

Wybrane aspekty poprawy efektywności energetycznej dostawy ciepła do budynków według standardów WT2021

Selected aspects of energy efficiency improvement of heat supply to buildings according to WT2021 standards

KATARZYNA KOCZERGO, OLGIERD NIEMYJSKI

DOI 10.36119/15.2020.9.1

Promocja energooszczędnego budownictwa w krajach Unii Europejskiej rozpoczęła się już w roku 2002. Powstały wtedy nowe zasady i wytyczne projektowania i modernizowania budynków w celu ograniczania zużycia energii do celów centralnego ogrzewania, ciepłej wody i wentylacji. W kolejnych latach definiowane były nowe standardy dla budownictwa energooszczędnego oraz przepisy i rozporządzenia dotyczące poprawy efektywności energetycznej produkcji i dystrybucji ciepła do odbiorców końcowych. W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia dotyczące możliwości spełnienia wymagań określonych w Warunkach Technicznych na rok 2021. Spełnienie tych standardów energetycznych jest bardzo uzależnione od zastosowanego rodzaju źródła ciepła dla budynku. Zależność tą przedstawiono na przykładzie budynku, w którym przyjęto kilka wariantów źródła ciepła. Dodatkowo przedstawiono kierunki modernizacji sieci ciepłowniczych w celu redukcji strat ciepła, co także wpływa na poprawę efektywności energetycznej dystrybucji ciepła siecią ciepłowniczą.

Słowa kluczowe: efektywność energetyczna, charakterystyka energetyczna, budownictwo energooszczędne, system ciepłowniczy, nieodnawialna energia pierwotna

The promotion of energy-efficient construction in the European Union countries started as early as in 2002, when new rules and guidelines for designing and modernizing buildings were introduced to reduce energy consumption for central heating, hot water and ventilation purposes. In the following years, new standards for energy-efficient construction were defined as well as rules and regulations for improving the energy efficiency of heat production and distribution to end users. The article presents selected issues concerning the possibility of meeting the requirements specified in the Technical Conditions for 2021. Providing these energy standards is strongly dependent on the type of heat source used for the building. This dependence is presented on the example of the building in which several variants of the heat source were adopted.

Additionally, the directions of modernization of heating networks were presented in order to reduce heat losses, which also improves energy efficiency of heat distribution through the heating network.

Key words: energy efficiency, energy characteristics, energy-efficient construction, heating system, non-renewable primary energy

Wprowadzenie

Kraje członkowskie Unii Europejskiej promują energooszczędne budownictwo od wielu lat. Już w 2002 roku powstał dokument zawierający praktyczne sposoby i zasady działania w tym kierunku. W kolejnych latach powstało wiele dyrektyw i norm, których celem było wprowadzenie zmian w projektowaniu budynków tak aby spełniały one normy charakterystyki energetycznej.

Od 31 grudnia 2020 roku będą obowiązywać nowe warunki techniczne, jakim

powinny odpowiadać budynki i ich użytkowanie (WT2021, [2]). Regulacje dotyczą szczególnie wymagań odnośnie do parametrów izolacyjnych przegród, okien oraz drzwi. Jest to trzeci etap wprowadzania zmian związanych z energooszczędnością w budynkach nowych i remontowanych. Nadrzędnym celem tego etapu zmian jest poprawa energooszczędności budynków, co przekłada się na zmniejszenie maksymalnej wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/m²·rok]. Jest to kolejny krok w dążeniu do budowy

budynków o niemal zerowym zużyciu energii. Drogę tę wyznacza między innymi polityka zrównoważonego rozwoju w budownictwie, pojęcie to zostało zdefiniowane w Ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska Dz. U. z 2018 r. poz. 799, 1356. Przez „zrównoważony rozwój” rozumie się taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania

mgr inż. Katarzyna Koczergo – Szczecińska Energetyka Ciepła Sp. z o.o., Kierownik Działu Planowania Inwestycji i Gospodarki Urządzeniami, katarzyna.koczergo@sec.com.pl

dr inż. Olgierd Niemyjski – <https://orcid.org/0000-0002-2678-1883> – olgierd.niemyjski@pw.edu.pl, Politechnika Warszawska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa

możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń” [1, 13].

Znaczący wpływ na dalszą politykę w obszarze budownictwa miało przyjęcie przez Parlament Europejski pakietów klimatycznych, gdzie zdefiniowano zadania polityki ekologicznej państw członkowskich, a mianowicie konieczność ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, większy udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii w UE oraz o zwiększeniu o 20% efektywności energetycznej. Są to również główne cele ujęte w Strategii „Europa 2020” [14, 15] oraz bieżącej do roku 2050 pod nazwą „Czysta planeta dla wszystkich”. Strategia ta zawiera wizję gospodarki do 2050 r. neutralnej dla klimatu, gdzie punktem wyjścia ma być 45% redukcja CO₂ w 2030 r. W dokumentach mówi się o budownictwie jako sektorze wysoko energochłonnym na tle całej gospodarki, dlatego też w tym zakresie wprowadzono dodatkowe regulacje prawne. 19 maja 2010 r. została przyjęta dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej nr 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków zmieniającą dyrektywę 2002/91/WE z 16 grudnia 2002 r.

W Dyrektywie 2010/31/UE (EPBD – *Energy Performance of Buildings Directive*) zdefiniowano po raz pierwszy pojęcie „budynku o niemal zerowym zużyciu energii – co oznacza budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej. Niemal zerowa lub bardzo niska ilość wymaganej energii powinna pochodzić w bardzo wysokim stopniu z energii ze źródeł odnawialnych, w tym energii ze źródeł odnawialnych wytwarzanej na miejscu lub „w pobliżu”. Stworzono także metodologię obliczenia charakterystyki energetycznej budynków, w której określono minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej budynków oraz elementów wchodzących w ich skład, takich jak np. przegrody zewnętrzne w odniesieniu do budynków nowych oraz istniejących, poddawanych większej renowacji.

Zapisy dokumentu wskazują również na zaostrenie przepisów dla budynków nowych, aby od 31 grudnia 2020 roku były praktycznie zeroenergetycznymi. Zapisy znalazły odzwierciedlenie w ustawie Prawo budowlane, a następnie m.in. w znowelizowanym rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2].

W czerwcu 2018 roku została opublikowana w Dzienniku Urzędowym Unii

Europejskiej dyrektywa 2018/844/UE zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE EPBD i z 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (EED – *Energy Efficiency Directive*). Szczególny nacisk w dyrektywie EPBD położono na zwiększenie tempa renowacji istniejących budynków. Zapisane są w niej [3] zalecenia dla wszystkich państw członkowskich UE, aby prowadziły długoterminową strategię renowacji służącą wspieraniu renowacji krajowych zasobów budynków mieszkalnych i niemieszkalnych, zarówno publicznych, jak i prywatnych. Podstawowym celem przyjętej strategii jest osiągnięcie (do roku 2050) wysokiej efektywności energetycznej i dekarbonizacji zasobów budowlanych. Umożliwi to przekształcenie istniejących budynków w budynki o niemal zerowym zużyciu energii.

Kolejnym ważnym aspektem w dążeniu do poprawy efektywności energetycznej jest wprowadzenie nowych pojęć [4] związanych z inteligentnymi technologiami w zakresie systemów automatyki i sterowania (monitoringu) budynkami oraz systemu technicznego wyposażenia budynku:

- *system automatyki i sterowania budynku* – oznacza system obejmujący wszystkie produkty, oprogramowanie oraz usługi inżynierskie, które ułatwiają efektywne energetycznie, oszczędne i bezpieczne działanie systemów technicznych budynku poprzez automatyczne sterowanie i dzięki umożliwianiu manualnego zarządzania tymi systemami technicznymi budynku,
- *system techniczny budynku* – oznacza urządzenia techniczne do ogrzewania pomieszczeń, chłodzenia, wentylacji, ciepłej wody, wbudowanego oświetlenia, systemów automatyki i sterowania w budynku, wytwarzania energii elektrycznej na miejscu lub kombinację takich systemów, w tym systemy wykorzystujące energię ze źródeł odnawialnych, w budynku lub module budynku.

Proponowane wg dyrektywy rozwiązania techniczne w zakresie wymiany źródła ciepła czy też instalacji centralnego ogrzewania, wentylacji, ciepłej wody opierać miałyby się na urządzeniach samoregulujących, które regulują temperaturę w przypadku ciepła dostarczanego np. na potrzeby c.o. w poszczególnych pomieszczeniach bądź w strefie ogrzewanego wydzielonego obszaru. Jednocześnie zaznacza się, że zaproponowane rozwiązania powinny być możliwe do zrealizowania z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia.

W dokumencie poruszono również aspekty związane z przeglądami technicz-

nymi systemów instalacji technicznej, gdzie wymaga się od roku 2025 dla budynków niemieszkalnych o mocy użytkowej urządzeń powyżej 290 kW wyposażonych w systemy ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji montażu urządzeń automatyki umożliwiającej inteligentne i efektywne zarządzanie energią.

Zapisy dyrektywy EPBD powinny być przeniesione do prawa krajowego 20 miesięcy po jej opublikowaniu, tj. do 10 marca 2020 roku.

Równie ważna dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej EED w swojej nowelizacji wprowadza obowiązek po 25 października 2020 roku zdalnego odczytu rzeczywistego zużycia ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania, chłodzenia i ciepłej wody (art. 9c dyrektywy EED) u odbiorcy końcowego systemu ciepłowniczego.

W związku z tym, że w dyrektywie nie zdefiniowano pod kątem technicznym urządzenia służącego do zdalnego odczytu, Komisja UE opublikowała Zalecenia Komisji (UE) 2019/1660 z dnia 25 września 2019 r. wraz z załącznikami, dotyczące wdrożenia nowych przepisów z zakresu opomiarowania i rozliczeń zawartych w dyrektywie 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej. Dokument przedstawia szeroką interpretację w zakresie art.9 dyrektywy EED.

Jak widać z powyższych dokumentów zmiany czekające sektor budowlany, energetyczny powodują też zmiany w postrzeganiu ogólnego ładu przestrzennego również w podejściu do projektowania budynków kubaturowych i mieszkalnych. Stawiane budynki mają być o wysokim standardzie energetycznym. Wymaga to kompleksowego podejścia do projektowania budynku. Coraz bardziej musi zacieśniać się współpraca na płaszczyźnie planistycznej (urbanistycznej) z deweloperami, projektantami oraz dostawcami ciepła, chłodu.

Stawiane warunki techniczne budynkom, skutkują także zmianą podejścia do budowy źródeł ciepła, sieci i innych elementów infrastruktury ciepłowniczej. Podejście to musi zmienić się, biorąc pod uwagę odbiorcę końcowego. Wymagane inteligentne rozwiązania w budynku umożliwiające sterowanie ciepłem i reagowanie w czasie rzeczywistym na zachowania mieszkańców pod kątem ich komfortu cieplnego przełożą się na inteligentne sterowanie węzłami cieplnymi i dalej siecią ciepłowniczą. Montaż w komorach ciepłowniczych inteligentnych urządzeń automatyki i sterowania czynnikiem grzewczym pod kątem jego temperatury i ciśnienia np. na odgałęzieniu sieci ciepłowniczej wymaga

znajomości charakterystyki obiektu, harmonogramu rozbioru ciepła i dynamiki cieplnej w budynkach, które z reguły są o różnym przeznaczeniu. Dlatego też coraz częściej montowane są w budynkach systemy zarządzania energią w budynku BMS (Building Management System) oraz BEMS (Building and Energy Management System) pozwalające na regulację i monitorowanie obiektów w celu uzyskania jak największej efektywności energetycznej przy jednoczesnym zachowaniu komfortu cieplnego.

Zmiany w warunkach technicznych – WT2021

Zmiany w prawie budowlanym w roku 2021 w zakresie warunków technicznych dotyczą trzech obszarów:

- zmniejszenia wartości współczynników przewodzenia ciepła elementów konstrukcyjnych budynków,
- ograniczenia zapotrzebowania budynków na energię,
- modernizacji źródeł ciepła.

Pierwszy obszar zmian dotyczy maksymalnych wartości współczynników przewodzenia ciepła dla elementów konstrukcyjnych budynków. Obniżenie tych wartości związane jest z koniecznością stosowania elementów o lepszych właściwościach termicznych. W tabeli 1 przedstawiono zmiany wartości współczynnika przenikania ciepła dla przegród budowlanych, okien i drzwi w stosunku do wymagań obowiązujących w roku 2017 (WT2017).

W zakresie charakterystyki energetycznej budynku określono następujące wskaźniki rocznego zapotrzebowania na [6]:

- nieodnawialną energię pierwotną:
 $EP=Q_p/A_f$, kWh/(m² · rok)
- energię końcową:

$$EK = Q_k / A_f, \quad \text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

- energię użytkową:

$$EU=Q_u / A_f, \quad \text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

gdzie:

Q_p – roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla

systemów technicznych, kWh/rok,

Q_k – roczne zapotrzebowanie na energię

końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych, kWh/rok,

Q_u – roczne zapotrzebowanie na energię

użytkową, kWh/rok,
 A_f – powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona), m².

Nieodnawialna energia pierwotna obliczana jest na podstawie wzoru

$$Q_{p,H} = w_H \cdot Q_{k,H} + w_{el} \cdot E_{el,pom,H} \quad [\text{kWh}/\text{rok}]$$

Przy czym:

$Q_{k,H}$ – roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania,

$E_{el,pom,H}$ – roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania,

w_H i w_{el} – współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, przez które mnożymy powyższe wielkości.

Zmiany dotyczą także maksymalnych wartości współczynnika zużycia energii EP. W tabeli 2 przedstawiono porównanie maksymalnych wartości wskaźnika EP obowiązujących od 1 stycznia 2017 roku (WT2017) i od 31 grudnia 2020 roku (WT2021).

Zatem, co oznaczają te zmiany? Tak jak wcześniej wspomniano, wiąże się to ze zmianą podejścia do projektowania i wznoszenia zarówno w budownictwie mieszkaniowym, jak i użyteczności publicznej. Już na etapie koncepcji deweloper

Tabela 2. Maksymalne wartości wskaźnika EP w zależności od rodzaju budynku
Table 2. Maximum EP values depending on the type of building

Lp.	Rodzaj budynku	Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody [EP _{z-w} [kWh/(m ² ·rok)]]	
		od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r. ^{*)}
1	2	3	
1	Budynek mieszkalny:		
	a) jednorodzinny	95	70
	b) wielorodzinny	85	65
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	85	75
3	Budynek użyteczności publicznej:		
	a) opieki zdrowotnej	290	190
	b) pozostałe	60	45
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	90	70

^{*)} Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.

Tabela 1. Wartości współczynników przenikania ciepła dla elementów konstrukcyjnych U(max)
Table 1. Values of thermal transmittance coefficients for building elements U(max)

Rodzaj przegrody i temperatura	Współczynnik przenikania ciepła U(max) [W/(m ² · K)]	
	od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r.
Ściany zewnętrzne: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ 0,23 0,20 b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ 0,45 0,45 c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$ 0,90 0,90		
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ 0,18 0,15 b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ 0,30 0,30 c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$ 0,70 0,70		
Podłogi na gruncie: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ 0,30 0,30 b) przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ 1,20 1,20 c) przy $t_i < 8^\circ\text{C}$ 1,50 1,50		
Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne: a) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ 1,1 0,9 b) przy $t_i < 16^\circ\text{C}$ 1,6 1,4		
Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi	1,5	1,3

wraz z zespołem projektowym (wyzwania dla architektów i projektantów branży sanitarnej) będzie musiał przemyśleć bryłę obiektu tak, aby jej wskaźnik kształtu A/V (stosunek pola powierzchni danej bryły do jej kubatury) stanowił bryłę zwartą, co sprzyja energooszczędności, minimalizując pole powierzchni wymiany ciepła między wnętrzem ogrzewanym a środowiskiem zewnętrznym. Wyróżniamy więc:

- budynki zwarte, w których współczynnik A/V jest mniejszy od 0,2 m²/m³,
- średniej zwartości – A/V w zakresie 0,2–1,05 m²/m³,
- niezwarłe – współczynnik A/V większy niż 1,05 m²/m³.

Aby móc spełnić wymagania dotyczące EP, budynki będą musiały być wyposażone w źródła ciepła oraz instalację

Tabela 3. Wartości współczynnika w_i w zależności od zastosowanego nośnika energii [6]
Table 3. The values of the w_i coefficient depending on the energy carrier used [6]

Sposób zasilania budynku lub jego części w energię	Rodzaj nośnika energii lub energii	w_i
Miejsowe wytwarzanie energii w budynku	Olej opałowy	1,10
	Gaz ziemny	
	Gaz płynny	
	Węgiel kamienny	
	Węgiel brunatny	
	Energia słoneczna	0,00
	Energia wiatrowa	
	Energia geotermalna	
	Biomasa	
	Biogaz	0,50
Ciepło sieciowe z kogeneracji	Węgiel kamienny lub gaz	0,80
	Biomasa, biogaz	0,15
Ciepło sieciowe z ciepłowni	Węgiel kamienny	1,30
	Gaz lub olej opałowy	1,20
Sieć elektroenergetyczna systemowa	Energia elektryczna	3,00

wewnętrzna na potrzeby centralnego ogrzewania, chłodu i przygotowania ciepłej wody oraz wentylacji o wysokich sprawnościach. Źródła ciepła muszą charakteryzować się niską wartością współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie energii dla danego budynku – w_i . Wartości współczynnika w_i zostały przedstawione w tabeli 3.

Wpływ zastosowania różnych rodzajów źródła ciepła na wielkość wskaźnika EP

Spełnienie standardów energetycznych określonych w nowych warunkach

technicznych – WT2021 jest bardzo uzależnione od zastosowanego rodzaju źródła ciepła dla budynku. Zależność tą przedstawiono na przykładzie typowego budynku wielorodzinnego, w którym zaproponowano zastosowanie kilku wariantów źródła ciepła. Przyjęto typowy budynek wielorodzinny z trzydziestoma lokalami mieszkalnymi, zlokalizowany w I strefie klimatycznej, gdzie projektowana temperatura powietrza zewnętrznego wynosi $t_e = -16^\circ\text{C}$ a średnia roczna temperatura powietrza zewnętrznego $t_{sr} = 7,7^\circ\text{C}$. Kubatura budynku: $V = 8084,40 \text{ m}^3$, wartość współczynnika kształtu: $A/V = 0,4 \text{ 1/m}$. Przyjęto wartość jednostkowego zużycia c.w. w ciągu doby równą $V_{cw} = 48,0 \text{ dm}^3/\text{osobę}\cdot\text{dz}$. Budynek został zaprojektowany według WT2021.

Dodatkowo wykonano obliczenia zapotrzebowania na moc cieplną budynku spełniającego wymagania WT2017. Porównując wyniki obliczeń, wartość zapotrzebowania na moc cieplną na potrzeby centralnego ogrzewania, ciepłej wody i wentylacji (wg WT2021) jest niższa o około 5%-10% w stosunku do WT2017.

Zapotrzebowanie na moc na potrzeby c.o., c.w. i wentylacji dla:

WT2017 – 62,3 kW (wskaźnik zapotrzebowania: 37,2 W/m², 14,4 W/m³);

WT2021 – 59,0 kW (wskaźnik zapotrzebowania: 35,2 W/m², 13,7 W/m³).

W tabeli 4 przeanalizowano wartości wskaźnika EP w zależności od zastosowanego źródła ciepła w analizowanym budynku oraz sprawności instalacji wewnętrznej c.o., c.w. i wentylacji, mając na uwadze wartość EP=65 [kWh/m²·rok]

dla budownictwa wielorodzinnego. Podane rozwiązania instalacji są tylko przykładowe, można tworzyć różne układy systemów w oparciu o różne rozwiązania powiązane z inteligentnymi systemami zarządzania energią w budynku, co będzie wpływać na poprawę współczynnika EP.

Obliczenia wykonano dla dziesięciu wariantów przyjmując następujące założenia w zakresie zastosowanych źródeł ciepła:

– **wariant 1** – w budynku znajduje się jednofunkcyjny węzeł ciepła zasilany z sieci ciepłowniczej, którą przesyłane jest ciepło wytworzone w źródle kogeneracyjnym, dla którego wartość współczynnika w_i wynosi 0,8 (kolumna 3). Przyjęto (kolumna 4), że przygotowanie ciepłej wody realizowane jest przy pomocy indywidualnych stacji wymiennikowych na potrzeby każdego mieszkania. W kolumnach 5 i 6 zamieszczono wartości współczynników całkowitej sprawności dla poszczególnych instalacji wewnętrznych.

– **wariant 2a, 2b** – przyjęto, że w budynku znajduje się jednofunkcyjny węzeł cieplny (wariant 2a) oraz dwufunkcyjny węzeł cieplny (wariant 2b). Do budynku dostarczane jest ciepło z sieci ciepłowniczej, które produkowane jest w czterech źródłach ciepła tj.: dwa źródła kogeneracyjne opalane miałem węgla kamiennego oraz biomasą, jedna ciepłownia opalana miałem węgla kamiennego oraz spalarnia odpadów komunalnych. Wszystkie źródła ciepła pracują na otwarty system ciepłowniczy, dla którego wartość współczynnika w_i wynosi 1,0. W wariantcie 2a przyjęto, że przygotowanie ciepłej

Tabela 4. Warianty obliczeniowe – zastosowanie różnych źródeł ciepła i układów instalacji wewnętrznej dla rozpatrywanego budynku
Table 4. Calculation variants – application of different heat sources and internal installation systems for the building

Nr	Warianty	w_i	instalacja wewnętrzna	sprawność całkowita η cal.c.o.	sprawność całkowita η cal.c.w.u.	EK _{zawent.} [kWh/m ² ·rok]	EK _{c.w.u.} [kWh/m ² ·rok]	EK _{cal.} [kWh/m ² ·rok]	EP [kWh/m ² ·rok]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ciepło sieciowe z kogeneracji (węzeł cieplny jednofunkcyjny)	0,8	stacje wymiennikowe - przygotowanie c.w.u.	0,86	0,76	5,41	43,49	48,9	42,2
2a	Ciepło sieciowe z mixsu energetycznego (węzeł cieplny jednofunkcyjny) - dwa źródła kogeneracyjne, jedno biomasowe i jedno na miał węglowy	1	stacje wymiennikowe - przygotowanie c.w.u.	0,86	0,76	5,41	43,49	48,9	51,5
2b	Ciepło sieciowe z mixsu energetycznego (węzeł cieplny dwufunkcyjny) - j.w.	1	układ tradycyjny - rozdzielaczowy z cyrkulacją na potrzeby c.w.u.	0,84	0,62	5,57	52,83	58,4	61,03
3	Ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej (węzeł cieplny jednofunkcyjny)	1,3	stacje wymiennikowe - przygotowanie c.w.u.	0,86	0,76	5,40	43,50	48,9	66,2
4	Ciepło sieciowe z ciepłowni gazowo-olejowej (węzeł cieplny jednofunkcyjny)	1,2	stacje wymiennikowe - przygotowanie c.w.u.	0,86	0,76	5,40	43,50	48,9	61,3
5	Kotłownia gazowa niskotemperaturowa	1,1	stacje wymiennikowe; ogrzewanie z regulacją centralna adaptacyjną i miejscową	0,92	0,76	5,06	43,02	48,0	55,5
6a	Ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej WC (2-funkcyjny) c.o. = 100%, c.w.u = 50%/50% (pompa ciepła - powietrze/woda COP-2,5 energia elektryczna z sieci)	1,3	układ tradycyjny - ogrzewanie regulacja centralna adaptacyjną i miejscową; układ rozdzielaczowy z cyrkulacją na potrzeby c.w.u.	0,95	0,53/1,79	4,90	40,4	45,3	72,5
		3							
6b	Ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej WC (2-funkcyjny) c.o. = 100%, c.w.u = 50%/50% (pompa ciepła - powietrze/woda COP-2,5-energia elektryczna zPV)	1,3	j.w.	0,95	0,53/1,79	4,90	40,4	45,3	48,01
		0							
7a	Ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej WC (2-funkcyjny) c.o. = 100%, c.w.u = 50%/50% (pompa ciepła - gruntowa COP-3,7-energia elektryczna z sieci)	1,3	j.w.	0,95	0,53/2,66	4,90	38,22	43,12	64,96
		3							
7b	Ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej WC (2-funkcyjny) c.o. = 100%, c.w.u = 50%/50% (pompa ciepła - gruntowa COP-3,7-energia elektryczna z PV)	1,3	j.w.	0,95	0,53/2,66	4,90	38,22	43,12	48,87
		0							

wody realizowane jest przy pomocy indywidualnych stacji wymiennikowych na potrzeby każdego mieszkania. Wariant 2b dotyczy tradycyjnego układu instalacji wewnętrznych. W kolumnach 5 i 6 zamieszczono wartości współczynników całkowitej sprawności dla poszczególnych instalacji wewnętrznych.

– **wariant 3** – przyjęto, że do budynku ciepło dostarczane jest z systemu ciepłowniczego, na potrzeby którego pracuje ciepłownia węglowa,

– **wariant 4** – przyjęto, że w systemie ciepłowniczym ciepło wytwarzane jest w ciepłowni gazowo-olejowej,

– **wariant 5** – budynek zasilany będzie z kotłowni niskotemperaturowej,

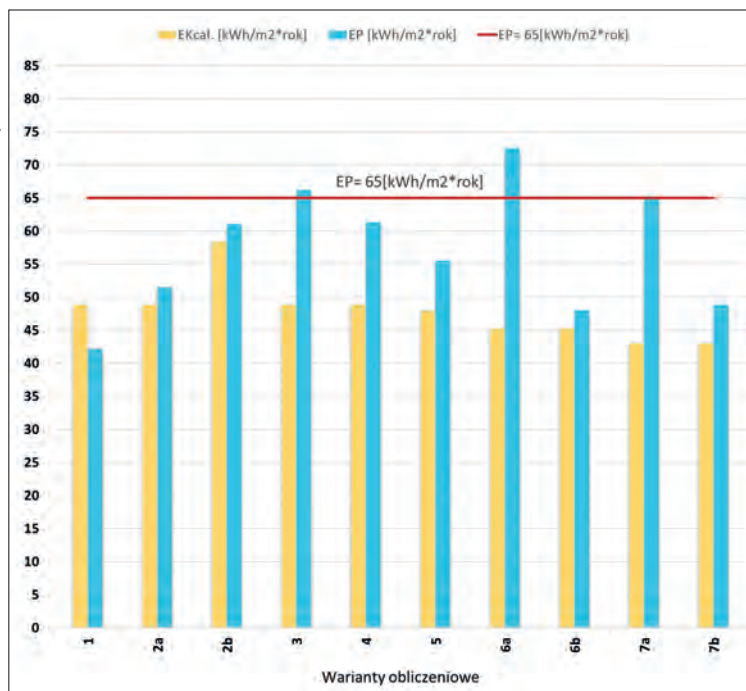
– **wariant 6a, 6b** – w tych wariantach rozpatruje się zasilanie budynku z sieci ciepłowniczej, na potrzeby której pracuje ciepłownia węglowa. Założono, że w budynku znajduje się dwufunkcyjny węzeł ciepłny. Do układu centralnego ogrzewania ciepło w całym sezonie grzewczym dostarczane będzie z sieci ciepłowniczej. Natomiast przygotowanie ciepłej wody realizowane będzie w sposób hybrydowy. W okresie letnim i częściowo w okresie przejściowym będzie pracował układ oparty na powietrznej pompie ciepła wspomagany systemem ciepłowniczym w okresach zwiększonego zapotrzebowania na ciepło. W wariantcie 6a energia elektryczna dostarczana będzie z sieci elektroenergetycznej, natomiast w wariantcie 6b z paneli fotowoltaicznych.

– **wariant 7a, 7b** – w tych wariantach rozpatruje się zasilanie budynku z sieci ciepłowniczej, na potrzeby której pracuje ciepłownia węglowa. Założono, że budynek wyposażony jest w dwufunkcyjny węzeł ciepłny. Do układu centralnego ogrzewania, ciepło w całym sezonie grzewczym dostarczane będzie z sieci ciepłowniczej. Przygotowanie ciepłej wody realizowane będzie w sposób hybrydowy tj. w sezonie letnim oraz częściowo przejściowym i będzie pracował układ oparty na gruntowej pompie ciepła. Chwilowy brak mocy z pompy ciepła będzie uzupełniany ciepłem sieciowym. W wariantcie 7a energia elektryczna dostarczana będzie z sieci elektroenergetycznej, natomiast w wariantcie 7b z paneli fotowoltaicznych.

Po przeanalizowaniu wyników obliczeń, nasuwa się kilka wniosków:

a) Wartość współczynników w_i dla źródeł ciepła pracujących na potrzeby systemu ciepłowniczego (aby spełnić WT2021) nie powinna przekroczyć 1,2 przy założeniu, że w budynku mieszkalnym będzie instalacja o wysokiej sprawności (wariant 1, 2a, 2b, 4, 5).

Rysunek 1. Zestawienie wyników obliczeń
Figure 1. Summary of calculation results



b) Wewnętrzne instalacje centralnego ogrzewania i ciepłej wody w budynkach powinny charakteryzować się wysoką sprawnością i współpracować z inteligentnymi systemami zarządzania ciepłem. Umożliwiają one realizację przewidywania wielkości zużycia ciepła przez budynek na podstawie znajomości charakterystyki budynku pod kątem cieplnym i wilgotnościowym. Dodatkowo, instalacje powinny być wyposażone w układy regulacji automatycznej z funkcjami adaptacyjnymi.

c) W przypadku systemu ciepłowniczego, zasilanego z ciepłowni węglowej, będzie trudno sprostać warunkom technicznym stawianym od roku 2021 (WT), nawet przy zastosowaniu instalacji wewnętrznej o wysokiej sprawności. Aby dotrzymać WT, należy zastosować u odbiorcy końcowego (na poziomie węzła cieplnego) dodatkowe układy oparte na niekonwencjonalnych źródłach ciepła (przykład warianty 6b i 7c). Jednocześnie należy podkreślić, że wyposażanie systemów ciepłowniczych w inteligentne systemy regulacyjne, zarządzania energią przyczyniają się do uzyskania lepszej sprawności pracy węzłów ciepłnych i dotrzymania komfortu cieplnego u odbiorców.

Z powyższego przykładu wynika, że aby budynki mieszkalne, nowo budowane, mogły spełnić stawiane wymagania w WT2021 deweloperzy powinni brać pod uwagę możliwości przyłączania budynków **do efektywnej energetycznie sieci ciepłowniczej** lub budować po swojej stronie, czyli u odbiorcy końcowego, ukła-

dy hybrydowe składające się z węzła cieplnego, pomp ciepła oraz paneli fotowoltaicznych. Bardzo ważne jest to, aby budynki wyposażać w systemy instalacji wewnętrznej o dużej sprawności np. poprzez zastosowanie stacji wymiennikowych oraz w indywidualne układy regulacyjne i pomiarowe. Istotne jest również zastosowanie układów zarządzania energią w budynku, które sterują dostawą ciepła do budynku i do poszczególnych pomieszczeń z wykorzystaniem informacji pomiarowych o aktualnym komforcie cieplnym w pomieszczeniach. Dodatkowo systemy te powinny być zintegrowane z układami monitorowania parametrów powietrza zewnętrznego oraz serwisami prognozy pogody. Dzięki temu można przewidywać zmiany zapotrzebowania na ciepło budynku lub grupy budynków co w znacznym stopniu zwiększa efektywność sterowania dostawą ciepła.

Budynki wykazujące wysokie standardy energetyczne, coraz częściej wyposaża się w wentylację mechaniczną wywiewną z odzyskiem ciepła z wywiewanego powietrza. Na rynku polskim najczęściej tego typu rozwiązanie spotyka się w budynkach biurowych, magazynowych, centrach handlowych, szpitalach itp. Obecnie obserwuje się duże zainteresowanie tymi rozwiązaniami także w budownictwie mieszkalnym wielorodzinnym oraz jednorodzinnym. Od kilku lat takie rozwiązania praktykowane są w Finlandii w budownictwie mieszkalnym wielorodzinnym w miejscowości Tampere. Rozwiązanie to pozwala również na zwiększenie powierzchni użytkowej mieszkania, ponieważ nie wymaga

to budowy dodatkowych przewodów wentylacji wywiewnej, tak jak realizowane jest to w przypadku tradycyjnego rozwiązania (wentylacja grawitacyjna).

Układ z odzyskiem ciepła z wentylacji wywiewnej może być realizowany w układach hybrydowych w połączeniu z pompą ciepła, systemem ciepłowniczym bądź wysoko sprawną kotłownią kondensacyjną (rys.3). Nowszym, jeszcze bardziej zaawansowanym technicznie układem, jest układ w pełni hybrydowy, gdzie, poza

i wglądu w bieżące i historyczne trendy [10]. Rozwiązanie to jest popularne na rynku szwedzkim i fińskim zwłaszcza w budynkach poddawanych renowacjom (rys. 2). Zapotrzebowanie ciepła na wentylację wynosi około 30%-45% ogólnej konsumpcji energii w budynku. Temperatura powietrza wentylacyjnego to zazwyczaj $+21 \div +23^{\circ}\text{C}$ i energia zawarta w tym powietrzu może zostać wykorzystana jako źródło dolne dla pompy ciepła. Oszczędności wynikające z wykorzystania tego ciepła

wydajności energetycznej z metra kwadratowego powierzchni dachu.

Działania na infrastrukturze ciepłowniczej powodujące wzrost efektywności energetycznej

Dyrektywy UE oraz przepisy krajowe zmuszają producentów i dystrybutorów ciepła i chłodu do działań modernizacyjnych



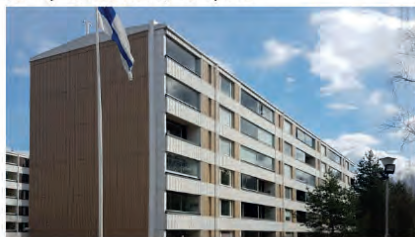
Rysunek 5. Budynek z dachem solarnym wg projektu firmy SunRoof [11]
Figure 5. Building with a solar roof designed by SunRoof

As Oy Ahvenispuisto, Tampere



Apartment house, 8 floors, 70 apartments

As Oy Kissankello, Tampere



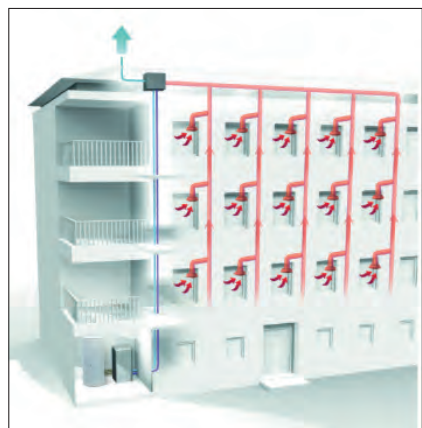
3 apartment house, 6 floors, 168 apartments

Rysunek 2.

Przykład zmodernizowanych budynków w Tampere [10]

Figure 2. Example of modernized buildings in Tampere [10]

odzyskiem energii z wentylacji, skojarzone są z innymi źródłami OZE takimi jak gruntowe pompy ciepła czy fotowoltaika (rys. 4). W Polsce realizacją tych układów zajmuje się firma KPHE (Konsorcjum Polska Hybrydowa Energia), która wspólnie z produ-

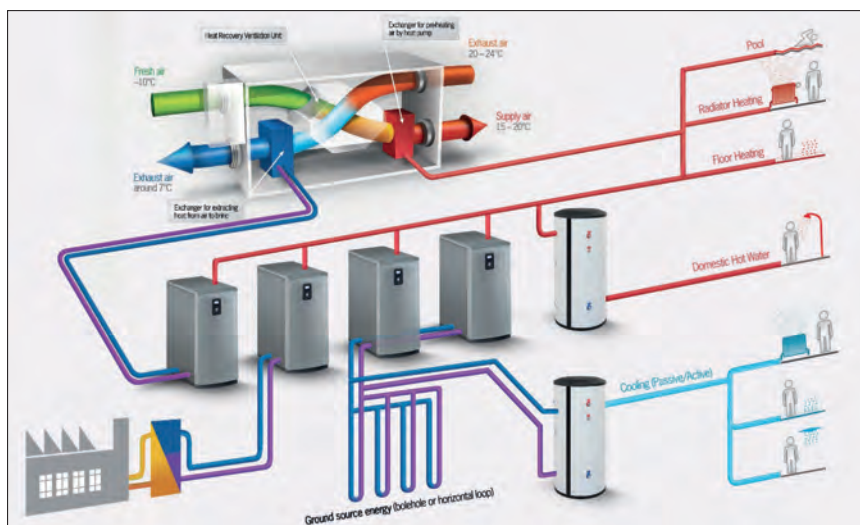


Rysunek 3.

Mechaniczna wentylacja wywiewna z odzyskiem ciepła [10]

Figure 3. Mechanical exhaust ventilation with heat recovery [10]

centami urządzeń m.in. firmą Thermia przygotowuje rozwiązania dopasowane do specyfiki energetycznej budynków. W rozwiązaniach hybrydowych proponowanych przez KPHE chodzi nie tylko o wykorzystanie Odnawialnych Źródeł Energii (pompy ciepła i fotowoltaika), ale również lub przede wszystkim o pełną kontrolę i bieżącą automatyczną optymalizację procesów jej wytwarzania i konsumpcji z możliwością zdalnego nadzoru



Rysunek 4.

Schemat ideowy układu hybrydowego [10]

Figure 4. Diagram of the hybrid system [10]

wynoszą między 25 a 40 % w zależności od aplikacji i zaprojektowanego systemu.

Dodatkowym rozwiązaniem powodującym uzyskanie wymaganego EP jest zastosowanie do zasilania układów w energię elektryczną paneli fotowoltaicznych umieszczanych najczęściej na dachu budynku. Innowacyjnym rozwiązaniem jest budowa tzw. dachu solarnego proponowane przez firmę SunRoof Technology. Pomysł polega na budowie dachów budynków, których wierzchnią część stanowią dachówki stanowiące jednocześnie moduły fotowoltaiczne (rys. 5). W ten sposób powstaje dach w całości pokryty panelami fotowoltaicznymi o maksymalnej

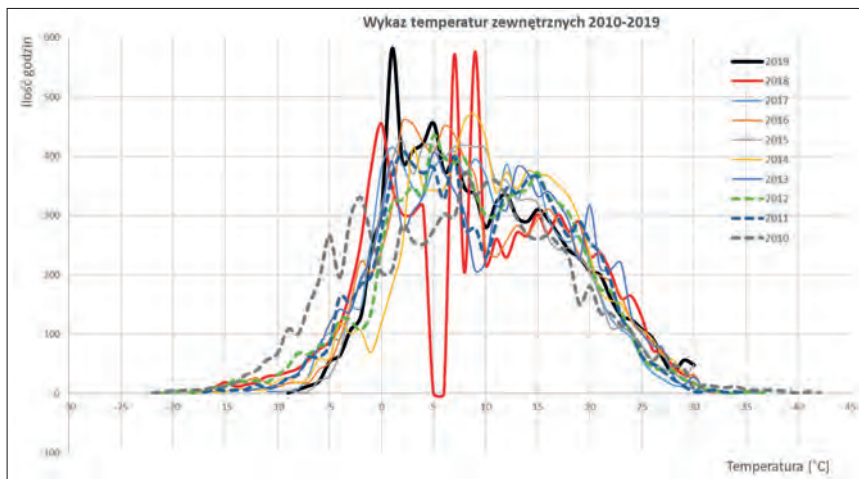
w celu zwiększenia efektywności energetycznej źródeł ciepła/chłodu i sieci ciepłowniczej [4]. Działania te polegają między innymi na wymianie starej sieci kanalowej na sieć w nowszej technologii rur preizolowanych, doposażenie systemu ciepłowniczego w układy regulujące przepływ czynnika na rozgałęzieniach sieci, co powoduje dopasowanie się do rzeczywistego zapotrzebowania na ciepło odbiorców końcowych. Efektywność energetyczna sieci dystrybucji ciepła w znacznym stopniu zależy od wielkości strat ciepła. Zależą one od dwóch czynników: właściwości termicznych powłok izolacji rurociągów oraz od temperatury wody płynącej w rurach ciepłowniczych.

Pierwszy sposób związany jest z działaniami modernizacyjnymi mającymi na celu zwiększenie oporu przenikania ciepła przez warstwę izolacji rurociągów. Najczęściej związane jest to z wymianą sieci wykonanych według starych technologii (kanałowych) na rurociągi wyprodukowane w technologii preizolowanej. Zmiana technologii izolowania sieci ciepłowniczej w celu zwiększenia jej efektywności energetycznej najczęściej nie jest uzasadniona ekonomicznie z uwagi na duży koszt inwestycji. Prace te często wykonywane są w sytuacjach zaistnienia innych, dodatkowych powodów jak np. występowanie awarii lub zły stan techniczny rurociągów.

Drugi sposób, dotyczący obniżenia temperatury wody sieciowej jest możliwy do zrealizowania w przypadku występowania rezerw w przesyłaniu ciepła czyli w systemach sieci ciepłowniczej niedociążonej hydraulicznie. W wyniku obniżenia temperatury wody sieciowej zwiększa się przepływ wody w rurociągach, co powoduje wzrost strat ciśnienia wody płynącej w rurach. Pociąga to za sobą konieczność dokonania zmian w układach pompowych w źródłach ciepła oraz przepompowniach sieciowych. Często wymagane jest zwiększenie przekroju poprzecznego poszczególnych rurociągów, ponieważ w nowych warunkach hydraulicznych stawiają one dodatkowy opór przepływu wody. Obniżenie temperatury wody sieciowej jest uzasadnione pod względem ekonomii kosztów dystrybucji ciepła. Z wielu opracowań autorów wynika, że oszczędności wynikające ze zmniejszenia strat ciepła w wyniku obniżenia temperatury wody w sieci ciepłowniczej są większe od wzrostu kosztów pompowania wody wynikających ze wzrostu strumienia wody w rurociągach.

Obniżenie temperatury wody wiąże się także z koniecznością przeprowadzenia modernizacji węzłów cieplnych w zakresie dostosowania wielkości wymienników ciepła do nowych parametrów wody sieciowej. Należy także pamiętać o konieczności dostosowania sposobu regulacji węzłów cieplnych i instalacji wewnętrznych do nowych parametrów wody sieciowej. Wprowadzając powyższe zmiany w zasadach sterowania i regulacji w systemie ciepłowniczym należy także przyrzeć się możliwości przeprowadzenia korekty wartości mocy zamówionych przez odbiorców ciepła. Jest bardzo prawdopodobne, że odbiorcy ciepła będą obniżać wartość mocy zamówionej w wyniku dostosowania budynków do standardów budownictwa energooszczędnego.

Należy także pamiętać o zmianach klimatycznych obserwowanych na przełomie ostatnich lat. Analizując warunki pogodowe



Rysunek 6.

Liczba godzin występowania poszczególnych wartości temperatury powietrza zewnętrznego w Szczecinie w latach 2010-2019

Figure 6. Frequency of occurrence of outside air temperature values in Szczecin in 2010-2019

w występujące w Szczecinie na przestrzeni lat 2010-2019 pod względem liczby godzin występowania poszczególnych wartości temperatury powietrza zewnętrznego, można stwierdzić, że zapotrzebowanie na ciepło systemu ciepłowniczego, najczęściej odpowiada warunkom okresu przejściowego. Na rysunku 6 przedstawiono wykres liczby godzin występowania poszczególnych wartości temperatury zewnętrznej w Szczecinie w latach 2010-2019. W tym okresie, szczeciński system ciepłowniczy pracował z parametrami (temperaturą) wody sieciowej odpowiadającym wartościom określonym w obowiązującej tabeli regulacyjnej dla wartości temperatury powietrza zewnętrznego w zakresie od -9°C do $+12^{\circ}\text{C}$. Parametry obliczeniowe odpowiadające wartości temperatury powietrza zewnętrznego równej -16°C występowały bardzo rzadko. Jest to znane zjawisko obserwowane w wielu miastach w Polsce, dlatego dążenie odbiorców ciepła do obniżania mocy zamówionej może być powszechne. Jest to niewątpliwie niekorzystny trend dla firm ciepłowniczych pod względem ekonomicznym oraz technicznym, ale stwarza dla nich nowe wyzwania w zakresie zwiększania efektywności wytwarzania i dystrybucji ciepła.

Podsumowanie

Wprowadzenie nowych standardów w budownictwie energooszczędnym jest konsekwencją polityki klimatycznej Unii Europejskiej realizowanej od wielu lat. Spełnienie warunków norm i rozporządzeń obowiązujących od 2021 roku wymaga nowego spojrzenia na problem zaopatrzenia w energię, gdzie duże znaczenie ma pozyskanie jej ze źródeł odnawialnych. Wytwarzanie ciepła w formie

tradycyjnej może być niewystarczające, aby spełnić stawiane wymagania.

W artykule przedstawiono przykład wielowariantowego źródła ciepła pracującego na potrzeby budynku wielorodzinnego. Spełniając wymagania określone w Warunkach Technicznych WT2021 konieczne jest zastosowanie odnawialnych źródeł ciepła lub zwiększenie ich udziału (systemy hybrydowe) w całkowitym bilansie zużycia energii przez budynek. Wykorzystanie ciepła systemowego jako źródła ciepła dla nowych i zmodernizowanych budynków zmusza producentów i dystrybutorów ciepła do podjęcia działań w kierunku zwiększenia efektywności energetycznej swoich systemów.

Zgodnie z obowiązującym Prawem energetycznym, art. 7b. pkt 3 mówiący o obowiązku wyposażenia obiektu w instalację odnawialnego źródła ciepła; obowiązek przyłączenia obiektu do sieci ciepłowniczej wprowadza możliwość zainstalowania w budynku indywidualnego źródła ciepła (inne niż ciepło pochodzące z sieci ciepłowniczej), o ile współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej nie będzie wyższy niż 0,8 lub pompy ciepła lub ogrzewania elektrycznego [9].

Jak widać, transformacja energetyczna nabrała tempa czego przykładem jest powyższy zapis z obowiązującej ustawy Prawo energetyczne, który wszedł w życie 1 stycznia 2020 roku. Pokazuje to wprost, że systemy ciepłownicze i chłodnicze powinny dążyć do uzyskania jak najlepszej efektywności energetycznej i tylko wtedy uzyskają pierwszeństwo w możliwości przyłączenia do niego nowych budynków oraz budynków poddanych szerokiej termomodernizacji.

Należy zauważyć, że do wniosku dotyczącego wydania pozwolenia na

budowę należy dołączyć również charakterystykę energetyczną budynku. Następnie na etapie oddawania budynku do użytkowania i wykonywania świadectwa energetycznego, pracownicy Urzędu Miejskiego coraz częściej wnikają merytorycznie w te załączone dokumenty, ponieważ poprzez liczne szkolenia mają większą wiedzę na temat wartości parametrów mających wpływ na uzyskanie wymaganego EP. Ponadto, do dokumentacji projektowej projektant musi dołączyć oświadczenie dotyczące możliwości podłączenia projektowanego obiektu do sieci ciepłowniczej zgodnie z art. 7b ustawy Prawo energetyczne [9]. Oświadczenie to składane jest pod rygorem odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia wynikającej z art. 233 par.6 ustawy z dnia 6 czerwca 1997 r. – Kodeks karny.

LITERATURA

- [1] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska Dz. U. z 2018 r. poz. 799, 1356.
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami
- [3] DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej.
- [4] Regulski B., Rozwój sieci ciepłowniczej w realiach nowych standardów energetycznych budynków, Instal 3/2020
- [5] DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2018/2002 z dnia 11 grudnia 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej
- [6] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY I ROZWOJU z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania
- [7] Zalecenia Komisji (UE) 2019/1660 z dnia 25 września 2019 r. wraz z załącznikami dotyczące wdrożenia nowych przepisów z zakresu opomiarowania i rozliczeń zawartych w dyrektywie 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej
- [8] Bukowski Z., Zrównoważony rozwój w systemie prawa, Toruń 2012
- [9] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne z późniejszymi zmianami
- [10] Materiały informacyjne firmy Thermia
- [11] Materiały informacyjne firmy SunRoof
- [12] Materiały firmy SEC Sp. z o.o.
- [13] Koczergo K. Niemyjski O., Czy ciepło systemowe wpisuje się w politykę zrównoważonego budownictwa? Na przykładzie Szczecińskiej Energetyki Ciepłej Sp. z o.o., Instal 9/2018
- [14] <https://www.gov.pl/web/rozwoj/strategia-europa-2020>
- [15] https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_pl



KONSORCJUM POLSKA
HYBRYDOWA ENERGIA

Pompy ciepła i fotowoltaika.
Do 100% CWU dla budynków
z hybrydowych instalacji OZE

www.kphe.pl



Komitet Naukowy oraz Komitet Organizacyjny
serdecznie zapraszają do udziału w V Konferencji Naukowej

„Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywa rozwoju”

Termin Konferencji został przesunięty na

12-13 października 2020 r.



Konferencja odbędzie się na
Politechnice Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza

Celem Konferencji jest wniesienie wkładu w dyskusję naukową i ekspercką dotyczącą **polityki energetycznej, bezpieczeństwa energetycznego oraz szeroko pojętego sektora energii.**

Planujemy, aby tematyka V edycji Konferencji stanowiła kontynuację rozpoczętej we wcześniejszych edycjach **dyskusji naukowej o polityce dostaw gazu ziemnego, w tym LNG i ropy naftowej, elek-**

tromobilności, elektroenergetyki, energetyki wiatrowej offshore, energetyki jądrowej, a także rozpoczęcie dyskusji na temat sztucznej inteligencji.

Szczegółowe informacje o Konferencji znajdują się
na stronie internetowej:

<http://www.instytutpe.pl/konferencja2020/>

W poprzednich czterech edycjach Konferencji wzięło udział **760 uczestników** reprezentujących **43 ośrodki naukowe, 3450 studentów** oraz blisko **13000 internautów**. Wśród uczestników gościliśmy **31 przedstawicieli administracji publicznej**, a także **90 reprezentantów spółek energetycznych.**

Patnerzy Konferencji:

Sponsor główny: PGE Polska Grupa Energetyczna S.A., PKN Orlen S.A.

Partner Srebrny: Województwo Podkarpackie, Polskie Sieci Elektroenergetyczne, MPWiK Rzeszów, ML-SYSTEM, Polska Spółka Gazownictwa, Towarowa Giełda Energii, PERN

Partner Brązowy: Gas-Trading S.A., Asseco Poland, Fundacja Muzeum Przemysłu Naftowego i Gazowniczego im. Ignacego Łukasiewicza w Bóbrce, Inżynieria Rzeszów S.A.

SERDECZNIE ZAPRASZAMY!