

# **Kogeneracja**

## **Dobór agregatu na podstawie 30 dniowych pomiarów**

**Opracował: mgr inż. Wiesław Olasek**

**Olsztyn 2017 rok**

## Kogeneracja – dobór agregatu na podstawie 30 dniowych pomiarów

W poprzednim artykule sporo miejsca poświęciłem problematyce braku opomiarowania mediów w przedsiębiorstwach. Jeśli chcemy przeprowadzić modernizację systemu energetycznego informacje o zużyciu prądu i ciepła należą do podstawowych. Operatorzy systemów energetycznych wcale lub bardzo niechętnie udostępniają pomiary 15 minutowego zużycia prądu. Jak w takim razie, w sposób prawidłowy, dokonać doboru właściwego agregatu kogeneracyjnego.

Kilka razy zetknąłem się z sytuacją, w której sprzedawca agregatu dokonywał pomiaru zużycia prądu przez miesiąc i na tej podstawie określał profil energetyczny. Rekordem krótki był tygodniowy okres pomiarowy stanowiący podstawę do określenia profilu rocznego. Jaki to ma sens?

Osobiście do tej pory miałem sporo szczęścia, gdyż dla inwestycji, które przygotowywałem udawało mi się uzyskiwać pomiary 15 minutowego zużycia prądu, a w najgorszym przypadku pomiary godzinowe. Stale jednak nie miałem odpowiedzi na podstawowe pytania: czy pomiary 30 dniowe są równie wiarygodne co roczne oraz czy może to ja jestem nadgorliwy w tym co robię.

W miarę jak powiększała się moja baza profili energetycznych różnych obiektów, problem profilu stale wracał. Postanowiłem wreszcie zaspokoić swoją ciekawość co do określania optymalnej wielkości agregatu kogeneracyjnego na podstawie pomiarów 30 dniowych.

Na wstępie należy określić warunki brzegowe.

Jeśli inwestor nie dysponuje pomiarami 15 minutowymi lub godzinowymi to jedynym źródłem informacji pozostają faktury. Na podstawie analizy faktur uzyskamy następujące, interesujące nas informacje:

- dziesięć pobranych maksymalnych mocy w ciągu miesiąca (w tym moce maksymalne w każdym miesiącu);
- moc umowna dla przyłącza;
- ilość zakupionej energii czynnej.

Są tam także informacje o energii biernej indukcyjnej i pojemnościowej, ale to są informacje świadczące o sieci odbiorcy i kosztach dodatkowych ponoszonych z tytułu braku kompensacji mocy biernej.

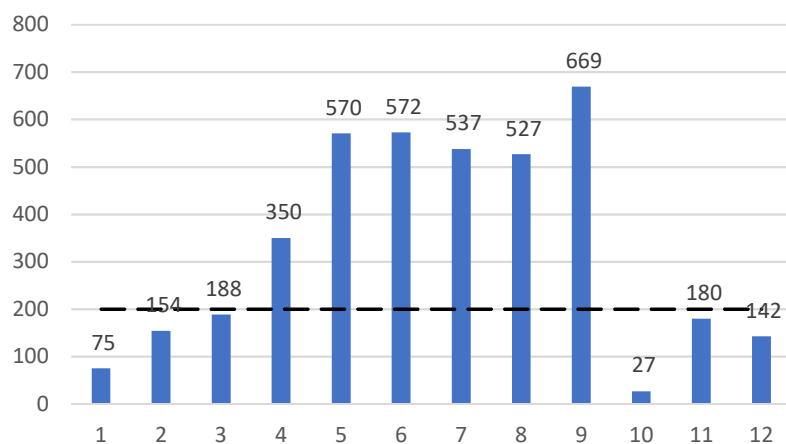
Przeanalizujemy teraz sytuację, w której inwestor postanowił zainstalować agregat kogeneracyjny w swoim obiekcie. Wprawdzie dysponuję pomiarami 15 minutowymi i profilem energetycznym obiektu, ale dla zrozumienia istoty problemu wszelkie dane prezentowane będą w takiej kolejności i zakresie jakby to mogło wyglądać przy pomiarach 30 dniowych.

Omawianym obiektem jest spory ośrodek wypoczynkowy nastawiony na letnią obsługę kolonii. Ośrodek posiada basen odkryty z podgrzewaną wodą. Do ogrzewania ośrodek wykorzystuje tylko energię elektryczną.

Moc umowna wynosi **200 kW**.

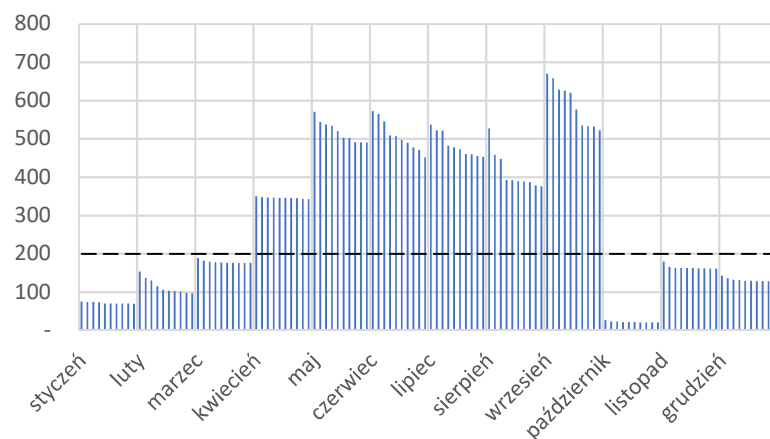
Ośrodek w roku bazowym zakupił **427,58 MWh** energii elektrycznej.

Z faktur określone zostały maksymalne wartości pobieranego prądu w poszczególnych miesiącach roku bazowego. Jak widać z wykresu w okresie od kwietnia do września włącznie występuje znaczne przekroczenie mocy umownej.

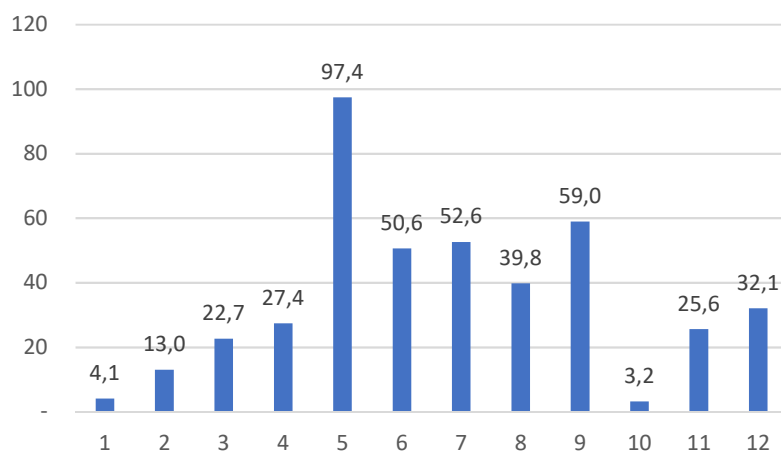


Rys. 1 Wartości maksymalne obciążenia w poszczególnych miesiącach [kW]

Spisane z faktur największe 10 obciążeń mocy w poszczególnych miesiącach pokazuje kolejny wykres. Linia przerywana na wykresie to moc umowna.



Rys. 2 10 największych wartości obciążenia w miesiącach [kW]



Rys. 3 Zużycie prądu [MWh/mc]

I to są w zasadzie wszystkie dane jakimi dysponuje oferent przed wyborem reprezentatywnego miesiąca do pomiarów. Pozostaje otwarta kwestia kryteriów wyboru miesiąca do pomiarów.

Czy na tej podstawie można stwierdzić, że instalacja agregatu kogeneracyjnego w obiekcie ma sens ekonomiczny i jaka powinna być jego moc elektryczna – nie sądzę.

Nadal nie wiemy kiedy dokonywać pomiarów.

I w tym momencie należy zwrócić uwagę, że kwestia okresu pomiarów nie leży po stronie analizy danych uzyskanych z faktur lecz z okresu, w którym ma miejsce ofertowanie. Wiadomo, że jeśli oferent pojawił się u inwestora w lutym to nie będzie czekał z pomiarami np. do maja tylko włączy pomiary np. w marcu.

Ponieważ my dokonujemy analizy w oderwaniu od czasu ofertowania, więc mamy możliwość dokonania wirtualnych pomiarów w dowolnym okresie.

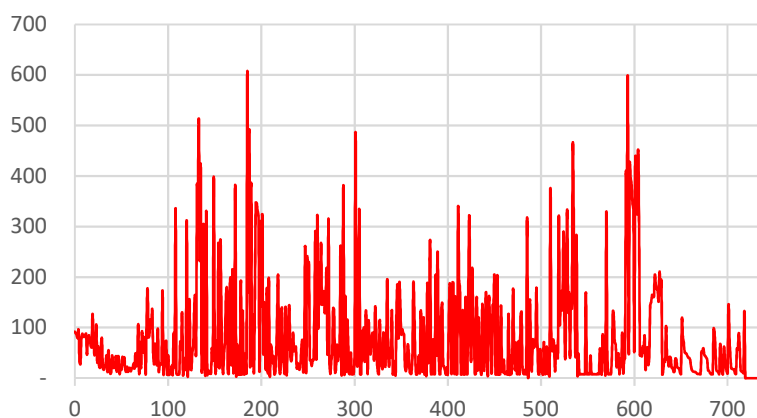
Z analizy wartości maksymalnych obciążeń uzyskaliśmy dwie wartości:

- wartość maksymalnego obciążenia w roku bazowym 669,46 kW
- wartość średnia z 10 największych obciążeń w miesiącu 295,12 kW

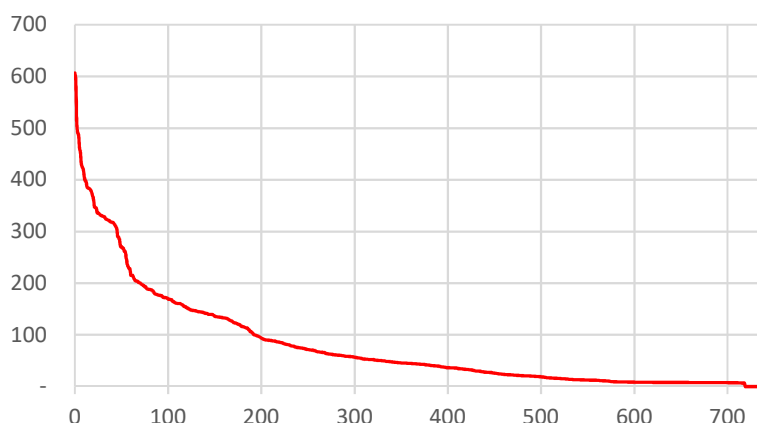
Z dużym prawdopodobieństwem, bliskim pewności, można zakładać, że inwestor otrzymałby ofertę na agregat kogeneracyjny o mocy elektrycznej nie mniejszej niż **300 kW**.

Ponieważ we wrześniu występują największe obciążenia wybieramy wrzesień do pomiarów zużycia prądu.

Po miesiącu otrzymujemy:



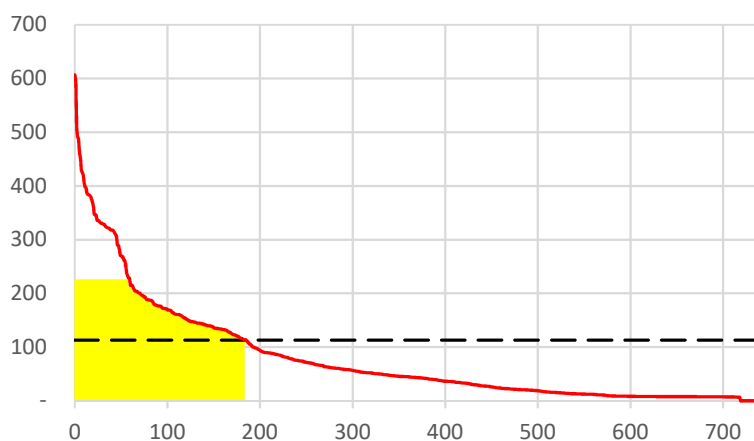
Rys. 4 Godzinowe pomiary obciążenia we wrześniu [kW]



Rys. 5 Wykres uporządkowany obciążenia we wrześniu

Znając, z Poradnika inwestora zasady doboru agregatów kogeneracyjnych, bez szczegółowej analizy wykresu uporządkowanego widać, że zastosowanie agregatu kogeneracyjnego o mocy elektrycznej 300 kW nie ma sensu.

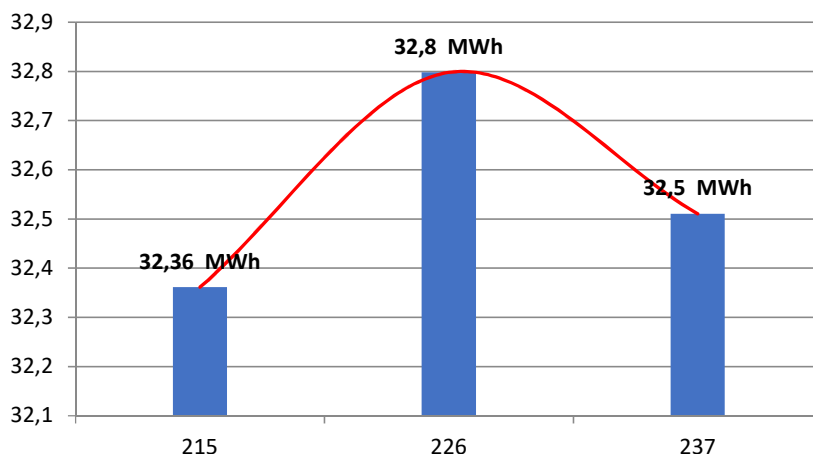
Na kolejnym wykresie pokazany jest wynik optymalizacji mocy elektrycznej agregatu kogeneracyjnego.



Rys. 6 Wykres uporządkowany z optymalnym agregatem kogeneracyjnym

Okazało się, że dla miesiąca, w którym było największe obciążenie optymalna moc elektryczna agregatu kogeneracyjnego wynosi **226 kW**.

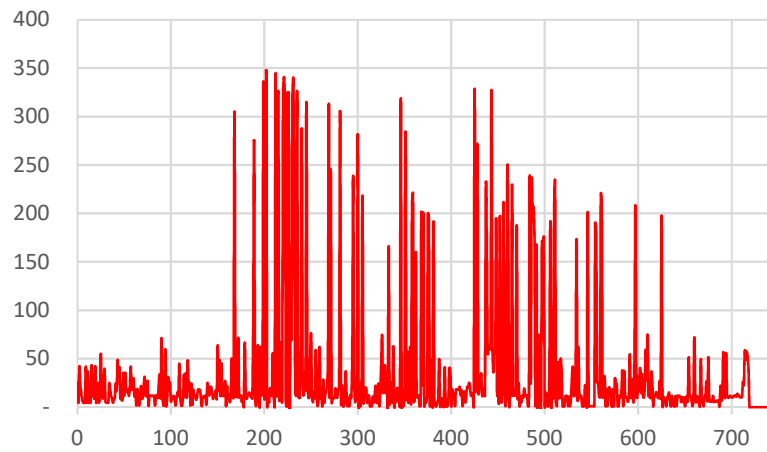
Ilość wytworzonej energii dla agregatu optymalnego dla września oraz dwóch innych agregatów różniących się mocą o  $\pm 5\%$  pokazuje kolejny wykres.



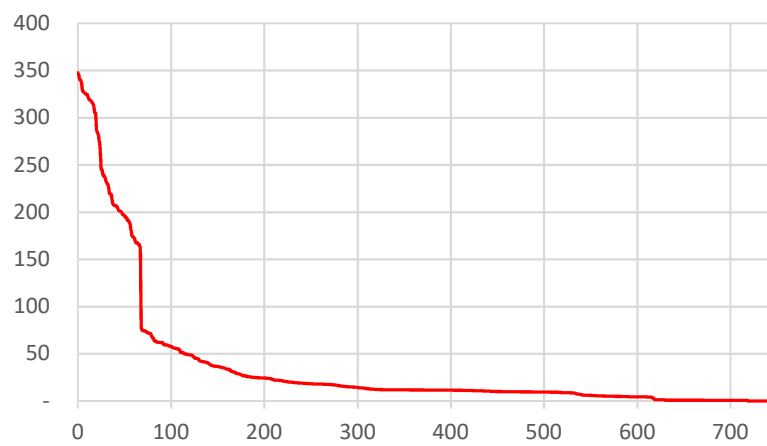
Rys. 7 Ilość wytworzonej energii elektrycznej dla agregatów o mocy [kW] o  $\pm 5\%$

Założmy teraz, że prawidłowo dobrany został agregat kogeneracyjny o optymalnej mocy elektrycznej. Jeśli inwestor zamierza ubiegać się o dofinansowanie (obojętne czy będzie to dotacja czy kredyt bankowy) musi opracować studium wykonalności lub biznes plan z analizą efektywności ekonomicznej. Jak na podstawie takiego doboru agregatu określić z należytą starannością ilość uzyskanej energii w ciągu roku, koszty produkcji energii oraz uzyskane zyski?

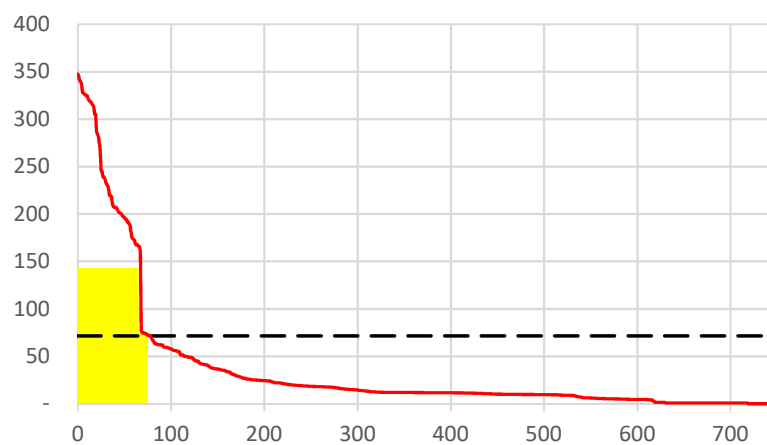
Z rys. 2 możemy odczytać, że dla przyjętej wartości średniej obciążenia (300 kW) najbliższe są wyniki z kwietnia. Zobaczmy, zatem jaki byłby optymalny agregat dla tego miesiąca.



Rys. 8 Godzinowe pomiary obciążenia w kwietniu [kW]

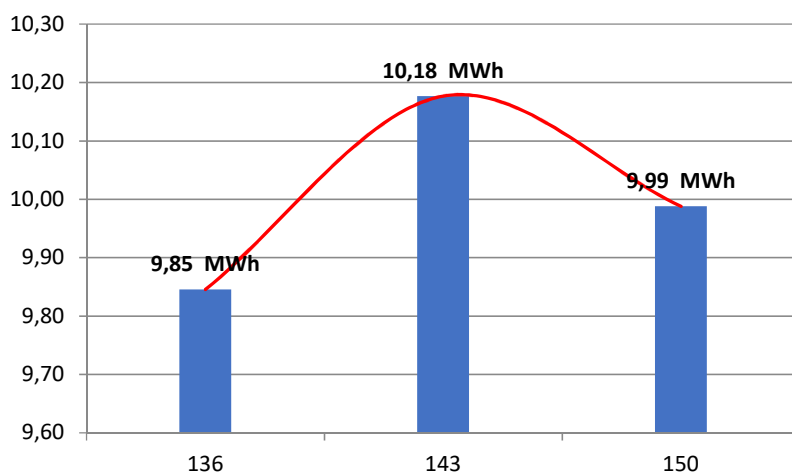


Rys. 9 Wykres uporządkowany obciążenia dla kwietnia



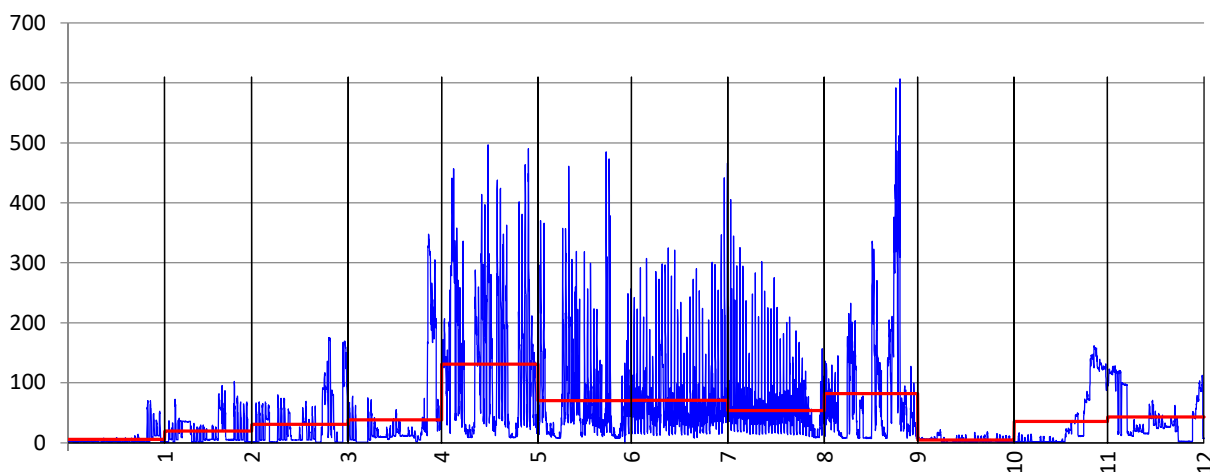
Rys. 10 Wykres uporządkowany z optymalnym agregatem dla kwietnia

Gdyby pomiary robione były w kwietniu to optymalna wartość mocy elektrycznej agregatu kogeneracyjnego wynosiłaby **143 kW**. Jak widać różnica jest kolosalna.



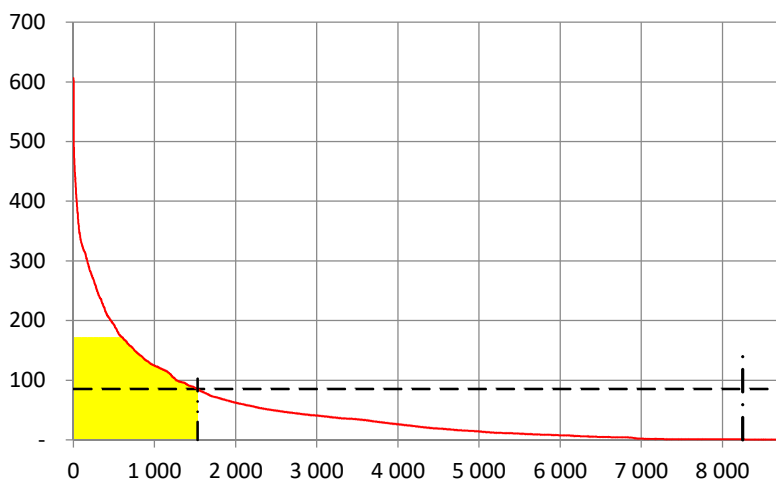
Rys. 11 Ilość wytworzonej energii elektrycznej dla agregatów o mocy [kW] o  $\pm 5\%$

Ponieważ jesteśmy jednak w komfortowej sytuacji i dysponujemy pomiarami 15 minutowymi, możemy zatem dokonać doboru optymalnej mocy agregatu kogeneracyjnego za cały rok bazowy.



Rys. 12 Godzinowy pobór mocy w roku bazowym pokazuje kolejny wykres

Na rysunku, linią czerwoną, pokazane zostały wartości średnie mocy w danym miesiącu. Pamiętajmy, że moc umowna wynosi 200 kW.

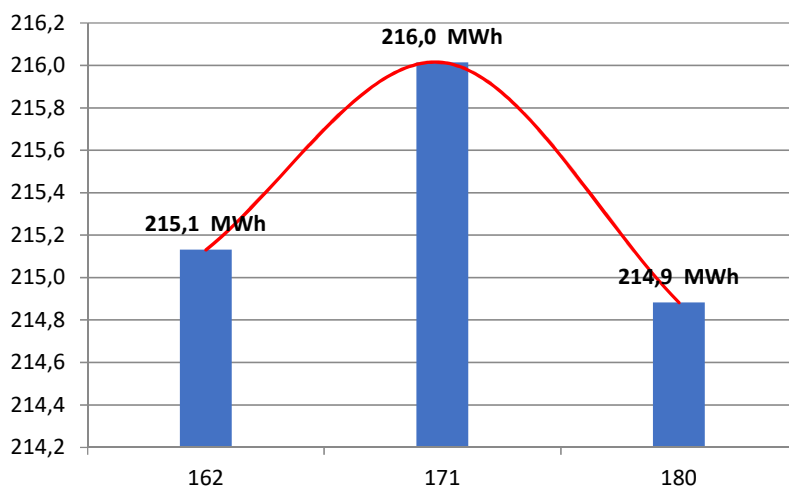


Rys. 13 Wykres uporządkowany z optymalnym agregatem dla całego roku bazowego

Po przeprowadzonej analizie dla zużycia prądu dla całego roku bazowego okazało się, że optymalna moc elektryczna agregatu kogeneracyjnego wynosi **171 kW**.

Na wykresie uporządkowanym pokazany został profil energetyczny obiektu, praca agregatu kogeneracyjnego, wartość minimalna do jakiej można zmniejszyć moc agregatu (50% mocy nominalnej) oraz przyjęty do analizy maksymalny czas pracy agregatu (8.250 godz. w roku) i rzeczywisty czas pracy agregatu, który dla tych warunków wynosi **1.530 h/rok**.

Dobór wartości optymalnej agregatu potwierdza poniższy wykres.



Rys. 14 Ilość wytworzonej energii elektrycznej dla agregatów o mocy [kW] o  $\pm 5\%$

Przy zapotrzebowaniu obiektu na prąd **427,58 MWh/rok**, z kogeneracji uzyska się **216,01 MWh/rok**, co stanowi **50,52%** zapotrzebowania.

Na wstępie zakładaliśmy agregat kogeneracyjny o mocy elektrycznej **300 kW**.

Na podstawie „pomiarów” z września mieliśmy moc agregatu **226 kW**, na podstawie analizy z kwietnia byłby to agregat **143 kW**.

Dobór optymalnej mocy agregatu kogeneracyjnego to dopiero wprowadzenie do analizy efektywności ekonomicznej i innych analiz.

Z rys. 2 widać, że moc umowna wymaga optymalizacji.

Z analizy efektywności ekonomicznej inwestor dowiedziałby się, czy instalacja z agregatem kogeneracyjnym dobranym na podstawie pomiarów z jednego miesiąca jest opłacalna. Warto też dodać, że agregat kogeneracyjny o mocy 300 kW pracowałby w ciągu roku zaledwie 754 godziny – czy to ma sens – nie sędzę.

W naszej analizie staraliśmy się zachować pewne granice zdrowego rozsądku. Spotkałem się jednak z sytuacjami wręcz patologicznymi. Jeden z oferentów, na podstawie maksymalnych obciążeń w ciągu roku, zaoferowałby agregat 500 lub 600 kW. Co niezwykle odbyłoby się to przy akceptacji inwestor, który twierdził, że on wie jakie ma maksymalne obciążenia i chce żeby agregat zapewniał całość prądu. To nie żarty – to samo życie.

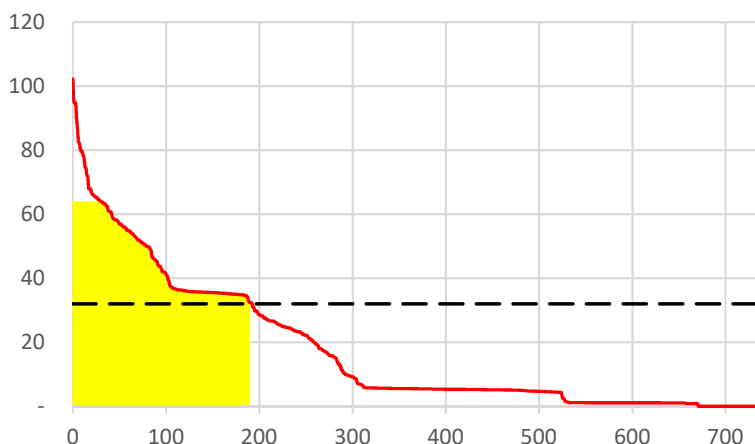
W drugim przypadku audytor w ogóle nie zwracał sobie głowy profilami i fakturami – zsumował moc zainstalowaną i zamiast agregatu o mocy około 900 kW rekomendował inwestorowi ok 5.000 kW. Biorąc pod uwagę, że miała to być trigeneracja to inwestycja zamiast kosztować ok. 5 mln zł została oszacowana przez audytora na ok 45 mln zł – drobna różnica.

Mam świadomość, że ktoś może mi postawić zarzut, że specjalnie tak dobrałem obiekt żeby potwierdzić swoją tezę, że nie powinno się dobierać agregatów na podstawie szczątkowego profilu energetycznego. Oczywiście byłoby w tym zarzucie sporo prawdy, ale czy audytor może



na podstawie faktur określić profil energetyczny obiektu. Zależało mi na przedstawieniu takiego obiektu, który charakteryzuje się ekstremami. W omawianym przykładzie mieliśmy bardzo duże obciążenie (powyżej 600 kW), obiekt wykorzystywał prąd jako podstawowe źródło energii, więc mogło się wydawać, że jest to idealny obiekt dla kogeneracji. Prawda okazała się zupełnie inna.

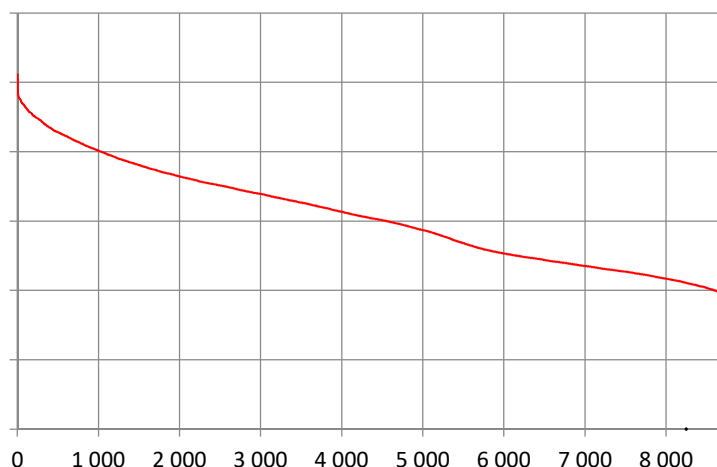
Podstawowym założeniem do tego artykułu jest to, że my **nie znamy profilu** obiektu. Gdyby pomiary odbywały się na początku lub końcu roku to wynik były zupełnie inny. Dla przykładu w lutym optymalna moc agregatu kogeneracyjnego wynosiłaby zaledwie 64 kW.



Rys. 15 Wykres uporządkowany z pracą agregatu w lutym

Profil analizowanego obiektu określam jako stromy. W przypadku profilu o łagodnym pochyleniu, tak jak na poniższym wykresie, różnice optymalnej mocy agregatu dla poszczególnych miesięcy byłyby niewielkie. Jeśli audytor ma szczęście i trafi na taki łagodny profil to może się okazać, że dobrany na podstawie miesięcznego pomiaru mocy agregat będzie właściwy. Tyle tylko, że jak mówią w kabarecie, jest to mniemanologia stosowana. Uważam, że audytor dobierając agregat taką czy inną metodą stawia na szli nie tylko swój autorytet, ale także pieniądze inwestora. Pomyłka audytora może być dla inwestora bardzo kosztowna.

To właśnie z takich chybionych doborów biorą się negatywne opinie o niektórych technologiach, że „się nie sprawdzają”.



Rys. 16 Profil energetyczny o łagodnym nachyleniu

Reasumując, uważam, że nie można jednoznacznie zanegować metody doboru mocy agregatu kogeneracyjnego na podstawie jednomiesięcznych pomiarów. Należy tylko mieć świadomość, że nie jest to optymalna dla danego obiektu wartość mocy agregatu.

Dużą rolę odgrywa tu element szczęścia audytora – jak mu szczęście dopisało to będzie miał obiekt z profilem o łagodnym nachyleniu, a jak nie ma szczęścia to będzie nachylenie profilu strome i z dużym prawdopodobieństwem dobór będzie błędny.

Osobiście jestem zwolennikiem doboru agregatu na podstawie rzetelnych danych niż liczenia na szczęście.

© Copyright by Wiesław Olasek, Operator Doradztwo Techniczno-Finansowe  
Olsztyn 2017