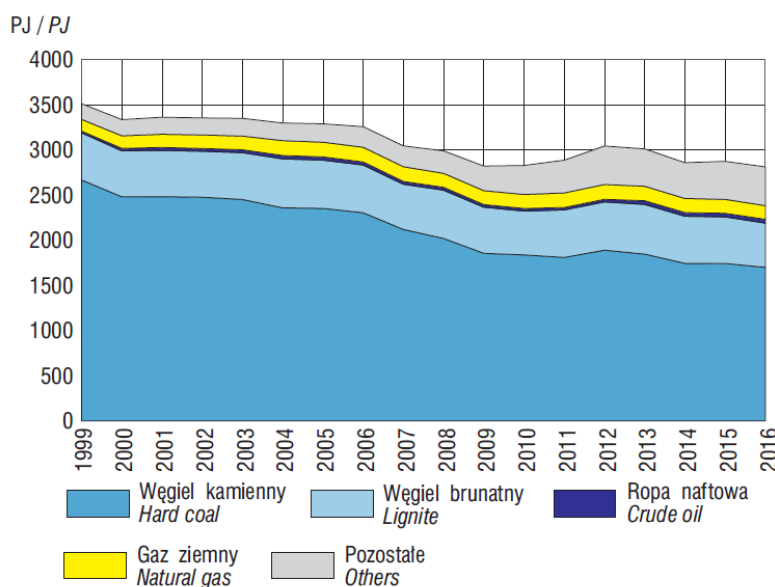




Punkt widzenia: ENERGOOSZCZĘDNOŚĆ W BUDOWNICTWIE MIESZKANIOWYM

Od dnia 01 stycznia 2019 r. mają obowiązywać wyższe wymagania dotyczące energooszczędności nowych i poddawanych przebudowie budynków użyteczności publicznej, a z dniem 31 grudnia 2020 r. wymagania te mają objąć również budynki mieszkalne [1]. O ile ograniczenie zużycia energii, na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej, dla tych pierwszych budynków nie wzbudza wątpliwości, pomimo że uzyskanie wartości wskaźnika poniżej $EP_{H+W}^1 = 45 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ będzie sporym wyzwaniem architektonicznym i infrastrukturalnym, to uważam, że przyjęcie maksymalnych wartości $EP_{H+W} = 65$ i $70^2 \text{ kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}$ dla budynków mieszkalnych spowoduje szersze konsekwencje, które nie zostały poddane obecnie dogłębnej analizie.

Należy zwrócić uwagę, że nie jest moim celem podważanie słusznego kierunku dążenia do ograniczenia zużycia energii, której produkcja na dzisiaj oparta jest w Polsce na paliwach kopalnych (rys.1.).



Rysunek 1. Pozyskiwanie energii pierwotnej. Źródło [16]

¹ Wskaźnik EP_{H+W} [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$] określa maksymalne roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodwracalną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej dla budynku.

² Wartości wskaźników zależne od rodzaju budynku mieszkalnego. Dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego EP_{H+W} wynosić będzie $70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$, dla wielorodzinnego $65 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$.

Zgadzam się, że do ograniczenia zużycia energii oraz paliw kopalnych jesteśmy zobowiązani ze względu na ochronę środowiska oraz ze względów na zobowiązanie wobec przyszłych pokoleń. Wprowadzenie ograniczenia zużycia ciepła na potrzeby ogrzewania i wentylacji budynków mieszkalnych jest elementem kluczowym, gdyż zużycie energii na ten cel stanowi znaczny udział w całkowitym zużyciu energii w Polsce. **Nie poznamy jednak granicy energetycznej opłacalności ograniczenia zużycia ciepła na etapie eksploatacji bez uwzględnienia energetycznych kosztów życia systemów i urządzeń oraz bez uwzględnienia kosztów ekonomicznych i społecznych.** Wprowadzenie wymagania szerokiego stosowania rozwiązań, w zamyśle, ograniczających zużycie energii, powinno być poprzedzone dogłębną analizą bilansu energetycznego, ekonomicznego oraz społecznego proponowanych zmian. W kolejnych punktach niniejszego opracowania zwracam uwagę na wpływ proponowanych regulacji na przedstawione powyżej aspekty.

BILANS ENERGETYCZNY

Pomimo zapoznania się z różnymi analizami energetycznej opłacalności ograniczenia zużycia [np.:3, 4, 5, 6, 7] nie spotkałem się z bilansem pełnym. Analizy przedstawiają systemy i rozwiązania techniczne, które pozwalają na uzyskanie konkretnego wymogu (graniczną wartość nieodwracalnej energii pierwotnej EP [kW/(m² rok)] oraz przedstawiają korzyści energetyczne i finansowe uzyskane poprzez zastosowanie tychże rozwiązań. Niestety żadne z poznanych przeze mnie opracowań nie uwzględnia „energetycznego cyklu życia” systemów i urządzeń. Poprzez „energetyczny cykl życia” mam na myśli ilość energii, którą należy dostarczyć, aby wyprodukować, przetransportować, serwisować, a następnie zutylizować dane urządzenie czy system. Zużycie energii na ten cel rozpoczyna się wraz wydobyciem czy uzyskaniem surowców (np.: rudy żelaza, ropy naftowej, żwiru, kauczuku itd.). Następnie surowce są przetwarzane w zakładach produkcyjnych (także tych bardzo energochłonnych jak np.: huty), transportowane (zużycie paliwa), montowane, poddawane pracom serwisowym, a na końcu użytkowania także utylizowane. Procesom tym towarzyszą także inne etapy, które związane są z dystrybucją, sprzedażą (choćby utrzymanie biur, magazynów).

Patrząc na złożoność systemów i urządzeń, stosowanych w nowoczesnych budynkach (termoizolacja przegród i okien, instalacje i źródła ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, wentylacja), to wartość energetycznego cyklu życia tychże urządzeń i systemów może być zauważalna w całkowitym bilansie energetycznym budynku.

Nie znalazłem w analizowanych przeze mnie opracowaniach także oszacowania wpływu produkcji i transportu elementów budowlanych, związanych z ograniczeniem zużycia ciepła, na środowisko. Produkcji, prócz zanieczyszczenia gazami cieplarnianymi, może towarzyszyć także zanieczyszczenie wód czy ziemi.

ASPEKT FINANSOWY

Ograniczenie zużycia ciepła na ogrzewanie i wentylację wiąże się z podniesieniem kosztów budowy domów jednorodzinnych i wielorodzinnych. Duży udział we wzroście kosztów inwestycyjnych będą miały instalacje wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła z powietrza wywiewanego. Spełnienie narzuconej od 2021 roku wartości maksymalnej wartości wskaźnika EP_{H+W} praktycznie zmusi nas do stosowania tego rodzaju wentylacji.

Dla budynków wielorodzinnych Polski Związek Firm Deweloperskich w piśmie [2] **wzrost kosztów inwestycyjnych określony został na 4%**. Dla budynków jednorodzinnych udział ten może być wyższy, szczególnie dla tych o małym metrażu [20].

Analizując oszczędności (energetyczne i finansowe) uzyskane dzięki stosowaniu wentylacji mechanicznej warto także wziąć pod uwagę koszty eksploatacyjne. Pomijając zużycie prądu do zasilania silników wentylatorów (niski udział), to koszt serwisu, wymiany filtrów, czyszczenia instalacji oraz w końcu koszt wymiany urządzeń co 10 ÷ 15 lat będzie mieć znaczący udział.

Ciekawe porównanie finansowe przedstawione jest w opracowaniu [3]. Z analizy wynika, że „wymagania dotyczące wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodwracalną energię pierwotną EP_{CO+W} nie są optymalne kosztowo.” Warto zwrócić także uwagę, że założono do analizy okres 30 lat. Obecny standard wykonania urządzeń nie daje pewności efektywnego pracowania tychże urządzeń przez tak długi okres.

Podobny wniosek, na temat opłacalności stosowania systemów i rozwiązań zapewniających wyższą energooszczędność, można odczytać z artykułu [20]. Autorzy porównują także wymagania polskie i innych krajów europejskich.

Pojawia się zatem pytanie, dlaczego wymagać od swoich współobywateli stosowania systemów nieopłacalnych finansowo? A jeżeli należy wymagać, to czy nie należałoby zachęcić obywateli poprzez odpowiednie wsparcie ekonomiczne i społeczne?

REALNY CZAS PRACY URZĄDZEŃ Z ZAKRESU INSTALACJI SANITARNYCH

W analizach oraz w nowym projekcie Rozporządzenia „w sprawie metody kalkulacji kosztów cyklu życia budynków oraz sposobu przedstawiania informacji o tych kosztach” [10] wskazywany jest okres 30 lat. W tak długim okresie czasu należy liczyć się z koniecznością przynajmniej wymiany urządzeń z zakresu instalacji sanitarnych, co z resztą jest uwzględnione w tabeli 1 („Tabela kosztów utrzymania”) powyższego rozporządzenia. Zatem do analizy opłacalności energetycznej i finansowej należy zakładać krótszy czas (realnie 15 lat). Tu odniosę się do samego projektu rozporządzenia, który w ramach pracy Głównej Komisji Legislacyjnej poddaliśmy analizie [11] z niestety znaczną ilością krytycznych uwag.

ASPEKT SPOŁECZNY

Dla społeczeństwa polskiego, rozwijającego się gospodarczo i odstającego pod względem ilości mieszkań na jednego obywatela od średniej z krajów Unii Europejskiej³, wzrost cen inwestycyjnych nawet o 4% jest znaczący.

Z przykrością muszę zauważyć, na bazie własnej obserwacji, że świadomość i kultura techniczna naszego społeczeństwa są niewystarczające co przy zestawieniu tego faktu, z koniecznością stałego nadzoru i odpowiedniej eksploatacji nowoczesnych systemów, budzi wątpliwość zasadności wymagania stosowania zaawansowanych technologii. Jaki procent naszych rodaków będzie systematycznie serwisować np.: urządzenia i instalacje wentylacyjne? Ilu z pośród nas będzie wymieniać wkłady filtracyjne, czyścić kanały wentylacyjne?

Problem pogłębiają niejasne zapisy w prawie budowlanym, a szczególnie w [1]. Tu prostym przykładem jest brak definicji pomieszczenia wentylatorowni, dla której np.: dla budynków wielorodzinnych, obowiązują już konkretne wymagania ochrony przeciwpożarowej (§268.1.5 z [1]). Czy nie pojawi się pomysł interpretacji powyższego zapisu, aby w układach zdecentralizowanych wentylacji mechanicznej w budynku wielorodzinnym, średniowysokim nie wymagać wydzielenia pożarowego pomieszczenia ze zlokalizowaną w nim centralną nawiewno – wywiewną? Będziemy wtedy obudowywać przegrodami i drzwiami o odporności ogniowej np.: kuchnie w mieszkaniach, a na kanałach w obrębie mieszkania montować klapy przeciwpożarowe, odcinające?

Jako Główna Komisja Legislacyjna PZITS opracowaliśmy swoje spostrzeżenia i propozycje i przedstawiliśmy je w piśmie [11]. Nasze uwagi były także tematem innych pism, opracowanych w ramach PZITS. Niestety nasza praca nie spotkała się z uznaniem przy ostatniej nowelizacji przepisu.

Jeszcze jeden przykład sprzeczności przepisów. Metodyka wyznaczania zapotrzebowania na ciepło na cele wentylacji, określona w rozporządzeniu o charakterystyce energetycznej [12] jest niezgodna z wymaganiami innych polskich przepisów [1, 19]. Metodyka obliczeń opiera na określonym strumieniu wentylacji odniesionym do [m²] powierzchni lokalu. Poprawna wentylacja w budynkach mieszkalnych bazuje na konkretnie określonych strumieniach powietrza, określonych dla pomieszczeń (łazienka, kuchnia, itd.) [19] oraz co ważniejsze na minimalnym strumieniu powietrza zewnętrznego (§149 [1]), który ma być zapewniony każdej osobie przebywającej w budynku.

OCHRONA ZASOBÓW PALIW NIEODWRACALNYCH ORAZ OCHRONA ŚRODOWISKA

Oczywiście zgadzam się z nadrzędnym celem wprowadzanych zmian, jakim jest ograniczenie zużycia energii, a przede wszystkim tej, powstającej na bazie paliw kopalnych. Wprowadzenie ograniczenia zużycia ciepła na potrzeby ogrzewania i wentylacji budynków mieszkalnych jest bardzo ważne, gdyż zużycie energii na ten cel stanowi znaczny udział w całkowitym zużyciu energii w Polsce. Musimy oszczędnie gospodarować zużyciem paliwa, ale równie ważnym jest dla nas i naszego środowiska sposób przetwarzania źródeł nieodwracalnych oraz wybór na te, których spalanie powoduje najmniejsze szkody. Jeszcze raz powtórzę - **nie poznamy jednak**

³ W Polsce średnia liczba osób w gospodarstwie domowym wynosi 2,8, a średnia europejska wynosi 2,3 [14]

granicy energetycznej opłacalności ograniczenia zużycia ciepła na etapie eksploatacji bez uwzględnienia energetycznych kosztów życia systemów i urządzeń oraz bez uwzględnienia kosztów społecznych.

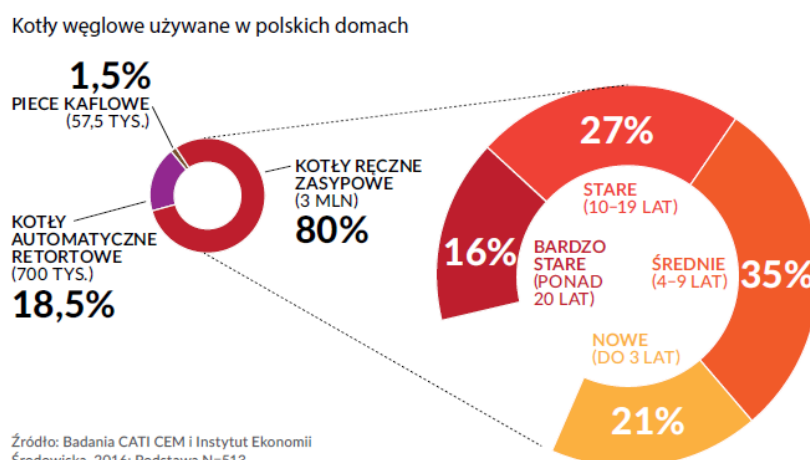
Pod względem zużycia paliw kopalnych oraz źródeł odnawialnych, Polska nie odstaje od średniej Europejskiej. Niemniej trzeba porównać zestawienie źródeł energii wykorzystywanej w gospodarstwach domowych [14]:

	Unia Europejska	Polska
gaz ziemny	35%	17%
energia elektryczna	28%	13%
biomasa	15%	13%
olej opałowy lekki	9%	0,4%
źródła odnawialne	15%	13%
węgiel kamienny	3%	32%
ciepło sieciowe	8%	21%

Głównym problemem, w aspekcie czystości powietrza, nie jest samo stosowanie paliwa kopalnego, a jego rodzaj i sposób i jakość spalania. Waga w Polsce przechylona jest na węgiel, natomiast w Unii Europejskiej przeważa wykorzystanie gazu ziemnego. Patrząc przez pryzmat jakości emisji spalin, to ważna różnica. Powszechne stosowanie węgla wynika nie tylko z dostępności, ale przede wszystkim poziomu jakości życia społeczeństwa, naszej mentalności, uwarunkowań politycznych.

Głównym źródłem zanieczyszczeń w Polsce prócz transportu, jest niska emisja spalin związana z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych istniejących. Wg [14] w Polsce jest 13,4 mln gospodarstw domowych (lokalności mieszkalnych) z czego 44,5%, a zatem około 5,9 mln to domy jednorodzinne. Z tej liczby 49% gospodarstw domowych jest ogrzewanych z wykorzystaniem paliwa stałego [14], w dużej mierze niskiej jakości składu i kaloryczności.

Średni wiek pieców na paliwo stałe przekracza 24 lata [14]. Charakterystykę wieku węglowych źródeł ciepła w polskich domach dobrze przedstawia rys. 2.



Rysunek 2. Charakterystyka wieku kotłów węglowych w polskim mieszkalnictwie [17]

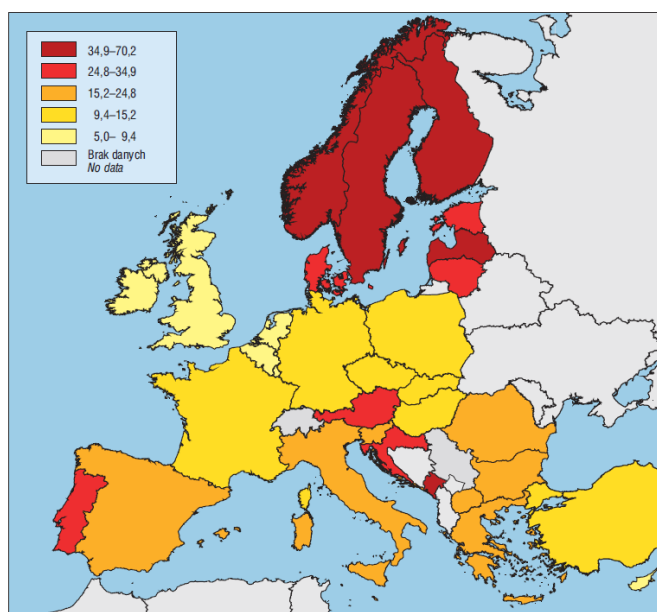
W zabudowie miejskiej zaledwie 66% budynków poddanych zostało termomodernizacji. Na wsi sytuacja jest jeszcze gorsza, gdyż tylko 44% budynków jest ocieplonych [14]. Zestawiając te liczby z niedostatecznym poziomem świadomości społecznej i wykorzystywaniem jako paliwa odpadów, kształtują się główne problemy, z którymi należy na dzisiaj się zmierzyć poprzez inicjowanie dofinansowań związanych z termomodernizacją i wymianą źródła ciepła. Dofinansowanie jednak nie może obejmować tylko inwestycji. **Najbardziej trzeba wspomóc także w ponoszeniu kosztów eksploatacyjnych.**

WNIOSKI

1. W Polsce należy przeprowadzić termomodernizację około 50% istniejących budynków mieszkalnych. Dotyczy to między innymi prawie 4 mln budynków jednorodzinnych [14, 17]. Rocznie powstaje około 160 tys. nowych lokali mieszkalnych. Nowe budynki należy wykonywać w dobrym, energooszczędnym standardzie, niemniej łatwo zauważyć, gdzie jest rzeczywisty potencjał i konieczność poprawy zużycia energii. Uważam, że musimy wspierać tych obywateli, którzy budują lub kupują nowe, energooszczędne budynki, a nie nakładać na nich nowe obciążenia.
2. To wsparcie powinno dotyczyć także zakresu modernizacji budynku. Trzeba pamiętać, iż budynek poddany przebudowie trzeba dostosować do obecnie obowiązujących przepisów. Zaostrzenie ich stanowić będzie niestety dodatkową przeszkodę.
3. Unia Europejska w Dyrektywach [8, 9] nie określa poszczególnym krajom członkowskim granicznych wartości współczynnika EP [kWh/m² rok], jakie mają spełniać budynki. Określenie tychże wartości pozostawiono poszczególnym krajom członkowskim na podstawie możliwości społecznych, lokalnego klimatu i innych uwarunkowań. Dlaczego zatem sami narzucamy na siebie znaczące obciążenia?
4. Należy ograniczyć zużycie ciepła na rzecz dobra nas samych oraz naszego środowiska, ale trzeba to robić z uwzględnieniem wszystkich aspektów, a więc energetycznych, finansowych i społecznych.
5. Jest jeszcze czas nad korektą wymagań, które mają wejść w roku 2021 dla modernizowanych budynków mieszkalnych. Warto przeanalizować jeszcze raz wszystkie zalety i wady wartości granicznych zużycia ciepła przez budynki. Tu zwrócę uwagę na jeszcze jedną kwestię - **ilość niezmodyfikowanych, istniejących budynków świadczą może o braku zasobów finansowych ich właścicieli.** Jeszcze raz podkreślę - pogłębienie wymagań związanych z przebudową (termomodernizacją) jeszcze bardziej wstrzyma proces podniesienia jakości energetycznej istniejących budynków.
6. Określenie wskaźnika granicznego na [m²] powierzchni ogrzewanej promuje ludzi bogatych. Należy zwrócić uwagę, iż obywatel posiadający mieszkanie o powierzchni 50 m² będzie kilkukrotnie mniej „odpowiedzialny” za emisję spalin i zużycie energii na cele grzewcze, wentylację i przygotowanie ciepłej wody użytkowej od właściciela większego mieszkania (domu, rezydencji). Różnica będzie jeszcze większa, w przypadku budynku dodatkowo wyposażonego w energochłonne rozwiązania techniczne np.: w basen. Jeżeli chodzi o ocenę z punktu widzenia energetycznego, jest to po prostu niesprawiedliwe. **Być może warto zastanowić się nad podatkiem od luksusu, który byłby**

przeznaczany na modernizację wysokoemisyjnych źródeł w budynkach zamieszkiwanych przez ludzi ubogich?

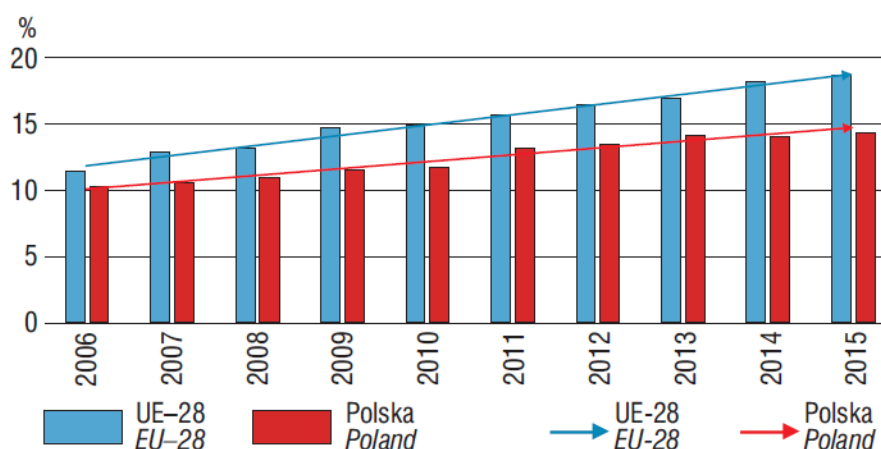
7. Warto przyjrzeć się krytycznie tzw. „ekologicznym” i „czystym” paliwom. Tu dobrym przykładem jest energia elektryczna, która w Polsce, ze względu na rodzaj pozyskiwania (głównie spalanie węgla w elektrociepłowniach) oraz ze względu na niską jakość techniczną sieci przesyłowych, nie jest atrakcyjna energetycznie. Prócz niskiej sprawności pozyskania i przesyłu powstaje znacząca ilość ciepła odpadowego, szczególnie w okresie letnim.
8. Należy promować odnawialne źródła ciepła, ale także ze świadomością ich niedoskonałości. Dobrym przykładem jest biomasa, która ma bardzo niski wskaźnik udziału energii nieodnawialnej (0,2 i 0,15⁴) [12], natomiast jakość spalin w zakresie emisji pyłów nie jest lepsza od paliwa węglowego [21]. **Zatem biomasa tak, ale tylko w źródłach z instalacją odpylenia!** Dla nas, Polaków, jest to o tyle istotne, gdyż biomasa stanowi około 70% naszych źródeł odnawialnych. Z jednej strony mamy korzyść wynikającą z uzyskania alternatywnego, odnawialnego źródła energii, a z drugiej strony spalanie tego źródła znacząco przyczynia się do zanieczyszczenia atmosfery.
9. Polska nie odstaje od innych krajów europejskich udziałem energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii. Warto zwrócić uwagę, iż jesteśmy w tym aspekcie na poziomie takich państw, jak Niemcy i Francja, a w wyższym od Wielkiej Brytanii. Warto także zwrócić uwagę, iż im mniejsza ilość mieszkańców, tym wyższy udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii. Nie mamy zatem czego się wstydzić.



Rysunek 3. Udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2015 r. [%]. W Polsce udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2015 roku wynosił 11,8%. Źródło [16]

⁴ W zależności od sposobu zasilania budynku w energię – dla miejscowego wytwarzania $w_i = 0,2$, dla ciepła sieciowego z kogeneracji $w_i = 0,15$. Gdzie w_i – współczynnik nakładu energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii

W przypadku ciepłownictwa i chłodnictwa udział energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii znacząco nie odbiega od średniej z 28 państw Unii Europejskiej. Udział i tendencję przedstawia rys.5.



Rysunek 4. Udział OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie w latach 2006 - 2015 [16]

10. Cenną inicjatywą była wprowadzona nowelizacja rozporządzenia „w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe” [13]. Niezrozumiałym jest jednak długi okres możliwości wprowadzenia do obrotu kotłów wyprodukowanych (1 lipiec 2018 r.) Konsekwencją jest rozkwit sprzedaży kotłów niskiej jakości, które będą emitować zanieczyszczenie przez długie lata.
11. Aby obniżyć zawartość zanieczyszczeń w powietrzu trzeba wprowadzić system dotkliwych kar za emisję spalin bardzo niskiej jakości. Warto także wziąć pod uwagę konieczność dofinansowania najbiedniejszych w zapewnieniu dostawy dobrego paliwa.

PODSUMOWANIE

Oszczędność energii, ograniczenie zużycia nieodnawialnych paliw kopalnych, ochrona środowiska to priorytety. Do celu należy jednak dochodzić w sposób racjonalny, ze pełną świadomością kosztów i zysków. Nie należy ślepo podążać za innymi. Trzeba także wspierać tych najślabszych i najbiedniejszych. Te myśli były dla mnie przewodnie i to one doprowadziły mnie do przedstawienia powyższego punktu widzenia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 listopada 2017 „zmieniające rozporządzenie warunków technicznym, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”.
- [2] Pismo Polskiego Związku Firm Deweloperskich z dnia 15 czerwca 2016 roku do Pana Andrzeja Adamczyka, Ministra Infrastruktury i Budownictwa w zakresie nowelizacji RMI „jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”.
- [3] Sz. Firląg, A. Węglarz, A. Goleniewski: „Wskaźnik zapotrzebowania na nieodwracalną energię pierwotną, a optymalizacja kosztów”; Rynek Instalacyjny 12/2015;
- [4] J. Żuławski: „Efektywność energetyczna w budownictwie” maj 2013;
- [5] Praca zbiorowa pod redakcją J. Sowy: „Budynki o niemal zerowym zużyciu energii” Warszawa 2017;
- [6] P. Jadwiszczak, A. Trzaski: „Wentylacja i ogrzewanie w nowych przepisów. Aktualne warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki.” Grupa Medium, Warszawa 2016;
- [7] A. Wiszniewski, A. Trzaski: „Aspekty ekonomiczne i środowiskowe ogrzewania elektrycznego w nowo wznoszonych budynkach jednorodzinnych” Rynek Instalacyjny 10/2017
- [8] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/91/EC z dnia 12 grudnia 2002 r. „w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.”
- [9] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. „w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.”
- [10] Projekt z dnia 10 listopada 2017 r. Rozporządzenie Ministra i Budownictwa „w sprawie metody kalkulacji kosztów cyklu życia budynków oraz sposobu przedstawienia informacji o tych kosztach” (<http://legislacja.rcl.gov.pl/docs//523/12305007/12470424/12470425/dokument316349.pdf>)
- [11] Pismo PZITS do Pana Podsekretarza Stanu – Ministra Tomasza Żuchowskiego – w sprawie projektu rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie metody kalkulacji kosztów cyklu życia budynków oraz sposobu przedstawienia informacji o tych kosztach (http://www.pzits.pl/www/wp-content/uploads/2017/12/MliB_07122017.pdf)
- [12] 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.”
- [13] Rozporządzenie Ministra i Finansów z dnia 1 sierpnia 2017 r. „w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe”.
- [14] Praca zespołowa: „Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2015 roku.” Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2017 r.

- [15] „Strategia. Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko. Perspektywa do 2020 r.” Ministerstwo Gospodarki, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, kwiecień 2014 r.
- [16] „Energia 2017” Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2017 r.
- [17] „Efektywność Energetyczna w Polsce. Przegląd 2015. Domy jednorodzinne. Mechanizm wspierania modernizacji” Instytut Ekonomii Środowiska, Efektywna Polska, Kraków 2016 r.
- [18] „Budownictwo mieszkaniowe – tablice przeglądowe od 1991 roku” GUS <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/budownictwo-mieszkaniowe-tablice-przegladowe-od-1991-roku,6,5.html>
- [19] PN-83/B-03430+Az3/2000 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.”
- [20] K. Łaskawiec, J. Żurawski: „Kontrowersje wokół warunków technicznych. Czy to się opłaca?” Izolacje nr 2/2017.
- [21] K. Lech – Brzyk, J. Niewczas: „Emisja cząstek pyłu podczas spalania różnych gatunków biomasy w kotle małej mocy.” (http://www.pzits.not.pl/docs/ksiazki/Pol_%202012/Lech-Brzyk%20337-345.pdf)