

■ Paweł Jastrzębski, Mariusz Piękoś,
Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. w Krakowie

Mała elektrownia sieciowa MPEC Kraków

Staramy się odzyskać energię z wiatru, wody, słońca i przetworzyć ją na energię elektryczną lub ciepłą potrzebną w każdym naszym domu. Prace nad odzyskaniem energii trwają od wielu lat i prowadzone są przez firmy i ośrodki naukowe na całym świecie. Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Krakowie współuczestniczy w tym procesie, prowadząc prace nad zastosowaniem nowego sposobu regulacji sieci ciepłowniczej opatentowanego w 2012 r. (nr patentu 223602) jako „Systemem Dystrybucji Cieczy lub Gazu”.

Tradycyjny zawór regulacyjny zmienia parametry ciśnieniowe przepływającej wody w zależności od parametrów jakie zostały mu zadane w sterowniku. Zawór realizuje swoje funkcje i działa poprawnie, ale energia przepływającej wody zostaje wydlawiana, a tym samym zmarnowana. Pojawia się pytanie: ile energii mechanicznej zmagazynowane jest w strumieniu wody i ile z tej energii możemy odzyskać?

$EP = mgh$

M - masa wody [m^3/h]

G - przyspieszenie ziemskie [m/s^2]

H - spadek ciśnienia wody na turbinie [msw]

Dla przepływu wody z wyjścia elektrociepłowni o masie 10 000 m^3/h i dyspozycji (spadek ciśnienia wody na turbinie) 100 msw energia mechaniczna wynosi 2,7 MW. Przy obecnych kosztach energii elektrycznej odzyskanie choćby części tej energii jest bardzo korzystne.

W MPEC Kraków od 12 lat zbieramy doświadczenia realizując instalacje oparte

na Turbinowych Regulatorach Ciśnienia (TRC), wykorzystujących wspomnianą wcześniej opatentowaną metodę, działających w oparciu o turbiny wodne zamieniające na łopatkach wirnika energię mechaniczną wody w ruch obrotowy wału. Stąd już prosta droga do wytworzenia energii elektrycznej w generatorze. Odzyskana na skutek spadku ciśnienia energia mechaniczną, zamieniana jest w turbinie na energię elektryczną, którą można zasilić pompy obiegowe w wymiennikowni lub energię, która może być odprowadzona do sieci energetycznej. Możliwym jest zastosowanie turbiny w miejsce zaworu pogodowego, co pozwoli zastąpić zawory redukcyjne ciśnienia jednym urządzeniem. Prace nad urządzeniem są już tak zaawansowane, że możliwym jest zastosowanie prototypu do regulacji natężenia przepływu czynnika grzewczego.

Pomysł na zbudowanie dużego obiektu odzysku energii mechanicznej powstał kilka lat temu. Po wybudowaniu obiektów pilotażowych na ul. Chałupnika 45 i os. Strusia 10 mających zain-

stalowane generatory kilku kilowatowe i przetestowaniu ich pracy - podjęto decyzję o budowie małej elektrowni sieciowej o mocy 40 kW w oparciu o TRC na magistralnej sieci ciepłowniczej Dn 500.

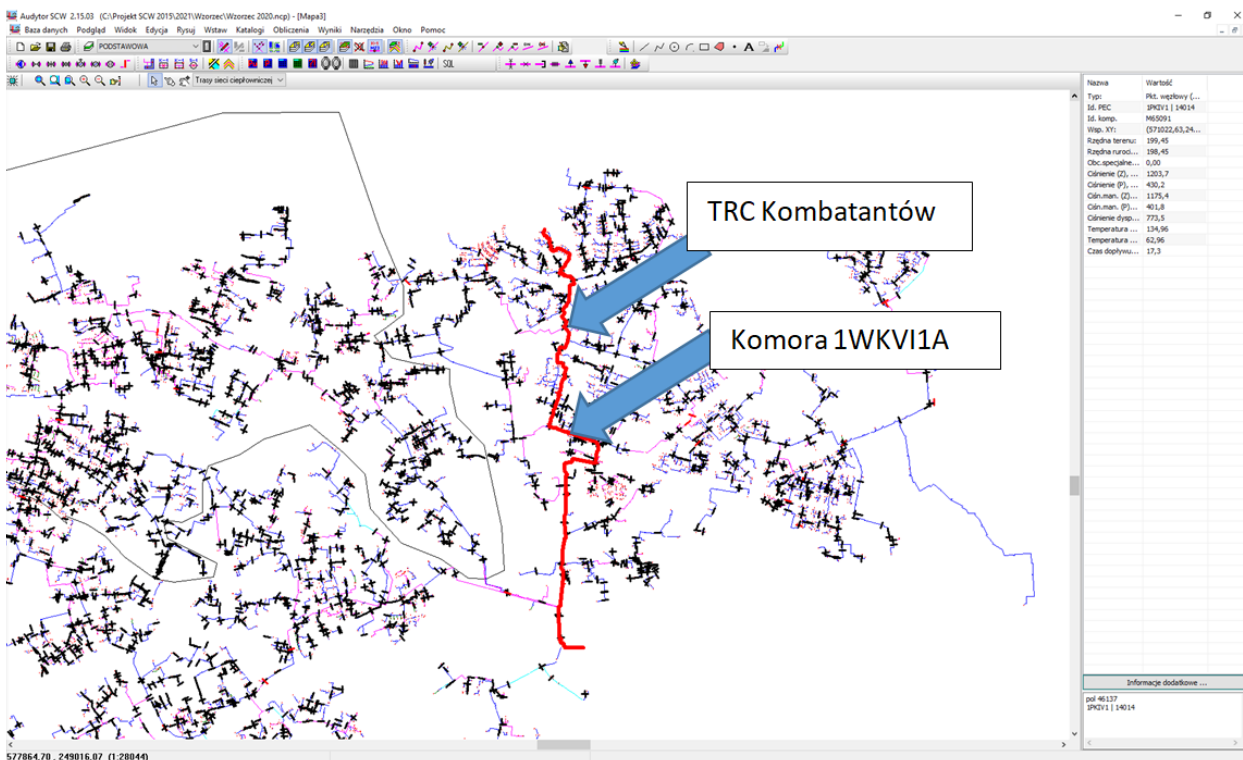
Obiekt Kombatantów 18

Instalacja badawcza małej elektrowni wodnej wykorzystującej TRC została zlokalizowana na os. Kombatantów 18 w budynku po starej nieczynnej przepompowni sieciowej, która po modernizacji sieci ciepłowniczej została zlikwidowana kilkanaście lat temu. Obecnie zainstalowany jest tam układ automatycznego podparcia powrotu, ponieważ sieć ciepłownicza zasila budynki mieszkalne położone na wzniesieniu terenu i z obawy przed zbyt niskim ciśnieniem „na powrocie” zamontowano wspomniany powyżej układ regulacji.

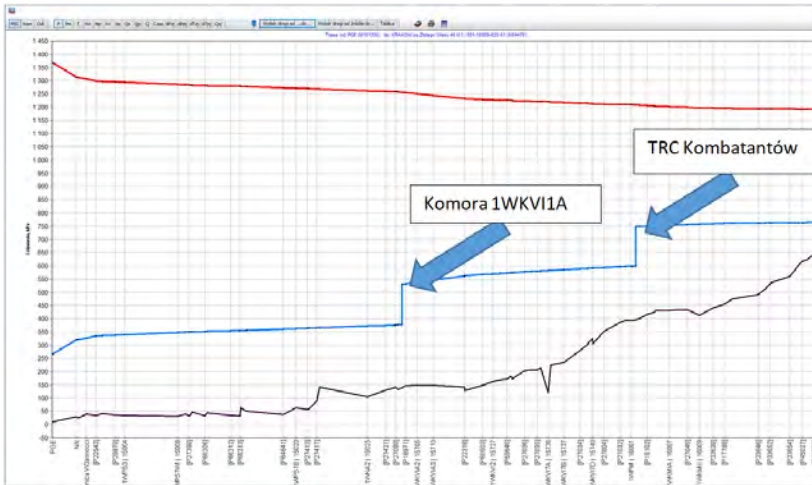
Przez obiekt Kombatantów 18 przechodzi sieć ciepłownicza Dn 500 (rys. 1) i zainstalowane jest tam podparcie powrotu zaworem regulacyjnym.



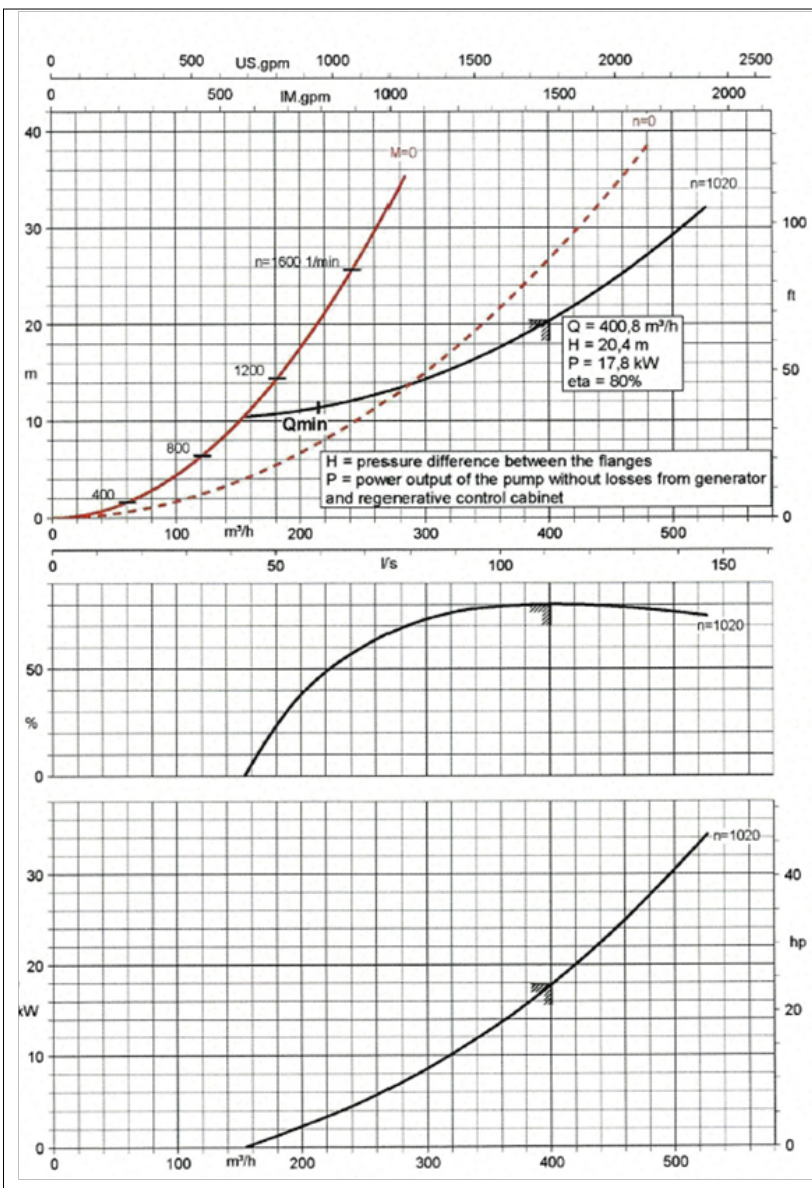
Rys. 1. Sieć ciepłownicza os. Kombatantów



Rys. 2. Schemat sieci ciepłowniczej



Rys. 3. Wykres piezometryczny magistrali ciepłowniczej



Rys. 4. Charakterystyka turbiny 400 m³/h

Obiekt Kombatantów 18 jest zasilany przez magistralę Wchód w celu spełnienia warunków hydraulicznych (rys. 1), na tym odgałęzieniu zamontowane są podparcia w komorze sieciowej 1 WK VI1A. Na obiekcie Kombatantów 18 podparcia hydrauliczne wymuszone zostały ukształtowaniem terenu.

Dla zobrazowania przebiegu ciśnień pokazuje wykres piezometryczny (rys. 3) dla pokazanego przebiegu trasy (rys. 2).

Ponieważ przepływ przez układ sieciowy na przestrzeni roku bardzo się waha - od 250 T/h do 850 T/h - zastosowano układ z dwoma turbinami o przepływie 200 T/h i 400 T/h. Jeżeli



Rys. 5. Instalacja technologiczna turbin



Rys. 6. Zawory regulujące przepływ turbin

nastąpi konieczność przepływu większego niż 600 T/h zastosowano dodatkowe obejście układu.

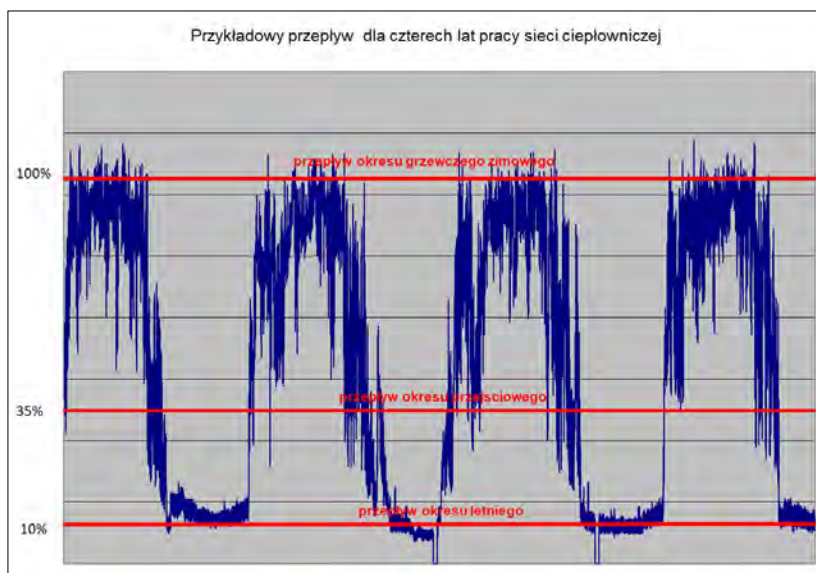
Wykonana przez producenta analiza charakterystyki pracy urządzeń wskazuje, że sprawność urządzenia powyżej 50% uzyskujemy już przy przepływie 55% przepływu nominalnego. Sprawność ta stopniowo rośnie do wielkości 80% i utrzymuje się do wielkości 115% przepływu nominalnego. Współpraca dwóch turbin sterowana będzie sterownikiem swobodnie programowalnym. Algorytm będzie sterował płynną regulacją wytwarzanej energii elektrycznej w całym zakresie przepływów. Na rysunku 4 przedstawiono charakterystykę turbiny o przepływie nominalnym 400 m³/h spadku 20,4 m i sprawności 80%.

Na rysunku 5 i 6 pokazano stopień zaawansowania prac - wykonano część technologiczną. Pozostała do dokończenia część elektryczna i AKP.

Obecny stan zaawansowania prac oceniamy na 80%. Zwracamy uwagę na długą procedurę przyłączenia elektrowni do sieci Tauron. Dlatego wnioski wyciągnięte na przyszłość przez nasz zespół to rozpoczynać prace od dokumentacji technicznej i uzgodnień z odbiorcą energii elektrycznej. Procedury uzyskania wszystkich pozwoleń i wykonania podłączenia do sieci wstrzymały nasze prace, ale jesteśmy dobrej myśli. Realizujemy przesłany harmonogram przez Tauron i czekamy na nasz prąd z elektrowni TRC.

Potencjał małych elektrowni na sieciach ciepłowniczych

Regulacja ilościowo-jakościowa źródła ciepła i sieci ciepłowniczej charakteryzuje się zmiennością przepływu dla sezonu zimowego, przejściowego i letniego. Sieci ciepłownicze zaprojektowane są dla wielkości maksymalnego przepływu, który zmienia się wraz z warunkami pogodowymi. Można to najlepiej zaobserwować w okresie przejściowym jesienią i wiosną. Pogoda wówczas wykazuje dużą dynamikę zmian,



Rys. 7. Zmienność przepływu wody sieciowej w okresie 4-letnim

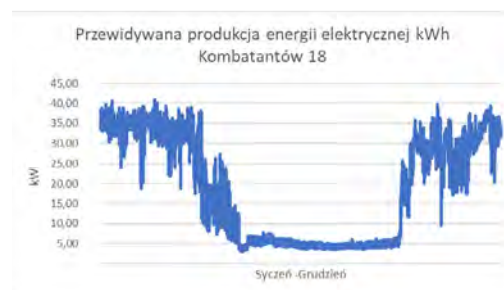
co skutkuje zmiennością przepływu sieci magistralnej. Na rys. 7 przedstawiono uporządkowany wykres przepływu w okresie 4 lat.

Mając na uwadze zmienność przepływu spowodowaną zmianą temperatury i pracą układów pogodowych w wymiennikowniach ciepła oraz uwzględniając minimalne ciśnienie dyspozycyjne jakie musimy pozostawić dla prawidłowej pracy sieci ciepłowniczej (przyjęto 3 bary na odgałęzieniu), można wyznaczyć uporządkowany wykres energii mechanicznej, który zobrazuje przepływy minimalne w okresie letnim, średnie w okresie przejściowym oraz maksymalne w okresie zimowym. Należy również uwzględnić zmianę ciśnienia dyspozycyjnego w źródle, wynikającą z zapewnienia właściwej dyspozycji na sieci ciepłowniczej. Każde źródło dostosowuje swoje parametry pracy do wymogów hydraulicznych pracy sieci. Uwzględniając powyższe, założenia uporządkowany wykres energii mechanicznej wody sieciowej przedstawiono na rys. 8.

Na wykresie widać energię mechaniczną okresu letniego, przejściowego i zimowego - zaznaczone zostały pionowymi liniami. Aby optymalnie wykorzystać strumień energii, zastosowano dwie



Rys. 8. Uporządkowany wykres energii mechanicznej wody sieciowej



Rys. 9. Odzysk energii w okresie roku

turbiny wodne o przepływach 200 i 400 m³/h. Pracujące obie turbiny zapewnią przepływ 600 m³/h.

Przewidywany odzysk energii w okresie roku przedstawiono na rys. 9.

Przewidywana ilość energii elektrycznej wyprodukowanej w ciągu roku ma wynosić 165 400 kWh. □