

Dr hab. inż. Wojciech Bujalski, prof. PW,
Instytut Techniki Ciepłej, Politechnika Warszawska

Przyszłość systemów ciepłowniczych

Energetyka jako sektor szeroko rozumiany ulega obecnie dynamicznym zmianom. Do tej pory zmiany technologiczne, które zachodziły w sektorze energetycznym wynikały z relatywnie powolnego rozwoju poszczególnych technologii. To jednak nie powodowało generalnych zmian zasady funkcjonowania. W systemie elektroenergetycznym istniały i istnieją centralne źródła zasilania, system wysokiego średniego i niskiego napięcia oraz odbiorcy. Ten schemat wytwarzania i przesyłu ulega obecnie ewolucji z systemu przepływu jednokierunkowego energii od centralnych źródeł do odbiorcy - w kierunku systemu rozproszonego, gdzie znaczna część energii elektrycznej wytwarzana jest i konsumowana lokalnie przez rozproszonych odbiorców i nie wychodzi poza lokalną sieć niskich napięć.

Tak istotne zmiany nie mogły również ominąć systemów ciepłowniczych. W systemach ciepłowniczych schemat wytwarzania i przesyłu był i jest podobny jak w systemach elektroenergetycznych, tj. od centralnego źródła do odbiorcy poprzez system magistral przesyłowych i sieć dystrybucyjną. To jest oczywiste, że w systemach tych nastąpi lub już następuje również rozproszenie. Ale czy to jest koniec zmian jakie zajądą lub mogą zająć w systemach ciepłowniczych? Wydaje się, że nie.

Podstawą funkcjonowania i celowości systemów ciepłowniczych

był fakt, że duże jednostki wytwórcze miały na tyle dużą sprawność, że mimo strat na sieci ciepłowniczej efektywność dostarczania ciepła do odbiorcy końcowego była wyższa w porównaniu z lokalnym wytwarzaniem ciepła. Nie jest to jedyny czynnik powodujący celowość budowy systemów ciepłowniczych, ale jeden z ważniejszych. Obecnie konkurencja dla systemów ciepłowniczych to np. kotły kondensacyjne, które mają dużo większą efektywność energetyczną niż jednostki w systemach ciepłowniczych. Widać, że jeden z podsta-

wowych celów istnienia systemów ciepłowniczych znika.

W artykule zawarto subiektywną ocenę perspektyw rozwoju systemów ciepłowniczych w perspektywie lat 2040-2050. Podjęto próbę odpowiedzi, czy w ogóle istnienie systemów ciepłowniczych będzie miało sens. Zostanie wskazanych więcej przyczyn, dla których wydaje się, że systemy w obecnej formie nie będą miały sensu. Jednocześnie pokazane będą czynniki, które spowodują, że systemy ciepłownicze będą mogły, a nawet będą musiały, istnieć, ale w innej, zmienionej formie.

■ Obecne trendy rozwoju systemów ciepłowniczych - krótka perspektywa

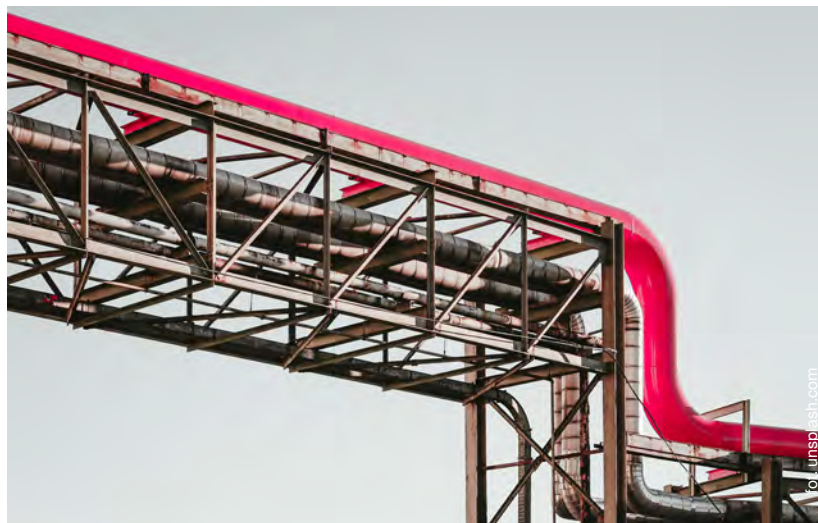
Problemy z jakimi borykają się obecnie systemy ciepłownicze są powszechnie znane. Warto jednak przedstawić najważniejsze z nich, aby możliwe było zdefiniowanie najważniejszych wyzwań stojących przed systemami ciepłowniczymi.

Do najważniejszych obecnie problemów na pewno należy zaliczyć:

- spełnienie wymogów środowiskowych (głównie wynikających z Dyrektywy MCP),
- uzyskanie efektywności energetycznej systemów (zgodnie z Dyrektywą o efektywności energetycznej),
- zwiększenie udziału energii odnawialnej.

Pierwsze dwa wyzwania są bardzo ściśle ze sobą powiązane. Przedsiębiorstwa mające problemy ze spełnieniem standardów emisyjnych (chodzi o przedsiębiorstwa ciepłownicze podlegające pod Dyrektywę MCP [1]) w większości są przedsiębiorstwami, które z punktu widzenia Dyrektywy o efektywności energetycznej [1] są systemami nieefektywnymi. Jest to o tyle korzystne, że przy pomocy „jednej” inwestycji możliwe będzie zrealizowanie dwóch celów. Słowo „jedna” inwestycja zostało wzięte w cudzysłów, ponieważ proces ten może być skomplikowany i etapowy, ale będzie polegał na zastąpieniu zużytego, zawodnego i zamortyzowanego majątku wytwórczego jakąś nową technologią. Z punktu widzenia analizy ekonomicznej jest to korzystne, ponieważ zastępowany będzie majątek już zamortyzowany lub prawie zamortyzowany.

Obserwując sektor ciepłowniczy można stwierdzić, że w większości systemów ciepłowniczych obecnie nieefektywnych i mających problemy z emisjami - przejście na gaz jako



paliwo jest w jakiejś formie rozważane. W pierwszym ruchu wydaje się to sensownym posunięciem, ponieważ pozwoli w relatywnie tanio inwestycyjnie spełnić normy i ułatwić osiągnięcie statusu systemu efektywnego energetycznie. Technologie gazowe poza tym zmniejszą emisję jednostkową CO₂ w porównaniu z technologiami węglowymi, przez co spadnie ryzyko finansowe związane z kosztami zakupu uprawnień (ryzyko rynku ETS). Technologie gazowe dają również znacznie większą elastyczność pracy takich układów. Elastyczność układów gazowych umożliwia świadczenie nowych usług przez przedsiębiorstwa ciepłownicze. Jeżeli taki układ zostanie połączony z układem zasobników ciepła, to powstaje układ o bardzo dużej elastyczności, dzięki któremu możliwe jest aktywne uczestnictwo na rynku energii lub świadczenie usług na rzecz sieci elektroenergetycznej. Dodatkowo taki układ może być doposażony w kocioł elektrodowy zasilający zasobnik ciepła, dzięki czemu możliwe będzie świadczenie kolejnego rodzaju usług - odbiór mocy.

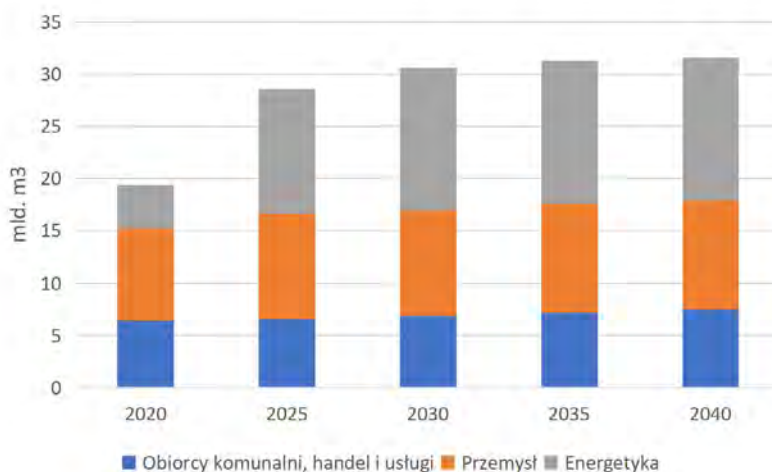
Rozwój układów gazowych obecnie w dużej mierze (pod względem liczby inwestycji) powinien dotyczyć małych systemów ciepłowniczych, ze względu na konieczność osiąga-

nia efektywności energetycznej. Małe przedsiębiorstwo ciepłownicze nie jest w stanie świadczyć tego typu usług, ponieważ wiąże się to z koniecznością nabywania odpowiednich kompetencji i dużymi jednostkowymi kosztami stałymi takich usług. Na rynku pojawiają się już przedsiębiorstwa tworzące tzw. wirtualne elektrownie. Operator taki ma kompetencje i oprogramowanie do zarządzania stroną popytową i podażową. Połączenie działań takich podmiotów powinno dać możliwość generowania zysków na tego typu działalności.

Patrząc na fakt, że znaczna część sektora ciepłowniczego chce zmienić zasilanie na paliwo gazowe, pojawia się pytanie o dostępność gazu. W opinii autora dostępność gazu długoterminowo, czyli w perspektywie lat 2030, 2040 i późniejszych, limitowana jest praktycznie przez zdolności systemu dystrybucji tego gazu. Sektor ciepłowniczy nie jest jedynym sektorem, który będzie chciał w najbliższych latach zwiększyć swoje zużycie. Zapowiadane są istotne inwestycje w elektroenergetyce. Po drugie wycofanie węgla z gospodarstw indywidualnych będzie musiało wygenerować istotny przyrost zapotrzebowania na ten surowiec w tym obszarze gospodarki. Zapotrzebowanie na ciepło

(w energii końcowej) w systemach ciepłowniczych jest szacowane na poziomie 240 PJ, a gospodarstwa domowe na poziomie 480PJ [1]. Wynika z tego, że przyrosty zapotrzebowania na gaz w tych działach gospodarki będą znaczące.

Dokumentem oficjalnym, w którym można próbować szacować zdolności przesyłowe polskiego systemu gazowniczego jest „Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020-2029, Część A - WYCIĄG” [2]. Przedstawiono tam trzy warianty rozwoju systemu gazowniczego, które stanowią wariant minimalny, średni (najbardziej prawdopodobny) i maksymalny (w tym dokumencie nazwany nasyceniem rynku). W wariantcie maksymalnym przewidziany jest przyrost zużycia gazu w sektorze energetycznym z poziomu 4,2 mld m³ do poziomu 13 mld m³. Prognozowane wartości w wybranych latach przedstawiono na rysunku 1. Jak widać przyrost następuje głównie w latach 2020 do 2030, a później jest już tylko bardzo lekki wzrost zapotrzebowania. Widać również, że główny przyrost generowany jest przez energetykę. Odbiorcy komunalni i przemysł mają znikomą przyrost. Przedstawiony przyrost na poziomie 8-9 mld m³ w jednostkach objętości gazu w energetyce przekłada się na przyrost o około 290-360 PJ rocznie w jednostkach energii. Zapotrzebowanie na energię końcową na cele grzewcze w Polsce szacowane jest na poziomie 800-900 PJ, przy czym z tego około 450 PJ to ogrzewanie indywidualne. Z zestawienia tych liczb wynika, że nie jest przewidywany duży wzrost w [2] zapotrzebowania dla sektora indywidualnego oraz że przyrost dla energetyki na poziomie 300 PJ może być głównie skonsumowany przez energetykę zawodową.



Rys. 1. Prognoza rozwoju Gaz System w wariantcie nasycenia rynku na podstawie [2]

Przedstawiony na rysunku 1 charakter zmian świadczy o tym, że planowany jest rozwój energetyki gazowej do 2030 r., co będzie musiało pociągnąć za sobą konieczność inwestycji w rozbudowę systemu, a później okres na zwrot poniesionych nakładów. Takie podejście jest uzasadnione względami ekonomicznymi. Ale jest to również jednym z sygnałów, że niecelowe jest nadmierne rozbudowanie systemu przesyłowego gazu (przy założeniu, że energetyka około 2050 r. będzie neutralna klimatycznie).

Patrząc na krótką perspektywę gazu pojawia się pytanie, czy celowym jest przechodzenie na gaz w ciepłownictwie. Konkurencją dla ciepła sieciowego jest ciepło rozproszone. Efektywność energetyczna systemów rozproszonych opartych o kotły gazowe w większości przypadków może być większa niż systemów ciepłowniczych (licząc łącznie efektywność sieci i źródła) z kotłami gazowymi. Czy ciepło z kotłowni gazowych w systemach ciepłowniczych jest bardziej efektywne ekonomicznie niż ze źródła rozproszonych? Średnie ceny sprzedaży ciepła dla jednostek wytwórczych niebędących jednostkami kogeneracji na podstawie raportu URE¹ w 2019 r.

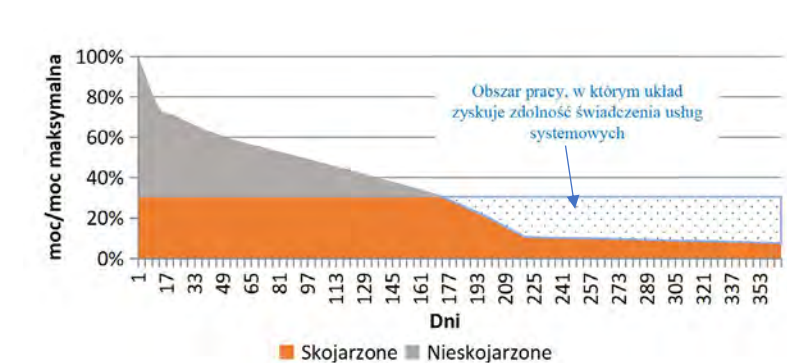
wynosiła 71,94 zł/GJ. Ceny gazu w taryfie W3.6 można przyjąć na poziomie 42 zł/GJ (na podstawie danych URE²). Wartości nie można porównywać bezpośrednio, ponieważ jedna wartość obejmuje wszystkie koszty (operacyjne i inwestycyjne), a druga tylko stanowi koszt paliwowy. Widać jednak, że szczegółowy rachunek konkretnych przypadków może być bardzo różny, tzn. w wielu przypadkach ciepło z lokalnej kotłowni gazowej może być tańsze od ciepła rozproszonego.

W związku z tym należy rozważyć celowość budowy źródeł gazowych kogeneracyjnych na cele zasilania systemów ciepłowniczych. Źródła takie na rynku energii elektrycznej będą musiały konkurować ze źródłami elektrowni gazowych. Jak wskazuje rzeczywistość, w obecnych warunkach w Polsce nie ma ani jednej zawodowej elektrowni gazowej. Wszystkie bloki gazowe i parowo-gazowe zostały zbudowane jako elektrociepłownie. Możliwość „skogenerowania” układu pozwalała na osiągnięcie efektywności ekonomicznej inwestycji. Patrząc jednak na to, jak się ma zmienić rynek energii elektrycznej (plany inwestycyjne poszczególnych elektrowni

¹ <https://www.ure.gov.pl/pl/cieplo/ceny-wskazniki/7904.Srednie-ceny-sprzedazy-ciepla-wytworzonego-w-nalezacych-do-przedsiębiorstw-posia.html>.

² <https://www.ure.gov.pl/pl/urzed/informacje-ogolne/aktualnosci/8593.Nowe-nizsze-ceny-gazu-dla-odbiorcow-w-gospodarstwach-domowych.html>.

w technologii bloków gazowych), należy oczekiwać istotnej zmiany na tym rynku. Nowe bloki energetyczne parowo-gazowe w elektrowni będą posiadały dużą elastyczność, którą mogą wygrywać konkurencję z klasycznymi układami gazowymi kogeneracyjnymi (bez magazynów ciepła). W związku z tym, konieczne będzie budowanie przewagi konkurencyjnej poprzez zwiększanie elastyczności bloków ciepłowniczych. Elastyczność (niezależność od wielkości poboru ciepła) możliwe jest poprzez zastosowanie magazynów ciepła. Obecnie chyba nie trzeba nikogo przekonywać do celowości budowy magazynów krótkookresowych (dobowych). Patrząc jednak w większej perspektywie wydaje się celowym budowanie coraz większych magazynów, w tym tzw. magazynów sezonowych. Konieczność budowania takich magazynów wynika z możliwości uzyskania pełnej elastyczności układów w szczególności w okresie letnim, kiedy dynamika zmian zapotrzebowania na energię elektryczną w systemie elektroenergetycznym będzie duża. Osiągnięcia efektywności energetycznej systemu ciepłowniczego poprzez zainstalowanie tylko kogeneracji (bez udziału źródeł odnawialnych) wymagać będzie udziału mocy zainstalowanej w tego typu układach przynajmniej 30% mocy całkowitej. Przykład pracy takiego układu wyznaczony przy użyciu uśrednionego dla wielu systemów wykresu uporządkowanego przedstawiono na rysunku 2. Z przedstawionego rysunku wynika, że w okresie letnim (około 140 dni = około 3 360 h) 2/3 mocy zainstalowanej w układy kogeneracyjne będzie niewykorzystane. Zwiększenie stopnia wykorzystania tego majątku może nastąpić w przypadku posiadania dużego magazynu sezonowego. Magazyn taki pozwala na to, aby układy w pełni skojarzone (bez członu kondensacyjnego i wynikającej z tego straty związanej



Rys. 2. Przykładowy wykres pracy elektrociepłowni, w której zainstalowane jest 30% mocy zainstalowanej w układach kogeneracyjnych, a reszta w układach niekogeneracyjnych, z zaznaczeniem obszaru możliwych usług systemowych

z kondensacją) mogły pracować w okresie letnim generując energię elektryczną w okresach szczytów przy jej bardzo wysokich cenach, a ciepło oddając do magazynu. Budowa rentowności takich układów, w szczególności budowa magazynów sezonowych, budzi ciągle wątpliwości. Oczywiście magazyny sezonowe są dedykowane głównie do współpracy ze źródłami zasilanymi energią słoneczną.

Z przedstawionego rozważania wynika, że w najbliższym czasie układy gazowe będą miały sens techniczny. Czy jest ono racjonalne ekonomicznie? Wymaga to szerszej analizy i przygotowania dobrych prognoz z uwzględnieniem otoczenia. Szczególnie ważne będzie określenie kosztów i przychodów rynku energii elektrycznej, tj. cen i wymagań jakie ten rynek będzie stawał. W najbliższej perspektywie nie będzie on prawdopodobnie radykalnie inny niż obecnie, choć zmiany ewolucyjne będą coraz szybsze. Przykładem tego jest coraz szybszy przyrost mocy wytwórczych pogodozależnych źródeł energii elektrycznej zasilających system elektroenergetyczny, który wymusza konieczność elastyczności pozostałych sterowalnych jednostek wytwórczych. Będzie to zwiększało możliwości czerpania korzyści z oferowania na rynku elastyczności pra-

cy jednostek wytwórczych, w tym jednostek kogeneracyjnych (wyposażonych w zasobniki dużej pojemności).

W ten sposób wskazano, że gaz może stanowić jedną z form przejściowych zasilania systemów ciepłowniczych i mimo wielu trudności możliwe jest szukanie dróg do osiągnięcia przewagi konkurencyjnej systemów ciepłowniczych. Widać, że coraz bardziej istotne może być szukanie rentowności nowoczesnych układów poprzez świadczenia dodatkowych usług, w szczególności opartych na elastyczności. Wynika z tego, że technologie gazowe mogą rozwiązać problem emisji, zmniejszenia ryzyka rynku ETS oraz osiągnięcia efektywności energetycznej (układy gazowe kogeneracyjne). Nie rozwiązuje jednak problemu zwiększenia udziału energii odnawialnej. W Krajowym planie na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030³ został zadeklarowany przyrost udziału energii ze źródeł na poziomie 1,1% w ciepłownictwie i chłodnictwie (w tym indywidualny). Prowadzone są gorące dyskusje i ustalenia w jakim stopniu musi, czy powinien, wziąć w nim udział sektor ciepłowniczy. W celu lepszego zrozumienia warto popatrzeć jak systemy ciepłownicze powinny wyglądać w perspektywie 2050 r., aby ocenić co powinno się wydarzyć teraz - w szcze-

³ <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/krajowy-plan-na-rzecz-energii-i-klimatu-na-lata-2021-2030-przekazany-do-ke>.

gólności w sprawie budowy źródeł odnawialnych.

■ Długa perspektywa funkcjonowania systemów ciepłowniczych

W celu określenia jak powinny wyglądać systemy ciepłownicze neutralnie klimatycznie (nie określając precyzyjnie kiedy to nastąpi) przyjęto następujące założenia:

- wytwarzanie energii (ciepła i energii elektrycznej) odbywa się w większości w oparciu o pogodozależne, zeroemisyjne jednostki wytwórcze,
- budynki powstające w przyszłości będą praktycznie zero energetyczne,
- nowe budynki ze względu na praktycznie zerowe potrzeby na cele grzewcze zasilane są jedynie z sieci elektroenergetycznej.

Powyższe założenia pozwalają nam stwierdzić następujące rzeczy:

- kogeneracja oparta na paliwach kopalnych, w tym gazie, nie jest już efektywna ekologicznie, a wręcz niemożliwa,
- kurczy się bardzo istotnie rynek ciepła.

Patrząc na to z takiej perspektywy można stwierdzić, że rola systemów ciepłowniczych w systemie energetycznym znika. W opinii autora jednak tak nie będzie. Systemy ciepłownicze powinny stanowić ważny element nowoczesnego systemu energetycznego. Dlaczego? Istnieje kilka powodów, dla których systemy ciepłownicze powinny nadal istnieć.

Pierwszym z elementów jest to, że będą istniały rejony zurbanizowane o dużej gęstości zapotrzebowania na ciepło. Chodzi tu głównie o rejony, które zostały wybudowane lub zostaną wybudowane w najbliższym czasie. Budynki takie nie będą pasywne energetycznie, a za około 30 lat będą cią-

gle istniały. Potrzeby tych obiektów (w wyniku termomodernizacji) będą istotnie niższe niż obecne, ale ciągle istotnie duże. Będzie to powodowało, że gęstość zapotrzebowania na ciepło w takich obszarach na pewno będzie tak duża, że lokalnie ze źródeł odnawialnych nie będzie możliwa do pokrycia. Doprowadzenie energii elektrycznej z zewnątrz może stanowić oczywiście rozwiązanie. Patrząc jednak szerzej, w systemie elektroenergetycznym będzie bardzo pożądana elastyczność i możliwość zarządzania popytem. Będą również poszukiwane wszelkie możliwości obniżenia zapotrzebowania na energię elektryczną. To powoduje, że praktycznie koniecznym będzie pokrywanie takich potrzeb z innych źródeł niż energia elektryczna z systemu elektroenergetycznego. Kolejnym faktem jest to, że w dużych skupiskach ludzkich zawsze będzie mnóstwo energii odpadowej. Energia ta nie będzie dostępna tu i teraz, tylko będzie musiała być transportowana i magazynowana. W związku z tym pojawia się rola dla systemów ciepłowniczych tzw. czwartej generacji. Opisy tych systemów znajdują się w wielu publikacjach [3] [4]. Systemy takie zakładają niską temperaturę zasilania po to, aby w sposób efektywny możliwe było wprowadzanie do sieci energii ze źródeł odnawialnych i ciepła odpadowego.

W aspekcie rozpatrywania potencjalnego miejsca dla systemów ciepłowniczych w przyszłości wydaje się, że jeszcze ważniejszym elementem będzie konieczność znalezienia bardzo tanich magazynów energii z pogodozależnych źródeł energii elektrycznej (systemowych). Istnienia dużych magazynów energii jest warunkiem koniecznym, aby energia ze źródeł pogodozależnych mogła stanowić większość energii w systemie elektroenergetycznym, a jest to szczególnie ważne, gdyby miała stanowić praktycznie całość energii. Wymusza to konieczność budowy magazynów o dużych pojemnościach i magazynują-

cych energię długookresowo. Z obecnej perspektywy budowa takich ilości magazynów opartych na akumulatorach nie będzie możliwa po pierwsze ze względu na cenę oraz prawdopodobnie na brak pierwiastków na świecie (np. lit). Magazyny oparte na akumulatorach będą powstawały, ale raczej do rozwiązywania problemów sieci elektroenergetycznej krótkookresowych o dużej dynamice zmian. Natomiast generacja ze źródeł pogodozależnych (panele fotowoltaiczne) będzie głównie w okresie letnim. To będzie wymagało dużych magazynów i magazynowania długookresowego. Główny ciężar będzie prawdopodobnie spoczywał na energetyce wodorowej. Inwestycyjnie jest to technologia droga i będzie ona wymagała relatywnie dużego stopnia wykorzystania. W związku z tym ciągle pozostaną piki, które będą potrzebowały taniego sposobu magazynowania energii. Takim rozwiązaniem wydają się być systemy ciepłownicze z magazynami sezonowymi oraz kotłami np. elektrodowymi.

Kolejnym elementem, który należy rozważyć jest to, że budynki będą dążyły do samowystarczalności energetycznej. Kierunek ten wydaje się celowy. W Unii Europejskiej jednym z głównych celów badawczych jest rozwój tzw. PEDs, czyli Positive Energy Districts (pozytywna energia osiedli). Wydaje się, że jednym z kluczowych elementów do osiągnięcia możliwości samowystarczalności grupy budynków będzie możliwość wymiany energii między budynkami. Wiemy, że czym mniejsza grupa odbiorców, tym mniejszy jest stopień wykorzystania mocy zainstalowanej i rosną koszty stałe zasilania takich odbiorców (bardzo duże piki zapotrzebowania). Aby wyrównać obciążenie potrzebne będą możliwości magazynowania i wymiany energii między budynkami. Jedną z form wymienianej energii może być ciepło i do tego celu bardzo dobrze będą nadawały się sieci ciepłownicze.

⁴ <http://ectogrid.com/>

Patrząc na zachodzące zmiany w systemie energetycznym widać, że rola systemów ciepłowniczych będzie się zmieniała. Sieć ciepłownicza przesyłowa ze źródła centralnego do odbiorców stanie się siecią służącą jako „giełda ciepła”. Nad takimi rozwiązaniami prowadzone są badania. Przykładem może być [5]. Istnieją już komercyjne typu tego rozwiązania oferowane przez firmy w postaci licencji⁴. Ogólnie idea tego typu sieci ciepłowniczych polega na tym, że sieć posiada szynę gorącą i zimną, przy czym gorąca szyna może być na poziomie temperatur około 40°C, a zimna na poziomie 20°C. Są to tak zwane sieci 5-tej generacji. Sieć 5-tej generacji zakłada, że będzie ona pracowała w pętli zamkniętej. Nie będzie jednego źródła zasilającego tylko wielu użytkowników wymieniający przez nią energię.

■ Wnioski

W artykule przedyskutowano wybrane aspekty rozwoju systemów cie-

płowniczych. Wskazano w nim, że gaz może być częścią rozwiązania transformacji z obecnego kształtu systemów ciepłowniczych do systemów zeroemisyjnych. Wskazano wizję systemów ciepłowniczych w systemie energetycznym neutralnym klimatycznie.

Patrząc z obecnej perspektywy na to, co miałyby się wydarzyć w perspektywie 2050 r. widać, że konieczne jest szersze patrzyenie na zmiany w systemach ciepłowniczych. Widać również, że w decyzjach podejmowanych obecnie powinno być widać wizję przyszłych systemów. Jest to jednak niezmiernie trudne, ponieważ pojawiają się podstawowe pytania:

- jak uwzględnić koszty związane z transformacją i jak prawidłowo policzyć koszty, aby możliwe było obecnie prawidłowe kształtowanie systemu?
- jak będą wyglądały pozostałe elementy systemu energetycznego, w tym np. emobility, ponieważ

w tych super nowoczesnych systemach wpływ poszczególnych elementów na siebie będzie bardzo duży?

- jak silne wsparcie ze strony państw dla sektora ciepłowniczego zostanie udzielone w celu wykonania transformacji w sposób najlepszy z punktu widzenia społecznego?

Podsumowując, wierzę, że systemy ciepłownicze w 2050 r. będą istniały. Aby mogły istnieć i nie przegrały konkurencji, już obecnie trzeba bardzo silnie pracować nad ich rozwojem i zmianami. Poziom niewiedzy o tym, co będzie za trzydzieści lat jest duży. Ale zgodnie ze słowami Dwight Eisenhower „Plan jest niczym, planowanie wszystkim”, trzeba planować obecnie to, co będzie za trzydzieści lat i ciągle modyfikować te plany zgodnie z najlepszą dostępną wiedzą. □

Bibliografia

[1] Forum Energii *Analiza i Dialog*, „Czyste ciepło 2030 - Strategia dla ciepłownictwa,” Warszawa, 2019.

[2] „Krajowy dziesięcioletni plan rozwoju systemu przesyłowego; Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na paliwa gazowe na lata 2020-2029; Część A - wyciąg,” Warszawa, kwiecień 2019.

[3] H. Lund, S. Werner, R. Wiltshire, S. Svendsen, J. E. Thorsen, F. Hvelplund i B. V. Mathiesen, „4th Generation District Heating (4GDH). Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems.,” *Energy*, nr 68, pp. 1-11, 2014.

[4] H. Lund, N. Duic, P. A. Østergaard i B. V. Mathiesen, „Smart Energy and District Heating,” *Special Issue dedicated to the 2016 Conference on Smart Energy Systems and 4th Generation District heating*, nr 160, 2018.

[5] S. Boesten, W. Ivens, S. C. Dekker i H. Eijndems, „5th generation district heating and cooling systems as a solution for renewable urban thermal energy supply,” *Advances in Geosciences*, tom 49, pp. 129-136, 2019.