

Mapa drogowa dla rynku magazynów ciepła w Polsce

Streszczenie

Autorzy: zespół pracowników IEO, red. Grzegorz Wiśniewski

Partner: PIME

Przedmowa:

*Urszula Zielińska - sekretarz stanu w MKiŚ oraz
Dorota Zawadzka -prezes NFOŚiGW, Grzegorz Onichimowski - prezes PSE*

Patronat:

IGCP, NCBR, SPIUG

Partnerzy:

ECO, PGE ESV, Veolia, Enspiron, PSE, ASE, Connectpoint, PGNiG Termika, Solmax, Wärtsilä

Kontakt do autorów: CieplozOZE@ieo.pl

Transformacja systemu energetycznego zgodnie z Porozumieniem Paryskim i unijnym pakietem klimatycznym FiT-for-55 wraz ze strategią „sector coupling” wymaga szybkiego wzrostu wykorzystania OZE we wszystkich sektorach końcowego zużycia energii. Ten fakt zwiększa zapotrzebowanie na magazynowanie energii w różnych postaciach, w tym w ciepłe oraz tworzy możliwości zwiększenia i asymilacji energii elektrycznej z OZE w efekcie elektryfikacji i głębokiej integracji sektorów energii elektrycznej, ciepła i transportu.

Również w dokonującej się transformacji energetycznej w Polsce zaczęto dostrzegać możliwości jakie daje magazynowanie energii w ciepłe. Najpierw dostrzeżono potencjał magazynowania w formie ciepła nadwyżek energii z OZE w sektorze prosumenckim (program „Mój Prąd” od 2022 roku), następnie w ciepłownictwie (np. program „OZE- Odnawialne Źródło Energii dla Ciepłownictwa” (2024). Magazyny ciepła w ciepłownictwie i budownictwie wielorodzinnym pojawiły już w 2021 roku w KPO i w programie „Ciepłownia przyszłości” (2021).

Ostatnio, wraz z ograniczeniami pracy w systemie elektroenergetycznym źródeł wiatrowych i słonecznych, magazynowanie energii elektrycznej w ciepłe coraz częściej rozważane jest w planach stabilizacji sieci energetycznych w okresach nadpodaży energii elektrycznej generowanej przez OZE. Tego typu podejście zostało dostrzeżone w nowym planie PSE rozwoju sieci do 2034 roku, gdzie rozważane są nowe narzędzia wzrostu elastyczności systemu elektroenergetycznego i ograniczania skali redukcji pogodozależnych OZE dzięki integracji sektorów elektroenergetyki i ciepłownictwa.

Technologie sprzęgania sektorów energii elektrycznej i ciepła, wsparte technologiami magazynowania energii cieplnej (*Thermal Energy Storage* -TES) mogą zatem pomóc w zakresie dalszego zwiększania udziału energii odnawialnej i wzrostu jej wykorzystania w ciepłownictwie systemowym, ogrzewnictwie i w przemyśle.

Przytoczone powyżej fakty, skłoniły autorów raportu do podjęcia dyskusji z branżą ciepłownictwa i ogrzewnictwa i oraz operatorem sieci przesyłowej na temat obecnego stanu magazynowania energii w postaci ciepła w Polsce, analizie dostępnych technologii i możliwości ich wdrożenia w poszczególnych segmentach gospodarki do roku 2030. Zaznaczyć należy przy tym, że dotychczas w Polsce nie istnieje opracowanie ujmujące aspekty magazynowania ciepła komplementarnie. W opracowanym przez IEO raporcie, autorzy we współpracy z branżą (ankietowanie) i ekspertami przedstawiają dominujące obecnie technologie: magazynowanie ciepła krótkoterminowe i długoterminowe (w tym sezonowe) oraz niskotemperaturowe i wysokotemperaturowe (w szczególności w kontekście zmian na rynku energii elektrycznej).

W raporcie dokonano oceny potencjału rozwoju magazynów o pojemności 200-400 litrów wobec rozwoju prosumeryzmu (ograniczenia źródeł prosumenckich) i elektryfikacji ogrzewnictwa (taryfy dynamiczne dla gospodarstw domowych). Uwzględniono problem częstszych wyłączeń źródeł prosumenckich PV oraz korzyści z magazynów ciepła dobowego i weekendowego. Uwzględniono też magazyny 1.000-10.000 litrów w sektorze usług (*commercial*) i spółdzielni mieszkaniowych oraz magazyny z przemianą fazową (kompaktowość i stabilizacja temperatury odbioru ciepła).

Niezwykle istotnym aspektem poruszonym w przedstawionej pracy jest magazynowanie ciepła w ciepłownictwie systemowym. Ten segment posiada wg autorów największy potencjał wykorzystania magazynów ciepła przy uzyskaniu synergii w zakresie największych generacji podzależnych źródeł OZE i zapotrzebowaniu na ciepło w systemach grzewczych. W szczególności analizowano potencjał magazynów sezonowych ciepła ziemnych (o pojemności 30-100 tys. m³) oraz magazynów stalowych (10-30 tys. m³) do świadczenia usług systemowych.

Trzecim segmentem o ogromnym potencjale z punktu widzenia magazynowania ciepła jest przemysł i energetyka. (Te dwa sektory wykorzystują najczęściej w procesach technologicznych ciepło wysokoparametrowe np. w postaci pary technologicznej z zagwarantowaniem nieprzerwanej pracy przez całą dobę. Potrzeby tych segmentów są olbrzymie, jednak technologie, które będą w stanie magazynować energię w postaci ciepła o wysokich parametrach temperaturowych są w Polsce dopiero w fazach koncepcji testów (np. konwersja bloków węglowych na energię elektryczną z OZE) i na ich komercyjne wdrożenia będzie trzeba poczekać do 2030 roku.

Bez wątplenia segment magazynowania energii w postaci ciepła będzie się dynamicznie rozwijał. Nie będzie to jednak możliwe bez uporządkowania strony prawnej. Ustawodawca stosunkowo późno przewidział rosnące znaczenie tego segmentu np. wprowadzając do prawa definicję magazynów ciepła (jako magazynów nieodwracalnych – „Power-to-X” w przeciwieństwie do dostrzeżonych wcześniej magazynów odwracalnych typu „Power-to-Power”) dopiero w 2023 roku(wtedy wdrażając z opóźnieniem dyrektywy unijne z 2019 roku). Magazyny ciepła nie są jeszcze szeroko eksponowane zarówno w projektach strategii dla ciepłownictwa jak i polityki energetycznej PEP2040.

Nie w pełni i nie powszechnie dostrzeżono wyjątkowe korzyści jakie technologie magazynowania ciepła oferują, w tym pomoc w oddzieleniu bieżącego zapotrzebowania na ciepło od natychmiastowej produkcji energii z OZE i dostępności energii z konwencjonalnych źródeł wytwórczych. Wynika z tego elastyczność pozwalająca na znacznie większą absorpcję energii z pogodozależnych źródeł odnawialnych. Wielorakie technologie TES zmniejszają zapotrzebowanie na kosztowne wzmocnienia sieci, pomagają zrównoważyć popyt na nośniki energii w cyklach godzinnym, dobowym, tygodniowym i sezonowym oraz wspierają przejście na system energetyczny oparty głównie na odnawialnych źródłach energii.

W Polsce na potrzeby grzewcze spalane jest rocznie 24 mln ton węgla i 4,5 mld m³ gazu, z czego indywidualne gospodarstwa domowe zużywają 12 mln ton węgla przy zapotrzebowaniu 850-950

PJ/rok z czego 150-200 PJ/rok w przemyśle. Tymczasem zarówno ogrzewnictwo indywidualne jak i ciepłownictwo systemowe stoją przed wyzwaniem związanym z realizacją celów wynikających z przyjętego w Europejskiego Zielonego Ładu i wymaganą redukcją emisji CO₂ o 55% do 2050 roku oraz konkretnymi wymogami na 2030(wzrostu udziałów energii z OZE w ramach dyrektywy budynkowej i dyrektywy OZE). Przyjęty cel redukcyjny i związany z nim wzrost cen uprawnień do emisji CO₂ oraz wymóg wzrostu udziałów OZE (jedeny sektor w całej energetyce mający w tym zakresie konkretne zobowiązania na 2030 rok) ma fundamentalne znaczenie dla modernizacji sektora ciepłowniczego i technologii wykorzystywanych w procesie transformacji ciepłownictwa. Wszystkie te działania znalazły swój wyraz w kilku najnowszych unijnych dyrektywach ETS, REDIII, EED, IED oraz MCP.

Powyższe wyzwania powodują, że zarówno ciepło systemowe jak i ogrzewnictwo indywidualne muszą sprostać zwiększeniu udziału OZE w produkcji energii końcowej. Z kolei wzrost liczby zainstalowanych instalacji prosumenckich, budowa nowych farm wiatrowych oraz dużych instalacji (farm) fotowoltaicznych utrzyma tendencję wzrostową w najbliższych latach, co wobec niedoinwestowanych sieci dystrybucyjnych i z powodów bilansowych (moc pogodozależnych OZE w określonych godzinach przekracza zapotrzebowanie) będzie przyczyną okresowych ograniczeń produkcji. Można to już wyraźnie obserwować od II kwartału 2023 roku.

Sektor ciepłowniczy ma olbrzymi potencjał jako odbiorca energii elektrycznej i jest niewykorzystanym buforem na nadwyżki energii z OZE. Ciepło w strukturze zużycia energii finalnej brutto w 2020 roku stanowiło 53% (przy 20% energii elektrycznej) (metodyka Eurostat) i to obrazuje jak duży potencjał ma łączenia sektorów w Polsce - tabela.

Tabela. Zużycie energii finalnej brutto w 2020 roku wg metodyki Eurostat. Źródło Eurostat, oprac. IEO)

Zużycie energii końcowej 2020	TWh	udział [%]
zużycie ciepła	447	53%
zużycie energii elektrycznej	170	20%
zużycie paliw w transporcie	228	27%
finalne zużycie energii brutto	846	100%

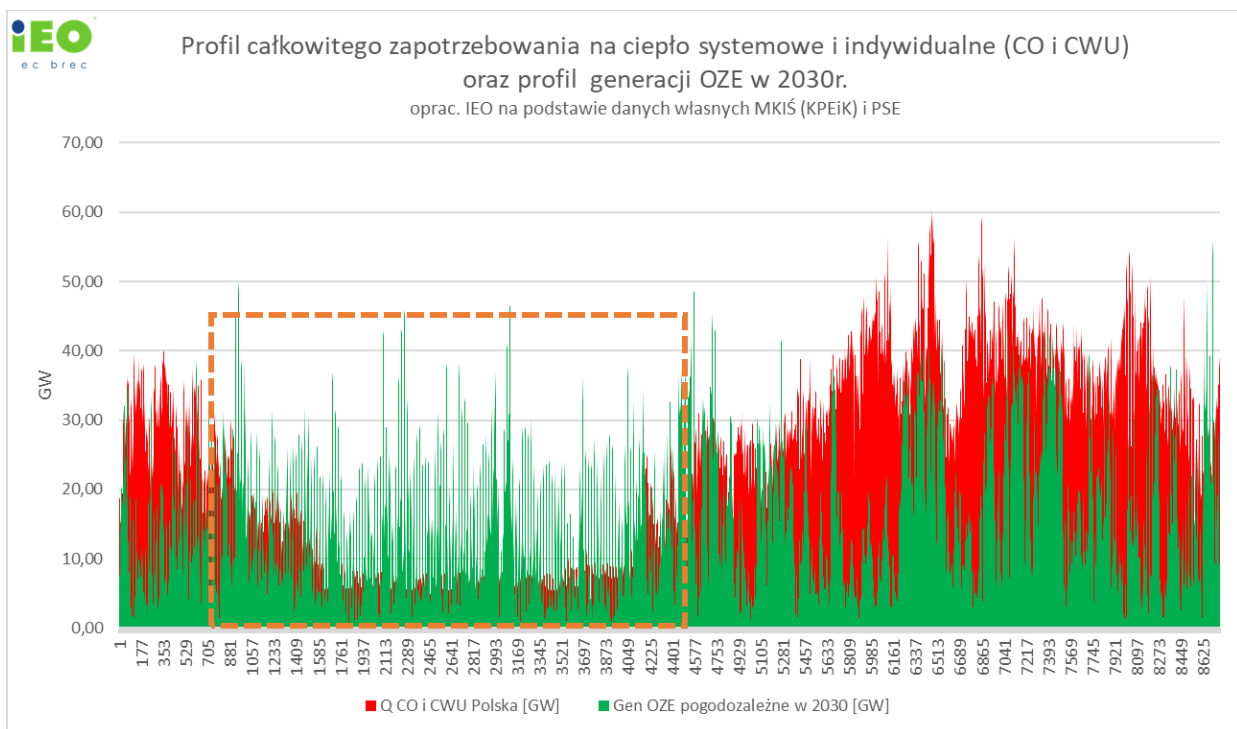
Wobec szybkiego wzrostu mocy OZE odpowiedzią na nadwyżki energii elektrycznej staje się zatem łączenie sektorów poprzez elektrogrzewnictwo oparte na nadwyżkach energii elektrycznej z OZE (tzw. *greenPower-to-Heat*), które za pośrednictwem bojlerów i ogrzewaczy rezystancyjnych elektrycznych, kotłów elektrodowych, czy pomp ciepła pozwala na konwersję energii elektrycznej w ciepło. Na wykresie poniżej zobrazowano potencjał ciepłownictwa do przejmowania generacji pogodozależnej OZE w efekcie postępującej elektryfikacji.

Wysokosprawne (sprawność rzędu 99.9%) i relatywnie tanie kotły elektrodowe, czy pompy ciepła mogą pracować skutecznie jedynie z różnymi typami magazynów ciepła. W ujęciu prosumenckim są to zasobniki ciepła (bufory), natomiast w ciepłownictwie będą to magazyny dobowe (również jako uzupełnienie kogeneracji). W zastosowaniach ciepłowniczych są to przede wszystkim wielkoskalowe sezonowe magazyny ciepła pozwalające na magazynowanie nadwyżek energii elektrycznej z OZE, ale również ciepła z OZE (kolektory słoneczne, geotermia), ciepła odpadowego czy nadwyżki ciepła z instalacji biomasowych i konwencjonalnych w dużych ciepłowniach i nowoczesnych elektrociepłowniach.

Autorzy raportu przeprowadzili ankiety wśród przedsiębiorstw ciepłowniczych, na podstawie których stwierdzono, że 100% ankietowanych zamierza oprzeć rozwój systemu ciepłowniczego o magazynowanie ciepła oraz odnawialne źródła energii. Te deklaracje znalazły swoje odzwierciedlenie w preferowanych technologiach dotyczących źródeł ciepła. 54% spośród ankietowanych przedsiębiorstw wyraziło zainteresowanie inwestycjami w dobowe magazyny ciepła, a 46% w sezonowe. Spośród technologii OZE największym zainteresowaniem cieszyły się kotły biomasowe (39%), technologia P2H (24%) oraz kolektory słoneczne (22%). Przedsiębiorstwa te stawiają na dywersyfikację źródeł w procesie dążenia do osiągnięcia statusu efektywności energetycznej, ale zawsze wspólnym mianownikiem pozostaje magazyn ciepła – dobowy lub w większości magazyn sezonowy.

Dziś już wiadomo, że nie można osobno rozpatrywać systemów elektroenergetycznych i ciepłowniczych. Istotą dalszej efektywnej dekarbonizacji zatem staje się sector coupling oraz magazynowanie energii. Bez wątpienia magazyny energii cieplnej (ciepła) mogą sprzyjać i przyspieszać integrację sektorów (sector coupling) w zakresie produkcji energii elektrycznej i jej przesyłu oraz ogrzewnictwa, ciepłownictwa i chłodzenia z wykorzystaniem inteligentnych systemów zarządzania energią.

Badając potencjał ciepłownictwa do absorpcji generacji OZE dokonano analiz sumarycznego profilu ciepłowniczego dla Polski (łącznie CO i CWU dla ogrzewnictwa i ciepłownictwa) i profilu generacji pogodozależnych OZE na 2030 rok



Rysunek: Zestawienie szacowanych profili łącznego zapotrzebowania na ciepło systemowe i indywidualne nad CO i CWU w 2030 roku oraz profil generacji pogodozależnych OZE w 2030 roku

Wyraźna nadwyżka generacji OZE nad ciepłownictwem w okresie kwiecień-wrzesień, a więc poza sezonem grzewczym, stanowi o olbrzymim i rosnącym potencjale magazynowania ciepła.

Z przeprowadzonych przez IEO badań szacuje się, że potencjał magazynowania ciepła w sektorze ciepłowniczym wynosi 57,4 GWh/dobę a przy uwzględnieniu ograniczeń technicznych i dostępności terenu realny potencjał to 6651 GWh/rok. Warto zaznaczyć, że największy potencjał posiadają

przedsiębiorstwa ciepłownicze o mocy 10-50 MW, których w Polsce jest aż 178. Z jednej strony zatem dzięki zastosowaniu magazynów ciepła możliwe jest osiągnięcie systemu efektywnego energetycznie, ale, co równie ważne, umożliwienie lokalnej konsumpcji nadwyżek generowanych przez źródła OZE bez nadmiernego obciążania sieci energetycznych. Rynek inwestycji w tym sektorze w Polsce związany z samymi magazynami ciepła na jaki wskazuje ww. potencjał to 24,5 mld zł, a dla samych ciepłowni o mocy w przedziale 10-50 MW to 7,5 mld zł.

W raporcie oszacowany został też potencjał magazynów ciepła na 2030 rok w ogrzewnictwie obejmujący m.in. 6,6 mln buforów ciepła służących zaopatrzeniu gospodarstw domowych w ciepłą wodę użytkową, zdolnych zmagazynować w cyklach dobowych blisko 4,2 TWh energii elektrycznej, zasadniczo nadwyżek energii z OZE rocznie o wartości inwestycji ponad 30 mld zł. Na tym etapie nie uwzględniano potencjału wykorzystania magnezyów ciepła (na potrzeby) ogrzewania. Przyjęto, że bardziej masowe inwestycje w magazynowanie ciepła do ogrzewania domów będą miały miejsce dopiero po 2030 roku.

Jest to znaczący potencjał w skali Europy i świata. Globalny rynek magazynów ciepła może potroić się do 2030 roku. Oznacza to wzrost pojemności TES z 234 gigawatogodzin (GWh) w roku 2019 do ponad 800 GWh w ciągu dekady. Wg International Renewable Energy Agency inwestycje w aplikacje TES osiągną od 13 do 28 miliardów USD w tym samym okresie. Polska ma w tym obszarze potencjał i może stać się (podobnie jak w fotowoltaice) jednym ze światowych liderów w magazynowaniu ciepła z OZE. Wielkość krajowego rynku rośnie wraz z oczekiwanym szybkim tempem rozwoju OZE do 2030 roku (przy ograniczonej elastyczności systemu energetycznego) i z trwającymi wystarczająco długo inwestycjami w kogenerację (efektem wcześniejszych inwestycji w paliwa kopalne jest nadmiarowe ciepło do zagospodarowania w okresie letnim).

Obecna sytuacja związana z dynamicznymi zmianami, jakie mają miejsce na rynku, związane z cenami energii i paliw, włączeniami źródeł OZE jak i koniecznością przyspieszonej dekarbonizacji ciepłownictwa będą motorem napędzającym dynamiczny rozwój magazynów ciepła. Technologie magazynowania ciepła są dostępne, ale podążanie za potrzebami rynku wymaga szeregu działań legislacyjnych zarówno w obszarze definicji magazynów ciepła i urządzeń towarzyszących (kotły elektrodowe) oraz definicji ciepła z OZE, taryf elektrogrzewniczych i taryfowania wieloźródłowych zeroemisyjnych ciepłowni z kilkoma OZE i magazynami ciepła, przyspieszenia procesów inwestycyjnych i formalno-prawnych, odpowiedniego ukierunkowania systemów wsparcia (obowiązek zakupu magazynów energii przez prosumenta i rozpatrywanie magazynów ciepła jako elementu wsparcia dla pracy całego systemu ciepłowniczego obejmującego zarówno OZE jak i konwencjonalne, ale nieelastyczne źródła ciepła).

Wyniki raportu są kanwą do wypracowania stanowiska branży i ekspertów dla administracji państwowej, włączonej już wcześniej w prace nad raportem. Dalsze prace nad rekomendacjami na podstawie wniosków z Raportu będą prowadzone m.in. ramach działalności Zespołu ds. Magazynowania Ciepła przy PIME.

Więcej na stronach Partnerów projektu

<https://ieo.pl/raporty-i-artkuly-ieo-oze-w-polskim-cieplownictwie>

<https://www.pime.com.pl/akademia-wiedzy-pime/raport-mapa-drogowa-dla-ryнку-magazynow-ciepła/o-raporcie>