

In-Home Display – a Review of Experiences from Research Projects

Author

Krzysztof Billewicz

Keywords

in-home display, smart meter, smart metering

Abstract

There are many studies on smart metering. The aim of smart metering is not only automated billing and two-way communication with a smart meter. The measure of success of the implementation of smart metering is the level of customer engagement and their cooperation with energy companies, as well as the consequences of such involvement changing electricity-using habits. This article focuses on one device for smart metering – in-home display (IHD). The paper characterizes an IHD's functions and describes international experiences of research and conclusions of studies.

DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2014404

1. Introduction

At the moment consumers involuntarily fundamentally affect the operation of the power system, which must keep up to ensure an electricity generation output as is actually demanded by the consumers.

Many researchers underline that the smart grid implementation may be considered successful only when passive electricity consumers become active prosumers. It is expected that consumers will begin to effectively manage their electricity demand at the level of individual households [11]. For this to happen, they must be provided with appropriate tools that will enable such involvement.

The basic device that serves this purpose is a smart electricity meter. Smart grids will fully realize their potential only when households and corporate consumers are transformed from passive consumers of electricity into well-informed and proactive users of energy management systems. Such a change requires deployment directly in consumer homes of new devices that allow for real-time analysis of energy consumption data, and a considerable effort to teach smart grid customers how they can and should use the new systems [13].

It is expected that a significant portion of the benefits from smart metering will come from energy consumption's rationalisation by its reduction or shifting fuel consumption from periods of peak demand. This is why an in-home display is so important for the promotion of rising consumers' awareness of their energy consumption [6].

It has been noticed in some countries that electricity meters are located in barely accessible places, which makes interaction with customers difficult. Therefore, it is necessary to install an in-home display, which duplicates some of the meters' required features [8]. Energy consumption details must be delivered

to the consumer, not the stairwell, where the meter is located. A consumer must directly receive the consumption details. Sometimes such devices are called home energy displays (HEDs). Providing consumers with additional displays increases the measurement devices and entire service installation costs; on the other hand it compensates for the lack of a meter in their apartments. Such devices increase the service's functionality in terms of measurement data presentation to consumers. IHD data not only informs consumers, but also motivates them to improve their energy use efficiency. An option is also envisaged to transfer information (such as pricing signals, energy consumption data, or actual power intake) from the energy supplier or service provider to consumers. In-home display is a good tool that may serve this purpose.

2. Current state of knowledge

2.1. In-home display deployment purpose

In-home displays are installed in order to show consumers how much energy they consume and how much it costs, and to enable their informed energy consumption related choices. It is assumed that in-home displays can help customers to save money and to reduce carbon emissions to the environment.

IHD provides customers with real-time details of their energy consumption. Such knowledge can:

- help consumers understand and change their energy consumption habits
- contribute to reduce their energy bills
- contribute to reduce their CO₂ emissions.

In-home display is an essential tool for effective management of energy consumption by some consumers.

2.2. Do energy regulators consider IHD displays necessary?

According to the President of the URE Energy Regulatory Office providing customers with simple displays that would be integrated with existing meters, or more conveniently located, is not a satisfactory solution. The URE President believes that there is a significant customer population which cannot be expected to deliberately and durably participate in DR demand response programmes. Therefore, there is a need to provide customers not only with smart meters, but with a tool that will allow for automated translation of signals incoming from the system into concrete actions with regard to the use of the household receivers without interfering in their structure [9].

The UK energy regulator (OFGEM) has decided that all households should be equipped with IHD, and has specified the minimum requirements for these devices. This assumption is based on the view that widespread deployment of in-home displays will promote population-wide customer involvement and contribute to savings in energy consumption and carbon emissions. The electricity supplier or gas supplier, which will be the first to install smart meters in a building, will be required to provide IHDs, which must comply with requirements set out in the relevant technical specification. The second company installing a second smart meter, e.g. gas meter, will not have to install an additional display, because the one that has been already installed will be capable of displaying, in addition to the existing details, also those of gas consumption. An energy supplier will also provide the main point of customer service contact in the case of most of problems that users may have with their smart meters and in-home displays [6].

In South Korea's province Jeju, the Jeju Smart Grid Demonstration Project is implemented. Jeju is South Korea's largest island, and the smallest province. This island, of volcanic origin, is a popular tourist destination. Its climate is windy, so it is an ideal place to test the concept of distributed electricity generation and microgrids. The Jeju Smart Grid Project is a testing ground where the world's largest smart grid will be deployed for the island's whole community, all its inhabitants. This would allow testing the most advanced Smart Grid technologies, and verifying R&D results, as well as extending business models [13]. One phase of the project involves six thousand households. It is assumed that residents will be able to view their own energy consumption details on four different screens, such as IHDs, TVs, tablets, and smartphones. The Government of South Korea plans to involve 30% of the citizens by 2030, who would generate energy for their own needs, and would be billed according to tariffs set on a Real-Time Pricing (RTP) basis. For example, according to Jeju Statistical Yearbook 2010, in the town of Gujwa – eup as much as 44% of its 3282 population is 65 years old or older. It is they who need to be convinced to understand the smart power grid ideas, to comprehend the details displayed by IHDs and smart energy meters, and to change their electricity use habits [13].

3. IHD in-home display description

3.1. Definition

In-home display (IHD) is an electronic device with a monitor, which displays details of the consumer's current power intake and/or energy consumption. IHD is part of the smart metering system. It is typically integrated with an intelligent energy meter.

IHD in home display functional description	
Energy consumption details	<ul style="list-style-type: none"> Actual power intake and energy consumption for the periods: day / week / month / billing period Amount payable for the energy consumption in the current month can be presented in the form of account balance (credit or debit) Estimated value of the energy bill in the current month Actual power factor Consumption trend – increasing or decreasing
Statistical data	<ul style="list-style-type: none"> Power intake chart over time Quantitative energy consumption in the previous month Comparison of current consumption with the consumption in a selected period Amount payable for the energy consumption in the previous billing period Annual energy consumption Average power intake of consumers in the same group, e.g. tariff group Average amount payable for energy by consumers in the same group, e.g. tariff group
Other	<ul style="list-style-type: none"> Date, time and day of the week (time synchronized with other smart components of the measurement system) Consumer energy tariff Microgeneration details (electricity output to the grid) Status of connection (communication) with meter Details of weather and temperature obtained from a meteorological institute Carbon dioxide emission Minor details of energy saving

Tab. 1. IHD displayed details [2, 6]

3.2. Display legibility

It is assumed in some solutions that a single device will also display data from other meters, such as gas, heat, and water, since typically such meters are located in barely accessible places, such as a basement or a cabinet. It was found in a research project in the UK that more than 50% of consumers did not know where their gas and electricity meters were located, and 45% could not read them [3]. An in-home display located in an apartment will be the smart metering system's component most visible for consumers. IHD features a high resolution colour touch screen and rich functionality. The data should be displayed in a visual rather than numerical form, to let customers easily distinguish between high and low power intake. Moreover, consumers much better comprehend energy consumption details presented as an amount in local currency than an amount of energy in kWh. Other elements to be included in the display include credit or prepayment mode, fixed fees, rebates and discounts, VAT, excise duties, etc. Legible display of such information is undoubtedly a challenge for in-home display manufacturers [6].

Such a visual, non-numerical feedback provides consumers with knowledge without the need to pay attention to details. However, it may also unnecessarily bother some users, and potentially contribute to a reduction of their energy use down to a level that may adversely affect their health and quality of life. Therefore, an option worth considering is temporary switching off of the display, where it causes anxiety or harmful behaviour [7].

Information presented on a regular basis can be used by customers for screening out the impact of specific receivers. Consumers are able to use the feedback to quickly identify opportunities to save energy and thus reduce energy losses. However, there are technological constraints that impede the delivery of real-time information to IHD. They are different for gas and electricity. In the case of gas, the constraint is due to the meter battery's useful life. To update IHD, the gas meter's communication system needs to "wake up" and transmit a message of consumption details. Transmitting such data more frequently than once every 15 minutes can drain out the battery before the estimated lifetime of 15 years. As regards electricity, the constraint depends on the technical capabilities of the communication solutions. Those now in place can update every 5 seconds [6]. Cumulative information about payables and bills is useful for budgeting [6]. It has been noticed that consumers are interested in comparing their consumption in selected periods. This allows them to recognize trends in energy consumption over time, and to find out what might have caused changes (e.g. new person in the household, new boiler or appliance, new windows, thermal insulation of the building, electrical heating, and house extension). Historical data should be kept for one year. This allows its better use for comparison of consumption in various periods [6].

Some postulate that all smart energy meters record the energy flow in two directions – intake by consumer and output to the grid. If so, this information should also be presented on in-home displays. However, given the current low share of microgeneration, it should be considered whether presenting such data on each display is appropriate. It is rather assumed that an extended in-home display supporting microgeneration will be delivered as part of a microgeneration package purchased by the customer [6].

Smart metering systems, which will include IHDs, will cause a change in the amount of the electricity, and in some cases gas, consumption details available to consumers. This is why consumers should choose which presentation of such data suits them most. For example, IHDs can use a colour code, where red indicates increased electricity rates in a time of peak demand. Such a mechanism can be employed in multi-zone tariffs in order to alert consumers to the higher rate, or in tariffs with critical price. Colour codes and indicators should show the consumer what is happening, without paying detailed attention. This may assist consumers when their energy consumption (power intake) is very high. Such information can be very useful for consumers with low numeracy skills, or those who cannot correctly interpret numerical data [6].

It is very important that IHDs provide customers with the information they need in an easily accessible form. For customers it is important to know the cost of energy (in PLN), and not the consumption (in kWh).

The distribution company, in principle, does not benefit from in-home displays, because efficient use of electricity by consumers generates no savings for it. Moreover, less energy consumed means less energy supplied to customers, and, consequently, this translates into less revenue.

3.3. Some guidelines of the British energy regulator for in-home displays

In the UK, the entity responsible for providing smart meters (gas and electricity alike) and energy plays is the energy supplier. A display should seamlessly communicate with both electricity and gas smart meters.

The UK energy regulator is aware that promoting competition in the provision of IHD will further encourage innovation in this field, and rapid technology changes. In addition, it is believed that a lot can be gained in terms of costs through economies of scale resulting from mass manufacture and procurement [6].

The UK energy regulator prohibits charging upfront for the installation of a smart meter with IHD at customer premises. It is assumed, however, that there will be customers willing to pay in advance for IHD with advanced features. As regards household IHDs, initially the principal payer would be the grid operator or, as it is in the UK, the energy supplier. Of course, then the capex costs could be transferred to tariff rates.

Another issue is IHD maintenance and servicing by the energy supplier, and IHD upgrading along with technological development, better knowledge, access to new research results, and experiences and feedback from customers. The following two possible energy supplier commitments with regard to IHD displays can be identified [6]:

- short-term, i.e. maintenance and servicing in the first year
- long-term, i.e. permanent obligation to service IHD, no time horizon of such commitment can be determined now.

While at the beginning consumers can gain some benefits from the IHD use, after a certain time their enthusiasm or interest will fade, because then a tangible saving will be a lot harder to accomplish. Using an IHD will generate costs of maintaining them, without bringing users any net profits. Hence, the energy supplier's firm commitment to maintain and service IHDs is not justified [6].

To encourage innovation and flexibility for future development in this area, energy traders should not be permanently committed, but should be responsible for IHD maintenance and upgrade for one year after the smart meter installation. After this time, maintenance costs will fall on IHD users, who in addition will be able to purchase newer devices from their current suppliers, as well as other vendors [6].

In the UK they are in favour of consumer's option to choose which electricity or gas supplier is supposed to provide the in-home

display. If two IHDs are available to a consumer, who will be able to choose the better one, this will increase consumer awareness on the one hand, and contribute to technological advancement on the other [6].

4. Functional guidelines

4.1. Diversity of IHD offerings for different consumer groups

It must be emphasized that it is not so that one IHD type is the most optimal solution for all customers. Therefore, it is assumed that trading companies must differentiate their offerings by adjusting the devices to specific customer groups. This will be the most beneficial by allowing customers to choose IHD and, consequently, the most fitting feedback, i.e. an incentive to change their electricity use habits.

In view of the benefits from energy savings, which will be facilitated by IHD, it is important to ensure that all customers have access to at least the minimum information presented by in-home display. In addition, it is recommended that customers receive the displays on request, without incurring any costs in advance. In the UK, such a requirement will last for one year after commencement of the mandatory deployment. Suppliers will be required to inform customers about their rights in this regard. Of course, the method of informing is arbitrary, e.g. by mail. If such information were conveyed at a home visit, this would entail costs for the trading company and could be embarrassing for some customers who might feel hounded by hawkers, which would discourage their interest in the offer [6].

However, it is worth drawing maximum benefits flowing from each single installation visit, for example, if consumers had expressed interest in obtaining additional information or products, the energy supplier could supply them. The point is, on the one hand, to provide a wide range of goods and services that must be somehow presented, offered and sold to the user, on the other hand it is important to limit unfair trade, to prohibit provision of false services or misleading the customer, as well as to limit aggressive sale practices [7].

The question of equality arises in relation to the displayed information. For example, the displays must be located in households so as to ensure ready availability of the information to the consumers. It is therefore very important that customers may choose the most optimal location for IHD in their apartments. In the GUI design it is important that it is also suitable for people with disabilities, including visual impairment, hearing loss, physical disability, as well as for those with low skills of writing, reading and numeracy. That's why device vendors should be expected to take into account the needs of persons with disabilities, providing them with suitable display devices. With persons with disabilities in mind the following few important IHD design requirements should be mentioned [6]:

- large screen and font size
- large, tactile buttons
- feedback information in plain language
- audio output (specifically for the blind).

4.2. Portable displays

Some studies show that some consumers prefer to receive electricity consumption details on a portable display. This way, consumers may carry IHD from one room to another, and see, e.g. the effects of switching an appliance on and off. This favours the view that consumers use information on the current consumption to quickly identify opportunities to save energy (e.g. turning off lights, not leaving appliances in standby mode). There is also evidence that carrying an IHD may reflect short-term consumer interest in the presented information. However, there are no research results showing the effectiveness of long-term changes in consumer habits due to IHD portability. If portability becomes a minimum requirement for deployed IHDs, it will entail the need for powering them not from the mains, but from a battery or rechargeable batteries. If they were two AA batteries, they should have to ensure the display's week-long operation before recharging. If they were rechargeable batteries, they should have to be replaced every 12 months. Therefore, some UK consumer groups, energy suppliers and display manufacturers warn that non-rechargeable battery powered IHDs will lead to increased consumer costs and pollution to the environment (the need to dispose of tens of millions of AA batteries per year). In addition, compliance with the requirement of optional battery supply will increase the device price. It may happen while a display is moved from one room to another that at some point the signal strength and supply power availability will be too low. Therefore, such constraints should also be taken into account. In consideration of these arguments, the British regulator does not impose the display portability as a minimum requirement [6].

4.3. Messages transmitted by IHD

Some displays can receive and transmit to recipients short text messages, such as alerts to the threat of power system overload and critical rates, and/or power intake restrictions. Proper legal measures should be taken to prohibit transfer of unwanted marketing communication. Such communication can lead to consumers ignoring in-home displays, thus undermining the otherwise achievable benefits. On the other hand, IHDs can be used by the energy supplier and/or an authorised third party for offering new products and services, and/or providing advice [7]. It should be remembered, however, that marketing can discourage consumers from retrieving information from IHDs, undermining the central benefits from their use with regard to their primary role, i.e. provision of real-time energy consumption information.

4.4. Recognizing appliance loads

One area of research is now recognition of appliances used in households on the basis of the recorded active and reactive powers. This feature is called nonintrusive appliance load monitoring (NIALM) [4]. NIALM technology incorporating measurement devices are used by power companies to monitor specific uses of electricity in different homes.

Initially NIALM displays undergo a learning process. This process is cumbersome and uncomfortable, the display may provide incorrect results or to ask questions, such as whether a washing

machine or dishwasher is operated, or a washing programme has been interrupted? An undoubted challenge has become household appliances' shorter life cycle, and resulting shorter replacement intervals, which translate into more frequent disturbances in appliance recognition algorithms. Providing the device with very accurate data is very important for proper appliance recognition. 15-minute data is not accurate enough, and algorithms that use such data are not very effective. With increased measurement granulation the appliance recognition accuracy may increase. One such algorithm is patented: US Patent 4858141. Based on information on household appliance operations collected, an IHD could propose some energy saving solutions, for example it might suggest using a dishwasher when electricity is cheaper, turning off redundant appliances in the period 8.00–16.00 or at night, if it had found that the only change in the power intake resulted from the refrigerator operation cycles. In-home display, being aware of electricity prices, could show the monthly or yearly amount that would have to be paid if the appliances were left turned on. Of course, the display will not always be able to find out if the standby appliance is the TV, not hi-fi set. However, the lack of such data will not preclude the IHD's estimate of the unnecessarily consumed energy. Information on saving and related suggestions should be available on customer request. It shouldn't be intrusive. Customers do not accept such intrusiveness and typically adopt negative attitudes towards it.

4.5. Efficiency of in-home display use

Some customers may want to get a set of energy consumption data and compare it to the energy consumed by other customers. This may lead to questions like: your fridge consumes so and so energy, and mine consumes more than that. Why is that? On the basis of these dilemmas questions might be asked to experts or in online forums.

It has been noted that keeping consumers updated on their energy consumption is directly related to increased effectiveness of its use, even if there are no other incentives, such as price diversification during the day, in place. This is the so called Prius effect. It can therefore be concluded that the role of a meter or IHD makes the consumer behave in a more environmentally friendly way [10]. Owing to IHDs customers become more aware, watching changing graphs showing an increase in the power intake resulting from, e.g. turning electric floor heating on. Many customers are unaware of the factors increasing their energy consumption. Advanced Metering Infrastructure (AMI) is a good tool to help understand this phenomenon. AMI is an integrated set of elements: smart meters, communication modules and systems, hubs and recorders that enable two-way communication via different media and using different technologies between the central system and selected meters.

Information relating to carbon dioxide emission can have a positive impact on raising awareness of the impact of energy consumption by consumers on such emission. However, no evidence is yet known on the effect of carbon emission details on efficient use of energy by consumers. Although carbon dioxide emission details

in kg were available on most of the displays monitored for the studies, they had been largely ignored by almost all participants. Carbon dioxide emission is proportional to the amount of burnt natural gas, but in the case of energy consumption the amount of pollution varies and depends on the generation type (and the power reserve). Sometimes this amount is averaged for the entire power system. Adoption, however, of this assumption confuses customers who have decided to promote environmental protection, and have chosen green or low carbon dioxide emission tariffs [6].

Some researchers believe that many consumers will initially receive IHDs for free as tools necessary for conscious use of electricity, in the framework of a smart grid related roll out or research programmes.

It's been noted that data presented on In-home displays are oriented mainly to men. However, it is women and children who tend to turn off useless lights and other redundant appliances. Studies have revealed little impact of displayed information on women, who often have certain expectations in terms of comfort and cleanliness in their households [1].

Another research project involved a pilot deployment of smart meters and IHD at customer premises with the option of disabling the alarm used to alert the user to the level of energy consumption [5]. The alarm system consisted of wall panels with a display tied up with a smart meter, which triggered the alarm if the household consumption exceeded a present limit during the twenty-four hours. Customers reviewed that they did not want the alarm that alerts them to high consumption level, and instead they would prefer to interact with the smart meter at their convenience.

At a research project in North Carolina in the USA in-home displays of the Fitch Energy Monitor (FEM) type were used, functionally similar to IHD. The displays had been installed in homes, but the customers were not informed that they were involved in the research, and that they would be monitored. It was noted that the customer reduced their energy consumption by ca. 12% on average. In another project in Canada Residential Electricity Cost Speedometer (RECS) displays that feature very fast displayed data refresh. The updates were performed every 0.6 second. RECS were installed in 25 households, displayed detailed information on the energy consumption and its costs, depending on the appliance (cooker, refrigerator, dishwasher, dryer, lighting). Also displayed were details of the savings in energy costs in the last hour. The electricity consumption was measured for 60 days. Average savings of 12.9% were noted [3].

Conclusions from some studies suggest that people cannot do two things simultaneously. Yes, you can drive a car and talk, but it is difficult, for example, to follow two conversations simultaneously. Similarly, it is difficult to cook a meal and watch and analyse the data presented in an in-home display. This may mean that some people will look at the display only when they have completed their cooking. Similarly, some customers would occasionally look at the display to get feedback on their daily or weekly energy consumption, and then they would analyse on their own the information so acquired [3].

Most of the research on the effectiveness of direct impact of, and customer response to, information provided by IHD show that the actual average energy savings amount to 2–15%. The research covered displays with diverse designs and structures. It was supported with details of the customers' location and demographic diversity. The results, however, it cannot be representative of the entire population. Moreover, some studies lasted only a few months, while others were longer. These differences make it difficult to draw solid conclusions and analogies between individually obtained results, and thus isolate the impact of a single data presentation on specific consumer behaviour. Until now, there were no relevant large-scale studies lasting more than two years. This means that there is no quantitative evidence relating to the displays' lasting impact on customers.

During a two-year research project in Ontario some useful information on the use of IHD was obtained. At the end of the experiment it was found that almost one-third of the surveyed consumers, who had access to an in-home display, decided not to use it for the duration of the research project. During a trial period the customers may be more energy efficient than ordinary users. It follows from the surveys that [6]:

- 76% respondents admitted that they lowered the temperature on the thermostat
- 74% paid more attention to opening windows
- 65% cleaned stove filters
- 43% thermally insulated their water heaters (typical heater always keeps 20–60 litres of water at the ready). Such a water reservoir is hot and cools down from the lower ambient temperature ca. 10% of the energy can be easily saved by applying thermal insulation to it, such as a fibreglass insulation blanket.

No such alteration requires permanent use of IHD. This suggests that long-term changes in behaviour may be caused by short-term use of IHD. The displays help users make sense of their energy and gas tariffs. Although there is no evidence yet of lasting IHD impact on energy consumption, it seems that in this respect the market is still in its infancy, and user preferences may change with the technology development [6].

Some survey respondents, the elderly, expressed concerns about the possibility to disable or reprogram their appliances, which they need to keep warm and healthy. As regards electricity, this is less of a problem, unless it is used for heating. Some consumers with modest means already now do not heat their homes enough [6].

It is important to realize that energy rationing is a serious problem. Certainly providing IHDs or rejecting vulnerable consumers' opinions is not a solution. It should be believed that the displays can play an important role in the provision of indigent customers; they can help them save money on energy bills and get out of fuel poverty. The risk of energy rationing for vulnerable customers may be reduced if the customers are provided with feedback on their consumption and the power system condition.

Where electricity is used to heat homes, the role of IHD seems atypical. Because heating predominates the entire energy consumption, such considerable predominance of a single service's energy consumption may obscure minor austerity and rationalisation measures undertaken by the consumer with respect to the use of other appliances, and make them virtually unnoticeable on the screen. The displays should take account of the possibility of such a situation and provide the consumer with options to adjust the overall energy consumption, and to subtract from it the portion consumed by the most energy-intensive appliances [6].

Where colour codes are used in displays, it should be borne in mind that different people may differently perceive the colours. For example, men often see fewer colours than women, so they may need a different colour palette. It should also take into account that some in-home display users may be colour blind. In interaction with a display, users represent three possible types of reading its content [3]: quantitative – user receives or looks for numerical data checking – user follows the rate of changes occurring on the display dependencies – user identifies direct relation between appliance control and displayed data.

5. Possible threats

According to some researchers, the point is not to provide customers with in-home displays that deliver a lot of data, as it may confuse them.

Experts in the field call the possible threats "golden handles". It is about providing customers at a low price with advanced and costly technologies, which customers neither need, nor use, an even if use, do not appreciate and neglect. Already now many users, e.g. of smartphones, use only a few their features. Almost all businesses in the energy industry have implemented most of the applications of MS Office environment. And yet they utilise no more than 10% of their functionalities. This leads to the conclusion that even if all software elements have been implemented, their vast majority is not fully integrated. Thus, there is a problem of limited utilisation of purchased solutions' functionality. As a consequence, very rich functionalities are implemented without reflection as to their optimal use [11].

The feature-rich IHDs are associated with the need to implement more technologically advanced and more expensive advanced metering infrastructure. And it also implies more frequent and more expensive maintenance of the AMI and IHDs.

For such users cheaper and simpler solutions would suffice. If users themselves pay for such solutions, service providers and/or device vendors encourage them to buy more expensive and functionally richer products. Some customers, however, prefer simpler solutions. They would have been made happy against their will, and additionally would have to incur the costs of such deployment. A substantial issue related to smart grid and in-home display deployment is a progressive process of population ageing.

6. Final conclusions

One can conclude from completed research projects that an in-home display interoperable with a smart electricity meter is an essential element of smart metering systems. These devices can be much more functionally advanced than just showing the actual power intake and historical energy consumption data at selected time intervals, with a specific period of data aggregation, such as one hour or 15 minutes worth of data.

It is known, however, that just as there are different energy consumers, so their displays need to be diversified. They should be adapted to the specific user. Some users prefer simple devices, some other show interest in advanced features. This is also the case with regard to mobile phone displays, since some owners of functionally advanced devices utilize only about 10% of their capabilities. They had tested some advanced features and found that they didn't meet their expectations. Some features have never been activated. One of the in-home display deployment concepts assumes that consumers will be provided with functionally simple devices free of charge. They will select a display from a pool of available devices. If they are interested in high-tech displays, they will have to pay for them.

REFERENCES

1. Strengers Y., Smart Metering Demand Management Programs: Challenging the Comfort and Cleanliness Habitus of Households, RMIT University, Australian Housing and Urban Research Institute, OZCHI '08 Proceedings of the 20th Australasian Conference on Computer-Human Interaction: Designing for Habitus and Habitat, ACM New York, NY, USA ©2008, pp. 9–16.
2. Choi T.S., Analysis of Energy Savings using Smart Metering System and IHD (In-Home Display), Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific, 2009, pp. 1–4.
3. Wood G., Newborough M., Dynamic energy-consumption indicators for domestic appliances: environment, behaviour and design, *Energy and Buildings* 2003, No. 35, pp. 821–841, Elsevier Science B.V.
4. Zeifman M., Disaggregation of home energy display data using probabilistic approach, 2012 *IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, IEEE Transactions on Consumer Electronics 2012, No. 1.
5. OFGEM: ENERGY DEMAND RESEARCH PROJECT, Review of progress for period September 2008 – March 2009.
6. OFGEM: Smart Metering Implementation Programme: In-Home Display, 27.06.2010.
7. OFGEM: Smart Metering Implementation Programme: Consumer Protection, 27.06.2010.
8. OFGEM: Smart Metering Implementation Programme: Statement of Design Requirements, 27.06.2010.
9. The position of the President of the ERO on the necessary requirements for smart metering and billing systems deployed by DSOs, taking account of the objective function and the proposed support mechanisms at the postulated market model, Warsaw, 31.05.2011.
10. Opracowanie modelu stosowania mechanizmów DSR na rynku energii w Polsce, ETAP I: Opracowanie przeglądu aktualnie stosowanych mechanizmów DSR, PSE, [Development of a model of DSR mechanisms implementation in the energy market in Poland, STAGE I: Review of DSR mechanisms currently in place], PSE Konstancin-Jeziorna, 14.12.2009.
11. Jabłońska M.R., Ku zielonym, inteligentnym miastom [Towards green smart cities], *Smart Grid Polska* 2012, No. 3.
12. Adach R., Zapomniany świat: optymalne wykorzystanie środowiska końcowego użytkownika [The forgotten world: the optimum use of end user environment], PTPIREE, IX Conference "Information systems in the power industry" SlWE '10.
13. Jeju Island Smart Grid Test-Bed, Developing Next Generation Utility Networks, GSMA, South Korea [online], www.gsma.com, September 2012.

Krzysztof Billewicz

Wrocław University of Technology

e-mail: krzysztof.billewicz@pwr.wroc.pl | www.krzysztof.billewicz.pl

An assistant professor at the Electric Power Institute at Wrocław University of Technology. Previously employed in: Regional Office of Weights and Measures, IASE Institute of Power Systems Automation, and WINUEL SA Sygnity Group. Author of scores of scientific publications and the book "Smart Metering. Inteligentny System Pomiarowy" (PWN Polish Scientific Publishers, 2012). Research interests: smart grids, smart metering, energy demand management, digital security of smart grids, data processing in metering and billing systems.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 43–49. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Wyświetlacz domowy IHD – przegląd doświadczeń z projektów badawczych

Autor

Krzysztof Billewicz

Słowa kluczowe

wyświetlacz domowy, inteligentny licznik energii, inteligentny system pomiarowy

Streszczenie

Istnieje wiele opracowań na temat inteligentnych systemów pomiarowych. Celem Smart Meteringu nie jest jedynie automatyzacja rozliczeń i dwukierunkowa komunikacja z inteligentnym licznikiem. Miarą sukcesu wdrożenia inteligentnych systemów pomiarowych jest stopień zaangażowania klienta – odbiorcy i jego współpraca z przedsiębiorstwami energetycznymi, a także w konsekwencji takiego zaangażowania płynąca zmiana jego nawyków korzystania z energii elektrycznej. Autor artykułu skupia się na jednym urządzeniu inteligentnych systemów pomiarowych – na wyświetlaczu domowym. Charakteryzuje jego funkcje oraz przedstawia międzynarodowe doświadczenia płynące z projektów badawczych oraz wnioski z opracowań.

1. Wprowadzenie

W tej chwili odbiorcy mimowolnie wpływają w zasadniczy sposób na funkcjonowanie systemu elektroenergetycznego, który musi nadążyć z zapewnieniem generacji takiej ilości energii, na jaką zapotrzebowanie „zgłaszają” klienci.

Wielu badaczy podkreśla, że sukces wdrożenia inteligentnych sieci ogłosić będzie można wówczas, kiedy bierny odbiorca energii przekształci się w aktywnego prosumenta. Oczekuje się, że już na poziomie pojedynczego gospodarstwa domowego odbiorca rozpocznie efektywne zarządzanie swoim zapotrzebowaniem na energię elektryczną [11]. Aby do tego doszło, musi on zostać wyposażony w odpowiednie narzędzia, które umożliwią mu takie zaangażowanie. Podstawowym urządzeniem do tego służącym jest inteligentny licznik energii.

Inteligentne sieci w pełni zrealizują swój potencjał tylko wówczas, gdy odbiorcy w gospodarstwach domowych i w przedsiębiorstwach zmieniają się z biernych konsumentów energii elektrycznej na dobrze poinformowanych i proaktywnych użytkowników systemów zarządzania energią. Taka zmiana wiąże się z wprowadzeniem bezpośrednio do domu odbiorców nowych urządzeń, umożliwiających dokonywanie analizy w czasie rzeczywistym danych o zużyciu energii, i należy włożyć znaczny wysiłek, aby nauczyć klientów inteligentnych sieci, w jaki sposób można i należy korzystać z nowych systemów [13]. Oczekuje się, że znaczna część korzyści płynących z inteligentnych systemów pomiarowych będzie pochodzić z racjonalizacji zużycia energii poprzez obniżenie konsumpcji energii lub przesunięcie zużycia paliwa z okresów szczytowego zapotrzebowania. Dlatego wyświetlacz domowy jest tak ważnym urządzeniem w promowaniu większej świadomości konsumentów odnośnie ich zużycia energii [6].

W niektórych krajach zauważono, że liczniki energii znajdują się w trudno dostępnych miejscach, przez co utrudniona jest interakcja z klientami. Dlatego konieczne jest zastosowanie wyświetlaczy domowych IHD (ang. *in-home display*), które duplikują niektóre wymagane funkcje licznika [8].

Informacja o zużyciu energii musi być dostarczona do odbiorcy, a nie na klatkę schodową, gdzie znajduje się licznik. Odbiorca musi bezpośrednio otrzymać informację o zużyciu. Czasami, aby określić takie urządzenia, stosuje się nazwy: domowy wyświetlacz energii HED (ang. *home energy display*).

Dostarczenie odbiorcy dodatkowego wyświetlacza podwyższa koszty instalacji urządzeń pomiarowych i całego systemu, z drugiej strony rekompensuje brak licznika w lokalu mieszkalnym. Zastosowanie takiego urządzenia zwiększa funkcjonalność co do możliwości prezentowania odbiorcy danych pomiarowych. Informacje wyświetlane przez IHD mają na celu nie tylko informować konsumentów, ale również motywować ich do bardziej efektywnego wykorzystywania energii. Przewiduje się również możliwość przekazywania informacji (np. sygnałów cenowych, danych o zużyciu energii lub aktualnym poborze mocy) od sprzedawcy energii lub operatora do odbiorcy. Wyświetlacz domowy jest dobrym narzędziem mogącym służyć do tego celu.

2. Aktualny stan wiedzy

2.1. Cel wprowadzania wyświetlaczy domowych

Celem instalowania wyświetlaczy jest pokazanie konsumentom, ile energii zużywają, jakie to pociąga za sobą koszty oraz umożliwienie im dokonywania świadomego wyboru co do zużycia energii. Zakłada się, że wyświetlacze domowe mogą pomóc klientom zaoszczędzić pieniądze i zmniejszyć emisję dwutlenku węgla do środowiska. Wyświetlacz IHD dostarcza klientom w czasie rzeczywistym informację o ich zużyciu energii. Taka wiedza może:

- pomóc konsumentom zrozumieć i zmienić swoje nawyki związane z użytkowaniem energii
- przyczynić się do zmniejszenia wysokości rachunków za energię
- przyczynić się do zredukowania emisji dwutlenku węgla.

Wyświetlacz domowy jest niezbędnym narzędziem do efektywnego zarządzania zużyciem energii przez część odbiorców.

2.2. Czy wg regulatora energetyki wyświetlacz domowy jest potrzebny?

Zdaniem prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE) wyposażenie klienta w prosty wyświetlacz, który zostałby zintegrowany z licznikiem lub byłby zlokalizowany w bardziej dogodnym miejscu, nie jest rozwiązaniem satysfakcjonującym. Prezes URE jest zdania, że istnieje znaczna populacja odbiorców, od których nie można oczekiwać świadomego, trwałego uczestnictwa w programach DR – reakcji strony popytowej. Z tego względu istnieje więc zapotrzebowanie na wyposażenie odbiorców nie tylko w inteligentny licznik, ale i narzędzie, które pozwoli w sposób zautomatyzowany przenieść napływające z systemu sygnały na konkretne działania w zakresie wykorzystania posiadanych odbiorników, bez ingerencji w ich konstrukcję [9].

Brytyjski regulator energetyki OFGEM postanowił, że wszystkie gospodarstwa domowe powinny być wyposażone w wyświetlacze domowe IHD oraz określił minimalne wymagania w stosunku do tych urządzeń. Założenie takie jest oparte na poglądzie, że powszechne wdrożenie wyświetlaczy domowych będzie w całej populacji promować zaangażowanie konsumentów i przyczyni się do uzyskania oszczędności zużycia energii i emisji dwutlenku węgla. Przedsiębiorstwo obrotu (energia elektryczna lub gaz), które jako pierwsze będzie instalować inteligentny licznik w obiekcie, będzie miało obowiązek dostarczenia wyświetlacza IHD. Wyświetlacze muszą być zgodne z wymaganiami określonymi w specyfikacjach technicznych. Drugie przedsiębiorstwo obrotu, instalując drugi inteligentny licznik np. gazu, nie musi instalować dodatkowego wyświetlacza, ponieważ ten został już zainstalowany, będzie mógł z powodzeniem oprócz dotychczasowych informacji, wyświetlać również te związane ze zużyciem gazu. Sprzedawca energii będzie również zapewniał główny punkt kontaktowy obsługi klienta w razie pojawienia się większości problemów użytkowników z inteligentnymi licznikami lub wyświetlaczami domowymi [6].

W Korei Południowej w prowincji Czedżu (ang. *Jeju*) realizowany jest projekt

demonstracyjny inteligentnej sieci elektroenergetycznej (ang. *Jeju Smart Grid Demonstration Project*). Czedżu to największa wyspa Korei Południowej, jednocześnie najmniejsza jej prowincja. Ta wyspa pochodzenia wulkanicznego jest popularnym miejscem turystycznym. Panuje tam wietrzny klimat, dlatego jest idealnym miejscem do testowania koncepcji rozproszonego wytwarzania energii i wykorzystania mikro-sieci. Jeju Smart Grid jest to poligon doświadczalny, gdzie zostanie wdrożona największa na świecie inteligentna sieć dla całego społeczeństwa, wszystkich mieszkańców tej wyspy. Takie wdrożenie umożliwi testowanie najbardziej zaawansowanych technologii Smart Grid oraz sprawdzenie wyników prac badawczo-rozwojowych, jak również rozwinięcie modeli biznesowych [13].

Jeden etap projektu obejmuje 6 tys. mieszkań. Zakłada się, że mieszkańcy będą mogli przeglądać własne dane o zużyciu energii na czterech różnych ekranach, takich jak: wyświetlacze domowe IHD (ang. *in-home displays*), telewizory, tablety, smartfony. Rząd Korei Płd. planuje do 2030 roku zaangażowanie 30% wszystkich obywateli, którzy generowaliby energię na własne potrzeby i byli rozliczani wg taryf za energię z ceną zmienną w czasie rzeczywistym RTP (ang. *real-time pricing*). Przykładowo wg rocznika statystycznego Czedżu z 2010 roku (*2010 Jeju Statistical Yearbook*) wynikało, że w obszarze miasteczka Gujwa-eup spośród 3282 mieszkających tam ludzi aż 44% z nich było w wieku powyżej 65 lat. To właśnie ich trzeba przekonać, aby zrozumieli idee inteligentnych sieci elektroenergetycznych, zrozumieli informacje wyświetlane przez wyświetlacze domowe oraz inteligentne liczniki energii oraz zmienili nawyki korzystania z energii elektrycznej [13].

3. Charakterystyka wyświetlacza domowego

3.1. Definicja

Wyświetlacz domowy IHD (ang. *in-home display*) jest urządzeniem elektronicznym wyposażonym w monitor, na którym prezentowane są informacje o aktualnym poborze mocy przez odbiorcę lub o jego konsumpcji energii. Wyświetlacz IHD jest częścią inteligentnego systemu pomiarowego. Najczęściej jest on zintegrowany z inteligentnym licznikiem energii.

3.2. Opis funkcjonalny wyświetlacza domowego

W niektórych rozwiązaniach zakłada się, że jeden wyświetlacz będzie prezentował również dane z innych liczników, np. gazu, ciepła, wody, ponieważ liczniki takie najczęściej znajdują się w trudno dostępnych miejscach, np. w piwnicy lub w szafkach.

Podczas jednego projektu badawczego w Wielkiej Brytanii stwierdzono, że ponad 50% odbiorców nie wiedziało, gdzie znajdowały się ich liczniki gazu i energii, a 45% nie mogło ich odczytywać [3].

Wyświetlacz domowy ulokowany w mieszkaniu będzie dla konsumentów najbardziej widocznym elementem inteligentnego systemu pomiarowego. IHD posiada kolorowy dotykowy wyświetlacz wysokiej rozdzielczości oraz bogatą funkcjonalność. Dane na wyświetlaczu powinny być prezentowane w formie wizualnej, a nie numerycznej, żeby umożliwić odbiorcom

Informacje o zużyciu energii	<ul style="list-style-type: none"> Bieżący pobór mocy oraz zużycie energii dla okresów: dzień / tydzień / miesiąc / okres rozliczeniowy Należność do zapłaty za zużycie energii w bieżącym miesiącu, może być prezentowana w formie salda konta (kredyt lub debet) Szacowana wartość rachunku za energię w bieżącym miesiącu Bieżący współczynnik mocy Tendencja zużycia – rosnąca czy malejąca
Dane statystyczne	<ul style="list-style-type: none"> Wykres poboru mocy w czasie Zużycie ilościowe energii w poprzednim miesiącu Porównanie bieżącego zużycia ze zużyciem z poprzedniego wybranego okresu Należność do zapłaty za zużycie energii w poprzednim okresie rozliczeniowym Roczne zużycie energii Średni pobór mocy dla osób z tej samej grupy, np. taryfowej Średnia płatność za energię dla osób z tej samej grupy, np. taryfowej
Inne	<ul style="list-style-type: none"> Data i czas oraz dzień tygodnia (czas zsynchronizowany z innymi inteligentnymi komponentami systemu pomiarowego) Taryfa energetyczna odbiorcy Dane nt. mikrogeneracji (ilość energii elektrycznej oddawanej do sieci) Status połączenia (do komunikacji) z licznikiem Informacje o pogodzie i temperaturze otrzymane z instytutu meteorologicznego Wielkość emisji dwutlenku węgla Drobne informacje o sposobie oszczędzania energii

Tab. 1. Informacje wyświetlane przez wyświetlacz IHD [2, 6]

łatwe odróżnienie dużego poboru mocy od małego. Ponadto odbiorcy dużo lepiej rozumieją informacje o zużyciu energii prezentowane jako kwota w walucie lokalnej niż jako ilość energii w kWh. Oczywiście dochodzą jeszcze: sposób rozliczania – kredytowo czy przedpłatowo (ang. *credit or prepayment mode*), kwestia opłat stałych, rabatów i bonifikat, podatku VAT, akcyzy itp. Zaprezentowanie takich danych w czytelny sposób jest niewątpliwie wyzwaniem dla producentów wyświetlaczy domowych [6].

Wizualna, nienumeryczna informacja zwrotna daje konsumentowi wiedzę bez konieczności szczególowej uwagi. Może ona jednak również niepotrzebnie niepokoić niektórych użytkowników i potencjalnie przyczynić się do ograniczania wykorzystania przez nich energii do poziomów, które mogą niekorzystnie wpływać na ich zdrowie i jakość życia. Dlatego warto rozważyć możliwość czasowego wyłączenia wskaźników w sytuacjach, kiedy wywołują niepokój lub szkodliwe zachowania [7]. Informacje prezentowane na bieżąco mogą być wykorzystane przez klientów, aby umożliwić im wyizolowanie wpływu działań określonych odbiorników. Konsumenty są bowiem w stanie wykorzystać sprzężenie zwrotne w celu szybkiej identyfikacji możliwości oszczędzania energii i tym samym ograniczyć straty energii. Jednakże istnieją technologiczne ograniczenia, które utrudniają dostarczanie w czasie rzeczywistym informacji do IHD. Ograniczenia różnią się dla gazu i dla energii elektrycznej. W przypadku gazu ograniczenie powstaje w wyniku żywotności baterii gazomierza. Aby wysłać aktualizację do IHD, układ komunikacyjny w gazomierzu musi „obudzić się” i nadać komunikat zawierający informacje o zużyciu. Wysłanie takich danych częściej niż raz na 15 minut może spowodować, że bateria wyczerpie się przed oszacowanym czasem życia wynoszącym 15 lat. W zakresie informacji elektrycznej ograniczenie jest zależne od możliwości technicznych rozwiązań komunikacyjnych. Obecnie stosowane rozwiązania są w stanie wysłać aktualizację co 5 sekund [6].

Zbiorcza informacja o należnościach i wysokościach rachunków jest przydatna do planowania budżetu [6]. Zauważono, że konsumenci są zainteresowani porównaniem swojego zużycia w wybranych okresach. Pozwala to im na rozpoznanie trendów w konsumpcji energii w czasie i na ustalenie, co mogło spowodować jakiegokolwiek zmiany (np. nowa osoba w gospodarstwie domowym, nowy kocioł lub urządzenie, nowe okna, ocieplenie budynku, zastosowanie ogrzewania elektrycznego, rozbudowa domu). Dane historyczne powinny być przechowywane przez okres jednego roku. Umożliwia to lepsze wykorzystanie ich do porównywania zużycia w różnych okresach czasu [6].

Niektórzy postulują, aby wszystkie inteligentne liczniki energii rejestrowały przepływ energii w dwie strony – podczas pobierania energii przez odbiorcę oraz podczas jej oddawania do sieci. Informacje takie powinny wtedy również prezentować wyświetlacz domowy. Jednak biorąc pod uwagę obecny niski udział mikrogeneracji, należy rozważyć, czy prezentowanie takich danych na każdym wyświetlaczu jest zasadne. Raczej zakłada się, że rozbudowany wyświetlacz domowy obsługujący mikrogenerację będzie dostarczony jako część zakupionego przez klienta pakietu mikrogeneracji [6].

3.3. Czytelność przekazywanych informacji

Inteligentne systemy pomiarowe, w których będą wykorzystywane wyświetlacze domowe, spowodują zmianę w ilości informacji dostępnych dla konsumentów o ich zużyciu energii elektrycznej oraz w niektórych przypadkach również i gazu. Dlatego to właśnie konsumenci powinni wybrać, jaki sposób prezentacji takich danych najbardziej im odpowiada.

Wyświetlacze domowe przykładowo mogą wykorzystywać system kolorów, gdzie czerwony oznacza, że stawka za energię elektryczną wzrosła, ponieważ jest to czas szczytowego zapotrzebowania. Taki mechanizm można wykorzystywać w taryfach wielostrefowych w celu podkreślenia obowiązującego droższej stawki cenowej lub taryf z ceną krytyczną. Stosowanie kolorów

i wskaźników powinno pokazać odbiorcy, co się dzieje, bez konieczności szczegółowej uwagi. Może to pomagać użytkownikowi podczas bardzo dużego zużycia energii (poboru mocy). Takie informacje mogą być bardzo przydatne dla konsumentów o niskich umiejętnościach liczenia lub takich, którzy nie potrafią prawidłowo interpretować danych liczbowych [6]. Bardzo ważne jest to, aby wyświetlacz domowy IHD zapewnił klientom potrzebne im informacje w łatwo dostępnej formie. Dla odbiorców ważna jest prezentacja kosztu energii (w PLN), a nie zużycia (w kWh). Wyświetlacz domowy w zasadzie nie przynosi korzyści przedsiębiorstwu dystrybucyjnemu, ponieważ efektywniejsze korzystanie z energii elektrycznej przez odbiorców nie przynosi oszczędności w takim przedsiębiorstwie. Dodatkowo mniejsze zużycie energii elektrycznej oznacza mniejszą ilość energii dostarczonej do odbiorców, w konsekwencji przekładając się to na niższe przychody.

3.4. Niektóre wytyczne brytyjskiego regulatora energetyki odnośnie wyświetlaczy domowych

W Wielkiej Brytanii podmiotem odpowiedzialnym za dostarczenie inteligentnego licznika (zarówno dla gazu, jak i energii elektrycznej) oraz wyświetlacza energii jest przedsiębiorstwo obrotu – sprzedawca energii. Wyświetlacz powinien bez problemu komunikować się zarówno z inteligentnym licznikiem energii, jak również z inteligentnym gazomierzem.

Brytyjski regulator energetyki jest świadomy, że promowanie konkurencji w dostarczaniu IHD będzie nadal zachęcać do innowacyjności w tej dziedzinie oraz do gwałtownych zmian technologicznych. Ponadto uważa się, że można wiele zyskać w zakresie kosztów dzięki korzyściom skali wynikającym z masowej produkcji i zakupów [6].

Brytyjski regulator energetyki zakazuje pobierania opłat z góry za zainstalowanie u klienta inteligentnego licznika wraz z wyświetlaczem domowym. Zakłada jednak, że znajdują się klienci, którzy będą chcieli z góry zapłacić za IHD z zaawansowanymi funkcjami.

W przypadku wyświetlaczy domowych na początku głównym płatnikiem byłby operator sieci lub, tak jest to w Wielkiej Brytanii, sprzedawca energii. Oczywiście potem mógłby takie koszty inwestycyjne przenieść do stawek opłat w taryfie.

Kolejnym zagadnieniem jest kwestia utrzymania i serwisowania wyświetlaczy przez sprzedawcę energii oraz zapewnienie nowszych wersji IHD w miarę rozwoju technologicznego, posiadania większej wiedzy, dostępu do nowych wyników badań oraz zdobywania doświadczenia i informacji zwrotnych od klientów. Można wyróżnić możliwe zobowiązania sprzedawcy energii w stosunku do wyświetlaczy domowych [6]:

- krótkoterwałe, czyli utrzymanie i serwisowanie przez okres pierwszego roku
- długoterwałe, czyli trwały obowiązek do serwisowania IHD, obecnie trudno określić horyzont czasowy takich działań.

Podczas gdy na początku odbiorcy mogą osiągnąć pewne korzyści z użytkowania wyświetlaczy, to po pewnym czasie opadnie ich entuzjazm lub zmaleje zainteresowanie,

ponieważ dużo trudniej będzie zaoszczędzić zauważalne ilości energii. Użytkowanie wyświetlaczy IHD będzie wiązało się z kosztami ich utrzymania, nie przynosząc użytkownikom zysków netto. Stąd trwałe zobowiązanie sprzedawcy energii do utrzymania i serwisowania wyświetlaczy domowych nie znajduje uzasadnienia [6].

Aby zachęcić do innowacji i zwiększenia elastyczności dla przyszłego rozwoju w tym obszarze, przedsiębiorstwa obrotu nie powinny podlegać trwałoemu zobowiązaniu, ale powinny być odpowiedzialne za utrzymanie i zastąpienie IHD przez rok po instalacji inteligentnych liczników. Po tym czasie koszty serwisowania spadną na użytkowników wyświetlaczy domowych, którzy ponadto będą mogli kupić nowsze urządzenia zarówno od dotychczasowego przedsiębiorstwa obrotu, jak również od innych sprzedawców [6].

W Wielkiej Brytanii stawia się na to, aby odbiorca miał możliwość wyboru, który sprzedawca energii elektrycznej czy gazu ma mu dostarczyć wyświetlacz domowy. Jeśli odbiorca otrzyma dwa wyświetlacze i będzie mógł wybrać lepszy, z jednej strony wzrośnie świadomość konsumencka, z drugiej rozwój nowoczesnych technologii [6].

4. Wytyczne funkcjonalne

4.1. Różnicowanie oferty IHD dla różnych grup odbiorców

Trzeba podkreślić, że nie jest tak, iż jeden typ wyświetlacza domowego jest najbardziej optymalnym rozwiązaniem dla wszystkich odbiorców. Dlatego też zakłada się, że przedsiębiorstwa obrotu muszą różnicować swoją ofertę poprzez dostosowanie sprzętu do określonych grup odbiorców. W wyniku tego można będzie osiągnąć największe korzyści dzięki umożliwieniu odbiorcom dokonania wyboru wyświetlacza oraz, w konsekwencji, na najbardziej dopasowanej informacji zwrotnej będącej bodźcem do zmian nawyków odbiorców w zakresie korzystania z energii elektrycznej.

Ze względu na korzyści wynikające z oszczędności energii, które będzie ułatwione dzięki IHD, bardzo ważne jest zapewnienie, aby wszyscy odbiorcy mieli dostęp przynajmniej do minimum informacji prezentowanych przez wyświetlacz domowy. Dodatkowo zaleca się, aby odbiorcy otrzymywali wyświetlacze na życzenie, bez ponoszenia kosztów z góry. W Wielkiej Brytanii wymóg taki będzie trwał przez okres jednego roku po rozpoczęciu obowiązkowego wdrożenia. Sprzedawcy będą musieli poinformować klientów o ich prawach w tym zakresie. Oczywiście sposób informowania jest dowolny, np. za pośrednictwem poczty. Jeżeli takie informacje byłyby przekazywane podczas wizyty domowej, wiązałyby się to z kosztami dla przedsiębiorstw obrotu oraz mogłyby być krępujące dla niektórych klientów, którzy czuliby się nagabywani przez domokrażców-handlowców, co zniechęciłoby ich do zainteresowania się ofertą [6].

Warto jednak wyciągnąć maksimum korzyści płynącej z każdej, jednej wizyty instalacyjnej, np. gdy konsumenci wyraziliby zainteresowanie uzyskaniem dodatkowych informacji lub produktów, sprzedawca energii mógłby je dostarczyć. Chodzi o to, aby z jednej strony zapewnić szeroki asortyment towarów i usług, które muszą

być w jakiś sposób przedstawione, zaofiarowane użytkownikowi i sprzedane, z drugiej zaś istotne jest ograniczenie niesprawiedliwego handlu, wprowadzenie zakazu świadczenia usług nieprawdziwych lub wprowadzania w błąd klienta, a także ograniczenia korzystania z agresywnych praktyk sprzedaży [7].

Pojawia się kwestia równości w odniesieniu do wyświetlanych informacji. Przykładowo lokalizacja wyświetlacza w gospodarstwie domowym musi powodować, że informacje będą łatwo dostępne dla tych konsumentów. Dlatego jest bardzo ważne, żeby klienci mogli wybrać najbardziej optymalną dla siebie lokalizację na umieszczenie wyświetlacza w mieszkaniu. W zakresie projektowania interfejsu graficznego ważne jest, aby był on również odpowiedni dla osób niepełnosprawnych, w tym z zaburzeniami widzenia, niedosłyszących, osób niepełnosprawnych ruchowo, jak również dla osób z niskimi umiejętnościami pisania, czytania i liczenia. Dlatego należy oczekiwać od dostawców urządzeń, aby brali pod uwagę potrzeby osób niepełnosprawnych, zapewniając im odpowiednie dla nich urządzenie wyświetlające. Z myślą o osobach niepełnosprawnych wymienić trzeba kilka istotnych wymagań konstrukcyjnych wobec IHD [6]:

- duży ekran i rozmiar czcionki
- duże, dotykowe przyciski
- informacja zwrotna pisana prostym językiem
- wyjście audio (specjalnie dla osób niewidomych).

4.2. Wyświetlacze przenośne

Niektóre wyniki badań pokazują, że część konsumentów preferuje otrzymywać informacje o zużyciu energii elektrycznej na wyświetlaczach przenośnych. Dzięki temu konsumenci mogą przenieść IHD z jednego pokoju do drugiego i zobaczyć np. skutki włączania i wyłączania jakiegoś urządzenia. Sprzyja to pogładowi, że konsumenci wykorzystują informacje na temat bieżącej konsumpcji w celu szybkiej identyfikacji możliwości oszczędzania energii (np. wyłączenie światła, niepozostawianie urządzeń w trybie czuwania). Istnieją również dowody na to, że przeniesienie wyświetlacza może odzwierciedlać krótkoterminowe zainteresowanie konsumentów prezentowanymi informacjami. Natomiast brak wyników badań pokazujących skuteczność długoterwałej zmiany nawyków przez odbiorców dzięki możliwości przenoszenia wyświetlacza IHD. Jeżeli możliwość przenoszenia stanie się minimalnym wymogiem stawianym wdrażanym wyświetlaczom domowym, będzie to oznaczać konieczność zastosowania zasilania ich nie z sieci elektrycznej, tylko z baterii lub ładowanych akumulatorów. Jeżeli byłyby to dwa akumulatory AA, to powinny one przez tydzień zapewnić pracę wyświetlacza, przed koniecznością ponownego ich ładowania. Jeżeli stosowane byłyby tam ładowalne akumulatory, to należałoby je wymieniać co 12 miesięcy. Dlatego w Wielkiej Brytanii niektóre grupy konsumentów, sprzedawców energii i producentów wyświetlaczy ostrzegają, że IHD zasilane z baterii bez ładowania będą prowadzić do zwiększenia kosztów ponoszonych przez konsumentów

i zanieczyszczenia dla środowiska (konieczność utylizacji dziesiątków milionów baterii AA rocznie). Ponadto wprowadzenie wymagania opcjonalnego zasilania baterijnego podwyższy cenę urządzenia. Podczas przenoszenia wyświetlacza z pomieszczenia do pomieszczenia może się zdarzyć, że w którymś miejscu moc sygnału i dostępność punktu zasilania będą za małe. Dlatego należy liczyć się również z takimi ograniczeniami. Uwzględniając te argumenty, brytyjski regulator nie określa możliwości przenoszenia wyświetlacza jako minimalnego wymogu [6].

4.3. Wiadomości przekazywane przez IHD

Niektóre wyświetlacze mogą odbierać i przekazywać odbiorcy krótkie wiadomości tekstowe, np. sygnalizujące o zagrożeniu przeciążeniem systemu elektroenergetycznego i cenach krytycznych lub ograniczeniach w poborze mocy. Należy jednak prawnie zadbać, aby nie były tam wysyłane niepożądane informacje marketingowe. Takie wiadomości mogą prowadzić do ignorowania wyświetlaczy IHD przez konsumentów, podważając w ten sposób korzyści możliwe do osiągnięcia. Z drugiej strony można wykorzystać wyświetlacz domowy jako kanał informacyjny do przekazywania przez sprzedawcę energii lub upoważnione podmioty (osoby trzecie) oferty nowych produktów i usług czy porad [7]. Należy jednak pamiętać, że marketing może zniechęcać konsumentów do czerpania informacji z IHD, podważając centralne korzyści pochodzące z wykorzystania IHD w zakresie jego podstawowej roli, jaką jest dostarczanie w czasie rzeczywistym informacji o zużyciu energii.

4.4. Rozpoznawanie wykorzystywanych odbiorników

Jednym z obszarów badań jest obecnie rozpoznawanie urządzeń wykorzystywanych w gospodarstwie domowym na podstawie zarejestrowanych wartości mocy czynnej i bierniej. Taka funkcja nazywana jest nieinwazyjnym monitorowaniem obciążenia używanych urządzeń NIALM (ang. *nonintrusive appliance load monitoring*) [4]. Przyrządy pomiarowe z technologią NIALM są wykorzystywane przez przedsiębiorstwa energetyczne do badania konkretnych zastosowań energii elektrycznej w różnych domach.

Początkowo wyświetlacze z funkcją NIALM przechodzą proces uczenia się. Proces ten jest uciążliwy i niewygodny, wyświetlacz może podawać nieprawidłowe wyniki albo zadawać pytania, np. czy teraz włączona jest pralka czy zmywarka albo czy program prania został przerwany? Niewątpliwym wyzwaniem staje się skrócony czas życia urządzeń AGD i związana z tym częstsza ich wymiana, przekładająca się na częstsze zaburzanie pracy algorytmów rozpoznawania urządzeń. Aby wyświetlacze właściwie rozpoznawały wykorzystywane urządzenia, bardzo istotną kwestią jest dostarczenie do nich bardzo dokładnych danych. Dane 15-minutowe są za mało dokładne, a algorytmy wykorzystujące takie dane są mało skuteczne. Wraz ze zwiększeniem granulacji pomiarów może zwiększyć się dokładność rozpoznawania urządzeń. Jeden z takich algorytmów jest opatentowany: US Patent 4858141.

Na podstawie zebranych informacji dotyczących pracy domowych odbiorników wyświetlacz IHD mógłby proponować pewne rozwiązania związane z oszczędzaniem energii, np. sugerowałby, żeby zmywarkę uruchamiać wtedy, gdy energia jest tańsza, proponowałby wyłączanie zbędnych odbiorników w godzinach 8.00–16.00 lub w godzinach nocnych, kiedy stwierdzałby, że jedyna zmiana poboru mocy wynika z cykli pracy lodówki. Wyświetlacz, mając dane o cenach energii, mógłby pokazać, jaką kwotę miesięcznie lub rocznie trzeba będzie zapłacić za pozostawianie włączonych takich urządzeń. Oczywiście nie zawsze będzie można stwierdzić, że w stanie czuwania aktualnie znajduje się telewizor, a nie wieża hi-fi. Jednak brak takich danych nie przeszkodzi w oszacowaniu zbędnie zużywanej energii. Informacje o oszczędzaniu i sugestie z tym związane powinny być dostępne na życzenie klienta. Nie powinny być narzucać. Klienci nie akceptują takiej nachalności i najczęściej negatywnie do niej się nastawiają.

4.5. Skuteczność stosowania wyświetlaczy IHD

Niektórzy odbiorcy mogą chcieć uzyskać zbiór danych o zużyciu energii i porównywać go do zużycia energii przez innych klientów. Może to prowadzić do pytań typu: twoja lodówka zużywa tyle energii, a moja więcej. Dlaczego tak jest? Na podstawie takich dylematów będzie można zadawać pytania ekspertom lub na forach internetowych.

Zauważono, że informowanie odbiorcy na bieżąco o jego konsumpcji energii ma bezpośredni związek ze zwiększeniem efektywności jej wykorzystania, nawet wówczas, gdy odbiorca nie ma dodatkowej zachęty, np. w postaci różnicowanych cen w różnych okresach doby. Jest to tzw. efekt Priusa. Można zatem powiedzieć, że taka rola licznika lub wyświetlacza IHD powoduje, że odbiorca znacznie zachowywać się bardziej ekologicznie [10]. Dzięki wyświetlaczom domowym klienci stają się bardziej świadomi, widząc zmieniające się wykresy wskazujące na wzrost poboru mocy w wyniku np. włączenia elektrycznego ogrzewania podłogowego. Wielu klientów nie zdaje sobie sprawy z czynników powodujących wzrost zużycia energii. Zaawansowana infrastruktura pomiarowa AMI (ang. *Advanced Metering Infrastructure*) to dobre narzędzie pomocne do zrozumienia tego zjawiska. AMI to zintegrowany zbiór elementów: inteligentnych liczników, modułów i systemów komunikacyjnych, koncentratorów i rejestratorów umożliwiających dwukierunkową komunikację za pośrednictwem różnych mediów i różnych technologii, pomiędzy systemem centralnym a wybranymi licznikami.

Informacje odnoszące się do emisji dwutlenku węgla mogą mieć pozytywny wpływ na podnoszenie świadomości odnośnie wpływu zużycia energii przez odbiorców na taką emisję. Jednak nieznane są żadne dowody na skuteczność informacji o emisji dwutlenku węgla na oszczędne zużycie energii przez konsumentów. Pomimo że informacje o wielkości emisji kilogramów dwutlenku węgla były dostępne na większości wyświetlaczy stosowanych podczas badań, w dużej mierze zostały zignorowane niemal przez wszystkich uczestników.

Wielkość emisji dwutlenku węgla jest proporcjonalna do ilości spalonego gazu ziemnego, jednak w przypadku zużycia energii ilość zanieczyszczeń waha się i jest zależna od rodzaju generacji energii (oraz rezerwy mocy). Czasami wielkość ta zostaje uśredniona dla całego systemu elektroenergetycznego. Przyjęcie jednak takiego założenia powoduje nieporozumienia z klientami, którzy zdecydowali się na promowanie ochrony środowiska i wybrali taryfy: zielone lub niskiej emisyjności dwutlenku węgla [6]. Niektórzy badacze uważają, że początkowo wielu konsumentów będzie otrzymało wyświetlacze domowe za darmo jako narzędzia konieczne do świadomego wykorzystywania energii elektrycznej, w ramach programów wdrożeniowych lub badawczych związanych z inteligentnymi sieciami. Zauważono, że dane prezentowane na wyświetlaczach IHD były zorientowane głównie na mężczyzn. Jednak to kobiety i dzieci mają tendencję do wyłączania nieprzydatnego oświetlenia oraz innych zbędnych urządzeń domowych. Badania ujawniły niewielki wpływ wyświetlanych informacji na kobiety, które często mają określone oczekiwania w zakresie komfortu i czystości w swoim gospodarstwie domowym [1].

Podczas innego projektu badawczego pilotażowo zainstalowano u odbiorców inteligentne liczniki oraz wyświetlacze IHD z możliwością włączenia alarmu, używanego do ostrzegania użytkownika o poziomie konsumpcji energii [5]. System alarmowy składał się z paneli ściennych z wyświetlaczem powiązanych z inteligentnym licznikiem, który uruchamiał alarm, jeśli w gospodarstwie domowym przekraczono ustalony limit zużycia w okresie dwudziestu czterech godzin. Klienci recenzowali, że nie chcą alarmu, który powiadamia ich o wysokim poziomie konsumpcji, zamiast tego woleliby natomiast współpracować z inteligentnym licznikiem wtedy, kiedy sami chcą.

W czasie badań w Pn. Karolinie w USA zastosowano wyświetlacze domowe FEM (ang. *Fitch Energy Monitor*), podobne funkcjonalnie do IHD. Zostały one zainstalowane w domach, ale odbiorcy nie zostali poinformowani, że biorą udział w badaniach i że będą obserwowani. Zauważono, że odbiorcy średnio zmniejszyli swoje zużycie energii o ok. 12%. Podczas innych badań w Kanadzie u 25 odbiorców zainstalowano wyświetlacze RECS (ang. *Residential Electricity Cost Speedometer*), których cechą charakterystyczną było bardzo szybkie odświeżanie prezentowanych informacji. Aktualizacja danych dokonywana była w cyklu 0,6 sek. RECS prezentował szczegółowe informacje o zużyciu energii oraz o kosztach z tego wynikających, w zależności od zastosowania (kuchenka, lodówka, zmywarka, suszarka, oświetlenie). Prezentowane tam były informacje o osiągniętych oszczędnościach kosztów energii w ostatniej godzinie. Zużycie energii elektrycznej mierzono przez 60 dni. Zauważono średnie oszczędności rzędu 12,9% [3].

Wnioski płynące z niektórych badań sugerują, że ludzie nie mogą robić dwóch rzeczy jednocześnie w tym samym czasie. Owszem, można kierować samochodem i rozmawiać, ale trudno jest np. podsłuchać dwie rozmowy jednocześnie. Analogicznie, trudno jest

gotować posiłek oraz przyglądać się i analizować dane prezentowane na wyświetlaczu domowym. Może to oznaczać, że niektóre osoby będą patrzeć na wyświetlacz, dopiero wtedy, kiedy skończą już gotowanie potraw. Podobnie niektórzy odbiorcy będą spoglądać sporadycznie na wyświetlacz, aby uzyskać opinię na temat dziennego lub tygodniowego zużycia energii, a następnie same będą dokonywały analizy uzyskanych informacji [3].

Większość badań dotyczących skuteczności bezpośredniego oddziaływania i reakcji odbiorców na informacje przekazywane przez IHD pokazały, że średnie oszczędności energii uzyskane dzięki nim wynoszą 2–15%. Wykorzystywano tam wyświetlacze zróżnicowane pod względem konstrukcji i struktury. Posiłowano się wiedzą o zróżnicowaniu lokalizacyjnym oraz demograficznym odbiorców. Wyniki nie mogą być jednak reprezentatywne dla całej populacji. Ponadto niektóre badania trwały tylko kilka miesięcy, podczas gdy inne były dłuższe. Te różnice sprawiają, że trudno wyciągnąć solidne wnioski i analogie pomiędzy otrzymanymi jednostkowymi wynikami i w ten sposób wyizolować wpływ pojedynczej prezentacji danych na konkretne zachowania konsumentów. Do tej pory nie było odpowiednich badań dużej skali, trwających dłużej niż dwa lata. Oznacza to, że nie istnieją ilościowe dowody odnoszące się do trwałego wpływu wyświetlaczy na odbiorców.

Podczas 2-letniego projektu badawczego w Ontario uzyskano kilka przydatnych informacji dotyczących wykorzystania IHD. Pod koniec eksperymentu okazało się, że prawie jedna trzecia ankietowanych konsumentów, którzy mieli dostęp do wyświetlacza IHD, zdecydowała się nie używać go w czasie trwania projektu badawczego. W czasie okresu próbnego odbiorcy mogą być bardziej energooszczędni niż przeciętni użytkownicy. Z ankiety wynika, że [6]:

- 76% biorących udział w badaniu przyznało, że obniżało temperaturę w termostacie
- 74% bardziej zwracało uwagę na otwieranie okien
- 65% czyściło filtry pieca
- 43% ociepiło podgrzewacz wody (typowy podgrzewacz zawsze przechowuje 20–60 litrów wody w gotowości). Zbiornik, w którym przechowywana jest ta woda, jest gorący i wychładza się od niższej temperatury otoczenia. Łatwo można zaoszczędzić ok. 10% energii, stosując izolację cieplną zbiornika, np. koc izolacyjny z włókna szklanego.

Zmiany takie nie wymagają trwałego korzystania z IHD. To sugeruje, że długoterminowe zmiany zachowań mogą być wywołane przez krótkotrwałe użycie IHD. Wyświetlacze pomagają użytkownikom zrozumieć sens taryf na energię i gaz. Pomimo że obecnie nie ma dowodów na temat trwałego wpływu IHD na zużycie energii, to jednak wydaje się, że w tym obszarze rynek jest jeszcze w fazie początkowego rozwoju, a preferencje użytkowników mogą zmienić się wraz z rozwojem technologii [6].

Niektórzy uczestnicy badań, osoby starsze, wyrażały obawy związane z możliwością wyłączenia lub przeprogramowania ich urządzeń, których potrzebują

do utrzymywania ciepła i zdrowia. W przypadku energii elektrycznej jest to mniejszy problem, chyba że jest ona wykorzystywana do celów grzewczych. Niektórzy niemający odbiorcy już teraz nie ogrzewają wystarczająco dobrze swoich domów [6].

Należy zdać sobie sprawę, że racjonalowanie energii jest poważnym problemem. Na pewno rozwiązaniem nie jest dostarczenie IHD lub odrzucenie opinii wrażliwych konsumentów. Należy wierzyć, że wyświetlacze mogą odegrać ważną rolę w zaopatrzeniu niezamożnych klientów, pomogą im zaoszczędzić pieniądze na rachunkach za energię i wydstać się z ubóstwa energetycznego. Ryzyko racjonalowania energii dla klientów wrażliwych może być zmniejszone, jeżeli można będzie przekazać klientom informacje zwrotne o ich zużyciu oraz o sytuacji w systemie elektroenergetycznym.

W przypadku wykorzystania energii elektrycznej do ogrzewania domu można mówić o nietypowej pracy z wyświetlaczem domowym. Wtedy bowiem dominujący udział w całym zużyciu energii będzie miało takie ogrzewanie. Znaczna dominacja zużycia energii przez jedno urządzenie może powodować, że drobne działania oszczędnościowe i racjonalne konsumenta związane z efektywnym wykorzystaniem energii przez inne urządzenia będą zagłuszone przez dominujący pobór energii i praktycznie niezauważalne na wyświetlaczu. Wyświetlacze powinny uwzględnić możliwość wystąpienia takich sytuacji i zapewnić opcje do skorygowania całonocowego poboru energii przez odbiorcę i odjęcie od niego części energii zużywanej przez energochłonne odbiorniki [6].

Stosując w wyświetlaczach kolorowe oznaczenia, należy pamiętać, że różne osoby mogą różnie odbierać stosowane barwy. Przykładowo mężczyźni często słabiej widzą barwy niż kobiety, dlatego dla nich potrzebna może być inna paleta barw i kolorów. Należy również uwzględnić to, że niektórzy użytkownicy wyświetlaczy domowych mogą być daltonistami.

Podczas interakcji z wyświetlaczem użytkownicy prezentują trzy możliwe rodzaje czytania zawartych na nim informacji [3]: ilościowe – odbiorca otrzymuje lub poszukuje wartości w postaci liczb; sprawdzanie – odbiorca obserwuje szybkość zmian zachodzących na wyświetlaczu; zależność – odbiorca wykrywa bezpośredni związek pomiędzy sterowaniem urządzeniami a wartością prezentowaną na wyświetlaczu.

5. Możliwe zagrożenia

Zdaniem niektórych badaczy nie chodzi o to, aby w domu był wyświetlacz, który daje za dużo danych, ponieważ mogą one dezinformować klienta.

Specjaliści z branży możliwe zagrożenia nazywają tzw. złotymi klamkami. Chodzi o dostarczanie klientom za małe pieniądze zaawansowanych technologii, które dużo kosztują, a klienci ich nie potrzebują, nie wykorzystują lub potem nie doceniają i lekceważą. Już teraz bardzo wielu użytkowników np. smartfonów wykorzystuje niewiele możliwości funkcjonalnych tych urządzeń. Prawie wszystkie firmy branży energetycznej wdrożyły większość aplikacji środowiska MS Office. Wykorzystanie ich

funkcjonalności nie przekracza jednak 10%. Z tego płynnie wniosek, że nawet jeżeli wszystkie elementy programowe są wdrożone, w przeważającej liczbie nie są w pełni zintegrowane. Zatem pojawia się problem niewykorzystywania pełnych funkcjonalności zakupionych rozwiązań. W konsekwencji wdraża się bardzo bogate funkcjonalności bez refleksji co do ich optymalnego wykorzystania [11].

Wyświetlacze IHD, posiadające bogate funkcjonalności, wiążą się z koniecznością wdrożenia bardziej zaawansowanego technologicznie oraz droższego zaawansowanej infrastruktury pomiarowej AMI. A to pociąga również za sobą konieczność częstszego i droższego serwisowania AMI i IHD.

Takim użytkownikom wystarczyłyby tańsze i prostsze rozwiązania. Jeżeli sami użytkownicy płacą za takie rozwiązania, to operatorzy lub producenci zachęcają ich do zakupu droższych i bogatszych funkcjonalnie produktów. Część klientów jednak preferuje prostsze rozwiązania. Oni zostaliby niejako uszczęśliwieni na siłę i dodatkowo ponieśliby koszty takiego wdrożenia. Niebagatelną kwestią związaną z wdrażaniem inteligentnych sieci i wyświetlaczy domowych jest postępujący proces starzenia się społeczeństw.

6. Wnioski końcowe

Z przeprowadzonych projektów badawczych wynika wniosek, że wyświetlacz domowy, współpracujący z inteligentnym licznikiem energii elektrycznej, jest bardzo istotnym elementem inteligentnych systemów pomiarowych. Urządzenia mogą być dużo bardziej zaawansowane funkcjonalnie, niż tylko ograniczać się do pokazywania bieżącego poboru mocy oraz prezentowania historycznych danych o zużyciu energii w wybranych przedziałach czasu, z określonym okresem agregacji danych, np. dane godzinowe lub 15-minutowe.

Wiadomo jednak, że tak jak różni są odbiorcy energii, trzeba zróżnicować wyświetlacze. Należy je dostosować do konkretnego odbiorcy. Są osoby preferujące proste urządzenia oraz osoby, które wykazują zainteresowanie zaawansowanymi funkcjami. Porównując wyświetlacze domowe do telefonów komórkowych, można również powiedzieć, że osoby posiadające zaawansowane funkcjonalnie urządzenia często wykorzystują jedynie ok. 10% ich możliwości. Część zaawansowanych funkcji została przez nich przetestowana i stwierdzili, że nie spełniają one ich oczekiwań. Niektóre funkcje nie zostały nigdy uruchomione.

Jedną z koncepcji wdrażania wyświetlaczy zakłada, że odbiorcy za darmo zostaną wyposażeni w proste funkcjonalnie urządzenia. Dokonają oni wyboru jednego wyświetlacza z prezentowanej puli urządzeń. Jeżeli będą zainteresowani zaawansowanymi technologicznie wyświetlaczami, to będą musieli za nie zapłacić.

Bibliografia

1. Strengers Y., Smart Metering Demand Management Programs: Challenging the Comfort and Cleanliness Habitus of Households, RMIT University, Australian

- Housing and Urban Research Institute, OZCHI '08 Proceedings of the 20th Australasian Conference on Computer-Human Interaction: Designing for Habitus and Habitat, ACM New York, NY, USA ©2008, s. 9–16.
2. Choi T.S., Analysis of Energy Savings using Smart Metering System and IHD (In-Home Display), Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific, 2009, s. 1–4.
 3. Wood G., Newborough M., Dynamic energy-consumption indicators for domestic appliances: environment, behaviour and design, *Energy and Buildings* 2003, No. 35, s. 821–841, Elsevier Science B.V.
 4. Zeifman M., Disaggregation of home energy display data using probabilistic approach, 2012 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), *IEEE Transactions on Consumer Electronics* 2012, No. 1.
 5. OFGEM: ENERGY DEMAND RESEARCH PROJECT, Review of progress for period September 2008 – March 2009.
 6. OFGEM: Smart Metering Implementation Programme: In-Home Display, 27.06.2010.
 7. OFGEM: Smart Metering Implementation Programme: Consumer Protection, 27.06.2010.
 8. OFGEM: Smart Metering Implementation Programme: Statement of Design Requirements, 27.06.2010.
 9. Stanowisko prezesa URE w sprawie niezbędnych wymagań wobec wdrażanych przez OSD E inteligentnych systemów pomiarowo-rozliczeniowych z uwzględnieniem funkcji celu oraz proponowanych mechanizmów wsparcia przy postulowanym modelu rynku, Warszawa, 31.05.2011.
 10. Opracowanie modelu stosowania mechanizmów DSR na rynku energii w Polsce, ETAP I: Opracowanie przeglądu aktualnie stosowanych mechanizmów DSR, PSE, Konstancin-Jeziorna, 14.12.2009.
 11. Jabłońska M.R., Ku zielonym, inteligentnym miastom, *Smart Grid Polska* 2012, nr 3.
 12. Adach R., Zapomniany świat: optymalne wykorzystanie środowiska końcowego użytkownika, PTPiREE, IX Konferencja „Systemy Informatyczne w Energetyce” SłwE '10.
 13. Jeju Island Smart Grid Test-Bed, Developing Next Generation Utility Networks, GSMA, South Korea [online], www.gsma.com, September 2012.

Krzysztof Billewicz

dr inż.

Politechnika Wroclawska

e-mail: krzysztof.billewicz@pwr.wroc.pl | www.krzysztof.billewicz.pl

Adiunkt w Instytucie Energoelektryki Politechniki Wroclawskiej. Wcześniej pracował w: Okręgowym Urzędzie Miar, Instytucie Automatyki Systemów Energetycznych oraz w firmie WINUEL SA Grupa Sygnity. Autor kilkudziesięciu publikacji naukowych oraz książki „Smart Metering. Inteligentny System Pomiarowy” (Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012). Zainteresowania badawcze: inteligentne sieci elektroenergetyczne, inteligentne systemy pomiarowe, zarządzanie popytem na energię, bezpieczeństwo cyfrowe inteligentnych sieci, przetwarzanie danych w systemach pomiarowo-rozliczeniowych.