

Efficiency of Electricity Utilisation in Households in the Context of European Energy Policy

Author

Marek Kott

Keywords

energy efficiency, households, comparative analysis

Abstract

Efficient use of electricity in every sector of a national economy is becoming increasingly significant. Energy efficiency concerns climate and energy policy, but it is also a significant factor influencing manufacturing costs for enterprises (and thus their profits), as well as socio-economic development. Irrational energy consumption leads to excessive consumption of primary energy sources, problems attributable to environment pollution, and limited competitiveness of national companies in global markets. For an individual consumer, energy efficiency is one of the key methods of reducing the share of electricity costs in the household budget.

In recent years, the European Commission has made a lot of effort aimed at reducing electricity consumption in households, by promoting energy-saving lighting, subsidising renewable micro-generation systems, enforcing labelling appliances for their energy consumption and liberalisation of the electricity market, among other things.

This paper presents the results of a comparative study on electricity consumption in Polish households in reference to selected European Union member states, in the context of European energy policy.

DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2015405

Electricity consumption in Poland

Since the beginning of its transformation in the 1990s, despite a few global downturns and economic crises, Poland has been on the track of steady and rapid socio-economic development. In the last decade of the twentieth century the process of positive changes, both quantitative and qualitative, was much stormier than in this century. Since its accession to the European Union in 2004, Poland has been experiencing an evolution in the sphere of economic, cultural and social development rather than a revolution of socio-economic political and systemic relations. But there are many factors that can adversely affect the country's development. From the point of view of fuel and energy economy such a brake on economic growth may be insufficient electricity production. Here are many factors of the deficit in electricity production. Among the most important are the lack of significant investment in new generation capacity and network infrastructure, excessive consumption of electricity in the national economy, and the lack of incentives to economise electricity consumption. Thus, one of the most important tasks is to ensure a sustainable energy policy of the country. Effective political and economic activities should be based on gathering information about economic sectors and its effective use in the process of forecasting, simulation and decision making, and in the longer term, adopting appropriate legislation.

The most important sectors of the national economy include: industry, energy, transport, households, and agriculture. Based on analysis of electricity consumption (Fig. 1) in selected sectors of the national economy, they can be divided into three groups:

- sectors, in which in the last decade electricity consumption decreased
- sectors with constant/stable energy consumption
- sectors in which power consumption increases.

A sector in which electricity consumption has decreased in the last decade is transport, and its railway sub-sector in particular.

Reasons for the rail transport sector's deterioration are many, the most important being: poor management, failure to fully utilise EU funds for railways modernisation, and big and strong competition in the goods and passenger carriage market.

Another group of sectors may include agriculture and energy. They are both characterized by consumption at a constant level with minor deviations. In agriculture the annual electricity consumption is approx. 1.5 TWh +/-5%, while the energy sector consumes 26.5 TWh +/-0.5% (Fig. 2). If the annual electricity consumption in agriculture accounts for just over 1% of its generation output, stable consumption in the energy sector is not optimistic. This fact leads to the conclusion that the domestic energy sector is facing significant and possibly abrupt changes caused by EU policy. The EU summit in October 2014 adopted

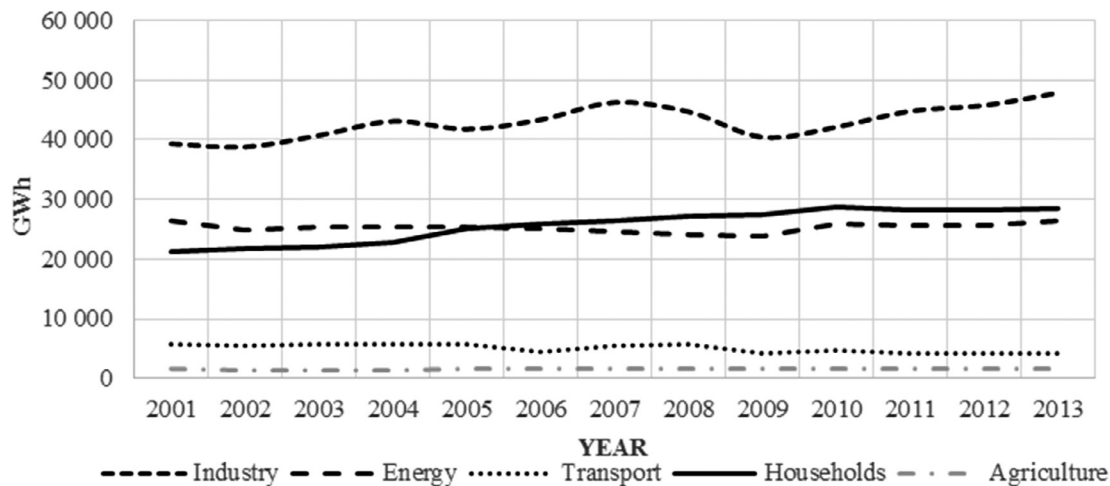


Fig. 1. Electricity consumption by economic sectors, own study based on [1]

two main climate policy objectives: 40% reduction in greenhouse gas emissions by 2030 compared to 1990, and 27% share of renewable energy in final energy consumption in the EU by 2030. Both climate targets are practically unattainable, especially in Poland [2].

The last group consists of industry and households, in which electricity consumption has increased since 2001, by 18% and 24.5% respectively. The increase in the share of industry in the national electricity consumption is due to the significant development of this sector in Poland. In most industries developing in Poland (especially those export-oriented) the energy efficiency indicators slightly deviate from, or are comparable to, those in highly developed Western European countries [3]. Energy efficiency in the industrial sector is improving due to the competition on the European market and results from the following actions:

- orders under existing law, forcing to take appropriate actions
- energy market regulation, forcing increase in the energy efficiency of energy companies
- provision of market conditions to save energy
- promotion of behaviours aimed at rational use of energy.

In recent years, the highest growth rate of electricity consumption was reported in households that currently consume more than 19% of the annual energy output (Fig. 2). This sector from the point of view of the national economy is the second largest consumer of electricity. At the same time it should be noted that it's much harder to improve energy efficiency indicators in this sector of the national economy made up of more than 13 million customers, each of which consumes annually approx. 2150 kWh, than in the much less numerous industrial sector. Initial analysis shows that the household sector can significantly improve its energy efficiency indicators.

Household characteristics

There were 13.3 million households in Poland in 2013. Over 50% of these lived in a space of over 60 m² and a cubature up to 200 m³, which was mostly inhabited by 2–3 persons (Fig. 3). Over the last decade it may be noted that new housing's floor

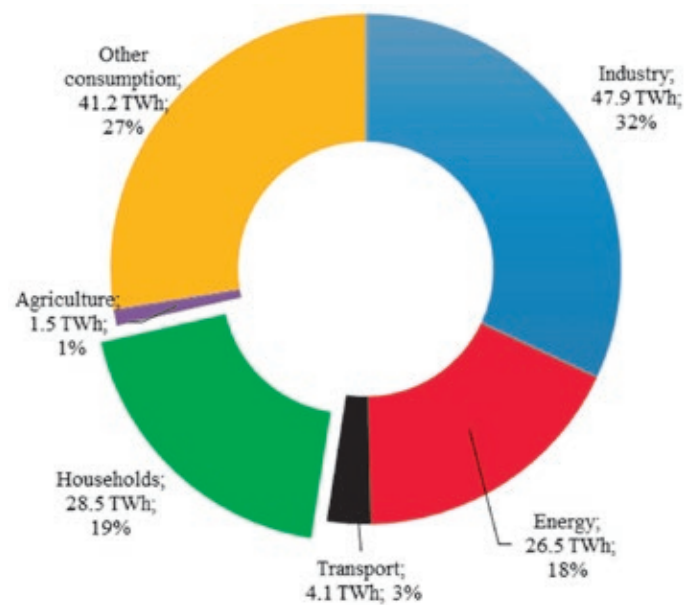


Fig. 2. Electricity consumption in TWh by economic sectors in 2013, own study based on [1]

area is steadily increasing, and the average number of inhabitants per household is declining.

This profile of households in terms of electricity consumption has been prepared on the basis of the guidelines set out in Eurostat document "Manual for statistics on energy consumption in households" (MESH) and data published by GUS Central Statistical Office [1, 4]. Electric appliances were divided into six groups:

- space heating
- water heating
- cooking
- space cooling
- lighting, electrical appliances, home entertainment
- other uses.

Space heating appliances are in use in 5.3% of households. Due to the significant cost and high availability of other energy sources (particularly coal) electrical heating is not used in Poland on a large scale. Electric heaters are mainly used as additional sources of heat, or where another source of heat is not practical. It should be noted, however, that more and more often newly built homes are furnished with electric floor heating as part of bathroom equipment [1, 4].

Electric water heaters (flow heaters, boilers) are installed in 23.5% of households. The number of these devices has not decreased in recent years, and their average age is 9 years [9].

Summary of cooking appliances is shown in Fig. 4. The data shows that in most homes there is at least one electrical appliance for cooking food. Also noticeable is the continuous growth in the number of households with a microwave oven as the second device to heat meals [1, 4].

Less than 0.5% of households are equipped with air conditioners, but their number has significantly increased in recent years mainly due to newly built apartments with a higher standard. For the most part, these are devices for cooling individual rooms. Only 0.04% of apartments are provided with central air conditioning [4]. The penultimate group consists of lighting, home entertainment and other household appliances. Average power of light bulbs (including also energy-efficient CFLs) installed in an apartment in 2013 was 550, while the power of installed light bulbs per unit area was 7.21 W/m². This is much less than in Western European countries [4]. Characteristics of the most common home entertainment and other household appliances are shown in Tab. 1, which shows that least 50% of this equipment has been labelled as energy Class A [4]. Other electrical equipment (like lawn mower or water heater for swimming pool) accounted for a marginal share of the electricity consumption in households and have been omitted in the presented characteristics.

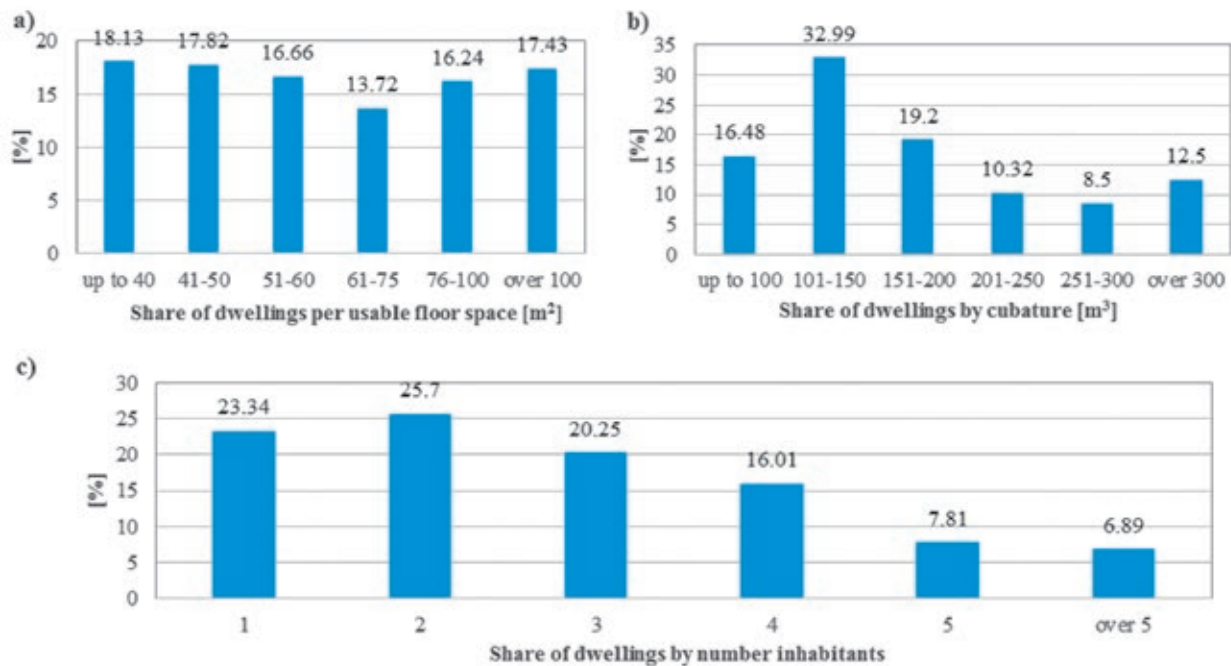


Fig. 3. Characteristics of residential buildings: a) Share of dwellings per usable floor space, b) Share of dwellings by cubature, c) Share of dwellings by number inhabitants, study based on [4]

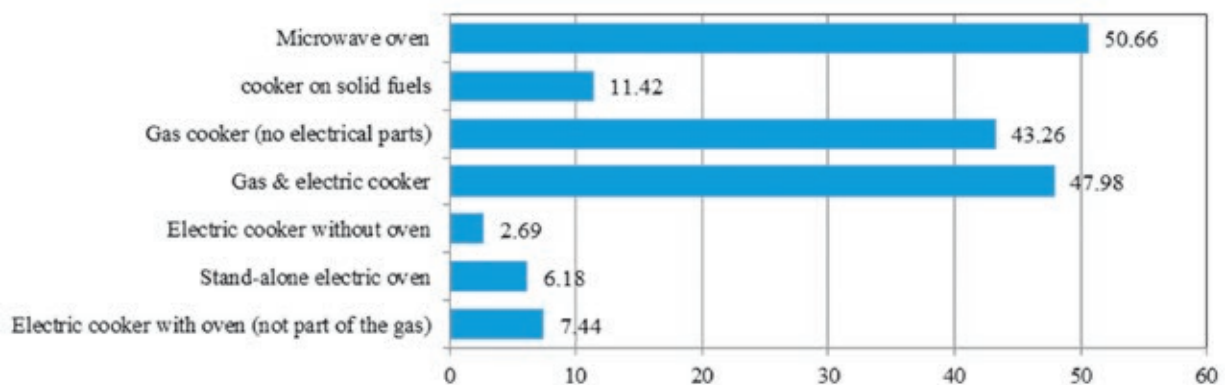


Fig. 4. Summary of cooking appliances, based on [4]

Polish households vs. EU countries

The number of households in Poland accounts for 6.4% of households in the EU. The average number of persons per household in Poland is 2.8 (similar to Cyprus, Ireland, Malta, Romania and Slovakia) and was higher than the EU average of 2.3 people. The lowest average number of persons per household were recorded in Sweden (1.9 persons) and Germany (2 persons).

Listed in Tab. 2 are selected energy indicators for EU countries. Analysis of electricity consumption in each country shows that:

- electricity consumption in German households is comparable to that in the whole Polish economy (Fig. 2)
- comparable in terms of population Spain consumes annually 2.5 times more energy in households than Poland
- in Poland only 8% of the electricity consumed annually is used for heating, while the EU average is 20.3%. In Central Europe only Germany (6.4%) has a smaller share of electricity consumption for home heating. Percentage shares in the Czech Republic and Slovakia are, respectively, 17.6% and 9%. The EU country with the highest share of electricity consumption for heating is Sweden; mainly due to its climate conditioned by geographical location.
- electricity consumption per household in Poland is among the lowest in Europe - almost 2 times lower than the EU average
- aggregate energy consumption for heating and hot water in Poland (1.0 toe/capita) is lower than the EU average (1.12 toe/capita) and the lowest in Central Europe. Due to climate conditions southern Europe countries consume less consumption for heating and hot water.

The analysis shows that the electricity consumption in Polish households is relatively low compared to EU countries. The main reason is the marginal share of electricity consumed for heating. In the coming years this ratio should maintain its upward trend

Appliance type	Class A and higher	Households with home entertainment and other household appliances	Appliances in households
	%		average No. of units
fridge-freezer	64	74.1	1.03
automatic washer	62	86.6	1.01
washer-dryer	59	1.8	1.00
dishwasher	79	13.8	1.00
electric cooker oven	56	17.5	1.01
TV	92	99.1	1.35
computer	–	62	1.04

Tab. 1. Characteristics of home entertainment and other household appliances, based on [4]

(Fig. 1), as the number of electrical appliances per household is constantly growing, mainly of low power devices (home electronics, e.g. computers).

The European Council summit on 8–9 March 2007 adopted an action plan to integrate EU climate and energy policies. The plan provides for limiting the global average temperature increase by more than 2°C above pre-industrial levels and reducing price increases and limited availability of oil and gas. The package “3x20” 2020 assumes:

- reduction of greenhouse gas emissions until 2020 by at least 20% compared with emissions in 1990
- increase in the share of energy produced from renewable energy sources (RES) to 20% of the total energy consumption in the EU in 2020

Country	Electricity consumption in households (total)	Electricity consumption in households for heating	Electricity consumption per household	Electricity consumption for heating and hot water per household	Energy efficiency ratio of households	CO ₂ emission per household	CO ₂ emission per household (incl. climate adjustment)
	TWh	TWh	kWh/household	toe/household	Year 2000 = 100%	tCO ₂ /household	tCO ₂ /household
Czech Republic	14.58	2.57	3,547.31	1.23	77.89	1.68	1.70
Germany	137.00	8.77	3,583.30	1.31	79.79	2.44	2.51
Poland	28.5	2.27	2,147.17	1.00	75.97	2.44	2.47
Slovenia	4.73	0.43	2,718.11	1.04	97.04	1.76	1.84
Sweden	43.47	14.18	9,738.11	1.15	76.80	0.17	0.18
Spain	75.10	17.37	4,159.01	0.59	96.03	0.92	0.92
Ireland	8.12	1.14	4,898.06	1.25	68.60	3.64	3.46
UE – 27 countries	828.34	167.95	3,921.74	1.12	81.30	1.94	1.98

Tab. 2. Comparison of households electricity consumption in selected EU countries in 2012, own study based on [5, 6]

- rationalisation of energy use and consequently reduction of its consumption by 20% (by improvement the energy efficiency of economies).

The European Commission monitors the implementation of the adopted climate and energy policy in the Member States by publishing indicators commonly called Europe 2020. One of the most important indexes for the household sector is the energy efficiency ratio of households. In Poland it is 76%, 5% below the EU average. This is due to the replacement of obsolete household and home entertainment appliances with newer and energy-saving ones, such as increasingly popular LED light sources. Emissions of CO₂ per household in Poland is 25% higher than the EU average and amounts to 2.47 tCO₂ per year. This relative rate results from the national energy mix, based mainly on fossil fuels (coal and lignite).

Summary

Electricity is commonly consumed in Polish households, mostly for lighting, cooking, and household and home entertainment appliances. Electricity use for heating is low due its high prices and the availability of cheaper substitutes. Electricity is used for space heating rather as an additional carrier, and for water heating mainly where there is no access to district and gas heating.

Average annual electricity bills do not currently exceed 1,500 PLN and represent ca. 11% of total household expenses. Such a significant share of spending on electricity might have contributed to the fact that ca. 100 000 individual electricity consumers (since 2011) took advantage of the TPA Third-party Access principle allowing one to change electricity supplier. Despite initial problems (technical and legal barriers, lack of complete and reliable information about the possibility of changing energy supplier, small differences between energy trading companies' retail offerings) the opportunities to change electricity suppliers seem increasingly interesting for household consumers. This allows one to predict that, with projected increases in electricity prices in the next few years [1, 7, 8], individual customers' interest for reduction of electricity bills, and thus for improvement in energy efficiency in households will grow in Poland. It is estimated that the potential of energy efficiency improvement by 2020 only through the upgrade of light sources and replacement of other household appliances will amount to ca. 10 TWh per year [7]. In order to fully utilise this potential it is necessary to implement a number of instruments targeted at the household sector. These tools can be divided into informational, educational, regulatory, and financial, and they include:

- frequent information campaigns to increase public awareness of rational electricity use
- websites describing lighting equipment and household and home entertainment appliances in terms of their energy efficiency, and characterizing available energy-saving technologies used in households. The main purpose of such on-line services should be to help in well-informed and rational choice and purchase of energy-efficient electricity receivers
- common and widely available information on household and home entertainment appliances' labelling

- development and implementation of a system for the enforcement of appliance and equipment labelling at the points of their sale
- inclusion of the labelling system to information and education for energy users
- common education system consisting of training influencing the growth of awareness and rational use of energy in the household sector
- vocational training system to upgrade skills and abilities to apply standards and provide guidance in the use of energy-efficient technologies designed for individual consumers
- introduction of a number of regulations aimed at promoting the efficient use of energy by end-users, including households
- provision of a comprehensive system of public subsidies to projects relating to the potential of energy efficiency and use of renewable energy in single-family and multi-family buildings. Real enabling of households' conversion to prosumers on the electricity market [9].

The direction adopted by Poland, initiated by the European climate-energy package with its subsequent amendments and further plans, appears to be appropriate, especially with regard to the household sector. This allows the sector's fast modernization and catching up with highly developed European countries, bypassing several intermediate steps. Implementation of the energy and climate policy so-adopted must be constantly supported by many informational and educational instruments, precise legal regulations, and appropriate funding system. Improving energy efficiency in the household sector also positively affects the improvement of Poland's energy security and promotes the development of a modern economy in the country.

REFERENCES

1. GUS Central Statistical Office's local data bank [online], http://stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p_name=indeks, access: 02/02/2015.
2. W. Mielczarski, „Odnawialne źródła energii. Wag the Dog '07". [Renewable energy sources. Wag the Dog '07], *Energy Newsletters*, No. 8, Łódź, 2015.
3. M. Kott, "Indicators of energy intensity in industry"; The European Energy Market: 11th International Conference, 28–30 May 2014, Kraków, Poland.
4. Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 roku [Energy consumption in households in 2012], GUS Central Statistical Office, Warszawa, 2014.
5. Eurostat, Database [online], <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>, access: 02/02/2015.
6. Odysee-Mure Database [online], www.odyssee-mure.eu, access: 02/02/2015.
7. Sz. Liszka, S. Pasierb, J. Wojtulewicz, "Możliwości zwiększenia efektywności energetycznej Polski w ramach wdrożenia pakietu energetyczno-klimatycznego" [Opportunities to increase Poland's energy efficiency in the energy-climate package implementation framework], report, Polish Foundation for Energy Efficiency, Katowice, 2009.

8. Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski 2014, wersja 1.9, [The National Action Plan on energy efficiency for Poland by 2014, version 1.9], The Ministry of Economy. Warszawa, 2014.
 9. J. Popczyk, "Prosumenctwo – innowacja przełomowa" [Prosumerism – a breakthrough innovation], *Energetyka ciepła i zawodowa*, No. 2, 2014.
-

Marek Kott

Wrocław University of Technology

e-mail: marek.kott@pwr.edu.pl

Graduated in electrical engineering from the Faculty of Electrical Engineering (2005). He obtained his doctoral degree in 2010. Currently assistant lecturer/researcher at the Faculty of Electrical Engineering of Wrocław University of Technology in the Department of Electrical Power. Author of a dozen scientific publications on modelling and forecasting electricity consumption in sectors of the national economy. His main interests include testing method of energy consumption in the domestic industry and issues of rationalisation of fuel and energy use incl. renewable energy sources.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 54–59. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Efektywność wykorzystania energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w kontekście europejskiej polityki energetycznej

Autor

Marek Kott

Słowa kluczowe

efektywność energetyczna, gospodarstwa domowe, analiza porównawcza

Streszczenie

Efektywne wykorzystanie energii elektrycznej w każdym z sektorów gospodarki narodowej nabiera coraz większego znaczenia. Efektywność energetyczna dotyczy zarówno szeroko rozumianej polityki energetyczno-klimatycznej, jak i stanowi istotny czynnik wpływający na wysokość kosztów produkcji przedsiębiorstw (a tym samym na ich zyski) oraz na rozwój społeczno-gospodarczy. Konsekwencją nieracjonalnego użytkowania energii jest nadmierna konsumpcja zasobów surowców energetycznych, problemy z zanieczyszczeniem środowiska naturalnego oraz ograniczona konkurencyjność krajowych przedsiębiorstw na rynkach światowych. Z punktu widzenia indywidualnego odbiorcy efektywność energetyczna jest jednym z głównych środków do obniżenia udziału kosztów energii elektrycznej w domowym budżecie.

W ostatnich latach Komisja Europejska poczyniła wiele wysiłków mających na celu redukcję zużycia energii elektrycznej w gospodarstwach domowych, m.in.: przez promowanie oszczędnego oświetlenia, dopłaty do przydomowych mikroinstalacji OZE, konieczność etykietowania energetycznego urządzeń AGD oraz szeroko rozumianą liberalizację rynku energii elektrycznej.

W artykule przedstawiono wyniki analizy porównawczej wykorzystania energii elektrycznej w polskich gospodarstwach domowych na tle wybranych krajów Unii Europejskiej, w kontekście europejskiej polityki energetycznej.

Zużycie energii elektrycznej w Polsce

Od początku transformacji w latach 90. w Polsce, pomimo kilku globalnych przestojów i kryzysów ekonomicznych, widoczny jest stały i szybki rozwój społeczno-gospodarczy. W ostatniej dekadzie XX w. proces pozytywnych zmian, zarówno ilościowych, jak i jakościowych, przebiegał znacznie burzliwiej, niż to mało miejsce w obecnym stuleciu. Po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku w sferze rozwoju działalności gospodarczej, kulturowej i społecznej mamy do czynienia z ewolucją, a nie rewolucją stosunków społeczno-produkcyjnych oraz polityczno-ustrojowych. Istnieje jednak wiele czynników, które mogą negatywnie wpłynąć na rozwój kraju. Z punktu widzenia gospodarki paliwowo-energetycznej takim czynnikiem spowalniającym wzrost gospodarczy może być niewystarczająca wielkość produkcji energii elektrycznej. Przyczyn deficytu w produkcji energii elektrycznej można wymienić wiele. Jednymi z najistotniejszych są: brak znaczących inwestycji w nowe jednostki wytwórcze i infrastrukturę sieciową, nadmierne zużycie energii elektrycznej w gospodarce narodowej oraz brak zachęt do oszczędzania energii elektrycznej. Zatem jednym z najważniejszych zadań jest zapewnienie zrównoważonej polityki energetycznej kraju. Skuteczna działalność polityczno-gospodarcza powinna opierać się na zdobywaniu informacji o sektorach gospodarki oraz ich efektywnym wykorzystaniu w procesie prognozowania, symulacji i podejmowania decyzji, a w dalszej perspektywie tworzeniu odpowiednich aktów prawnych.

Do najistotniejszych sektorów gospodarki narodowej zalicza się: sektor przemysłowy, energetyczny, transportowy, gospodarstwa domowe oraz rolnictwo. Analizując zużycie energii elektrycznej (rys. 1) w wybranych

sektorach gospodarki narodowej, można podzielić je na trzy grupy:

- sektory, w których w ostatnim dziesięcioleciu ilość zużytej energii elektrycznej spadła
- sektory cechujące się zużyciem energii na niezmiennym/stabilnym poziomie
- sektory charakteryzujące się wzrostem zużycia energii elektrycznej.

Sektorem, w którym spadło zużycie energii elektrycznej w ostatniej dekadzie, jest sektor transportowy, a w szczególności podsektor kolejowy. Przyczyn pogarszającej się sytuacji sektora transportu szynowego jest wiele, najistotniejsze to: złe zarządzanie, niewykorzystanie w pełni funduszy europejskich na modernizację kolei oraz duża i silna konkurencja na rynku przewozów towarów i osób.

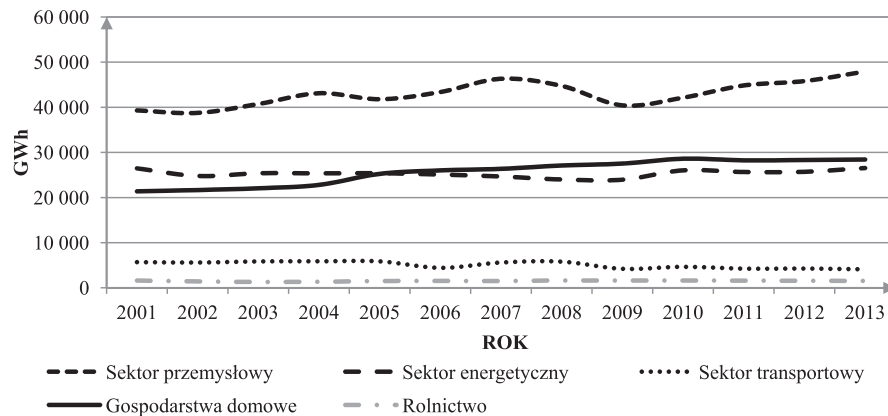
Do kolejnej grupy sektorów można zaliczyć rolnictwo oraz sektor energetyczny. Oba działy gospodarki charakteryzują się zużyciem na stałym poziomie z niewielkimi odchyłkami. Dla rolnictwa roczne zużycie energii elektrycznej wynosi ok. 1,5 TWh +/-5%, natomiast dla sektora energetycznego 26,5 TWh +/-0,5% (rys. 2). O ile w rolnictwie zużywa się rocznie nieco ponad 1% wyprodukowanej energii elektrycznej, o tyle stabilne zużycie energii elektrycznej w sektorze energetycznym nie napawa optymizmem. Fakt ten pozwala wnioskować, że krajowy sektor energetyczny czekają znaczne i być może gwałtowne zmiany spowodowane polityką UE. Na szczycie unijnym w październiku 2014 roku przyjęto dwa główne cele w zakresie polityki klimatycznej: 40% redukcji emisji gazów cieplarnianych do 2030 roku w stosunku do 1990 roku oraz 27% udziału energii z OZE w końcowym zużyciu energii w UE do 2030 roku. Oba przyjęte cele klimatyczne

są fizycznie nierealizowalne, szczególnie w Polsce [2].

Ostatnią grupę stanowią: sektor przemysłowy i gospodarstwa domowe, w których zanotowano wzrost zużycia energii elektrycznej od 2001 roku, odpowiednio o 18% i 24,5%. Wzrost udziału przemysłu w krajowym zużyciu energii elektrycznej spowodowany jest znacznym rozwojem tego sektora w Polsce. W większości rozwijających się w kraju branż przemysłowych (zwłaszcza nastawionych na eksport) wskaźniki efektywności energetycznej nieznacznie odbiegają lub są porównywalne do wartości tych wskaźników w wysoko rozwiniętych krajach Europy Zachodniej [3]. Poprawa efektywności energetycznej w sektorze przemysłowym jest efektem konkurencji na szeroko rozumianym rynku europejskim oraz wynika z wprowadzenia następujących działań:

- nakazów wynikających z obowiązującego prawa, wymuszających podejmowanie odpowiednich działań
- regulacji rynku energii wymuszających wzrost efektywności energetycznej przedsiębiorstw energetycznych
- stworzenia warunków rynkowych do oszczędzania energii
- promocji zachowań ukierunkowanych na racjonalne użytkowanie energii.

W ostatnich latach najwyższą dynamikę wzrostu zużycia energii elektrycznej odnotowały gospodarstwa domowe, które zagospodarowały obecnie ponad 19% rocznej produkcji energii elektrycznej (rys. 2). Sektor ten z punktu widzenia gospodarki narodowej jest drugim pod względem wielkości odbiorcą energii elektrycznej. Jednocześnie należy zwrócić też uwagę, że znacznie trudniej jest poprawić wskaźniki efektywności energetycznej dla działu gospodarki narodowej obejmującego ponad 13 mln



Rys. 1. Zużycie energii elektrycznej wg sektorów ekonomicznych, opracowanie własne na podstawie [1]

odbiorców, z których każdy zużywa średnio rocznie ok. 2150 kWh, niż w znacznie mniej liczonym sektorze przemysłowym. Z przeprowadzonej wstępnej analizy wynika, że w sektorze gospodarstw domowych można znacznie poprawić wskaźniki efektywności energetycznej.

Charakterystyka gospodarstw domowych

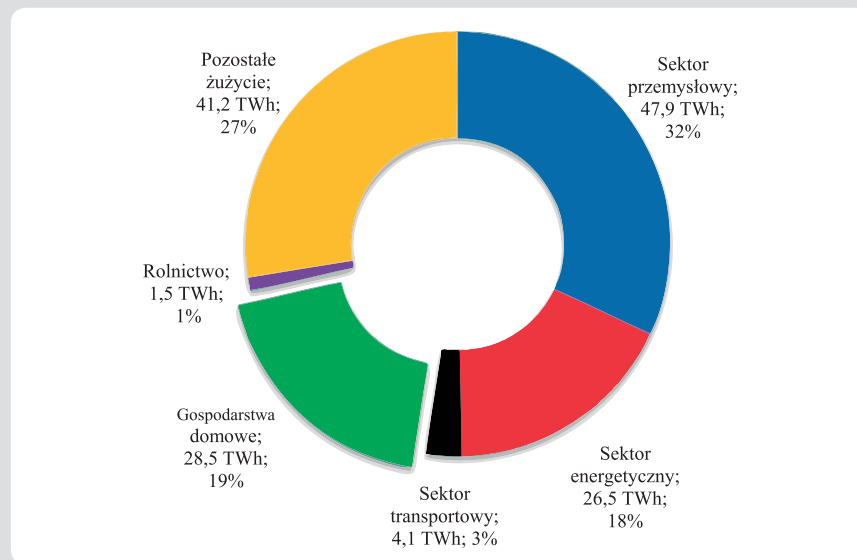
W Polsce w 2013 roku było 13,3 mln gospodarstw domowych. Ponad 50% z nich miało powierzchnię nieprzekraczającą 60 m² i kubaturę do 200 m³, w której zamieszkiwały najczęściej 2–3 osoby (rys. 3). Na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia można zauważyć, że nowo powstające mieszkania są systematycznie coraz większe, a średnia liczba osób w gospodarstwie domowym się zmniejsza.

Charakterystyka gospodarstw domowych, z punktu widzenia zużycia energii elektrycznej, została przygotowana na podstawie wytycznych opisanych w dokumencie opublikowanym przez Eurostat – „Manual for statistics on energy consumption in households” (MESH) oraz danych Głównego Urzędu Statystycznego [1, 4]. Odbiorniki energii elektrycznej zostały podzielone na sześć grup:

- urządzenia do ogrzewania pomieszczeń
- urządzenia do podgrzewania wody
- urządzenia do gotowania posiłków
- urządzenia do chłodzenia pomieszczeń
- oświetlenie, sprzęt AGD i RTV
- pozostałe, niewymienione w innych grupach.

W urządzenia do ogrzewania pomieszczeń wyposażonych jest 5,3% mieszkań. Ze względu na znaczne koszty oraz dużą dostępność innych nośników energii (w szczególności węgla) ogrzewanie urządzeniami elektrycznymi nie jest stosowane w Polsce na szeroką skalę. Elektryczne urządzenia grzewcze służą głównie jako dodatkowe źródła ciepła lub stosuje je się w miejscach, gdzie nie można zastosować innego rodzaju ogrzewania. Należy jednak zwrócić uwagę, że coraz częściej w nowo budowanych mieszkaniach można spotkać elektryczne ogrzewanie podłogowe jako element wyposażenia łazienek [1, 4].

W 23,5% gospodarstw domowych zainstalowane są elektryczne urządzenia do podgrzewania wody (termy, bojler). Liczba tych



Rys. 2. Zużycie energii elektrycznej w TWh według sektorów ekonomicznych w 2013 roku, opracowanie własne na podstawie [1]

urządzeń nie zmniejsza się w ostatnich latach, a ich średni wiek to 9 lat [9]. Zestawienie urządzeń do gotowania posiłków przedstawione jest na rys. 4. Z danych wynika, że w większości mieszkań znajduje się co najmniej jedno urządzenie elektryczne do gotowania posiłków. Zauważalny jest też ciągły wzrost gospodarstw wyposażonych w kuchenkę mikrofalową jako drugie urządzenie do podgrzewania posiłków [1, 4].

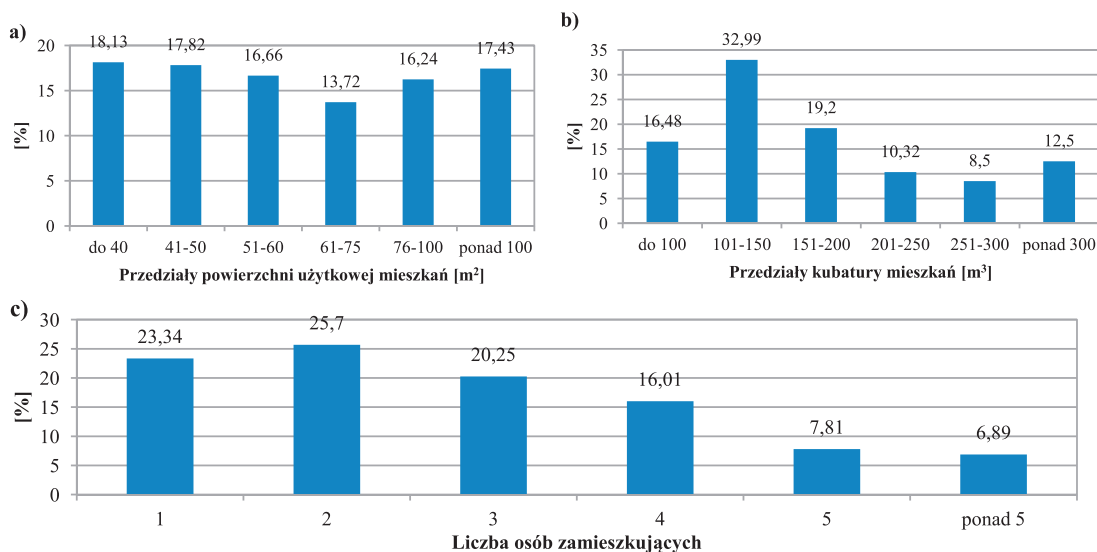
W klimatyzatory wyposażonych jest niespełna 0,5% gospodarstw domowych, lecz ich liczba w ostatnich latach znacząco wzrasta głównie za sprawą nowo budowanych mieszkań o podwyższonym standardzie. W większości są to urządzenia przeznaczone do chłodzenia pojedynczych pomieszczeń. Zaledwie 0,04% mieszkań wyposażonych jest w centralną klimatyzację [4].

Przedostatnią grupę stanowią urządzenia oświetleniowe oraz sprzęt RTV i AGD. Średnia moc zainstalowanych żarówek (w tym też energooszczędnych świetlówek) w mieszkaniu wynosiła w 2013 roku

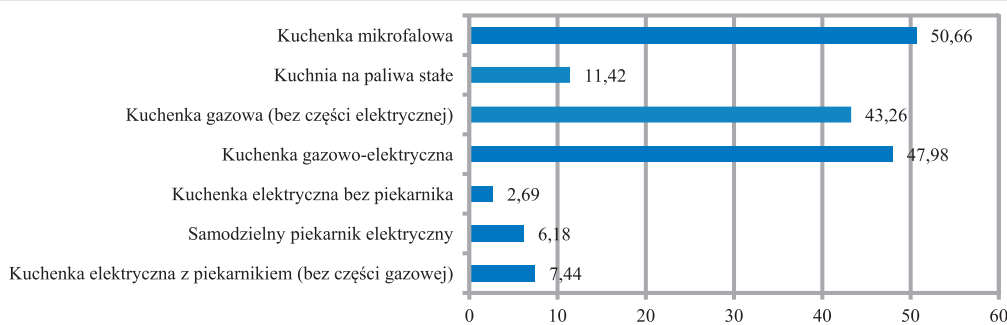
550 W, natomiast moc zainstalowanych żarówek na jednostkę powierzchni wyniosła 7,21 W/m². Są to wartości znacznie niższe niż w krajach Europy Zachodniej [4]. Charakterystyka najczęściej występujących urządzeń RTV i AGD została przedstawiona w tab. 1, z której wynika, że sprzęt ten co najmniej w 50% został opisany etykietą energetyczną oznaczoną klasą A [4]. Pozostałe urządzenia elektryczne (jak: kosiarka do trawy czy podgrzewacz wody do basenów) stanowiły marginalny udział w zużyciu energii elektrycznej w gospodarstwach domowych i zostały pominięte w przedstawionej charakterystyce.

Polskie gospodarstwa domowe na tle krajów UE

Liczba gospodarstw domowych w Polsce stanowi 6,4% gospodarstw domowych ogółem w krajach UE. Średnia liczba osób w gospodarstwie domowym w Polsce wynosi 2,8 (podobną wielkość odnotowano na Cyprze, Irlandii, Malcie, Rumunii i Słowacji) i była wyższa niż średnia unijna wynosząca 2,3 osób. Najmniejszą średnią liczbę osób w gospodarstwie domowym



Rys. 3. Charakterystyka budynków mieszkalnych: a) Udział mieszkań według powierzchni użytkowej, b) Udział mieszkań według kubatury, c) Udział mieszkań według liczby osób zamieszkujących, opracowanie na podstawie [4]



Rys. 4. Zestawienie urządzeń do gotowania posiłków, opracowanie na podstawie [4]

Rodzaj urządzenia	Urządzenia w klasie A i wyższej	Wypożyczenie gospodarstw domowych w urządzeniach AGD i RTV	Urządzenia użytkowane w gospodarstwie domowym
		w %	średnia liczba sztuk
chłodziarko-zamrażarka	64	74,1	1,03
pralka automatyczna	62	86,6	1,01
pralko-suszarka	59	1,8	1,00
zmywarka do naczyń	79	13,8	1,00
piekarnik kucharki elektrycznej	56	17,5	1,01
odbiornik TV	92	99,1	1,35
komputer	–	62	1,04

Tab. 1. Charakterystyka urządzeń RTV i AGD, opracowanie na podstawie [4]

odnotowywano w Szwecji (1,9 osoby) i w Niemczech (2 osoby).

W tab. 2 zestawiono wybrane wskaźniki energetyczne dla krajów UE. Poddając analizie zużycie energii elektrycznej w każdym z krajów można zauważyć, że:

- zużycie energii elektrycznej w niemieckich gospodarstwach domowych jest

porównywane ze zużyciem energii elektrycznej w całej polskiej gospodarce (rys. 2)

- porównywalna pod względem liczby mieszkańców Hiszpania zużywa rocznie 2,5 razy więcej energii w gospodarstwach domowych niż Polska

- w Polsce tylko 8% zużytej rocznie energii elektrycznej wykorzystuje się do ogrzewania, podczas gdy średnia UE wynosi 20,3%. W Europie Środkowej jedynie Niemcy (6,4%) mają mniejszy udział konsumpcji energii elektrycznej do ogrzewania mieszkań. Procentowy udział w Czechach i Słowacji wynosi odpowiednio 17,6% oraz 9%. Krajem UE o największym udziale zużycia energii elektrycznej do ogrzewania jest Szwecja. Wynika to głównie z klimatu uwarunkowanego położeniem geograficznym
- wskaźnik zużycia energii elektrycznej na jedno mieszkanie w Polsce jest jednym z najniższych w Europie – jest prawie 2 razy mniejszy od średniej UE
- sumaryczne zużycie energii na ogrzewanie i ciepłą wodę w Polsce (1,0 toe/mieszk.) jest niższe od średniej UE (1,12 toe/mieszk.) i najniższe w Europie Środkowej. Ze względów na warunki klimatyczne kraje południa Europy charakteryzują niższy wskaźnik zużycia energii elektrycznej do celów grzewczych i podgrzewania wody.

Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że gospodarstwa domowe w Polsce na tle krajów UE charakteryzują się stosunkowo

Kraj	Zużycie energii elektrycznej w mieszkaniach (ogółem)	Zużycie energii elektrycznej w mieszkaniach na ogrzewanie	Zużycie energii elektrycznej na jedno mieszkanie	Zużycie energii elektrycznej na ogrzewanie i ciepłą wodę na jedno mieszkanie	Wskaźnik efektywności energetycznej gospodarstw domowych	Emisje CO ₂ na mieszkanie	Emisje CO ₂ na mieszkanie (z korektą klimatyczną)
	TWh	TWh	kWh/mieszkanie	toe/mieszkanie	Rok 2000 = 100%	tCO ₂ /miesz.	tCO ₂ /miesz.
Czechy	14,58	2,57	3 547,31	1,23	77,89	1,68	1,70
Niemcy	137,00	8,77	3 583,30	1,31	79,79	2,44	2,51
Polska	28,5	2,27	2 147,17	1,00	75,97	2,44	2,47
Słowacja	4,73	0,43	2 718,11	1,04	97,04	1,76	1,84
Szwecja	43,47	14,18	9 738,11	1,15	76,80	0,17	0,18
Hiszpania	75,10	17,37	4 159,01	0,59	96,03	0,92	0,92
Irlandia	8,12	1,14	4 898,06	1,25	68,60	3,64	3,46
UE – 27 krajów	828,34	167,95	3 921,74	1,12	81,30	1,94	1,98

Tab. 2. Porównanie wskaźników energetycznych gospodarstw domowych w wybranych krajach UE w 2012 roku, opracowanie własne na podstawie [5, 6]

niedużym zużyciem energii elektrycznej. Główną przyczyną jest brak znaczącego udziału energii elektrycznej w produkcji ciepła na potrzeby gospodarstw domowych. W najbliższych latach wskaźnik ten powinien zachować trend wzrostowy (rys. 1), ponieważ w mieszkaniach stale wzrasta liczba urządzeń elektrycznych, głównie o małych mocach (elektronika użytkowa, np. komputery).

Na szczycie Rady Europejskiej 8–9 marca 2007 roku przyjęto plan działań integrujący politykę klimatyczną i energetyczną UE. Plan zakłada ograniczenie wzrostu średniej globalnej temperatury o więcej niż 2°C powyżej poziomu sprzed okresu uprzemysłowienia oraz zmniejszenie wzrostu cen i ograniczoną dostępność ropy i gazu. Pakiet „3x20” do 2020 roku zakłada:

- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych do 2020 roku co najmniej o 20% w porównaniu z emisją w 1990 roku
- zwiększenie udziału energii produkowanej z odnawialnych źródeł energii (OZE) do 20% całkowitego zużycia energii w UE w 2020 roku
- racjonalizację wykorzystania energii i w konsekwencji ograniczenie jej zużycia o 20% (poprawa efektywności energetycznej gospodarki).

Komisja Unii Europejskiej monitoruje realizację przyjętej polityki klimatyczno-energetycznej w krajach członkowskich, m.in. poprzez publikowanie wskaźników nazywanych potocznie Europa 2020. Jednym z najistotniejszych indeksów dla sektora gospodarstw domowych jest wskaźnik efektywności energetycznej gospodarstw domowych. W Polsce wynosi 76% i jest o 5% niższy od średniej krajów UE. Wynik ten jest efektem wymiany przestarzałych urządzeń AGD i RTV na nowsze i energooszczędne oraz coraz popularniejsze stają się źródła światła typu LED. Z kolei emisja CO₂ w przeliczeniu na jedno mieszkanie w kraju jest o ok. 25% wyższa od średniej UE i wynosi 2,47 tCO₂ w ciągu roku. Stosunkowa duża wartość tego wskaźnika jest wypadkową

krajowego miksu energetycznego, który jest oparty głównie na paliwach kopalnych (węgiel kamienny i brunatny).

Podsumowanie

Energia elektryczna jest w krajowych gospodarstwach domowych używana powszechnie, w przeważającej części gospodarstw do oświetlenia, gotowania posiłków oraz zasilania urządzeń AGD i RTV. Zastosowanie energii elektrycznej w celach grzewczych jest niewielkie, ze względu na wysokie ceny i istnienie tańszych substytutów. Energia elektryczna jest stosowana do ogrzewania pomieszczeń raczej jako nośnik dodatkowy, a do ogrzewania wody jest używana głównie tam, gdzie nie ma dostępu do sieci ciepłowniczej i gazowej. Średnie roczne wydatki na energię elektryczną nie przekraczają obecnie 1500 zł i stanowią ok. 11% ogółu wydatków w gospodarstwie domowym. Tak znaczny udział wydatków na energię elektryczną mógł przyczynić się do faktu, że ok. 100 000 indywidualnych odbiorców energii elektrycznej (licząc od 2011 roku) skorzystało z zasady TPA (ang. *Third-party Access*), umożliwiającej zmianę dostawcy energii elektrycznej. Pomimo początkowych problemów (bariery techniczne oraz prawne, brak pełnej i rzetelnej informacji o możliwości zmiany dostawcy energii, małe zróżnicowanie ofert spółek obrotu energią dla odbiorców indywidualnych) zauważalny jest stały wzrost zainteresowania zmianą dostawcy energii elektrycznej. Pozwala to stwierdzić, że przy prognozowanych wzrostach cen za energię elektryczną w następnych latach [1, 7, 8] w Polsce wzrośnie zainteresowanie redukcją wydatków na energię elektryczną wśród odbiorców indywidualnych, a tym samym na poprawę efektywności energetycznej w gospodarstwach domowych. Szacuje się, że potencjał poprawy efektywności energetycznej do 2020 roku jedynie poprzez modernizację oświetlenia i wymianę urządzeń AGD wyniesie ok. 10 TWh rocznie [7]. Aby potencjał ten był w pełni wykorzystany,

konieczne jest wdrożenie wielu instrumentów skierowanych do sektora gospodarstw domowych. Narzędzia te można podzielić na informacyjne, edukacyjne, regulacyjne oraz finansowe, a zaliczyć do nich:

- częste kampanie informacyjne, których głównym celem powinien być wzrost świadomości o racjonalnym wykorzystaniu energii elektrycznej
- serwisy internetowe opisujące sprzęt oświetleniowy, AGD i RTV od strony efektywności energetycznej oraz charakteryzujące dostępne technologie energooszczędne wykorzystywane w gospodarstwach domowych. Głównym celem takich serwisów powinna być pomoc w świadomym i racjonalnym wyborze oraz zakupie energooszczędnych odbiorców energii elektrycznej
- powszechne i szeroko dostępne informacje o etykietowaniu sprzętu AGD i RTV
- opracowanie i wdrożenie systemu egzekwowania stosowania etykietowania sprzętu i urządzeń w miejscach ich sprzedaży
- włączenie systemu etykietowania do informacji i edukacji użytkowników energii
- system powszechnej edukacji składający się ze szkoleń wpływających na wzrost świadomości i racjonalne użytkowanie energii w sektorze gospodarstw domowych
- system szkoleń zawodowych podnoszących kwalifikacje i umiejętności stosowania standardów oraz doradztwo w wykorzystaniu energooszczędnych technologii przeznaczonych dla odbiorców indywidualnych
- wprowadzenie wielu uregulowań prawnych ukierunkowanych na promocję efektywnego wykorzystania energii przez użytkowników końcowych, w tym też gospodarstwa domowe
- stworzenie kompleksowego systemu dofinansowania środkami publicznymi

przedsięwzięć dotyczących potencjału efektywnego wykorzystania energii i zastosowania odnawialnych źródeł energii w budynkach wielo- i jednorodzinnych. Realne umożliwienie gospodarstwu domowemu stania się prosumentem na rynku energii elektrycznej [9]. Kierunek, jaki Polska przyjęła, zainicjowany europejskim pakietem klimatyczno-energetycznym wraz z późniejszymi zmianami i dalszymi planami, wydaje się słuszny, zwłaszcza w stosunku do sektora gospodarstw domowych. Pozwala sektorowi na szybką modernizację i dogonienie wysoko rozwiniętych krajów europejskich z pominięciem kilku pośrednich etapów. Realizacja tak przyjętej polityki energetyczno-klimatycznej musi być stale wspierana przez: wiele instrumentów informacyjno-edukacyjnych, precyzyjne regulacje prawne oraz odpowiedni system

finansowania. Poprawa efektywności energetycznej w dziale gospodarstw domowych wpływa również pozytywnie na poprawę bezpieczeństwa energetycznego kraju oraz sprzyja budowie nowoczesnej gospodarki w Polsce.

Bibliografia

1. Bank danych lokalnych, GUS [online], http://stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p_name=indeks [dostęp: 2.02.2015].
2. Mielczarski W., Odnawialne źródła energii. Wag the Dog. '07, *Energy Newsletters* 2015, nr 8, Łódź.
3. Kott M., Indicators of energy intensity in industry, The European Energy Market: 11th International Conference, 28–30.05.2014, Kraków, Poland.
4. Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 roku, GUS, Warszawa 2014.
5. Eurostat, Baza danych [online], <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> [dostęp: 2.02.2015].
6. Baza danych Odyssee-Mure [online], www.odyssee-mure.eu [dostęp: 2.02.2015].
7. Liszka Sz., Pasierb S., Wojtulewicz J., Możliwości zwiększenia efektywności energetycznej Polski w ramach wdrożenia pakietu energetyczno-klimatycznego, raport, Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, Katowice 2009.
8. Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski 2014, wersja 1.9, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2014.
9. Popczyk J., Prosumenctwo – innowacja przełomowa, *Energetyka ciepła i zawodowa* 2014, nr 2.

Marek Kott

dr inż.

Politechnika Wroclawska

e-mail: marek.kott@pwr.edu.pl

Absolwent Politechniki Wroclawskiej Wydziału Elektrycznego na kierunku elektrotechnika (2005). Stopień doktora uzyskał w 2010 roku. Obecnie asystent na Wydziale Elektrycznym Politechniki Wroclawskiej w Katedrze Energoelektryki. Autor kilkunastu publikacji naukowych z zakresu modelowania i prognozowania zużycia energii elektrycznej w sektorach gospodarki narodowej. Przedmiotem jego zainteresowań są m.in. metody badania energochłonności w krajowym przemyśle oraz zagadnienia z zakresu racjonalizacji użytkowania paliw i energii z uwzględnieniem odnawialnych źródeł energii.