce około 93,5% energii elektrycznej produkowanych jest w źródłach opalanych węglem kamiennym i brunatnym [4.6.7], w związku z czym wskaźnik emisji CO₂ jest najwyższy spośród krajów należących do Unii Europejskiej i wynosi 1,108 kg/kWh (średnia dla krajów UE wynosi 0,486 kg/kWh, najniższa emisja 0,015 kg/kWh występuje w Norwegii) [4.6.3].

Wskaźniki emisji bezpośredniej dla użytkowanej energii słonecznej, energii wiatru, energii spadku wód są równe zero. Jednak użytkowanie instalacji wykorzystujących ww. odnawialne źródła energii związane jest z emisją, spowodowaną zużyciem głównie energii elektrycznej przez urządzenia obiegów ciepłych i urządzenia pomocnicze

(np. sprężarki pomp ciepła lub ziębiarek, pompy obiegowe i cyrkulacyjne, układy regulacji i sterowania systemów grzewczych).

Obliczenia emisji substancji zanieczyszczających, wprowadzanych do powietrza z procesu energetycznego, można sprowadzić do obliczenia wielkości emisji CO₂ oraz tzw. emisji równoważnej [4.6.4], obejmującej wpływ pozostałych produktów spalania paliw (SO₂, NO_x, pył, sadza, B-a-P).

Zgodnie z tym emisję równoważną oblicza się wg poniższego wzoru:

$$E_r = \sum_i E_i \cdot u_i \text{ [kg]} \quad (4.6.5)$$

gdzie:

i – rodzaj substancji wprowadzanej do powietrza (NO₂, pył, sadza, B-a-P),

E_r – wielkość emisji równoważnej, kg

E_i – wielkość emisji danej substancji, kg

u_i – współczynnik charakterystyczny dla danej substancji wprowadzanej do powietrza.

Wielkości współczynników charakterystycznych dla emitowanych substancji przedstawiono w tabeli 4.6.1 [4.6.4].

Tabela 4.6.1

**Współczynnik charakterystyczny dla danej substancji
wprowadzanej do powietrza**

Rodzaj substancji	Współczynnik u_i
SO ₂	1
NO _x	0,75
Pył	0,75
Sadza	3,75
B-a-P	30000

Obliczenia wielkości emisji najczęściej przeprowadza się dla okresów rocznych, z uwagi na obliczenia bilansowe wielkości zużycia energii użytkowej, końcowej i pierwotnej na potrzeby budynków.

Innym sposobem przedstawienia wielkości emisji substancji wprowadzanych do powietrza jest obliczenie średnioważonej emisji gazów cieplarnianych (GHG) [4.6.5]. Danej substancji przypisuje się wielkość współczynnika charakteryzującego jej potencjał do wywoływania efektu cieplarnianego (GWP - *global warming potential*). Sposób obliczeń jest analogiczny jak w przypadku emisji równoważnej, przy czym współczynniki GWP mają wartości podane w tabeli 4.6.2 [4.6.5].



Tabela 4.6.2

**Wielkość współczynnika charakteryzującego potencjał danej substancji
do wywoływania efektu cieplarnianego**

Rodzaj substancji	Współczynnik GWP
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310

Podane wartości, jak i sam sposób oceny, ukierunkowany na określenie wpływu użytkownika danego paliwa lub energii na zjawisko efektu cieplarnianego, zawarto w wytycznych Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu (IPCC) [4.6.6].

Redukcja emisji zanieczyszczeń do powietrza przy stosowaniu instalacji OZE
w budynkach

Redukcja emisji zanieczyszczeń (gazy GHG, pyły, sadza, B-a-P) do środowiska naturalnego jest proporcjonalna do zastąpionej przez zasoby OZE ilości energii końcowej nieodnawialnej oraz jednostkowej emisji danego paliwa zużywanego w źródle konwencjonalnym i emisji alternatywnej instalacji wykorzystującej zasoby OZE. Można to wyrazić różnicą pomiędzy emisją zanieczyszczeń źródła dla instalacji konwencjonalnej (stan bazowy) i emisją zanieczyszczeń dla alternatywnej instalacji opartej na OZE, która ten stan bazowy zastępuje:

a.) dla CO₂ roczny efekt redukcji emisji dla każdej instalacji OZE zastępującej źródło konwencjonalne wynosi:

$$\Delta e_{\text{CO}_2} = E_O \times e_{\text{O,CO}_2} - E_{\text{OZE}} \times e_{\text{OZE,CO}_2} \text{ [kg/rok]} \quad (4.6.6)$$

gdzie:

E_O – roczne zapotrzebowanie energii końcowej w postaci danego jej nośnika (paliwo, ciepło, energia elektryczna) dla instalacji konwencjonalnej (kg/rok, m³/rok, kWh/rok)

$e_{\text{O,CO}_2}$ – wskaźnik emisji CO₂ dla nośnika energii zużytej w instalacji konwencjonalnej (kg/kg, kg/m³ paliwa, kg/kWh)

E_{OZE} – roczne zapotrzebowanie nośnika energii zużytej w alternatywnej instalacji OZE (kg/rok, kWh/rok)

$e_{\text{OZE,CO}_2}$ – wskaźnik emisji CO₂ dla nośnika energii zużytej w instalacji OZE (kg/kg, kg/m³ paliwa, kg/kWh)

b.) dla pozostałych produktów spalania paliw ze źródeł pierwotnych nieodnawialnych (SO_2 , NO_x , pył, sadza, B-a-P) efekt redukcji emisji równoważnej dla instalacji OZE zastępującej źródło konwencjonalne wynosi:

$$\Delta e_r = E_O \times e_{O,r} - E_{OZE} \times e_{OZE,r} \text{ [Mg/rok]} \quad (4.6.7)$$

gdzie:

- E_O – roczne zapotrzebowanie energii końcowej w postaci nośnika (paliwo, ciepło, energia elektryczna) dla instalacji konwencjonalnej (kg/rok, m^3/rok , kWh/rok),
- $e_{O,r}$ – wskaźnik emisji równoważnej dla SO_2 , NO_x , pyłu, sadzy, B-a-P z nośnika energii użytej w instalacji konwencjonalnej (kg/kg, kg/m^3 paliwa, kg/kWh),
- E_{OZE} – roczne zapotrzebowanie nośnika energii końcowej użytej w alternatywnej instalacji OZE (kg/rok, kWh/rok),
- $e_{OZE,r}$ – wskaźnik emisji równoważnej dla SO_2 , NO_x , pyłu, sadzy, B-a-P dla nośnika energii użytej w instalacji OZE (kg/kg, kg/m^3 paliwa, kg/kWh).

Przykłady obliczeń wielkości emisji przy zastąpieniu konwencjonalnych źródeł energii w budynku źródłami wykorzystującymi zasoby energii odnawialnej

Zmiany ilości substancji zanieczyszczających, emitowanych do atmosfery, pokazano na przykładzie domu jednorodzinnego, zużywającego energię na potrzeby centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Przyjęto następujący stan bazowy zaopatrzenia budynku w ciepło:

Przykład 1

Centralne ogrzewanie – kocioł wodny niskotemperaturowy na paliwo stałe (węgiel kamienny).

Ciepła woda użytkowa – podgrzewacz pojemnościowy z grzałką elektryczną.

Przykład 2

Centralne ogrzewanie – kocioł wodny niskotemperaturowy na paliwo gazowe (gaz ziemny wysokometanowy).

Ciepła woda użytkowa – podgrzewacz pojemnościowy zasilany wodą gorącą z kotła gazowego.

W każdym z przykładów rozpatrzono dwa warianty alternatywnego zaopatrzenia budynku w ciepło przy wykorzystaniu OZE:

Wariant 1

Centralne ogrzewanie – pompa ciepła wyposażona w gruntowy wymiennik ciepła.
Ciepła woda użytkowa – podgrzewacz pojemnościowy zasilany w ciepło z kolektora słonecznego.

Wariant 2

Centralne ogrzewanie – kocioł wodny niskotemperaturowy na paliwo stałe (biomasa).
Ciepła woda użytkowa – podgrzewacz pojemnościowy zasilany w ciepło z kolektora słonecznego.

Obliczenia przeprowadzono za pomocą programu ArCADia TERMO PRO wersja 3.1 firmy ArCADiasoft Chudzik Sp. J. z Łodzi.

Poniżej przedstawiono charakterystykę budynku:

Przeznaczenie budynku: Mieszkalny

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Katowice

Powierzchnia zabudowy $A_z = 119,95 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_f = 208,54 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A = 288,68 \text{ m}^2$

Kubatura po obrysie zewnętrznym $V_e = 860,95 \text{ m}^3$

Kubatura ogrzewana budynku $V = 512,23 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 3

Wielkości potrzeb ciepłych budynku przedstawiono w tabeli 4.6.3.

Tabela 4.6.3

Zapotrzebowanie mocy i ciepła dla rozpatrywanego budynku

Projektowana strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	11,16	kW
Projektowana wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	4,84	kW
Projektowana nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	1,46	kW
Całkowite projektowane obciążenie cieplne Φ_{HL} :	16,00	kW
Projektowana moc źródła ciepła Φ :	16,00	kW
Projektowane obciążenie cieplne na powierzchnię Φ_A :	76,72	W/m ²
Projektowane obciążenie cieplne na kubaturę Φ_V :	31,23	W/m ³
Roczne zapotrzebowanie ciepła na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}$:	25496,03	kWh/rok

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP dla rozpatrywanego budynku w stanie istniejącym wynosi:

- w przykładzie 1 – 282,82 kWh/(m² rok),
- w przykładzie 2 – 239,09 kWh/(m² rok).

W załączniku nr 3 przedstawiono wielkości rocznego zapotrzebowania budynku na energię pierwotną, końcową i użytkową dla 1 przykładu (wariant 1 i 2).

Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP dla rozpatrywanego budynku w wariantach 1 i 2 wynoszą:

Wariant 1 – 150,8 kWh/(m² rok),

Wariant 2 – 45,5 kWh/(m² rok).

Wielkości emisji – Przykład 1

W załączniku nr 3 przedstawiono szczegółowe wyniki obliczeń zużycia poszczególnych rodzajów paliw dla stanu bazowego (istniejącego) oraz dla wariantów 1 i 2.

Poniżej przedstawiono w tabeli 4.6.4 - 4.6.7 zmianę emisji bezpośredniej oraz emisji równoważnej substancji szkodliwych dla alternatywnych rozwiązań źródeł ciepła w budynku.

Tabela 4.6.4

Zmiana wielkości emisji bezpośredniej substancji szkodliwych – wariant 1

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny [kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO₂	144,250970	95,391381	48,859590	33,87
NO_x	15,896315	24,109909	-8,213594	-51,67
CO	243,339861	7,232973	236,106888	97,03
CO₂	15265,254108	10482,569293	4782,684815	31,33
PYŁ	62,926567	15,723854	47,202713	75,01
SADZA	1,880401	0,028303	1,852098	98,49
B-a-P	0,074968	0,000566	0,074402	99,24

Tabela 4.6.5

Zmiana wielkości emisji równoważnej substancji szkodliwych – Wariant 1

Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Emisja - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]
SO ₂	1,00	144,250970	95,391381	144,250970	95,391381
NO _x	0,50	15,896315	24,109909	7,948158	12,054955
PYŁ	0,50	62,926567	15,723854	31,463283	7,861927
SADZA	2,50	1,880401	0,028303	4,701002	0,070757
B-a-P	20000,00	0,074968	0,000566	1499,362474	11,321175
Łączna emisja równoważna				1687,725887	126,700194

Tabela 4.6.6

Zmiana wielkości emisji bezpośredniej substancji szkodliwych – wariant 2

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny [kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	144,250970	8,130800	136,120171	94,36
NO _x	15,896315	180,877793	-164,981477	-1037,86
CO	243,339861	10,713038	232,626822	95,60
CO ₂	15265,254108	208,540000	15056,714108	98,63
PYŁ	62,926567	6,545896	56,380671	89,60
SADZA	1,880401	0,000563	1,879838	99,97
B-a-P	0,074968	0,000011	0,074957	99,98

Tabela 4.6.7

Zmiana wielkości emisji równoważnej substancji szkodliwych – wariant 2

Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Emisja - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]
SO ₂	1,00	144,250970	8,130800	144,250970	8,130800
NO _x	0,50	15,896315	180,877793	7,948158	90,438896
PYŁ	0,50	62,926567	6,545896	31,463283	3,272948
SADZA	2,50	1,880401	0,000563	4,701002	0,001408
B-a-P	20000,00	0,074968	0,000011	1499,362474	0,225223
Łączna emisja równoważna				1687,725887	102,069275

Dane dotyczące wielkości emisji CO₂ oraz emisji równoważnej dla stanu istniejącego (projektowanego wg nomenklatury programu) oraz rozwiązań alternatywnych przedstawiono na rys. 4.6.1.

W niniejszym przykładzie zastosowanie OZE (ciepło pobierane z gruntu, biomasa i energia słoneczna) znacząco poprawia charakterystykę energetyczną budynku, wyrażoną wartością wskaźnika EP rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną.

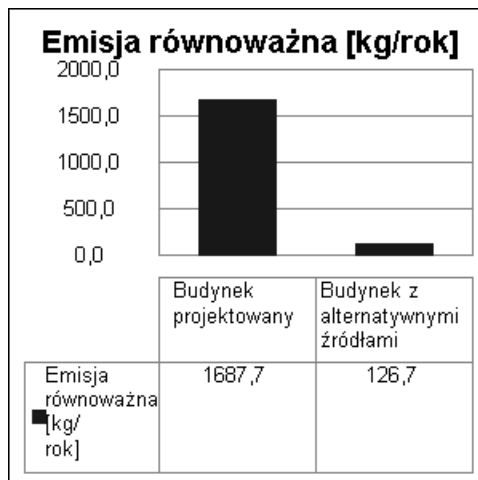
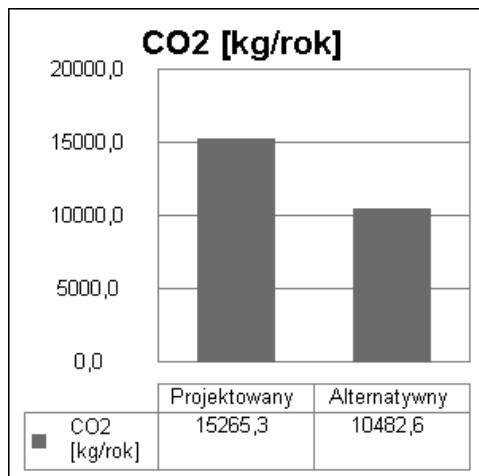
Zmniejszenie wskaźnika EP w porównaniu ze stanem bazowym wynosi:

- w wariantcie 1 – 47%,
- w wariantcie 2 – 84%.

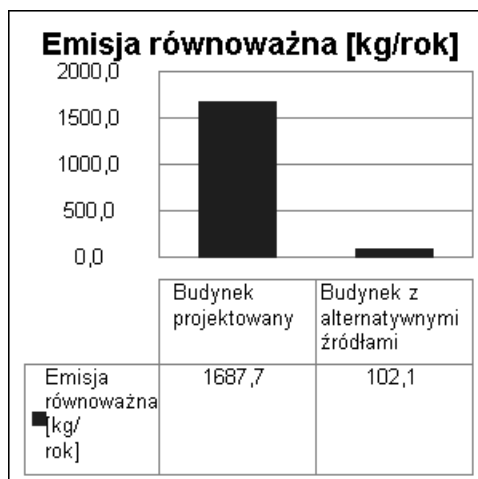
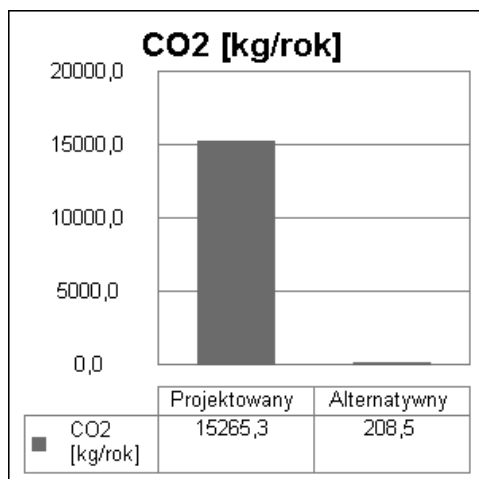
Natomiast wielkość emisji dwutlenku węgla w wariantcie 1. jest niższa niż w wariantcie bazowym, jednak znacząco wyższa niż w wariantcie 2. z uwagi na wykorzystanie do napędu pompy ciepła energii elektrycznej, wytworzonej w źródłach opalanych węglem kamiennym i brunatnym. Ponadto w obliczeniach programu przyjmuje się wskaźnik emisji CO₂ dla biomasy równy zero [4.6.4]. Wielkość emisji równoważnych są znacznie niższe (rzędu 13 – 17 razy) w wariantach alternatywnych.

Zastąpienie tradycyjnego kotła opalanego węglem źródłami wykorzystującymi odnawialne zasoby energii daje lepsze efekty w zakresie obniżenia wielkości emisji CO₂ w przypadku kotła opalanego biomasą niż w przypadku pompy ciepła. W zakresie emisji równoważnych ich redukcja jest porównywalna w obydwu wariantach.

Wariant 1



Wariant 2



Rys. 4.6.1 Wielkości emisji CO₂ oraz emisji równoważnej dla stanu bazowego (projektowanego) i dla wariantowych (alternatywnych) rozwiązań źródeł ciepła w budynku – przykład 1

Wielkości emisji – przykład 2

Poniżej przedstawiono w tabelach 4.6.8. - 4.6.11. zmianę emisji bezpośredniej oraz emisji równoważnej substancji szkodliwych dla alternatywnych rozwiązań źródeł ciepła w budynku.

Tabela 4.6.8**Zmiana wielkości emisji bezpośredniej substancji szkodliwych – wariant 1**

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny [kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	3,036343	95,391381	-92,355038	-3041,65
NO _x	6,469974	24,109909	-17,639935	-272,64
CO	1,834070	7,232973	-5,398903	-294,37
CO ₂	9083,509776	10482,569293	-1399,059517	-15,40
PYŁ	0,567323	15,723854	-15,156531	-2671,59
SADZA	0,000901	0,028303	-0,027402	-3041,65
B-a-P	0,000018	0,000566	-0,000548	-3041,65

Tabela 4.6.9**Zmiana wielkości emisji równoważnej substancji szkodliwych – wariant 1**

Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Emisja - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]
SO ₂	1,00	3,036343	95,391381	3,036343	95,391381
NO _x	0,50	6,469974	24,109909	3,234987	12,054955
PYŁ	0,50	0,567323	15,723854	0,283661	7,861927
SADZA	2,50	0,000901	0,028303	0,002252	0,070757
B-a-P	20000,00	0,000018	0,000566	0,360357	11,321175
Łączna emisja równoważna				6,917601	126,700194

Tabela 4.6.10

Zmiana wielkości emisji bezpośredniej substancji szkodliwych – wariant 2

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny [kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	3,036343	8,130800	-5,094457	-167,78
NO _x	6,469974	180,877793	-174,407818	-2695,65
CO	1,834070	10,713038	-8,878969	-484,11
CO ₂	9083,509776	208,540000	8874,969776	97,70
PYŁ	0,567323	6,545896	-5,978573	-1053,82
SADZA	0,000901	0,000563	0,000338	37,50
B-a-P	0,000018	0,000011	0,000007	37,50

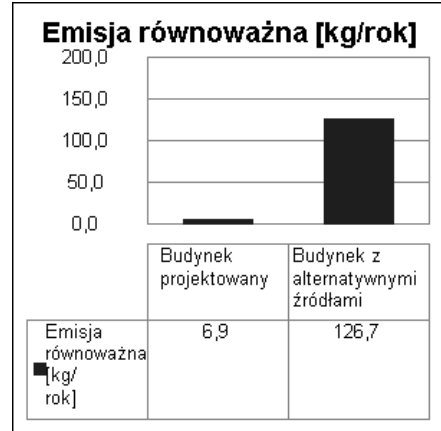
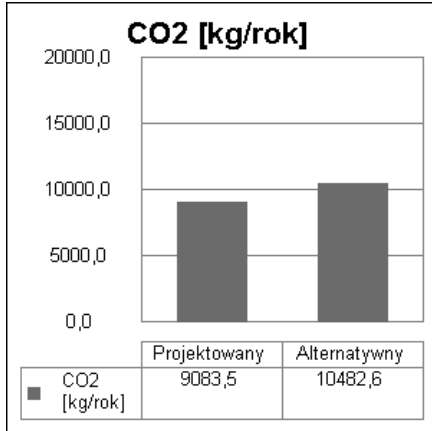
Tabela 4.6.11

Zmiana wielkości emisji równoważnej substancji szkodliwych – wariant 2

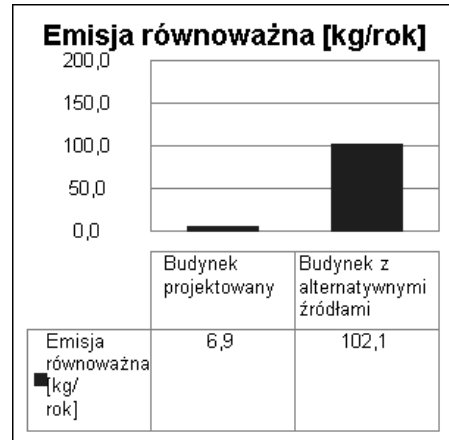
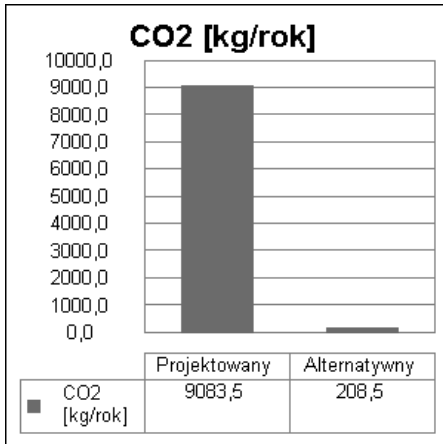
Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Emisja - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek w stanie istniejącym [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]
SO ₂	1,00	3,036343	8,130800	3,036343	8,130800
NO _x	0,50	6,469974	180,877793	3,234987	90,438896
PYŁ	0,50	0,567323	6,545896	0,283661	3,272948
SADZA	2,50	0,000901	0,000563	0,002252	0,001408
B-a-P	20000,00	0,000018	0,000011	0,360357	0,225223
Łączna emisja równoważna				6,917601	102,069275

Dane dotyczące wielkości emisji CO₂ oraz emisji równoważnej dla stanu istniejącego (projektowanego wg nomenklatury programu) oraz rozwiązań alternatywnych przedstawiono na rys. 4.6.2. W przykładzie 2 zastosowanie OZE (ciepło pobierane z gruntu, biomasa i energia słoneczna) znacząco poprawia charakterystykę energetyczną budynku wyrażoną wartością wskaźnika EP rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną.

Wariant 1



Wariant 2



Rys. 4.6.2 Wielkości emisji CO₂ oraz emisji równoważnej dla stanu bazowego (projektowanego) i dla wariantowych (alternatywnych) rozwiązań źródeł ciepła w budynku – przykład 2

Zmniejszenie wskaźnika EP w porównaniu ze stanem bazowym wynosi:

- w wariantcie 1 – 37%,
- w wariantcie 2 – 81%.

Natomiast wielkość emisji dwutlenku węgla w wariantcie 1. jest znacznie wyższa niż w wariantcie bazowym z uwagi na wykorzystanie do napędu pompy ciepła energii elektrycznej wytworzonej w źródłach opalanych węglem kamiennym i brunatnym. Wielkość emisji innych substancji szkodliwych i odpowiadających im emisji równoważnych są znacznie wyższe (rzędu 14 – 18 razy) w wariantach alternatywnych. Ten rezultat substytucji źródła ciepła w analizowanym budynku jest wynikiem przyjęcia gazu ziemnego jako paliwa odniesienia w stanie bazowym, który charakteryzuje się niskimi wskaźnikami emisji, zarówno CO₂ jak i innych substancji szkodliwych.

Bibliografia do rozdz. 4

- [4.1.1.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L1 z dnia 04.01.2003 r. str. 65-71).
- [4.1.2.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L 153 z dnia 18.06.2010 r. str.13).
- [4.1.3.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz. Urz. UE L 140 z dnia 05.06.2009 r. str.16).
- [4.1.4.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).
- [4.1.5.] DIN V 4701-10 Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung.
- [4.1.6.] EnEV 2009 - Energieeinsparverordnung für Gebäude Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV 2009).
- [4.1.7.] EnEV 2009, Energie –Einsparverordnung Leitfaden für Wohngebäude, Wienerberger 2009.
- [4.1.8.] V Y H L Á Š K A Ministerstva výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky z 13. júla 2009, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o výpočte energetickej hospodárnosti budov a obsah energetickeho, Zbierka zákonov č.311/2009 strana 2280.
- [4.1.9.] The Government's Standard Assessment Procedure for Energy Rating of wellings, SAP 2009. Published on behalf of DECC by: BRE Garston, Watford WD25 9XX Enquiries to sap2009@bre.co.uk, www.bre.co.uk/sap2009 Rev October 2010, RdSAP 2009 added March 2011, str. 199
- [4.1.10.] Arrêté du 15 septembre 2006 relatif aux méthodes et procédures applicables diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine - NOR: SOCU0611882A; JORF n 225 du 28 septembre, 2006 page 14201 texte n 11.
- [4.1.11.] Arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine – NOR: SOCU0611881A; JORF n 225 du 28 septembre 2006 page 14179 texte n 10
- [4.2.1.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).
- [4.2.2.] Szargut J., Petela R.- Egzergia. WNT Warszawa 1965 r.
- [4.2.3.] Szargut J. – Energia czy egzergia. Rynek Energii, październik 2010 r.
- [4.2.4.] Szargut J. – Egzergia. Poradnik obliczania i stosowania. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007 r.
- [4.2.5.] Wesołowski M., Skotnicka – Siepsiak A., Wierciński Z. Analiza energii i egzergii domu niskoenergetycznego i pasywnego. Budownictwo- Czasopismo Techniczne. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Zeszyt 5 nr 1-B/2009, str. 251-260.
- [4.2.6.] Schmidt D., Shukuya M. i inni. Arkusz kalkulacyjny IEA ECBCS Annex37, 2005 r.

- [4.3.1.] Efektywność wykorzystania energii w latach 1998-2008, GUS Warszawa 2010 r.
- [4.3.2.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Recast - wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L 153 z dnia 18.06.2010 r. str.13).
- [4.4.1.] Rubik M., Pompy ciepła: zasada działania, systemy, budowa oraz energetyczne i ekonomiczne aspekty stosowania, Politechnika Warszawska 2009 r.
- [4.4.2.] Norwisz J., praca zbiorowa - Termomodernizacja budynków dla poprawy jakości środowiska, Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, Gliwice 2004 r.
- [4.4.3.] Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. z 2008 r. Nr 223, poz. 1459).
- [4.4.4.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).
- [4.4.5.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. (Dz. U. z 2009 r., Nr 43, poz. 346).
- [4.4.6.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów. (Dz. U. z 2009 r., Nr 43, poz. 347).
- [4.4.7.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L 153 z dnia 18.06.2010 r. str.13).
- [4.4.8.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1238).
- [4.5.1.] Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. z 2008 r. Nr 223, poz. 1459).
- [4.5.2.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. (Dz. U. z 2009 r., Nr 43, poz. 346).
- [4.5.3.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym Bank Gospodarstwa Krajowego może zlecać wykonanie weryfikacji audytów. (Dz. U. z 2009 r., Nr 43, poz. 347).
- [4.5.4.] Program komputerowy ArCADia – TERMO; INTERSOFT Sp. z o.o.; 90-057 Łódź, ul. Sienkiewicza 85/87.
- [4.5.5.] Program komputerowy Auditor OZC - SANKOM Sp. z o.o.; 02-490 Warszawa, ul. Płomyka 28.
- [4.5.6.] Program komputerowy BDEC PRO - BUILD DESK Sp. z o.o.; 66-131 Cigacice, ul. Kwiatowa 14.
- [4.5.7.] Program komputerowy CERTO - Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska; 51-180 Wrocław, ul. Pełczyńska 11.
- [4.5.8.] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L 153 z dnia 18.06.2010 r. str.13).
- [4.5.9.] Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2011 r., Nr 94, poz. 551).
- [4.5.10.] http://www.velasolaris.com/vs2/index.php?article_id=2&clang=7, 21.09.2011.
- [4.5.11.] RETScreen® International
- [4.5.12.] Program komputerowy BDEA - BUILD DESK Sp. z o.o.; 66-131 Cigacice, ul. Kwiatowa 14.
- [4.5.13.] Program komputerowy Artem - Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska; 51-180 Wrocław, ul. Pełczyńska 11
- [4.6.1.] Kozioł J., Kozioł M., Metodologia oceny efektów ekologicznych wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Projekt badawczy nr SP/B/3/76/469/10 - Etap nr 2: Ocena istniejącej metodologii wyznaczania technicznych, ekonomicznych i ekologicznych efektów wykorzystania OZE w budownictwie. Gliwice, 2010 r.
- [4.6.2.] Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Warszawa, 1996 r.
- [4.6.3.] Nowak T., Reaching the Kyoto targets by a wide introduction of ground-source heat pumps. Proceedings 9th IEA Heat Pump Conference. Zurich, 2008 r.
- [4.6.4.] Podręcznik użytkownika dla programu ArCADdia-TERMO. Intersoft. Łódź, 2010 r.
- [4.6.5.] Clean Energy Project Analysis. RETScreen® Engineering & Cases Textbook. ETScreen® International, <http://www.etscreen.net/ang/12.php>, 23.03.2011 r.
- [4.6.6.] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines for Greenhouse Gas Inventories, 1996 r.
- [4.6.7.] Gospodarka Paliwowo-Energetyczna w latach 2008-2009, GUS Warszawa 2010 r.



5. Analiza przykładów zastosowania instalacji OZE w budynkach i ocena ich wpływu na parametry energetyczne budynku

Wprowadzenie

Dla zbadania wpływu wykorzystania zasobów OZE na charakterystykę energetyczną budynku przeprowadzono wariantowe obliczenia zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla różnych opcji wyposażenia budynku w instalacje grzewcze, wykorzystujące zasoby OZE. Obliczenia bilansowe i wyznaczenie wskaźników charakteryzujących jakość energetyczną budynku, w którym zastosowano instalacje OZE, przeprowadzono ze wspomaganiami programu komputerowego ArCADia-TERMO w wersji 3.2. [5.1.4].

Obliczenia charakterystyki energetycznej budynku przeprowadzono przy użyciu programu komputerowego, który pozwala wyznaczyć bilans rocznego zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną oraz umożliwia określenie wskaźników opisujących jakość energetyczną ocenianego obiektu. Pakiet ArCADia-TERMO to innowacyjny krajowy program do kompleksowych obliczeń cieplnych budynków różnych typów. Program pozwala na wykonywanie obliczeń współczynnika przenikania ciepła, wymiany ciepła przez grunt, mostków cieplnych, zapotrzebowania ciepła lub chłodu dla pomieszczeń oraz wspomaga obliczanie sezonowego zapotrzebowania energii w budynku. Program umożliwia również opracowanie audytu energetycznego dla przedsięwzięć termomodernizacyjnych budynku zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 28.02.2008 r. [5.1.5] oraz służy do sporządzania charakterystyki energetycznej budynku (certyfikat energetyczny) wg metodologii określonej w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6.11.2008 r. [5.1.1]. Program dostępny jest w trzech wersjach funkcjonalnych. Wszystkie wersje programowe współpracują z dodatkowymi modułami: Efekt Ekologiczny i Efekt Ekonomiczny, zaś w wersji ArCADia-TERMO PRO program wykonuje dodatkowo audyt energetyczny dla przedsięwzięć termomodernizacyjnych w obrębie budynku. Dla istniejącego stanu przykładowych budynków mieszkalnych (domki jednorodzinne i domy wielorodzinne) i przykładowych budynków użyteczności publicznej (biurowiec i budynek produkcyjno-administracyjny) zamieszczono w rozdziale 5 oraz w załącznikach nr 4 i nr 5 zestawienia charakteryzujące jakość energetyczną analizowanych typów budynków oraz wyniki obliczeń wskaźników zapotrzebowania energii w poszczególnych dziedzinach potrzeb cieplnych budynku. Dla oceny jakości energetycznej ocenianego budynku zamieszczono fragment świadectwa charakterystyki energetycznej (ŚChE) z wizualizacją wartości wskaźnika EP jednostkowego zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej dla zaspokojenia jego rocznych potrzeb energetycznych.

Poprawa charakterystyki energetycznej budynku w stanie istniejącym jest możliwa nie tylko poprzez poprawę izolacji termicznej przegród budowlanych, ale również z dużym skutkiem przy wykorzystaniu instalacji opartych na zasobach OZE. Taka

forma termomodernizacji w obrębie budynku wymaga przeprowadzenia każdorazowo analizy techniczno-ekonomicznej dla wybrania wariantu najbardziej opłacalnego do realizacji. W oparciu o wybrane narzędzie wspomaganie ocen w tym zakresie wykonano obliczenia wskaźników oceny efektywności energetycznej dla poszczególnych wariantów zastosowania instalacji z OZE w przykładowych budynkach.

5.1. Badanie zastosowania różnych rodzajów instalacji OZE i ich wpływu na wielkość wskaźnika EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej w charakterystyce energetycznej budynku zgodnie z wymaganiami ustawy Prawo budowlane

Wskaźnik zapotrzebowania energii pierwotnej EP oblicza się w oparciu o rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej wydanego w dniu 6 listopada 2008 r. (Dz.U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240) [5.1.1].

Ponadto wykorzystuje się następujące rozporządzenia Ministerstwa Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r.:

- rozporządzenie Ministra Infrastruktury zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [5.1.2],
- rozporządzenie Ministra Infrastruktury zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [5.1.3].

Obliczenie rocznego zapotrzebowania energii końcowej i pierwotnej na ogrzewanie i wentylację budynku

Obliczenie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji budynku ocenianego $Q_{H,nd}$ wymaga:

- obliczenia wartości współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych zgodnie z PN EN ISO 6946,
- oceny szczelności przegród,
- obliczenia wartości współczynnika strat ciepła przez przenikanie zgodnie z PN EN ISO 13789,
- określenia wielkości przepływu powietrza wentylacyjnego,
- obliczenia wartości współczynnika strat ciepła przez wentylację zgodnie z PN EN ISO 13789,
- określenia solarnych i wewnętrznych zysków ciepła,
- oceny stanu i sprawności elementów systemu grzewczego (wytwarzania, przesyłu, regulacji i wykorzystania ciepła).



Dla określenia bilansu energetycznego budynku należy przedstawić następujące składniki:

- straty ciepła przez przenikanie oraz zużycie ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego pomiędzy przestrzenią ogrzewaną a środowiskiem zewnętrznym,
- straty ciepła przez przenikanie oraz zużycie ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego pomiędzy sąsiednimi strefami,
- wewnętrzne zyski ciepła,
- zyski ciepła od promieniowania słonecznego,
- straty ciepła na wytwarzaniu, przesyle, emisji i regulacji systemu grzewczego dla danej przestrzeni ogrzewanej,
- energia dostarczoną do instalacji grzewczej.

Roczne zapotrzebowanie energii końcowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji oblicza się na podstawie wzoru:

$$Q_{K,H} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{H,tot}} \quad (5.1.1)$$

gdzie:

$Q_{K,H}$ – roczne zapotrzebowanie energii końcowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji [kWh/rok],

$\eta_{H,tot}$ – średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku od wytwarzania (konwersji) ciepła do przekazania w pomieszczeniu.

Średnią sezonową sprawność całkowitą systemu grzewczego budynku od wytwarzania (konwersji) ciepła do przekazania w pomieszczeniu $\eta_{H,tot}$ oblicza się jako:

$$\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \quad (5.1.2)$$

gdzie:

$\eta_{H,g}$ – średnia sezonowa sprawność wytwarzania nośnika ciepła, przyjmowana z dokumentacji technicznej lub tabeli,

$\eta_{H,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku, przyjmowana z dokumentacji technicznej lub tabeli,

$\eta_{H,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku przyjmowana z dokumentacji technicznej lub tabeli,

$\eta_{H,e}$ – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w budynku, przyjmowana z dokumentacji technicznej lub tabeli.

Wartości ww. sprawności zawarte są w odpowiednich tabelach w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008r. Nr 201, poz. 1240).

Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej na potrzeby ogrzewania i wentylacji oblicza się na podstawie formuły:

$$Q_{P,H} = w_H \times Q_{K,H} + w_{el} \cdot E_{el,pom,H} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.1.3)$$

gdzie:

$E_{el,pom,H}$ – roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania [kWh/rok],

w_H, w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i przyporządkowany danemu rodzajowi nośnika energii końcowej, przyjmowany z tabel.

Energia pomocnicza jest niezbędna do utrzymania w ruchu systemów technicznych ogrzewania. Jako energia pomocnicza wykorzystywana jest energia elektryczna, która w przyjętej metodzie jest energią końcową, przeliczoną na energię pierwotną poprzez współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_{el} przyporządkowany energii elektrycznej.

Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania wyznaczamy z poniższych formuł:

$$E_{el,pom,H} = \sum q_{el,H,i} \cdot A_f \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.1.4)$$

gdzie:

$q_{el,H,i}$ – średnia jednostkowa moc elektryczna do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie ogrzewania odniesiona do powierzchni użytkowej (ogrzewanej), [W/m²]

$t_{el,i}$ – roczny czas działania urządzenia pomocniczego, [h/rok].

Średnia jednostkowa moc elektryczna do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie ogrzewania lub wentylacji, przyjmowana z dokumentacji technicznej lub tabeli.

Obliczenie rocznego zapotrzebowania energii końcowej i pierwotnej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Do obliczenia zapotrzebowania energii końcowej i pierwotnej stosuje się metodę zgodną z wymaganiami zawartymi w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).

Roczne zapotrzebowanie energii końcowej dla przygotowania ciepłej wody użytkowej oblicza się na podstawie formuły:

$$Q_{K,W} = \frac{Q_{W,nd}}{\eta_{W,tot}} \quad (5.1.5)$$

gdzie:

$Q_{K,W}$ – roczne zapotrzebowanie energii końcowej dla przygotowania ciepłej wody użytkowej [kWh/rok],

$\eta_{W,tot}$ – średnia sezonowa sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej od wytwarzania (konwersji) ciepła do przekazania w budynku.

Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody od wytwarzania (konwersji) ciepła do przekazania w budynku ocenianym $\eta_{W,tot}$ oblicza się jako:

$$\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \cdot \eta_{W,S} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,e} \quad (5.1.6)$$

gdzie:

$\eta_{W,g}$ – średnia sezonowa sprawność wytwarzania nośnika ciepła przyjmowana z dokumentacji technicznej lub tabeli,

$\eta_{W,S}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody w budynku, przyjmowana z dokumentacji technicznej lub tabeli,

$\eta_{W,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepłej wody w obrębie budynku, przyjmowana z dokumentacji technicznej lub tabeli,

$\eta_{W,e}$ – średnia sezonowa sprawność wykorzystania ciepła (przyjmowana 1,0).

Do obliczenia rocznego zapotrzebowania energii użytecznej, potrzebnej do przygotowania ciepłej wody w systemie występującym w danym budynku, należy posłużyć się poniższym wzorem:

$$Q_{W,nd} = \frac{V_{CW_i} \cdot L_i \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\Theta_{CW} - \Theta_0) \cdot k_t \cdot t_{UZ}}{1000 \cdot 3600} \quad (5.1.7)$$

gdzie:

V_{CW_i} – jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej, przyjmowane z dokumentacji technicznej lub tabeli,

L_i – liczba jednostek odniesienia, osoby,

t_{UZ} – czas użytkowania, doby (przeważnie 365 dni z uwzględnieniem dni wolnych od pracy),

c_w – ciepło właściwe wody, przyjmowane jako 4,19 kJ/(kg K),

ρ_w – gęstość wody, przyjmowana jako 1000 kg/m³,

- θ_{CW} – temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym, 55°C,
 θ_0 – temperatura wody zimnej, przyjmowana 10°C,
 k_t – współczynnik korekcyjny uwzględniający temperaturę wody w podgrzewaczu różną od 55°C, wg tabeli.

Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej dla przygotowania ciepłej wody użytkowej oblicza się z formuły:

$$Q_{P,W} = w_W \times Q_{K,W} + w_{el} \cdot E_{el,pom,W} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.1.8)$$

gdzie:

- $E_{el,pom,W}$ – roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody [kWh/rok],
 w_W, w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przyporządkowany danemu rodzajowi nośnika energii końcowej, przyjmowany z tabel.

Energia pomocnicza jest niezbędna do utrzymania w ruchu systemów technicznych przygotowania ciepłej wody użytkowej. Jako energia pomocnicza wykorzystywana jest energia elektryczna, która w przyjętej metodzie jest energią końcową, przeliczoną na energię pierwotną poprzez współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_W przyporządkowany danemu rodzajowi nośnika. Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej wyznaczamy wg wzoru:

$$E_{el,pom,W} = \sum q_{el,W,i} \cdot A_f \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.1.9)$$

gdzie:

- $q_{el,W,i}$ – średnia jednostkowa moc elektryczna do napędu i -tego urządzenia pomocniczego w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej odniesiona do powierzchni użytkowej (ogrzewanej), [W/m²],
 $t_{el,i}$ – roczny czas działania urządzenia pomocniczego, [h/rok].

Średnia moc jednostkowa mocy elektrycznej do napędu i -tego urządzenia pomocniczego w systemie ogrzewania lub wentylacji, przyjmowana z dokumentacji technicznej lub tabeli.

Obliczenie rocznego zapotrzebowania energii końcowej i pierwotnej na oświetlenie

Do obliczenia zapotrzebowania energii końcowej i pierwotnej stosuje się metodę zgodną z wymaganiami zawartymi w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).



Roczne zapotrzebowanie energii końcowej na oświetlenie oblicza się ze wzoru:

$$E_{K,L} = E_{L,j} \cdot A_j \text{ [kWh/rok]} \quad (5.1.10)$$

gdzie:

$E_{K,L}$ – roczne zapotrzebowanie energii końcowej na oświetlenie, kWh/rok,

$E_{L,j}$ – roczne jednostkowe zapotrzebowanie energii do oświetlenia j -tego pomieszczenia, kWh/m² rok,

A_f – powierzchnia użytkowa, m².

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie energii użytkowej na oświetlenie w poszczególnych pomieszczeniach lub budynku oblicza się na postawie poniższego wzoru:

$$E_L = F_C \cdot \frac{P_N}{1000} \cdot (t_D \cdot F_O \cdot F_D + t_N \cdot F_O) \quad (5.1.11)$$

gdzie:

P_N – moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w danym wnętrzu lub budynku użyteczności publicznej (przyjmowana na podstawie projektu oświetlenia budynku lub wg §180 przepisów techniczno-budowlanych), W/m²,

t_D – czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia (zgodnie z tabelą), h/rok,

t_N – czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy (zgodnie z tabelą), h/rok,

F_C – współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, w przypadku braku regulacji natężenia oświetlenia na poziomie wymaganym wartość współczynnika F_C wynosi 1.

F_D – współczynnik uwzględniający okres wykorzystania światła dziennego w oświetleniu (zgodnie z tabelą),

F_O – współczynnik uwzględniający okres nieobecności użytkowników w miejscu pracy, (zgodnie z tabelą).

Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F_C obliczany jest następująco:

$$F_C = \frac{1 + MF}{2} \quad (5.1.12)$$

gdzie:

MF – współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia w danym wnętrzu (przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja oświetlenia, w przeciwnym przypadku jego wartość przyjmuje się 1,0).

Dla budynku ocenianego oblicza się średnią ważoną moc jednostkową [W/m²] oświetlenia z zależności:

$$P_N = \frac{\sum (P_j \cdot A_{f,j})}{\sum A_{f,j}} \quad (5.1.13)$$

gdzie:

P_j – moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego zainstalowana w poszczególnych pomieszczeniach budynku, W

$A_{f,j}$ – powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń budynku, m².

Średnie ważne zapotrzebowanie energii elektrycznej użytkowej [kWh/(m²rok)] oświetlenia wbudowanego w budynku ocenianym wynika z zależności:

$$E_L = \frac{\sum (E_{L,j} \cdot A_{f,j})}{\sum A_{f,j}} \quad (5.1.14)$$

Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej dla oświetlenia wewnątrz pomieszczeń oblicza się na podstawie poniższego wzoru:

$$Q_{P,L} = w_{el} \cdot E_{K,L} + w_{el} \cdot E_{el,pom,L} \text{ [kWh/rok]} \quad (5.1.15)$$

gdzie:

w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przyporządkowany energii elektrycznej, przyjmowany z tabeli,

$E_{el,pom,L}$ – roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej do napędu urządzeń pomocniczych systemu oświetlenia wbudowanego.

Dane i wyniki tych obliczeń zestawiono w załączniku nr 3. Wartości jednostkowych mocy opraw oświetleniowych w pomieszczeniach przyjęto na podstawie projektu oświetlenia budynku.

Obliczenie wskaźników EK i EP rocznego zapotrzebowania energii końcowej i pierwotnej dla ocenianego budynku

W celu sporządzenia świadectwa charakterystyki energetycznej budynku określa się wskaźnik EP rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku ocenianego, niezbędnej do zaspokojenia potrzeb związanych z jego użytkowaniem. Jest on obliczany wg poniższej formuły:

$$EP = Q_p / A_f \text{ [kWh / m}^2 \cdot \text{rok]} \quad (5.1.16)$$



gdzie:

A_f – całkowita powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze w budynku, [m²],

Q_p – roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej w danej dziedzinie jej zużycia w budynku, tj. na cele ogrzewania i wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia (dla budynków użyteczności publicznej), [kWh/rok].

$$Q_p = Q_{p,H} + Q_{p,W} + Q_{p,L} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (5.1.17)$$

Określa się także wskaźnik EK rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku ocenianego, niezbędnej do zaspokojenia potrzeb związanych z ogrzewaniem i wentylacją oraz przygotowaniem ciepłej wody użytkowej, który obliczany jest wg poniższej formuły:

$$EK = (Q_{K,H} + Q_{K,W}) / A_f \quad [\text{kWh} / \text{m}^2 \text{ rok}] \quad (5.1.18)$$

Obliczenie wskaźnika EP_{Ref} rocznego zapotrzebowania energii pierwotnej dla warunków referencyjnych

Uzyskaną w wyniku szczegółowych obliczeń wartość wskaźnika EP [kWh/m² rok] rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku lub lokalu mieszkalnego ocenianego porównuje się z odpowiednią wartością EP_{Ref} [kWh/m² rok] dla warunków referencyjnych (budynku odniesienia). Maksymalne wartości EP_{Ref} dla warunków referencyjnych w poszczególnej dziedzinie użytkowania energii w budynku tj. na cele ogrzewania i wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia (dla budynków użyteczności publicznej), określają formuły zawarte w przepisach techniczno-budowlanych [5.1.3]. Jeśli w budynku ocenianym nie występują określone dziedziny zużycia energii, to wówczas dla warunków referencyjnych przy ocenie charakterystyki energetycznej również nie uwzględnia się tych zużyć.

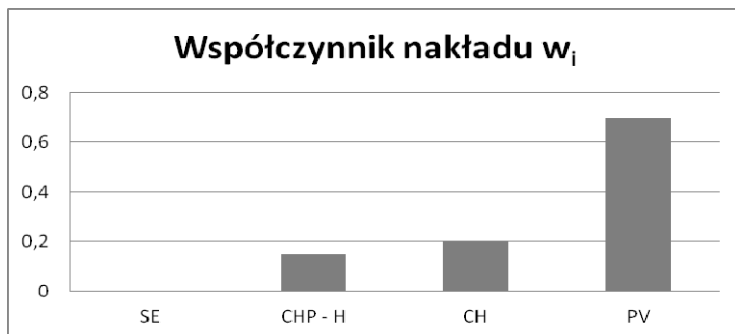
Ocena dokonana poprzez obliczenie wartości wskaźnika EP_{OC} i wskaźnika EP_{Ref} zamieszczana jest w świadectwie charakterystyki energetycznej budynku lub lokalu mieszkalnego. Wskaźnik EP [kWh/m²·rok] rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej wyraża standard energetyczny budynku, przy uwzględnieniu kształtu i materiałów użytych do budowy oraz warunków klimatycznych. Wartość wskaźnika charakterystyki energetycznej $EP_{OC} \leq EP_{Ref}$ oznacza, że budynek spełnia aktualne przepisy wynikające z Prawa budowlanego.

Na wartość wskaźnika EP rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku mają wpływ:

- wielkości zapotrzebowania na energię w poszczególnych dziedzinach użytkowania,
- wielkości zapotrzebowania energii pomocniczej,
- sprawności systemów w poszczególnych dziedzinach użytkowania,

- wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i na dostarczenie nośnika energii lub danego rodzaju energii do budynku.

W tabeli nr 4.1.1 w rozdziale 4 przedstawiono wartości współczynników w_i dla różnych nośników energii zgodnie z rozporządzeniem Ministerstwa Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. [5.1.1]. Dane zawarte w tabeli 4.1.1 dotyczą zarówno konwencjonalnych źródeł energii jak i OZE. Na rys. 5.1.1 przedstawiono wartości współczynników w_i dla różnych nośników energii z zasobów odnawialnych.



Nośnik energii końcowej	Oznaczenie	Wartość w_i
Energia słoneczna (kolektor słoneczny termiczny)	SE	0
Ciepło z kogeneracji (biogaz, biomasa)	CHP - H	0,15
Ciepło z ciepłowni (biomasa)	CH	0,2
Energia elektryczna (systemy PV)	PV	0,7

Rys. 5.1.1 Współczynniki w_i dla nośników energii z zasobów odnawialnych (opr. własne)

Przykłady zastosowania różnych rodzajów instalacji OZE i ich wpływu na wielkość wskaźnika EP zapotrzebowania energii pierwotnej nieodnawialnej w charakterystyce energetycznej budynku

Wpływ wykorzystania OZE na charakterystykę energetyczną budynku przeanalizowano na przykładach czterech rodzajów istniejących budynków:

- budynek mieszkalny jednorodzinny,
- budynek mieszkalny wielorodzinny,
- budynek użyteczności publicznej – biurowiec,
- budynek przemysłowy – produkcyjno-administracyjny.

Zużycie ciepła w budynkach jest wynikiem pokrycia zapotrzebowania w zakresie ogrzewania i wentylacji, chłodzenia i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. Dla budynków użyteczności publicznej dodatkowo ujmuje się w charakterystyce energetycznej wpływ zużycia energii na potrzeby oświetlenia.



Poniżej przedstawiono charakterystykę techniczno-energetyczną przykładowych budynków:

Budynek 1

Oznaczenie: MJ-1

Charakterystyka techniczno-użytkowa budynku:

Rodzaj budynku	dom jednorodzinny
Przeznaczenie	mieszkalny
Rok budowy	1999
Liczba kondygnacji	3
Powierzchnia użytkowa	
o regulowanej temperaturze, A_f	208,54 m ²
Kubatura	921,05 m ³
Liczba mieszkańców	4

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do celów ogrzewania i wentylacji, $Q_{H,nd}$	25496,03 kWh/rok
---	------------------

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do celów przygotowania c.w.u., $Q_{W,nd}$	2164,55 kWh/rok
--	-----------------

Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku, $\eta_{H,tot}$	0,62
---	------

Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku, $\eta_{W,tot}$	0,43 (60%), 0,49 (40%)
---	------------------------

Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji, $E_{el,pom,H}$	208,54 kWh/rok
--	----------------

Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej, $E_{el,pom,W}$	125,12 kWh/rok
---	----------------

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania
nieodnawialnej energii końcowej
dla budynku, EK 219,84 kWh/m²rok

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania
nieodnawialnej energii pierwotnej
dla budynku, EP 262,6 kWh/m²rok

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania
nieodnawialnej energii pierwotnej
dla budynku w warunkach
referencyjnych, EP_{Ref} 124,37 kWh/m²rok

Instalacja c.o. – instalacja wewnętrzna c.o. 90/70°C wykonana z rur miedzianych z pełną izolacją cieplną, zasilana z kotła wielopaliwowego typu „Innovex” (paliwo: węgiel kamienny, węgiel brunatny, drewno); grzejniki stalowe, płytowe

Instalacja wentylacyjna – grawitacyjna

Instalacja c.w.u. – instalacja c.w.u. bez cyrkulacji, podgrzewacz o pojemności 80 dm³ zasilany z kotła wodnego, wyposażony dodatkowo w grzałkę elektryczną

Instalacja chłodzenia – bez chłodzenia

Budynek 2

Oznaczenie: MJ-2

Charakterystyka techniczno-użytkowa budynku:

Rodzaj budynku	dom jednorodzinny
Przeznaczenie	mieszkalny
Rok budowy	2003
Liczba kondygnacji	3
Powierzchnia użytkowa	
o regulowanej temperaturze, A _f	187,15 m ²
Kubatura	730 m ³
Liczba mieszkańców	3

Roczne zapotrzebowanie na
energię użytkową do celów
ogrzewania i wentylacji, Q_{H,nd} 19611 kWh/rok



Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do celów przygotowania c.w.u., $Q_{W,nd}$	2023 kWh/rok
Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku, $\eta_{H,tot}$	0,88
Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku, $\eta_{W,tot}$	0,41
Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji, $E_{el,pom,H}$	524,02 kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej, $E_{el,pom,W}$	199,69 kWh/rok
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku, EK	144,7 kWh/m ² rok
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku, EP	170,7 kWh/m ² rok
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku w warunkach referencyjnych, EP_{Ref}	137,6 kWh/m ² rok
Instalacja c.o. – instalacja wewnętrzna c.o. 70/55°C z rur miedzianych, z pełną izolacją cieplną, zasilana z kotła kondensacyjnego typu „Vaillant” (paliwo: gaz ziemny); grzejniki konwektorowe	
Instalacja wentylacyjna – grawitacyjna	
Instalacja c.w.u. – instalacja c.w.u. z cyrkulacją, zasobnik ciepłej wody zasilany z kotła wodnego	
Instalacja chłodzenia – bez chłodzenia	

Budynek 3

Oznaczenie: MW-1

Charakterystyka techniczno-użytkowa budynku:

Rodzaj budynku	dom wielorodzinny
Przeznaczenie	mieszkalny
Rok budowy	1930
Liczba kondygnacji	4
Powierzchnia użytkowa	
o regulowanej temperaturze, A_f	295,43 m ²
Kubatura	1292,8 m ³
Liczba mieszkańców	8

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do celów ogrzewania i wentylacji, $Q_{H,nd}$ 88341,46 kWh/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do celów przygotowania c.w.u., $Q_{W,nd}$ 5506,66 kWh/rok

Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku, $\eta_{H,tot}$ 0,76 (40%), 0,53 (60%)

Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku, $\eta_{W,tot}$ 0,36

Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji, $E_{el,pom,H}$ 166,02 kWh/rok

Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej, $E_{el,pom,W}$ - kWh/rok

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku, EK 546,4 kWh/m²rok



Wskaźnik rocznego zapotrzebowania
nieodnawialnej energii pierwotnej
dla budynku, EP 602,8 kWh/m²rok

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania
nieodnawialnej energii pierwotnej
dla budynku w warunkach
referencyjnych, EP_{Ref} 124,55 kWh/m²rok

Instalacja c.o. – instalacja wewnętrzna c.o. 90/70°C wykonana z rur miedzianych z pełną izolacją cieplną, zasilana z kotła gazowego (paliwo: gaz ziemny wysokometanowy); grzejniki stalowe, płytowe w jednym lokalu, piece węglowe w pozostałych lokalach

Instalacja wentylacyjna – grawitacyjna

Instalacja c.w.u. – instalacje c.w.u. bez cyrkulacji w poszczególnych lokalach, podgrzewacze przepływowe gazowe (paliwo: gaz ziemny wysokometanowy)

Instalacja chłodzenia – bez chłodzenia

Budynek 4

Oznaczenie: MW-2

Charakterystyka techniczno-użytkowa budynku:

Rodzaj budynku	dom wielorodzinny
Przeznaczenie	mieszkalny
Rok budowy	1990
Liczba kondygnacji	2
Powierzchnia użytkowa	
o regulowanej temperaturze, A _f	292,47 m ²
Kubatura	818,92 m ³
Liczba mieszkańców	8

Roczne zapotrzebowanie na
energię użytkową do celów
ogrzewania i wentylacji, Q_{H,nd} 19064,36 kWh/rok

Roczne zapotrzebowanie na
energię użytkową do celów
przygotowania c.w.u., Q_{W,nd} 5285,43 kWh/rok

Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku, $\eta_{H,tot}$	0,80
Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku, $\eta_{W,tot}$	0,54
Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji, $E_{el,pom,H}$	402,44 kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej, $E_{el,pom,W}$	510,65 kWh/rok
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku, EK	114,8 kWh/m ² rok
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku, EP	158,6 kWh/m ² rok
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku w warunkach referencyjnych, EP_{Ref}	124,8 kWh/m ² rok
Instalacja c.o. – instalacja wewnętrzna c.o. zasilana z ciepłowni opalanej węglem kamiennym poprzez kompaktowy węzeł ciepły; grzejniki stalowe, płytowe	
Instalacja wentylacyjna – grawitacyjna	
Instalacja c.w.u. – instalacja c.w.u. z cyrkulacją, zasobnik zasilany z ciepłowni opalanej węglem kamiennym poprzez kompaktowy węzeł ciepły,	
Instalacja chłodzenia - bez chłodzenia	



Budynek 5

Oznaczenie: BU-1

Charakterystyka techniczno-użytkowa budynku:

Rodzaj budynku	budynek użyteczności publicznej
Przeznaczenie	biurowiec
Rok budowy	1975
Liczba kondygnacji	5
Powierzchnia użytkowa	
o regulowanej temperaturze, A_f	2804,48 m ²
Kubatura	7621,4 m ³
Liczba użytkowników	52

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do celów ogrzewania i wentylacji, $Q_{H,nd}$	378293,29 kWh/rok
---	-------------------

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do celów przygotowania c.w.u., $Q_{W,nd}$	18147,94 kWh/rok
--	------------------

Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku, $\eta_{H,tot}$	0,62
---	------

Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku, $\eta_{W,tot}$	0,61
---	------

Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji, $E_{el,pom,H}$	2629,0 kWh/rok
--	----------------

Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej, $E_{el,pom,W}$	kWh/rok
---	---------

Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną końcową do celów oświetlenia, $E_{k,L}$	63801,92 kWh/rok
---	------------------

Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu oświetlenia, $E_{el,pom.,L}$	6,0 kWh/rok
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku, EK	225,5 kWh/m ² rok (z oświetleniem - 248,2)
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku, EP	382,3 kWh/m ² rok
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku w warunkach referencyjnych, EP_{Ref}	218,94 kWh/m ² rok
Instalacja c.o. – instalacja wewnętrzna c.o. 95/70°C wykonana z rur stalowych bez izolacji cieplnej, zasilana z węzła cieplnego (ciepło zdalaczynne wytworzone w ciepłowni opalanej węglem kamiennym); grzejniki żeliwne członowe	
Instalacja wentylacyjna – grawitacyjna	
Instalacja c.w.u. – brak instalacji c.w.u., podgrzewacze pojemnościowe (80 dm ³) z grzałką elektryczną	
Instalacja chłodzenia – bez chłodzenia	
Oświetlenie – instalacja 230 V, regulacja ręczna	

Budynek 6

Oznaczenie: BU-2

Charakterystyka techniczno-użytkowa budynku:

Rodzaj budynku	przemysłowy
Przeznaczenie	administracyjno-produkcyjny
Rok budowy	1972 (rozbudwa i termomodernizacja - 2011)
Liczba kondygnacji	2



Powierzchnia użytkowa o regulowanej temperaturze, A_f	885,36 m ²	
Kubatura	2775,66 m ³	
Liczba użytkowników	50	
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do celów ogrzewania i wentylacji, $Q_{H,nd}$	63362 kWh/rok	
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do celów przygotowania c.w.u., $Q_{W,nd}$	5133 kWh/rok	
Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku, $\eta_{H,tot}$	0,79	
Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku, $\eta_{W,tot}$	1,0 (65%)	0,82 (25%)
Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji, $E_{el,pom,H}$	4887,48 kWh/rok	
Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej, $E_{el,pom,W}$	kWh/rok	
Roczne zapotrzebowanie na energię elektyczną końcową do celów oświetlenia, $E_{k,L}$	27446 kWh/rok	
Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu oświetlenia, $E_{el,pom,L}$	6 kWh/rok	

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku, EK	96,4 kWh/m ² rok (z oświetleniem 131 kWh/m ² rok)
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku, EP	247,2 kWh/m ² rok
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku w warunkach referencyjnych, EP _{Ref}	240,0 kWh/m ² rok

Instalacja c.o. – instalacja wewnętrzna c.o. wykonana z rur stalowych bez izolacji cieplnej, zasilana z węzła cieplnego (ciepło zdalacyjne wytworzone w ciepłowni opalanej węglem kamiennym); grzejniki stalowe płytowe

Instalacja wentylacyjna – mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła
Instalacja c.w.u. – brak instalacji c.w.u., podgrzewacze elektryczne przepływowe (65%), pojemnościowe (35%) z grzałką elektryczną

Instalacja chłodzenia – klimatyzator rozdzielony (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym powietrzem

Oświetlenie – instalacja 230 V, regulacja ręczna

Dla tak scharakteryzowanych przykładowych budynków przeanalizowano następujące warianty zastosowania instalacji OZE dla zaopatrzenia w energię na potrzeby w zakresie c.o. i przygotowania c.w.u., które przedstawiono w tabeli 5.1.1.

Tabela 5.1.1

Warianty obliczeniowe dla różnych źródeł zasilania budynków

Nr wariantu	Źródło energii na potrzeby c.o.		Źródło energii na potrzeby przygotowania c.w.u.	
	Nazwa	Oznaczenie	Nazwa	Oznaczenie
1	Ciepło wytworzone w kogeneracji (z biomasy)	CHP-H	Ciepło wytworzone w kogeneracji (z biomasy)	CHP-H
2	Ciepło z ciepłowni (opalanej biomasa)	CH	Ciepło z ciepłowni (opalanej biomasa)	CH
3	Kocioł opalany biomasa	B	Kolektor słoneczny, Kocioł opalany biomasa	SE+B
4	Pompa ciepła	HP	Kolektor słoneczny we współpracy z pompą ciepła	SE+HP
5	Pompa ciepła we współpracy z kolektorem słonecznym	HP+SE	Kolektor słoneczny we współpracy z pompą ciepła	SE+HP

Przyjęto, że energia pomocnicza do napędu urządzeń i do oświetlenia w budynkach pobierana jest z krajowej sieci elektroenergetycznej (produkcja mieszana). Obliczenia przeprowadzono za pomocą programu ArCADia TERMO PRO wersja 3.2 firmy ArCADiasoft Chudzik Sp. J. z Łodzi [5.1.4]. Szczegółowe wyniki obliczeń przedstawiono w załączniku nr 4, a w poniższych tabelach i wykresach zestawiono wielkości charakterystyczne dla przykładowych budynków w poszczególnych wariantach obliczeniowych.

Przykład 1

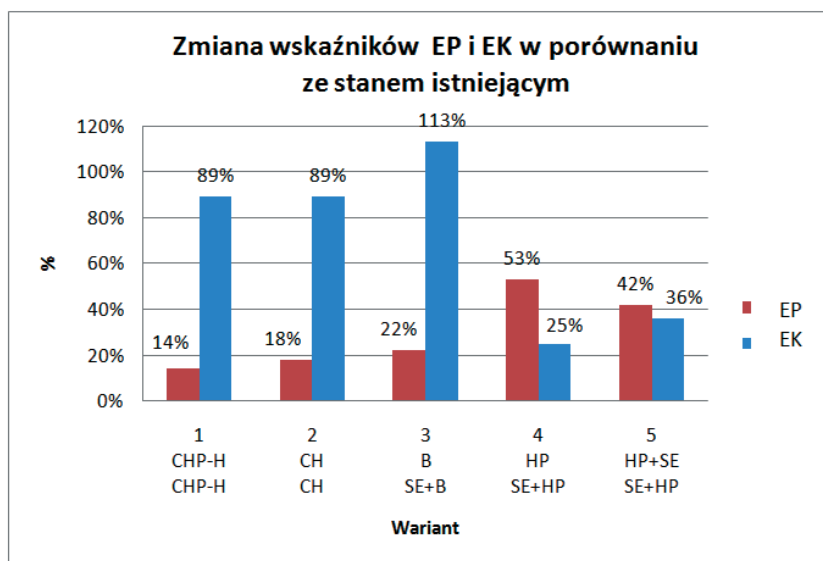
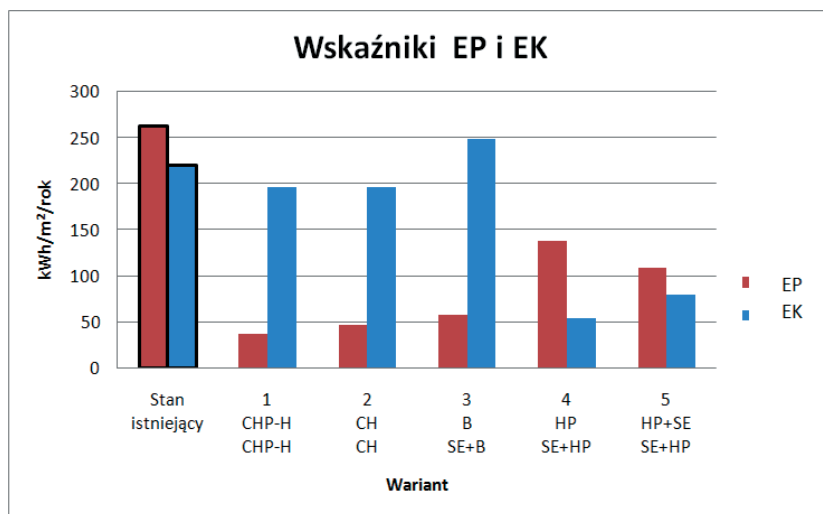
Oznaczenie budynku: MJ-1

Tabela 5.1.2

Wyniki obliczeń dla różnych wariantów źródeł zasilania budynku MJ-1

Lp.	Wielkość i oznaczenie		Jednostka	Wariant źródła dla c.o. i c.w.u.				
				1 CHP-H CHP-H	2 CH CH	3 B SE+B	4 HP SE+HP	5 HP+SE SE+HP
1	Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku	$\eta_{H,tot}$	-	0,71	0,71	0,54	3,04	3,04 (73%) 0,92 (27%)
2	Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku	$\eta_{W,tot}$	-	0,45	0,45	0,5 (56%) 0,39 (44%)	0,5 (56%) 1,61 (44%)	0,5 (56%) 1,61 (44%)
3	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{K,H}$	kWh/rok	36105	36105	47089	8837	13595
4	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{K,W}$	kWh/rok	4826	4826	4859	2996	2996
5	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji	$E_{el,pom,H}$	kWh/rok	391,22	391,22	583,91	542,2	767,43
6	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej	$E_{el,pom,W}$	kWh/rok	182,68	182,68	149,19	131,3	131,3
7	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{P,H}$	kWh/rok	6589	8395	11170	26788	20670
8	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{P,W}$	kWh/rok	1272	1513	938	2165	2165
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku	EK	kWh/m ² /rok	196,3	196,3	249,1	54,6	79,6
10	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku	EP	kWh/m ² /rok	37,7	47,5	58,1	138,8	109,5

Zmiany wskaźników EP i EK przykładowego budynku dla wariantowych systemów zasilania w ciepło przedstawiono na rysunku 5.1.2.



Rys. 5.1.2 Wskaźniki EP i EK dla budynku MJ-1

Przykład 2

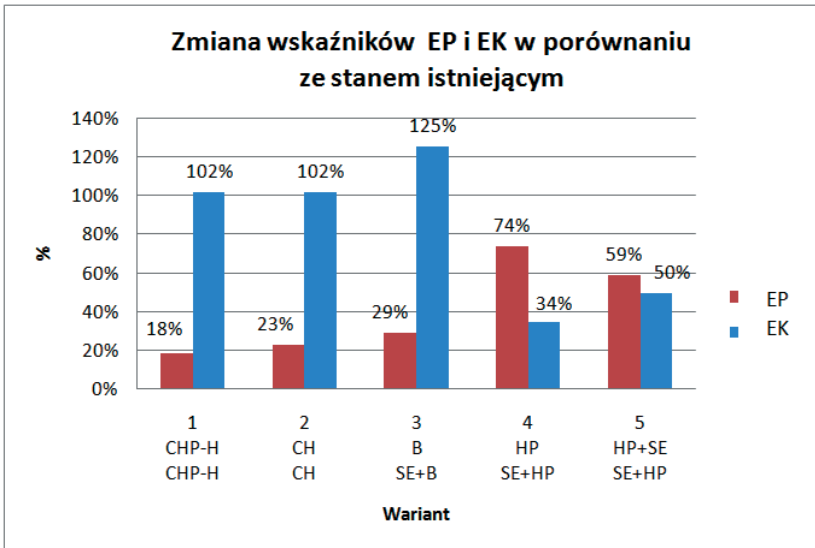
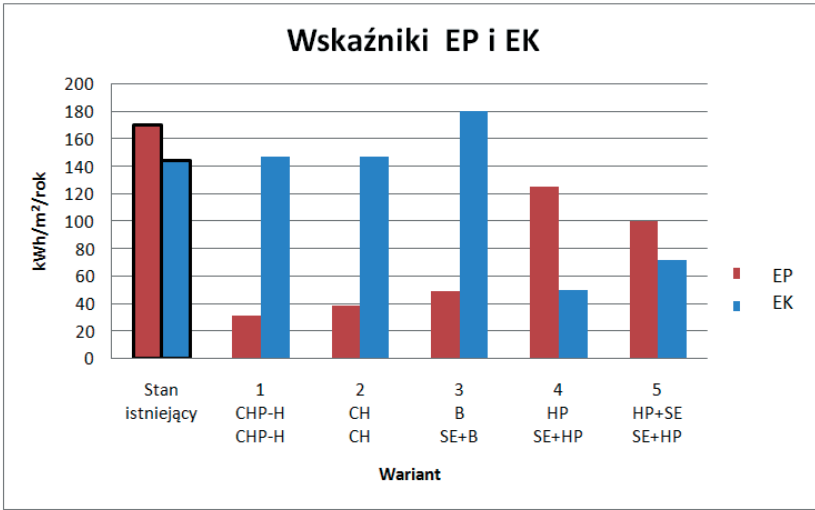
Oznaczenie budynku: MJ-2

Tabela 5.1.3

Wyniki obliczeń dla różnych wariantów źródeł zasilania budynku MJ-2

Lp	Wielkość i oznaczenie		Jednostka	Wariant źródła dla c.o. i c.w.u.				
				1 CHP- H CHP- H	2 CH CH	3 B SE+B	4 HP SE+HP	5 HP+SE SE+HP
1	Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku	$\eta_{H,tot}$	-	0,86	0,86	0,68	3,1	3,1 (73%) 0,91 (27%)
2	Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku	$\eta_{W,tot}$	-	0,43	0,43	0,47 (56%) 0,36 (44%)	0,47 (56%) 1,5 (44%)	0,47 (56%) 1,5 (44%)
3	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{K,H}$	kWh/rok	22904	22904	28948	6316	10418
4	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{K,W}$	kWh/rok	4689	4689	4881	3009	3009
5	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji	$E_{el,pom,H}$	kWh/rok	351,09	351,09	524,02	486,59	602,81
6	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej	$E_{el,pom,W}$	kWh/rok	218,59	218,59	456,33	440,27	440,27
7	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{P,H}$	kWh/rok	4489	5634	7362	20407	15640
8	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{P,W}$	kWh/rok	1359	1593	1862	3100	3100
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku	EK	kWh/m ² /rok	147,4	147,4	180,8	49,8	71,7
10	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku	EP	kWh/m ² /rok	31,2	38,6	49,3	125,6	100,1

Zmiany wskaźników EP i EK przykładowego budynku dla wariantowych systemów zasilania w ciepło przedstawiono na rysunku 5.1.3.



Rys. 5.1.3 Wskaźniki EP i EK dla budynku MJ-2

Przykład 3

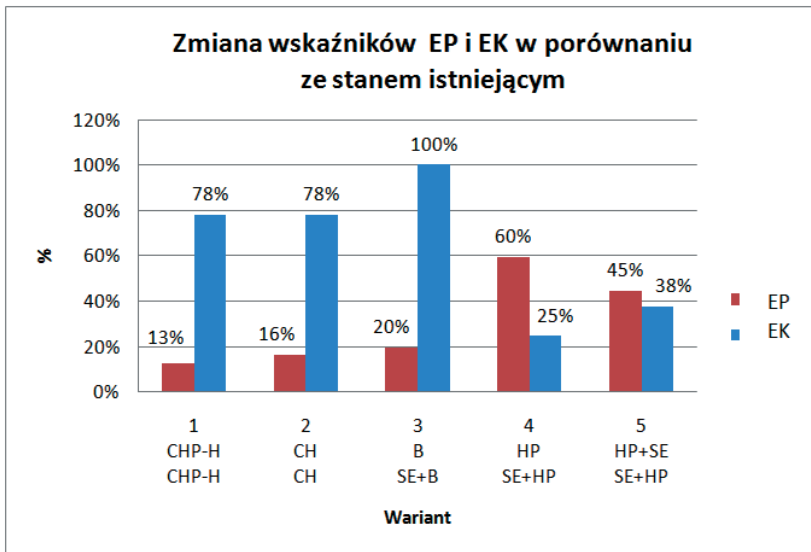
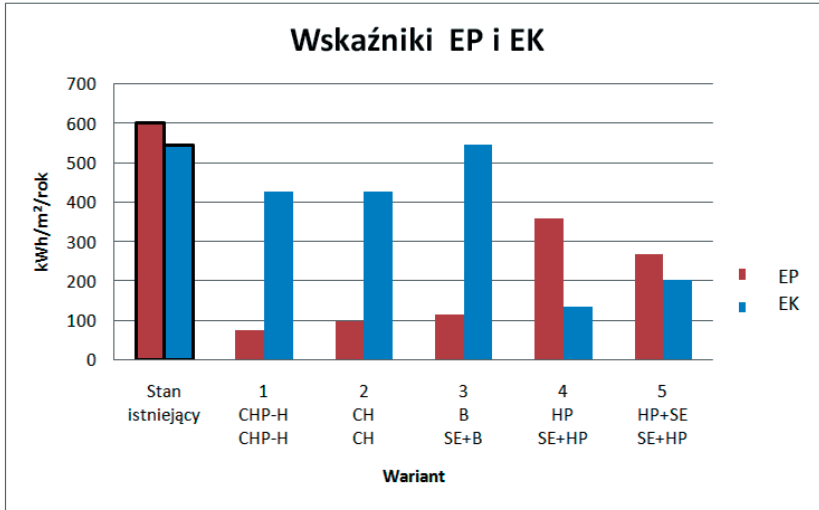
Oznaczenie budynku: MW-1

Tabela 5.1.4

Wyniki obliczeń dla różnych wariantów źródeł zasilania budynku MW-1

Lp.	Wielkość		Jednostka	Wariant źródła dla c.o. i c.w.u.				
				1 CHP-H CHP-H	2 CH CH	3 B SE+B	4 HP SE+HP	5 HP+SE SE+HP
1	Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku	$\eta_{H,tot}$	-	0,75	0,75	0,6	2,73	2,73 (73%) 0,83 (27%)
2	Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku	$\eta_{W,tot}$	-	0,62	0,62	0,47 (56%) 0,36 (44%)	0,47 (56%) 1,5 (44%)	0,47 (56%) 1,5 (44%)
3	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{K,H}$	kWh/rok	117358	117358	148327	32362	52459
4	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{K,W}$	kWh/rok	8837	8837	13282	8188	8188
5	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji	$E_{el,pom,H}$	kWh/rok	849,66	849,66	856,75	1063,6	991,76
6	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej	$E_{el,pom,W}$	kWh/rok	474,46	474,46	384,77	401,67	401,67
7	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{P,H}$	kWh/rok	20153	26021	32236	100278	73848
8	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{P,W}$	kWh/rok	2749	3191	2496	6047	6047
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku	EK	kWh/m ² /rok	427,2	427,2	547,0	137,3	205,3
10	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku	EP	kWh/m ² /rok	77,5	98,9	117,6	359,9	270,4

Zmiany wskaźników EP i EK przykładowego budynku dla wariantowych systemów zasilania w ciepło przedstawiono na rysunku 5.1.4.



Rys. 5.1.4 Wskaźniki EP i EK dla budynku MW-1

Przykład 4

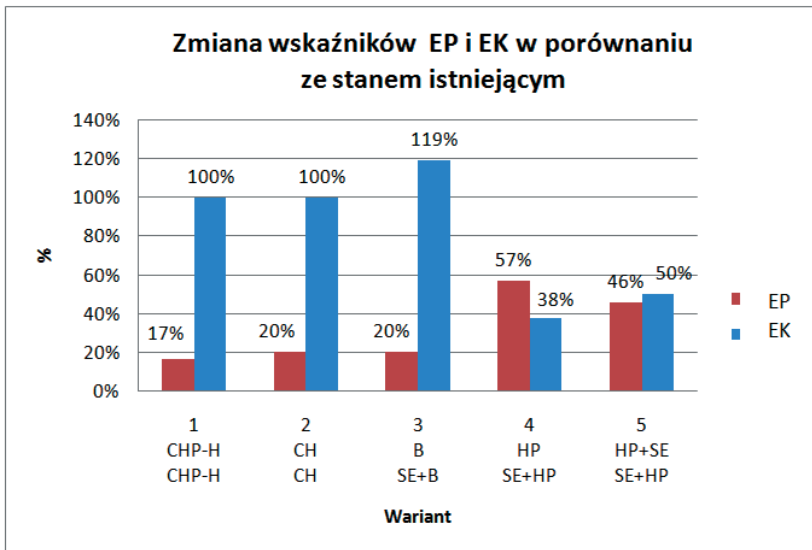
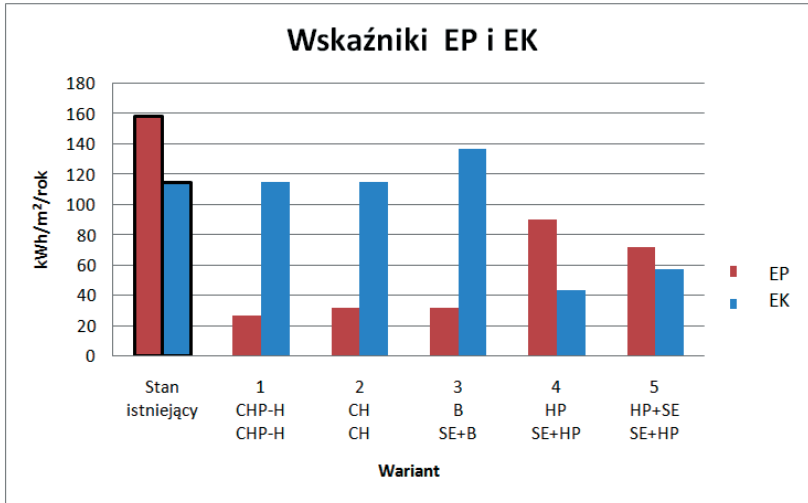
Oznaczenie budynku: MW-2

Tabela 5.1.5

Wyniki obliczeń dla różnych wariantów źródeł zasilania budynku MW-2

Lp.	Wielkość	Jednostka	Wariant źródła dla c.o. i c.w.u.					
			1 CHP-H CHP-H	2 CH CH	3 B SE+B	4 HP SE+HP	5 HP+SE SE+HP	
1	Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku	$\eta_{H,tot}$	-	0,8	0,8	0,64	2,92	2,92 (73%) 0,88 (27%)
2	Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku	$\eta_{W,tot}$	-	0,54	0,54	0,6 (56%) 0,46 (44%)	0,6 (56%) 1,9 (44%)	0,6 (56%) 1,9 (44%)
3	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{K,H}$	kWh/rok	23712	23712	29970	6539	10599
4	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{K,W}$	kWh/rok	9870	9870	10051	6196	6196
5	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji	$E_{el,pom,H}$	kWh/rok	402,44	402,44	409,46	614,19	661,57
6	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej	$E_{el,pom,W}$	kWh/rok	510,65	510,65	380,91	397,64	397,64
7	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{P,H}$	kWh/rok	4764	5950	7222	21459	16305
8	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{P,W}$	kWh/rok	3012	3506	2158	4857	4857
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku	EK	kWh/m ² /rok	114,8	114,8	136,8	43,5	57,4
10	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku	EP	kWh/m ² /rok	26,6	32,3	32,1	90,0	72,4

Zmiany wskaźników EP i EK przykładowego budynku dla wariantowych systemów zasilania w ciepło przedstawiono na rysunku 5.1.5.



Rys. 5.1.5 Wskaźniki EP i EK dla budynku MW-2

Przykład 5

Oznaczenie budynku: BU-1

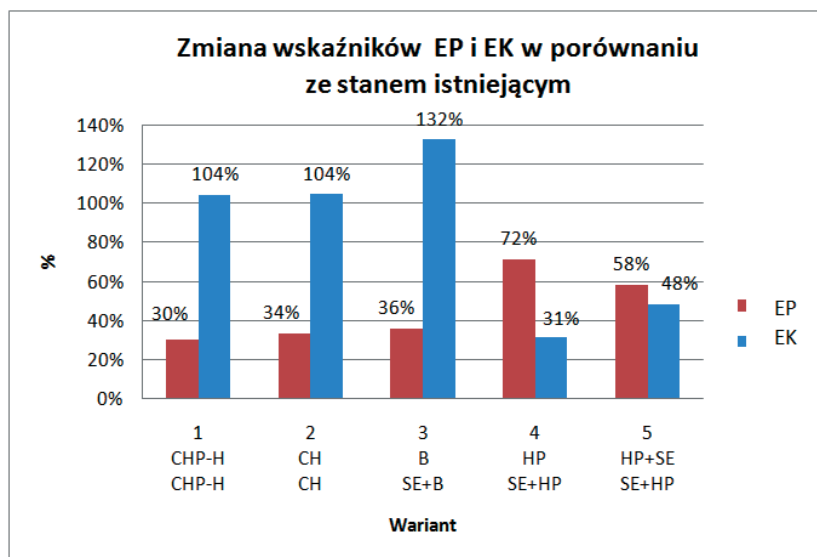
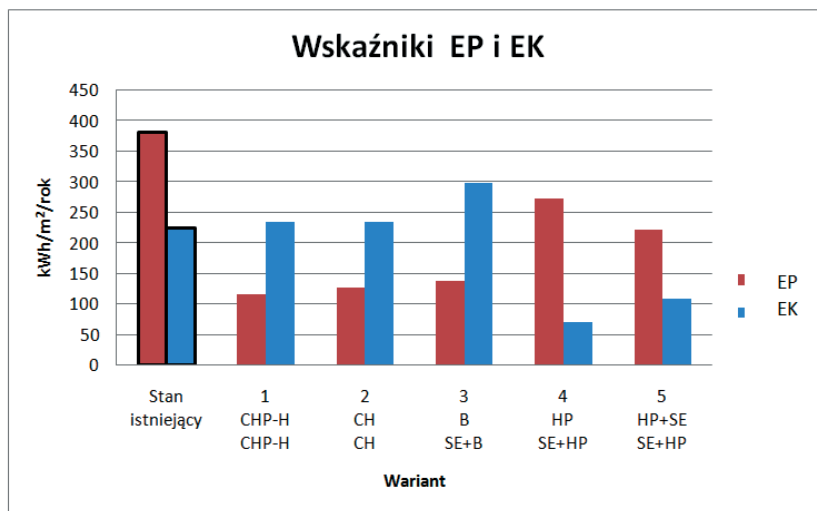
Tabela 5.1.6**Wyniki obliczeń dla różnych wariantów źródeł zasilania budynku BU-1**

Lp.	Wielkość	Jednostka	Wariant źródła dla c.o. i c.w.u.					
			1 CHP-H CHP-H	2 CH CH	3 B SE+B	4 HP SE+HP	5 HP+SE SE+HP	
1	Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku	$\eta_{H,tot}$	-	0,61	0,61	0,48	2,18	2,18 (73%) 0,66 (27%)
2	Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku	$\eta_{W,tot}$	-	0,41	0,41	0,5 (56%) 0,39 (44%)	0,5 (56%) 1,61 (44%)	0,5 (56%) 1,61 (44%)
3	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{K,H}$	kWh/rok	616314	616314	796072	173688	281549
4	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{K,W}$	kWh/rok	43912	43912	40740	25115	25115
5	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system oświetlenia	$E_{K,L}$	kWh/rok	63802	63802	63802	63802	63802
6	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji	$E_{el,pom,H}$	kWh/rok	8066	8066	8133	10096	9282
7	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej	$E_{el,pom,W}$	kWh/rok	4095	4095	2968	3129	3129
8	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu oświetlenia	$E_{el,pom,L}$	kWh/rok	6	6	6	6	6
9	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{P,H}$	kWh/rok	116644	147460	183613	551354	408224
10	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{P,W}$	kWh/rok	18870	21066	13020	24239	24239
11	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system oświetlenia	$Q_{P,L}$	kWh/rok	191424	191424	191424	191424	191424
12	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku	EK	kWh/m ² /rok	235,4 (258,2)	235,4 (258,2)	298,4 (321,1)	70,9 (93,6)	109,3 (132,1)
13	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku	EP	kWh/m ² /rok	116,6	128,3	138,4	273,5	222,5

Uwaga:

Wartości EK podane w nawiasach uwzględniają zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia w budynku.

Zmiany wskaźników EP i EK przykładowego budynku dla wariantowych systemów zasilania w ciepło przedstawiono na rysunku nr 5.1.6.



Rys. 5.1.6 Wskaźniki EP i EK dla budynku BU-1

Przykład 6

Oznaczenie budynku: BU-2

Tabela 5.1.7

Wyniki obliczeń dla różnych wariantów źródeł zasilania budynku BU-2

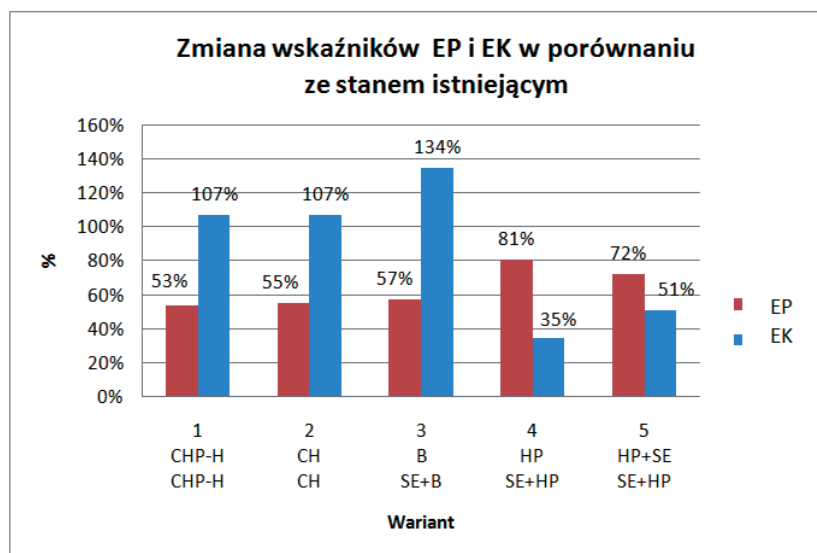
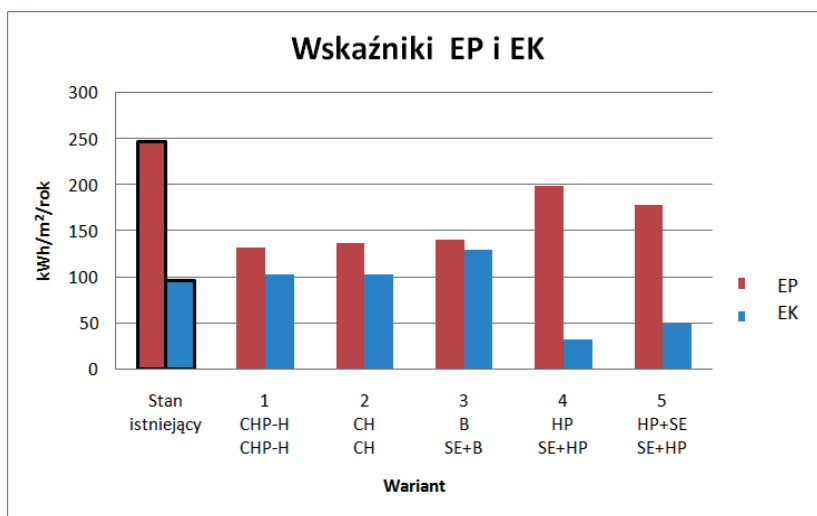
Lp.	Wielkość	Jednostka	Wariant źródła dla c.o. i c.w.u.					
			1 CHP-H CHP-H	2 CH CH	3 B SE+B	4 HP SE+HP	5 HP+SE SE+HP	
1	Średnia roczna sprawność całkowita systemu grzewczego w budynku	$\eta_{H,tot}$	-	0,79	0,79	0,61	2,82	2,82 (73%) 0,85 (27%)
2	Średnia roczna sprawność całkowita systemu ciepłej wody w budynku	$\eta_{W,tot}$	-	0,45	0,45	0,5 (56%) 0,39 (44%)	0,5 (56%) 1,61 (44%)	0,5 (56%) 1,61 (44%)
3	Średnia roczna sprawność całkowita systemu chłodzenia w budynku	$\eta_{C,tot}$	-	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76
4	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{K,H}$	kWh/rok	79816	79816	103096	22494	36462
5	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{K,W}$	kWh/rok	11442	11442	11523	7103	7103
6	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system chłodzenia	$Q_{K,C}$	kWh/rok	494	494	494	494	494
7	Roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system oświetlenia	$E_{K,L}$	kWh/rok	27446	27446	27446	27446	27446
8	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji	$E_{el,pom,H}$	kWh/rok	4887	4887	5242	5861	5604
9	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody użytkowej	$E_{el,pom,W}$	kWh/rok	1546	1546	1136	1186	1186
10	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu chłodzenia	$E_{el,pom,C}$	kWh/rok	-	-	-	-	-
11	Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu oświetlenia	$E_{el,pom,L}$	kWh/rok	6	6	6	6	6

Lp.	Wielkość	Jednostka	Wariant źródła dla c.o. i c.w.u.					
			1 CHP-H CHP-H	2 CH CH	3 B SE+B	4 HP SE+HP	5 HP+SE SE+HP	
12	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system ogrzewania i wentylacji	$Q_{P,H}$	kWh/rok	26635	30626	36344	85065	66074
13	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej	$Q_{P,W}$	kWh/rok	6354	6926	4571	7760	7760
14	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system chłodzenia	$Q_{P,C}$	kWh/rok	1483	1483	1483	1483	1483
15	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system oświetlenia	$Q_{P,L}$	kWh/rok	82356	82356	82356	82356	82356
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii końcowej dla budynku	EK	kWh/m ² /rok	103,1 (137,7)	103,1 (137,7)	129,5 (164,0)	33,4 (68,0)	49,2 (83,8)
17	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla budynku	EP	kWh/m ² /rok	132,0	137,1	140,9	199,5	178,1

Uwaga:

Wartości EK podane w nawiasach uwzględniają zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia w budynku.

Zmiany wskaźników EP i EK przykładowego budynku dla wariantowych systemów zasilania w ciepło przedstawiono na rysunku 5.1.7.



Rys. 5.1.7 Wskaźniki EP i EK dla budynku BU-2

Wnioski ze studium przypadków:

Zastosowanie odnawialnych źródeł energii do zasilania budynków w ciepło pozwala znacząco obniżyć ich wskaźniki EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej. Dla przykładowych budynków, w porównaniu do stanu istniejącego, zmniejszenie to wynosi odpowiednio:

- dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego MJ-1 od 47% do 86%,
- dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego MJ-2 od 26% do 82%,
- dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego MW-1 od 40% do 87%,
- dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego MW-2 od 42% do 83%,
- dla budynku użyteczności publicznej (biurowca) BU-1 od 28% do 70%,
- dla budynku przemysłowego (administracyjno-produkcyjnego) BU-2 od 19% do 47%.

Na postawie powyższego zestawienia można zauważyć, że spadek wartości wskaźnika EP jest niższy w budynkach niemieszkalnych. Wynika to z faktu, że wskaźniki EP dla tych typów budynków obejmują, oprócz potrzeb w zakresie c.o. i przygotowania c.w.u., również potrzeby energii dla oświetlenia wbudowanego (oraz budynek BU-2 dodatkowo w zakresie chłodzenia), których systemy są zasilane energią elektryczną. Stosowana w tych budynkach energia elektryczna pochodzi z produkcji mieszanej, opartej w przeważającej części o źródła konwencjonalne opalane węglem kamiennym. Wysoki współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej wynoszący 3,0 wpływa znacząco na wzrost wielkości wskaźnika EP dla całego budynku.

Zmniejszenie wielkości wskaźników EK zapotrzebowania energii końcowej dla rozpatrywanych budynków ma nieco inny przebieg niż w przypadku wskaźników EP, co przedstawiono poniżej:

- dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego MJ-1 od -13% do 75%,
- dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego MJ-2 od -25% do 66%,
- dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego MW-1 od 0% do 75%,
- dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego MW-2 od -19% do 62%,
- dla budynku użyteczności publicznej (biurowca) BU-1 od -32% do 69%,
- dla budynku przemysłowego (administracyjno-produkcyjnego) BU-2 od -34% do 65%.

Wartości ujemne zmniejszenia oznaczają wzrost wskaźnika EK dla danego wariantu zaopatrzenia budynku w energię w porównaniu ze stanem istniejącym. Zwiększenie wartości wskaźnika EK zapotrzebowania energii końcowej dotyczy przypadków, w których źródłem ciepła w budynku jest kocioł opalany biomasą, o niskiej sprawności wytwarzania ciepła w źródle. W innych przypadkach wzrost wartości wynika z niższej sprawności systemów dystrybucji i magazynowania ciepła wewnątrz budynku. Jest to rezultat przyjęcia w danym wariantcie konkretnego rodzaju źródła ciepła i odpowiadającego mu rodzaju instalacji. Przykładem takiej sytuacji może być użycie w budynku wielorodzinnym kotła do przygotowania c.w.u., co pociąga za sobą zastosowanie zasobnika i instalacji cyrkulacji zładu.



Z przedstawionych studiów przypadków wynika ponadto, że uzyskanie korzystnego wskaźnika EP nie oznacza równocześnie korzystnej wartości EK i odwrotnie. Każdorazowo decyzja o zastosowaniu danego rozwiązania zaopatrzenia budynku nie powinna wynikać z analizy tylko jednego z tych wskaźników, powinna uwzględniać wzajemne korelacje między tymi jednostkowymi wskaźnikami zapotrzebowania energii przez budynek.

Badanie wykorzystania określonego rodzaju instalacji OZE w systemie energetycznym budynku i analiza jego wpływu na wielkość wskaźnika EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej stanowi charakterystykę energetyczną budynku.

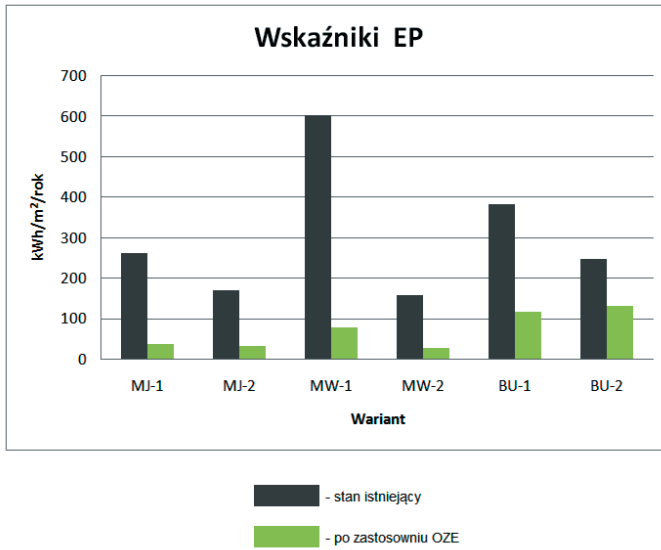
Poddano badaniu i przeanalizowano wpływ zastosowania różnych instalacji zasilanych energią ze źródeł odnawialnych na wielkości wskaźników zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej EP i energii końcowej EK dla przykładowych sześciu istniejących budynków. Charakterystyki rozpatrywanych budynków przedstawiono w rozdziale 5.1. W niniejszej analizie przypadków przyjęto również takie same oznaczenia budynków.

Przeanalizowano wpływ następujących źródeł energii na wielkości wskaźników zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej EP i energii końcowej EK dla potrzeb w zakresie c.o. i przygotowania c.w.u.:

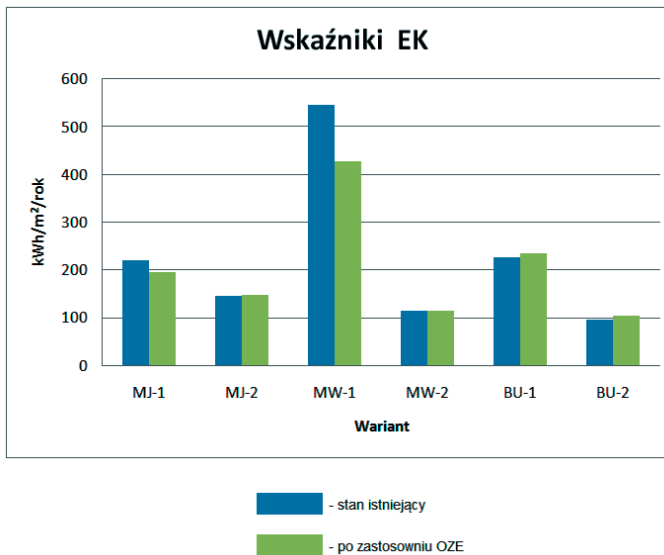
- Ciepło wytworzone w kogeneracji z biomasy – c.o. i c.w.u. (oznaczenie: CHP-H),
- Ciepło z ciepłowni opalanej biomasą – c.o. i c.w.u. (oznaczenie: CH),
- Kocioł opalany biomasą – c.o., kolektory słoneczne i kocioł opalany biomasą – c.w.u. (oznaczenie: B),
- Pompa ciepła – c.o., kolektory słoneczne we współpracy z pompą ciepła – c.w.u. (oznaczenie: HP),
- Pompa ciepła we współpracy z kolektorami słonecznymi – c.o., kolektory słoneczne we współpracy z pompą ciepła – c.w.u. (oznaczenie: HP+SE).

Energia elektryczna do napędu pomp ciepła oraz urządzeń pomocniczych instalacji c.o. i c.w.u., a także do oświetlenia w budynkach, pobierana jest z sieci elektroenergetycznej (źródła wytwarzania konwencjonalne – produkcja mieszana). Szczegółowe wyniki obliczeń charakterystyk energetycznych przykładowych budynków MW-1 oraz BU-2 po zastosowaniu instalacji OZE przedstawiono w załączniku nr 4.

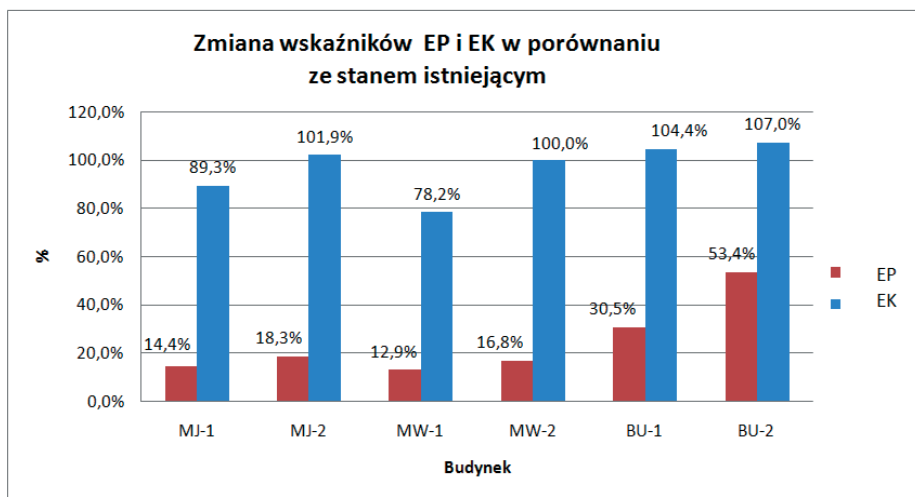
Na poniższych wykresach zestawiono wielkości wskaźników zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej EP i energii końcowej EK dla przykładowych budynków przy wymienionych wcześniej sposobach zasilania w ciepło. Przedstawiono także zmiany współczynników EP i EK po zastosowaniu danego źródła ciepła z instalacjami wykorzystującymi zasoby OZE w porównaniu ze stanem istniejącym.

Źródło ciepła: Kogeneracja z biomasy (CHP-H)

Rys. 5.2.1 Wskaźniki EP dla budynków zasilanych z elektrociepłowni opalanej biomasą

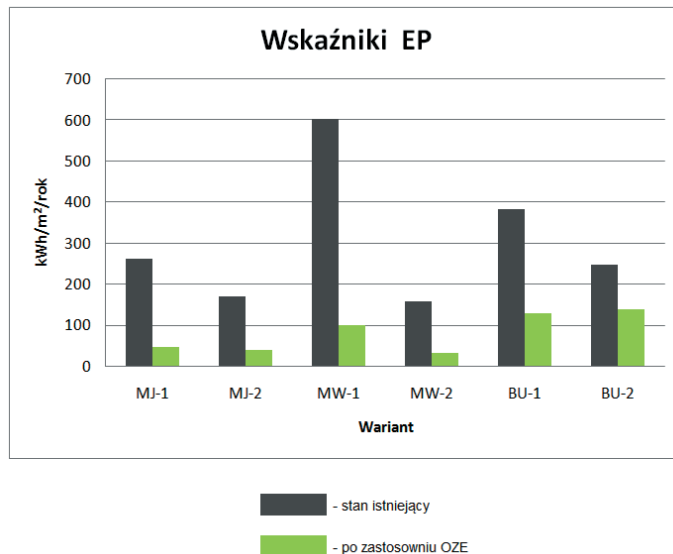


Rys. 5.2.2 Wskaźniki EK dla budynków zasilanych z elektrociepłowni opalanej biomasą

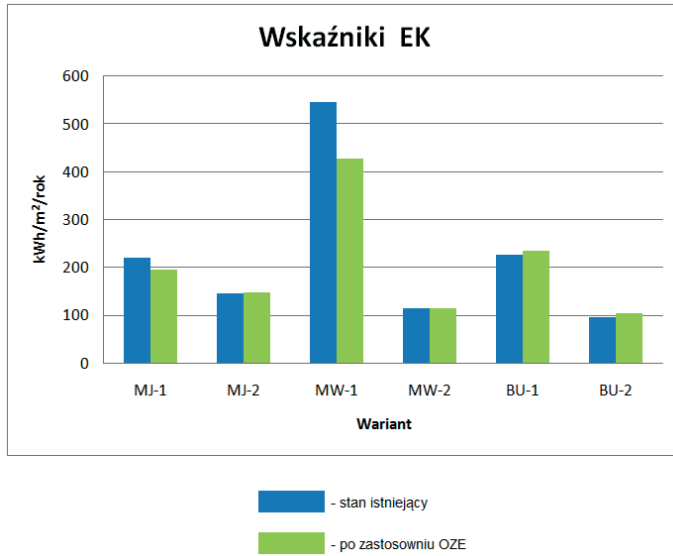


Rys. 5.2.3 Zmiana wskaźników EP i EK dla budynków w przypadku zasilania w ciepło z elektrociepłowni opalanej biomasą

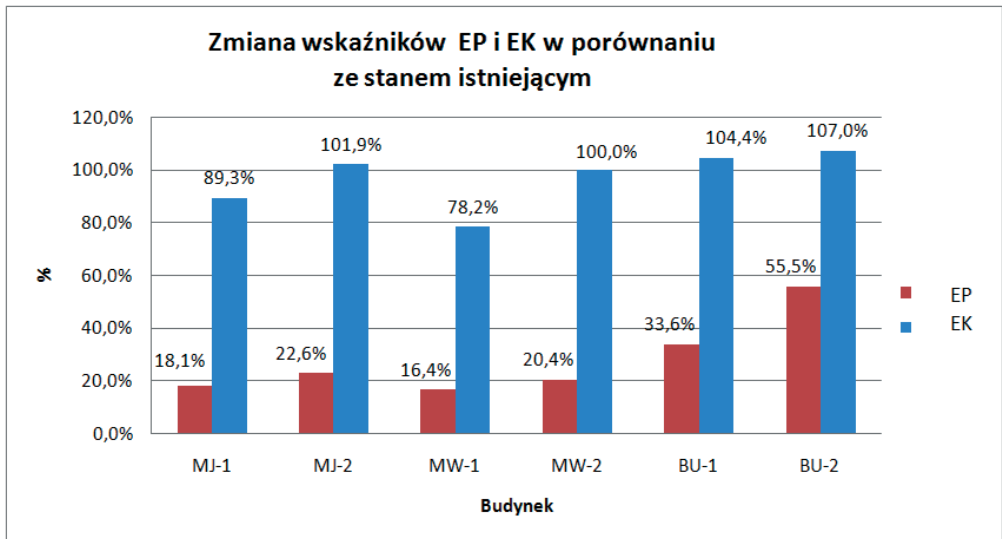
Źródło ciepła: ciepłownia opalana biomasą (CH)



Rys. 5.2.4 Wskaźniki EP dla budynków zasilanych z ciepłowni opalanej biomasą

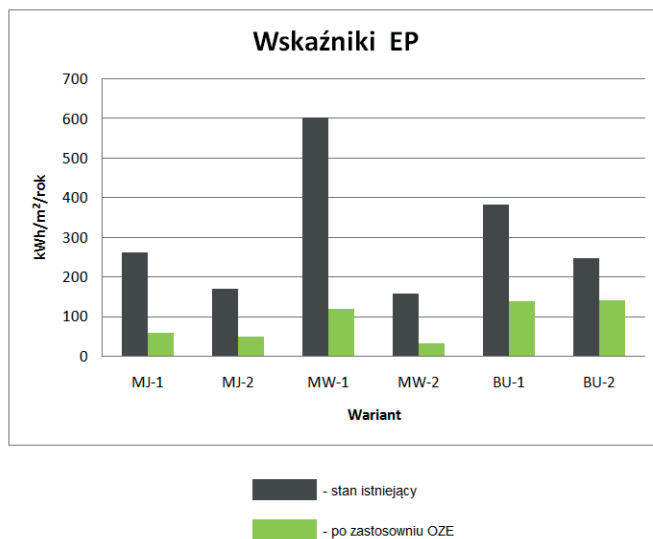


Rys. 5.2.5 Wskaźniki EK dla budynków zasilanych z ciepłowni opalanej biomasą

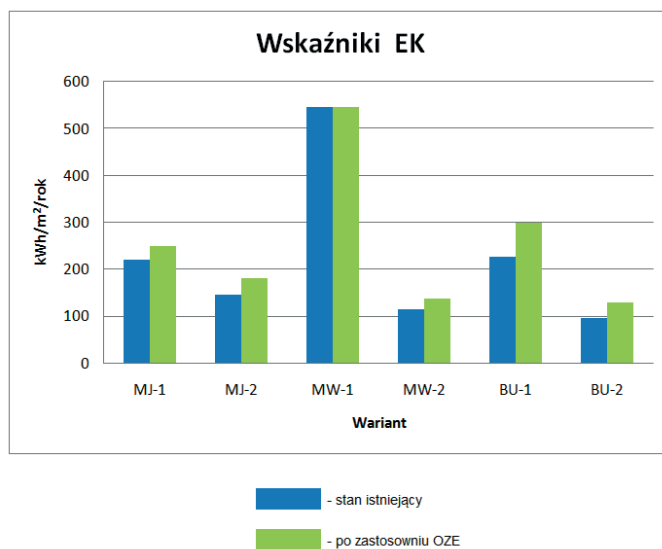


Rys. 5.2.6 Zmiana wskaźników EP i EK dla budynków w przypadku zasilania w ciepło z ciepłowni opalanej biomasą

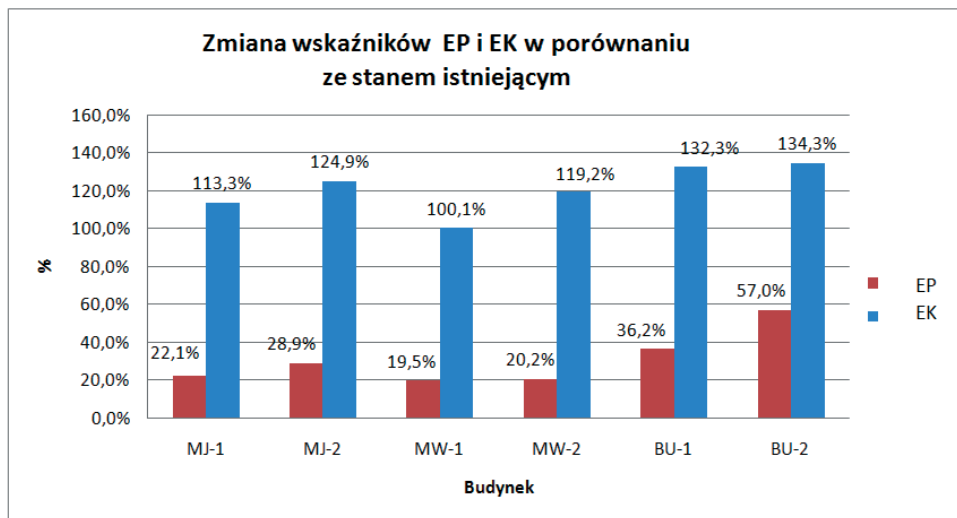
Źródło ciepła: kocioł opalany biomasa i kolektory słoneczne (B)



Rys. 5.2.7 Wskaźniki EP dla budynków zasilanych przez kocioł opalany biomasa i kolektory słoneczne

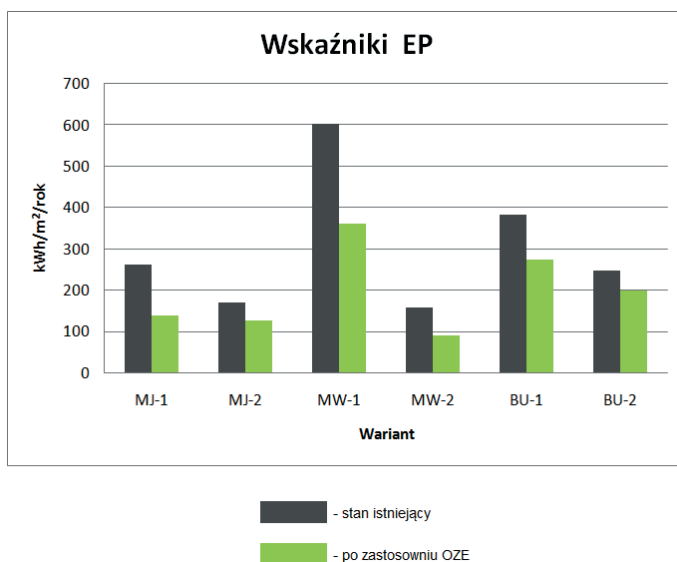


Rys. 5.2.8 Wskaźniki EK dla budynków zasilanych przez kocioł opalany biomasa i kolektory słoneczne

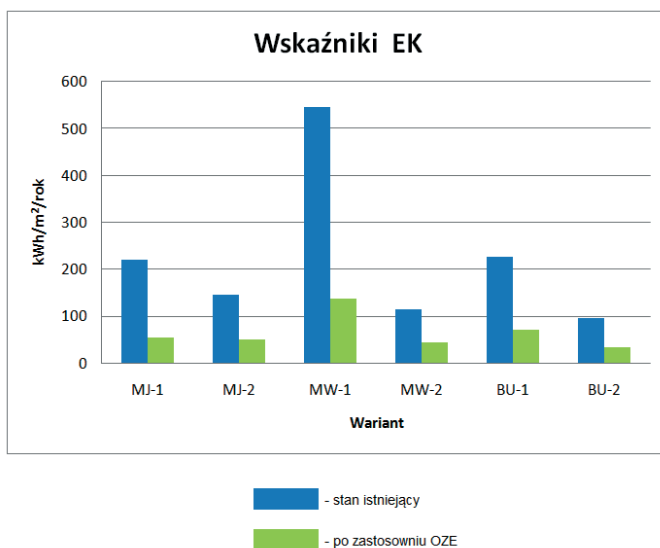


Rys. 5.2.9 Zmiana wskaźników EP i EK dla budynków w przypadku zasilania przez kocioł opalany biomasą i kolektory słoneczne

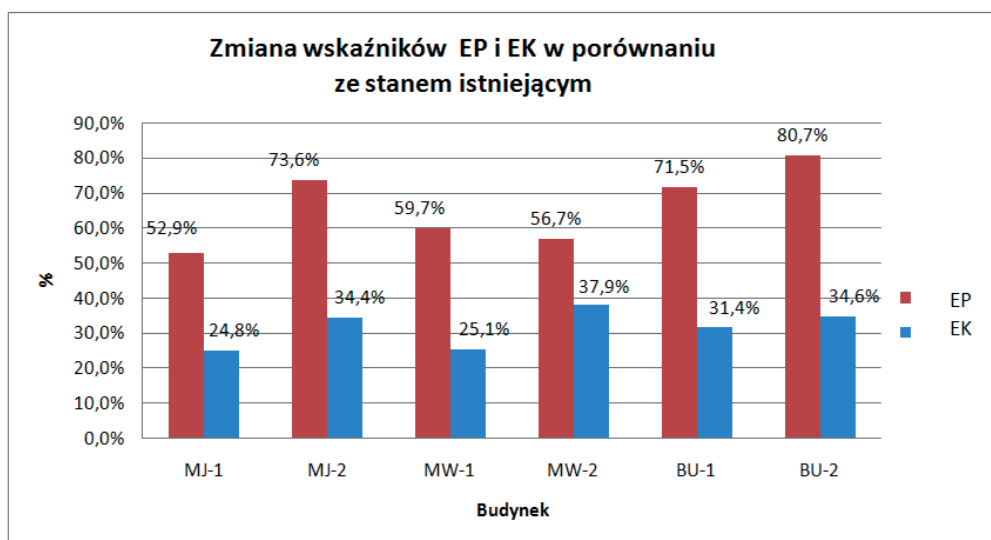
Źródło ciepła: pompa ciepła i kolektory słoneczne (HP)



Rys. 5.2.10 Wskaźniki EP dla budynków zasilanych przez pompę ciepła i kolektory słoneczne

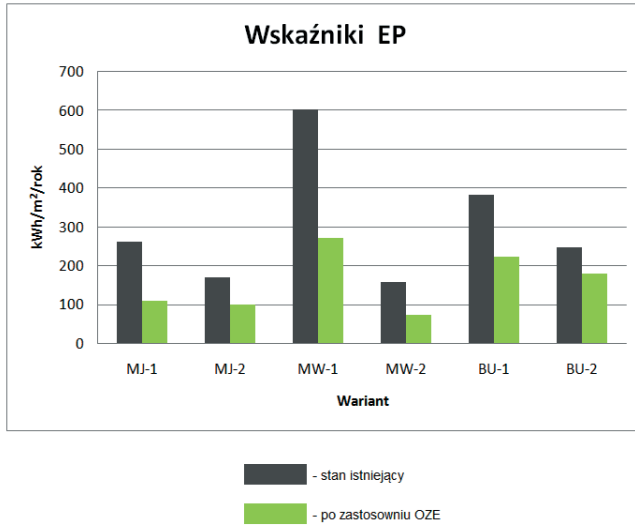


Rys. 5.2.11 Wskaźniki EK dla budynków zasilanych przez pompę ciepła i kolektory słoneczne

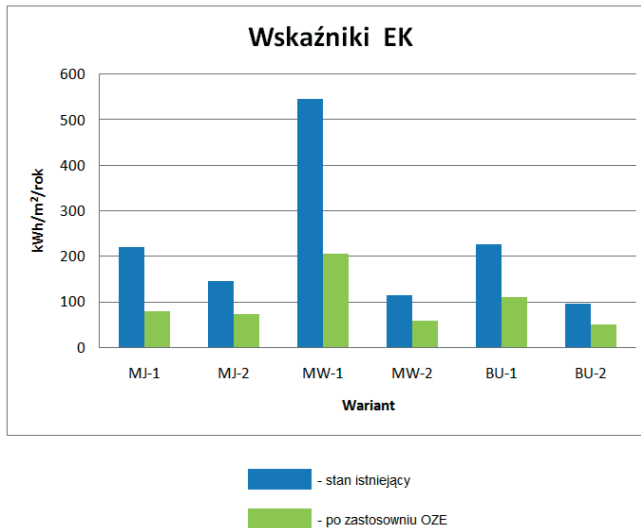


Rys. 5.2.12 Zmiana wskaźników EP i EK dla budynków w przypadku zasilania przez pompę ciepła i kolektory słoneczne

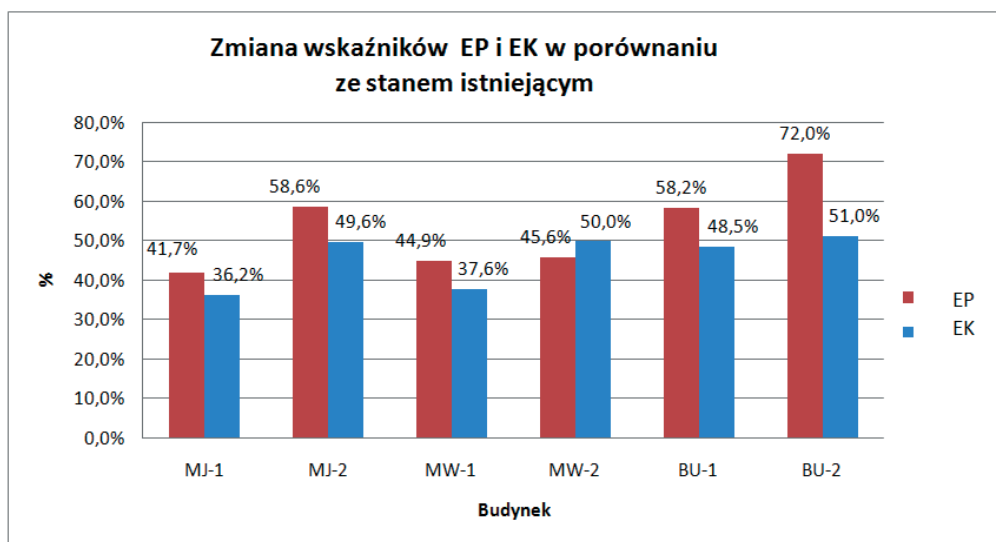
Źródło ciepła: pompa ciepła i kolektory słoneczne (wspomagające dodatkowo system c.o.) (HP+SE)



Rys. 5.2.13 Wskaźniki EP dla budynków zasilanych przez pompę ciepła i kolektory słoneczne (wspomagające system c.o.)



Rys. 5.2.14 Wskaźniki EK dla budynków zasilanych przez pompę ciepła i kolektory słoneczne (wspomagające system c.o.)



Rys. 5.2.15 Zmiana wskaźników EP i EK dla budynków w przypadku zasilania przez pompę ciepła i kolektory słoneczne (wspomagające system c.o.)

Na podstawie danych przedstawionych w załączniku nr 4 oraz na rysunkach 4.2.1 – 4.2.15 sporządzono zestawienie wielkości spadków wskaźników EP i EK dla rozpatrywanych budynków przy zastosowaniu poszczególnych rozwiązań źródeł ciepła z instalacjami OZE. Wyniki przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 5.2.1
Zakres wielkości spadków wskaźników EP i EK dla różnych źródeł ciepła

Oznaczenie źródła ciepła z instalacją OZE	Spadek wskaźnika zapotrzebowania energii pierwotnej EP [%]			Spadek wskaźnika zapotrzebowania energii końcowej EK [%]		
	minimalne	maksymalne	średnie	minimalne	maksymalne	średnie
CHP-H	47	87	67	-7	22	7,5
CH	45	84	69	-7	22	7,5
B	43	80	61,5	-34	0	-17
HP	19	43	31	62	75	68,5
HP+SE	28	55	41,5	49	62	55,5

Przyjęcie danego wariantu źródła ciepła opartego na OZE może wymagać przeprowadzenia zmian w instalacjach wewnętrznych c.o. i c.w.u. w budynku, co wpływa na zmianę sprawności całkowitej systemu grzewczego budynku, a więc na zmianę wielkości wskaźnika EK zapotrzebowania energii końcowej. W niektórych przypadkach wartość ta może być większa niż dla stanu istniejącego, będącego bazą odniesienia dla analizowanych wariantów (ujemne wartości w tabeli 4.2.1).

Z przeprowadzonych analiz przypadków wynika, że największa redukcja wskaźnika EP występuje w przypadkach zasilania budynków ze źródeł ciepła, w których paliwem jest biomasa. Wynika to przede wszystkim z wielkości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, przyjmowanych do obliczeń, które dla biomasy mieszczą się w przedziale od 0,15 do 0,2. Dla tego nośnika energii zmniejszenie wskaźników EK zapotrzebowania energii końcowej w budynku jest najmniej korzystne, gdyż źródła ciepła spalające biomasę charakteryzują się stosunkowo niską sprawnością termiczną. W przypadkach, w których głównym źródłem ciepła w budynku jest pompa ciepła współczynniki EK osiągają wartości minimalne, na co największy wpływ ma jej wysoka efektywność energetyczna. Ponieważ jednak używana do napędu pomp ciepła energia elektryczna pochodzi z systemu elektroenergetycznego, który zasilany jest energią wytworzoną w źródłach konwencjonalnych o najwyższym współczynniku nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (wynoszącym 3,0), to redukcja wskaźnika EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej jest mniejsza niż w przypadku źródeł opartych o biomasę.

Wybór źródła ciepła wykorzystującego zasoby OZE, którym można zastąpić źródło konwencjonalne, powinien obejmować nie tylko analizę wskaźnika EP w odniesieniu do energii pierwotnej, ale również wskaźnika EK zapotrzebowania energii końcowej decydującego o kosztach jej zużycia przez budynek. Dodatkowym kryterium wyboru optymalnego systemu cieplnego powinna być analiza wielkości emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z danego rodzaju źródła ciepła wykorzystującego zasoby odnawialnej energii pierwotnej.

5.2. Badanie i analiza możliwości ograniczenia zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej przy wykorzystaniu OZE w budynkach w zależności od ich wieku

W niniejszym rozdziale przeanalizowano wpływ zastosowania różnych instalacji zasilanych energią ze źródeł odnawialnych na wielkości wskaźników zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej EP dla dwóch przykładowych budynków.

Posłużono się modelami budynków i ich oznaczeniami przedstawionymi w rozdziale 5.1. Są to budynki:

- mieszkalny, wielorodzinny (oznaczenie: MW-2),
- użyteczności publicznej – biurowiec (oznaczenie: BU-1).

W obliczeniach charakterystyk energetycznych przyjęto wielkości współczynników przenikania ciepła, dla przegród zewnętrznych i oddzielających przestrzenie ogrzewane od nieogrzewanych, równe wartościom maksymalnym, obowiązującym dla nowych budynków, począwszy od roku 1957 aż do chwili obecnej. Wielkości te, wraz z podaniem okresu obowiązywania, zestawiono w tabeli 5.3.1.

Tabela 5.3.1

Współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych w zależności od wieku budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej

Okres obowiązywania (lata)	Dokument odniesienia	U_{max} [W/m ² K]						
		ściana zewnętrzna	stropodach	strop nad nieogrzewaną piwnicą	strop pod poddaszem	podłoga na gruncie	okna	drzwi zewnętrzne
1957 - 1974	PN-57/B-02405, PN-64/B-03404	1,16	0,87	1,16	1,04	0,8	2,6	2,6
1974 - 1982	PN-74/B-03404	1,16	0,7	1,16	0,93	0,8	2,6	2,6
1982 - 1991	PN-82/B-02020	0,75	0,45	1,16	0,4	0,67	2,6	2,6
1991 - 2002	PN-91/B-02020	0,55	0,3	0,6	0,3	0,67	2,6	2,6
2002 - 2008	Dz.U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690	0,3	0,3	0,6	0,3	0,67	2,6	2,6
od 2009	Dz.U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1238	0,3	0,25	0,45	0,25	0,5	1,8	2,6

Dla dwóch typów budynków (mieszkalny i użyteczności publicznej), w zależności od roku budowy i jakości przegród zewnętrznych, przeanalizowano wpływ następujących odnawialnych źródeł energii, pokrywających potrzeby w zakresie c.o. i przygotowania c.w.u., na wielkość wskaźnika zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej EP:

- ciepło wytworzone w kogeneracji z biomasy – c.o. i c.w.u. (oznaczenie: CHP-H),
- ciepło z ciepłowni opalanej biomasą – c.o. i c.w.u. (oznaczenie: CH),
- kocioł opalany biomasą – c.o., kolektory słoneczne i kocioł opalany biomasą – c.w.u. (oznaczenie: B),
- pompa ciepła – c.o., kolektory słoneczne we współpracy z pompą ciepła – c.w.u. (oznaczenie: HP),
- pompa ciepła we współpracy z kolektorami słonecznymi – c.o., kolektory słoneczne we współpracy z pompą ciepła – c.w.u. (oznaczenie: HP+SE).

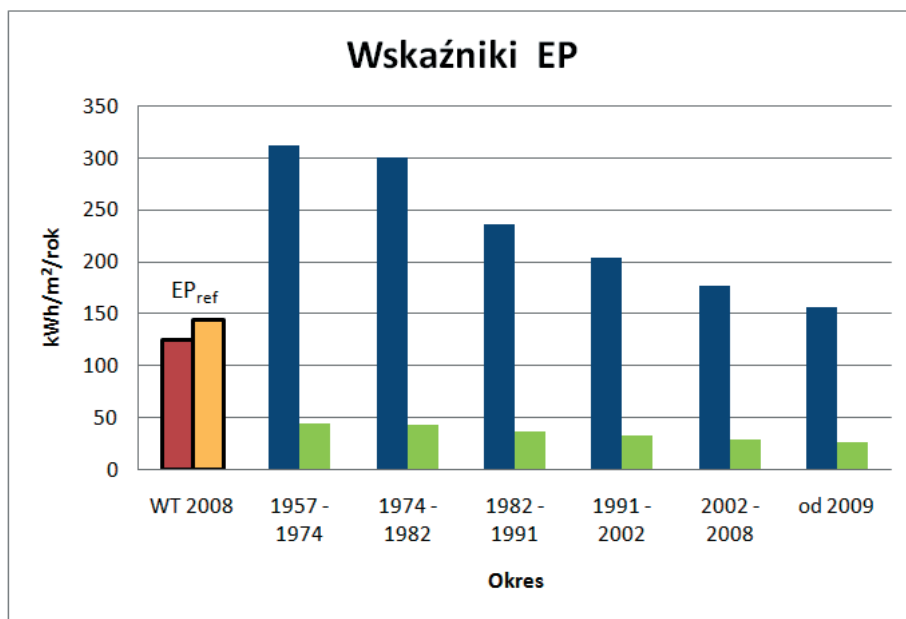
Założono, że energia elektryczna do napędu pomp ciepła oraz urządzeń pomocniczych instalacji c.o. i c.w.u., a także do oświetlenia w budynkach pobierana jest z krajowej sieci elektroenergetycznej (źródła konwencjonalne – produkcja mieszana). Obliczenia wskaźnika EP przeprowadzono dla danego budynku w przypadku zasilania w ciepło ze źródła konwencjonalnego, zgodnie z charakterystyką przedstawioną w punkcie 5.1, oraz w przypadku zasilania z OZE. Wartości referencyjne wskaźnika zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej EP_{ref} zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (WT 2008) [5.1.2], wynoszą:





- dla budynku MW-2
124,8 kWh/m²rok (budynek nowy)
143,5 kWh/m²rok (budynek przebudowany)
- dla budynku BU-1
218,9 kWh/m²rok (budynek nowy)
251,8 kWh/m²rok (budynek przebudowany)

Szczegółowe wyniki obliczeń charakterystyk energetycznych przykładowego budynku MW-2 przedstawiono w załączniku nr 5. Na poniższych wykresach przedstawiono wielkości wskaźników EP dla przykładowych budynków przy wymienionych wcześniej sposobach zasilania w ciepło, w porównaniu z wartościami referencyjnymi.

Budynek MW-2

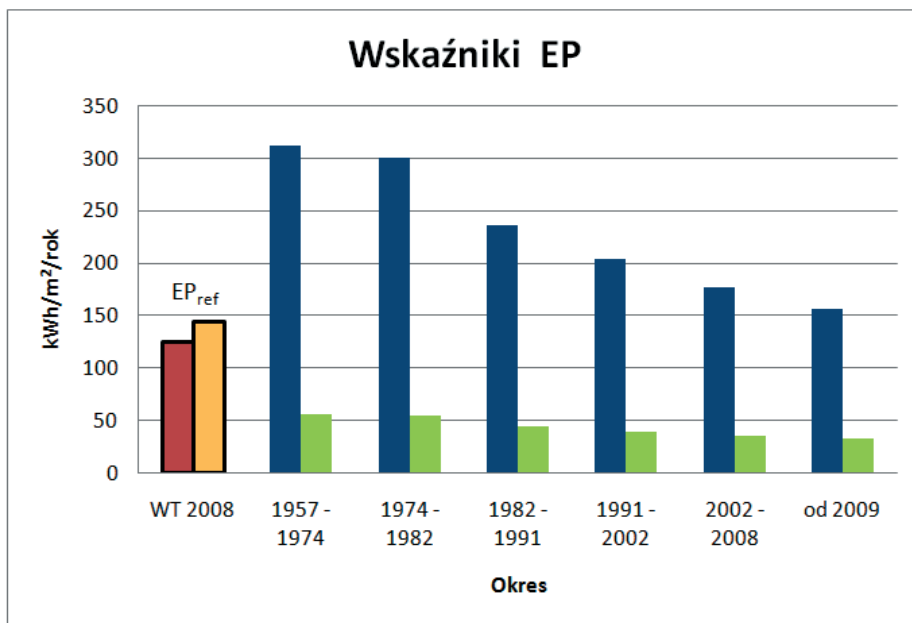
Źródło ciepła: kgeneracja z biomasy (CHP-H)



-  - EP_{ref} dla budynku nowego wg WT 2008
-  - EP_{ref} dla budynku przebudowanego wg WT 2008
-  - EP dla budynku ze źródłem ciepła jak w stanie istniejącym
-  - EP dla budynku ze źródłem ciepła opartym na OZE

Rys. 5.3.1 Wskaźniki EP dla budynku MW-2 w zależności od roku budowy – zasilanie z elektrociepłowni opalanej biomasa

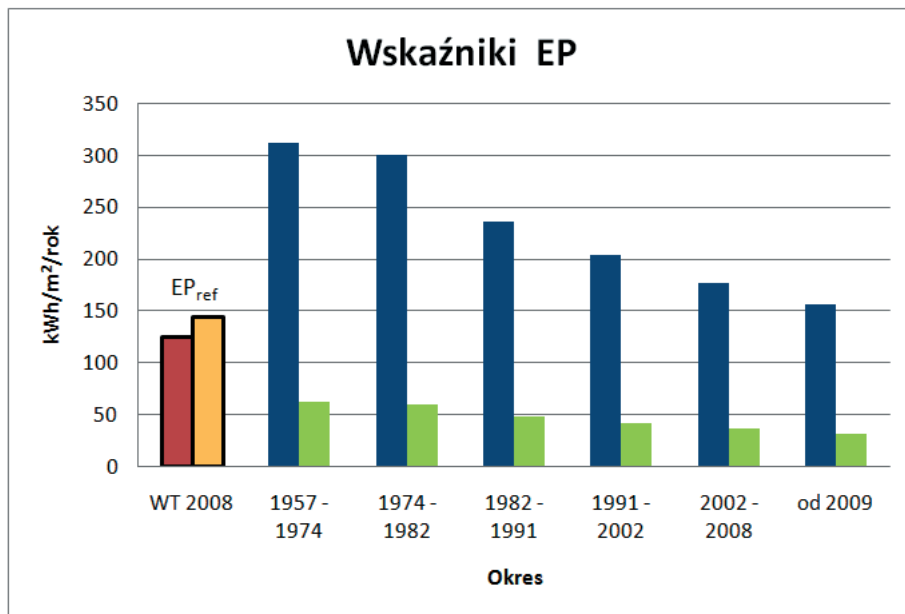
Źródło ciepła: ciepłownia opalana biomasa (CH)



- EP_{ref} dla budynku nowego wg WT 2008
- EP_{ref} dla budynku przebudowanego wg WT 2008
- EP dla budynku ze źródłem ciepła jak w stanie istniejącym
- EP dla budynku ze źródłem ciepła opartym na OZE

Rys. 5.3.2 Wskaźniki EP dla budynku MW-2 w zależności od roku budowy
– zasilanie z ciepłowni opalanej biomasa

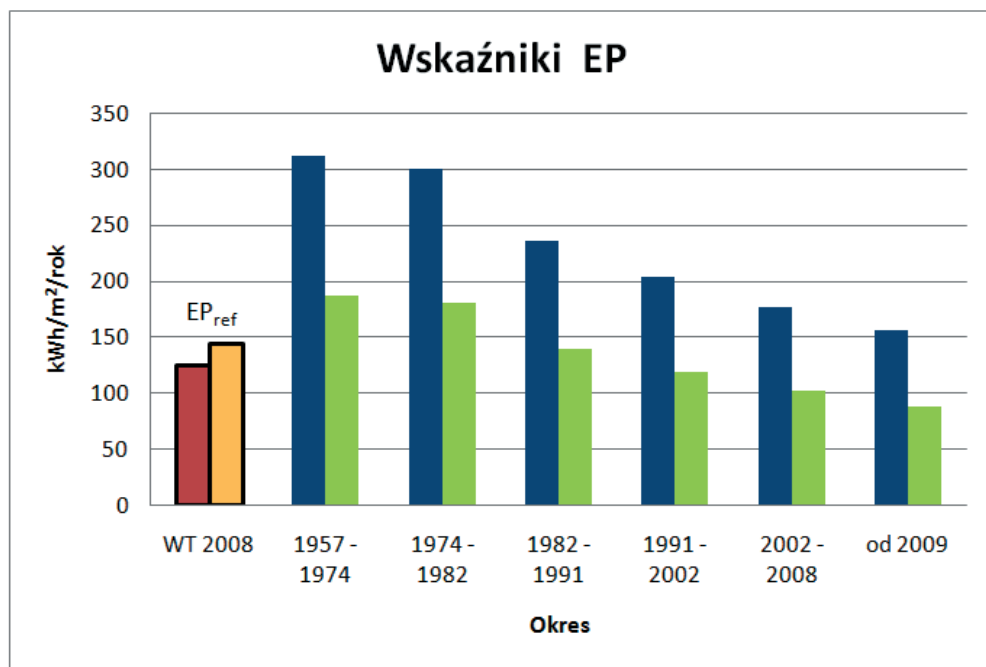
Źródło ciepła: kocioł opalany biomasą i kolektory słoneczne (B)



- EP_{ref} dla budynku nowego wg WT 2008
- EP_{ref} dla budynku przebudowanego wg WT 2008
- EP dla budynku ze źródłem ciepła jak w stanie istniejącym
- EP dla budynku ze źródłem ciepła opartym na OZE

Rys. 5.3.3 Wskaźniki EP dla budynku MW-2 w zależności od roku budowy – zasilanie przez kocioł opalany biomasą i kolektory słoneczne

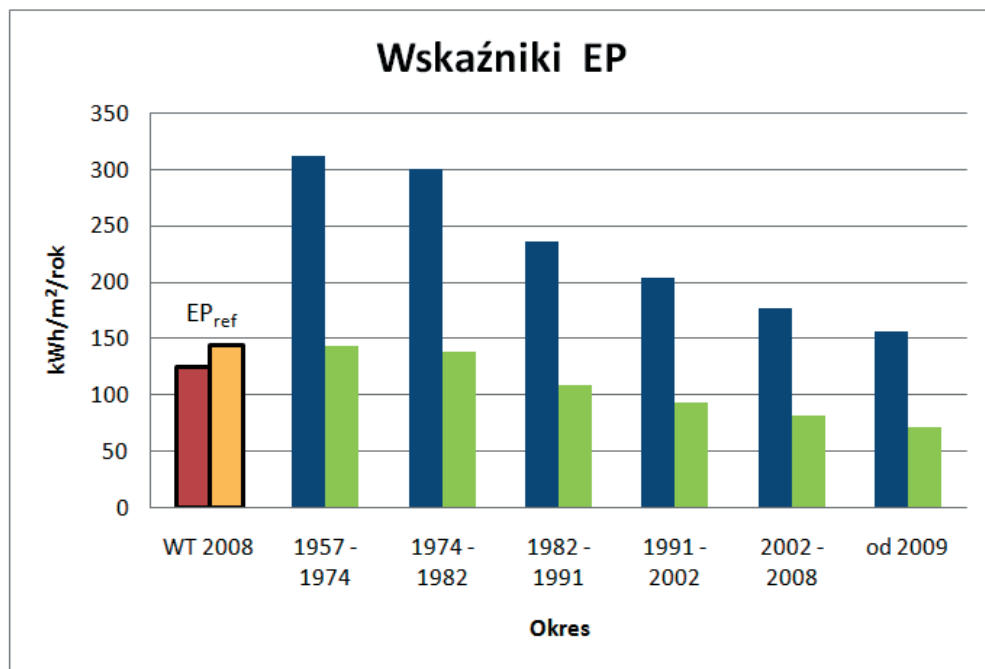
Źródło ciepła: pompa ciepła i kolektory słoneczne (HP)



- EP_{ref} dla budynku nowego wg WT 2008
- EP_{ref} dla budynku przebudowanego wg WT 2008
- EP dla budynku ze źródłem ciepła jak w stanie istniejącym
- EP dla budynku ze źródłem ciepła opartym na OZE

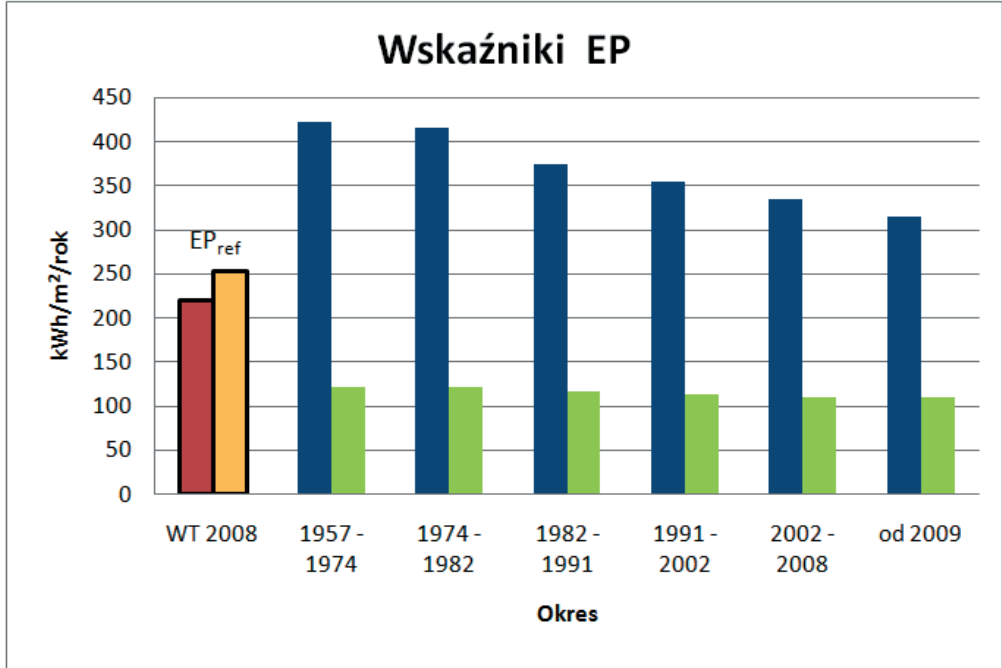
Rys. 5.3.4 Wskaźniki EP dla budynku MW-2 w zależności od roku budowy
– zasilanie przez pompę ciepła i kolektory słoneczne

Źródło ciepła: pompa ciepła i kolektory słoneczne
(wspomagające dodatkowo system c.o.) (HP+SE)



- EP_{ref} dla budynku nowego wg WT 2008
- EP_{ref} dla budynku przebudowanego wg WT 2008
- EP dla budynku ze źródłem ciepła jak w stanie istniejącym
- EP dla budynku ze źródłem ciepła opartym na OZE

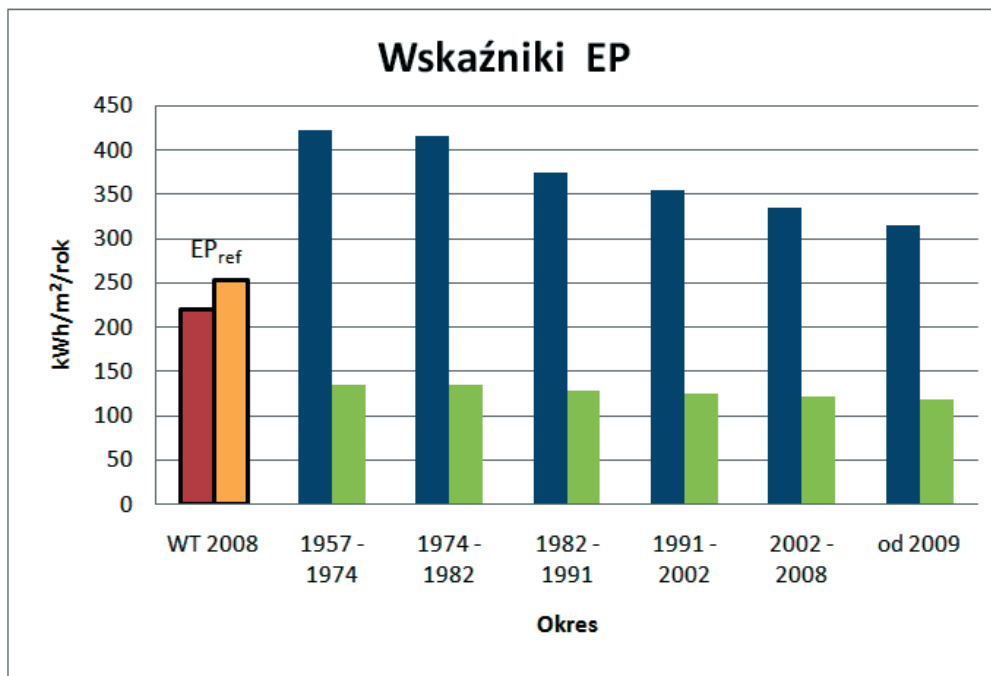
Rys. 5.3.5 Wskaźniki EP dla budynku MW-2 w zależności od roku budowy – zasilanie przez pompę ciepła i kolektory słoneczne (wspomagające system c.o.)

Budynek BU-1Źródło ciepła: kogeneracja z biomasy (CHP-H)

- EP_{ref} dla budynku nowego wg WT 2008
- EP_{ref} dla budynku przebudowanego wg WT 2008
- EP dla budynku ze źródłem ciepła jak w stanie istniejącym
- EP dla budynku ze źródłem ciepła opartym na OZE

Rys. 5.3.6 Wskaźniki EP dla budynku w zależności od roku budowy – zasilanie z elektrociepłowni opalanej biomasą

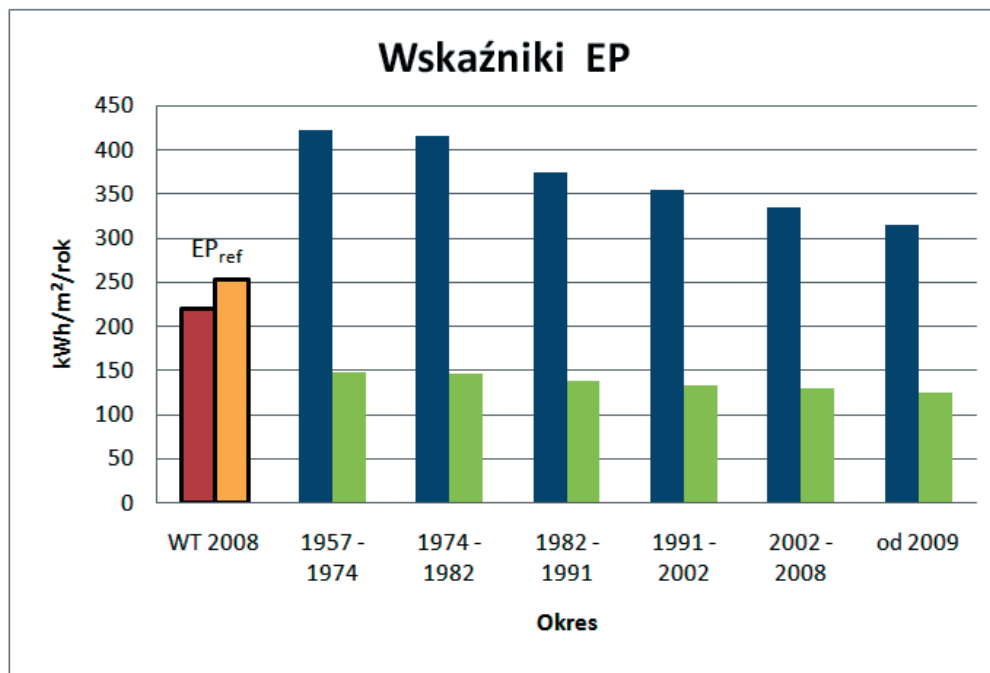
Źródło ciepła: ciepłownia opalana biomasa (CH)



- EP_{ref} dla budynku nowego wg WT 2008
- EP_{ref} dla budynku przebudowanego wg WT 2008
- EP dla budynku ze źródłem ciepła jak w stanie istniejącym
- EP dla budynku ze źródłem ciepła opartym na OZE

Rys. 5.3.7 Wskaźniki EP dla budynku w zależności od roku budowy – zasilanie z ciepłowni opalanej biomasa

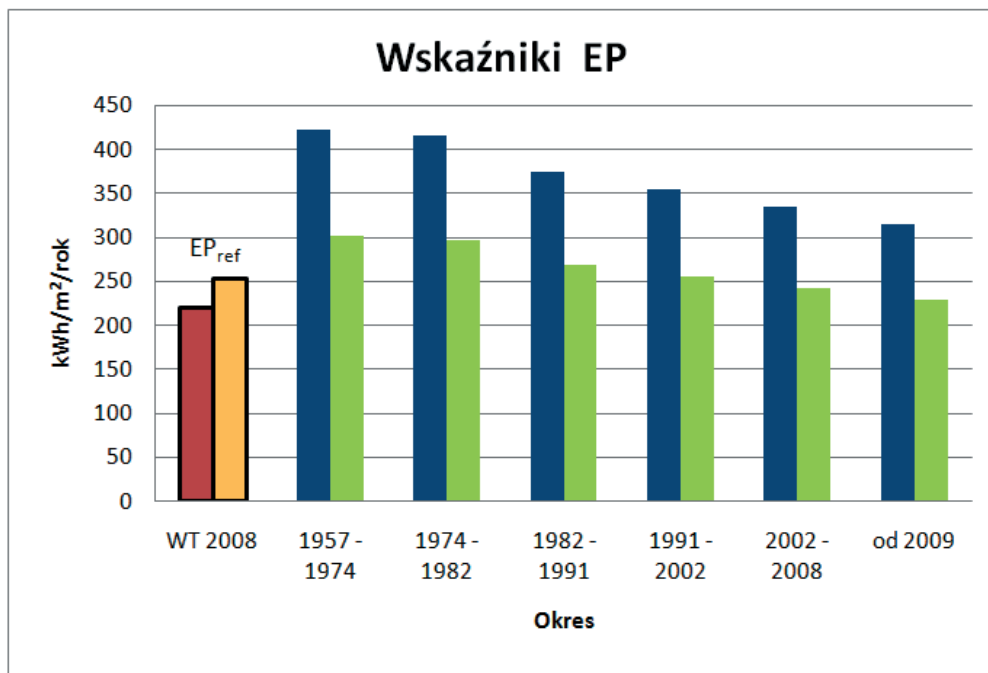
Źródło ciepła: kocioł opalany biomasa i kolektory słoneczne (B)



- EP_{ref} dla budynku nowego wg WT 2008
- EP_{ref} dla budynku przebudowanego wg WT 2008
- EP dla budynku ze źródłem ciepła jak w stanie istniejącym
- EP dla budynku ze źródłem ciepła opartym na OZE

Rys. 5.3.8 Wskaźniki EP dla budynku w zależności od roku budowy – zasilanie przez kocioł opalany biomasa i kolektory słoneczne

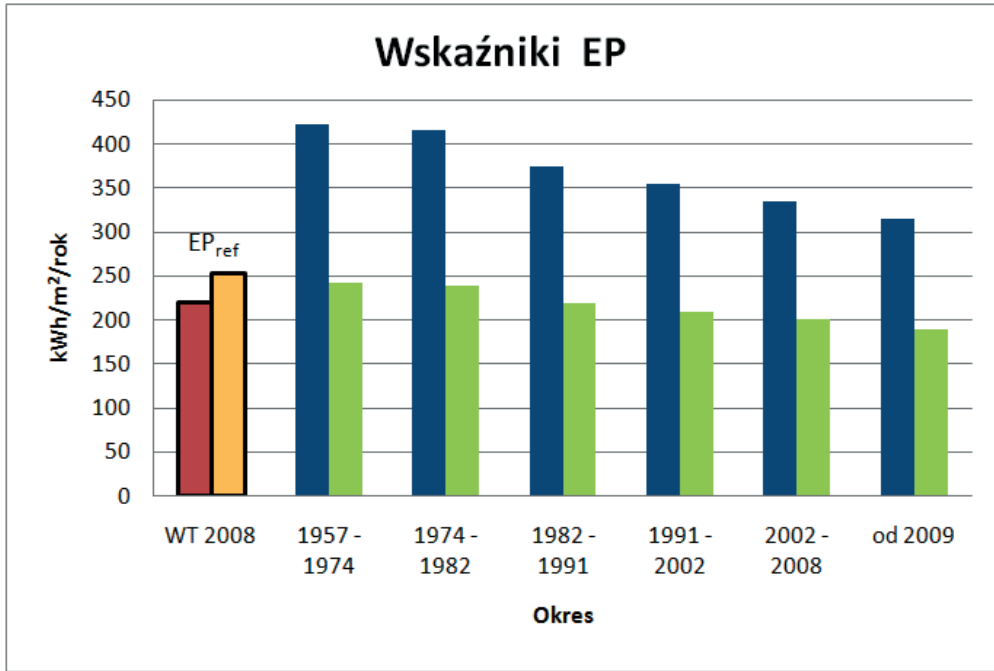
Źródło ciepła: pompa ciepła i kolektory słoneczne (HP)



- EP_{ref} dla budynku nowego wg WT 2008
- EP_{ref} dla budynku przebudowanego wg WT 2008
- EP dla budynku ze źródłem ciepła jak w stanie istniejącym
- EP dla budynku ze źródłem ciepła opartym na OZE

Rys. 5.3.9 Wskaźniki EP dla budynku w zależności od roku budowy – zasilanie przez pompę ciepła i kolektory słoneczne

Źródło ciepła: pompa ciepła i kolektory słoneczne
(wspomagające dodatkowo system c.o.) (HP+SE)



- EP_{ref} dla budynku nowego wg WT 2008
- EP_{ref} dla budynku przebudowanego wg WT 2008
- EP dla budynku ze źródłem ciepła jak w stanie istniejącym
- EP dla budynku ze źródłem ciepła opartym na OZE

Rys. 5.3.10 Wskaźniki EP dla budynku w zależności od roku budowy – zasilanie przez pompę ciepła i kolektory słoneczne (wspomagające system c.o.)



Szczegółowe wyniki obliczeń charakterystyk energetycznych przykładowego budynku MW-2 (załącznik nr 5) wskazują na dużą zmienność wskaźnika EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej w zależności od roku budowy. Przyczyną tego jest duże zróżnicowanie na przestrzeni lat wymaganych przepisami budowlanymi wartości współczynników przenikania ciepła U_{\max} [W/m²K] dla przegród budowlanych. Dla budynków zasilanych ze źródeł konwencjonalnych (tak jak w stanie istniejącym) wartości wskaźnika EP wynoszą odpowiednio:

- dla budynku MW-2 od 155,5 do 311,1 kWh/m² rok,
- dla budynku BU-1 od 313,6 do 422,6 kWh/m² rok.

Mniejsza zmienność wskaźnika EP dla budynku użyteczności publicznej (BU-1) wynika z jego przeznaczenia – jest to budynek biurowy, dla którego w obliczeniach charakterystyki energetycznej uwzględnia się energię na potrzeby oświetlenia wbudowanego. Stanowi ona istotny człon stały w ogólnym zapotrzebowaniu energii przez budynek i jest niezależna od jakości jego przegród zewnętrznych, mających wpływ na zapotrzebowanie ciepła na potrzeby ogrzewania i wentylacji. Dla obu typów budynków w przypadku ich przebudowy zastosowanie materiałów dla przegród budowlanych zapewniających osiągnięcie wartości współczynników U_{\max} [W/m²K], wymaganych przez przepisy techniczno-budowlane [5.1.2], nie gwarantuje poziomu referencyjnego dla wskaźnika EP, wymaganego do uzyskania pozwolenia na budowę. W takim wypadku należy zwiększyć izolacyjność zewnętrznych przegród budowlanych lub sprawność ogólną systemu grzewczego, czy też zastosować częściowe bądź całkowite pokrycie potrzeb cieplnych przez instalacje energetyczne wykorzystujące zasoby OZE.

Dla przykładowych budynków zastosowanie źródeł ciepła, wykorzystujących odnawialne zasoby energii, pozwala obniżyć wartość wskaźnika EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej w stosunku do jego wartości obliczonej dla przegród o współczynnikach U_{\max} [W/m²K] przenikania ciepła zgodnych z tabelą 5.3.1 i przy zasilaniu budynku z konwencjonalnych źródeł energii. Dla analizowanego typu budynku MW-2 (mieszkalny wielorodzinny) zastosowane różne źródła ciepła, wykorzystujące zasoby OZE, dają następujące efekty:

- CHP-H – zmniejszenie wskaźnika EP o 83 – 86%,
- CH – zmniejszenie wskaźnika EP o 80 – 82%,
- B – zmniejszenie wskaźnika EP o 80%,
- HP – zmniejszenie wskaźnika EP o 40 – 43%,
- HP + SE – zmniejszenie wskaźnika EP o 54%.

Dla kolejnego analizowanego typu budynku BU-1 (użyteczności publicznej – biurowiec) efekty zastosowania źródeł ciepła opartych o OZE są następujące:

- CHP-H – zmniejszenie wskaźnika EP o 65 – 71%,
- CH – zmniejszenie wskaźnika EP o 63 – 68%,
- B – zmniejszenie wskaźnika EP o 60 – 65%,
- HP – zmniejszenie wskaźnika EP o 27 – 29%,
- HP + SE – zmniejszenie wskaźnika EP o 40 – 43%.

Większe efekty oszczędnościowe uzyskuje się dla budynków starszych z uwagi na ich pierwotnie większą energochłonność. Dla większości przypadków sama zamiana źródła konwencjonalnego na źródło oparte na OZE jest wystarczająca, by wielkość wskaźnika EP dla budynku po przebudowie była niższa od wartości referencyjnej. Wyjątkiem mogą być pompy ciepła, których napędy wykorzystują energię elektryczną pochodzącą z krajowego systemu elektroenergetycznego, zasilanego energią elektryczną wytworzoną w źródłach konwencjonalnych. W przypadku stosowania sprężarkowych pomp ciepła jako źródeł ciepła, decydujące znaczenie ma wysoki współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ustalony dla napędowej energii elektrycznej.

Poprawa charakterystyki energetycznej budynku oznacza oszczędność zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej. Dla istniejących budynków zamiana źródeł konwencjonalnych na źródła wykorzystujące energię odnawialną może być najskuteczniejszą metodą ich termomodernizacji. W celu zachęcenia właścicieli budynków do wykorzystywania odnawialnych źródeł energii konieczne jest stworzenie przez państwo szerszego systemu zachęt oraz modyfikacja istniejących przepisów, umożliwiających im działalność prosumencką na rynku energii elektrycznej i ciepła.

Bibliografia do rozdz. 5

- [5.1.1.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).
- [5.1.2.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.).
- [5.1.3.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2003 r. Nr 120, poz. 1133 z późn. zm.).
- [5.1.4.] Gawin D., Sabiniak H., Praktyczny Poradnik „Świadectwa charakterystyki energetycznej” ArCADia Soft Chudzik sp.j., Łódź 2009 r.
- [5.1.5.] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. z 2009 r., Nr 43, poz. 346).



6. Ocena wpływu stosowania instalacji OZE w budynkach na realizację krajowych zadań w zakresie oszczędności energii końcowej

Działania krajów członkowskich Wspólnoty Europejskiej w zakresie kontroli zużycia energii, zwiększenia udziału źródeł odnawialnych w ogólnym bilansie energii, a także zwiększonej efektywności energetycznej mają na celu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych do otoczenia. Działania te przyczyniają się również do zwiększenia bezpieczeństwa dostaw energii, rozwoju i wdrażania innowacji technologicznych. Mając na uwadze powyższe cele i zadania, Parlament Europejski i Rada wydały dwie główne dyrektywy, których implementacje w państwach UE pozwolą osiągnąć indykatoryjne cele pakietu energetyczno-klimatycznego:

Dyrektywa 2006/32/WE z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych (Dyrektywa ESD),

Dyrektywa 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dyrektywa RES).

W odniesieniu do wykorzystania zasobów OZE dla pokrycia potrzeb energetycznych budynku kwalifikowane są przedsięwzięcia we wdrażaniu instalacji dla:

- ogrzewania i wentylacji, chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej (np. pompy ciepła, efektywne kotły na biomasę, zmodernizowane źródła ciepła hybrydowe z generatorami opartymi na zasobach OZE),
- produkcji energii z odnawialnych źródeł w gospodarstwach domowych i zmniejszenie jej zakupu ze źródeł konwencjonalnych (np. kolektory słoneczne, źródła termalne, ogrzewanie/chłodzenie pomieszczeń wspomagane energią słoneczną).

Określone środki poprawy efektywności energetycznej, aby mogły zostać wzięte pod uwagę, muszą przynieść oszczędności łatwe do zmierzenia i weryfikacji lub oszacowania, zgodnie z wytycznymi zawartymi w załączniku IV do Dyrektywy ESD [6.1], a ich wpływ na oszczędność energii nie mógł być wcześniej uwzględniony w wynikach zastosowania innych szczegółowych środków. Poniższe wykazy nie są wyczerpujące i przedstawia się je w celach informacyjnych.

W Polsce implementacja zadań określonych w Dyrektywie ESD ma miejsce w ustawie o efektywności energetycznej [6.4], opracowanej przez Ministerstwo Gospodarki, którą przyjęto w dniu 15 kwietnia 2011 r. Tworzenie zapisów prawnych w tej ustawie poprzedzone było opracowaniem *Krajowego Planu Działań dotyczącego efektywności energetycznej* [6.5]. Wskazany w nim system poprawy efektywności energetycznej w poszczególnych sektorach gospodarki charakteryzuje środki służące temu celowi i przewiduje zadania dla jednostek sektora publicznego (JSP) oraz przedsiębiorstw energetycznych (PE) [6.3]. W sektorze mieszkalnictwa środki służące poprawie efektywności energetycznej będą wdrażane poprzez:

- wprowadzenie systemu oceny energetycznej budynku – certyfikacja nowych i istniejących budynków mieszkalnych, realizowana w wyniku wdrażania Dyrektywy 2002/91/WE (Dyrektywa EPBD) wraz z jej Recastem 2010/31/WE,

- Fundusz termomodernizacyjny – wspieranie finansowe przedsięwzięć termomodernizacyjnych dla istniejących budynków mieszkalnych,
- promowanie racjonalnego wykorzystania energii w gospodarstwach domowych – ogólnopolska kampania informacyjna na temat celowości i opłacalności stosowania urządzeń i instalacji najbardziej efektywnych energetycznie.

W tej zaplanowanej strukturze poprawy efektywności energetycznej scharakteryzowano działania priorytetowe w systemie oceny energetycznej budynków, które obejmują:

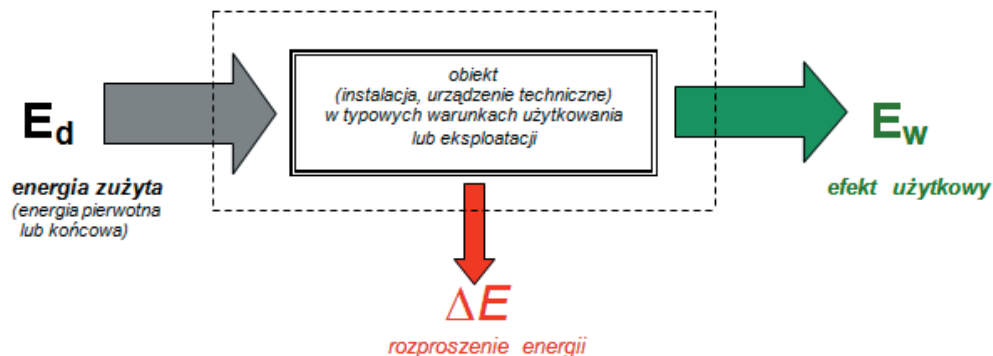
- poprawę efektywności energetycznej nowych i istniejących budynków mieszkalnych poprzez promowanie stosowania instalacji opartych na zasobach OZE,
- zapewnienie realizacji działań, które prowadzą do faktycznych oszczędności energii i które są rekomendowane w sporządzanych certyfikatach energetycznych budynków,
- prowadzenie kampanii informacyjnej dotyczącej roli certyfikatów energetycznych budynków w poprawie efektywności wykorzystania energii końcowej u odbiorców,
- podnoszenie świadomości i zachowań użytkowników budynków poprzez promowanie zachowań energooszczędnych, zmianę schematów życia codziennego itp.
- W ramach środków poprawy efektywności energetycznej z Funduszu termomodernizacji wskazuje się na działania priorytetowe, które odnoszą się do:
 - poprawy efektywności energetycznej nowych i istniejących budynków mieszkalnych poprzez promowanie stosowania instalacji opartych na zasobach OZE,
 - zapewnienia realizacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych, które prowadzą do faktycznych oszczędności energii u odbiorców końcowych,
 - pomocy finansowej państwa dla inwestorów realizujących przedsięwzięcia termomodernizacyjne, umożliwiające oszczędność zużycia energii na potrzeby komunalno- bytowe,
 - przeprowadzania i weryfikacji audytów energetycznych budynków mieszkalnych, użyteczności publicznej, lokalnej sieci ciepłowniczej, lokalnego źródła ciepła,
 - promowania energooszczędnych technologii w budownictwie mieszkaniowym,
 - prowadzenia kampanii informacyjnej o energooszczędnych budynkach i prawidłowego wykorzystania efektów termomodernizacji budynków istniejących oraz efektywnej energetycznie ich eksploatacji.

Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej w obszarze promowania racjonalnego wykorzystania energii w gospodarstwach domowych wskazuje na działania priorytetowe obejmujące:

- przeprowadzenie ogólnopolskiej kampanii informacyjnej na temat celowości i opłacalności stosowania urządzeń oraz instalacji najbardziej efektywnych energetycznie,
- wymianę oświetlenia w budynkach mieszkalnych na energooszczędne źródła światła,

- wymianę starych energochłonnych urządzeń gospodarstwa domowego na nowe energooszczędne,
- przekaz informacji, najlepszych praktyk oraz stosowania zachęt podatkowych i rabatów dla producentów i konsumentów energooszczędnych urządzeń gospodarstwa domowego,
- wdrażanie systemu etykiet efektywności energetycznej dla sprzedawanych urządzeń i produktów,
- projektowanie, wytwarzanie, sprzedaż, eksploatację i użycie produktów zużywających energię w sposób zapewniający najwyższą efektywność energetyczną przy założonym poziomie kosztów,
- działania stymulujące użytkowników energii do jej oszczędzania, poprzez inteligentne systemy pomiarowania zużycia, dokładne i przejrzyste informacje na rachunkach odbiorców energii.

Zasadniczym krajowym aktem prawnym, implementującym wskazania zawarte w dyrektywie ESD, jest ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (ustawa EE) [6.4]. W art.3 pkt 1 ustawy **efektywność energetyczna** definiowana jest jako stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu, instalacji lub urządzenia technicznego w stanie ustalonym, który jest użytkowany lub eksploatowany w typowych warunkach, do ilości energii zużytej przez ten obiekt niezbędnej do uzyskania tego efektu, co schematycznie przedstawiono na rys. 6.1.



Rys. 6.1 Bilans energii dla określenia efektywności energetycznej obiektu (opr. własne)

Zadania postawione dla Polski w planie oszczędności energii krajów UE-27 do 2016 r. przewidują w krajowym celu zmniejszenie zużycia energii o 53 452 GWh. Odpowiada to oszczędności rzędu 4,59 Mt.o.e. (1 tona oleju ekwiwalentnego ma wartość opałową równą 41,868 GJ), co stanowi spadek o 9% w odniesieniu do aktualnego (stan na 2007 r.) krajowego zapotrzebowania energii. Metodologia obliczania krajowego celu w zakresie oszczędności energii jest określona załączniku I do Dyrektywy ESD [6.1]. Krajowy cel indykatywny jest mierzony w dziewiątym roku stosowania

dyrektywy i jest wynikiem kumulowania się rocznych efektów oszczędności energii w latach 2008-2016. Cel ten powinien być osiągnięty w wyniku zastosowania usług energetycznych oraz wdrożenia kwalifikowanych środków poprawy efektywności energetycznej, które to działania racjonalizują zużycie energii końcowej lub pierwotnej. Dla zobrazowania skali krajowego celu oszczędności energii, można go odnieść do efektu redukcji zużycia energii finalnej na poziomie ok. 3 500 GWh w budynkach, dla których w latach 1999-2010 przeprowadzono termomodernizację ze wsparciem ustawowym [6.7]. Ta uzyskana oszczędność w sektorze budownictwa stanowi 6,6% oczekiwanego celu w 2016 r. z poprawy efektywności energetycznej w całej gospodarce krajowej.

Ustawa EE w zakresie regulacji podstawowej określa zadania dla jednostek sektora publicznego (rozdział 3, art.10) i dla przedsiębiorstw energetycznych (rozdział 4, art.17) w zakresie poprawy efektywności energetycznej. Jednostka sektora publicznego, wykonując swoje zadania, ma obowiązek zastosowania co najmniej dwóch środków poprawy efektywności energetycznej określonych w art.10, ust. 2. Jednym ze środków o dużym potencjale poprawy efektywności zużywanej energii jest sporządzenie audytu energetycznego dla eksploatowanych budynków o powierzchni użytkowej powyżej 500 m². Realizacja wskazanego w audycie optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego daje wymierne oszczędności w kosztach eksploatacji i przyczyni się do poszanowania zasobów energii nieodnawialnej oraz środowiska naturalnego. Wskazania zawarte w audycie energetycznym budynku umożliwiają również wykorzystanie instalacji opartych na OZE w aplikacji korzystnej ekonomicznie dla inwestora. Ustawowym obowiązkiem przedsiębiorstw energetycznych w Polsce (ok. 1900 podmiotów gospodarczych prowadzących działalność w zakresie wytwarzania, dystrybucji i sprzedaży energii elektrycznej, ciepła i gazu odbiorcom końcowym [6.13]), będzie uzyskanie świadectw efektywności energetycznej w ilości zależnej od rocznego przychodu ze sprzedaży energii elektrycznej, ciepła lub gazu ziemnego odbiorcom końcowym. W katalogu przedsięwzięć, które mogą służyć poprawie efektywności energetycznej są między innymi przebudowy lub remonty eksploatowanych budynków oraz stosowanie do ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej lub chłodzenia energii końcowej, wytworzonej we własnych lub przyłączonych do sieci odnawialnych źródeł energii. Wskazuje się również na działania modernizacyjne w zakresie urządzeń przeznaczonych do użytku domowego i modernizacji oświetlenia. Poprawa jakości energetycznej budynków i zwiększanie udziału instalacji OZE w pokrywaniu potrzeb na energię końcową w istotny sposób przyczyni się do realizacji celu zmniejszenia o 9% do 2016 r. zużycia energii w odniesieniu do średnich zużyć w latach 2001-2005. Realizacja tych przedsięwzięć, oprócz wykonania ustawowego obowiązku, może w istotnym wymiarze obniżyć koszty eksploatacji budynków i jest zgodna z zasadą zrównoważonego rozwoju gospodarki.

Z analizy przeprowadzonej w [6.7] wynika, że dla warunków krajowych budynek niskoenergetyczny powinien mieć wskaźnikowe zapotrzebowanie energii końcowej na cele ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej, mniejsze niż

70 kWh/m²/rok. Porównawczo, standard cieplny wyrażony wskaźnikiem jednostkowego zużycia energii końcowej w budynku pasywnym, a więc wzorcowo najniższym, wynosi odpowiednio dla potrzeb ogrzewania i wentylacji 15 kWh/m²/rok [6.8]. W odniesieniu do energii pierwotnej budynek pasywny charakteryzuje się wskaźnikiem jednostkowego zapotrzebowania energii mniejszym od 120 kWh/m²/rok dla pokrycia wszystkich potrzeb energetycznych utrzymania budynku. Główne potrzeby energetyczne w budynkach mieszkalnym dotyczą ogrzewania i wentylacji pomieszczeń, co wynika ze statystycznej struktury zużycia energii w poszczególnych dziedzinach jej użytkowania [6.9]:

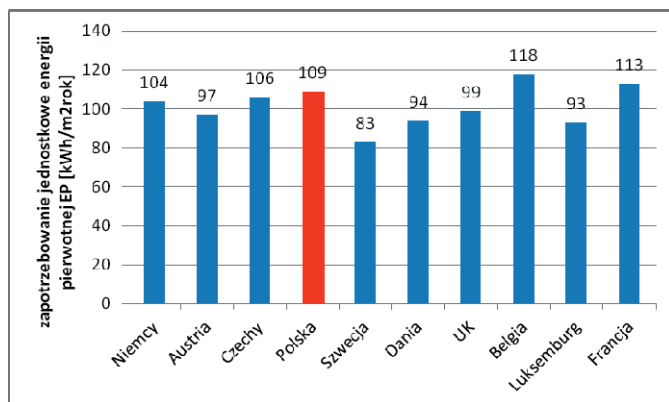
- ogrzewanie i wentylacja - 71,5%,
- podgrzewanie wody - 15,1%,
- gotowanie - 6,6%,
- oświetlenie - 2,3%,
- urządzenia elektryczne - 4,5%.

Jeśli główne działanie racjonalizujące zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku skierujemy na poprawę efektywności energetycznej instalacji grzewczo-wentylacyjnej i przygotowania ciepłej wody użytkowej, to uzyskać możemy maksymalny efekt energetyczno-ekologiczny. Te działania powinny obejmować termomodernizację przegród budowlanych i wdrażanie w maksymalnym zakresie instalacji c.o. i c.w.u., wykorzystujących zasoby OZE dla pokrycia wymaganych potrzeb energetycznych budynku.

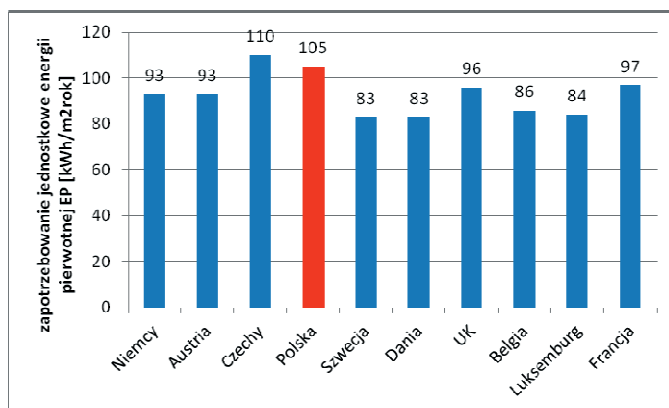
Aktualny stan jakości energetycznej nowo budowanych budynków w Polsce wynika z krajowych normatywów, określających dopuszczalną izolacyjność termiczną przegród budowlanych (współczynnik przenikania ciepła U [W/m²K]) lub maksymalną wartość referencyjnego wskaźnika EP rocznego jednostkowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną. Te alternatywne wymagania dla projektowej charakterystyki energetycznej budynku regulowane są zapisami §328 i §329 rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki mieszkalne i ich usytuowanie [6.10] i kształtują poziom efektywności energetycznej wznoszonych w Polsce budynków mieszkalnych i obiektów użyteczności publicznej.

Można porównać energochłonność nowo budowanych budynków w Polsce ze standardami jakości energetycznej w innych krajach unijnych. Szczegółowy raport z wielowariantowej analizy porównawczej zawiera opracowanie wykonane w 2008 roku przez niemiecki Instytut Wohnen und Umwelt GmbH z Darmstadt [6.11]. Analizy przeprowadzono dla określonych w założeniach wzorcowych budynków, dla których zapotrzebowanie energii użytkowej zostało obliczone zgodnie z przepisami obowiązującymi w poszczególnych wybranych krajach Europy Centralnej. Do obliczeń potrzeb cieplnych wykorzystano metodologię ustaloną w Niemczech dla certyfikacji energetycznej budynków wg krajowego rozporządzenia implementującego Dyrektywę EPBD (Energieeinsparverordnung EnEV 2007). Dla przykładowego wariantu podstawowego, w którym przyjęto w analizie budynku jednorodzinne i wielorodzinne źródło ciepła oparte na kotle gazowym kondensacyjnym, można porównać uzyskane

wskaźniki EP jednostkowego zapotrzebowania energii pierwotnej w wybranych do analizy krajach UE. Z oceny tej wynika, że aktualne normatywy jakości energetycznej budynków nowo budowanych w Polsce dopuszczają do realizacji obiekty, które są bardziej energochłonne niż budynki wznoszone w pozostałych krajach unijnych. Na rys. 6.2 przedstawiono wskaźniki zapotrzebowania energii pierwotnej w analizowanych krajach dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego, natomiast rys. 6.3 ilustruje to porównanie dla budynku wielorodzinnego.



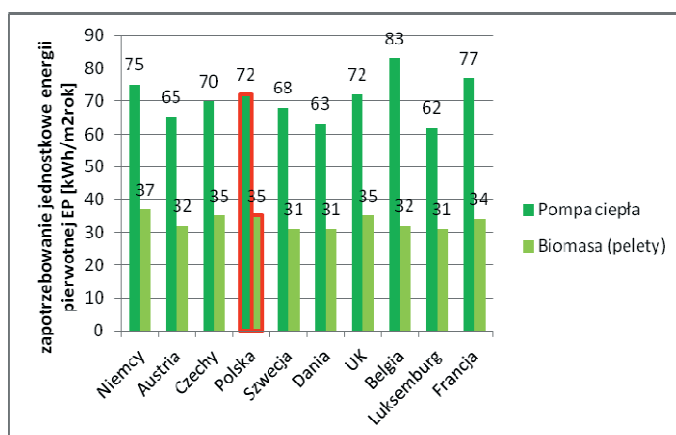
Rys. 6.2 Wskaźnikowe zapotrzebowanie energii pierwotnej (nośnik energii – gaz ziemny) dla budynku jednorodzinnego w wybranych krajach UE [6.11] (opr. własne)



Rys. 6.3 Wskaźnikowe zapotrzebowanie energii pierwotnej (nośnik energii – gaz ziemny) dla budynku wielorodzinnego w wybranych krajach UE [6.11] (opr. własne)

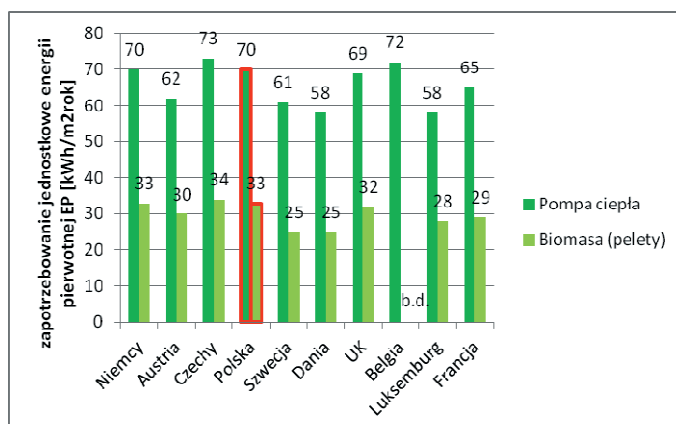
Wykorzystanie zasobów OZE dla pokrycia zapotrzebowania energii końcowej w budynku pozwala uzyskać niższe wskaźniki EP w jego charakterystyce energetycznej. W raporcie Institutu Wohnen und Umwelt GmbH z Darmstadt [6.11]

wykonano analizę wpływu stosowania instalacji OZE na charakterystykę energetyczną budynku w odniesieniu do zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej. Na rys. 6.4 przedstawiono porównawczo wskaźnik EP zapotrzebowania energii pierwotnej dla modelowego budynku jednorodzinny przy wykorzystaniu instalacji opartej na pompie ciepła (zasoby OZE geotermalne lub powietrzne) i dla wariantu ze źródłem ciepła spalającym biomasę w postaci peletów z drewna.



Rys. 6.4 Wskaźnikowe zapotrzebowanie energii pierwotnej (instalacje OZE) dla budynku jednorodzinny w wybranych krajach UE [6.11] (opr. własne)

Podobna analiza dla budynku mieszkalny wielorodzinny została zilustrowana na rys. 6.5.



Rys. 6.5 Wskaźnikowe zapotrzebowanie energii pierwotnej (instalacje OZE) dla budynku wielorodzinny w wybranych krajach UE [6.11] (opr. własne)

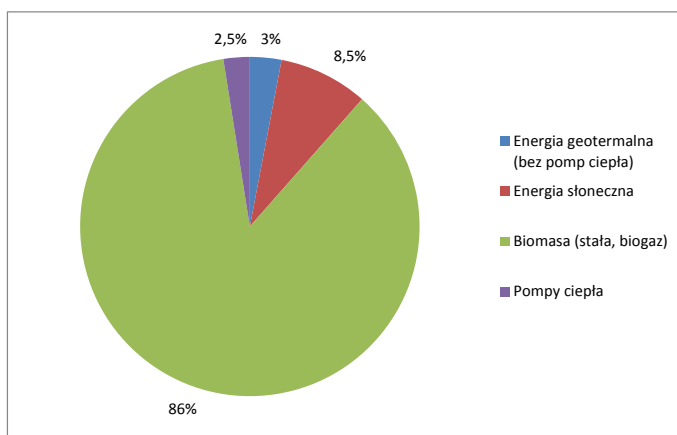
Z przeprowadzonych analiz wynika, że w każdym typie budynku (również w budynku użyteczności publicznej), w którym zastosowane będą instalacje wykorzystujące OZE, można w jego charakterystyce energetycznej obniżyć zapotrzebowanie konwencjonalnej energii końcowej, a tym samym podnieść efektywność energetyczną budynku. Dla analizowanego modelowego budynku mieszkalnego, przy wymaganiach cieplnych określonych przepisami w Polsce, spadek wskaźnika EP zapotrzebowania energii pierwotnej przy stosowaniu instalacji OZE w stosunku do źródła ciepła z gazowym kotłem kondensacyjnym jest znaczny i wynosi podobnie dla budynku jednorodzinnego oraz wielorodzinnego około 34% ($\Delta EP=33 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{rok}$) przy zastosowaniu pompy ciepła lub 68% ($\Delta EP=70 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{rok}$) przy spalaniu biomasy w postaci peletów z drewna. Jeśli założyć, że instalacje w budynkach będą pracowały w systemie biwalentnym (hybrydowe dwufunkcyjne systemy konwencjonalne połączone z instalacjami OZE) i będą po połowie pokrywały zapotrzebowanie na energię końcową, to przy stosowaniu pompy ciepła uzyska się 17% obniżenie wskaźnika EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej. Jeszcze lepszy skutek energetyczny (obniżenie o 34% zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej) uzyskamy, jeśli zastosujemy w źródle ciepła spalanie biomasy drzewnej.

W niedalekiej perspektywie dla nowo oddawanych budynków będzie stawiany reżim standardu niemal zerowego zużycia energii (dla budynków użyteczności publicznej po dniu 31 grudnia 2018 r., natomiast dla wszystkich nowych budynków po dniu 31 grudnia 2020 r.). Osiągnięcie tych standardów w zapotrzebowaniu energii końcowej wymaga bezwzględnie włączenia lokalnych zasobów OZE do pokrywania tych potrzeb, poprzez projektowanie w budynkach instalacji mono- lub biwalentnych, zasilanych energią pozyskaną ze źródeł odnawialnych. Jeśli statystycznie w Polsce rocznie oddawanych do użytku jest ok. 71 tys. budynków jednorodzinnych (w latach 2006-2010 [6.16]) o średniej powierzchni ok. 150 m^2 [6.17], to stosując w nich instalacje OZE ze sprężarkowymi pompami ciepła i przyjmując redukcję zapotrzebowania na energię pierwotną w oparciu o dane z przeprowadzonych analiz modelowych dla budynków mieszkalnych [6.11], można oszacować roczne oszczędności tych zasobów na poziomie 351,450 GWh. Przy takim efekcie w poszanowaniu zasobów pierwotnych zastosowane instalacje OZE w porównaniu do źródła ciepła z konwencjonalnym kotłem opalany gazem ziemnym pozwalają globalnie w ciągu roku wyeliminować zużycie gazu (przy średniej wartości opałowej 31 MJ/m^3 - wg danych PGNiG) o 37,103 tys. m^3 . Jeszcze lepszy rezultat energetyczny otrzymamy, jeśli w nowo budowanych budynkach zastosujemy w źródle ciepła kocioł na biomasę drzewną, wówczas dla danych przyjętych w analizowanym modelu [6.11] można oczekiwać jeszcze większych oszczędności w zużyciu konwencjonalnego nośnika energii, jest to rocznie wielkość energii rzędu 745,550 GWh, co stanowi spadek zużycia gazu ziemnego w ilości 78,704 tys. m^3 .

Jeśli stosowanie instalacji wykorzystujących zasoby OZE wdrożymy również w obiektach użyteczności publicznej i budynkach gospodarczych dla pokrycia ich potrzeb energetycznych, to wówczas dla całych zasobów nowo oddawanych lub

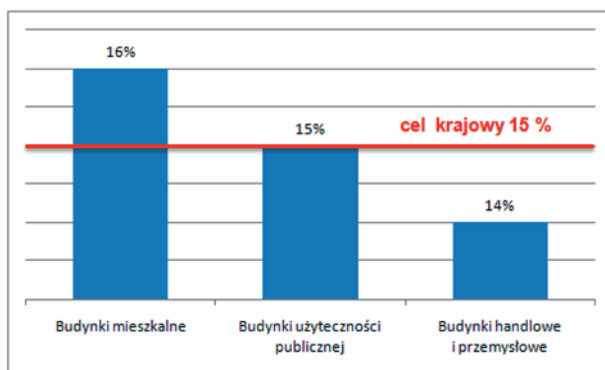
termomodernizowanych budynków uzyskamy znaczną poprawę efektywności energetycznej użytkowania nośników konwencjonalnych. Ta tendencja w znacznym stopniu umożliwi realizację krajowych zadań w zakresie oszczędności energii końcowej, wynikających z postanowień Dyrektywy ESD 2006/32/WE i będzie przejawem dążenia do zrównoważonego rozwoju gospodarki. Jednocześnie wypełni się krajowy cel (15% do 2020 r.) w zakresie udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii, co zapisano dla Polski w Dyrektywie 2009/28/WE w sprawie promowania OZE [6.18].

Wprowadzony przez resort gospodarki Krajowy Plan Działań [6.19], na rzecz uzyskania 15% udziału OZE w dostarczaniu do odbiorców energii końcowej, przewiduje dla potrzeb ciepłownictwa i chłodzenia uzyskanie głównie tej energii z biomasy stałej i biogazu oraz instalacji kolektorów słonecznych (rys. 6.5).



Rys. 6.5 Planowana na 2020 r. struktura rodzajów OZE dla potrzeb ogrzewania i chłodzenia budynków w realizacji krajowego celu (źródło: dane z KPD w zakresie OZE [6.19], opr. własne)

Dla poszczególnych typów budynków planowane na 2020 r. udziały w pokryciu energii końcowej przez instalacje wykorzystujące OZE przedstawia rys. 6.6, dowodzący, że w budynkach mieszkalnych ma się zaznaczyć tendencja przekroczenia tego udziału ponad wyznaczony dyrektywny cel dla Polski.



Rys. 6.6 Planowana na 2020 r. wielkość udziału energii ze źródeł odnawialnych w budynkach wobec celu krajowego (źródło: dane z KPD w zakresie OZE [6.19], opr. własne)

Instalacje OZE, jako alternatywne wobec systemów konwencjonalnych, powinny stawać się standardem w projektowaniu budynków netto zeroenergetycznych, wskazywanych do realizacji od 2019 r. w wytycznych zawartych w przekształconej dyrektywie EPBD (Recast 2010/31/WE [6.14]). W punkcie 9 preambuły przyjmującej niniejszą dyrektywę wskazano na ważną rolę stosowania energii ze źródeł odnawialnych dla pokrycia w szerokim stopniu tych minimalnych zapotrzebowań energii w budynku niemal zeroenergetycznym. Wymaganie stosowania energii z lokalnych zasobów OZE stawiane jest również w artykule 2, pkt2 w definicji „budynku o niemal zerowym zużyciu energii”. Dyrektywa Recast EPBD zobowiązuje kraje członkowskie Unii Europejskiej (artykuł 28 – Transpozycja) do przyjęcia i opublikowania, najpóźniej do dnia 9 lipca 2012 r., przepisów prawnych i administracyjnych dla wykonania nałożonych zadań. W przekształconej Dyrektywie EPBD budynek będzie bilansowany w przepływie energii dostarczonej (na osłonie bilansowej energia finalna pobrana z zewnętrznego systemu energetycznego) oraz energii wyeksportowanej z budynku jako prosumenta strumieni energii. Takie ujęcie bilansowe zaproponowała REHVA (Federacja Europejskich Stowarzyszeń Ogrzewnictwa, Wentylacji i Klimatyzacji) dla wprowadzenia jednolitego unijnego zapisu wymagań, wynikających ze znowelizowanej Dyrektywy EPBD [6.15]. Sposób bilansowania budynku w modelu prosumenckim przedstawiono również w europejskiej normie PN-EN 15603:2008 [5.12] w jej rozdziale 5 (Assessment of energy performance of buildings) i w rozdziale 7 (Measured energy rating). Zapotrzebowanie na energię netto w budynku jest również pokrywane przez energię uzyskaną z zasobów OZE, przez co maleje ilość energii dostarczanej z zewnętrznych konwencjonalnych systemów energetycznych (paliwa, ciepło i chłód sieciowy, energia elektryczna). Tak zbilansowany budynek ma znacznie niższe wskaźniki jednostkowego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej i jest bardziej przyjazny środowisku naturalnemu.



Wydajna i efektywna energetycznie gospodarka oparta na wykorzystywaniu potencjału OZE nie powinna stanowić już wyzwania, lecz ma być zrationalizowanym i koniecznym do wykonania zadaniem. Ukierunkowane i przemyślane działanie, racjonalizujące zużycie energii końcowej dla potrzeb budynków, powinno być realizowane wg zasad wynikających z prakseologii działania ludzkiego [6.20]. Takie postępowanie daje optymalne i opłacalne ekonomicznie efekty w trwałych skutkach poszanowania zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej. Realizacja przedsięwzięć racjonalizujących zużycie energii końcowej jest możliwa przy wykorzystywaniu w instalacjach energetycznych budynków technologii opartych na zasobach OZE.

Bibliografia do rozdz. 6

- [6.1]. Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych.
- [6.2]. Ocena istniejących metod rekomendacji wykorzystania OZE w budownictwie, a zwłaszcza programów komputerowych, Etap 3, Strategiczny Projekt Badawczy pt. Zwiększenie wykorzystania energii z odnawialnych źródeł w budownictwie, Dokumentacja, Instytut EMAG, Katowice, 2010.
- [6.3]. Chomiak A.: Krajowy system poprawy efektywności energetycznej. Realizacja zadań wynikających z dyrektywy 2006/32/WE (ESD), Energia i Budynek, nr 1-2/2010 r., str.40-43 [6.4].
- [6.4]. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej. (Dz. U. z 2011 r., Nr 94, poz. 551)
- [6.5]. Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej (EEAP), Ministerstwo Gospodarki Warszawa, czerwiec 2007 r.
- [6.6]. Zielona Księga w sprawie racjonalizacji zużycia energii. COM(2005) 265 - Komisja Europejska 22.6.2005 r.
- [6.7]. Węglarz A., Jak ustawa o efektywności energetycznej wpłynie na budownictwo w Polsce, Materiały Budowlane nr 1/2011, str. 12-14.
- [6.8]. Feist W., Schlagowski G., Podstawy budownictwa pasywnego, Polski Instytut Budownictwa Pasywnego, Gdańsk 2007 r.
- [6.9]. Gospodarka Paliwowo-Energetyczna w latach 2008-2009, GUS Warszawa 2010 r.
- [6.10]. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz.1238).
- [6.11]. Energy performance requirements for new buildings in 11 countries from Central Europe – Exemplary Comparison of three buildings, Tobias Loga, Dr. Jens Knissel, Dr. Nikolaus Diefenbach, Institut Wohnen und Umwelt GmbH Darmstadt, 5th December 2008.
- [6.12]. PN-EN 15603:2008, Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Całkowite zużycie energii i definicja energii znamionowej (EN 15603:2008 Energy performance of buildings – Overall energy use and definition of energy ratings), PKN Warszawa 2008.
- [6.13]. Robakiewicz M., System białych certyfikatów- Ustawa o efektywności energetycznej, Energia i Budynek nr 6/2011 r., str.16-19.
- [6.14]. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/WE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L 153 z dnia 18.06.2010 r. str. 13).
- [6.15]. Panek A.D., Jak zdefiniować budynek o niemal zerowym zużyciu energii? (Seppänen O., Goeders G. Benchmarking Regulations on Energy Efficiency of Buildings. Executive summary. REHVA – 5 maj 2010 r.), Energia i Budynek nr 6/2011 r., str.4-10.
- [6.16]. Budownictwo mieszkaniowe 1991-2011 (tablice przeglądowe), GUS warszawa 2011 r.
- [6.17]. Raport WWF przygotowany przez FEWE we współpracy z ISOVER - Analiza potencjału zmniejszenia zużycia energii w nowych budynkach w wyniku zastosowania wyższych standardów w zakresie izolacyjności przegród zewnętrznych, Fundacja na rzecz efektywnego wykorzystania energii, Katowice 2009 r.
- [6.18]. [6.18] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009r. w sprawie promowania i stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz. Urz. UE L 140 z dnia 05.06.2009 r. str.16).
- [6.19]. KPD – OZE – Krajowy Plan działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych (zatwierdzony przez Radę Ministrów w dniu 7.12.2010 r.), Minister Gospodarki 2010 r.
- [6.20]. Łubnicki N., Biblioteka Problemów. Sztuka poprawnego myślenia, PWN, Warszawa 1965 r.

7. Podsumowanie

Niniejsza monografia jest wynikiem części strategicznego programu badawczego dotyczącego zwiększenia wykorzystania energii z OZE w budownictwie. W ramach tego opracowania przeprowadzono analizy i ewaluację stanu jakości energetycznej budynku na możliwość i zakres wykorzystania zasobów OZE. Poddano badaniu wpływ stosowania instalacji, wykorzystujących odnawialne źródła energii, na charakterystykę energetyczną budynku i poprawę efektywności energetycznej zużywanych paliw z zasobów nieodnawialnych. W ramach studium przypadków przeprowadzono oceny porównawcze dla poprawy charakterystyki energetycznej budynków o różnej jakości przegród, poprzez wykorzystanie instalacji OZE. Zbadanie wpływu stosowania instalacji OZE w budynkach na poprawę ich charakterystyki energetycznej pozwala określić możliwości realizacji krajowych zadań w zakresie zmniejszenia zużycia energii finalnej i zwiększenia udziału OZE w pokrywaniu jej zapotrzebowania.

Potrzeby energetyczne budynku uzależnione są od zakresu jego wyposażenia w instalacje grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia (budynki użyteczności publicznej). Sporządzenie bilansu energii dla stanów ustalonych pozwala przedstawić zależności przepływu poszczególnych poziomów energii we wszystkich, odrębnych dziedzinach jej zużycia w budynku. Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną określa efektywność całkowitą budynku i przedstawia obok zapotrzebowania energii końcowej dodatkowe nakłady nieodnawialnej energii pierwotnej na dostarczenie do granicy budynku każdego wykorzystanego nośnika energii. Zapotrzebowanie na energię użytkową zawiera istotne informacje o jakości energetycznej budynku. Daje obraz stanu izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych, stopnia eliminacji mostków cieplnych i ich wpływu na straty ciepła, określa rodzaj zastosowanej wentylacji (z uwzględnieniem lub bez uwzględnienia odzysku ciepła). Z wielkości zapotrzebowania na energię użytkową można dodatkowo wnioskować, jak zaprojektowano bryłę budynku (zwartą czy rozłożystą) i jak wykorzystano zyski od promieniowania słonecznego przez przegrody przezroczyste. Najważniejszym parametrem dla użytkownika budynku jest wielkość zapotrzebowania energii końcowej. Jest to energia, która powinna być dostarczona do budynku w postaci czynnika grzejącego, paliwa lub energii elektrycznej. Jej wielkość pozwala na oszacowanie kosztów zaopatrzenia budynku w energię do ogrzewania i wentylacji, klimatyzacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia oraz umożliwia porównanie kosztów przy zastosowaniu innych sposobów zaopatrzenia. W budynkach mieszkalnych najbardziej istotną dziedziną zużycia energii końcowej w budynku jest ogrzewanie, które stanowi 76% jej całkowitej konsumpcji. Przez modernizację systemu ogrzewania oraz minimalizację strat ciepła można poprawić efektywność energetyczną w mieszkalnictwie i w obiektach użyteczności publicznej. Z przeprowadzonych krajowych analiz wynika, że aktualnie obowiązujące warunki techniczne dla budynków nie gwarantują zużycia energii na ekonomicznie uzasadnionym poziomie. Wymagane aktu-

alnie wartości współczynników przenikania ciepła dla budynków nowych, w przyszłości, tj. po 10, 20 latach ich użytkowania, nie będą gwarantem minimalnego zużycia energii i będą odbiegać od wartości uzasadnionych ekonomicznie.

Zalecenia Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. (Dyrektywa EPBD) w sprawie charakterystyki energetycznej budynków narzuciły obowiązek wprowadzenia do legislacji poszczególnych krajów członkowskich rozporządzenia o sporządzaniu charakterystyki energetycznej budynku i jej świadectwa. Krajowym unormowaniem tego wymogu jest rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Wraz z dodatkowymi rozporządzeniami wykonawczymi do ustawy Prawo budowlane, dotyczącymi warunków technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz projektu budowlanego, stanowi podstawę prawną działań zmierzających do poprawy jakości energetycznej istniejących zasobów budowlanych i minimalizacji zużycia energii w aktualnie realizowanych inwestycjach. W opracowaniu wskazano na szereg błędów redakcyjnych w istniejącej metodologii, błędów w układzie rozporządzenia i błędów merytorycznych. Wiele niejasności w definicjach i w zapisach rozporządzenia, jak również braki jednoznaczności niektórych sformułowań, zostawiają użytkownikom swobodę wyboru i tym samym umożliwiają różnorodne interpretacje i w efekcie różne wyniki dla jednakowych założeń. Istotną wadą w rozporządzeniu o metodologii jest przedstawienie wskaźnika EP rocznego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej w formie paskowej (grafika suwaka), a nie w formie klas energetycznych. Taki obraz świadectwa charakterystyki energetycznej budynku (zgodny ze wzorem w rozporządzeniu) nie jest w pełni zrozumiany przez odbiorców. Brak wyrazistych klas energetycznych utrudnia jednoznaczną interpretację potrzeb energetycznych budynku i nie przekłada się na jasny obraz jego charakterystyki energetycznej. W opracowaniu proponuje się wprowadzenie pojęcia klasy energetycznej budynku poprzez oznaczenie literowe od A1 do G. Poszczególne budynki klasyfikowane byłyby na podstawie współczynnika KEB (klasa energetyczna budynku), wynikającego ze stosunku wyliczonej wartości wskaźnika EP [kWh/(m²·rok)] dla budynku ocenianego i jego wartości referencyjnej EP_{ref} [kWh/(m²·rok)] określonej wg WT2008. Wielkość współczynnika KEB determinuje klasę energetyczną budynku, przy czym przynależność do poszczególnych klas uzależniona jest od obliczonej wartości tego współczynnika. Wskazane jest wprowadzenie przedstawionych propozycji w nowelizacji krajowego rozporządzenia w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku, co pozwoli na bardziej czytelny dla odbiorcy zapis w świadectwie z tej charakterystyki.

W oparciu o stosowane w wybranych krajach UE wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej zaproponowano ich nowe wielkości do stosowania w Polsce. W opracowaniu skorygowano i uzupełniono wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla poszczególnych nośników energii, co powinno

być uwzględnione przy nowelizacji krajowego rozporządzenia metodologicznego, dotyczącego wyznaczania charakterystyk energetycznych budynków. W tym względzie istotnym zadaniem w ramach Unii Europejskiej staje się ujednoczenie wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, gdyż wyznaczone charakterystyki energetyczne dla budynków, na bazie aktualnych zapisów w poszczególnych krajach unijnych, są nieporównywalne. Ponadto w krajowym rozporządzeniu o metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków proponuje się wskazać sposób określenia i podawania w świadectwie charakterystyki energetycznej budynku wskaźników emisji CO₂ dla zużywanych paliw i nośników energii, co stanowiłoby ocenę ich jakości wobec skutku zanieczyszczenia atmosfery i wpływu na efekt cieplarniany.

Pokrycie bilansowych potrzeb energetycznych w obrębie budynku najczęściej realizowane jest z zastosowaniem instalacji zasilanych energią końcową, wytworzoną z nośników pierwotnych nieodnawialnych. Takie konwencjonalne systemy energetyczne są powodem nadmiernego zubożenia zasobów pierwotnych i nadmiernie obciążają środowisko naturalne zanieczyszczeniami. Wdrażanie w budynkach instalacji wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych, szczególnie pozyskiwaną z zasobów lokalnych, niezależnie od stopnia substytucji systemów konwencjonalnych, jest realizacją zasady zrównoważonego rozwoju i implikuje korzyści w wymiarze ekonomicznym i społecznym. Wymagane dostawy energii, dla uzyskania w budynkach standardów oczekiwanych przez ich użytkowników, mogą być skutecznie i efektywnie realizowane z zasobów OZE. Konwencjonalne nośniki energii mogą być zastępowane przez potencjał zasobów OZE, a przedsięwzięcia te zgodne są z racjonalną gospodarką energetyczną. Jeśli dodatkowo zracjonalizuje się wielkość zapotrzebowania na energię użytkową, poprzez poprawę jakości energetycznej budynku, można uzyskać synergię działań skutkującą poprawą stanu środowiska naturalnego. Roczna ilość zaoszczędzonych zasobów energii ze źródeł pierwotnych nieodnawialnych $\Delta Q_{P,i}$ w danej i -tej dziedzinie jej zapotrzebowania w budynku, jest proporcjonalna do ilości wykorzystanej z zasobów OZE energii końcowej $(Q_{K,OZE})_i$ i doprowadzonej poprzez instalację opartą na tych zasobach oraz różnicy w nakładach zasobów energii pierwotnej nieodnawialnej na wytworzenie i dostarczenie danego rodzaju nośnika tej ekwiwalentnej energii końcowej, który jest wykorzystywany w instalacji konwencjonalnej i alternatywnej. Zapotrzebowanie energii użytkowej, jako wielkość zasadnicza w bilansie energetycznym budynku i zależna od jego charakterystyki energetycznej, może być pokrywane poprzez podsystemy energetyczne konwencjonalne lub wykorzystujące zasoby OZE, pracujące w układach mono- lub biwalentnych. Ich wzajemna konfiguracja zależy od dobranych projektowo instalacji, które w warunkach eksploatacyjnych będą w określonym stopniu (udziały $f_{i,j}$) pokrywały zapotrzebowania energii użytkowej przez i -tą instalację OZE lub przez j -tą instalację konwencjonalną. Ta wzajemna konfiguracja instalacji podsystemów energetycznych ma bezpośredni wpływ na wielkość wskaźnika jednostkowego EP zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w danej dziedzinie jej użytkowania i określa jakość energetyczną budynku, wynikającą ze świadectwa jego charakterystyki energetycznej.



Zgodnie z zasadami racjonalnego gospodarowania energią możemy w budynku kreować poprawę efektywności jej wykorzystania, zwiększając udział instalacji opartych na OZE w pokrywaniu bilansu energii końcowej i wykorzystywaniu również tych zasobów do zasilania urządzeń pomocniczych w celu minimalizowania zużycia nośników konwencjonalnych. Tak skonfigurowane biwalentne (hybrydowe) systemy ciepłe zastosowane w budynkach pozwalają poprawić ich efektywność energetyczną i zmniejszyć zapotrzebowanie na nośniki ze źródeł nieodnawialnych oraz w istotnym stopniu przyczyniają się do redukcji emisji zanieczyszczeń do środowiska naturalnego. Stosowanie w budynkach instalacji pozyskujących energię odnawialną pozwala realizować system rozproszonej energetyki, co może w wymierny sposób wpłynąć na poprawę bezpieczeństwa energetycznego i osiąganie celów zrównoważonego rozwoju. W opracowaniu przedstawiono algorytmy poprawy charakterystyki energetycznej budynku, wyrażone wskaźnikiem EP jednostkowego zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej w poszczególnych dziedzinach jej zapotrzebowania w budynku, który obliczany jest zgodnie z krajową metodologią. Zwiększanie udziału instalacji opartych na zasobach OZE bezpośrednio wpływa na spadek zapotrzebowania energii końcowej w systemach konwencjonalnych zasilanych nośnikami dostarczonymi przez komercyjnych dystrybutorów, co przyczynia się do oszczędności w kosztach eksploatacji budynku i pozwala refundować inwestycje wdrażające instalacje zasilane ze źródeł odnawialnych. W konsekwencji takiego działania możemy zapewnić wymagane standardy wewnątrz budynków mniejszym kosztem eksploatacyjnym, co wytycza przyszłościowe dążenia do wyłącznej realizacji budynków „o niemal zerowym zużyciu energii”.

Kompleksowa termomodernizacja budynku, oprócz zwiększenia termoizolacyjności przegród zewnętrznych, powinna zawsze obejmować przedsięwzięcia modernizacyjne systemu grzewczego i wentylacyjnego, systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, modernizację systemu oświetlenia i instalacji elektrycznych, a także modernizację urządzeń klimatyzacyjnych lub wytwarzających chłód. Termomodernizacja systemu grzewczego jest koniecznym następstwem poprawy izolacyjności przegród budowlanych, będącej najczęściej podstawowym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym. Zmniejszenie potrzeb grzewczych, wynikające ze zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne, narzuca konieczność dostosowania do nowych warunków cieplnych wielu elementów wewnętrznych instalacji grzewczych oraz przyłączy ciepłowniczych. Tylko równoczesna modernizacja wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania po ociepleniu budynku daje gwarancję obniżenia wydatków na energię ciepłą w budynku. Zakres koniecznych zabiegów i zmian w instalacji powinna określać analiza, przeprowadzona każdorazowo w audycie energetycznym budynku.

Korzystanie z zasobów OZE dla wytwarzania energii użytkowej na potrzeby budynków, poprzez stosowanie kotłów na biomasę, wykorzystanie energii kinetycznej wiatru, instalacje kolektorów solarnych lub ogniw fotowoltaicznych, a także wykorzystanie pomp ciepła pobierających ciepło z gruntu, wody lub powietrza, jest aktualnie nakazem zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego. Zastosowanie w systemie grzewczym urządzeń wykorzystujących energetykę odnawialną w sposób zdecydowany

zmniejsza zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej w budynku, a tym samym obniża wartość wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną. Z przeprowadzonych w studiach przypadków analiz zastosowania instalacji opartych na zasobach OZE wynika wprost, jak dla nowego budynku spełniającego aktualne wymagania izolacyjności przegród budowlanych, można poprzez zwiększanie udziału energii ze źródeł odnawialnych w pokrywaniu potrzeb budynku, poprawić jego jakość energetyczną, wyrażaną w charakterystyce energetycznej niską wartością wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną.

Stosowanie odnawialnych źródeł energii zmniejsza również emisję produktów spalania w wyniku ograniczenia zużycia energii chemicznej zawartej w paliwach pierwotnych, co jest przejawem poszanowania środowiska naturalnego. Redukcja emisji zanieczyszczeń (gazy GHG, pyły, sadza, B-a-P) do środowiska naturalnego jest proporcjonalna do zastąpionej przez zasoby OZE ilości energii końcowej nieodnawialnej oraz jednostkowej emisji danego paliwa zużywanego w źródle konwencjonalnym i emisji alternatywnej instalacji wykorzystującej zasoby OZE. Można to wyrazić różnicą pomiędzy emisją zanieczyszczeń źródła dla instalacji konwencjonalnej (stan bazowy) i emisją zanieczyszczeń dla alternatywnej instalacji opartej na OZE, która ten stan bazowy zastępuje.

Zmniejszenie zapotrzebowania energii w zasobach budowlanych ma wpływ na krajowy bilans zużycia energii końcowej i wymaga dla nowo projektowanych budynków bezwzględnego dotrzymania ustawowych wytycznych w zakresie izolacyjności przegród budowlanych, natomiast w budynkach istniejących działań termomodernizacyjnych minimalizujących ich potrzeby energetyczne. Każdorazowo, dla podjęcia działań termomodernizacyjnych, konieczne jest opracowanie audytu energetycznego, wskazującego na najbardziej uzasadniony pod względem energetycznym, ekologicznym i ekonomicznym zakres modernizacji budynku obejmujący termoizolację przegród zewnętrznych, poprawę jakości instalacji energetycznych, poprawę sprawności źródeł zaopatrzenia w energię, względnie zastosowania źródeł energetyki odnawialnej. Efektem końcowym audytu energetycznego jest wybór wariantu optymalnych przedsięwzięć termomodernizacyjnych, który przekłada się na realizację najkorzystniejszą pod względem poprawy efektywności energetycznej budynku.

W opracowaniu przedstawiono wyniki badań z oceny wpływu wykorzystania zasobów OZE na charakterystykę energetyczną budynku. Wykonano wariantowe obliczenia zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej dla różnych opcji wyposażenia budynku w instalacje grzewcze, wykorzystujące zasoby OZE. Poprawa charakterystyki energetycznej budynku w stanie istniejącym jest możliwa nie tylko poprzez poprawę izolacji termicznej przegród budowlanych, ale również z dużym skutkiem przy wykorzystaniu instalacji opartych na zasobach OZE. Taka forma termomodernizacji w obrębie budynku wymaga przeprowadzenia każdorazowo analizy techniczno-ekonomicznej dla wskazania wariantu najbardziej opłacalnego do realizacji. W oparciu o wybrane narzędzie wspomagania ocen w tym zakresie, wykonano obliczenia wskaźników oceny efektywności energetycznej dla poszczególnych wariantów zasto-



sowania instalacji z OZE w przykładowych budynkach. Zastosowanie odnawialnych źródeł energii do zasilania budynków w ciepło pozwala znacząco obniżyć ich wskaźniki EP zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej. Z przedstawionych studiów przypadków wynika ponadto, że uzyskanie korzystnego wskaźnika EP nie oznacza równocześnie korzystnej wartości wskaźnika EK zapotrzebowania energii końcowej i odwrotnie. Każdorazowo decyzja o zastosowaniu danego rozwiązania zaopatrzenia budynku w energię, nie powinna wynikać z analizy tylko jednego z tych wskaźników, natomiast powinna uwzględniać wzajemne korelacje między tymi jednostkowymi wskaźnikami zapotrzebowania energii przez budynek. Większe efekty oszczędnościowe uzyskuje się dla budynków starszych z uwagi na ich pierwotnie większą energochłonność. Dla większości przypadków sama zamiana źródła konwencjonalnego na źródło oparte na OZE jest wystarczająca, by wielkość wskaźnika EP dla budynku po przebudowie była niższa od wartości referencyjnej. Wyjątkiem mogą być pompy ciepła, których napędy wykorzystują energię elektryczną, pochodzącą z krajowego systemu elektroenergetycznego, zasilanego energią elektryczną wytworzoną w źródłach konwencjonalnych. W tych przypadkach decydujące znaczenie ma wysoki współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej ustalony dla napędowej energii elektrycznej.

Poprawa charakterystyki energetycznej budynku oznacza oszczędność zasobów nieodnawialnej energii pierwotnej. Dla istniejących budynków zamiana źródeł konwencjonalnych na źródła wykorzystujące energię odnawialną może być najskuteczniejszą metodą ich termomodernizacji. W celu zachęcenia właścicieli budynków do wykorzystywania odnawialnych źródeł energii konieczne jest stworzenie przez państwo szerszego systemu wsparcia oraz modyfikacja istniejących przepisów, umożliwiających im działalność prosumencką na rynku energii elektrycznej i ciepła.

Aktualny stan jakości energetycznej nowo budowanych budynków w Polsce wynika z krajowych normatywów, określających dopuszczalną izolacyjność termiczną przegród budowlanych lub maksymalną wartość referencyjnego wskaźnika rocznego jednostkowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną. Z przeprowadzonych w opracowaniu analiz wynika, że w każdym typie budynków (również w budynkach użyteczności publicznej), w których zastosowane będą instalacje wykorzystujące OZE, można w ich charakterystyce energetycznej obniżyć zapotrzebowanie konwencjonalnej energii końcowej i tym samym, w większości przypadków, podnieść ich efektywność energetyczną. Takie przedsięwzięcia są kwalifikowanymi środkami poprawy efektywności energetycznej w tym sektorze gospodarki. Jeśli stosowanie instalacji wykorzystujących zasoby OZE wdrożymy również w obiektach użyteczności publicznej i budynkach gospodarczych dla pokrycia ich potrzeb energetycznych, to wówczas dla całych zasobów nowo oddawanych lub termomodernizowanych budynków uzyskamy znaczną poprawę efektywności energetycznej użytkowania nośników konwencjonalnych. Ta tendencja w znacznym stopniu umożliwi realizację krajowych zadań w zakresie oszczędności energii końcowej, wynikających z postanowień Dyrektywy ESD 2006/32/WE i będzie przejawem dążenia do zrównoważonego rozwoju

gospodarki. Instalacje OZE, jako alternatywne wobec systemów konwencjonalnych, powinny stawać się standardem w projektowaniu budynków niskoenergetycznych. W niedalekiej perspektywie dla nowo oddawanych budynków będzie stawiany reżim standardu niemal zerowego zużycia energii. Osiągnięcie tych standardów w zapotrzebowaniu energii końcowej wymaga bezwzględnie włączenia lokalnych zasobów OZE do pokrywania tych potrzeb, poprzez projektowanie w budynkach instalacji mono- lub biwalentnych, zasilanych energią pozyskaną ze źródeł odnawialnych. Główne potrzeby energetyczne w budynkach mieszkalnych dotyczą ogrzewania i wentylacji pomieszczeń, co wynika ze statystycznej struktury zużycia energii w poszczególnych dziedzinach jej użytkowania. Jeśli główne działania racjonalizujące zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku skierujemy na poprawę efektywności energetycznej instalacji grzewczo-wentylacyjnej i instalacji do przygotowania ciepłej wody użytkowej, to uzyskać możemy maksymalny efekt energetyczno-ekologiczny. Te działania powinny obejmować termomodernizację przegród budowlanych i wdrażanie w maksymalnym zakresie instalacji c.o. i c.w.u., wykorzystujących zasoby OZE dla pokrycia wymaganych potrzeb energetycznych budynku.

Ukierunkowane i przemyślane działania racjonalizujące zużycie energii końcowej dla potrzeb budynków nie powinny stanowić już wyzwania, lecz mają być koniecznym do wykonania zadaniem w zrównoważonej gospodarce.

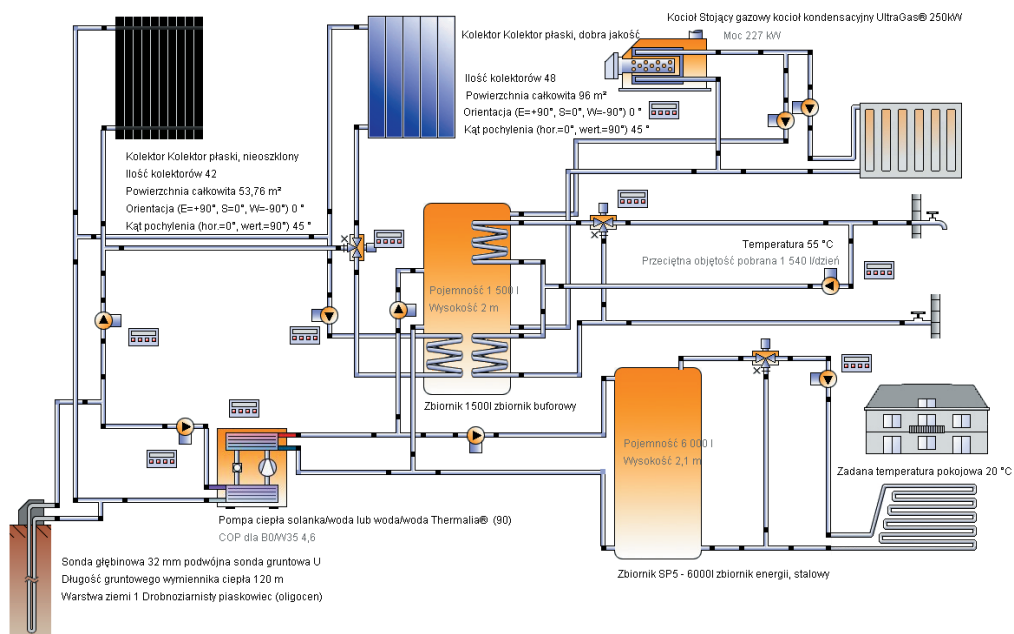
8. ZAŁĄCZNIKI



Załącznik nr 1

Raport z doboru wielkości urządzeń i instalacji wykorzystujących zasoby OZE dla przykładowego budynku użyteczności publicznej

Wariant T0



Raport uproszczony

Przeгляд ciepłej energii słonecznej (roczne wartości)

Powierzchnia kolektora	149,8 m ²
Całkowita frakcja solarna	18%
Frakcja dssolarna w ciepłej wodzie [SFnHw]	31,7 %
Frakcja solarna w budynku [SFnBd]	9,1 %
Całkowity zysk z powierzchni kolektora	64 090,5 kWh
Uzysk z pola kolektora odnoszący się do powierzchni brutto	428 kWh/m ² /Rok
Uzysk z pola kolektora odnoszący się do powierzchni czynnej	457,3 kWh/m ² /Rok
Maksymalne oszczędności na paliwie	1 233,4 m ³ (Gas): [Gaz ziemny H]
Maksymalne oszczędności energii (VDI 6002)	26 953,8 kWh
Maksymalna redukcja emisji CO2	10 510,6 kg

Przeгляд pompy ciepła (roczne wartości)

Sezonowy (pory roku) współczynnik pracy (bez energii pompy)	3,7
Całkowite zużycie energii elektrycznej podczas ogrzewania [Eaux]	88 515,1 kWh
Długość gruntowego wymiennika ciepła (Całkowity)	1 800 m
Energia uzyskana z gruntowego wymiennika ciepła	187 282,8 kWh
Całkowita oszczędność energii	237 520,6 kWh
Całkowita redukcja emisji CO2	127 406 kg

Dane meteorologiczne-Przeгляд

Średnia temperatura zewnętrzna	8,4 °C
Promieniowanie całkowite, suma roczna	1 046,4 kWh/m ²
Promieniowanie rozproszone, suma roczna	569,8 kWh/m ²

Widok komponentów (wartości roczne)

Kocioł 3	Stojący gazowy kocioł kondensacyjny UltraGas® 250kW	
Moc	kW	227
Wydajność całkowita	%	81,1
Zużycie energii elektrycznej i paliwa [Eaux]	kWh	11 481,7
Kolektor 1	Kolektor płaski, dobra jakość	
Powierzchnia całkowita	m ²	96
Całkowita powierzchnia czynna	m ²	86,4

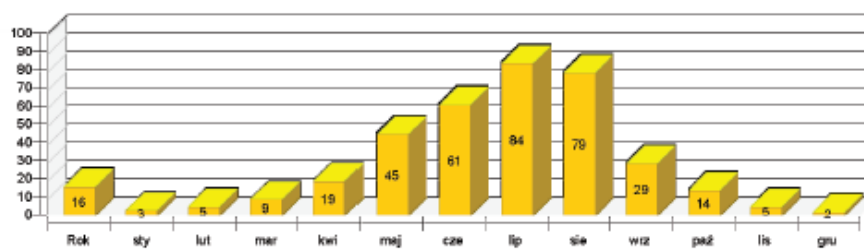
Raport uproszczony

Kąt pochylenia (hor.=0°, wert.=90°)	°	45
Orientacja (E=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Uzysk z powierzchni kolektora [Qsol]	kWh	14 476,2
Promieniowanie na powierzchnię kolektora [Esol]	kWh	104 216,1
Kolektor 2	Kolektor płaski, nieoszlony	
Powierzchnia całkowita	m ²	53,76
Całkowita powierzchnia czynna	m ²	53,76
Kąt pochylenia (hor.=0°, wert.=90°)	°	45
Orientacja (E=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Uzysk z powierzchni kolektora [Qsol]	kWh	49 614,3
Promieniowanie na powierzchnię kolektora [Esol]	kWh	64 845,6
Pompa ciepła solanka/woda lub woda/woda	Thermalia® (90)	
Sezonowy (pory roku) współczynnik pracy (bez energii pompy)		3,68
Zużycie energii elektrycznej i paliwa [Eaux]	kWh	88 515,1
Sonda głębinowa	32 mm podwójna sonda gruntowa U	
Długość gruntowego wymiennika ciepła	m	120
Ilość sond głębinowych		15
Temperatura wylotowa podczas pracy	°C	5,3
Budynek	-	
Ogrzewana i chłodzona powierzchnia mieszkalna	m ²	2 804,5
Zadana temperatura pokojowa	°C	20
Zapotrzebowanie na energię ogrzewania wylą czając c.w.u. [Qdem]	kWh	319 970,2
Konwektor Ogrzewanie podłogowe	Ogrzewanie podłogowe 1000W	
Energia netto z/dla modułów ogrzewających/chł odzających	kWh	314 655,8
Konwektor Radiator	Radiator 1000W	
Energia netto z/dla modułów ogrzewających/chł odzających	kWh	266,5
Zapotrzebowanie na ciepłą wodę	Stała	
Doprowadzona objętość/dzienne zużycie	l/d	1 543,3
Ustawienie temperatury	°C	55
Zapotrzebowanie na energię [Qdem]	kWh	30 487,4

Raport uproszczony

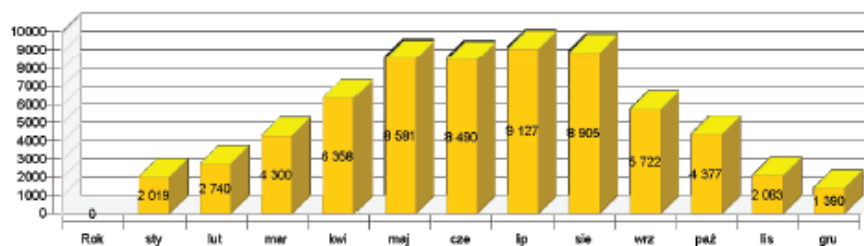
Fracja solarna: frakcja energii solarnej w systemie [SF_n]

%



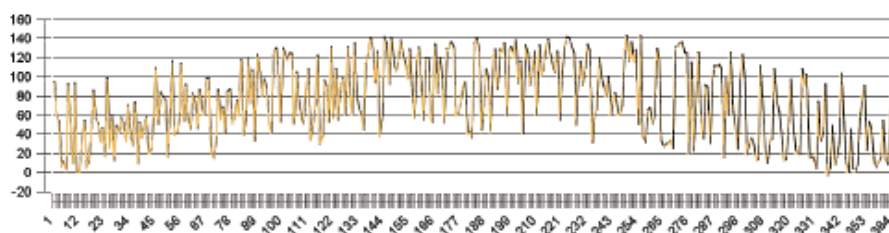
Ciepło solarne w systemie [Q_{sol}]

kWh



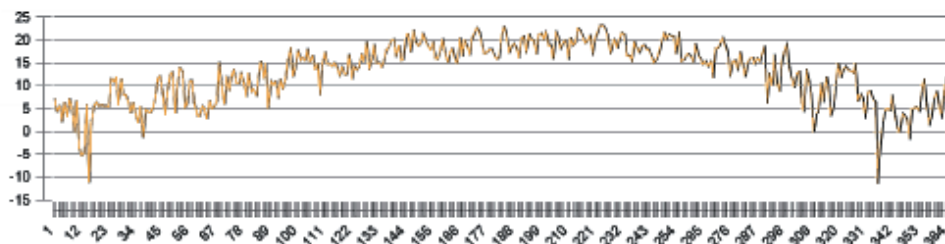
Kolektor 1

Temperatura maksymalna w ciągu dnia [°C]

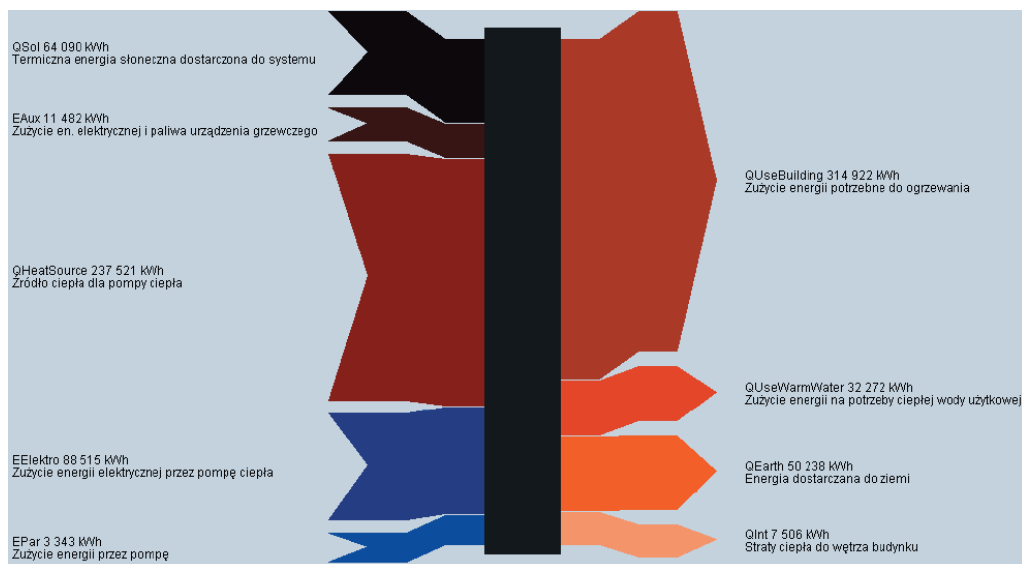


Kolektor 2

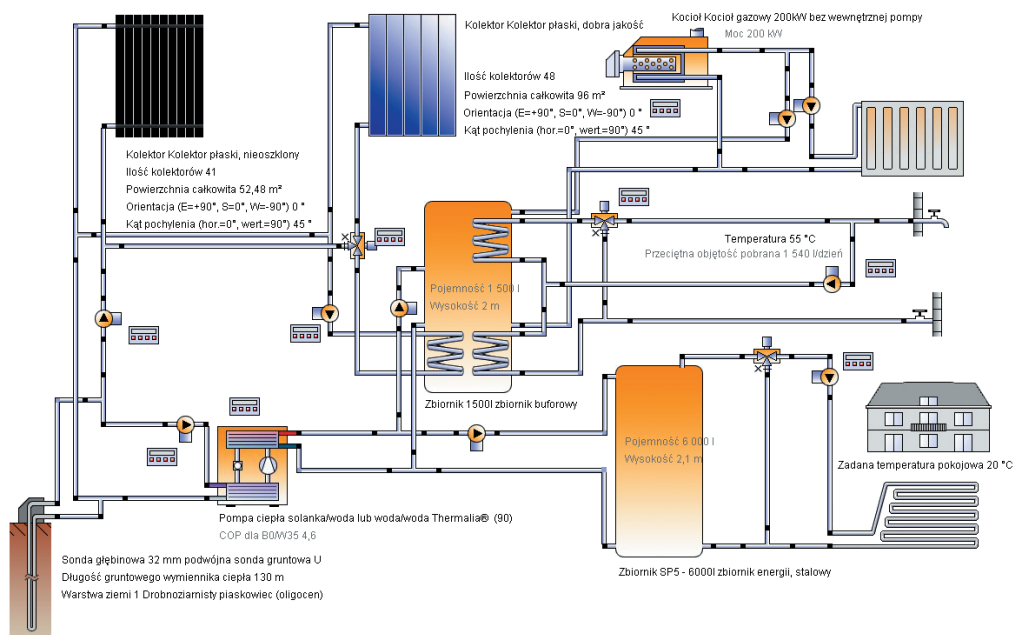
Temperatura maksymalna w ciągu dnia [°C]



Wykres przepływu energii



Wariant T1



Raport uproszczony

Przegląd ciepłej energii słonecznej (roczne wartości)

Powierzchnia kolektora	148,5 m ²
Całkowita frakcja solarna	15,6%
Frakcja dsolarna w ciepłej wodzie [SFnHw]	31 %
Frakcja solarna w budynku [SFnBd]	9 %
Całkowity zysk z powierzchni kolektora	62 506,9 kWh
Uzysk z pola kolektora odnoszący się do powierzchni brutto	421 kWh/m ² /Rok
Uzysk z pola kolektora odnoszący się do powierzchni czynnej	450,1 kWh/m ² /Rok
Maksymalne oszczędności na paliwie	1 251 m ³ (Gas): [Gaz ziemny H]
Maksymalne oszczędności energii (VDI 6002)	26 830,6 kWh
Maksymalna redukcja emisji CO ₂	10 388 kg

Przegląd pompy ciepła (roczne wartości)

Sezonowy (pory roku) współczynnik pracy (bez energii pompy)	3,7
Całkowite zużycie energii elektrycznej podczas ogrzewania [Eaux]	88 902,7 kWh
Długość gruntowego wymiennika ciepła (Całkowity)	1 950 m
Energia uzyskana z gruntowego wymiennika ciepła	191 894 kWh
Całkowita oszczędność energii	240 127 kWh
Całkowita redukcja emisji CO ₂	128 804,1 kg

Dane meteorologiczne-Przegląd

Średnia temperatura zewnętrzna	8,4 °C
Promieniowanie całkowite, suma roczna	1 049,1 kWh/m ²
Promieniowanie rozproszone, suma roczna	570,9 kWh/m ²

Widok komponentów (wartości roczne)

Kocioł 3	Kocioł gazowy 200kW bez wewnętrznej pompy	
Moc	kW	200
Wydajność całkowita	%	78,2
Zużycie energii elektrycznej i paliwa [Eaux]	kWh	12 246,1
Kolektor 1	Kolektor płaski, dobra jakość	
Powierzchnia całkowita	m ²	96
Całkowita powierzchnia czynna	m ²	88,4
Kąt pochylenia (hor.=0°, wert.=90°)	°	45

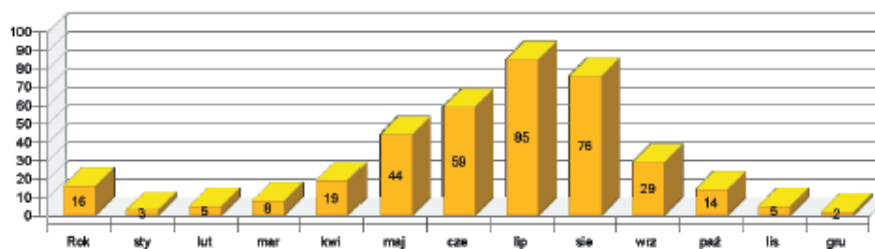
Raport uproszczony

Orientacja (E=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Uzysk z powierzchni kolektora [Qsol]	kWh	14 884,7
Promieniowanie na powierzchnię kolektora [Esol]	kWh	104 575,7
Kolektor 2	Kolektor płaski, nieoszlony	
Powierzchnia całkowita	m ²	52,48
Całkowita powierzchnia czynna	m ²	52,48
Kąt pochyleń (hor.=0°, wert.=90°)	°	45
Orientacja (E=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Uzysk z powierzchni kolektora [Qsol]	kWh	47 622,2
Promieniowanie na powierzchnię kolektora [Esol]	kWh	63 520,1
Pompa ciepła solanka/woda lub woda/woda	Thermalia® (90)	
Sezonowy (pory roku) współczynnik pracy (bez energii pompy)		3,7
Zużycie energii elektrycznej i paliwa [Eaux]	kWh	88 902,7
Sonda głębinowa	32 mm podwójna sonda gruntowa U	
Długość gruntowego wymiennika ciepła	m	130
Ilość sond głębinowych		15
Temperatura wylotowa podczas pracy	°C	5,7
Budynek	-	
Ogrzewana i chłodzona powierzchnia mieszkalna	m ²	2 804,5
Zadana temperatura pokojowa	°C	20
Zapotrzebowanie na energię ogrzewania wyłączając c.w.u. [Qdem]	kWh	322 932,5
Konwektor Ogrzewanie podłogowe	Ogrzewanie podłogowe 1000W	
Energia netto z/dla modułów ogrzewających/chłodziących	kWh	317 739,5
Konwektor Radiator	Radiator 1000W	
Energia netto z/dla modułów ogrzewających/chłodziących	kWh	514,7
Zapotrzebowanie na ciepłą wodę	Stała	
Doprowadzona objętość/dzienne zużycie	l/d	1 543,3
Ustawienie temperatury	°C	55
Zapotrzebowanie na energię [Qdem]	kWh	30 492,1

Raport uproszczony

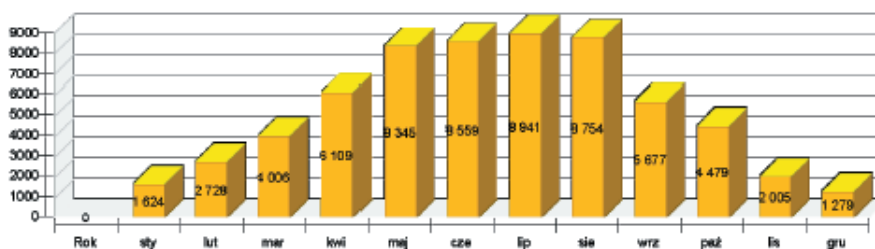
Frakcja solarna: frakcja energii solarnej w systemie [SF_n]

%



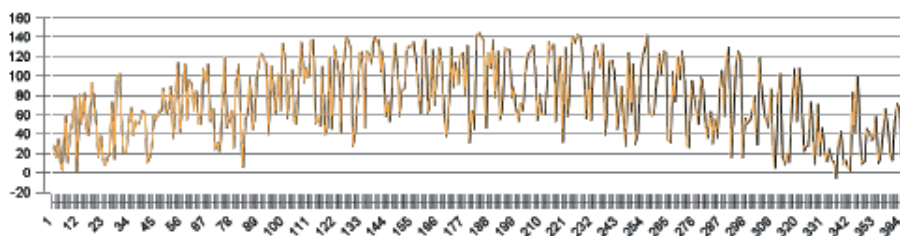
Ciepło solarne w systemie [Q_{sol}]

kWh



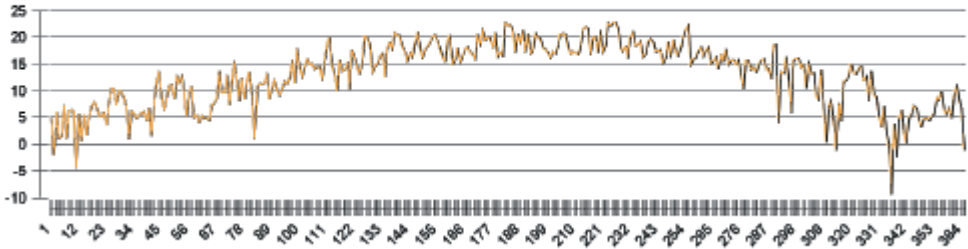
Kolektor 1

Temperatura maksymalna w ciągu dnia [°C]

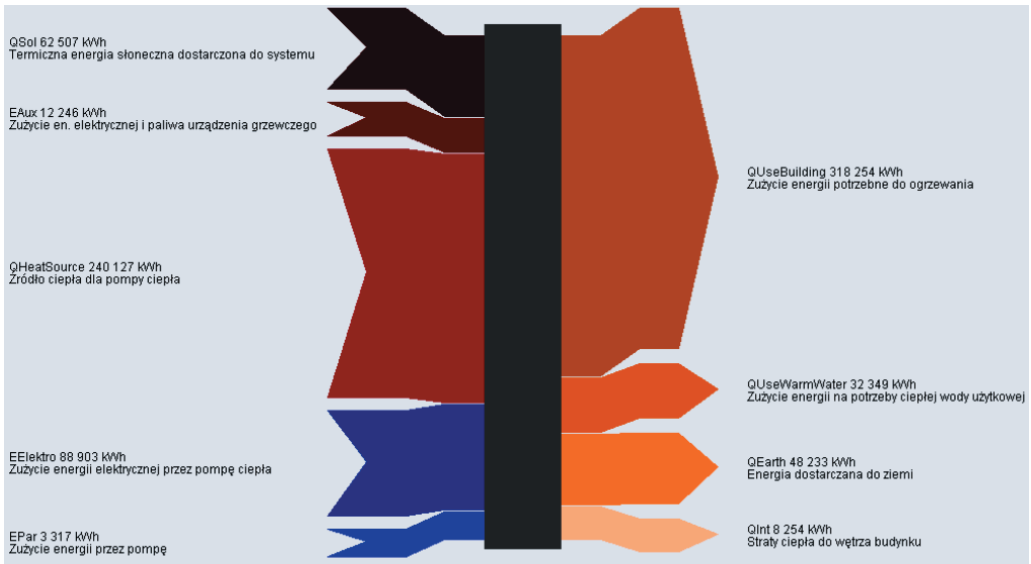


Kolektor 2

Temperatura maksymalna w ciągu dnia [°C]



Wykres przepływu energii



Załącznik nr 2

**Raport z obliczeń cieplnych
termomodernizacji instalacji grzewczych z wykorzystaniem OZE
dla przykładowego budynku użyteczności publicznej**

Stan istniejący B-0

Obliczenia wartości współczynników U elementów budowlanych						
Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
1	Ściana zewnętrzna cz. istn. parter, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk silikatowy	0,030	0,800	0,038	-
	2	Styropian 10	0,150	0,045	3,333	-
	3	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,510	0,770	0,662	-
	4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,71	-	4,23	0,24
2	Ściana na gruncie, przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0	-
	1	Tynk silikatowy	0,030	0,800	0,038	-
	2	Styropian 10	0,100	0,045	2,222	-
	3	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,510	0,770	0,662	-
	4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k		0,66	-	3,08	0,33

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
3	Ściana zewnętrzna cz. istn. komora rozład., przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,04	-	
	1	Tynk silikatowy	0,030	0,800	0,038	-
	2	Styropian 10	0,100	0,045	2,222	-
	5	Żelbet 2500	0,200	1,700	0,118	-
	4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,35	-	2,57	0,39
4	Ściana zewnętrzna cz. istn. piwnica, przegroda jednorodna					
	60	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,04	-	
	1	Tynk silikatowy	0,030	0,800	0,038	-
	2	Styropian 10	0,100	0,045	2,222	-
	3	Mur z cegły ceramicznej pełnej	0,510	0,770	0,662	-
	4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,66	-	3,12	0,32

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
5	Ściana na gruncie, cz. istn. komora rozład., przegroda jednorodna					
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0	-	
	6	Tynk lub gładź cementowa	0,030	1,000	0,030	-
	2	Styropian 10	0,100	0,045	2,222	-
	5	Żelbet 2500	0,200	1,700	0,118	-
	4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)		0,13	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,35	-	2,52	0,40

Ściana zewnętrzna nadbudowa komory rozład. i wejścia, przegroda jednorodna						
6	60	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
	1	Tynk silikatowy	0,030	0,800	0,038	-
	2	Styropian 10	0,150	0,045	3,333	-
	7	Mur z betonu komórkowego na zaprawie cementowo-wapiennej, ze spoinami o grubości nie większej niż 1,5 cm 700	0,300	0,350	0,857	-
	4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	61	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
	Grubość całkowita i U_k			0,50	-	4,42

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
7	Stropodach cz. istn., przegroda jednorodna					
	63	Opór przyjmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,04	-
	8	Materiał papa asfaltowa z dwustronną powłoką gr. 1,5 mm	0,005	0,180	0,028	-
	2	Styropian 10	0,150	0,045	3,333	-
	8	Materiał papa asfaltowa z dwustronną powłoką gr. 1,5 mm	0,005	0,180	0,028	-
	6	Tynk lub gładź cementowa	0,020	1,000	0,020	-
	2	Styropian 10	0,040	0,045	0,889	-
	9	Strop DZ-3 gr. 24 cm	0,240	0,920	0,261	-
	4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	64	Opór przyjmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)			0,1	-
Grubość całkowita i U_k		0,48	-	4,72	0,21	

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
8	Stropodach nadbudowa i wejście, przegroda jednorodna					
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,04	-	
	8	Materiał papa asfaltowa z dwustronną powłoką gr. 1,5 mm	0,005	0,180	0,028	-
	2	Styropian 10	0,150	0,045	3,333	-
	6	Tynk lub gładź cementowa	0,020	1,000	0,020	-
	9	Strop DZ-3 gr. 24 cm	0,240	0,920	0,261	-
	4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,020	0,820	0,024	-
	64	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,1	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,44	-	3,81	0,26
9	Okno zewnętrzne parter (160/170), przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,64
10	Okno zewnętrzne parter (143/75), przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,759
11	Okno zewnętrzne (parter WC), przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,974
12	Okno zewnętrzne piwnice 300/60, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,999
13	Okno zewnętrzne piwnice 110/40, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2,404
14	Okno zewnętrzne piwnice 170/40, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2,382
15	Okno zewnętrzne piwnice 150/60, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2,069

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
16	Okno zewnętrzne piwnice 120/60, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,882
17	Okno zewnętrzne piwnice 143/40, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2,104
18	Okno zewnętrzne parter wejście i nadbudowa , przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,552
19	Drzwi zewnętrzne parter wejście, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	1,666
20	Drzwi zewnętrzne kompresor, przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2,6
21	Brama , przegroda jednorodna					
	Grubość całkowita i U_k		-	-	-	2,6
22	Podłoga na gruncie cz. istn., przegroda jednorodna					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0	-	
	10	Piasek średni	0,200	0,400	0,500	-
	4	Tynk lub gładź cementowo-wapienna	0,080	0,820	0,098	-
	11	Żużel wielkopiecowy granulowany, keramzyt 500	0,120	0,160	0,750	-
	6	Tynk lub gładź cementowa	0,020	1,000	0,020	-
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,17	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,42	-	1,54	0,65

Kody Element Materiał	Opis	d	λ	R	U_c	
		m	W/(m·K)	m ² ·K/W	W/(m ² ·K)	
23	Podłoga na gruncie cz. wejściowa, przegroda jednorodna					
	65	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0	-	
	10	Piasek średni	0,200	0,400	0,500	-
	5	Żelbet 2500	0,100	1,700	0,059	-
	6	Tynk lub gładź cementowa	0,020	1,000	0,020	-
	12	Płyty kamienne	0,030	3,500	0,009	-
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień ciepła w dół)		0,17	-	
	Grubość całkowita i U_k		0,35	-	0,76	1,32

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
przyłącze ciepłownicze – wymiennik płytowy		
Rodzaj nośnika energii	Ciepło z ciepłowni węglowej	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	1,30	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	63361,70	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100-300 kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,93	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i zaizolowaną instalacją	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,97	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,79	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	79815,91	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	4887,48	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	118423,13	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4,19	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m^3
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	50,00	$^{\circ}\text{C}$
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	$^{\circ}\text{C}$
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,12	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	50,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	7,00	$\text{dm}^3/\text{j.o.}\cdot\text{d}$
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{UZ}	250,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5132,75	kWh/rok
podrzewacze elektryczne przepływowe		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	65,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	3336,29	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	1,00	-
Wybrany wariant przesyłu	Miejscowe przygotowanie c.w.u., instalacja bez obiegu cyrkulacyjnego	
Wybrany wariant przesyłu	Miejscowe przygotowanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru wody ciepłej	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	1,00	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	1,00	-

Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	3336,29	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	10008,86	kWh/rok
podgrzewacze akumulacyjne		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_W	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	35,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	1796,46	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem bez strat)	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,98	-
Wybrany wariant przesyłu	Miejskowe przygotowanie c.w.u., instalacja bez obiegu cyrkulacyjnego	
Wybrany wariant przesyłu	Miejskowe przygotowanie cieplej wody bezpośrednio przy punktach poboru wody ciepłej	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	1,00	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,82	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	2182,29	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	6546,88	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja chłodu		
Klimatyzacja		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_C	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{C,nd\%}$	1364,57	kWh/rok
Wybrany wariant systemu chłodzenia	System bezpośredni	
Wybrany typ instalacji nośnika	...	
Efektywność energetyczna wytwarzania ESSER	3,00	-
Wybrany wariant systemu rozdziału	Bezpośrednie - zdecentralizowane	
Wybrany rodzaj systemu rozdziału	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	
Sprawność rozdziału $\eta_{C,d}$	1,00	-
Wybrany wariant rodzaju instalacji	Instalacja wody lodowej z termostatycznymi zaworami przelotowymi przy odbiornikach	
Wybrane wyposażenie	Regulacja skokowa	
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{C,e}$	0,92	-
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	Bez zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{C,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{C,tot}$	2,76	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,C\%}=Q_{C,nd\%}/\eta_{C,tot}$	494,41	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,C}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,C\%}=W_C \times Q_{K,C} + W_{el} \times E_{el,pom,C}$	1483,22	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja oświetlenia		
Nowe źródło światła		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_L	3,0	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Eksploatacyjne natężenie oświetlenia E_m	0,00	lx
Skuteczność świetlna η_z	0,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	12,40	W/m ²
Energia użytkowa $E_{L,j\%}$	31,00	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_f	885,36	m ²
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_C	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $E_{K,L\%}=E_{L,j\%}*A_f$	27446,16	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,L}$	6,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,L\%}=W_L*Q_{k,L}+w_{el}*E_{el,pom,L}$	82356,48	kWh/rok

Wariant B-OZE1

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Kocioł na biomasę		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	70,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	44353,19	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Piec na pelety	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,82	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i zaizolowaną instalacją	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,97	-
Wybrany wariant akumulacji	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55 °C wewnątrz osłony termicznej budynku	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	0,95	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,66	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	66701,10	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	1600,59	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H\%} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	18141,98	kWh/rok
Kolektor słoneczny		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_H	0,00	-

Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	30,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	19008,51	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kolektory słoneczne	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	1,00	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i zaizolowaną instalacją	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,97	-
Wybrany wariant akumulacji	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55 °C wewnątrz osłony termicznej budynku	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	0,95	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,81	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	23440,67	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	1290,13	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	3870,38	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej

Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4,19	kJ/kg*K
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m ³
Temperatura ciepłej wody, θ_{cw}	50,00	°C
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	°C
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,12	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	50,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	7,00	dm ³ /j.o.*d
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{uz}	250,00	dni

Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5132,75	kWh/rok
Kocioł na biomasę		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	50,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2566,38	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Piec na pelety	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,82	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,60	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,41	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%} = Q_{W,nd\%} / \eta_{W,tot}$	6209,77	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	340,42	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%} = W_w \times Q_{K,W\%} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	2263,22	kWh/rok
Kolektor słoneczny		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_w	0,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	50,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2566,38	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kolektory słoneczne	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	1,00	-

Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,60	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,50	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	5092,01	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	340,42	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	1021,26	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja chłodu		
Klimatyzacja		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_c	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{C,nd\%}$	1364,57	kWh/rok
Wybrany wariant systemu chłodzenia	System bezpośredni	
Wybrany typ instalacji nośnika	...	
Efektywność energetyczna wytwarzania ESSER	3,00	-
Wybrany wariant systemu rozdziału	Bezpośrednie - zdecentralizowane	
Wybrany rodzaj systemu rozdziału	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	
Sprawność rozdziału $\eta_{C,d}$	1,00	-
Wybrany wariant rodzaju instalacji	Instalacja wody lodowej z termostacjami zaworami przelotowymi przy odbornikach	
Wybrane wyposażenie	Regulacja skokowa	

Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{C,e}$	0,92	-
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{k,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	Bez zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{C,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{C,tot}$	2,76	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,C\%}=Q_{C,nd\%}/\eta_{C,tot}$	494,41	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,C}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,C\%}=W_C \times Q_{k,C} + W_{el} \times E_{el,pom,C}$	1483,22	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja oświetlenia		
Nowe źródło światła		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_L	3,0	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Eksploatacyjne natężenie oświetlenia E_m	0,00	lx
Skuteczność świetlna η_z	0,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	12,40	W/m ²
Energia użytkowa $E_{L,j\%}$	31,00	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_f	885,36	m ²
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_C	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $E_{K,L\%}=E_{L,j\%} \times A_f$	27446,16	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,L}$	6,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,L\%}=W_L \times Q_{k,L} + W_{el} \times E_{el,pom,L}$	82356,48	kWh/rok

Załącznik nr 3

Raport z analizy przykładów stosowania instalacji OZE i ich wpływu na redukcję emisji gazów cieplarnianych

Przykład 1 - Wyniki obliczeń wskaźnika EP dla budynku - stan istniejący

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	21,01	1,00	22,01
Paliwo - węgiel kamienny	197,07	0,00	0,00	197,07

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	122,26	10,38	1,00	133,64
Udział [%]	91,48	7,77	0,75	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	197,07	21,01	1,00	219,08
Udział [%]	89,95	9,59	0,46	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	216,77	63,04	3,00	282,82
Udział [%]	76,65	22,29	1,06	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	282,82	kWh/(m ² rok)		

Przykład 1 - Wyniki obliczeń wskaźnika EP i wielkości emisji dla budynku - Wariant 1

1. Zapotrzebowanie energii

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	49,27	0,00	1,00	50,27
Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	0,00	20,59	0,00	20,59

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	122,26	10,38	1,00	133,64
Udział [%]	91,48	7,77	0,75	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	49,27	20,59	1,00	70,86
Udział [%]	69,53	29,06	1,41	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	147,80	0,00	3,00	150,80
Udział [%]	98,01	0,00	1,99	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	150,80	kWh/(m ² rok)		

2. Dane budynku

Przeznaczenie budynku: Mieszkalny

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Katowice

Powierzchnia zabudowy $A_z=119,95 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r=208,54 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=288,68 \text{ m}^2$

Kubatura po obrysie zewnętrznym $V_e=860,95 \text{ m}^3$

Kubatura ogrzewana budynku $V=512,23 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 3

3. Charakterystyka źródeł ciepła systemu ogrzewania i wentylacji

3.1. Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Paliwo - węgiel kamienny	100,0	0,62	7,70	kWh/kg	41096,1	5337,2	kg/rok

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 208,54 kWh/rok.

3.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Energia elektryczna - produkcja mieszana	100,0	2,48	1,00	kWh/kWh	10274,0	10274,0	kWh/rok

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 208,54 kWh/rok.

4. Charakterystyka źródeł ciepła systemu przygotowania ciepłej wody

4.1. Budynek projektowany

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{W,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Energia elektryczna - produkcja mieszana	100,0	0,49	1,00	kWh/kWh	4382,4	4382,4	kWh/rok

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 0,00 kWh/rok.

4.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{w,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{k,w}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	100,0	0,50	1,00	kWh/kWh	4294,8	4294,8	kWh/rok

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 0,00 kWh/rok.

5. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i paliw

5.1. Budynek projektowany (stan bazowy)

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Paliwo - węgiel kamienny	kg/Mg	19,200000	1,000000	45,000000	2000,000000	10,500000	0,350000	0,014000
Energia elektryczna - produkcja mieszana	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	1,000000	0,001500	0,000003	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Energia elektryczna - produkcja mieszana	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	1,000000	0,001500	0,000003	0,000000

5.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Energia elektryczna - produkcja mieszana	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	1,000000	0,001500	0,000003	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	kg/kWh	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Energia elektryczna - produkcja mieszana	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	1,000000	0,001500	0,000003	0,000000

6. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

6.1. Budynek projektowany (stan bazowy)

system	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	104,3711	5,8168	240,3160	10882,8561	56,3530	1,8686	0,0747
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	39,8798	10,0795	3,0239	4382,3980	6,5736	0,0118	0,0002
Całkowita emisja w budynku								
Jedn.	Jedn.	SO₂	NO_x	CO	CO₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
kg/rok	kg/rok	144,2510	15,8963	243,3399	15265,2541	62,9266	1,8804	0,0750
System								
Jedn.	Jedn.	SO₂	NO_x	CO	CO₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
kg/rok	kg/rok	104,3711	5,8168	240,3160	10882,8561	56,3530	1,8686	0,0747
kg/rok	kg/rok	39,8798	10,0795	3,0239	4382,3980	6,5736	0,0118	0,0002
Całkowita emisja w budynku								
Jedn.	Jedn.	SO₂	NO_x	CO	CO₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
kg/rok	kg/rok	144,2510	15,8963	243,3399	15265,2541	62,9266	1,8804	0,0750

6.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

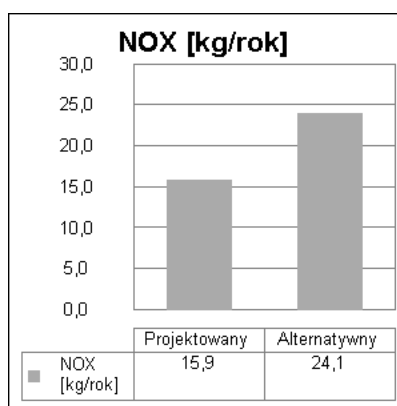
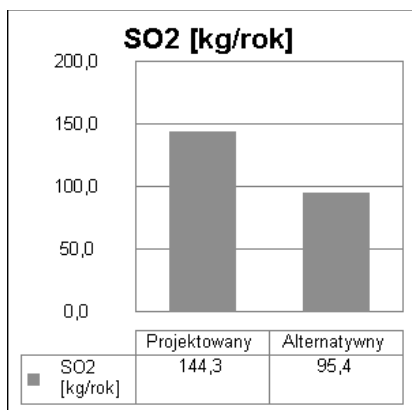
System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	95,3914	24,1099	7,2330	10482,5693	15,7239	0,0283	0,0006
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku								
Jedn.	Jedn.	SO₂	NO_x	CO	CO₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
kg/rok	kg/rok	95,3914	24,1099	7,2330	10482,5693	15,7239	0,0283	0,0006

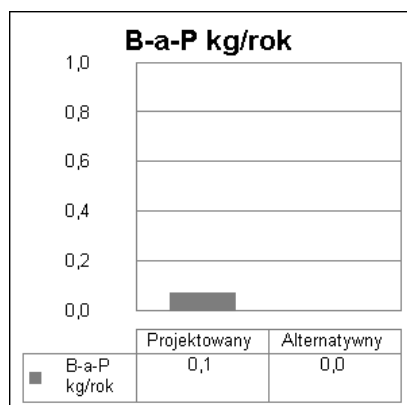
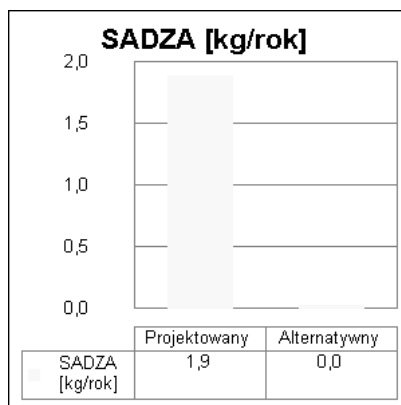
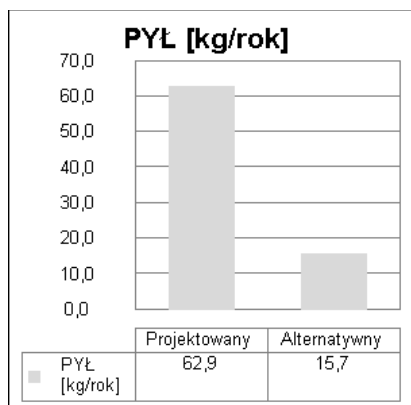
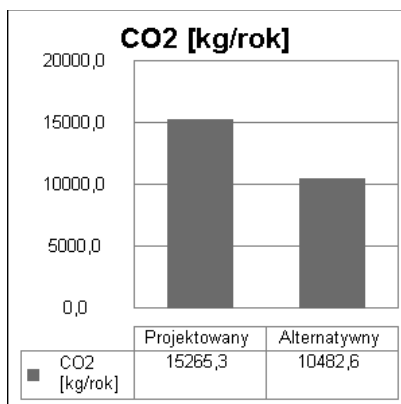
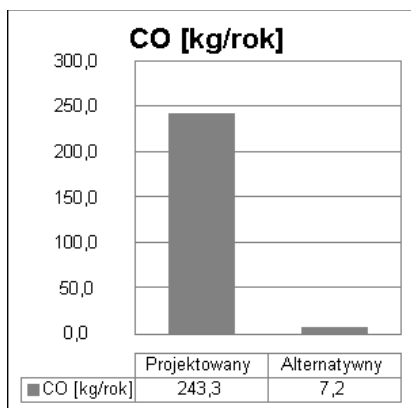
7. Bezpośredni efekt ekologiczny

7.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek projektowany [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny [kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	144,250970	95,391381	48,859590	33,87
NO _x	15,896315	24,109909	-8,213594	-51,67
CO	243,339861	7,232973	236,106888	97,03
CO ₂	15265,254108	10482,569293	4782,684815	31,33
PYŁ	62,926567	15,723854	47,202713	75,01
SADZA	1,880401	0,028303	1,852098	98,49
B-a-P	0,074968	0,000566	0,074402	99,24

7.2. Wykresy bezpośredniego efektu ekologicznego





8. Emisja równoważna

Wartości współczynnika toksyczności zanieczyszczeń obliczono w oparciu o Rozporządzenie Ministerstwa Środowiska z dnia 26.01.2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. nr 87/2010 poz. 16).

$$K_{SO_2} = e_{SO_2}/e_t = 20/20 \text{ mg/m}^3 = 1,00$$

$$K_{NO_x} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{CO} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{CO_2} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{PYŁ} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{SADZA} = e_{SO_2}/e_t = 20/8 \text{ mg/m}^3 = 2,50$$

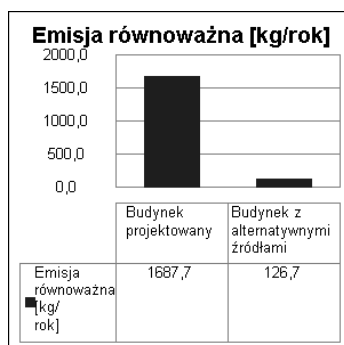
$$K_{B-a-P} = e_{SO_2}/e_t = 20/0,001 \text{ mg/m}^3 = 20000,00$$

8.1. Tabela emisji równoważnej

Efekt ekologiczny, wyrażony emisją równoważną dla projektowanego budynku i proponowanych źródeł alternatywnych, wynosi 1561,025693 kg/rok, czyli 92,5%.

Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - budynek projektowany [kg/rok]	Emisja - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek projektowany [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]
SO ₂	1,00	144,250970	95,391381	144,250970	95,391381
NO _x	0,50	15,896315	24,109909	7,948158	12,054955
PYŁ	0,50	62,926567	15,723854	31,463283	7,861927
SADZA	2,50	1,880401	0,028303	4,701002	0,070757
B-a-P	20000,00	0,074968	0,000566	1499,362474	11,321175
Łączna emisja równoważna				1687,725887	126,700194

8.2. Wykres emisji równoważnej



Przykład 1 - Wyniki obliczeń wskaźnika EP i wielkości emisji dla budynku - Wariant 2

1. Zapotrzebowanie energii

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	1,00	1,00
Paliwo - biomasa	212,26	0,00	0,00	212,26
Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	0,00	10,38	0,00	10,38

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	122,26	10,38	1,00	133,64
Udział [%]	91,48	7,77	0,75	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	212,26	10,38	1,00	223,64
Udział [%]	94,91	4,64	0,45	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	42,45	0,00	3,00	45,45
Udział [%]	93,40	0,00	6,60	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	45,45	kWh/(m ² rok)		

2. Dane budynku

Przeznaczenie budynku: Mieszkalny

Strefa klimatyczna: III

Stacja meteorologiczna: Katowice

Powierzchnia zabudowy $A_z=119,95 \text{ m}^2$

Powierzchnia o regulowanej temperaturze $A_r=208,54 \text{ m}^2$

Powierzchnia netto $A=288,68 \text{ m}^2$

Kubatura po obrysie zewnętrznym $V_e=860,95 \text{ m}^3$

Kubatura ogrzewana budynku $V=512,23 \text{ m}^3$

Liczba kondygnacji: 3

3. Charakterystyka źródeł ciepła systemu ogrzewania i wentylacji

3.1. Budynek projektowany (stan bazowy)

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Paliwo - węgiel kamienny	100,0	0,62	7,70	kWh/kg	41096,1	5337,2	kg/rok

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 208,54 kWh/rok.

3.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{H,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,H}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Paliwo - biomasa	100,0	0,58	4,90	kWh/kg	44263,9	9033,5	kg/rok

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji: 208,54 kWh/rok.

4. Charakterystyka źródeł ciepła systemu przygotowania ciepłej wody

4.1. Budynek projektowany (stan bazowy)

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{W,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{K,W}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Energia elektryczna - produkcja mieszana	100,0	0,49	1,00	kWh/kWh	4382,4	4382,4	kg/rok

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 0,00 kWh/rok.

4.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

Rodzaj paliwa	Udział %	$\eta_{w,tot}$	H_u	Jedn.	$Q_{k,w}$ [kWh/rok]	Zużycie paliwa B	Jedn.
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	100,0	0,50	1,00	kWh/kWh	4294,8	4294,8	kWh/rok

Zapotrzebowanie na energię elektryczną - produkcji mieszanej od urządzeń pomocniczych systemu przygotowania ciepłej wody: 0,00 kWh/rok.

5. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń poszczególnych systemów i paliw

5.1. Budynek projektowany (stan bazowy)

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Paliwo - węgiel kamienny	kg/Mg	19,200000	1,000000	45,000000	2000,000000	10,500000	0,350000	0,014000
Energia elektryczna - produkcja mieszana	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	1,000000	0,001500	0,000003	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Energia elektryczna - produkcja mieszana	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	1,000000	0,001500	0,000003	0,000000

5.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

System ogrzewania i wentylacji								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Paliwo - biomasa	kg/Mg	0,690000	19,970000	1,170000	0,000000	0,690000	0,000000	0,000000
Energia elektryczna - produkcja mieszana	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	1,000000	0,001500	0,000003	0,000000
System przygotowania ciepłej wody								
Rodzaj paliwa	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	kg/kWh	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Energia elektryczna - produkcja mieszana	kg/kWh	0,009100	0,002300	0,000690	1,000000	0,001500	0,000003	0,000000

6. Emisja zanieczyszczeń poszczególnych systemów w budynku

6.1. Budynek projektowany (stan bazowy)

System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	104,3711	5,8168	240,3160	10882,8561	56,3530	1,8686	0,0747
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	39,8798	10,0795	3,0239	4382,3980	6,5736	0,0118	0,0002
Całkowita emisja w budynku								
	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	144,2510	15,8963	243,3399	15265,2541	62,9266	1,8804	0,0750

6.2. Budynek z alternatywnymi źródłami

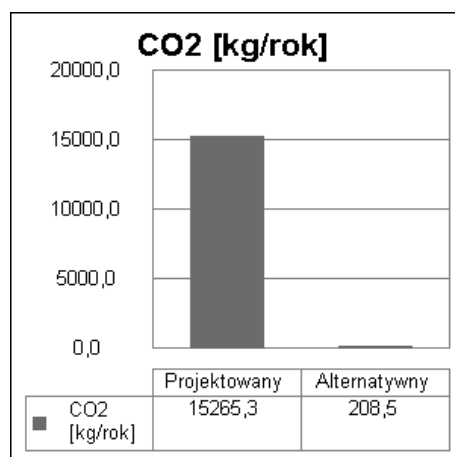
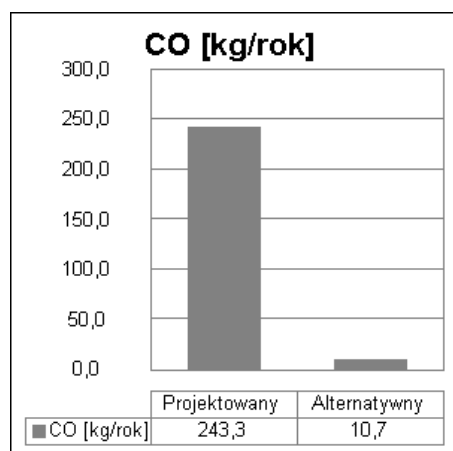
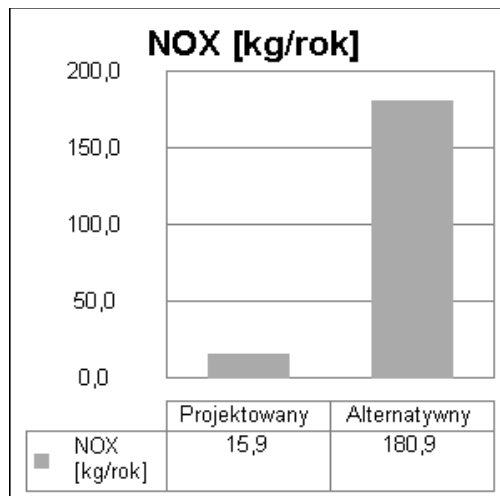
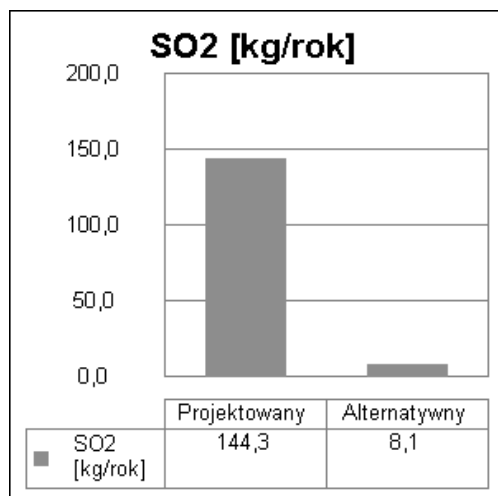
System	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
System ogrzewania i wentylacji	kg/rok	8,1308	180,8778	10,7130	208,5400	6,5459	0,0006	0,0000
System przygotowania ciepłej wody	kg/rok	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Całkowita emisja w budynku								
	Jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	PYŁ	SADZA	B-a-P
	kg/rok	8,1308	180,8778	10,7130	208,5400	6,5459	0,0006	0,0000

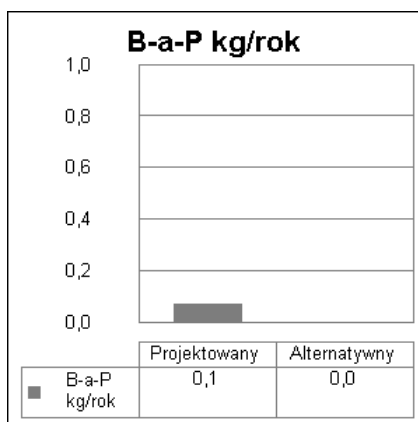
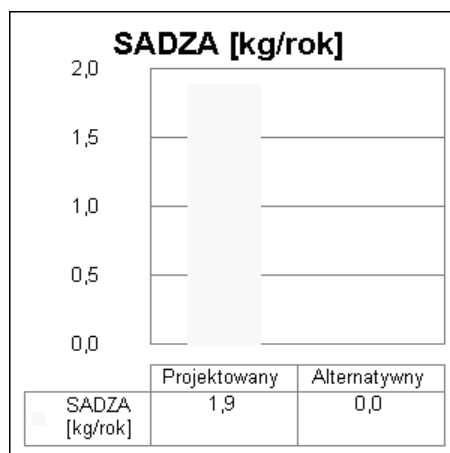
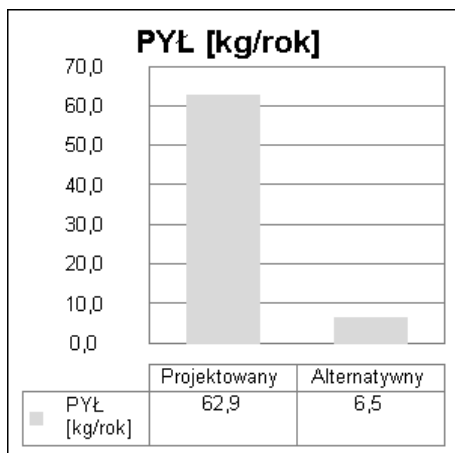
7. Bezpośredni efekt ekologiczny

7.1. Tabela bezpośredniego efektu ekologicznego

Emitowane zanieczyszczenie	Budynek projektowany [kg/rok]	Budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Efekt ekologiczny [kg/rok]	Redukcja emisji [%]
SO ₂	144,250970	8,130800	136,120171	94,36
NO _x	15,896315	180,877793	-164,981477	-1037,86
CO	243,339861	10,713038	232,626822	95,60
CO ₂	15265,254108	208,540000	15056,714108	98,63
PYŁ	62,926567	6,545896	56,380671	89,60
SADZA	1,880401	0,000563	1,879838	99,97
B-a-P	0,074968	0,000011	0,074957	99,98

7.2. Wykresy bezpośredniego efektu ekologicznego





8. Emisja równoważna

Wartości współczynnika toksyczności zanieczyszczeń obliczono w oparciu o Rozporządzenie Ministerstwa Środowiska z dnia 26.01.2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. nr 87/2010 poz.16).

$$K_{SO_2} = e_{SO_2}/e_t = 20/20 \text{ mg/m}^3 = 1,00$$

$$K_{NO_x} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{CO} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{CO_2} = e_{SO_2}/e_t = \text{brak wymagań}$$

$$K_{PYŁ} = e_{SO_2}/e_t = 20/40 \text{ mg/m}^3 = 0,50$$

$$K_{SADZA} = e_{SO_2}/e_t = 20/8 \text{ mg/m}^3 = 2,50$$

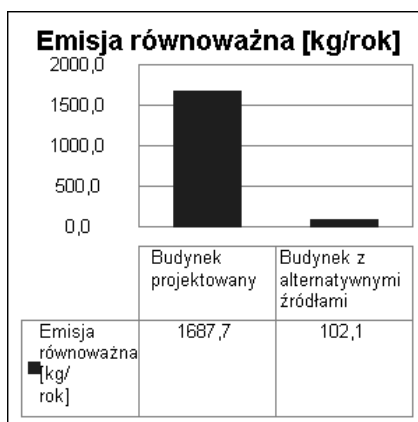
$$K_{B-a-P} = e_{SO_2}/e_t = 20/0,001 \text{ mg/m}^3 = 20000,00$$

8.1. Tabela emisji równoważnej

Emitowane zanieczyszczenie	Współczynnik toksyczności K	Emisja - budynek projektowany [kg/rok]	Emisja - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek projektowany [kg/rok]	Emisja równoważna - budynek z alternatywnymi źródłami [kg/rok]
SO ₂	1,00	144,250970	8,130800	144,250970	8,130800
NO _x	0,50	15,896315	180,877793	7,948158	90,438896
PYŁ	0,50	62,926567	6,545896	31,463283	3,272948
SADZA	2,50	1,880401	0,000563	4,701002	0,001408
B-a-P	20000,00	0,074968	0,000011	1499,362474	0,225223
Łączna emisja równoważna				1687,725887	102,069275

Efekt ekologiczny, wyrażony emisją równoważną dla projektowanego budynku i proponowanych źródeł alternatywnych, wynosi 1585,656612 kg/rok, czyli 94,0%.

8.2. Wykres emisji równoważnej



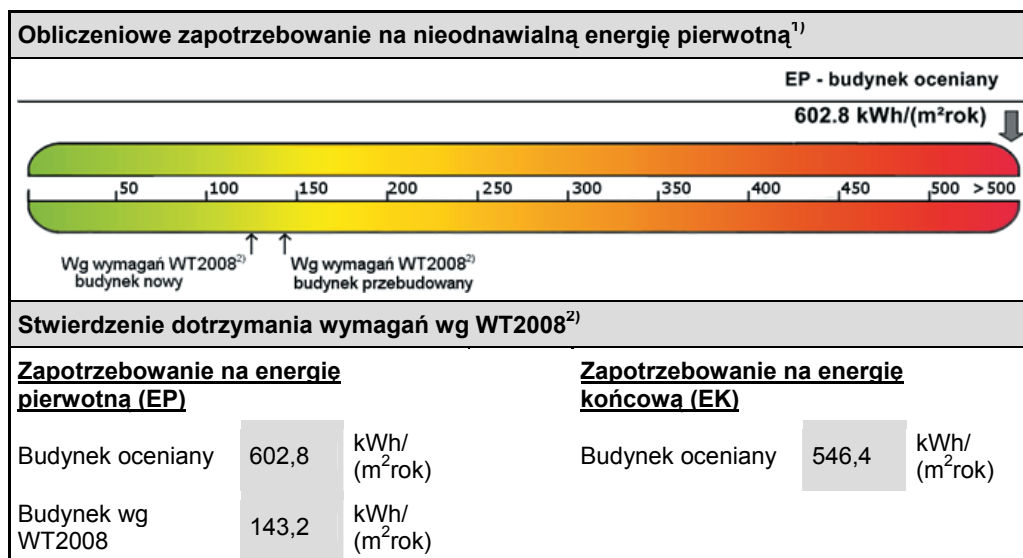
Załącznik nr 4

Raport z analizy przykładów stosowania instalacji OZE w budynkach i ich wpływu na jego parametry energetyczne

Wyniki obliczeń świadectwa charakterystyki energetycznej dla budynku MW-1

Stan istniejący

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej



Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	0,56	0,56
Paliwo - gaz ziemny	158,05	51,77	0,00	209,81
Paliwo - węgiel kamienny	336,62	0,00	0,00	336,62

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	299,03	18,64	0,56	318,22
Udział [%]	93,97	5,86	0,18	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	494,66	51,77	0,56	546,99
Udział [%]	90,43	9,46	0,10	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	544,13	56,94	1,69	602,76
Udział [%]	90,27	9,45	0,28	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	602,76	kWh/(m ² rok)		

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Niezgrupowane		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Kocioł gazowy		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - gaz ziemny	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	1,10	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	40,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	35336,58	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kotły na paliwo gazowe lub płynne z otwartą komorą spalania i dwustawną regulacją procesu spalania	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,86	-

Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	Ogrzewanie mieszkaniowe	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	1,00	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,76	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	46692,10	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	166,02	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	51859,37	kWh/rok
Piece kaflowe		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - węgiel kamienny	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_H	1,10	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	60,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	53004,88	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Piece kaflowe	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,65	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie miejscowe przy braku regulacji automatycznej w pomieszczeniu	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,82	-
Wybrany wariant przesyłu	Źródło ciepła w pomieszczeniu	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	1,00	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,53	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	99446,30	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	109390,93	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Niezgrupowane		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_{w}	4,19	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m^3
Temperatura ciepłej wody, θ_{cW}	55,00	$^{\circ}\text{C}$
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	$^{\circ}\text{C}$
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,00	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	6,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{cW}	48,00	$\text{dm}^3/\text{j.o.}\cdot\text{d}$
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{uz}	365,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{w,nd}$	5505,66	kWh/rok
Nowe źródło ciepłej wody		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - gaz ziemny	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	1,10	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{w,nd\%}$	5505,66	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Przełpywowy podgrzewacz gazowy z zapłonem płomieniem dyżurnym	
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	0,45	-
Wybrany wariant przesyłu	Miejscowe przygotowanie c.w.u., instalacja bez obiegu cyrkulacyjnego	
Wybrany wariant przesyłu	Miejscowe przygotowanie ciepłej wody dla grupy punktów poboru wody ciepłej w jednym pomieszczeniu sanitarnym, bez obiegu cyrkulacyjnego	
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	0,80	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika	
Sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	1,00	-

Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,36	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	15293,50	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W\%} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	16822,85	kWh/rok

Wariant 1

c.o. CHP-H

c.w.u. CHP-H

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej

Obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną ¹⁾					
EP - budynek oceniany					
↓ 77.5 kWh/(m ² rok)					
↑ Wg wymagań WT2008 ²⁾ budynek nowy			↑ Wg wymagań WT2008 ²⁾ budynek przebudowany		
Stwierdzenie dotrzymania wymagań wg WT2008 ²⁾					
Zapotrzebowanie na energię pierwotną (EP)			Zapotrzebowanie na energię końcową (EK)		
Budynek oceniany	77,5	kWh/ (m ² rok)	Budynek oceniany	427,2	kWh/ (m ² rok)
Budynek wg WT2008	143,2	kWh/ (m ² rok)			

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	4,48	4,48
Ciepło z kogeneracji - biomasa	397,24	29,91	0,00	427,16

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	299,03	18,64	4,48	322,14
Udział [%]	92,82	5,79	1,39	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	397,24	29,91	4,48	431,64
Udział [%]	92,03	6,93	1,04	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	59,59	4,49	13,45	77,52
Udział [%]	76,87	5,79	17,35	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	77,52	kWh/(m ² rok)		

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Niezgrupowane		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Kogeneracja z biomasy		
Rodzaj nośnika energii	Ciepło z kogeneracji - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	0,15	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	88341,46	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100 kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,91	-

Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i bez izolacji instalacji	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,94	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,75	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%} = Q_{H,nd\%} / \eta_{H,tot}$	117357,99	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	849,66	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%} = W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	20152,67	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Niezgrupowane		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4,19	kJ/kg*K
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m ³
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	55,00	°C
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	°C
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,00	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	6,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	48,00	dm ³ /j.o.*d
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{uz}	365,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5505,66	kWh/rok
Kogeneracja z biomasy		
Rodzaj nośnika energii	Ciepło z kogeneracji - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	0,15	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-

Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	5505,66	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,89	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,70	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,62	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	8837,34	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	474,46	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W\%} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	2748,98	kWh/rok

Wariant 2

c.o. CH
c.w.u. CH

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej

Obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną ¹⁾					
EP - budynek oceniany					
↓ 98.9 kWh/(m²rok)					
↑ Wg wymagań WT2008 ²⁾ budynek nowy			↑ Wg wymagań WT2008 ²⁾ budynek przebudowany		
Stwierdzenie dotrzymania wymagań wg WT2008 ²⁾					
Zapotrzebowanie na energię pierwotną (EP)			Zapotrzebowanie na energię końcową (EK)		
Budynek oceniany	98,9	kWh/ (m ² rok)	Budynek oceniany	427,2	kWh/ (m ² rok)
Budynek wg WT2008	143,2	kWh/ (m ² rok)			

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	4,48	4,48
Ciepło z ciepłowni na biomasę	397,24	29,91	0,00	427,16

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	299,03	18,64	4,48	322,14
Udział [%]	92,82	5,79	1,39	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	397,24	29,91	4,48	431,64
Udział [%]	92,03	6,93	1,04	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	79,45	5,98	13,45	98,88
Udział [%]	80,35	6,05	13,60	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	98,88	kWh/(m ² rok)		

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej	
Niezgrupowane	
Instalacja grzewcza i wentylacyjna	
Ciepłownia opalana biomasą	
Rodzaj nośnika energii	Ciepło z ciepłowni na biomasę

Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	88341,46	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,91	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i bez izolacji instalacji	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,94	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,75	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%} = Q_{H,nd\%} / \eta_{H,tot}$	117357,99	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	849,66	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%} = W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	26020,57	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Niegrupowane		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4.19	kJ/kg*K
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m ³
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	55,00	°C
Temperatura zimnej wody, θ_O	10	°C
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,00	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	6,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	48,00	dm ³ /j.o.*d
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-

Czas użytkowania instalacji, t_{uz}	365,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5505,66	kWh/rok
Ciepłownia opalana biomasą		
Rodzaj nośnika energii	Ciepło z ciepłowni na biomasę	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	5505,66	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,89	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,70	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,62	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%} = Q_{W,nd\%} / \eta_{W,tot}$	8837,34	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	474,46	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%} = W_w \times Q_{K,W\%} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	3190,85	kWh/rok

Wariant 3

c.o. B
c.w.u. SE + B

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej

Obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną ¹⁾				
<p>EP - budynek oceniany</p> <p style="text-align: center;">↓ 117.6 kWh/(m²rok)</p> <p style="text-align: center;">↑ Wg wymagań WT2008²⁾ budynek nowy ↑ Wg wymagań WT2008²⁾ budynek przebudowany</p>				
Stwierdzenie dotrzymania wymagań wg WT2008 ²⁾				
Zapotrzebowanie na energię pierwotną (EP)			Zapotrzebowanie na energię końcową (EK)	
Budynek oceniany	117,6	kWh/ (m ² rok)	Budynek oceniany	547,0 kWh/ (m ² rok)
Budynek wg WT2008	143,2	kWh/ (m ² rok)		

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	4,20	4,20
Paliwo - biomasa	502,07	22,71	0,00	524,78
Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	0,00	22,25	0,00	22,25

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	299,03	18,64	4,20	321,87
Udział [%]	92,90	5,79	1,31	100,00

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	502,07	44,96	4,20	551,23
Udział [%]	91,08	8,16	0,76	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	100,41	4,54	12,61	117,56
Udział [%]	85,41	3,86	10,72	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	117,56	kWh/(m²rok)		

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Niezgrupowane		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Kocioł opalany biomasą		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	88341,46	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kotły na biomasę (drewno) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy do 100 kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,72	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i bez izolacji instalacji	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,94	-

Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,60	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	148327,46	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	856,75	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	32235,73	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej

Niezgrupowane

Instalacja ciepłej wody użytkowej

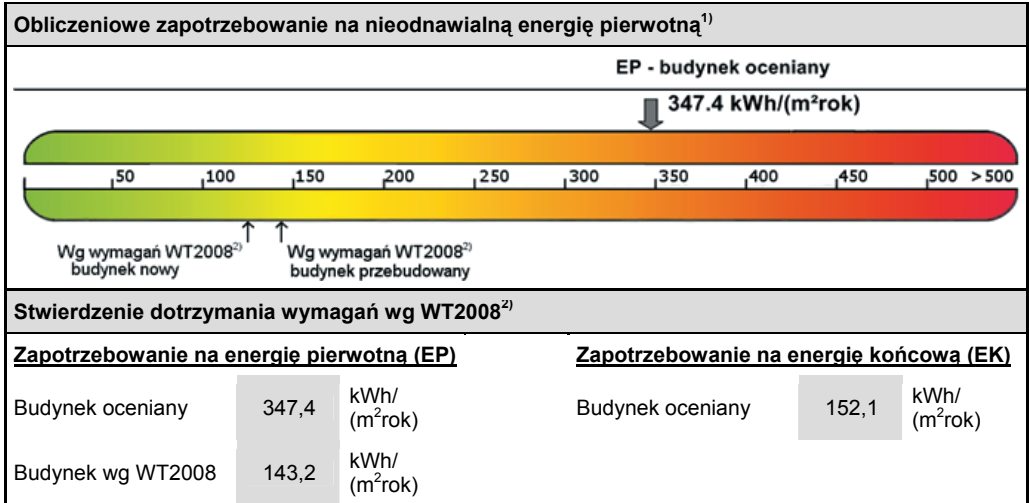
Ciepło właściwe wody, C_W	4.19	kJ/kg*K
Gęstość wody, ρ_W	1000	kg/m ³
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	55,00	°C
Temperatura zimnej wody, θ_O	10	°C
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,00	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	6,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	48,00	dm ³ /j.o.*d
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{Uz}	365,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5505,66	kWh/rok
Kolektor słoneczny		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_W	0,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	56,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	3083,17	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kolektory słoneczne	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	1,00	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	

Wybrany wariant przesyłu	Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,70	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,67	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,47	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	6573,92	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	236,58	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	709,74	kWh/rok
Kocioł opalany biomasą		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_W	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	44,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2422,49	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kocioł na pelety i zrębki z odwróconym płomieniem	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,77	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,70	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,67	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,36	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	6708,08	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	148,19	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	1786,18	kWh/rok

Wariant 4

c.o. HP
c.w.u. SE + HP

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej



Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	109,54	0,00	4,90	114,45
Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	0,00	22,25	0,00	22,25
Paliwo - biomasa	0,00	20,33	0,00	20,33

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	299,03	18,64	4,90	322,57
Udział [%]	92,70	5,78	1,52	100,00

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	109,54	42,58	4,90	157,03
Udział [%]	69,76	27,12	3,12	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	328,63	4,07	14,71	347,40
Udział [%]	94,60	1,17	4,23	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	347,40	kWh/(m ² rok)		

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Niezgrupowane		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Pompa ciepła z sondą gruntową		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	88341,46	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Pompy ciepła glikol/woda w istniejących budynkach	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	3,30	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i bez izolacji instalacji	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,94	-

Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	2,73	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	32362,35	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	1063,55	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	100277,71	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej

Niezgrupowane		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, C_W	4.19	kJ/kg*K
Gęstość wody, ρ_W	1000	kg/m ³
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	55,00	°C
Temperatura zimnej wody, θ_O	10	°C
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,00	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	6,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	48,00	dm ³ /j.o.*d
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{Uz}	365,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5505,66	kWh/rok
Kolektor słoneczny		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_W	0,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	56,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	3083,17	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kolektory słoneczne	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	1,00	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	

Wybrany wariant przesyłu	Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,70	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,67	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,47	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%} = Q_{W,nd\%} / \eta_{W,tot}$	6573,92	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	236,58	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%} = W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	709,74	kWh/rok
Kocioł opalany biomasą		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_W	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	44,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2422,49	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kotły niskotemperaturowe o mocy do 50 kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,86	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,70	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,67	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,40	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%} = Q_{W,nd\%} / \eta_{W,tot}$	6006,08	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	148,19	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%} = W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	1645,78	kWh/rok

Wariant 5

c.o. HP + SE

c.w.u. SE + HP

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej

Obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną ¹⁾				
EP - budynek oceniany				
↓ 270.4 kWh/(m²rok)				
Stwierdzenie dotrzymania wymagań wg WT2008 ²⁾				
Zapotrzebowanie na energię pierwotną (EP)			Zapotrzebowanie na energię końcową (EK)	
Budynek oceniany	270,4	kWh/ (m ² rok)	Budynek oceniany	205,3 kWh/ (m ² rok)
Budynek wg WT2008	143,2	kWh/ (m ² rok)		

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	79,97	5,46	4,72	90,15
Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	97,60	22,25	0,00	119,86

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	299,03	18,64	4,72	322,38
Udział [%]	92,76	5,78	1,46	100,00

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	177,57	27,72	4,72	210,00
Udział [%]	84,56	13,20	2,25	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	239,90	16,39	14,15	270,44
Udział [%]	88,71	6,06	5,23	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	270,44	kWh/(m ² rok)		

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Niezgrupowane		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Pompa ciepła z sondą gruntową		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	73,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	64489,27	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Pompy ciepła glikol/woda w istniejących budynkach	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	3,30	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i bez izolacji instalacji	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,94	-

Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	2,73	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	23624,52	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	776,39	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	73202,73	kWh/rok
Kolektor słoneczny		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_H	0,00	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	27,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	23852,19	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kolektory słoneczne	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	1,00	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i bez izolacji instalacji	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,94	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,83	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	28834,86	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	215,37	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	646,11	kWh/rok

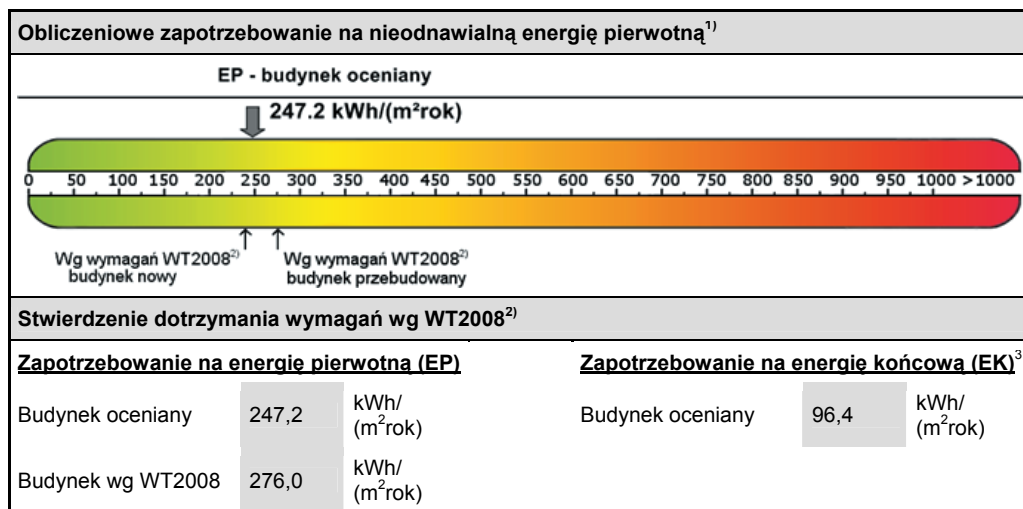
Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Niezgrupowane		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4,19	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m^3
Temperatura ciepłej wody, θ_{cw}	55,00	$^{\circ}\text{C}$
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	$^{\circ}\text{C}$
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,00	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	6,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{cw}	48,00	$\text{dm}^3/\text{j.o.}\cdot\text{d}$
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{uz}	365,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{w,nd}$	5505,66	kWh/rok
Kolektor słoneczny		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	0,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	56,00	%
Energia użytkowa $Q_{w,nd\%}$	3083,17	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kolektory słoneczne	
Sprawność wytwarzania $\eta_{w,g}$	1,00	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	0,70	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000	
Sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	0,67	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{w,tot}$	0,47	-

Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{k,W\%} = Q_{W,nd\%} / \eta_{W,tot}$	6573,92	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	236,58	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%} = W_W \times Q_{k,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	709,74	kWh/rok
Pompa ciepła z sondą gruntową		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_W	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	44,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2422,49	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Pompa ciepła glikol/woda	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	3,20	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,70	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,67	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	1,50	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{k,W\%} = Q_{W,nd\%} / \eta_{W,tot}$	1614,13	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	165,09	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%} = W_W \times Q_{k,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	5337,66	kWh/rok

Wyniki obliczeń świadectwa charakterystyki energetycznej dla budynku BU-2

Stan istniejący

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej



Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]

Nośnik energii	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	2,50	6,23	3,02	0,56	31,01	43,32
Ciepło z ciepłowni węglowej	90,15	0,00	0,00	0,00	0,00	90,15

Podział zapotrzebowania energii

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]

	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	71,57	5,80	3,02	1,54	31,00	112,92
Udział [%]	63,37	5,13	2,67	1,36	27,45	100,00

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	90,15	6,23	3,02	0,56	31,00	130,96
Udział [%]	68,84	4,76	2,31	0,43	23,67	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	124,70	18,70	9,06	1,68	93,02	247,15
Udział [%]	50,45	7,57	3,67	0,68	37,64	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:						
• pierwotną	247,15	kWh/(m ² rok)				

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
przyłącze ciepłownicze - wymiennik płytowy		
Rodzaj nośnika energii	Ciepło z ciepłowni węglowej	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	1,30	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	63361,70	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100-300 kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,93	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i zaizolowaną instalacją	

Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,97	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,79	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	79815,91	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	4887,48	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	118423,13	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4.19	kJ/kg*K
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m ³
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	50,00	°C
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	°C
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,12	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	50,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	7,00	dm ³ /j.o.*d
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{Uz}	250,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5132,75	kWh/rok
podgrzewacze elektryczne przepływowe		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	65,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	3336,29	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	1,00	-

Wybrany wariant przesyłu	Miejscowe przygotowanie c.w.u., instalacja bez obiegu cyrkulacyjnego	
Wybrany wariant przesyłu	Miejscowe przygotowanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru wody ciepłej	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	1,00	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	3336,29	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	10008,86	kWh/rok
podgrzewacze akumulacyjne		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_W	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	35,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	1796,46	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem bez strat)	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,98	-
Wybrany wariant przesyłu	Miejscowe przygotowanie c.w.u., instalacja bez obiegu cyrkulacyjnego	
Wybrany wariant przesyłu	Miejscowe przygotowanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru wody ciepłej	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	1,00	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,82	-

Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%} = Q_{W,nd\%} / \eta_{W,tot}$	2182,29	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%} = W_W \times Q_{k,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	6546,88	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja chłodu		
Klimatyzacja		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_C	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{C,nd\%}$	1364,57	kWh/rok
Wybrany wariant systemu chłodzenia	System bezpośredni	
Wybrany typ instalacji nośnika	...	
Efektywność energetyczna wytwarzania ESSER	3,00	-
Wybrany wariant systemu rozdziału	Bezpośrednie - zdecentralizowane	
Wybrany rodzaj systemu rozdziału	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	
Sprawność rozdziału $\eta_{C,d}$	1,00	-
Wybrany wariant rodzaju instalacji	Instalacja wody lodowej z termostaticznymi zaworami przelotowymi przy odbiornikach	
Wybrane wyposażenie	Regulacja skokowa	
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{C,e}$	0,92	-
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%} = W_H \times Q_{k,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	Bez zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{C,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{C,tot}$	2,76	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,C\%} = Q_{C,nd\%} / \eta_{C,tot}$	494,41	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,C}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,C\%} = W_C \times Q_{k,C} + W_{el} \times E_{el,pom,C}$	1483,22	kWh/rok

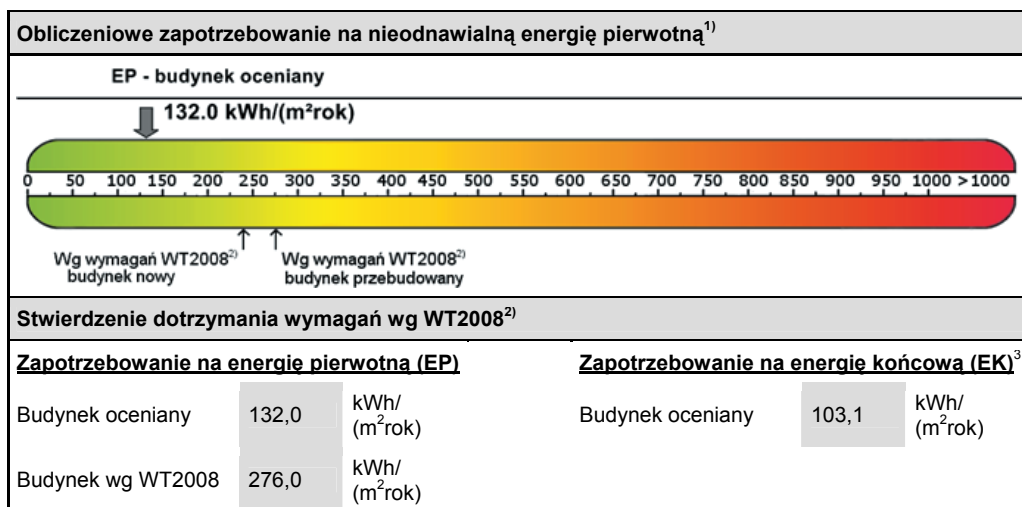
Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja oświetlenia		
Nowe źródło światła		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_L	3,0	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Eksploatacyjne natężenie oświetlenia E_m	0,00	lx
Skuteczność świetlna η_z	0,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	12,40	W/m ²
Energia użytkowa $E_{L,j\%}$	31,00	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_f	885,36	m ²
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_C	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $E_{K,L\%}=E_{L,j\%}*A_f$	27446,16	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,L}$	6,00	kWh/rok

Wariant 1

c.o. CHP-H

c.w.u. CHP-H

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej



Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]

Nośnik energii	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	2,50	1,75	3,02	0,56	31,01	38,83
Ciepło z kogeneracji - biomasa	90,15	12,92	0,00	0,00	0,00	103,08

Podział zapotrzebowania energii

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]

	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	71,57	5,80	3,02	1,54	31,00	112,92
Udział [%]	63,37	5,13	2,67	1,36	27,45	100,00

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	90,15	12,92	3,02	0,56	31,00	137,65
Udział [%]	65,49	9,39	2,19	0,41	22,52	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	21,02	7,18	9,06	1,68	93,02	131,96
Udział [%]	15,93	5,44	6,87	1,27	70,49	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:						
• pierwotną	131,96	kWh/(m ² rok)				

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Kogeneracja z biomasy		
Rodzaj nośnika energii	Ciepło z kogeneracji - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	0,15	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	63361,70	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100-300 kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,93	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i zaizolowaną instalacją	

Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,97	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,79	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	79815,91	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	4887,48	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	26634,83	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4.19	kJ/kg*K
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m ³
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	50,00	°C
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	°C
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,12	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	50,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	7,00	dm ³ /j.o.*d
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{uz}	250,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5132,75	kWh/rok
Kogeneracja z biomasy		
Rodzaj nośnika energii	Ciepło z kogeneracji - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	0,15	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	5132,75	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,89	-

Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,60	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,45	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	11442,73	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	1545,84	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	6353,92	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej

Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja chłodu		
Klimatyzacja		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_c	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{C,nd\%}$	1364,57	kWh/rok
Wybrany wariant systemu chłodzenia	System bezpośredni	
Wybrany typ instalacji nośnika	...	
Efektywność energetyczna wytwarzania ESSER	3,00	-
Wybrany wariant systemu rozdziału	Bezpośrednie - zdecentralizowane	
Wybrany rodzaj systemu rozdziału	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	
Sprawność rozdziału $\eta_{C,d}$	1,00	-
Wybrany wariant rodzaju instalacji	Instalacja wody lodowej z termostatycznymi zaworami przelotowymi przy odbiornikach	

Wybrane wyposażenie	Regulacja skokowa	
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{C,e}$	0,92	-
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{k,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	Bez zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{C,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{C,tot}$	2,76	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,C\%}=Q_{C,nd\%}/\eta_{C,tot}$	494,41	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,C}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,C\%}=W_C \times Q_{K,C} + W_{el} \times E_{el,pom,C}$	1483,22	kWh/rok

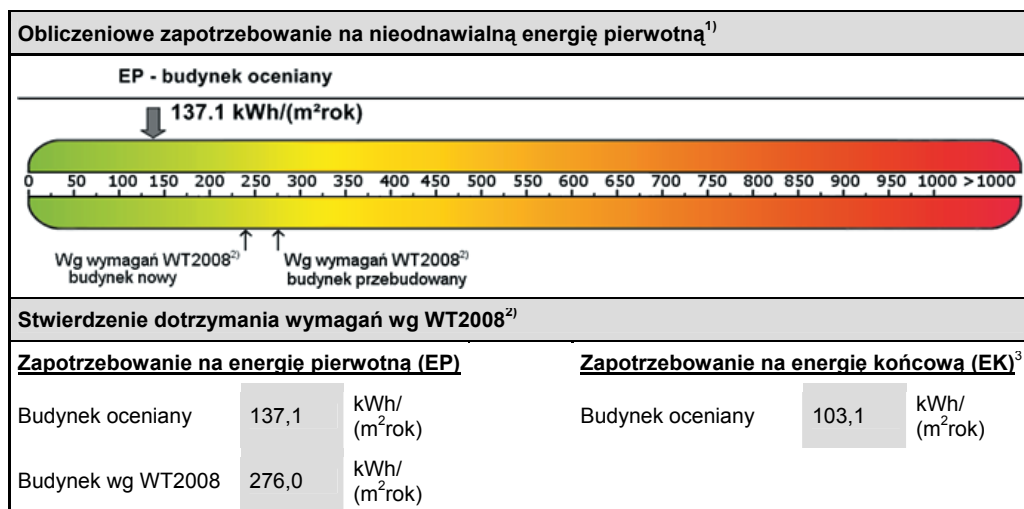
Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja oświetlenia		
Nowe źródło światła		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_L	3,0	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Eksploatacyjne natężenie oświetlenia E_m	0,00	lx
Skuteczność świetlna η_z	0,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	12,40	W/m ²
Energia użytkowa $E_{L,j\%}$	31,00	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_f	885,36	m ²
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_C	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $E_{K,L\%}=E_{L,j\%} \cdot A_f$	27446,16	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,L}$	6,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,L\%}=W_L \cdot Q_{K,L} + W_{el} \cdot E_{el,pom,L}$	82356,48	kWh/rok

Wariant 2

c.o. CH

c.w.u. CH

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej



Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię						
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]						
Nośnik energii	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	2,50	1,75	3,02	0,56	31,01	38,83
Ciepło z ciepłowni na biomasę	90,15	12,92	0,00	0,00	0,00	103,08

Podział zapotrzebowania energii						
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	71,57	5,80	3,02	1,54	31,00	112,92
Udział [%]	63,37	5,13	2,67	1,36	27,45	100,00

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	90,15	12,92	3,02	0,56	31,00	137,65
Udział [%]	65,49	9,39	2,19	0,41	22,52	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	25,53	7,82	9,06	1,68	93,02	137,11
Udział [%]	18,62	5,71	6,61	1,22	67,84	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:						
• pierwotną	137,11	kWh/(m ² rok)				

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Ciepłownia opalana biomasą		
Rodzaj nośnika energii	Ciepło z ciepłowni na biomasę	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	63361,70	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową do 100-300 kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,93	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i zaizolowaną instalacją	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,97	-

Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,79	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	79815,91	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	4887,48	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	30625,62	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4.19	kJ/kg*K
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m ³
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	50,00	°C
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	°C
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,12	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	50,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	7,00	dm ³ /j.o.*d
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{Uz}	250,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5132,75	kWh/rok
Ciepłownia opalana biomasą		
Rodzaj nośnika energii	Ciepło z ciepłowni na biomasę	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	5132,75	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Węzeł ciepłny kompaktowy z obudową	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,89	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	

Wybrany wariant przesyłu	Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,60	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,45	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	11442,73	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	1545,84	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	6926,06	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja chłodu		
Klimatyzacja		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_C	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{C,nd\%}$	1364,57	kWh/rok
Wybrany wariant systemu chłodzenia	System bezpośredni	
Wybrany typ instalacji nośnika	...	
Efektywność energetyczna wytwarzania ESSER	3,00	-
Wybrany wariant systemu rozdziału	Bezpośrednie - zdecentralizowane	
Wybrany rodzaj systemu rozdziału	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	
Sprawność rozdziału $\eta_{C,d}$	1,00	-
Wybrany wariant rodzaju instalacji	Instalacja wody lodowej z termostatycznymi zaworami przelotowymi przy odbiornikach	
Wybrane wyposażenie	Regulacja skokowa	

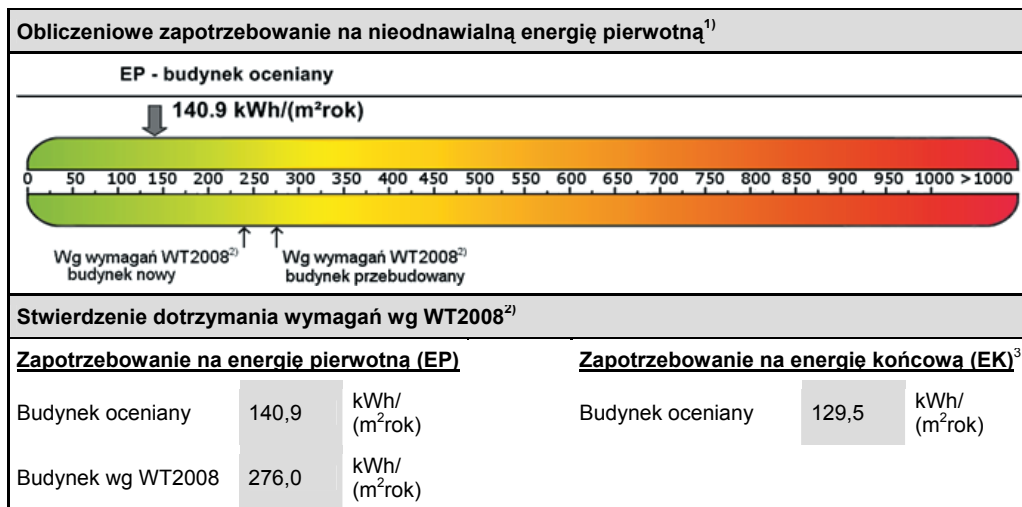
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{C,e}$	0,92	-
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{k,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	Bez zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{C,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{C,tot}$	2,76	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,C\%}=Q_{C,nd\%}/\eta_{C,tot}$	494,41	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,C}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,C\%}=W_C \times Q_{k,C} + W_{el} \times E_{el,pom,C}$	1483,22	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja oświetlenia		
Nowe źródło światła		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_L	3,0	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Eksploatacyjne natężenie oświetlenia E_m	0,00	lx
Skuteczność świetlna η_z	0,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	12,40	W/m ²
Energia użytkowa $E_{L,j\%}$	31,00	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_f	885,36	m ²
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_C	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $E_{K,L\%}=E_{L,j\%} \cdot A_f$	27446,16	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,L}$	6,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,L\%}=W_L \cdot Q_{k,L} + W_{el} \cdot E_{el,pom,L}$	82356,48	kWh/rok

Wariant 3

c.o. B
c.w.u. SE + B

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej



Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię						
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]						
Nośnik energii	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	2,90	1,28	3,02	0,56	31,01	38,77
Paliwo - biomasa	116,44	6,57	0,00	0,00	0,00	123,02
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	6,44	0,00	0,00	0,00	6,44

Podział zapotrzebowania energii						
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	71,57	5,80	3,02	1,54	31,00	112,92
Udział [%]	63,37	5,13	2,67	1,36	27,45	100,00

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	116,44	13,01	3,02	0,56	31,00	164,04
Udział [%]	70,99	7,93	1,84	0,34	18,90	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	31,99	5,16	9,06	1,68	93,02	140,91
Udział [%]	22,70	3,66	6,43	1,19	66,01	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:						
• pierwotną	140,91	kWh/(m ² rok)				

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Kocioł opalany biomasą		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	63361,70	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kotły na biomasę (drewno) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy do 100kW	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	0,72	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i zaizolowaną instalacją	

Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,97	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,61	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	103095,55	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	5241,62	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	36343,98	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4.19	kJ/kg*K
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m ³
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	50,00	°C
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	°C
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,12	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	50,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	7,00	dm ³ /j.o.*d
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{uz}	250,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5132,75	kWh/rok
Kolektor słoneczny		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - Kolektory słoneczne termiczne	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	0,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	56,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2874,34	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kolektory słoneczne	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	1,00	-

Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,60	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,50	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	5703,06	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	691,64	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	2074,93	kWh/rok
Kocioł opalany biomasą		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - biomasa	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_W	0,20	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	44,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2258,41	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kocioł na pelety i zrębki z odwróconym płomieniem	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	0,77	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,60	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,39	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	5819,44	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	444,10	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{K,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	2496,18	kWh/rok

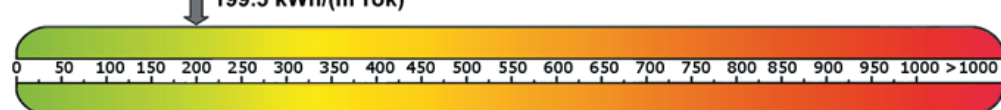
Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja chłodu		
Klimatyzacja		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_C	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{C,nd\%}$	1364,57	kWh/rok
Wybrany wariant systemu chłodzenia	System bezpośredni	
Wybrany typ instalacji nośnika	...	
Efektywność energetyczna wytwarzania ESSER	3,00	-
Wybrany wariant systemu rozdziału	Bezpośrednie - zdecentralizowane	
Wybrany rodzaj systemu rozdziału	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	
Sprawność rozdziału $\eta_{C,d}$	1,00	-
Wybrany wariant rodzaju instalacji	Instalacja wody lodowej z termostaticznymi zaworami przelotowymi przy odbiornikach	
Wybrane wyposażenie	Regulacja skokowa	
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{C,e}$	0,92	-
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	Bez zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{C,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{C,tot}$	2,76	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,C\%}=Q_{C,nd\%}/\eta_{C,tot}$	494,41	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,C}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,C\%}=W_C \times Q_{K,C} + W_{el} \times E_{el,pom,C}$	1483,22	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja oświetlenia		
Nowe źródło światła		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_L	3,0	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Eksploatacyjne natężenie oświetlenia E_m	0,00	lx
Skuteczność świetlna η_z	0,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	12,40	W/m ²
Energia użytkowa $E_{L,j\%}$	31,00	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_f	885,36	m ²
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_C	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $E_{K,L\%}=E_{L,j\%}*A_f$	27446,16	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,L}$	6,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,L\%}=W_L*Q_{k,L}+W_{el}*E_{el,pom,L}$	82356,48	kWh/rok

Wariant 4

c.o. HP
c.w.u. SE + HP

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej

Obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną ¹⁾						
EP - budynek oceniany						
↓ 199.5 kWh/(m²rok)						
						
↑ Wg wymagań WT2008 ²⁾ budynek nowy			↑ Wg wymagań WT2008 ²⁾ budynek przebudowany			
Stwierdzenie dotrzymania wymagań wg WT2008 ²⁾						
Zapotrzebowanie na energię pierwotną (EP)				Zapotrzebowanie na energię końcową (EK) ³⁾		
Budynek oceniany	199,5	kWh/ (m ² rok)		Budynek oceniany	33,4	kWh/ (m ² rok)
Budynek wg WT2008	276,0	kWh/ (m ² rok)				

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię						
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]						
Nośnik energii	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	29,01	2,92	3,02	0,56	31,01	66,51
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	6,44	0,00	0,00	0,00	6,44

Podział zapotrzebowania energii						
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	71,57	5,80	3,02	1,54	31,00	112,92
Udział [%]	63,37	5,13	2,67	1,36	27,45	100,00

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	25,41	8,02	3,02	0,56	31,00	68,01
Udział [%]	37,36	11,80	4,44	0,82	45,58	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	87,02	8,76	9,06	1,68	93,02	199,54
Udział [%]	43,61	4,39	4,54	0,84	46,62	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:						
• pierwotną	199,54	kWh/(m ² rok)				

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Pompa ciepła		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	63361,70	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Pompy ciepła glikol/woda w istniejących budynkach	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	3,30	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i zaizolowaną instalacją	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,97	-

Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	2,82	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	22493,58	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	5861,38	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{K,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	85064,85	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4.19	kJ/kg*K
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m ³
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	50,00	°C
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	°C
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,12	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	50,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	7,00	dm ³ /j.o.*d
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{Uz}	250,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5132,75	kWh/rok
Kolektor słoneczny		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	0,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	56,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2874,34	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kolektory słoneczne	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	1,00	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	

Wybrany wariant przesyłu	Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,60	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,50	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	5703,06	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	691,64	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=w_W \times Q_{K,W} + w_{el} \times E_{el,pom,W}$	2074,93	kWh/rok
Pompa ciepła z sondą gruntową		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_W	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	44,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2258,41	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Pompa ciepła glikol/woda	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	3,20	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,60	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	1,61	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	1400,30	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	494,74	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=w_W \times Q_{K,W} + w_{el} \times E_{el,pom,W}$	5685,13	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja chłodu		
Klimatyzacja		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_C	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3.0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{C,nd\%}$	1364,57	kWh/rok
Wybrany wariant systemu chłodzenia	System bezpośredni	
Wybrany typ instalacji nośnika	...	
Efektywność energetyczna wytwarzania ESSER	3,00	-
Wybrany wariant systemu rozdziału	Bezpośrednie - zdecentralizowane	
Wybrany rodzaj systemu rozdziału	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	
Sprawność rozdziału $\eta_{C,d}$	1,00	-
Wybrany wariant rodzaju instalacji	Instalacja wody lodowej z termostatycznymi zaworami przelotowymi przy odbiornikach	
Wybrane wyposażenie	Regulacja skokowa	
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{C,e}$	0,92	-
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=w_H \times Q_{k,H} + w_{el} \times E_{el,pom,H}$	Bez zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{C,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{C,tot}$	2,76	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,C\%}=Q_{C,nd\%}/\eta_{C,tot}$	494,41	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,C}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,C\%}=w_C \times Q_{K,C} + w_{el} \times E_{el,pom,C}$	1483,22	kWh/rok

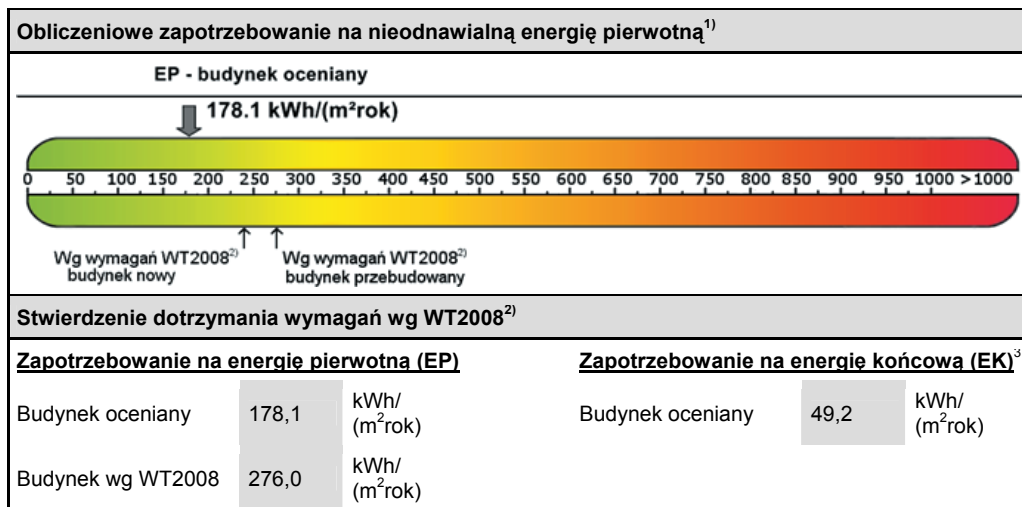
Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja oświetlenia		
Nowe źródło światła		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_L	3,0	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Eksploatacyjne natężenie oświetlenia E_m	0,00	lx
Skuteczność świetlna η_z	0,00	Lm/W
Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	12,40	W/m ²
Energia użytkowa $E_{L,j\%}$	31,00	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_f	885,36	m ²
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_C	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $E_{K,L\%}=E_{L,j\%}*A_f$	27446,16	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,L}$	6,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,L\%}=W_L*Q_{k,L}+w_{el}*E_{el,pom,L}$	82356,48	kWh/rok

Wariant 5

c.o. HP + SE

c.w.u. SE + HP

1. Fragment świadectwa charakterystyki energetycznej



Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię						
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]						
Nośnik energii	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	21,86	2,92	3,02	0,56	31,01	59,36
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	22,64	6,44	0,00	0,00	0,00	29,08

Podział zapotrzebowania energii						
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	71,57	5,80	3,02	1,54	31,00	112,92
Udział [%]	63,37	5,13	2,67	1,36	27,45	100,00

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	41,18	8,02	3,02	0,56	31,00	83,79
Udział [%]	49,15	9,58	3,60	0,67	37,00	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]						
	Ogrzewanie	Ciepła woda	Wentylacja mech. i nawilżanie	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	65,57	8,76	9,06	1,68	93,02	178,09
Udział [%]	36,82	4,92	5,09	0,94	52,23	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:						
• pierwotną	178,09	kWh/(m²rok)				

2. Dane wejściowe do świadectwa charakterystyki energetycznej

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja grzewcza i wentylacyjna		
Pompa ciepła		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_H	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	73,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	46254,04	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Pompy ciepła glikol/woda w istniejących budynkach	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	3,30	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i zaizolowaną instalacją	

Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,97	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	2,82	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	16420,31	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	5000,81	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{k,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	64263,35	kWh/rok
Kolektor słoneczny		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_H	0,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	27,00	%
Energia użytkowa $Q_{H,nd\%}$	17107,66	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kolektory słoneczne	
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	1,00	-
Wybrany wariant regulacji	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	
Sprawność regulacji $\eta_{H,e}$	0,88	-
Wybrany wariant przesyłu	C.o. wodne z lokalnym źródłem i zaizolowaną instalacją	
Sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	0,97	-
Wybrany wariant akumulacji	Brak zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{H,tot}$	0,85	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,H\%}=Q_{H,nd\%}/\eta_{H,tot}$	20041,78	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,H}$	603,59	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{k,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	1810,78	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej		
Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja ciepłej wody użytkowej		
Ciepło właściwe wody, c_w	4,19	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$
Gęstość wody, ρ_w	1000	kg/m^3
Temperatura ciepłej wody, θ_{CW}	50,00	$^{\circ}\text{C}$
Temperatura zimnej wody, θ_o	10	$^{\circ}\text{C}$
Współczynnik korekcyjny, k_t	1,12	-
Liczba jednostek odniesienia, L_i	50,00	j.o.
Mnożnik na wodomierze mieszkaniowe	1,00	-
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody, V_{CW}	7,00	$\text{dm}^3/\text{j.o.}\cdot\text{d}$
Mnożnik na przerwy urlopowe	1,00	-
Czas użytkowania instalacji, t_{UZ}	250,00	dni
Roczna energia użytkowa do przygotowania cwu, $Q_{W,nd}$	5132,75	kWh/rok
Kolektor słoneczny		
Rodzaj nośnika energii	Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	
Numer i-tego nośnika ciepła	1	-
Współczynnik W_w	0,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	56,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2874,34	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Kolektory słoneczne	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	1,00	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,60	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	0,50	-

Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{k,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	5703,06	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	691,64	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{k,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	2074,93	kWh/rok
Pompa ciepła z sondą gruntową		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	2	-
Współczynnik W_W	3,00	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	44,00	%
Energia użytkowa $Q_{W,nd\%}$	2258,41	kWh/rok
Wybrany wariant wytwarzania	Pompa ciepła glikol/woda	
Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$	3,20	-
Wybrany wariant przesyłu	Centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z cyrkulacją i pełną izolacją przewodów	
Wybrany wariant przesyłu	Instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody	
Sprawność przesyłu $\eta_{W,d}$	0,60	-
Wybrany wariant akumulacji	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	
Sprawność akumulacji $\eta_{W,s}$	0,84	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{W,tot}$	1,61	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{k,W\%}=Q_{W,nd\%}/\eta_{W,tot}$	1400,30	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,W}$	494,74	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,W\%}=W_W \times Q_{k,W} + W_{el} \times E_{el,pom,W}$	5685,13	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej

Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja chłodu		
Klimatyzacja		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_C	3,00	-

Współczynnik W_{el}	3,0	-
Udział i-tego nośnika energii	100,00	%
Energia użytkowa $Q_{C,nd\%}$	1364,57	kWh/rok
Wybrany wariant systemu chłodzenia	System bezpośredni	
Wybrany typ instalacji nośnika	...	
Efektywność energetyczna wytwarzania ESSER	3,00	-
Wybrany wariant systemu rozdziału	Bezpośrednie - zdecentralizowane	
Wybrany rodzaj systemu rozdziału	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	
Sprawność rozdziału $\eta_{C,d}$	1,00	-
Wybrany wariant rodzaju instalacji	Instalacja wody lodowej z termostatycznymi zaworami przelotowymi przy odbiornikach	
Wybrane wyposażenie	Regulacja skokowa	
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{C,e}$	0,92	-
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H\%}=W_H \times Q_{k,H} + W_{el} \times E_{el,pom,H}$	Bez zasobnika buforowego	
Sprawność akumulacji $\eta_{C,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu zasilania i-tego nośnika $\eta_{C,tot}$	2,76	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $Q_{K,C\%}=Q_{C,nd\%}/\eta_{C,tot}$	494,41	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,C}$	0,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,C\%}=W_C \times Q_{K,C} + W_{el} \times E_{el,pom,C}$	1483,22	kWh/rok

Zestawienie danych wejściowych do świadectwa charakterystyki energetycznej

Administracyjno-produkcyjny		
Instalacja oświetlenia		
Nowe źródło światła		
Rodzaj nośnika energii	Energia elektryczna - produkcja mieszana	
Numer i-tego nośnika ciepła	1,00	-
Współczynnik W_L	3,0	-
Współczynnik W_{el}	3,0	-
Eksploatacyjne natężenie oświetlenia E_m	0,00	lx
Skuteczność świetlna η_z	0,00	Lm/W

Moc jednostkowa opraw oświetleniowych P_N	12,40	W/m ²
Energia użytkowa $E_{L,j\%}$	31,00	kWh/rok
Powierzchnia użytkowa grupy pomieszczeń A_f	885,36	m ²
Czas użytkowania oświetlenia dzień t_D	2250,00	h/rok
Czas użytkowania oświetlenia noc t_N	250,00	h/rok
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ światła dziennego F_D	1,00	-
Rodzaj regulacji	Ręczna	
Wpływ nieobecności pracowników F_O	1,00	-
Regulacja prowadzona do utrzymania oświetlenia na wymaganym poziomie	Nie	
Współczynnik obniżenia natężenia oświetlenia F_C	1,00	-
Roczne zapotrzebowanie energii końcowej $E_{K,L\%} = E_{L,j\%} \cdot A_f$	27446,16	kWh/rok
Energia pomocnicza przypadająca na i-ty nośnik $E_{el,pom,L}$	6,00	kWh/rok
Zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,L\%} = w_L \cdot Q_{k,L} + w_{el} \cdot E_{el,pom,L}$	82356,48	kWh/rok

Załącznik nr 5

Raport z analizy przykładów ograniczenia zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej przy stosowania instalacji OZE w budynkach w zależności od ich wieku

Wyniki obliczeń świadectwa charakterystyki energetycznej dla budynku MW-2 (mieszkalny wielorodzinny)

Źródła ciepła

c.o. jak w stanie istniejącym

c.w.u. jak w stanie istniejącym

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1957 - 1974

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni węglowej	198,33	33,75	0,00	232,08

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	159,46	18,07	3,12	180,65
Udział [%]	88,27	10,00	1,73	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	198,33	33,75	3,12	235,20
Udział [%]	84,32	14,35	1,33	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	257,83	43,87	9,37	311,07
Udział [%]	82,89	14,10	3,01	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	311,07	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1974 - 1982

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni węglowej	189,57	33,75	0,00	223,32

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	152,41	18,07	3,12	173,61
Udział [%]	87,79	10,41	1,80	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	189,57	33,75	3,12	226,44
Udział [%]	83,72	14,90	1,38	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	246,44	43,87	9,37	299,68
Udział [%]	82,24	14,64	3,13	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	299,68	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1982 - 1991

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni węglowej	140,17	33,75	0,00	173,92

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1982 - 1991

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni węglowej	140,17	33,75	0,00	173,92

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	112,69	18,07	3,12	133,89
Udział [%]	84,17	13,50	2,33	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	140,17	33,75	3,12	177,04
Udział [%]	79,17	19,06	1,76	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	182,22	43,87	9,37	235,46
Udział [%]	77,39	18,63	3,98	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	235,46	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1991– 2002

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni węglowej	115,60	33,75	0,00	149,35

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	92,94	18,07	3,12	114,14
Udział [%]	81,43	15,83	2,74	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	115,60	33,75	3,12	152,47
Udział [%]	75,82	22,13	2,05	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	150,29	43,87	9,37	203,52
Udział [%]	73,84	21,56	4,60	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	203,52	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 2002 – 2008

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni węglowej	94,57	33,75	0,00	128,32

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	76,04	18,07	3,12	97,23
Udział [%]	78,20	18,59	3,21	100,00

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	94,57	33,75	3,12	131,44
Udział [%]	71,95	25,67	2,38	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	122,95	43,87	9,37	176,18
Udział [%]	69,78	24,90	5,32	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	176,18	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} od roku 2009

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni węglowej	78,66	33,75	0,00	112,41

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	63,24	18,07	3,12	84,44
Udział [%]	74,90	21,40	3,70	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	78,66	33,75	3,12	115,53
Udział [%]	68,09	29,21	2,70	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	102,26	43,87	9,37	155,50
Udział [%]	65,76	28,21	6,02	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	155,50	kWh/(m ² rok)		

Źródła ciepła

c.o. CHP-H

c.w.u. CHP-H

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1957 - 1974

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z kogeneracji - biomasa	198,33	33,75	0,00	232,08

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	159,46	18,07	3,12	180,65
Udział [%]	88,27	10,00	1,73	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	198,33	33,75	3,12	235,20
Udział [%]	84,32	14,35	1,33	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	29,75	5,06	9,37	44,18
Udział [%]	67,34	11,46	21,20	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	44,18	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1974 - 1982

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z kogeneracji - biomasa	189,57	33,75	0,00	223,32

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	152,41	18,07	3,12	173,61
Udział [%]	87,79	10,41	1,80	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	189,57	33,75	3,12	226,44
Udział [%]	83,72	14,90	1,38	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	28,44	5,06	9,37	42,86
Udział [%]	66,34	11,81	21,85	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	42,86	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1982 - 1991

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z kogeneracji - biomasa	140,17	33,75	0,00	173,92

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	112,69	18,07	3,12	133,89
Udział [%]	84,17	13,50	2,33	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	140,17	33,75	3,12	177,04
Udział [%]	79,17	19,06	1,76	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	21,03	5,06	9,37	35,45
Udział [%]	59,30	14,28	26,42	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	35,45	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1991– 2002

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z kogeneracji - biomasa	115,60	33,75	0,00	149,35

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	92,94	18,07	3,12	114,14
Udział [%]	81,43	15,83	2,74	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	115,60	33,75	3,12	152,47
Udział [%]	75,82	22,13	2,05	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	17,34	5,06	9,37	31,77
Udział [%]	54,58	15,93	29,48	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	31,77	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 2002 – 2008

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z kogeneracji - biomasa	94,57	33,75	0,00	128,32

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	76,04	18,07	3,12	97,23
Udział [%]	78,20	18,59	3,21	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	94,57	33,75	3,12	131,44
Udział [%]	71,95	25,67	2,38	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	14,19	5,06	9,37	28,61
Udział [%]	49,58	17,69	32,73	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	28,61	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} od roku 2009

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z kogeneracji - biomasa	78,66	33,75	0,00	112,41

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	63,24	18,07	3,12	84,44
Udział [%]	74,90	21,40	3,70	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	78,66	33,75	3,12	115,53
Udział [%]	68,09	29,21	2,70	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	11,80	5,06	9,37	26,23
Udział [%]	44,99	19,30	35,71	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	26,23	kWh/(m ² rok)		

Źródła ciepła

c.o. CH
c.w.u. CH

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1957 - 1974

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni na biomasę	198,33	33,75	0,00	232,08

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	159,46	18,07	3,12	180,65
Udział [%]	88,27	10,00	1,73	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	198,33	33,75	3,12	235,20
Udział [%]	84,32	14,35	1,33	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	39,67	6,75	9,37	55,78
Udział [%]	71,11	12,10	16,79	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	55,78	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1974 - 1982

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni na biomasę	189,57	33,75	0,00	223,32

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	152,41	18,07	3,12	173,61
Udział [%]	87,79	10,41	1,80	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	189,57	33,75	3,12	226,44
Udział [%]	83,72	14,90	1,38	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	37,91	6,75	9,37	54,03
Udział [%]	70,17	12,49	17,33	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	54,03	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1982 - 1991

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni na biomasę	140,17	33,75	0,00	173,92

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	112,69	18,07	3,12	133,89
Udział [%]	84,17	13,50	2,33	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	140,17	33,75	3,12	177,04
Udział [%]	79,17	19,06	1,76	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	28,03	6,75	9,37	44,15
Udział [%]	63,50	15,29	21,21	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	44,15	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1991– 2002

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni na biomasę	115,60	33,75	0,00	149,35

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	92,94	18,07	3,12	114,14
Udział [%]	81,43	15,83	2,74	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	115,60	33,75	3,12	152,47
Udział [%]	75,82	22,13	2,05	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	23,12	6,75	9,37	39,24
Udział [%]	58,93	17,20	23,87	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	39,24	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 2002 – 2008

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni na biomasę	94,57	33,75	0,00	128,32

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	76,04	18,07	3,12	97,23
Udział [%]	78,20	18,59	3,21	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	94,57	33,75	3,12	131,44
Udział [%]	71,95	25,67	2,38	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	18,91	6,75	9,37	35,03
Udział [%]	54,00	19,27	26,74	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	35,03	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} od roku 2009

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	3,12	3,12
Ciepło z ciepłowni na biomasę	78,66	33,75	0,00	112,41

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	63,24	18,07	3,12	84,44
Udział [%]	74,90	21,40	3,70	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	78,66	33,75	3,12	115,53
Udział [%]	68,09	29,21	2,70	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	15,73	6,75	9,37	31,85
Udział [%]	49,40	21,19	29,41	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	31,85	kWh/(m ² rok)		

Źródła ciepła

c.o. B
c.w.u. SE + B

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1957 - 1974

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	2,70	2,70
Paliwo - biomasa	250,67	17,36	0,00	268,02
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	159,46	18,07	2,70	180,23
Udział [%]	88,47	10,03	1,50	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	250,67	34,36	2,70	287,74
Udział [%]	87,12	11,94	0,94	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	50,13	3,47	8,11	61,71
Udział [%]	81,24	5,62	13,14	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	61,71	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1974 – 1982

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	2,70	2,70
Paliwo - biomasa	239,60	17,36	0,00	256,95
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	152,41	18,07	2,70	173,19
Udział [%]	88,00	10,43	1,56	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	239,60	34,36	2,70	276,67
Udział [%]	86,60	12,42	0,98	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	47,92	3,47	8,11	59,50
Udział [%]	80,54	5,83	13,63	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	59,50	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1982 - 1991

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	2,70	2,70
Paliwo - biomasa	177,16	17,36	0,00	194,51
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	112,69	18,07	2,70	133,47
Udział [%]	84,44	13,54	2,02	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	177,16	34,36	2,70	214,23
Udział [%]	82,70	16,04	1,26	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	35,43	3,47	8,11	47,01
Udział [%]	75,37	7,38	17,25	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	47,01	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1991–2002

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	2,70	2,70
Paliwo - biomasa	146,11	17,36	0,00	163,47
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	92,94	18,07	2,70	113,72
Udział [%]	81,73	15,89	2,38	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	146,11	34,36	2,70	183,18
Udział [%]	79,76	18,76	1,48	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	29,22	3,47	8,11	40,80
Udział [%]	71,62	8,51	19,87	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	40,80	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 2002 – 2008

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	2,70	2,70
Paliwo - biomasa	119,53	17,36	0,00	136,89
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	76,04	18,07	2,70	96,81
Udział [%]	78,54	18,67	2,79	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	119,53	34,36	2,70	156,60
Udział [%]	76,33	21,94	1,73	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	23,91	3,47	8,11	35,48
Udział [%]	67,37	9,78	22,85	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	35,48	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} od roku 2009

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	2,70	2,70
Paliwo - biomasa	99,42	17,36	0,00	116,77
Paliwo – kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	63,24	18,07	2,70	84,02
Udział [%]	75,27	21,51	3,22	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	99,42	34,36	2,70	136,49
Udział [%]	72,84	25,18	1,98	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	19,88	3,47	8,11	31,46
Udział [%]	63,20	11,03	25,77	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	31,46	kWh/(m ² rok)		

Źródła ciepła

c.o. HP
c.w.u. SE + HP

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1957 - 1974

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	54,69	4,18	3,46	62,33
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	159,46	18,07	3,46	180,99
Udział [%]	88,10	9,99	1,91	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	54,69	21,18	3,46	79,34
Udział [%]	68,94	26,70	4,36	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	164,07	12,53	10,38	186,98
Udział [%]	87,75	6,70	5,55	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	186,98	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1974 - 1982

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	52,28	4,18	3,46	59,91
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	152,41	18,07	3,46	173,94
Udział [%]	87,62	10,39	1,99	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	52,28	21,18	3,46	76,92
Udział [%]	67,96	27,54	4,50	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	156,83	12,53	10,38	179,74
Udział [%]	87,25	6,97	5,77	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	179,74	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1982 - 1991

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	38,65	4,18	3,46	46,29
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	112,69	18,07	3,46	134,23
Udział [%]	83,96	13,46	2,58	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	38,65	21,18	3,46	63,30
Udział [%]	61,07	33,47	5,47	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	115,96	12,53	10,38	138,87
Udział [%]	83,50	9,02	7,47	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	138,87	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1991–2002

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	31,88	4,18	3,46	39,51
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	92,94	18,07	3,46	114,48
Udział [%]	81,19	15,79	3,02	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	31,88	21,18	3,46	56,52
Udział [%]	56,40	37,48	6,12	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	95,64	12,53	10,38	118,54
Udział [%]	80,68	10,57	8,76	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	118,54	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 2002 – 2008

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	26,08	4,18	3,46	33,72
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

1) łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	76,04	18,07	3,46	97,57
Udział [%]	77,93	18,52	3,55	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	26,08	21,18	3,46	50,72
Udział [%]	51,41	41,76	6,82	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	78,24	12,53	10,38	101,15
Udział [%]	77,35	12,39	10,26	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	101,15	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} od roku 2009

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	21,69	4,18	3,46	29,33
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	0,00	17,01	0,00	17,01

1) łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	63,24	18,07	3,46	84,77
Udział [%]	74,60	21,32	4,08	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	21,69	21,18	3,46	46,34
Udział [%]	46,81	45,72	7,47	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	65,07	12,53	10,38	87,98
Udział [%]	73,96	14,24	11,80	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	87,98	kWh/(m ² rok)		

Źródła ciepła

c.o. HP + SE

c.w.u. SE + HP

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1957 - 1974

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	39,92	4,18	3,62	47,72
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	48,73	17,01	0,00	65,74

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	159,46	18,07	3,62	181,15
Udział [%]	88,02	9,98	2,00	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	88,65	21,18	3,62	113,46
Udział [%]	78,14	18,67	3,19	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	119,77	12,53	10,86	143,17
Udział [%]	83,66	8,75	7,59	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	143,17	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1974 - 1982

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	38,16	4,18	3,62	45,96
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	46,58	17,01	0,00	63,59

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	152,41	18,07	3,62	174,11
Udział [%]	87,54	10,38	2,08	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	84,74	21,18	3,62	109,55
Udział [%]	77,36	19,34	3,31	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	114,48	12,53	10,86	137,88
Udział [%]	83,03	9,09	7,88	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	137,88	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1982 - 1991

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	28,22	4,18	3,62	36,01
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	34,44	17,01	0,00	51,45

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	112,69	18,07	3,62	134,39
Udział [%]	83,86	13,45	2,69	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	62,66	21,18	3,62	87,46
Udział [%]	71,64	24,22	4,14	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m²rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	84,65	12,53	10,86	108,04
Udział [%]	78,35	11,60	10,06	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	108,04	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 1991– 2002

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	23,27	4,18	3,62	31,07
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	28,40	17,01	0,00	45,41

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	92,94	18,07	3,62	114,64
Udział [%]	81,08	15,76	3,16	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	51,68	21,18	3,62	76,48
Udział [%]	67,57	27,70	4,74	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	69,81	12,53	10,86	93,21
Udział [%]	74,90	13,44	11,66	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	93,21	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} z lat 2002 – 2008

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	19,04	4,18	3,62	26,84
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	23,24	17,01	0,00	40,25

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	76,04	18,07	3,62	97,73
Udział [%]	77,80	18,49	3,71	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	42,28	21,18	3,62	67,08
Udział [%]	63,02	31,58	5,40	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	57,11	12,53	10,86	80,51
Udział [%]	70,94	15,56	13,50	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	80,51	kWh/(m ² rok)		

Wyniki obliczeń dla U_{\max} od roku 2009

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Energia elektryczna - produkcja mieszana	15,83	4,18	3,62	23,63
Paliwo - kolektory słoneczne termiczne	19,33	17,01	0,00	36,34

¹⁾ łącznie z chłodzeniem pomieszczeń

Podział zapotrzebowania energii				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	63,24	18,07	3,62	84,94
Udział [%]	74,46	21,28	4,26	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	35,16	21,18	3,62	59,97
Udział [%]	58,63	35,33	6,04	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze ¹⁾	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	47,50	12,53	10,86	70,90
Udział [%]	67,00	17,67	15,32	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię:				
• pierwotną	70,90	kWh/(m ² rok)		