



Energetyzując polską przyszłość

Optymalizacja systemu elektroenergetycznego
i ciepłowniczego na następną dekadę

Więcej informacji znajdziesz na stronie www.wartsila.com



Spis treści

- 3 Podsumowanie
- 4 Wstęp
- 5 Czysta energia w Polsce w przyszłości
- 10 Optymalizacja indywidualnych systemów ciepłowniczych
- 13 Wnioski
- 14 Metodologia

Podsumowanie

Zwiększanie produkcji energii ze źródeł odnawialnych ma fundamentalne znaczenie dla globalnego przejścia do stanu zero netto. W przypadku polskiego systemu sieci elektroenergetycznych i ciepłowniczych, w którym dominuje węgiel, przejście wiąże się zarówno z wyzwaniem, jak i ogromnymi możliwościami. W niniejszym badaniu Wärtsilä wykorzystuje zaawansowane modelowanie opracowane przez PLEXOS®, aby zbadać możliwości kooptymalizacji tych sektorów w ciągu następnej dekady. Wyniki stanowią propozycję pragmatycznej i opłacalnej strategii wdrożenia w Polsce planów wycofania się z węgla i wykorzystania odnawialnych źródeł energii, przy jednoczesnym zwiększeniu zrównoważonego rozwoju, elastyczności i dostępności cenowej systemów elektroenergetycznych i ciepłowniczych.

Z modelowania wynika, że łączenie polskiego systemu elektroenergetycznego i ciepłowniczego zapewnia wymierne korzyści. W szczególności taka strategia ułatwia harmonijne przejście od systemu elektroenergetycznego i ciepłowniczego opartego na węglu do systemu opartego w większości na odnawialnych źródłach energii. Takie podejście oferuje znaczne korzyści w zakresie kosztów i emisji, z oszczędnościami na poziomie łącznie 3,8 miliarda euro (EUR) i redukcją rocznej emisji dwutlenku węgla (CO₂) o 57% do 2032 r. Co ciekawe, jest to możliwe pomimo oczekiwanego wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną. To droga, która nie tylko prowadzi Polskę w kierunku osiągnięcia celów redukcji emisji, ale także zapewnia przyszłościową infrastrukturę oraz bezpieczne i ekonomiczne dostawy energii.

Modelowanie potwierdza, że po kooptymalizacji dystrybucja sektora elektroenergetycznego i ciepłowniczego umożliwi zwiększone wykorzystanie energii odnawialnej i pomp ciepła w celu zastąpienia planowo wycofywanego węgla.

Jednym z najważniejszych wniosków jest znaczenie tworzenia elastycznych zasobów generujących w systemach ciepłowniczych. W szczególności zastosowanie pomp ciepła i kogeneracyjnych silników gazowych ma kluczowe znaczenie dla skutecznej integracji odnawialnych źródeł energii. Elastyczne technologie ciepłownicze odgrywają kluczową rolę w równoważeniu okresowego wytwarzania energii odnawialnej, zapewniając jednocześnie niezawodne i stabilne dostawy energii elektrycznej i ciepła.

Badanie dotyczy specyficznych wyzwań stojących przed Polską, związanych z dekarbonizacją jej przestarzałych i nieefektywnych systemów ciepłowniczych zasilanych węglem. Podejście polegające na kooptymalizacji nie tylko gwarantuje bardziej zrównoważony i efektywny koszyk energetyczny, ale także stanowi najbardziej opłacalną ścieżkę przejścia, która pozwala to osiągnąć.

Optymalizacja czystej energii w Polsce w przyszłości

- Odnawialne źródła energii zapewniają tanią energię i pomagają w dekarbonizacji energii i ogrzewania.
- Pompy ciepła, silniki kogeneracyjne i magazyny ciepła gwarantują zrównoważony system zasilania podczas dostarczania ciepła.
- Kooptymalizacja energii elektrycznej i ogrzewania to najtańsza opcja, która prowadzi do łącznych oszczędności na poziomie 3,8 miliarda EUR i redukcji rocznej emisji CO₂ o 57% do 2032 r.



Wstęp

Doświadczenie Wartsila w modelowaniu

Wärtsilä jest światowym liderem w zakresie rozwiązań umożliwiających przejście do bardziej zrównoważonych społeczeństw. Z misją przyspieszenia przejścia w kierunku przyszłości w 100% odnawialnej, firma Wärtsilä opracowała duże możliwości w zakresie modelowania systemów energetycznych. Korzystając z oprogramowania PLEXOS®, Wartsila przeprowadziła niespełna 200 analiz dla różnych krajów i systemów z całego świata, aby wskazać optymalne projekty systemów, które wspierają integrację odnawialnych źródeł energii oraz zmniejszają koszty operacyjne i emisje systemów.

Krajobraz energetyczny Europy przechodzi głęboką transformację, która charakteryzuje się istotnym przejściem w stronę odnawialnych źródeł energii i redukcji emisji gazów cieplarnianych.

W tym zmiennym krajobrazie energetycznym Polska znajduje się w wyjątkowej sytuacji. Węgiel odgrywa kluczową rolę, bowiem zapewnia 61% produkcji energii i 80% produkcji ciepła w Polsce. Dominacja węgla w gospodarce stanowi zatem trudny punkt wyjściowy do pracy podczas następczej dekady. Co więcej, obecna docelowa data rezygnacji Polski z węgla jest późniejsza niż cel na rok 2030 wyznaczony przez większość pozostałych państw członkowskich UE.

Niemniej jednak Polska odniosła ważny sukces w dążeniu do transformacji energetycznej. Atrakcyjne warunki inwestycyjne w zakresie fotowoltaiki (PV) sprawiły, że kraj jest jednym z najszybciej rozwijających się rynków fotowoltaiki w UE. Kompleksowa strategia dotycząca morskiej energetyki wiatrowej przyczyniła się też do zawarcia transakcji na dostawę mocy o mocy 5,9 gigawata (GW) do 2027 r. (Przegląd polityki energetycznej Polskiw 2022 r., IEA).

Pomimo tego początkowego postępu na długiej drodze Polski do stanu zero netto pozostaje szereg wyzwań. W obliczu rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną należy osiągnąć stopniową dekarbonizację. Ponadto infrastruktura kraju jest przestarzała i nieefektywna, co utrudnia integrację źródeł odnawialnych.

Jednak przede wszystkim, wyzwanie dla Polski obejmuje odejście od węgla systemów ciepłowniczych. Pomimo istnienia ogólnego konsensusu dotyczącego dekarbonizacji systemu elektroenergetycznego poprzez integrację nowej fali wytwarzania energii słonecznej i wiatrowej, wśród zainteresowanych stron istnieje wyraźna niepewność co do równoważnej drogi dla ciepłownictwa.

Wyzwania są powiązane z szeregiem warunków. Po pierwsze systemy ciepłownicze charakteryzują się nieefektywnością i wysoką emisją gazów cieplarnianych, która wynika z produkcji ciepła w oparciu o węgiel, przestarzałej infrastruktury i nieoptymalnej eksploatacji. Drugie wyzwanie odnosi się do skali, gdyż kraj posiada największy pod względem rurociągów system ciepłowniczy w UE. Obecny system jest też obciążający finansowo, ponieważ przyczynia się do ubóstwa energetycznego, a jego koszty rosną w związku z nieprzestrzeganiem unijnych przepisów dotyczących uprawnień do emisji CO₂.

Sprostanie wyzwaniom w sposób strategiczny i oparty na danych może zapewnić Polsce ogromne możliwości.

Wykorzystanie tych możliwości oznacza, że perspektywa bezpiecznej, ekonomicznej i zrównoważonej energii jest w zasięgu ręki. Modelowanie PLEXOS® opracowane przez firmę Wärtsilä otwiera i wskazuje zoptymalizowaną drogę wykorzystania przez Polskę korzyści płynących z łączenia energii elektrycznej i ciepłownictwa. To podejście obiecuje przynieść znaczne korzyści środowiskowe, gospodarcze i społeczne, kładąc fundamenty pod pełną dekarbonizację w przyszłości.

Czysta energia w Polsce w przyszłości

Wyniki modelowania

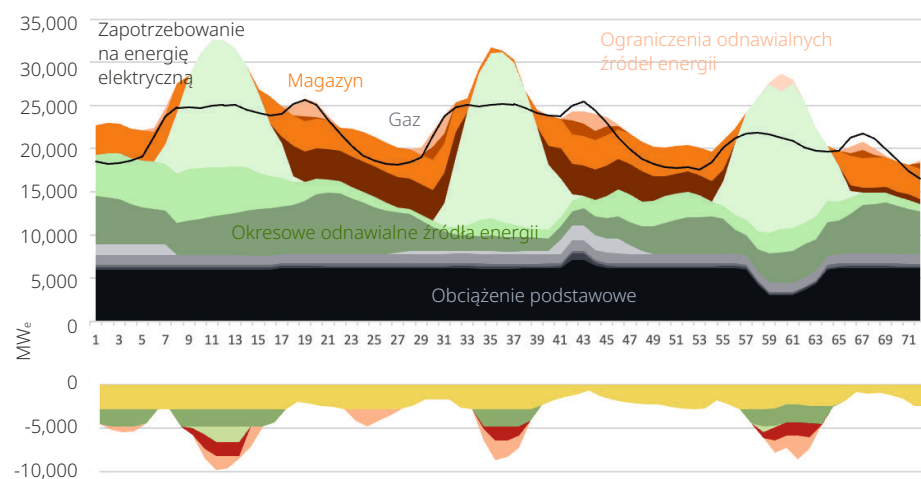
Zoptymalizowany koszyk dla Polski

Polska podróż w kierunku dekarbonizacji jest już na zaawansowanym etapie. Istnieje jednak wiele możliwości optymalizacji ścieżki prowadzącej do celu. Dzięki wykorzystaniu istniejących i planowanych możliwości oraz wyborom nowych szans PLEXOS® opracowuje zoptymalizowany zestaw, który wspiera integrację odnawialnych źródeł energii i zastąpienie wycofywanego węgla w energetyce i ciepłownictwie w ciągu najbliższych dziesięciu lat. Poprzez łączenie sektorów nadwyżkę wytwarzania energii odnawialnej można wykorzystać na potrzeby ciepłownictwa. Elastyczne technologie ciepłownicze zapewniają dodatkowe zrównoważenie, co tworzy symbiotyczny i wydajny koszyk.

Przedstawienie dystrybucji po kooptymalizacji w ciągu trzech dni w marcu 2030 r.

PLEXOS® godziną po godzinie symuluje 10-letni horyzont modelowania i znajduje optymalne pod względem kosztów połączenie dla sektora elektroenergetycznego i ciepłowniczego

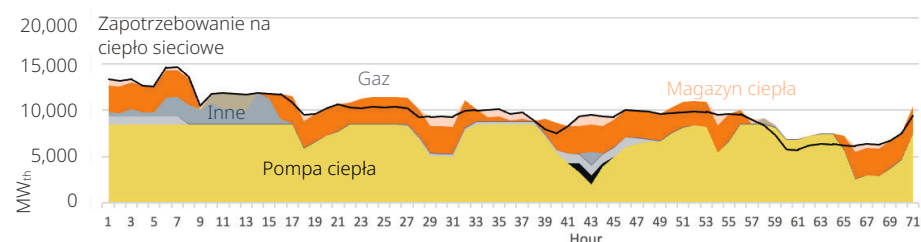
Dystrybucja energii elektrycznej



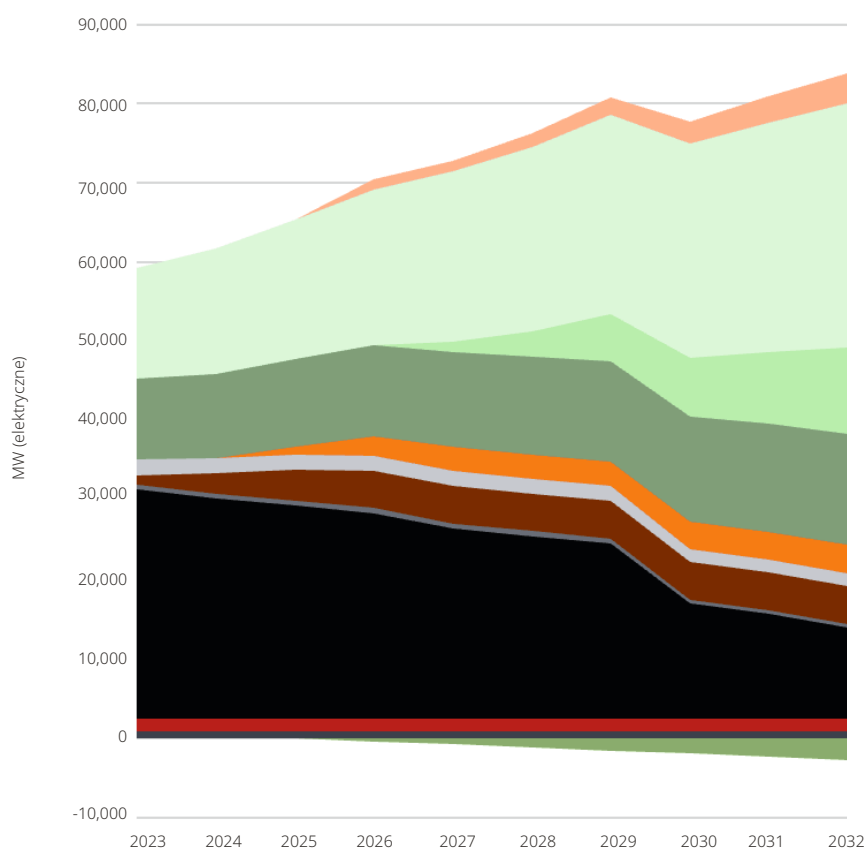
Oprogramowanie do symulacji energii PLEXOS®

PLEXOS® firmy Energy Exemplar to sprawdzone oprogramowanie do symulacji energii wykorzystywane przez operatorów systemów, organy regulacyjne i planistów, a także przedsiębiorstwa użyteczności publicznej, handlowców, konsultantów i producentów. Wärtsilä wykorzystuje PLEXOS® na całym świecie w celu modelowania systemów elektroenergetycznych, zarówno w zakresie długoterminowej optymalizacji rozwoju mocy, jak i krótkoterminowej optymalizacji dostaw. Oprogramowanie PLEXOS® zostało zaprojektowane tak, aby znaleźć najbardziej optymalne pod względem kosztów rozwiązanie dla każdego scenariusza w oparciu o zastosowane ograniczenia. Może zatem dostarczyć cennych informacji na temat działania, rozbudowy i optymalizacji systemów elektroenergetycznych w celu znalezienia najbardziej wydajnych i elastycznych rozwiązań.

Dystrybucja ciepła



Zoptymalizowany koszyk energetyczny



BESS
3,9 GW do 2032 r. (optymalizacja)

Zgodnie z prognozą konsensusu ekspertów

Energia solarna
Morska energia wiatrowa
Energia wiatrowa na lądzie

Silniki gazowe kogeneracyjne
3,6 GW do 2032 r. (optymalizacja)

Istniejący gaz kogeneracyjny

CCGT
Tylko ogłoszone projekty, w przeciwnym razie CCGT nie zostanie przygotowane przez PLEXOS®

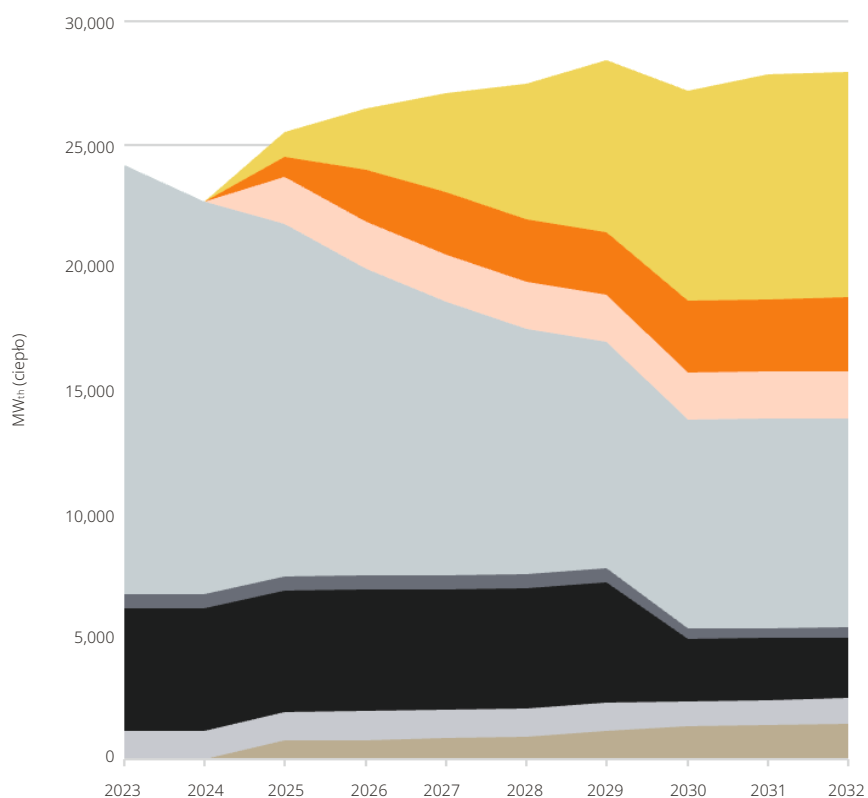
Biomasa

Węgiel
Rezygnacja i zawieszenie działalności zgodnie z planami firm

Zgodnie z planem OSP

Pompowana woda
Woda
Elektrolizery

Zoptymalizowany koszyk sieci ciepłowniczych



Pompa ciepła
9,1 GW_{th} do 2032 r.

Silniki kogeneracyjne
3,1 GW_{th} do 2032 r.

Kotły elektryczne
1,9 GW_{th} do 2032 r.

Istniejące kotły węglowe

Istniejąca elektrociepłownia na biomasę

Istniejąca elektrociepłownia węglowa

Istniejąca elektrociepłownia gazowa

Magazyn ciepła
1,5 GW_{th} (okres 24-godzinny) do 2032 r.

Korzyści z koptymalizacji

Wyniki modelowania PLEXOS® pokazują, że dzięki koptymalizacji energii i ciepłownictwa, w ciągu następnej dekady Polska może osiągnąć szereg kamieni milowych w gospodarce i energetyce.

Istotny postęp w integracji odnawialnych źródeł energii

Dzięki koptymalizacji udział energii odnawialnej wzrasta z 29% w 2023 r. do 68% w 2032 r., co uczyni ją głównym i najbardziej dostępnym źródłem. Odpowiednio przewiduje się, że zużycie węgla spadnie z 61% do 26% w produkcji energii i z 80% do 8% w produkcji ciepła. Energia wiatrowa odgrywa główną rolę w wypieraniu węgla w energetyce, natomiast pompy ciepła zasilane energią odnawialną są głównymi zamiennikami w sektorze ciepłowniczym.

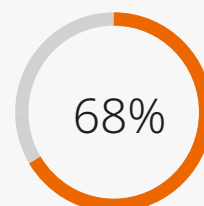
Taka trajektoria energii odnawialnej jest również ściśle zgodna z planami ustalonymi przez oficjalne organy, w tym Operatora Systemu Przesyłowego (OSP) i zespoły doradcze. Dlatego też wyniki PLEXOS® wykazują wykonalność wdrożenia takiej drogi przejścia, jednocześnie oferując cenne możliwości optymalizacji określone na podstawie modelowania.

Istotna redukcja zużycia paliwa i emisji

Dzięki podwojeniu wykorzystania OZE wraz z łączeniem sektorów modelowanie określa też znaczną potencjalną redukcję emisji CO₂ i zużycia paliw do 2032 r., w miarę jak technologie niskiej emisji będą stopniowo wypierać węgiel. Za dziesięć lat roczne emisje CO₂ mogą spaść o 57% z 42 megaton (Mton) CO₂ w 2023 r. do 18 Mton CO₂ w 2032 r. Warto zauważyć, że redukcja następuje pomimo wzrostu w tym samym okresie zużycia energii elektrycznej.

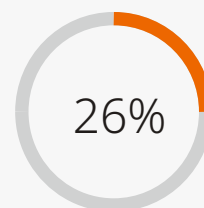
Spadek zużycia paliw można przypisać zwiększonemu wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii w połączeniu z budową wysokosprawnych elektrociepłowni. Ponadto powszechne zastosowanie wydajnych pomp ciepła, które średnio wytwarzają kilka razy więcej ciepła niż zużywają energii elektrycznej, sprawia, że są integralnym elementem dążenia do znacznych redukcji emisji i zużycia paliwa.

↑ Odnawialne źródła energii

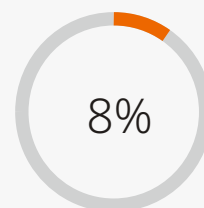


Odnawialne źródła energii do 2032 r.

↓ Węgiel



Udział w sektorze elektroenergetycznym 61% do 26%



Udział w sieci ciepłowniczej 80% do 8%

Silniki kogeneracyjne a CCGT

Do obsługi polskiej sieci zaplanowano około 3,5 GW nowych elektrowni wykorzystujących wyłącznie turbinę gazową o cyklu kombinowanym (CCGT). Powinny pracować w trybie obciążenia podstawowego lub elastycznego trybu obciążenia podstawowego. CCGT mogą osiągnąć 60% sprawności elektrycznej przy optymalnym obciążeniu, ale nie są w stanie utrzymać wysokiej sprawności przy częściowym obciążeniu i nie nadają się do operacji cyklicznych typowo wymaganych w systemach o wysokim OZE. Wiele z planowanych projektów znajduje się na terenach istniejących dużych elektrowni węglowych, z dala od miast, gdzie nie ma zapotrzebowania na ciepło sieciowe lub jest ono bardzo małe. Z kolei silniki kogeneracyjne doskonale sprawdzają się w zdecydowanej większości sieci ciepłowniczych w Polsce. Mogą jednocześnie wytwarzać energię elektryczną i ciepło użytkowe, osiągając łączną efektywność na poziomie 90%. Silniki kogeneracyjne charakteryzują się wyjątkową elastycznością, zapewniając szybką reakcję na zmienną bilansową mocy odnawialnej oraz szybko reagując na zmiany cen na rynku energii elektrycznej, korzystnie stabilizując sieć.

Oszczędność kosztów systemu i dostępna cenowo energia

Badanie podkreśla możliwość znacznych oszczędności kosztów poprzez kooptymalizację sektora elektroenergetycznego i ciepłowniczego. Do 2032 r. zapewni to łączne oszczędności w wysokości 3,8 miliarda EUR w porównaniu z brakiem kooptymalizacji. W szczególności z badania wynika, że planowane w Polsce elektrownie CCGT o mocy 3,5 GWe nie są optymalne pod względem kosztów – wyłączenie ich mogłoby zapewnić dodatkowe 1,8 miliarda EUR całkowitych oszczędności kosztów systemu. Ponadto zoptymalizowane systemy, które wykorzystują w większości odnawialne źródła energii mogą ostatecznie w dłuższej perspektywie doprowadzić do niższych cen energii i ogrzewania dla konsumentów.

Większa efektywność energetyczna i bezpieczeństwo

Z niniejszego badania wynika, że strategia kooptymalizacji w Polsce, oparta na dynamicznym i zrównoważonym połączeniu paliw, może zapewnić bezpieczne i niezawodne dostawy energii elektrycznej i ciepła nawet w okresach niskiej produkcji energii odnawialnej. Elastyczność systemu, osiągnięta dzięki połączeniu odbiorników mocy ciepłowniczej i mocy silników kogeneracyjnych, maksymalizuje integrację odnawialnych źródeł energii, minimalizując jednocześnie ograniczenia. Skutkuje to wyjątkową wydajnością systemu. Co więcej, zwiększenie krajowej produkcji z czystych odnawialnych źródeł energii zwiększa niezależność energetyczną, co ma ogromne znaczenie dla ochrony państw przed zmiennością rynku energii na świecie.



Najważniejsze wnioski

Elastyczność odgrywa kluczową rolę w dekarbonizacji sieci ciepłowniczych

Podczas kooptymalizacji elastyczność odgrywa kluczową rolę w dekarbonizacji polskich systemów ciepłowniczych. Inwestycje ukierunkowane na różnorodną gamę elastycznych technologii mają zatem ogromne znaczenie dla osiągnięcia optymalnego pod względem kosztów wyniku. W tym kontekście uzupełniające się technologie obejmują silniki kogeneracyjne, pompy ciepła, kotły elektryczne, magazyny ciepła i BESS.

Stosując rozwiązania, które zapewniają elastyczność na dużą skalę, Polska może zmaksymalizować zwrot z inwestycji w OZE poprzez wykorzystanie zmienności energii wiatrowej i słonecznej. Ponadto elastyczność ułatwia wprowadzanie nowych technologii, takich jak produkcja ekologicznego wodoru poprzez elektrolizę z wykorzystaniem OZE. Produkcję wodoru można zwiększyć i zastosować ponownie jako równoważne rozwiązanie, podczas gdy wodór lub jego pochodne mogą zasilać silniki kogeneracyjne oraz zapewniać dodatkowe wsparcie w zakresie dostaw energii bez emisji w celu zaspokojenia przyszłego zapotrzebowania.

Silniki i pompy ciepła umożliwiają najbardziej efektywną integrację odnawialnych źródeł energii

Z modelowania wynika, że głównymi czynnikami ułatwiającymi skuteczną integrację rosnącej w Polsce mocy fotowoltaicznej i wiatrowej są silniki kogeneracyjne i pompy ciepła. Elastyczne silniki kogeneracyjne odgrywają niewielką, ale ważną rolę w równoważeniu zmienności wytwarzania energii odnawialnej w systemach elektroenergetycznych i ciepłowniczych. Jednocześnie pompy ciepła służą jako nieocenione zasoby, które pochłaniają nadmiar OZE w okresach nadmiaru oraz minimalizują w taki sposób ograniczenia i zwiększają wydajność. Synergia pomiędzy odnawialnymi źródłami energii, silnikami kogeneracyjnymi i pompami ciepła ułatwia więc powszechne włączenie OZE do produkcji ciepła. Gwarantuje to niezawodny i tańszy system, ponieważ OZE stale zastępuje węgiel.

“

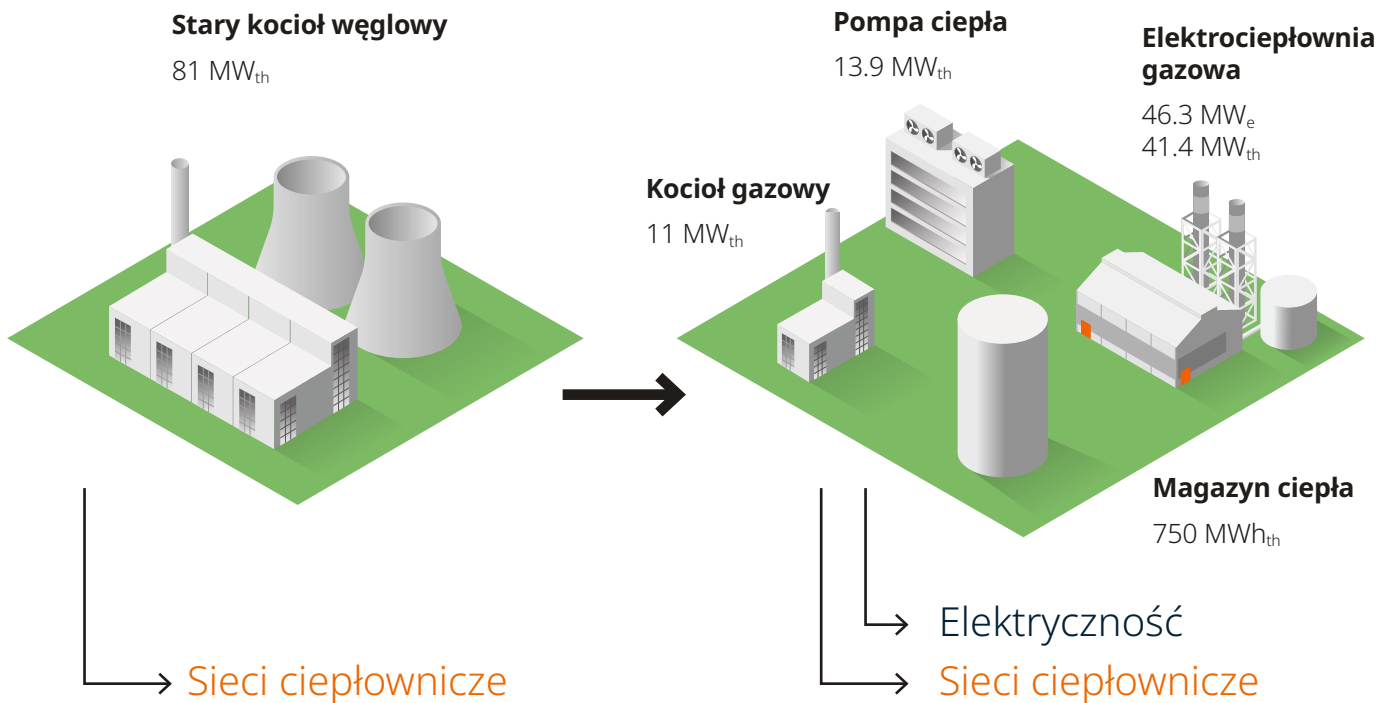
Stosując rozwiązania, które zapewniają elastyczność na dużą skalę, Polska może zmaksymalizować zwrot z inwestycji w OZE poprzez wykorzystanie zmienności energii wiatrowej i słonecznej.

Optymalizacja indywidualnych sieci ciepłowniczych: OPEC Grudziądz

Ponieważ sieci ciepłownicze mają kluczowe znaczenie dla trajektorii energetycznej Polski, Wärtsilä dodatkowo oceniła wykonalność inwestycji w wielu indywidualnych sieciach, korzystając z krótkoterminowego modelowania o wysokiej rozdzielczości w PLEXOS®. Takie podejście umożliwia bardziej szczegółową analizę lokalnych sieci ciepłowniczych w celu znalezienia optymalnego pod względem kosztów koszyka technologii w celu zaspokojenia zapotrzebowania na ciepło indywidualnej sieci.

Modelowanie krótkoterminowe minimalizuje koszty, maksymalizuje zyski, a także pozwala na wprowadzenie ograniczeń specyficznych dla systemu. Mogą one obejmować dostępność źródeł ciepła dla pomp ciepła typu woda-woda, określony zestaw istniejących zasobów, a nawet cele w zakresie dekarbonizacji na poziomie przedsiębiorstwa.

W tym przypadku wyniki optymalizacji sieci ciepłowniczej dla firmy OPEC Grudziądz ilustrują jeden z takich optymalnych pod względem kosztów koszyków, które mają na celu dekarbonizację jednego z systemów ciepłowniczych w Polsce.



Najważniejsze wnioski

W przypadku istniejącego scenariusza bazowego opartego na węglu modelowanie wykazało, że wymagana taryfa za ciepło, aby w pełni pokryć wydatki operacyjne, wynosiła 51,5 EUR na megawatogodzinę energii cieplnej (MWh_{th}).

Jednak zoptymalizowany system, które charakteryzuje się zróżnicowanym koszykiem elastycznych technologii, skutkuje niższą wymaganą taryfą za ciepło przy wszystkich symulowanych kombinacjach cen energii elektrycznej i gazu dnia następnego (DA). We wszystkich zoptymalizowanych scenariuszach wymagana taryfa za ciepło pokrywająca zarówno koszty operacyjne, jak i wydatki inwestycyjne przy wewnętrznej stopie zwrotu (IRR) na poziomie 10% była wyraźnie niższa w porównaniu z bazową bazą opartą na węglu.

W prawie wszystkich zoptymalizowanych scenariuszach dla OPEC Grudziądz, PLEXOS® buduje od 60 do 80 MW_e nowych silników CHP, co odpowiada 5 do 7 jednostkom, łącznie z 360 MWh_{th} magazynowania ciepła i od 11 do 17 MW_{th} kotłów gazowych. Dodanie pomp ciepła i kotłów elektrycznych ma sens ekonomiczny, gdy cena prądu DA jest niska, a cena gazu wysoka. Jak widać na sąsiednich rynkach Niemiec i Danii, rosnące udziały OZE prowadzą do dużej zmienności cen energii elektrycznej i umożliwiają realne inwestycje w pompy ciepła. Cena DA w Polsce zaczęła już wykazywać zmienność i kilka razy w tygodniu spadają do zera.

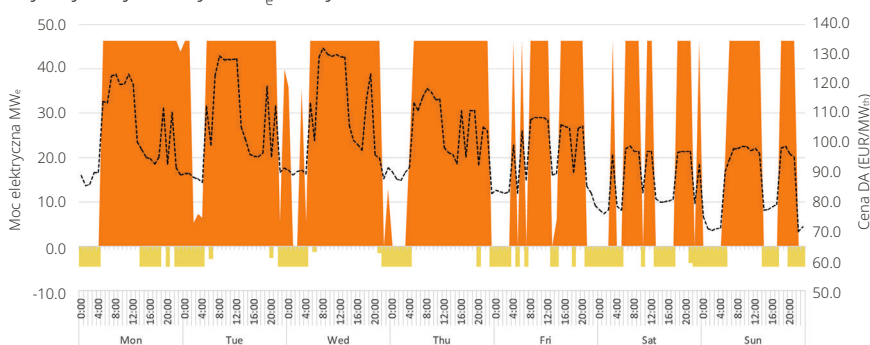
Ponadto zoptymalizowane systemy ciepłownicze, zwłaszcza wyposażone w elektrociepłownię, wykazują potencjał generowania dodatkowych przychodów poprzez udział w rynkach usług pomocniczych.

Pompa ciepła

Pompa ciepła pobiera ciepło ze źródła, takiego jak powietrze w otoczeniu, energia geotermalna w ziemi lub odpady przemysłowe, a następnie wzmacnia ciepło. Pompy ciepła są znacznie wydajniejsze niż konwencjonalne technologie grzewcze, takie jak kotły czy grzejniki elektryczne. Produkcja energii w postaci ciepła jest zwykle kilkukrotnie większa niż ilość potrzebna do zasilania pompy ciepła. Integracja pomp ciepła może skutkować znacznymi oszczędnościami kosztów, ułatwiając jednocześnie odejście od paliw kopalnych.

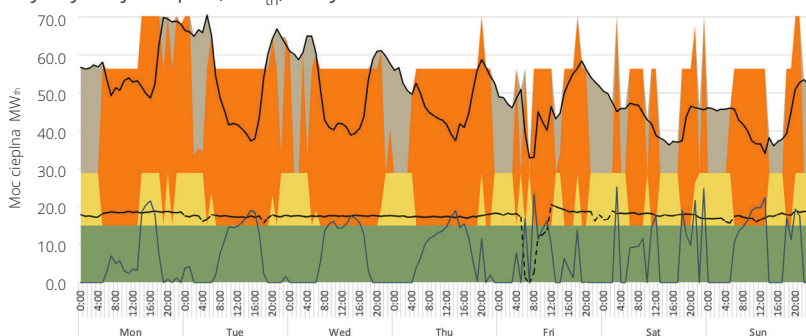
Konfiguracja zoptymalizowana pod względem kosztów przez PLEXOS® @ Cena gazu 54 EUR/MWh, śr. cena dnia następnego 97,5 EUR/MWh

Dystrybucja mocy (MW_e) — tydzień 16



- Silniki gazowe kogeneracyjne
- Pompa ciepła
- Cena DA

Dystrybucja ciepła (MW_{th}) — tydzień 16



- Rozładowanie magazynu ciepła
- Silniki gazowe kogeneracyjne
- Pompa ciepła
- Kocioł na słomę
- Całkowite zapotrzebowanie na ciepło
- Zapotrzebowanie na ciepło papierni
- Ładowanie magazynu ciepła

Modelowanie indywidualnych sieci ciepłowniczych

Podsumowanie

Modelując indywidualne scenariusze sieci ciepłowniczej, firma Wärtsilä była w stanie zweryfikować techniczną i ekonomiczną wykonalność nadrzędnej, kooptymalizowanej strategii Polski w zakresie energii elektrycznej i ciepła. Ustalenia PLEXOS® podkreślają, że inwestowanie w dynamiczne sieci ciepłownicze jest nie tylko opłacalne, ale jednocześnie zmniejsza taryfę za ciepło dla konsumentów.

W zależności od scenariuszy cen energii elektrycznej i gazu dnia następnego (DA) PLEXOS® określił różne konfiguracje silników kogeneracyjnych, magazynu ciepła i kotłów gazowych, uzupełnione pompami ciepła i kotłami elektrycznymi. Dywersyfikacja technologii systemów ciepłowniczych zapewnia niezrównaną elastyczność i wydajność w porównaniu ze starszym systemem opartym na węglu.

Spostrzeżenia na temat optymalizacji systemów ciepłowniczych podkreślają ich rolę w osiągnięciu zrównoważonego rozwoju i opłacalności przy jednoczesnej dekarbonizacji lokalnych sieci ciepłowniczych. Badanie zoptymalizowanych scenariuszy zarówno w skali ogólnokrajowej, jak i na poziomie systemu potwierdza zasadność oraz znaczenie wykazanych korzyści dla wyzwań polskiego systemu energetycznego.



Wnioski

Przejście ze zdominowanych przez węgiel systemów energoelektrycznych i ciepłowniczych do systemów opartych w większości na odnawialnych źródłach energii oznacza głęboką transformację. Niniejsze badanie potwierdza jednak, jak Polska może to osiągnąć w ciągu następnej dekady, jednocześnie zyskując znaczne oszczędności kosztów systemowych i redukcje emisji w obu sektorach.

Koptymalizacja energii elektrycznej i ciepłownictwa pozwoliłaby Polsce znacznie zmaksymalizować możliwości dostępne na ścieżce wycofywania się z węgla. Wyniki podkreślają, że strategia ma kluczowe znaczenie dla najsukutekniejszej integracji nowej generacji OZE w Polsce, przy jednoczesnym wskazaniu dodatkowych możliwości w zakresie wydajności. W szczególności dodanie elastyczności do ciepłownictwa umożliwia bezproblemową integrację energii odnawialnej, oferując zoptymalizowane rozwiązanie, aby sprostać nagłym wyzwaniom. Oprócz wydajnych pomp ciepła podejście zapewnia modernizację systemów, ułatwiając jednocześnie synergii i dekarbonizację sektorów energetyki i ciepłownictwa. Co więcej, to strategia, która jest korzystna finansowo. Do 2032 r. umożliwi łączne oszczędności wynoszące 3,8 miliarda EUR przy 57% redukcji rocznej emisji CO₂ we wszystkich sektorach.

Dlatego strategia koptymalizacji, oparta na bardziej zrównoważonym i dynamicznym koszyku paliw, maksymalizuje wydajność i zapewnia bezpieczeństwo systemu. Rezultatem jest dostarczanie bardziej spójnej i dostępnej pod względem kosztów energii w całym kraju, przy jednoczesnym postępie w realizacji celów klimatycznych UE.

Wreszcie, pomimo nieodłącznych wyzwań, przyszłość polskich systemów elektroenergetycznych i ciepłowniczych rysuje się w jasnych barwach. Badanie pokazuje, że istnieją wiedza i technologia, które umożliwiają optymalizację tych sektorów, oferując przy tym niezliczone możliwości społeczno-gospodarcze.

Podjęcie proaktywnych działań już dziś będzie podstawą transformacji energetycznej w Polsce i zapewni długoterminowe korzyści związane z bardziej dostępną cenowo, bezpieczną i zrównoważoną przyszłością.



Dzięki koptymalizacji sieci ciepłownicze będą pochłaniać nadmiar energii odnawialnej i równoważyć sieć, wytwarzając jednocześnie tańsze ciepło.

Metodologia

Modelowanie na poziomie kraju

Celem badania było zbadanie możliwości kooptymalizacji sieci elektroenergetycznych i ciepłowniczych w ramach planowanych w Polsce inwestycji w zakresie odnawialnych źródeł energii i wycofywania węgla z eksploatacji. Korzystając z oprogramowania do symulacji energii PLEXOS®, firma Wärtsilä modelowała scenariusze, aby zminimalizować całkowity koszt systemu w ramach planowanych inwestycji, wybierając przy tym optymalną dodatkową wydajność w celu zaspokojenia zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłownictwo na poziomie krajowym.

W podejściu uwzględniono planowane zmiany i tendencje w polskiej energetyce w ciągu najbliższych dziesięciu lat. Obejmowało to coroczny rozwój wytwarzania energii odnawialnej, projekty elektrowni w budowie, w tym planowane turbiny gazowe o cyklu kombinowanym (CCGT) o mocy 3,5 GWe, rezygnację z węgla i przewidywany wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. Stanowiło to dodatek do uwzględnienia istniejącej w Polsce floty wytwórczej, wydajności elektrowni, wydatków operacyjnych i kapitałowych, a także obecnych i przyszłych cen emisji dwutlenku węgla i paliw. Dane wejściowe zostały zaczerpnięte z oficjalnych źródeł, w tym Polskiego Operatora Systemu Przesyłowego (PSE), Instrat, Bloomberg, S&P Global oraz Europejskiej Sieci Operatorów Systemów Przesyłowych Energii Elektrycznej (ENTSO-E).

Aby modelować scenariusze, oprogramowanie PLEXOS® kooptymalizowało koszty wytwarzania energii i ciepłownictwa w ujęciu godzinowym, symulując dystrybucję ekonomiczną obejmującą krzywe popytu w horyzoncie 10-letnim, z korektami dotyczącymi zakładanej zmiany. W badaniu nie narzucono limitów emisji CO₂, ale uwzględniono kary za emisję w oparciu o cenę emisji dwutlenku węgla w ramach unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji (ETS), co zwiększyło koszty paliwa w oparciu o wskaźniki emisji.

Dlatego w modelowaniu uwzględniono złożone aspekty środowiskowe i finansowe związane z integracją planowanych i nowych technologii OZE i innych w energetyce i ciepłownictwie. Jednocześnie uchwycono złożoną dynamikę między sektorami, aby przedstawić kooptymalizowaną ścieżkę dystrybucji do 2032 r.

Indywidualne modelowanie systemu

PLEXOS® wykorzystał 1-godzinny model rozdzielczości do analizy różnych rocznych scenariuszy poszczególnych systemów ciepłowniczych.

W opisanym powyżej przypadku OPEC Grudziądz, scenariusz bazowy zakładał optymalną dystrybucję systemu składającego się z kotłów węglowych i na słomę w celu zaspokojenia zapotrzebowania. Różne zoptymalizowane scenariusze obejmowały kotły na słomę oraz zestaw nowych komponentów, w tym silniki kogeneracyjne, pompy ciepła, magazyny ciepła oraz kotły elektryczne i gazowe.

W modelowaniu uwzględniono różne wskaźniki wrażliwości przy różnych kombinacjach profili cen gazu i cen energii elektrycznej dnia następnego (DA). Powstały one poprzez wykorzystanie historycznej krzywej cen DA w Polsce w 2019 r., zwiększając jej zmienność i korygując średni poziom cen. Dodatkowe dane wejściowe oparte na zmiennych rynkowych i ekonomicznych obejmowały premię za kogenerację, podatki i dopłaty za energię elektryczną kupowaną z sieci oraz cenę emisji dwutlenku węgla w systemie EU ETS. Metodologia umożliwiła kompleksowe zrozumienie dystrybucji ciepła i udziału w rynku DA, aby skutecznie zaspokoić indywidualne zapotrzebowanie systemu ciepłowniczego, przy uwzględnieniu odpowiednich zmiennych rynkowych i ekonomicznych.





www.wartsila.com/

Wärtsilä prowadzi transformacji w kierunku przyszłości opartej w 100% na energii odnawialnej. Dzięki biurom w 79 krajach i ponad 240 lokalizacjach pomagamy naszym klientom zyskać wartość transformacji energetycznej poprzez optymalizację ich systemów energetycznych i zabezpieczenie ich zasobów na przyszłość. Nasza oferta obejmuje elastyczne elektrownie, systemy zarządzania energią i magazynowanie, a także usługi w zakresie cyklu życia, które zapewniają zwiększoną efektywność i gwarantowaną wydajność.

© 2024 Wärtsilä Corporation — Wszelkie prawa zastrzeżone.

Żadna część niniejszej publikacji nie może być powielana ani kopiowana w jakiegokolwiek formie i w jakiegokolwiek sposób (elektronicznie, mechanicznie, graficznie, fotokopiowanie, nagrywanie lub inne systemy wyszukiwania informacji) bez uprzedniej pisemnej zgody właściciela praw autorskich. Ani Wärtsilä Finland Oy, ani żadna inna spółka Grupy Wärtsilä nie składa żadnych oświadczeń ani zapewnień (wyraźnych lub dorozumianych) w niniejszej publikacji i ani Wärtsilä Finland Oy, ani żadna inna spółka Grupy Wärtsilä nie przyjmują żadnej odpowiedzialności za poprawność, błędy lub pominięcia informacji zawarte w niniejszym dokumencie. Informacje zawarte w niniejszej publikacji mogą ulec zmianie bez powiadomienia. Nie ponosi się żadnej odpowiedzialności, bezpośredniej, pośredniej, szczególnej, przypadkowej lub wtórnej, w odniesieniu do informacji zawartych w niniejszym dokumencie. Niniejsza publikacja ma wyłącznie charakter informacyjny.