

DOFINANSOWANE ZE ŚRODKÓW WOJEWÓDZKIEGO FUNDUSZU OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ
W GDAŃSKU ORAZ NARODOWEGO FUNDUSZU OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ

ABC EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA MŁODYCH



dr inż. Teresa Żurek

1. WPROWADZENIE

Definicja prawna pojawiającego się coraz powszechniej pojęcia efektywności energetycznej została sformułowana w Ustawie z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej jako:

„ ... stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, w typowych warunkach ich użytkowania lub eksploatacji, do ilości zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, albo w wyniku wykonanej usługi niezbędnej do uzyskania tego efektu”.

Powyższa definicja jest mało przejrzysta dla zwykłego obywatela. Formułując bardziej przystępne jej znaczenie możemy stwierdzić, że efektywność energetyczna jest stosunkiem uzyskanych efektów (np. zapewnienie komfortu użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem czy produkcją określonych dóbr lub wykonania innych zadań) do poniesionego wkładu energii.

Większa efektywność energetyczna oznacza więc mniejsze zużycie energii w celu osiągnięcia danego efektu.

Efektywność energetyczna często kojarzy się z oszczędzaniem energii i są to działania często wpisujące się w środki poprawy efektywności energetycznej. Należy jednakże pamiętać o tym, że oszczędzanie polega na ograniczeniu zużycia energii. Efektywność energetyczna ma szersze znaczenie i oznacza należy ją rozumieć jako stosunek ilości energii zaoszczędzonej w porównaniu do ilości energii zużywanej (lub prognozowanego zużycia).

Chodzi więc o takie gospodarowanie energią, by minimalizować jej zużycie.

Najkorzystniejszą (i najczystsza dla środowiska) formą energii jest energia, która nigdy nie zostanie zużyta!

2. ZUŻYCIE ENERGII W KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ I W POLSCE

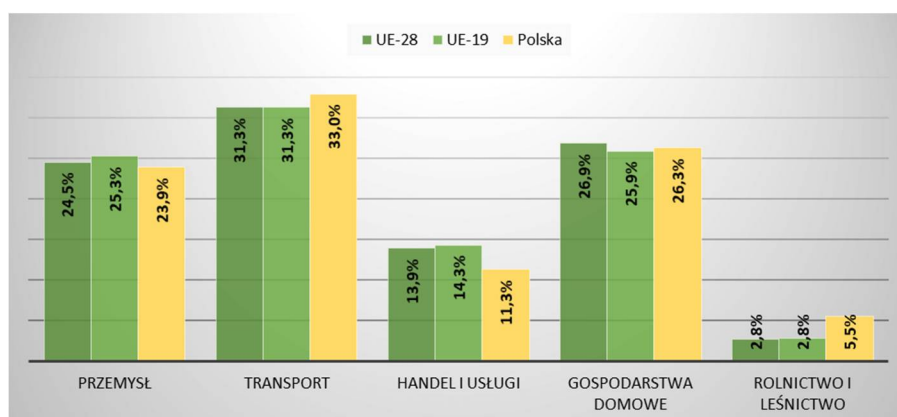
W krajach Unii Europejskiej około 2/3 energii zużywanej jest przez tzw. użytkowników końcowych (czyli gospodarstwa domowe, transport, przemysł itp.). Pozostała część obejmuje straty energii w procesie jej wytwarzania i dystrybucji lub wykorzystywana do celów nieenergetycznych.

Zużycie energii w krajach Unii Europejskiej oraz w Polsce w podziale na poszczególne sektory pokazano w tabeli 2.1 i zilustrowano na rys. 2.1 (w oparciu o dane dla 2019 r.).

Tabela 2.1 Struktura zużycia energii w Unii Europejskiej i w Polsce w 2019 r. [10]

Lp.	Sektor	Zużycie energii [%]		
		UE-28	UE-19	Polska
1	Przemysł	24,5	25,3	23,9
2	Transport	31,3	31,3	33,0
3	Handel i usługi	13,9	14,3	11,3
4	Gospodarstwa domowe	26,9	24,9	26,3
5	Rolnictwo i Leśnictwo	2,8	2,8	5,5

Oznaczenia: UE-28 - wszystkie kraje UE UE-19 - kraje strefy euro



Rys. 2.1 Porównanie struktury zużycia energii w Polsce i UE [10]

Struktura zużycia energii w UE oraz w naszym kraju jest podobna. Dominującą pozycję stanowi tutaj transport (drogowy, kolejowy, lotniczy i wodny), który zużywa ponad 1/3 konsumowanej energii (w UE – 31%, w Polsce – 33%). Kolejną pozycję zajmują gospodarstwa domowe, które w Unii zużywają około 27% energii (w Polsce – 26,3%). Duże zużycie energii (ok. 24%) występuje również w sektorze przemysłowym zajmującym trzecią pozycję w strukturze zużycia energii.

3. ZMIANY KLIMATYCZNE I WYMAGANIA DOTYCZĄCE REDUKCJI CO₂

Występujące w epoce postindustrialnej zmiany klimatyczne na Ziemi spowodowane są działalnością człowieka w coraz większym stopniu wpływającą na klimat i temperaturę Ziemi. Ich przyczyn należy upatrywać w rosnącym zużyciu paliw kopalnych, wycinaniu lasów i rosnącej intensywności rolnictwa w połączeniu z intensywnym rozwojem gospodarczym oraz przyrostem demograficznym. W wyniku tych działań ilość gazów cieplarnianych znacznie wzrosła, co wpłynęło na zwiększenie efektu cieplarnianego oraz wystąpienie globalnego ocieplenia.

Gazy cieplarniane (*ang. Greenhouse gases - GHG*) są to gazy, które przepuszczają większość promieniowania słonecznego (tzw. promieniowanie krótkofalowe) docierającego do Ziemi, pochłaniając jednocześnie promieniowanie podczerwone (tzw. promieniowanie długofalowe) odbijane przez powierzchnię Ziemi (działają jak dach szklarni).

Gazy cieplarniane zatrzymują więc ciepło w atmosferze ziemskiej, uniemożliwiając jego wypromieniowanie w przestrzeń kosmiczną.

Wiele z tych gazów cieplarnianych występuje w warunkach naturalnych, jednak działalność człowieka wpływa na zwiększenie obecności niektórych spośród nich w atmosferze, a zwłaszcza: dwutlenku węgla (CO₂), metanu (CH₄), podtlenku azotu (N₂O), fluorowanych gazów cieplarnianych.

W największym stopniu przyczynia się do globalnego ocieplenia dwutlenek węgla. Do 2020 r. jego stężenie w atmosferze wzrosło do 48% powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej (do 1750 r.). Najcieplejsza dekada w historii wystąpiła w latach 2011÷2020. Średnia temperatura na świecie w 2019 r. wyniosła 1,1 °C powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej. Globalne ocieplenie wywołane przez człowieka rośnie obecnie w tempie 0,2 °C na dziesięć lat.

Dalsza emisja gazów cieplarnianych spowoduje dalsze ocieplenie oraz długotrwałe zmiany we wszystkich elementach systemu klimatycznego, zwiększając ryzyko dotkliwych, nieodwracalnych skutków dla ludzi i ekosystemów.



Rys. 3.1 Wzrost poziomu dwutlenku węgla w atmosferze

Źródło: NOAA [1]

Bezpośrednie skutki zmian klimatycznych i ich następstwa przedstawiono w tabelach 3.1÷3.2 oraz zilustrowano na rys. 3.2 i fot. 3.1÷3.6.



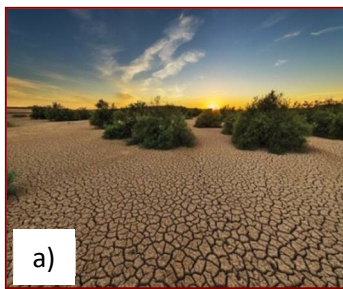
Rys. 3.2 Oznaki ogrzewającego się świata.
 Źródło: John Cook. Przewodnik naukowy do Sceptycyzmu Globalnego Ocieplenia [2]

Tabela 3.1 Bezpośrednie skutki zmian klimatycznych

WZROST		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperatura powietrza nad powierzchnią lądów ➤ Temperatura powierzchni morza ➤ Temperatura powietrza nad powierzchnią oceanów ➤ Temperatura niskich warstw troposfery ➤ Energia wewnętrzna (ciepło) zmagazynowana w oceanie ➤ Średni poziom morza ➤ Wilgotność właściwa powietrza
SPADEK		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Masa lodowców i lądolodów ➤ Powierzchnia pokrywy śnieżnej na półkuli północnej ➤ Powierzchnia lodu morskiego w Arktyce

Tabela 3.2 Następstwa zmian klimatycznych

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Susze i fale upałów ▪ Powodzie i grad ▪ Zatopienia ▪ Huragany ▪ Choroby 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pożary ➤ Brak wody pitnej ➤ Głód ➤ Ubożenie społeczeństw ➤ Migracje i fale uchodźców ➤ Straty materialne ➤ Straty w rolnictwie ➤ Zmiany w ekosystemach (wymieranie gatunków roślin i zwierząt) ➤ Zalanie terenów lub całych krajów wyspiarskich ➤ Rozprzestrzenianie się chorób zakaźnych ➤ Pogorszenie zdrowia + wzrost umieralności
---	--	---



Susza



Las po huraganie



Malediwy – podtopienie wysp



Požary w Australii



Skutki huraganu Laura w USA w 2020 r.



Powódź w Bangladeszu

Fot. 3.1÷3.6 Skutki zmian klimatycznych [3-8]

W celu łagodzenia niekorzystnych zmian klimatu w Unii Europejskiej od lat podejmowane są działania dotyczące zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych.



Rys. 3.3: Obraz Pete Linforth [9]

Poniżej wyszczegółowiono podstawowe dokumenty określające kierunki działań UE w dziedzinie klimatu:



- ◆ Czerwiec 2000: Komisja Europejska uruchomiła **pierwszy Europejski Program Zmiany Klimatu**
- ◆ Kluczowe cele klimatyczne i energetyczne są określone w dokumentach:
 - ⇒ **pakiet klimatyczno-energetyczny do 2020 r.**
 - ⇒ **ramy klimatyczno-energetyczne do roku 2030**
 - ⇒ **długoterminowa strategia do 2050 r.**
- ◆ Styczeń 2020: **Europejski Zielony Ład**
 - Dążenie UE do osiągnięcia **zerowej emisji** gazów cieplarnianych netto w okresie do 2050 r.!
 - Wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla (CCS) dla nieuniknionych emisji.
 - Utrzymywanie globalnego ocieplenia na poziomie poniżej 2 °C w porównaniu do czasów przedindustrialnych (dążenie do utrzymania poziomu 1,5°).
- ◆ Marzec 2020: Propozycja pierwszego **Europejskiego Prawa Klimatycznego**
- ◆ Październik 2020: **Strategia dotycząca Fali Renowacji dla Europy**
- ◆ Czerwiec 2021: **Europejskie Prawo Klimatyczne**
Nowy cel (55%) dotyczący redukcji emisji netto gazów cieplarnianych do 2030 r. (w porównaniu z 1990 r.)

- ◆ Lipiec 2021: **Pakiet „Fit for 55”**
Pakiet 13 wniosków ustawodawczych przyjęty przez KE w celu dostosowania polityki unijnej do obniżenia emisji gazów cieplarnianych netto o co najmniej 55 procent do 2030 roku.
- ◆ Maj 2022: **REPowerEU**
Plan na rzecz uniezależnienia Europy od rosyjskich paliw kopalnych w związku z inwazją Rosji na Ukrainę.



Tabela 3.3 Cele UE dotyczące redukcji emisji gazów cieplarnianych

Cele UE	2020	2030 *	2030 **	2050
Redukcja emisji gazów cieplarnianych (w porównaniu z 1990 r.)	-20%	-40%	-55%	-100%

*/ - *Przed weryfikacją celu w 2021 r.*

**/ - *Nowy cel przyjęty w Europejskim Prawie Klimatycznym w 2021 r. (nie uwzględnia zmian proponowanych w REPowerEU)*

Wraz z przyjęciem europejskiego prawa o klimacie UE zobowiązała się do osiągnięcia **neutralności** pod względem emisji dwutlenku węgla do 2050 roku.

Neutralność klimatyczna:

Pojęcie określające równowagę (zerowy bilans) między emitowanymi gazami cieplarnianymi, a ich składowaniem lub pochłanianiem przez zbiorniki wodne, lasy czy gleby.

Osiągnięcie neutralności klimatycznej to jedno z największych wyzwań związanych z ochroną klimatu.

Zerowa emisja netto gazów cieplarnianych to stan, w którym pozostałości emisji gazów cieplarnianych, jakie powstają wskutek działalności człowieka, są równoważone przez usuwanie takiej samej ilości gazów cieplarnianych również wskutek działalności człowieka w określonym czasie i warunkach. Słowo pozostałości należy rozumieć jako tę ilość gazów cieplarnianych, jaka powstaje pomimo podjęcia wszelkich możliwych działań mających na celu redukcję emisji.

CCS (carbon capture and storage) - wychwytywanie i składowanie CO₂

Jest to proces polegający na wydzieleniu i wychwyceniu dwutlenku węgla z instalacji przemysłowych, a następnie przetransportowaniu go na miejsce składowania.

Obecnie CO₂ jest magazynowany głównie w głębokich formacjach geologicznych lub w postaci węglanów.

Należy zwrócić uwagę, że realizacje takich przedsięwzięć nabrały tempa w ciągu ostatnich kilku lat w całej Europie, ponieważ poszczególne kraje starają się osiągnąć swoje cele klimatyczne.

4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ZMNIEJSZENIA ZUŻYCIA ENERGII W UNII EUROPEJSKIEJ I W POLSCE

Jednym z podstawowych działań wynikających z wymagań polityki klimatycznej jest dążenie do zmniejszenia zużycia energii zarówno poprzez jej oszczędzanie (ilościowe zmniejszenie jej zużycia), jak i poprzez bardziej efektywne jej wykorzystanie.

4.1 Wymagania unijne

W lipcu 2023 r. Parlament Europejski zatwierdził nowe cele w zakresie oszczędzania energii w perspektywie do 2030 r., które zakładają:

- Zbiorową redukcję zużycia energii na szczeblu UE o co najmniej 11,7% do 2030 r.

- Średnioroczne tempo zmniejszenia zużycia energii w UE na poziomie 1,5%/rok, przy czym:
 - a) oszczędności energii powinny zacząć się od 1,3% rocznie w okresie do końca 2025 r.
 - b) w ostatnim okresie do końca 2030 r. powinny one stopniowo osiągać poziom 1,9%/rok.

Zaproponowano również wprowadzenie zaostrzonych wymagań w stosunku do sektora publicznego, które zakładają:

- ⇒ zmniejszanie końcowego zużycia energii na poziomie 1,9% rocznie (w ciągu całego okresu);
 - ⇒ poddawanie renowacji co najmniej 3% budynków użyteczności publicznej w skali roku w celu przekształcenia ich w budynki o niemal zerowym zużyciu energii lub budynki o zerowej emisji.
- Nowe przepisy nadal wymagają zatwierdzenia przez Radę, zanim będą mogły wejść w życie.

W tabeli 4.1 pokazano wymagania dotyczące efektywności energetycznej oraz wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych sformułowane w przepisach unijnych dla okresu do 2030 r.

Wymagany wzrost efektywności energetycznej wyrażany jest poprzez odniesienie do prognozowanego przyszłego zużycia energii.


Cele krajowe dotyczące udziału zużywanej energii ze źródeł odnawialnych są zróżnicowane dla poszczególnych krajów i odzwierciedlają ich sytuację w zakresie produkcji energii z OZE i możliwości jej zwiększenia.

Tabela 4.1 Cele UE dotyczące efektywności energetycznej oraz wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych

Cele UE	2020	2030 *	2030 **
Efektywność energetyczna	20%	32,5%	40%
Energia ze źródeł odnawialnych	20%	32%	36%

*/ - Przed weryfikacją celu w 2021 r.

**/ - FIT FOR 55 (na etapie wniosków ustawodawczych - projekty zmian dyrektyw i rozporządzeń).



Agresja wojskowa Rosji na Ukrainę spowodowała obawy dotyczące bezpieczeństwa energetycznego i uwiarydlała nadmierną zależność UE od przywozu gazu, ropy naftowej i węgla z Rosji.

W maju 2022 r. przedstawiono plan REPowerEU zawierający dodatkowy zestaw działań mający na celu zmniejszenie zależności UE od rosyjskich paliw.

Podstawowe założenia planu REPowerEU

- **Oszczędność energii**
 - Dodatkowe środki zwiększenia efektywności energetycznej (o 13% w porównaniu z celem dotychczas obowiązującym).
 - Uzyskania dodatkowych oszczędności poprzez zmianę zachowań (plan „Playing my part” – „Odegraj swoją rolę”).
- **Dywersyfikacja dostaw i zapewnienie alternatywnych rozwiązań dla gazu, ropy naftowej i paliw jądrowych.**
- **Zastępowanie paliw kopalnych dzięki przyspieszeniu transformacji energetycznej Europy w kierunku czystej energii**
 - Zwiększenie udziału OZE do 2030 r. do 45%.
 - Zwiększenie wykorzystania energii słonecznej i wiatrowej oraz pomp ciepła.
 - Przyspieszenie wykorzystania nowych OZE (odnawialny wodór, biometan).
- **Inwestycje i reformy**
 - Wymagane dodatkowe środki - 210 mld EUR
 - Zminimalizowanie niestabilności, utrzymanie cen pod kontrolą, wsparcie gospodarstw domowych i małych przedsiębiorstw znajdujących się w trudnej sytuacji oraz ochrona osób doświadczających ubóstwa energetycznego.

4.2 Polityka klimatyczna i energetyczna Polski

Podstawowe wymagania i kierunki polityki klimatycznej Polski zostały sformułowane w **Krajowym planie na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 (KPEiK)** i obejmują następujące założenia:

- 7% redukcja emisji gazów cieplarnianych w sektorach nieobjętych systemem ETS w porównaniu do poziomu w roku 2005.
- 21-23% udział OZE w finalnym zużyciu energii brutto (zużycie łącznie w elektroenergetyce, ciepłownictwie i chłodnictwie oraz na cele transportowe)
 - realizacja celu OZE na poziomie 23% możliwa pod warunkiem przyznania Polsce dodatkowych środków unijnych
 - udział OZE w transporcie - 14%
 - wzrost udziału OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie o 1,1 pkt. proc. średniorocznie.
- wzrost efektywności energetycznej o 23% w porównaniu z prognozami z 2007 r.
- redukcja do 56-60% udziału węgla w produkcji energii elektrycznej – przy rozbudowie mocy wytwórczych i wdrożeniu energetyki jądrowej (i zachowanie trendu spadkowego w perspektywie do 2040 roku).



Uwaga:

Europejski System Handlu Uprawnieniami do Emisji (ETS) funkcjonuje w 30 krajach.

Jego celem jest limitowanie ilości gazów cieplarnianych, które mogą być emitowane przez energochłonne sektory przemysłu, producentów energii, linie lotnicze oraz transport drogowy i morski.

Założenia i wytyczne dotyczące transformacji polskiego sektora energetycznego sformułowane zostały w dokumencie „**Polityka energetyczna Polski do 2040 r.**” (PEP2040) opracowanym w 2021 r. i obejmują następujące cele:

- ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o 30% do 2030 r. (w stosunku do 1990 r.)
- udział OZE w końcowym zużyciu energii brutto w 2030 r. co najmniej na poziomie 23%, przy czym:
 - w elektroenergetyce - nie mniej niż 32% (głównie energetyka wiatrowa i PV)
 - w ciepłownictwie - 28%
 - w transporcie - 14% (z dużym udziałem elektromobilności)
- wdrożenie energetyki jądrowej w 2033 r.
- nie więcej niż 56% węgla w wytwarzaniu energii elektrycznej w 2030 r.
- wzrost efektywności energetycznej: zmniejszenie zużycia energii pierwotnej o 23% do 2030 r. (w stosunku do prognoz z 2007 r.)
- gaz ziemny będzie paliwem pomostowym w transformacji energetycznej.



Aktualna sytuacja międzynarodowa wpływa na wiele aspektów związanych z polityką energetyczną i powoduje konieczność weryfikacji założeń polityki długoterminowej.

W marcu 2022 r. Rada Ministrów przyjęła założenia do aktualizacji „Polityki energetycznej Polski do 2040 r.” (PEP 2040) – Wzmocnienie bezpieczeństwa i niezależności energetycznej.

Aktualizowana polityka energetyczna Polski będzie uwzględniać suwerenność energetyczną, której szczególnym elementem jest zapewnienie uniezależnienia krajowej gospodarki od importowanych paliw kopalnych z Federacji Rosyjskiej.

Założenia przewidują:

- rozbudowę mocy opartych o źródła krajowe;
- dalszy rozwój odnawialnych źródeł energii;
- konsekwentne wdrażanie energetyki jądrowej;
- poprawę efektywności energetycznej;
- dalszą dywersyfikację (różnicowanie) dostaw i zapewnienie alternatyw dla ropy naftowej i gazu ziemnego.

Priorytetem pozostają działania wzmacniające rozwój sieci elektroenergetycznych i magazynowania energii. Zakład się również, że w sytuacji niepewności na rynku gazu ziemnego okresowemu zwiększaniu może ulegać wykorzystanie jednostek węglowych.

Polska będzie również podejmować wysiłki negocjacyjne w celu reformy polityki klimatycznej Unii Europejskiej (UE), tak aby możliwe było przeprowadzanie transformacji energetyki przy uwzględnieniu czasowego zwiększonego wykorzystania konwencjonalnych mocy wytwórczych.

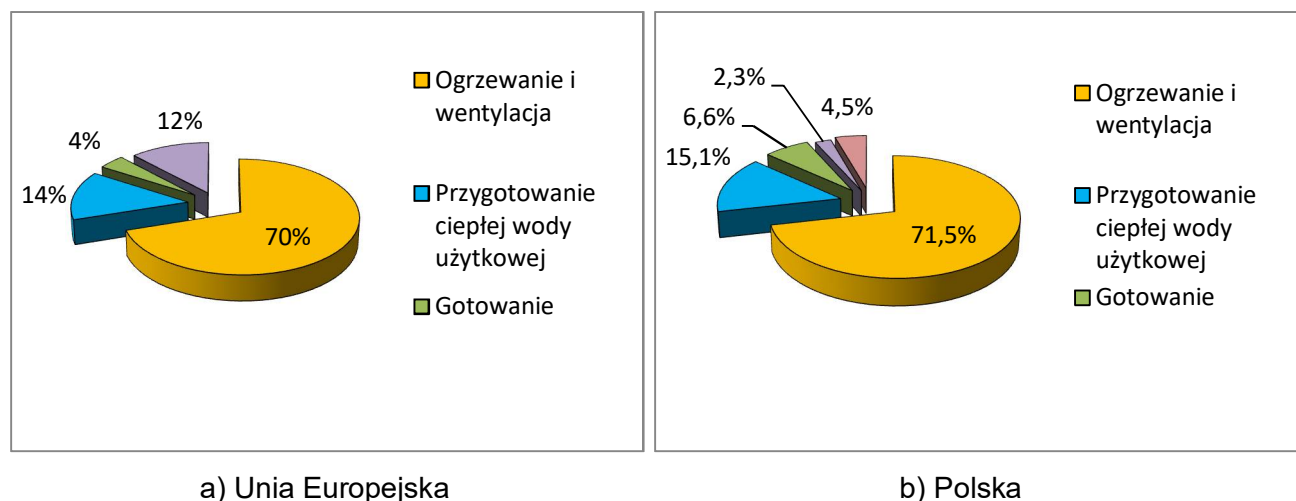
5. PRZEDSIĘWZIĘCIA PRZYCZYNIAJĄCE SIĘ DO ZMNIEJSZENIA ZUŻYCIA ENERGII CIEPLNEJ W BUDYNKACH

Budynki w UE odpowiadają za 40% zużycia energii i 36% emisji gazów cieplarnianych. Jednym z ważnych celów polityki klimatycznej jest więc poprawa ich efektywności energetycznej.

W tabeli 5.1 i na rys. 5.1÷5.2 pokazano strukturę zużycia energii w Unii Europejskiej i w Polsce.

Tabela 5.1 Struktura zużycia energii w budynkach w UE i Polsce [11]

Lp.	Cele użytkowania energii	Udział w zużyciu energii w budynku [%]	
		UE	Polska
1	Ogrzewanie i wentylacja	70	71,5
2	Przygotowanie ciepłej wody użytkowej	14	15,1
3	Gotowanie	4	6,6
4	Oświetlenie	12	2,3
5	Urządzenia elektryczne		4,5



Rys. 5.1÷5.2 Struktura zużycia energii w budynkach

Z przedstawionych danych wynika, że dominującą pozycję stanowi zużycie energii cieplnej na potrzeby ogrzewania budynków, którego udział w całkowitym zużyciu energii w budynkach kształtuje się na poziomie około 70% (w Polsce powyżej 71%).

Duży udział mają również potrzeby związane z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej (14-15%).

Łącznie udział energii cieplnej (ogrzewanie i przygotowanie c.w.u.) w strukturze potrzeb energetycznych budynków w UE wynosi około 84%, zaś w Polsce około 87%.

Podstawowym składnikiem bilansu energetycznego budynków jest więc zużycie ciepła na ogrzewanie. Należy podkreślić, że udział tego składnika w Polsce jest znacznie większy od wartości średniej w wielu rozwiniętych krajach Europy, co wynika z częściowo z surowszych warunków klimatycznych, ale również z niskiej izolacyjności cieplnej budynków oraz niskiej efektywności systemów technicznych.

Ze względu na bardzo duży udział energii cieplnej w bilansie energetycznym budynków bardzo ważne są działania przyczyniające się do zmniejszenia zużycia ciepła w budynkach. Kwestie poprawy ich efektywności energetycznej powinny więc być traktowane priorytetowo, gdyż w sektorze budownictwa uzyskane efekty w zakresie oszczędności energii mogą być największe.


Działania, których celem jest zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię ciepłą określane są pojęciem „termomodernizacji”.

Działania termomodernizacyjne w budynkach obejmują następujące grupy przedsięwzięć i usprawnień:

1. Zmniejszenie strat ciepła w budynkach poprzez poprawę ich izolacyjności cieplnej
 - Poprawa izolacyjności cieplnej przegród budowlanych nieprzezroczystych (ściany, dachy, podłogi i inne przegrody ograniczające pomieszczenia ogrzewane) poprzez ich docieplenie.
 - Poprawa izolacyjności cieplnej elementów przezroczystych w obudowie budynku (montaż okien o wysokiej izolacyjności termicznej).
2. Zmniejszenie strat ciepła na ogrzanie powietrza wentylacyjnego
 - Montaż stolarki okiennej i drzwiowej o wysokiej szczelności
 - Wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników
 - Wprowadzenie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła z powietrza wywiewanego.
3. Zmniejszenie strat ciepła w procesie wytwarzania energii cieplnej - modernizacja źródła ciepła (montaż urządzeń grzewczych o wysokiej sprawności, wykorzystanie OZE).
4. Zmniejszenie strat ciepła w procesie dostarczania energii cieplnej w budynku (poprawa sprawności przesyłu, regulacji i wykorzystania) - modernizacja instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania.
5. Zmniejszenie strat ciepła w procesie dostarczania ciepłej wody użytkowej w budynku (poprawa sprawności przesyłania i akumulacji) - modernizacja instalacji c.w.u.
6. Zastosowanie systemu zarządzania energią w budynku.

6. TERMOMODERNIZACJA BUDYNKÓW PODSTAWOWE ZASADY I WARUNKI PRAWIDŁOWEJ TERMORENOWACJI PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH ORAZ NAJCZĘSTSZE BŁĘDY POPEŁNIANE W PROCESIE TERMOMODERNIZACJI

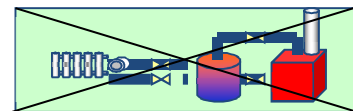
6.1 Podstawowe zasady termomodernizacji

- 
- ⇒ **Termomodernizacja struktury budowlanej łącznie z modernizacją systemu grzewczego**
 - ⇒ **Wybór optymalnej grubości warstw dodatkowej izolacji termicznej na podstawie analizy kosztów i efektów docieplenia**
 - ⇒ **Uwzględnienie zmiany mikroklimatu pomieszczeń w wyniku uszczelnienia budynku** (konieczność wprowadzenia nawiewników lub wentylacji mechanicznej)
 - ⇒ **Decyzja o przeprowadzeniu termorenowacji poprzedzona analizą efektywności ekonomicznej różnych wariantów usprawnień termomodernizacyjnych możliwych do realizacji** (audytem energetycznym).

Audyty energetyczne są warunkiem koniecznym prawidłowo przeprowadzonej termomodernizacji i stanowią podstawę prawidłowej decyzji inwestycyjnej.

Przykładowe błędy termomodernizacji wynikające z braku audytu energetycznego

1. Termomodernizacja struktury budowlanej w oderwaniu od modernizacji systemu grzewczego



Konsekwencje:

- Zmniejszenie zapotrzebowania na energię użytkową w budynku z pozostawieniem strat ciepła w instalacji grzewczej
 - Niedostosowanie systemu grzewczego do zmniejszonego zapotrzebowania budynku na ciepło – może skutkować wzrostem zapotrzebowania na energię końcową i wzrostem kosztów ogrzewania.
2. Stosowanie przypadkowych lub zbyt niskich grubości docieplenia przegród budowlanych
 3. Brak optymalizacji doboru grubości izolacji termicznej w oparciu o analizę ekonomiczną
 4. Wybór do realizacji usprawnień charakteryzujących się niską efektywnością energetyczną lub ekonomiczną.

Konsekwencje:

- 👉 **Niewykorzystanie potencjału możliwych do osiągnięcia oszczędności energetycznych**
- 👉 **Obniżenie efektywności energetycznej termomodernizacji**
- 👉 **Utrata możliwości osiągnięcia wyższej jakości energetycznej budynku**

6.2 Prawidłowy dobór technologii i materiałów

1) Technologie docieplenia ścian zewnętrznych

Cel : Poprawa izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych w budynkach istniejących

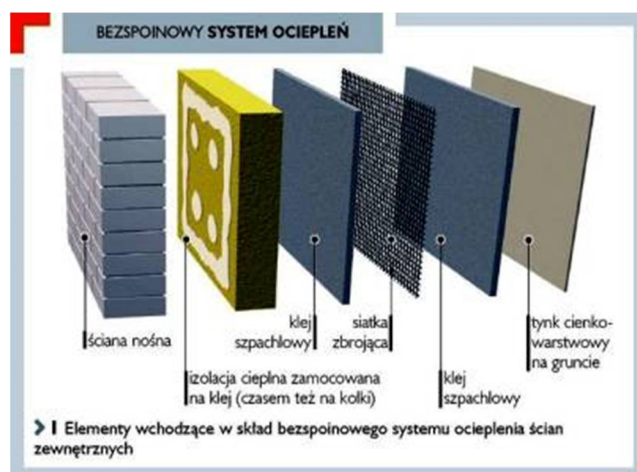
Sposób:

- wykonanie dodatkowej warstwy ocieplającej
- wykonanie warstwy zabezpieczającej przed uszkodzeniem oraz działaniem czynników zewnętrznych.

W zależności od technologii wykonania warstwy ochronnej technologie dociepleń dzielą się na dwie grupy:

- ⇒ metody „mokre”
- ⇒ metody „suche”.

Aktualnie powszechnie stosowana jest tzw. metoda bezspoinowa.



METODA BEZSPOINOWA

Bezspoinowy system dociepleń (BSO) Dawniej nazywany metodą "lekką – mokrą"

Polega na klejeniu elementów izolacyjnych i osłonowych oraz tynkowaniu.

Na ocieplenie tą metodą składają się trzy warstwy:

- warstwa izolacyjna (płyty ze styropianu lub z wełny mineralnej)
- warstwa wzmacniająca (zaprawa klejąca i siatka z włókna szklanego)
- warstwa elewacyjna (wyprawa tynkarska).

Stosuje się firmowe zestawy materiałów czyli systemy dociepleń.

Rys. 6.2.1 Bezspoinowy system dociepleń (BSO)

2) Wybór systemu docieplenia

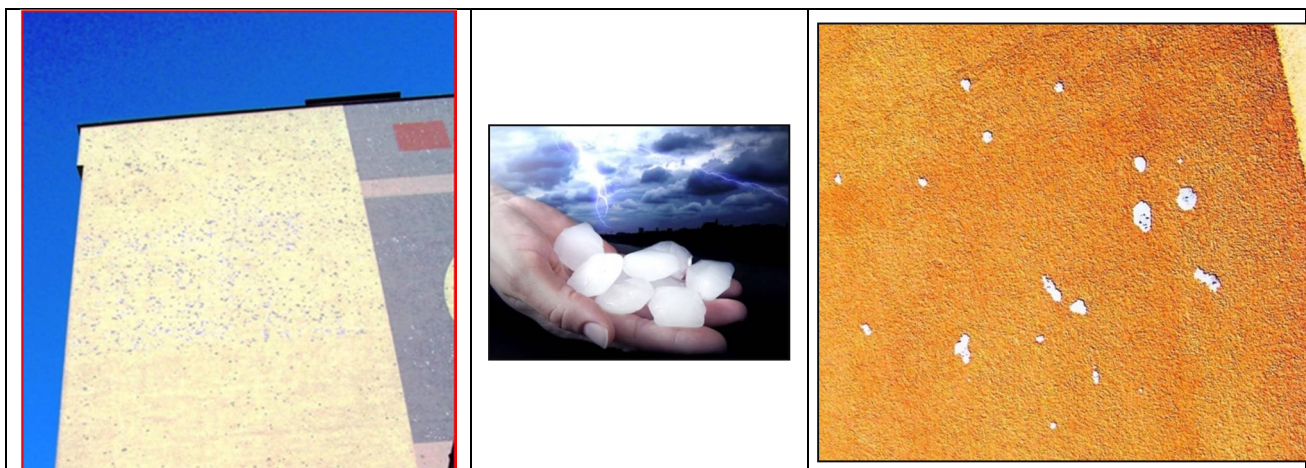
Systemy dociepleń = firmowe zestawy materiałów jednego producenta

Co trzeci budynek w Polsce ociepla się bez gwarancji producenta systemu ociepleń !!!

W praktyce występuje szereg negatywnych czynników wpływających na nieprawidłowy wybór systemu docieplenia:

1. W wykonywanych projektach docieplenia brak możliwości wskazania konkretnego systemu docieplenia (gdyż jest to jednoznaczne ze wskazaniem producenta) – stosowany jest wybór opcjonalny.
2. W przypadku przetargów na docieplenie organizowanych przez inwestora stosowane jest kryterium „najniższa cena”, co skutkuje wyborem wykonawcy oferującego najniższą cenę wykonania prac.
3. Etap wykonawstwa - najniższa cena nie przekłada się na jakość stosowanych materiałów. Realizacja prac odbywa się przy zastosowaniu przez wykonawcę taniego systemu dociepleń (niższej jakości) lub "składaka".

Na fotografiach zamieszczonych poniżej widzimy uszkodzenia elewacji budynku po gradobiciu, które wystąpiły wskutek wyboru nieprawidłowego systemu dociepleń.



Fot. 6.2.1 Uszkodzenia elewacji po gradobiciu spowodowane zastosowaniem nieodpowiedniego systemu dociepleń

3) Błędy wynikające z nieprofesjonalnego wykonawstwa prac dociepleniowych

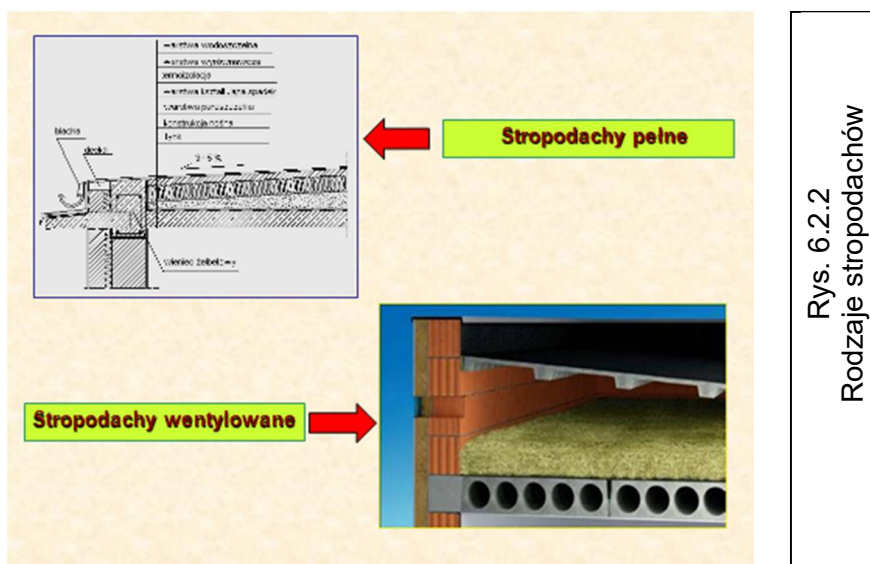
1. Nieprawidłowy dobór i zła jakość materiałów.
2. Niewłaściwe przygotowanie podłoża.
3. Niepoprawna kolejność wykonywanych prac.
4. Błędy techniczne wykonania
 - nieprawidłowe układanie płyt i błędy mocowania izolacji do warstwy nośnej
 - błędy wykonania warstwy zabezpieczającej (zaprawa klejąca i siatka)
 - błędy wykonania warstwy elewacyjnej
 - nieprawidłowe wykonanie nadproży
 - brak wzmocnienia stref przy krawędzi budynku.
5. Pozostawienie izolacji termicznej bez osłony przed wpływami atmosferycznymi.
6. Niezachowanie przerw technologicznych pomiędzy poszczególnymi etapami robót.
7. Wykonywanie prac w niewłaściwych warunkach atmosferycznych
(w temperaturze niższej niż +5°C, w czasie deszczu, silnego wiatru lub upału.).

4) **Błędna technologia docieplenia**
Termomodernizacja bez audytu i projektu czyli ... „sam wiem lepiej”?

1. Prawidłowa kolejność działań: audytor – projektant – inwestor – wykonawca
2. Decyzje podjęte przez nieprofesjonalistów :
 - skutkują wyborem nieoptymalnych lub wręcz błędnych technologii
 - zbyt drogo kosztują i nie przynoszą oczekiwanych efektów.

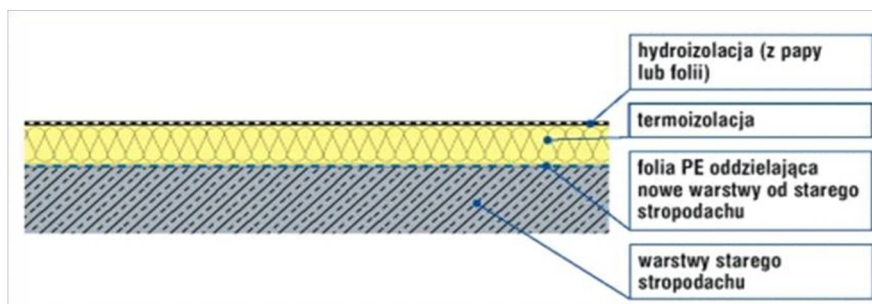
Przykład z praktyki - docieplanie stropodachów

Spotyka się sporo przypadków stosowania nieprawidłowej technologii docieplenia stropodachów wentylowanych (dociepla się je błędnie od strony zewnętrznej jak stropodachy pełne).



Stropodachy pełne dociepla się metodą tradycyjną poprzez ułożenie na istniejącym dachu twardych płyt styropianowych lub z wełny mineralnej, a następnie wykonanie nowego pokrycia dachowego pełniącego rolę hydroizolacji (rys. 6.2.3).

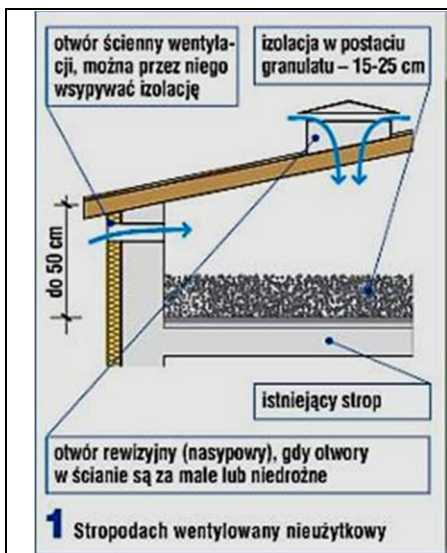
Możliwe jest również zastosowanie nowoczesnej metody natryskowej z zastosowaniem pianki poliuretanowej (fot. 6.2.2÷6.2.4) - metoda wymaga wykonania dodatkowej powłoki zabezpieczającej przed promieniowaniem UV.



Rys. 6.2.3 Docieplenia stropodachu pełnego metodą tradycyjną



Fot. 6.2.2÷6.2.4 Metoda natryskowa docieplenia stropodachów pełnych



Stropodachy wentylowane należy docieplać układając izolację termiczną w przestrzeni pustki powietrznej (jeżeli przestrzeń wentylowana jest dostępna)

lub

wykorzystując metodę „blow-in” polegającą na wdmuchaniu do wentylowanej przestrzeni materiału izolacyjnego w luźnej formie.

W przypadku metody wdmuchiwania najczęściej wykorzystywana jest wełna mineralna granulowana lub granulaty celulozy.

Poniżej na fot. 6.2.5÷6.2.10 pokazano realizację docieplenia stropodachu wentylowanego przy wykorzystaniu metody „blow-in”.

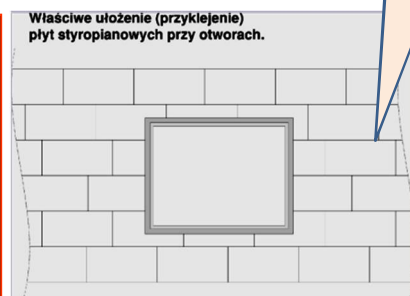


Fot. 6.2.5÷6.2.10

Docieplenie stropodachu wentylowanego realizowane metodą wdmuchiwania

5) Przykłady i skutki błędnego przeprowadzenia prac dociepleniowych

1. Realizacja systemem „Zosia-Samosia”



Fot. 6.2.11÷6.2.12 Przykłady nieprofesjonalnego wykonawstwa docieplenia

2. Inne przykłady



Fot. 6.2.13÷6.2.18 Skutki błędów wykonawstwa prac dociepleniowych

7. MODERNIZACJA ŹRÓDEŁ CIEPŁA

Modernizacja systemu grzewczego budynkach powinna być przeprowadzana kompleksowo i obejmować zarówno źródło ciepła dla budynku (węzeł ciepły zasilany z miejskiego systemu ciepłowniczego lub kotłownię lokalną), jak również wewnętrzną instalację grzewczą.

7.1 Modernizacja węzłów ciepłych

Modernizacja węzłów ciepłowniczych obejmuje następujące usprawnienia:

- ◆ Wymiana starych węzłów bezpośrednich (z hydroelewatorem) na węzły wymiennikowe.
- ◆ Wymianę starych wymienników w węźle na wymienniki płytowe o większej sprawności.
- ◆ Wymianę i izolowanie armatury i rurociągów w celu likwidacji nieszczelności i zmniejszenia strat ciepła.
- ◆ Wprowadzenie urządzeń automatycznej regulacji
 - regulatory ciśnienia i różnicy ciśnień (zapewniają stałość ciśnienia dyspozycyjnego w węźle niezależnie od wahań ciśnienia w sieci ciepłej),
 - regulatory przepływu (ograniczają maksymalny pobór ciepła z sieci),
 - regulatory pogodowe (regulują dostawę ciepła w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego).

7.2 Modernizacja kotłowni

Kotłownie zasilające budynki w ciepło to najczęściej małe kotłownie lokalne od kilkunastu do kilkuset kilowatów lub małe ciepłownie wolnostojące o mocy kilku megawatów zasilające kompleksy budynków z wykorzystaniem małej sieci ciepłowniczej.

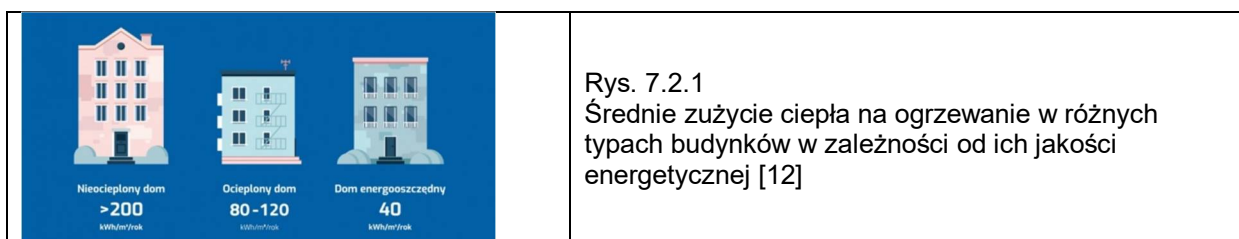
Kotły węglowe pracujące w kotłowniach lokalnych od kilkunastu lat mają w wielu przypadkach niską sprawnością energetyczną ze względu na przestarzałe rozwiązania konstrukcyjne urządzeń oraz duży stopień zużycia. Powoduje to nieefektywne wykorzystanie paliwa oraz nadmierną emisję

gazów cieplarnianych oraz pyłu do atmosfery. Urządzenia tego typu powodują tak zwaną niską emisję, która jest szczególnie uciążliwa dla środowiska naturalnego.

Stare kotły gazowe lub olejowe pracujące w kotłowniach lokalnych w wielu przypadkach są wyeksploatowane i posiadają obniżoną sprawnością. Wyposażone są one często tylko bardzo proste układy regulacji, które nie pozwalają na efektywne wykorzystanie paliwa i dostosowanie mocy kotłów do chwilowego zapotrzebowania na ciepło budynków.

Przy wymianie źródeł ciepła powinny być brane pod uwagę następujące czynniki:

1. Aktualna wielkość potrzeb cieplnych budynku oraz możliwość ich obniżenia w wyniku termomodernizacji (jeżeli jest planowana – patrz: rys. 7.2.1).
2. Dostępne paliwa i nośniki energii oraz ew. ograniczenia lokalizacyjne.
3. Infrastruktura i urządzenia dodatkowe (np. specjalne wkłady kominowe lub w przypadku gruntowych pomp ciepła budowa tzw. dolnego źródła ciepła).
4. Kwestie obsługi urządzeń (urządzenia bezobsługowe lub konieczność regularnej obsługi).
5. Analiza ekonomiczna uwzględniająca możliwości finansowe oraz nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacji urządzeń.



Rys. 7.2.1
Średnie zużycie ciepła na ogrzewanie w różnych typach budynków w zależności od ich jakości energetycznej [12]

Kilka podstawowych wytycznych dotyczących modernizacji źródeł ciepła:

- ⇒ W przypadku, gdy budynek zlokalizowany jest na terenie objętym zasięgiem miejskiego systemu ciepłowniczego preferowane powinno być zastąpienie lokalnej kotłowni przez węzeł cieplny podłączony do ww. sieci.
- ⇒ Kotły opalane paliwem gazowym lub olejowym charakteryzują się wysoką sprawnością energetyczną na poziomie 90-95% lub nawet rzędu 105% dla kotłów kondensacyjnych (wykorzystujących ciepło skraplania pary wodnej ze spalin). Źródła te posiadają również niższą w porównaniu z kotłami węglowymi emisję gazów spalinowych i pyłów do środowiska naturalnego.
- ⇒ W przypadku kotłowni gazowych lub olejowych z urządzeniami w dobrym stanie technicznym umożliwiającym dalszą eksploatację należy przeprowadzić ich modernizację obejmującą wyposażenie ich w układy automatycznej regulacji umożliwiające lepsze dostosowanie procesu spalania paliwa do potrzeb cieplnych budynków.
- ⇒ W budynkach położonych na obszarach z dostępnością do dużej ilości paliwa odnawialnego takiego jak słoma, pelety lub zrębki drewniane powinny być montowane urządzenia grzewcze wykorzystujące dany typ biomasy (ze względu na zerową emisję tych paliw i ich odnawialność).
- ⇒ Coraz bardziej rozpowszechnione jest stosowanie źródeł pracujących w oparciu o pompy ciepła (gruntowe lub powietrzne). Efektywność wykorzystania pomp ciepła może być zwiększona w połączeniu z zastosowaniem instalacji fotowoltaicznej pracującej na potrzeby pomp ciepła i pozwalającej uzyskać zwiększone efekty ekologiczne (zerowa emisja dla własnej produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem energii słonecznej).

7.2 Modernizacja wewnętrznej instalacji grzewczej

Podstawowy zakres usprawnień instalacji wewnętrznej:

- ◆ Płukanie chemiczne instalacji (przywrócenie drożności przewodów instalacji poprzez usunięcia osadów i produktów korozji).
- ◆ Uszczelnienie instalacji w celu ograniczenia do minimum ubytków wody (montaż armatury i pomp bezdławicowych).
- ◆ Likwidacja centralnego systemu odpowietrzania i montaż automatycznych odpowietrzników.

- ◆ Hermetyzacja instalacji przez likwidację otwartych naczyń wzbiornych i montaż przeponowych naczyń wzbiornych typu zamkniętego).
- ◆ Zastąpienie obiegu grawitacyjnego obiegiem pompowym.
- ◆ Montaż nowoczesnej Izolacji termicznej na rurociągach rozprowadzających.
- ◆ Regulacja hydrauliczna instalacji (montaż zaworów podpionowych).
- ◆ Zastosowanie regulacji centralnej (regulator pogodowy) i miejscowej (zawory termostacyjne przy grzejnikach).
- ◆ Wymiana grzejników na nowe o niższej bezwładności i pojemności wodnej.
- ◆ Montaż ekranów nagrzejnikowych.
- ◆ Montaż zaworów regulacyjnych termostacyjnych na cyrkulacji w instalacji c.w.u.

8. CELE I ZADANIA AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

Audyty są obecnie niezbędnym elementem działań mających na celu zmniejszenie zużycia energii. Jest to rodzaj ekspertyzy techniczno-ekonomicznej stanowiącej bazę do przygotowania modernizacji mającej na celu poprawę efektywności energetycznej.

Sporządzanie audytów jest z reguły powiązane ze staraniami o uzyskanie wsparcia finansowego dla planowanych przedsięwzięć modernizacyjnych.

Generalnie wykonuje się następujące rodzaje audytów:

1. Audyt energetyczny

Dotyczy usprawnień termomodernizacyjnych i jego celem jest zmniejszenie zużycia energii cieplnej (często wykonywany jako uzasadnienie wniosku o premię termomodernizacyjną).

2. Audyt remontowy

Obejmuje usprawnienia termomodernizacyjne połączone z pracami remontowymi – wykonywany jako uzasadnienie wniosku o premię remontową.

3. Audyt efektywności energetycznej

Ocena efektywności energetycznej pojedynczego przedsięwzięcia (może dotyczyć zarówno energii cieplnej, jak i energii elektrycznej) – stanowi podstawę wniosku o wydanie tzw. „białego certyfikatu”.

4. Audyt energetyczny przedsiębiorstwa

Obejmuje analizę całej gospodarki energetycznej – obowiązek dla dużych przedsięwzięć.

W praktyce największą liczbę opracowań stanowią audyty energetyczne.

Definicja audytu energetycznego:

- ▶ Opracowanie określające zakres i parametry techniczne oraz ekonomiczne przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
- ⇒ **ze wskazaniem rozwiązania optymalnego**
(w szczególności z punktu widzenia kosztów realizacji tego przedsięwzięcia oraz oszczędności energii)
- ▶ Opracowanie stanowiące jednocześnie założenia do projektu budowlanego dotyczącego realizowanego przedsięwzięcia.

Zakres audytu obejmuje wykonanie następujących analiz:

- ☞ przeprowadzenie prawidłowej oceny stanu istniejącego;
- ☞ określenie możliwości i sposobów poprawy stanu istniejącego;
- ☞ ocena efektywności ekonomicznej możliwych usprawnień termomodernizacyjnych
- ☞ wybór optymalnego wariantu termomodernizacji do realizacji.

Podstawowe etapy wykonywania audytu energetycznego budynku pokazano na schemacie zamieszczonym na rys. 8.1.

Jedną z podstawowych zasad prawidłowo przeprowadzonej termomodernizacji jest termorenowacja struktury budowlanej łącznie z modernizacją systemu grzewczego.

W związku z powyższym wszystkie analizowane w audycie warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych (w tym wariant optymalny proponowany do realizacji) zawierają usprawnienie „Modernizacja systemu grzewczego).

Sposób typowania do analizy w audycie poszczególnych wariantów usprawnień termomodernizacyjnych pokazano w tabeli 8.1.

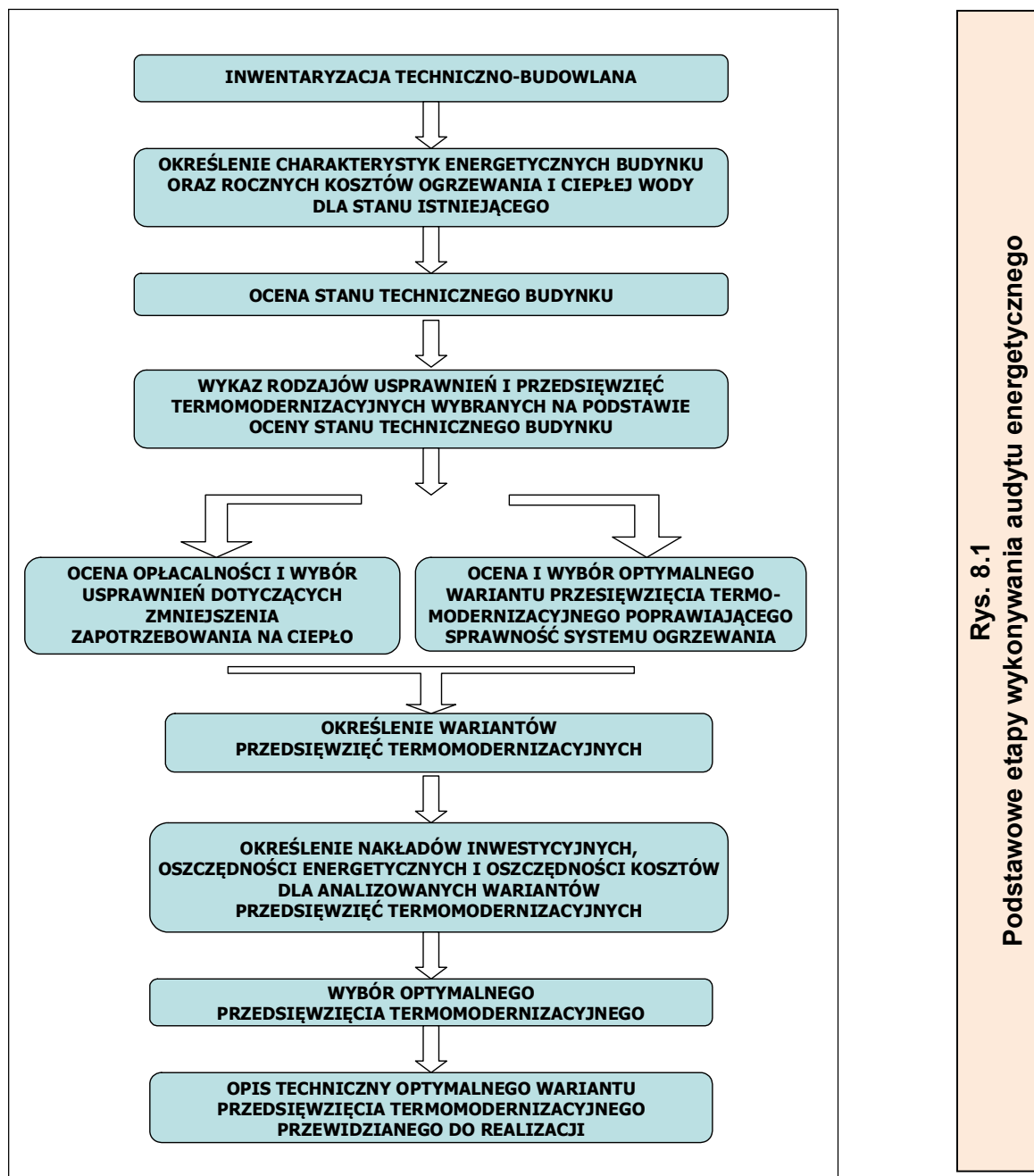


Tabela 8.1 Określenie wariantów usprawnień termomodernizacyjnych analizowanych w audycie

Lp.	Zakres usprawnień	Oznaczenie wariantu						
		A	B	C	D	E	F	G
1	System grzewczy + U1+U2+U3+U4+U5+U6	+						
2	System grzewczy + U1+U2+U3+U4+U5	+	+					
3	System grzewczy + U1+U2+U3+U4	+	+	+				
4	System grzewczy + U1+U2+U3	+	+	+	+			
5	System grzewczy + U1+U2	+	+	+	+	+		
6	System grzewczy + U1	+	+	+	+	+	+	
7	System grzewczy	+	+	+	+	+	+	+

gdzie: U – usprawnienia dotyczące struktury budowlanej obiektu

9. CELE I ZADANIA CERTYFIKACJI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW

Jednym z elementów służących poprawie jakości energetycznej budynków jest wprowadzony we wszystkich krajach Unii Europejskiej system oceny ich charakterystyki energetycznej czyli system świadectw energetycznych.

Świadectwo charakterystyki energetycznej budynku SCHE (zwane też czasem certyfikatem lub paszportem energetycznym) jest dokumentem zawierającym podstawowe dane obiektu oraz wskaźniki zużycia energii, które pozwalają określić poziom jakości energetycznej budynku lub części budynku.

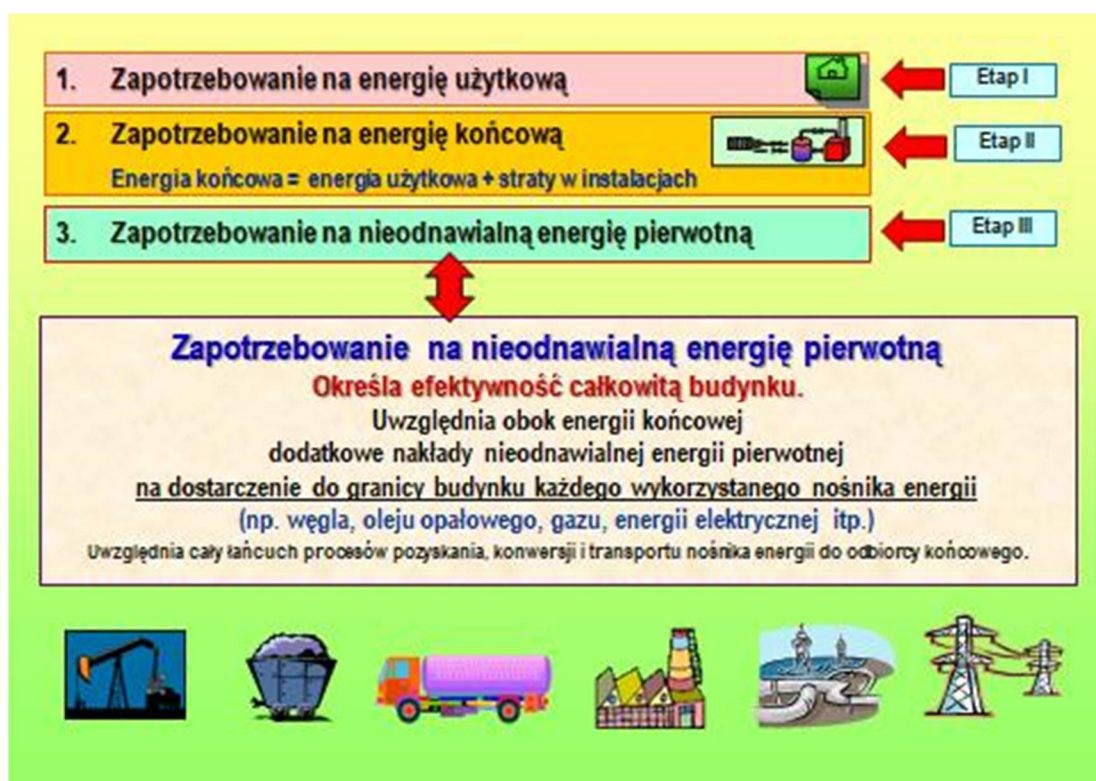
Aktualnie istnieje obowiązek wykonywania świadectw w momencie oddawania budynków do użytkowania oraz przekazywania świadectw nabywcom w momencie sprzedaży nieruchomości lub udostępniania ich najemcom w sytuacjach wynajmu.

W oparciu o informacje zawarte w świadectwie użytkownik (właściciel lub najemca) ma możliwość określić zapotrzebowanie na energię danego obiektu oraz związane z nim koszty użytkowania.

Charakterystyka energetyczna wyrażona jest poprzez wskaźnik **EP** określający wielkość rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (niezbędną do zaspokojenia potrzeb związanych z użytkowaniem budynku lub części budynku) odniesioną do 1 m² pomieszczeń o regulowanej temperaturze.

$$\text{Charakterystyka energetyczna EP} = \frac{\text{nieodnawialna energia pierwotna (roczna)}}{\text{powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze}} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ rok})]$$

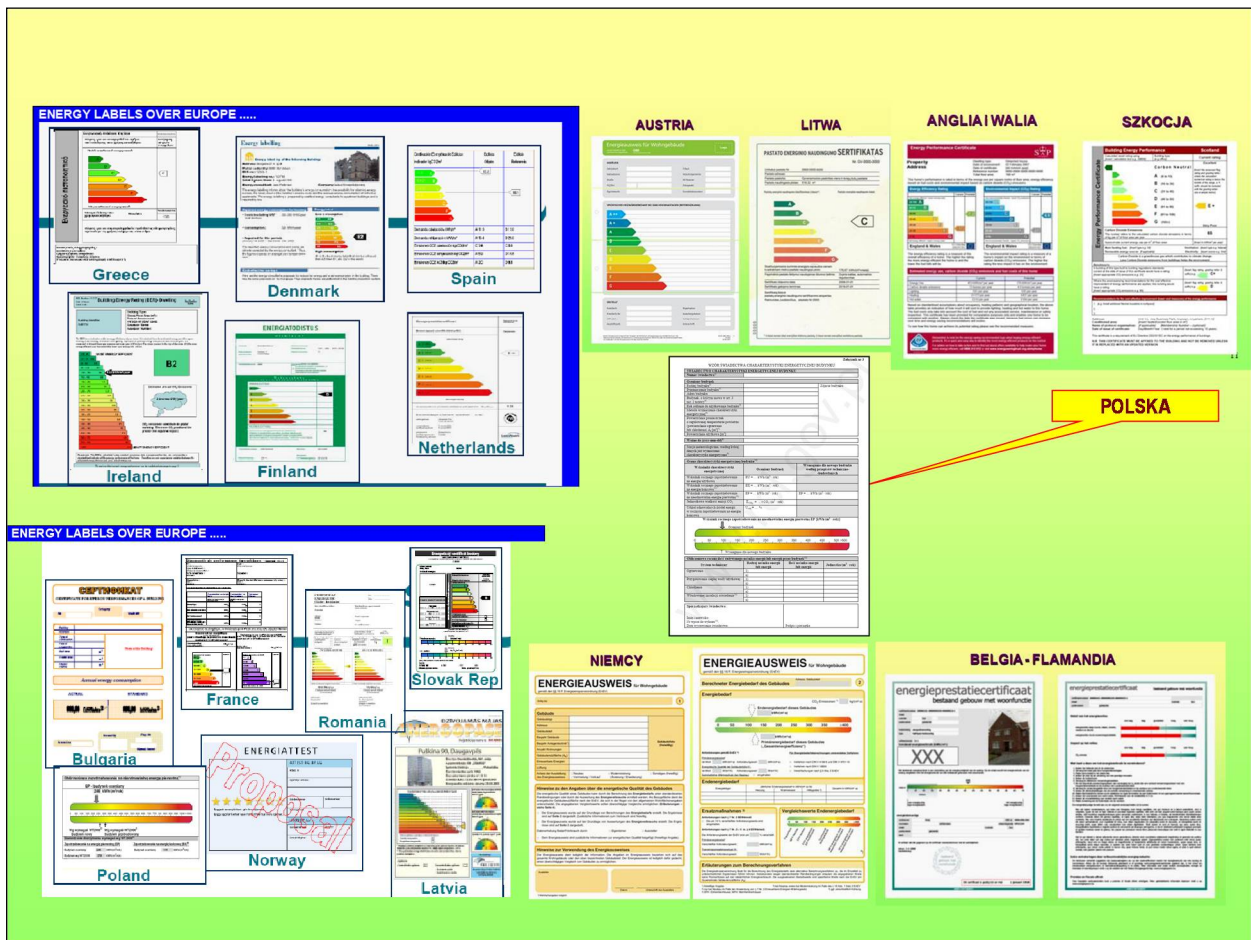
Na rys. 9.1 pokazano etapy określania charakterystyki energetycznej wymagane w SCHE.



Rys. 9.1 Podstawowe etapy określania charakterystyki energetycznej

Charakterystyka energetyczna może być wyrażona na SCHE w postaci klas lub skali suwakowej – w Polsce przyjęto system suwakowy.

Sposoby przedstawiania charakterystyki energetycznej przyjęte w UE przedstawiono na rys. 9.2.



Rys. 9.2 Sposoby przedstawiania charakterystyki energetycznej przyjęte w UE

WZÓR ŚWIADECTWA CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU			
ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU			
Numer świadectwa ¹⁾			
Oceniany budynek		Zdjęcie budynku	
Rodzaj budynku ²⁾			
Przeznaczenie budynku ³⁾			
Adres budynku			
Budynek, o którym mowa w art. 3 ust. 2 ustawy ⁴⁾			
Rok oddania do użytkowania budynku ⁵⁾			
Metoda wyznaczania charakterystyki energetycznej ⁶⁾			
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona) A _r [m ²] ⁷⁾			
Powierzchnia użytkowa [m ²]			
Ważne do (rrrr-mm-dd)⁸⁾			
Stacja meteorologiczna, według której danych wyznaczana jest charakterystyka energetyczna ⁹⁾			
Ocena charakterystyki energetycznej budynku¹⁰⁾			
Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniany budynek	Wymagania dla nowego budynku według przepisów techniczno-budowlanych¹¹⁾	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU = ... kWh/(m ² · rok)		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową ¹²⁾	EK = ... kWh/(m ² · rok)		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną ¹³⁾	EP = ... kWh/(m ² · rok)		EP = ... kWh/(m ² · rok)
Jednostkowa wielkość emisji CO ₂	E _{CO₂} = ... t CO ₂ /(m ² · rok)		
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	U _{odn} = ... %		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m ² · rok)]			
Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii przez budynek¹⁴⁾			
System techniczny	Rodzaj nośnika energii lub energii	Ilość nośnika energii lub energii	Jednostka/(m² · rok)
Ogrzewania	1)) n))		
Przygotowania ciepłej wody użytkowej	1)) n))		
Chłodzenia	1)) n))		
Wbudowanej instalacji oświetlenia ¹⁵⁾	1)) n))		

Wygenerowano z centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków

WZÓR ŚWIADECTWA CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ CZĘŚCI BUDYNKU			
ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ CZĘŚCI BUDYNKU			
Numer świadectwa ¹⁾			
Oceniana część budynku		Zdjęcie budynku	
Rodzaj budynku ²⁾			
Przeznaczenie budynku ³⁾			
Adres budynku			
Budynek, o którym mowa w art. 3 ust. 2 ustawy ⁴⁾			
Rok oddania do użytkowania budynku ⁵⁾			
Metoda wyznaczania charakterystyki energetycznej ⁶⁾			
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona) A _r [m ²] ⁷⁾			
Powierzchnia użytkowa części budynku [m ²]			
Ważne do (rrrr-mm-dd)⁸⁾			
Stacja meteorologiczna, według której danych wyznaczana jest charakterystyka energetyczna ⁹⁾			
Ocena charakterystyki energetycznej części budynku¹⁰⁾			
Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniana część budynku		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU = ... kWh/(m ² · rok)		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową ¹¹⁾	EK = ... kWh/(m ² · rok)		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną ¹²⁾	EP = ... kWh/(m ² · rok)		
Jednostkowa wielkość emisji CO ₂	E _{CO₂} = ... t CO ₂ /(m ² · rok)		
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	U _{odn} = ... %		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m ² · rok)]			
Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii przez część budynku¹³⁾			
System techniczny	Rodzaj nośnika energii lub energii	Ilość nośnika energii lub energii	Jednostka/(m² · rok)
Ogrzewania	1)) n))		
Przygotowania ciepłej wody użytkowej	1)) n))		
Chłodzenia	1)) n))		
Wbudowanej instalacji oświetlenia ¹⁴⁾	1)) n))		

Wygenerowano z centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków

Rys. 9.3÷9.4 Wzory SCHE dla budynku i części budynku stosowane w Polsce

Zgodnie z polskimi przepisami SCHE muszą być rejestrowane w Centralnym Rejestrze Charakterystyki Energetycznej Budynków prowadzonym przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii.

10. METODY DIAGNOSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW (BADANIA TERMOWIZYJNE)

10.1 Podstawy teoretyczne pomiarów termowizyjnych

Technika termowizyjna wykorzystuje znane zjawisko fizyczne polegające na emitowaniu fal elektromagnetycznych przez każde ciało o temperaturze wyższej niż zero bezwzględne ($0\text{ K} = -273^{\circ}\text{C}$).

Promieniowanie to nazywane jest:

- ⇒ ze względu na długość fali - promieniowaniem podczerwonym,
- ⇒ ze względu na właściwości - promieniowaniem cieplnym.

Intensywność promieniowania cieplnego jest proporcjonalna do temperatury ciała.

Tworzenie obrazu polega na:

- ⇒ rejestracji przez kamerę termowizyjną promieniowania emitowanego przez obserwowany obiekt,
- ⇒ przetworzeniu zarejestrowanego promieniowania na kolorową mapę temperatur.

Mierząc promieniowanie podczerwone wysyłane przez dane ciało mierzymy pośrednio jego temperaturę. System termowizyjny pozwala więc mierzyć temperaturę na odległość - w wielu miejscach jednocześnie.

10.2 Zastosowania badań termowizyjnych

Pomiary termowizyjne mają bardzo szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach i umożliwiają między innymi:

- nieinwazyjne wykrywanie wad technologicznych w budynkach,
- badanie izolacyjności cieplnej przegród budowlanych (wykrywanie błędów w dociepleniu, mostków cieplnych, zawilgoceń, nieszczelności obudowy budynku),
- wykrywanie wycieków i nieszczelności (lokalizacja pęknięć w sieciach grzewczych i wodociągowych),
- badania izolacji cieplnej rurociągów wodnych i parowych,
- badania stanu cieplnego kominów i kanałów odprowadzających spaliny,
- badania ścian kotłów oraz innych urządzeń grzewczych,
- badania stanu izolacyjności chłodni przemysłowych,
- ustalenie lokalizacji podziemnych sieci energetycznych i cieplnych,
- wykrywanie wadliwie pracujących urządzeń mechanicznych (nadmierne przegrzanie),
- diagnostykę stanu technicznego oraz pracy urządzeń elektrycznych (rozdzielnie, transformatory, linie elektroenergetyczne itp.),
- badania składów węgla (zapobieganie samozapłonom hałd węglowych),
- wykrywanie chorób (zastosowania medyczne).

10.3 Diagnostyka izolacyjności cieplnej budynków

Szczególnym zastosowaniem badań termowizyjnych jest diagnostyka izolacyjności cieplnej budynków.

Stosowanie termowizji umożliwia:

- ⇒ Kontrolę jakości wykonania izolacji termicznej w nowych lub modernizowanych budynkach.
- ⇒ Ocenę stanu ochrony cieplnej budynków istniejących (wykrywanie lokalnych nieprawidłowości termicznych).

Na podstawie zdjęć termowizyjnych bezinwazyjnie dokonuje się jakościowej oceny izolacji, w tym występowania mostków cieplnych, czyli miejsc, w których właściwości termoizolacyjne są gorsze niż pozostałej części przegrody i gdzie ma miejsce wzmożona ucieczka ciepła z wnętrza budynku.

Zdjęcia termowizyjne najlepiej wykonywać jest w okresie zimowym przy temperaturze zewnętrznej nie wyższej niż 5°C .

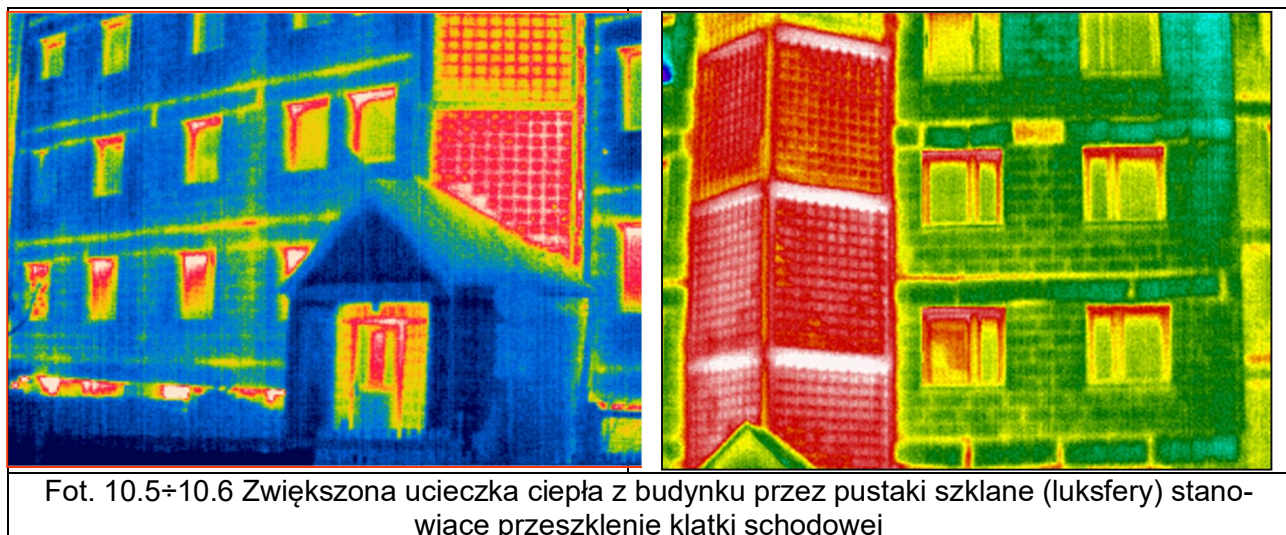
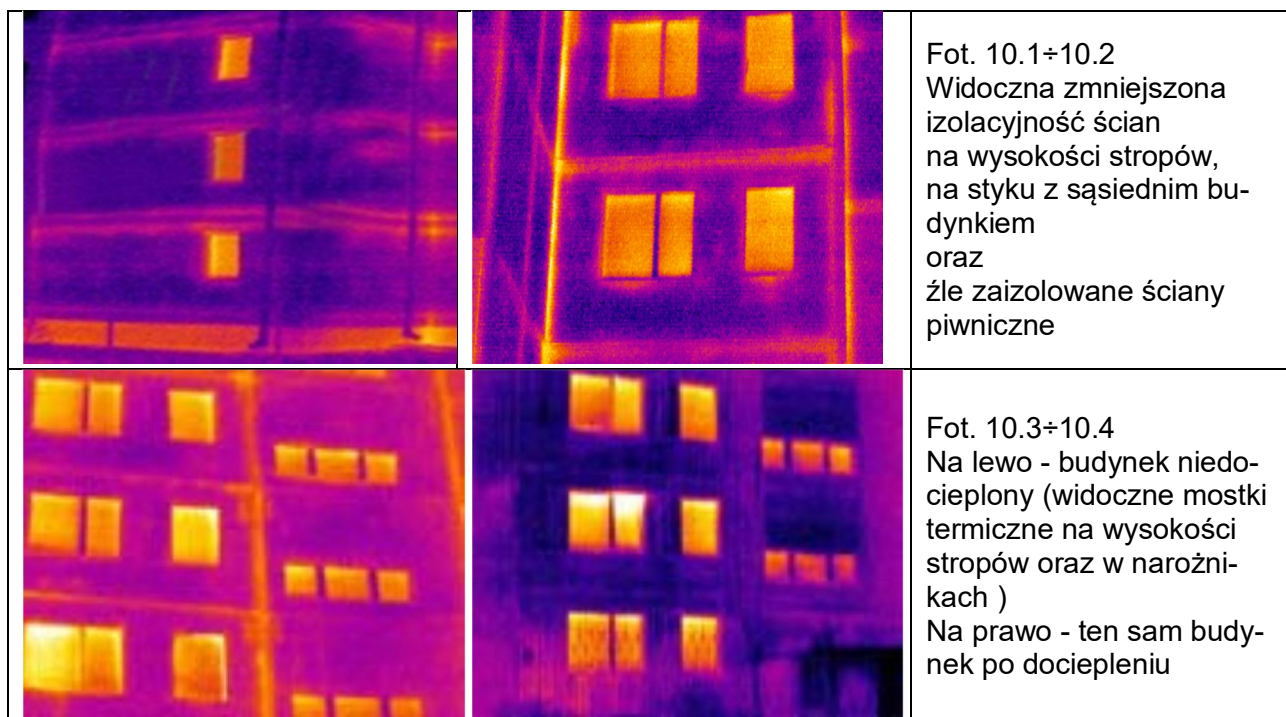
Zdjęcie termowizyjne należy czytać w następujący sposób:

- ⇒ im bardziej kolor zbliżony jest do granatu/czarnego - tym jest to obszar zimniejszy (niższej temperatur)
- ⇒ im bardziej kolor zbliżony do żółtego/czerwonego czy wręcz białego - tym obszar cieplejszy (temperatury wyższe).

Na zdjęciach termowizyjnych wykonanych od zewnątrz obszary „cieplejsze” (o wyższej temperaturze w porównaniu z temperaturą powietrza zewnętrznego) pokazują miejsca, przez które ucieka ciepło (im obszar cieplejszy, tym większe straty ciepła) oraz obszary „zimniejsze” – dobrze zaizolowane.

Robiąc zdjęcia kamerą termowizyjną od wewnątrz budynku poszukujemy najzimniejszych punktów. Zdjęcia termowizyjne wykonane od strony wewnętrznej należy interpretować odwrotnie – obszary zimniejsze świadczą o zwiększonej ucieczce ciepła, cieplejsze – o prawidłowej izolacji termicznej budynku.

10.4 Przykłady termogramów

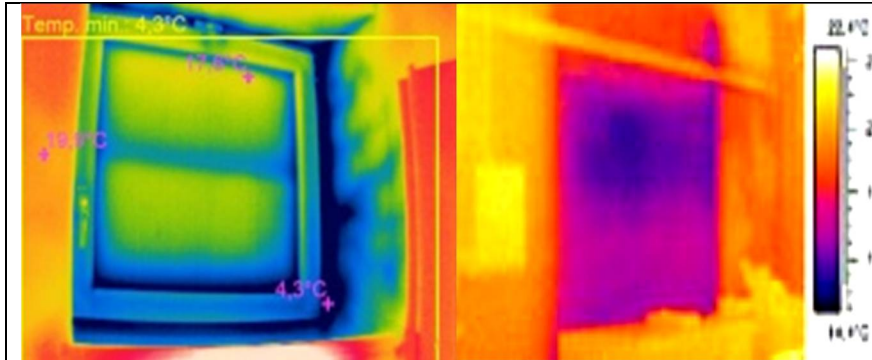




Fot. 10.7

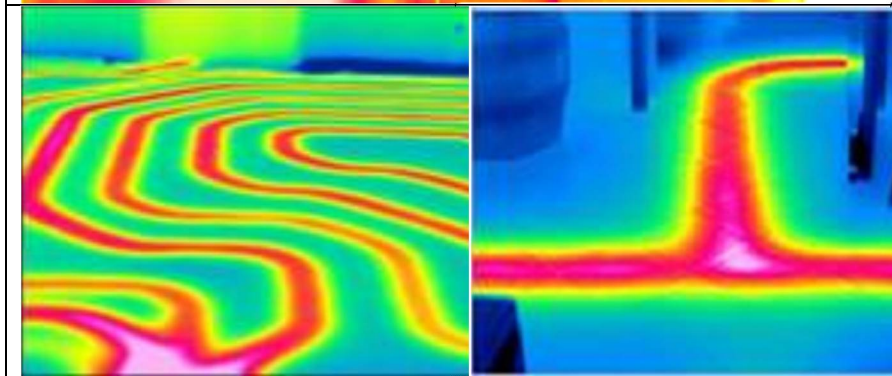
Ten sam budynek po modernizacji. Widoczne okna na klatkach schodowych zamontowane po likwidacji przeszklenia z lukseferów w wyniku czego:

- zmniejszono straty ciepła przez przeszklenie klatek ponad 6-krotnie)
- zmniejszono zużycie ciepła w budynku o ponad 15%.



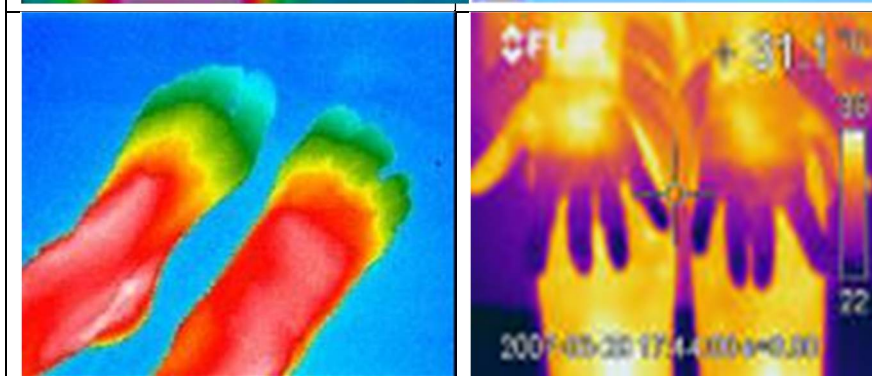
Fot. 10.8+10.9

Termogramy wykonane od wewnątrz - nieprawidłowo osadzone okno (na lewo) oraz zamurowane drzwi (na prawo)



Fot. 10.10 (na lewo)
Przebieg ogrzewania podłogowego

Fot. 10.11 (na prawo)
Lokalizacja przebiegu rurociągów grzewczych

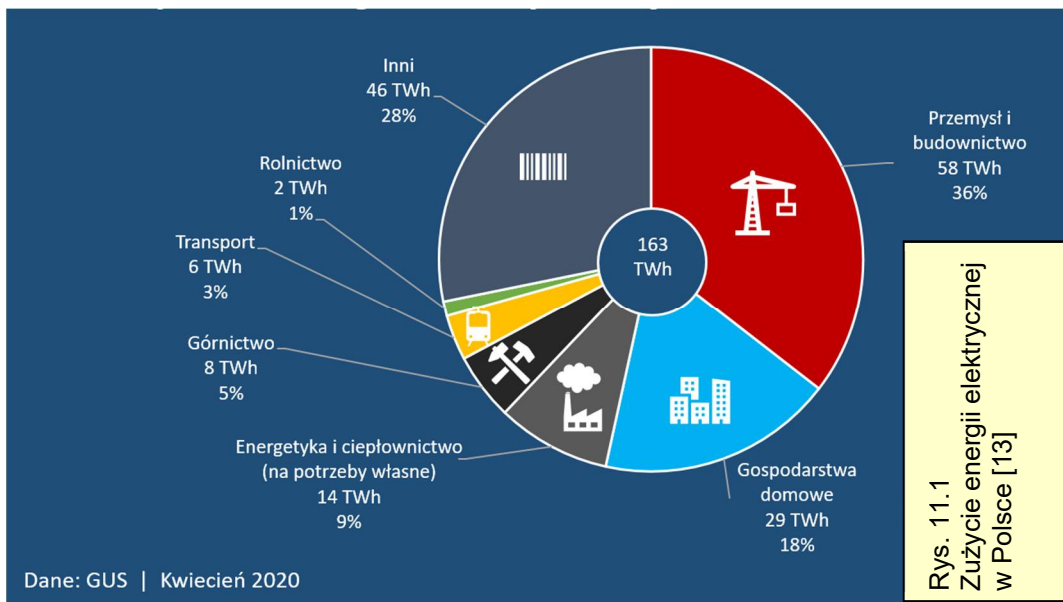


Fot. 10.12-10.13
Zastosowana medycyna (odmrożenia, zaburzenia krążenia)

11. DZIAŁANIA PRZYCZYNIAJĄCE SIĘ DO ZMNIEJSZENIA ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ W BUDYMKACH

Udział energii elektrycznej w strukturze potrzeb energetycznych budynków jest zróżnicowany i w zależności od rodzaju budynku może kształtować się na poziomie od 10 do 30%.

Na rys. 11.1 pokazano zużycie energii elektrycznej w Polsce w podziale na poszczególne sektory. Generalnie najwięcej energii elektrycznej (36%) zużywa przemysł. Kolejną pozycję zajmują gospodarstwa domowe, w których zużywa się około 18% całkowitego zużycia energii elektrycznej. Według danych GUS energia elektryczna stanowi około 10% potrzeb energetycznych gospodarstw domowych. W budynkach użyteczności publicznej zużycie energii elektrycznej jest 2-3 krotnie większe.



Przedsięwzięcia przyczyniające się do zmniejszenia energii elektrycznej w budynkach obejmują następujące grupy usprawnień:

1. Modernizacja systemu zasilania i rozdziału energii elektrycznej w budynku, w tym wykorzystanie energii słonecznej do produkcji energii elektrycznej (instalacje fotowoltaiczne), modernizacja przyłączy i rozdzielni, modernizacja wewnętrznej instalacji elektrycznej.
2. Modernizacja urządzeń elektrycznych zainstalowanych w systemach technicznych w budynku (pompy, wentylatory, klimakonwektory).
3. Działania przyczyniające się do zmniejszenia zapotrzebowania na energię odbiorników energii elektrycznej zainstalowanych w budynku (oświetlenie, urządzenia biurowe, sprzęt AGD i inne).

12. MODERNIZACJA OŚWIETLENIA



Rys. 12.1 Ewolucja źródeł światła [14]

Bardzo duży potencjał oszczędności energii elektrycznej w budynkach ma wymiana oświetlenia na energooszczędne.

Zastosowanie nowoczesnych opraw i ekonomicznych źródeł światła pozwala zmniejszyć zużycie energii na potrzeby oświetlenia nawet o 85%.

Modernizacja oświetlenia polega na:

- ⇒ Wymianie źródeł światła
- ⇒ Wymianie opraw oświetleniowych
- ⇒ Wprowadzenie systemów sterowania oświetleniem.

Porównanie źródeł światła

◆ Tradycyjna żarówka

- Budowa i zasada działania: Szklana bańka z gazem szlachetnym i żarnikiem wolframowym, który nagrzewa się do ok. 2200 stopni i świeci. Około 95% pobieranej energii elektrycznej jest spożytkowane na energię cieplną, a zaledwie 5% na świecenie.
- Żywotność: ok. 1 000 godzin pracy
- Przykładowe zużycie energii dla żarówki 40 W przy 1000 godzinach pracy – 40 kWh.

◆ **Żarówka / świetlówka energooszczędna**

- Budowa i zasada działania: Korpus i szklana rurka formowana w różne kształty wypełniona mieszaniną gazów emitujących promieniowanie UV absorbowane przez proszek pokrywający obudowę i emitujący promieniowanie widzialne.
- Żywotność: 8 000÷10 000 godzin pracy
- Zużycie energii dla żarówki energooszczędnej 9 W (odpowiednik 40 W tradycyjnej żarówki) przy 1000 godzin pracy – 9 kWh.
Duże zużycie energii na start w pierwszych 5 sekundach – nieekonomiczne częste włączanie i wyłączanie
- Koszt świecenia o ok. 22% niższy, niż w przypadku żarówki tradycyjnej.
- Może zastąpić 10 tradycyjnych żarówek o tej samej mocy.

◆ **Żarówka LED (Light Emitting Diode)**

- Budowa i zasada działania: Źródłem światła jest dioda składająca się z niebieskiej diody elektroluminescencyjnej, która daje światło niebieskie, oraz luminoforu emitującego światło żółto-zielone. Diody nie nagrzewają się.
- Żywotność: 20 000÷50 000 godzin pracy
Częste włączanie i wyłączanie nie ma wpływu na żywotność.
- Zużycie energii: Żarówka LED 6.5 (odpowiednik 40 W tradycyjnej żarówki i 9 W żarówki energooszczędnej) przy 1000 godzin pracy zużywa 7 kWh energii elektrycznej.
Pobiera co najmniej 80% mniej energii elektrycznej, niż żarówka tradycyjna.
- Koszt świecenia o ok. 35% niższy, niż w przypadku żarówki tradycyjnej.
- Może zastąpić 20 tradycyjnych żarówek.
- Generuje najmocniejszy strumień światła i jest najtrwalsza.

Tabela 12.1 Porównanie mocy żarówek tradycyjnych i żarówek LED

Moc żarówki tradycyjnej	Moc żarówki LED
30 W	4-5 W
40 W	5-6 W
50 W	6-8 W
70 W	9-10 W
100 W	~15 W

Od 2009 r. żarówki tradycyjne były w krajach UE stopniowo wycofywane ze sprzedaży. W 2012 r. wszystkie tradycyjne żarówki (klasyfikowane jako źródła światła do użytku domowego) zniknęły z półek sklepowych, a ich produkcja została wstrzymana w całej Unii Europejskiej.

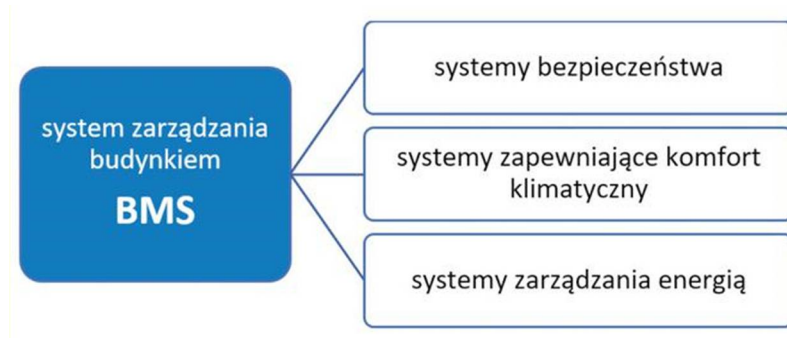
Ze względu na nieprecyzyjność zapisów w Rozporządzeniu Komisji Europejskiej do 2016 r. mogły być wprowadzane do obrotu zwykle żarówki wolframowe jako „lampy specjalne” oznaczone jako nienadające się do użytku domowego.

W 2016 r. uszczegółowiono klasyfikację „lamp specjalnych”, które muszą posiadać „specjalne” parametry techniczne (sam zapis „nienadające się do użytku domowego” nie wystarcza). Wyjątkiem były żarówki halogenowe (zmodyfikowane żarówki tradycyjne z żarnikiem wolframowym wypełnione gazem szlachetnym z niewielką ilością halogenu), których termin wycofania przesunięto w UE do 2018 r.

Oznacza to, że era tradycyjnych żarówek wolframowych w Europie dobiegła końca.

13. SYSTEMY MONITORINGU I STEROWANIA ZUŻYCIEM ENERGII W BUDYNKACH

W nowoczesnych obiektach (oraz coraz częściej w budynkach modernizowanych) stosowane są systemy zarządzania budynkiem tzw. BMS (Building Management System). Jest to system automatyki budynkowej umożliwiający monitorowanie i zarządzanie wszystkimi urządzeniami i systemami znajdującymi się w budynku.



Rys. 13.1 Obszary systemu zarządzania budynkiem [15]

System BMS obejmuje:

1. Systemy bezpieczeństwa

System kontroli dostępu, sygnalizacji pożaru, włamania i napadu, system monitoringu, detekcji gazów, ochrony przed zalaniem itp.

2. Systemy zapewniające komfort klimatyczny

- ◆ *Sterowanie ogrzewaniem/chłodzeniem*
- ◆ *Sterowanie wentylacją*
- ◆ *Kontrola jakości powietrza*
- ◆ *Sterowanie oświetleniem*

3. Systemy zarządzania energią

- ◆ *System monitoringu zużycia energii i mediów*
- ◆ *System zarządzania i optymalizacji procesów wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania energii i mediów*
- ◆ *System zarządzania poborem mocy i energii elektrycznej*
- ◆ *System zasilania gwarantowanego*

Zalety zintegrowanego systemu zarządzania budynkiem:

1. Dostosowanie wszystkich systemów technicznych budynku do aktualnych potrzeb użytkowników.
2. Możliwość idealnego sterowania instalacjami w budynku w oparciu o śledzenie i analizowanie monitorowanych parametrów.
3. Zwiększenie bezpieczeństwa i komfortu użytkownika budynku (wcześniejsze wykrywanie potencjalnych zagrożeń i ich eliminowanie, wyłapywanie awarii i usterek obniżających komfort użytkownika).
4. Obniżenie kosztów eksploatacji budynku – automatyczne sterowanie pozwala zmniejszyć zużycie energii i mediów.

14. ZIELONE ZAWODY PRZYSZŁOŚCI

Transformacja energetyczna w kierunku neutralności klimatycznej UE pozwoli nie tylko obniżyć emisyjność europejskiej gospodarki, ale będzie silnie wpływała na rynek pracy.

„Zielona” transformacja będzie oddziaływała zarówno na ogólną liczbę miejsc pracy w gospodarce, jak i na strukturę zatrudnienia.

Szacuje się, że w skali Unii Europejskiej transformacja energetyczna może spowodować w okresie do 2030 r. powstanie około 2,5 mln nowych miejsc pracy.

Zielone miejsca pracy

Zgodnie z definicją Międzynarodowej Organizacji Pracy [16] są to miejsca pracy, które przyczyniają się do ochrony lub przywrócenia stanu środowiska - zarówno w tradycyjnych sektorach (przemysł i budownictwo), jak i w powstających nowych „zielonych” sektorach związanych z energią odnawialną i poprawą efektywności energetycznej.

Zielone miejsca pracy wpływają na:

- poprawę efektywności wykorzystania energii i surowców,
- ograniczanie emisji gazów cieplarnianych,
- minimalizację odpadów i zanieczyszczeń,
- ochronę i odtwarzanie ekosystemów,
- wspieranie adaptacji do skutków zmian klimatu.



Szacuje się, że w Polsce transformacja energetyczna może spowodować powstanie około 300 tys. nowych miejsc pracy.

W tabeli 14.1 zamieszczono wykaz ilustrujący wzrost zapotrzebowania na pracowników „zielonych” zawodów w poszczególnych branżach w oparciu o analizy przeprowadzone w 2022 r. przez Konfederację LEWIATAN.

Tabela 14.1 Przewidywany wzrost zapotrzebowania na pracowników w poszczególnych branżach spowodowany zieloną transformacją [17]

Lp.	Branża	Poszukiwani pracownicy
1	Energetyka oparta na paliwach kopalnych	Pracownicy zajmujący się wymianą infrastruktury energetycznej
2	Energetyka – farmy wiatrowe (morskie i lądowe)	Projektanci i producenci elementów farm wiatrowych Instalatorzy i serwisanci farm wiatrowych Pracownicy realizujący rozbudowę i dostosowanie portów przesyłowych (morskie farmy)
3	Energetyka - fotowoltaika	Doradcy w zakresie fotowoltaiki Osoby zaangażowane w projektowanie i produkcję instalacji PV Monterzy instalacji fotowoltaicznych Pracownicy świadczący usługi związane z demontażem i utylizacją instalacji PV
4	Wydobycie węgla	Specjaliści od rekultywacji terenów pokopalnianych Pracownicy realizujący prace w terenie
5	Transport (indywidualny i zbiorowy oraz ciężarowy)	Specjaliści ds. naprawy osobowych i ciężarowych samochodów elektrycznych Pracownicy przy budowie i obsłudze stacji ładowania Specjaliści utylizacji baterii Specjaliści serwisowania urządzeń i zarządzania rozmieszczeniem pojazdów Kierownicy autobusów, motorniczy tramwajów, maszyniści pociągów Logiści przejazdów i systemów parkowania Pracownicy zaangażowani przy projektowaniu i produkcji samochodów ciężarowych o napędzie elektrycznym
6	Budownictwo	Pracownicy przy produkcji wyrobów termoizolacyjnych Audytorzy energetyczni Doradcy energetyczni Wykonawcy robót termoizolacyjnych

Wnioski:

Działania dotyczące poprawy efektywności energetycznej oraz wymaganej zielonej transformacji energetycznej w Krajach UE będą powodowały wzrost zapotrzebowania na nowe „zielone” profesje, co powinno być wzięte pod uwagę przy wyborze drogi zawodowej przez młode pokolenie.

Jutro dzieje się dziś, więc musimy działać już teraz!

LITERATURA I ŹRÓDŁA

- [1] NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. Carbon dioxide. <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>
- [2] John Cook. Przewodnik naukowy do Sceptycyzmu Globalnego Ocieplenia https://skepticalscience.com/docs/Guide_Skepticism_Polish.pdf
- [3] Susza. Obraz Jose Antonio Alba. <https://pixabay.com/pl/photos/susza-odwodniony-gliniana-pod%c5%82oga-1675729/>
- [4] Las po huraganie. Obraz Andril Pogrebnyak. <https://pixabay.com/pl/photos/drzewa-pines-las-park-iglaste-5964077/>
- [5] Malediwy - raj, który za 20 lat przestanie istnieć. <https://turystyka.wp.pl/malediwy-raj-ktory-za-20-lat-przestanie-istniec-6043986201666689>
- [6] Pożary w Australii. <https://www.tokfm.pl/katastrofalne-pozary-w-australii>
- [7] Skutki huraganu Laura w USA w 2020 r. <https://pixabay.com/pl/photos/huragan-dewastacja-charley-63005>
- [8] Powódź w Bangladeszu w 2020 r. <https://www.gismeteo.pl/static/news/img/src/17761/bca1f126.jpg>
- [9] Obraz Pete Linforth. <https://pixabay.com/pl/photos/%c5%9brodowisko-naturalne-zanieczyszczenia-4405173/>
- [10] Eurostat + Raporty rynkowe. Zużycie energii w Polsce i Europie. <https://www.locja.pl/raport-rynkowy/zuzycie-energii-w-polsce-i-w-europie,199>
- [11] P. Lis, J. Piesyk. Zużycie energii i efektywność energetyczna budynków - charakterystyka i prognozy. Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, tom VIII, Ne 3 - 2016
- [12] Poradnik inwestora. Od czego zacząć planując wymianę ogrzewania. <https://gminazenergia.pl/post/poradnik-inwestora-od-czego-zaczac-planujac-wymiane-ogrzewania>
- [13] „Siada” gospodarka, spada zużycie prądu. Gdzie najbardziej? <https://wysokienapiecie.pl/27993-siada-gospodarka-spada-zuzycie-pradu-gdzie-najbardziej/>
- [14] Oświetlenie LED a tradycyjne żarówki. <https://wroled.pl/oswietlenie-led-a-tradycyjne-zarowki>
- [15] BMS - system zarządzania budynkami. Na czym polega system automatyki BMS? <https://obiektykomercyjne.muratorplus.pl/instalacje/bms-system-zarzadzania-budynkami-na-czym-polega-system-automatyki-bms-aa-w96W-ZJt3-Axkd.html>
- [16] What is a green job? International Labour Organization. https://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/news/WCMS_220248/lang--en/index.htm
- [17] Zielone kompetencje I miejsca pracy w Polsce w perspektywie do 2030 r. Konfederacja Lewiatan, Warszawa – wrzesień 2022 r.
- [18] Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków (Tekst jednolity z dn. 13.01.2022 r., Dz.U. 2022, poz. 438).
- [19] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z 2009 r., poz. 346 z późn. zmianami).
- [20] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 z dn. 15.06.2002 r., poz. 690 z późn. zmianami).
- [21] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z dn. 18.03.2015 r., poz. 376 z późn. zmianami).
- [22] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. z dnia 13.10.2017 r., poz. 1912).
- [23] Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (t.j. Dz.U. 2021, poz. 468 z późn. zmianami)
- [24] Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 30 listopada 2021 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej (Monitor Polski 2021, poz. 1188)
- [25] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. z 2017 r., poz. 1912).
- [26] Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. z 2022 r., poz. 956).