

PIOTR JANUSZ

**Możliwości wykorzystania sieci gazowej  
do magazynowania energii –  
wybrane zagadnienia**

**Streszczenie**

Energia pozyskiwana z różnych źródeł stanowi podstawę działania gospodarki każdego państwa, a jej prawidłowy rozwój uzależniony jest od sprawnego systemu pozyskiwania i przetwarzania energii. W związku z rosnącą świadomością ekologiczną coraz większe znaczenie zaczyna odgrywać pozyskiwanie energii z źródeł odnawialnych. Bez energii nie mógłby funkcjonować przemysł, rolnictwo czy każdy człowiek wykorzystujący ją na co dzień. Kryzys paliwowy w latach 70. XX wieku, jak i rozwój technologii spowodował zainteresowanie się bogatych państw rozwojem energii odnawialnych, które charakteryzuje prawie całkowita eliminacja zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego. Mimo że pozyskiwanie energii odnawialnej jest technologią wymagająca wysokich nakładów finansowych na jednostkę mocy i konieczne jest jej magazynowanie, to obecnie jednym z głównych założeń polityki realizowanej przez Unię Europejską jest przechodzenie do gospodarki niskoemisyjnej. W pracy przedstawiono zużycie energii w wybranych państwach Unii Europejskiej w okresie od 2010 do 2017 roku oraz scharakteryzowano strukturę bilansu energetycznego UE. Zaprezentowano także prognozy zużycia energii w Unii Europejskiej do roku 2040, zgodnie z którymi zużycie energii ulegnie zmniejszeniu. Przedstawiono także strukturę mocy wytwórczych oddanych do eksploatacji w UE w 2018 roku oraz zmiany struktury bilansu energetycznego Polski, jakie zaszły od 2010 do 2017 roku. Jednym z kluczowych zagadnień, przed jakim stoi obecnie sektor energetyczny, jest niedostatecznie rozwinięty obszar umożliwiający magazynowanie energii w sposób efektywny i długotrwały. W rozdziale drugim przedstawiono dostępne obecnie technologie magazynowania energii. Omówiono podział energii w zależności od stopnia jej konwersji oraz scharakteryzowano sześć postaci, w jakich energię można magazynować.

Wraz z rozwojem technologii wytwarzania energii z odnawialnych źródeł energii oraz coraz szerszego jej udziału w bilansie energetycznym UE, pojawiła się koncepcja przekształcenia funkcjonujących podsystemów energetycznych – elektroenergetycznego i gazowego. Koncepcja ta została nazwana *Smart Grid* (sieci inteligentne) i zgodnie z jej założeniami, aby mógł wzrastać udział energii pochodzącej

z OZE, należy dążyć do ściślejszej współpracy pomiędzy podsystemami energetycznymi. W rozdziale trzecim przedstawiono główne założenia dotyczące utworzenia i funkcjonowania sieci inteligentnych. Zwrócono uwagę na korzyści jakie można osiągnąć. Jednym z podstawowych założeń jest możliwość magazynowania energii elektrycznej pochodzącej z OZE dzięki jej konwersji na inne nośniki energii (wodór lub syntetyczny gaz ziemny), a następnie jej magazynowanie przy wykorzystaniu infrastruktury sektora gazowego (sieci gazowe, magazyny gazu).

Analizując możliwości magazynowania energii przy użyciu wodoru, należy rozważyć wpływ mieszaniny gazu ziemnego i wodoru na infrastrukturę gazową. W rozdziale czwartym opisano stan infrastruktury przesyłowej oraz dystrybucyjnej. Poddano analizie możliwy wpływ wodoru na funkcjonującą sieć gazową oraz możliwości użycia funkcjonującej infrastruktury do założonego celu. Autor dokonał analizy przeprowadzonych z tym zakresie badań w Europie, w szczególności w zakresie możliwego wpływu wodoru na funkcjonowanie urządzeń pomiarowych, układów regulacyjnych, filtrów oraz systemów detekcji gazu. Wodór ma zupełnie inne właściwości fizykochemiczne niż główny składnik gazu ziemnego metan. W rozdziale piątym przeanalizowano wpływ domieszki wodoru na podstawowe parametry fizykochemiczne powstałej mieszaniny, tj. ciepło spalania i wartość opałową, gęstość względną i bezwzględną, liczbę Wobbego oraz wymiennność paliw gazowych. Wykonano obliczenia wymienionych parametrów, zwiększając udział wodoru do maksymalnie 20%.

W rozdziale szóstym dokonano analizy wpływu dodatku wodoru w mieszaninie gaz ziemny-wodór na parametry termodynamiczne związane z transportem rurociągowym. Przedstawione zostały najczęściej stosowane równania hydrauliczne do obliczeń podstawowych parametrów przesyłu. Przedstawiono wpływ wodoru na zmianę parametrów przesyłu, tj. spadek ciśnienia, zmianę prędkości mieszaniny w gazociągu, ilość transportowanej energii, moc sprężarek stosowanych na tłoczniach gazu. Z obliczeń wynika, że zatłaczanie wodoru wpływa korzystnie na parametry takie jak spadek ciśnienie transportowanej mieszaniny, zmniejszenie wymaganej mocy sprężarek na tłoczniach gazu. Jednym z negatywnych efektów jest zmniejszenie ilości transportowanej energii wraz ze wzrostem stężenia wodoru.

PIOTR JANUSZ

**Possibilities of using the gas network for energy storage –  
selected aspects**

**Abstract**

Energy produced from a variety of sources is at the core of each country's economy, and its proper development depends on an efficient system of energy production and processing. Due to the growing environmental awareness, energy from renewable sources is becoming more and more important. Industry, agriculture, and everyone who uses energy on a daily basis would not be able to function without energy. The 1970s energy crisis as well as the development of technology prompted rich countries to take an interest in the development of renewable energy which is characterised by an almost complete elimination of pollution from the natural environment. Despite the fact that renewable energy production is a technology that requires high financial outlays per unit of capacity and needs to be stored, the transition to a low-carbon economy is now one of the main policies pursued by the European Union. The paper reports on energy consumption in selected EU countries in 2010–2017, and describes the structure of the EU energy balance. It presents forecasts for energy consumption in the EU until 2040 according to which energy consumption will be reduced. It shows generation capacities put into operation in the EU in 2018, and how the structure of Poland's energy balance changed between 2010 and 2017. One of the key issues facing the energy sector today is the underdeveloped area for efficient and sustainable energy storage. Chapter 2 presents currently available energy storage technologies. It discusses the division of energy according to the degree of energy conversion and describes six forms in which energy can be stored.

The development of renewable energy technologies and its growing share in the EU energy balance led to a concept that would transform the existing energy subsystems, i.e. electricity and gas. The concept has been called Smart Grid and according to its assumptions, in order to increase the share of energy from RES, closer cooperation should be sought between these energy subsystems. Chapter 3 presents the main assumptions for the establishment and operation of smart grids. It highlights the benefits that can be achieved. One of the basic assumptions is the ability to store electricity from RES by converting it into other energy carriers (hydrogen

or synthetic natural gas) and then storing it using the infrastructure of the gas sector (gas networks, gas storage facilities).

When investigating the possibilities of hydrogen energy storage, the impact of the natural gas-hydrogen mixture on the gas infrastructure should be taken into consideration. Chapter 4 describes the condition of the transmission and distribution infrastructure. It analyses both the possible impact of hydrogen on the current gas network and the potential use of current infrastructure for a given purpose. The author analysed the studies carried out in this field in Europe, focusing mainly on the possible influence of hydrogen on the functioning of measuring devices, control systems, filters and gas detection systems. Hydrogen exhibits completely different physical and chemical properties than the main component of natural gas, i.e. methane. Chapter 5 analyses the influence of hydrogen addition on the basic physical and chemical parameters of the resulting mixture, i.e. combustion heat and calorific value, relative and absolute density, Wobbe index and exchangeability of gaseous fuels. These parameters were calculated by increasing the hydrogen content to a maximum of 20%.

Chapter 6 analyses the effect of hydrogen addition into the natural gas-hydrogen mixture on thermodynamic parameters related to pipeline transport. It indicates hydraulic equations most frequently used for the calculation of basic transmission parameters. It shows how hydrogen affects the change in transmission parameters, i.e. pressure drop, change of mixture speed in a gas pipeline, amount of energy transported, power of compressors used at gas compressor stations. The calculations demonstrate that hydrogen injection has a positive effect on such parameters as pressure drop in the transported mixture, or reduction of required compressor power at gas compressor stations. One of the negative effects is that the amount of transported energy decreases with the increase in hydrogen concentration.