

# WPIS DO BIAŁEJ KSIĘGI TEE (KONWERSATORIUM INTELIGENTNA ENERGETYKA)

dr inż. Krzysztof Konopka, dr inż. Zdzisław Konopka  
ELKON

**Dotyczy problematyki:** elektryfikacja ciepłownictwa - drugi dziedzinowy rynek elektroprosumeryzmu.

**Obszar działania:** budowanie odporności kryzysowej w sektorze MMSP - autonomizacja energetyczna Przemysłowej Osłony Kontrolnej (OK-P)

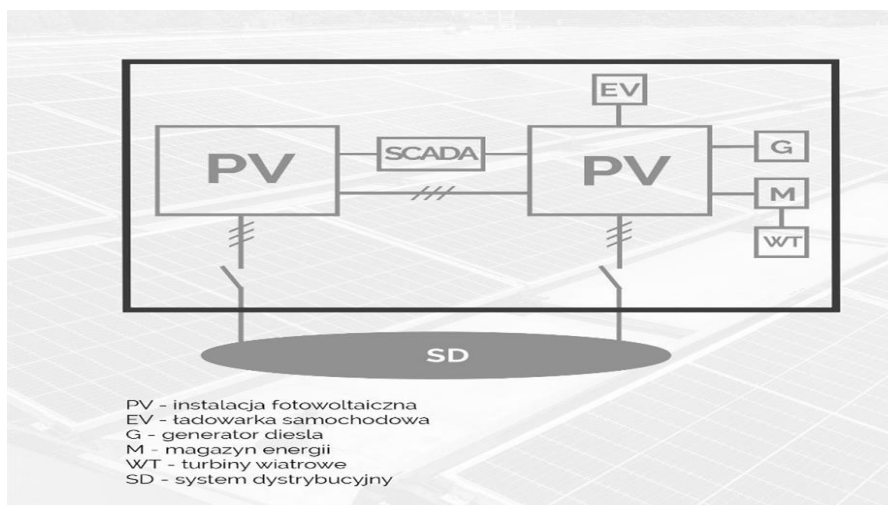
**Rozwiązany problem:** elektroprosumeryzm w ciepłownictwie w Przemysłowej Osłonie Kontrolnej (OK-P)

Informacja o zakończeniu prac związanych z elektryfikacją ciepłownictwa w firmie ENERGO-COMPLEX

Firma ELKON zakończyła prace związane z opracowaniem prototypu użytkowego kotła indukcyjnego, dostosowanego do warunków pracy w firmie ENERGO-COMPLEX (pomieszczenie kotłowni) wraz z systemem odzysku ciepła chłodzenia silnika spalinowego agregatu prądotwórczego oraz ciepła spalin tego silnika. Zakres prac wykonanych przez firmę ELKON jest związany z szerszym tematem badawczym dotyczącym odporności kryzysowej i autonomizacji energetycznej firmy ENERGO-COMPLEX i w dalszej kolejności innych Elektroprosumenckich Osłon Kontrolnych

## 1. Struktura Osłony Kontrolnej i charakterystyka obiektu przemysłowego

Elektroprosumencka osłona kontrolna (OK-P) w wersji badawczej, której inwestorem jest firma Energo-Complex, przedstawiona jest schematycznie na poniższym rysunku.



PV - instalacja fotowoltaiczna  
EV - ładowarka samochodowa  
G - zespół prądotwórczy  
M - magazyn energii el.  
WT - turbiny wiatrowe  
SD - system dystrybucyjny

**Charakterystyka obiektu:** budynek przemysłowo-biurowy obejmującym halę produkcyjną z ogrzewaniem nawiewnym oraz pomieszczenia biurowe, w których występuje zapotrzebowanie na ciepło dla celów CO i CWU.

**Źródła prądu:**

- dwa przyłącza z sieci dystrybucyjnej (OSD),
- baterie fotowoltaiczne ( 30+50 kW),
- magazyn energii elektrycznej I - 23 kWh/5kW, magazyn energii elektrycznej II - 138 kWh/30kW. Planowany jest trzeci magazyn 138 kWh/30kW.
- agregat prądotwórczy o mocy 150 kVA. W planie jest mała elektrownia wiatrowa.

**- Źródła ciepła:**

- pompy ciepła powietrzne, pracujące jako nagrzewnice oraz klimatyzatory,
- kocioł indukcyjny o mocy 100 kW, zamontowany w miejsce kotłów gazowych i kotła olejowego,
- agregat prądotwórczy 150 kVA, z którego odzyskiwane jest ciepło silnika napędowego zarówno z systemu chłodzenia silnika, jak również ze spalin,
- przewidziany jest magazyn ciepła wodny lub olejowy, zasilany z kotła indukcyjnego.

**Zaangażowane firmy:**

Firma Energo-Complex zaprojektowała własną strukturę osłony kontrolnej (OK-P) oraz dostarczyła stworzony przez siebie systemem zarządzania SCADA/EMS. Finansuje przedsięwzięcie z własnych środków.

Magazyn energii elektrycznej wykonała firma NRG-Project.

Falownik wykonała firma ENEL-PC.

Kocioł indukcyjny wraz z systemem sterowania magazynem ciepła oraz systemem odzysku ciepła z silnika agregatu prądotwórczego wykonała firma ELKON.

## 2. Węzeł elektrociepłowniczy w osłonie elektroprosumenckiej OK-P. Badania zastosowanego rozwiązania

Badania węzła elektrociepłowniczego przeprowadzono pod kątem określenia sprawności wytwarzania ciepła przez kocioł indukcyjny oraz ilości energii odzyskiwanej z ciepła odpadowego wytwarzanego przez agregat prądotwórczy.

Sprawność kotła indukcyjnego wyznaczono w oparciu o parametry istotne dla użytkownika, czyli mierzono energię elektryczną pobieraną przez kocioł oraz ciepło wydawane przez kocioł. Jeżeli chodzi o energię elektryczną to mierzono całkowitą energię pobieraną przez kocioł, mierzoną na zaciskach zasilających. Energia ta obejmowała wszystkie straty na torze zasilania kotła. Ciepło wytwarzane przez kocioł obejmowało głównie to ciepło, które można było wykorzystać do ukierunkowanego

nagrzewania – było to ciepło wytwarzane bezpośrednio przez kocioł indukcyjny przekazywane do oleju termalnego. Ciepło to wyznaczono mierząc różnicę temperatur na wlocie i wylocie wyjściowego wymiennika ciepła kotła po stronie wody oraz przepływ wody. Dodatkowo do całkowitego ciepła uzyskiwanego z kotła indukcyjnego doliczono ciepło odzyskane z układu chłodzenia zasilacza tranzystorowego kotła – energię tą wyznaczono mierząc różnicę temperatur na wlocie i wylocie wymiennika woda powietrze w układzie chłodzenia zasilacza kotła oraz przepływ wody przez wymiennik.



Zdjęcie kotła indukcyjnego w pomieszczeniu kotłowni i zdjęcie szafy wymienników ciepła odzyskiwanego w układzie chłodzenia silnika agregatu prądotwórczego.

Badania przeprowadzono dla mocy kotła wynoszącej 80 kW.

Wyniki badań dotyczą stanu ustalonego, gdy kocioł utrzymywał temperaturę w stałym przedziale, energie w poszczególnych obwodach przedstawia tabela 1

Tabela 1 Energie w poszczególnych obwodach kotła w stanie ustalonym węzła elektrociepłowniczego

E1 Energia elektryczna pobierana przez kocioł [kWh]	C1 Ciepło wyprodukowane przez kocioł w [kWh]	C2 Ciepło odzyskane z układu chłodzenia elektroniki w [kWh]	$(C1 + C2)/E1$ *100%
<b>16,30</b>	<b>14,58</b>	<b>1,38</b>	<b>97,9</b>

Drugi zakres badań, czyli ilości energii odzyskiwanej z ciepła odpadowego wytwarzanego przez agregat prądotwórczy, miał charakter bardziej szacunkowy.

System pomiarowo-sterujący węzła w obecnej wersji pozwala tylko na określenie ilości zużytego paliwa w całym okresie badań, od momentu uruchomienia agregatu do jego wyłączenia. Z drugiej strony temperatura w obiegach węzłów cieplnych na początku badań była niższa od temperatur w chwili zakończenia badań, zatem część energii wytworzonej przez agregat pozostała zakumulowana w obiegach grzewczych obiektu. Biorąc powyższe zastrzeżenia pod uwagę, energie wytworzone w poszczególnych obwodach w całym okresie badań przedstawia tabela 2.

Tabela 2 Energie wytworzone w poszczególnych obwodach w całym okresie badań

Zużycie paliwa [dm <sup>3</sup> ]	Energia elektryczna na wyjściu agregatu [kWh]	Energia elektryczna na zasilaniu kotła [kWh]	Ciepło wyprodukowane przez kocioł indukcyjny [kWh]	Ciepło odzyskane w wymienniku spalin [kWh]	Ciepło odzyskane z silnika agregatu [kWh]	Łącznie ciepło odzyskane z agregatu [kWh]	Ciepło oddane do CO [kWh]	Ciepło uzyskane w chłodnicy zasilacza pieca [kWh]
14	40,05	36,06	30,48	11,44	9,83	21,27	51,75	3,02

Agregat prądotwórczy wytworzył z 14 litrów oleju napędowego 40 kWh energii elektrycznej, z czego 4 kWh zużyło wyposażenie budynku podłączonego do agregatu, a 36 kWh zostało przekazane do kotła indukcyjnego. Podczas próby odzyskano dodatkowo 11,44 kWh ciepła ze spalin oraz 9,83 kWh z układu chłodzenia silnika agregatu, co daje łącznie 21,27 kWh ciepła odzyskanego z agregatu. Ciepło odzyskane z agregatu stanowi dodatkowe 53% (21,27/40,05) energii w stosunku do energii elektrycznej wytwarzanej przez agregat. Całkowite ciepło wyprodukowane przez agregat wynosi: 30,48 + 21,27 + 3,02 = 54,77 kWh. Jest to ciepło uzyskane z 14 litrów oleju napędowego.

Można też przyjąć, że z 14 litrów oleju napędowego uzyskano 40,05 kWh energii elektrycznej i 24,29 (21,27 + 3,02) kWh ciepła

### 3. Dalsze działania związane z autonomizacją energetyczną Przemysłowej Elektroprosumenckiej Osłony Kontrolnej

- W zakresie odzysku ciepła z układu chłodzenia silnika agregatu, zamontowany zostanie układ automatycznego przełączania obiegu spalin dla okresu letniego.
- Zainstalowany zostanie dodatkowy magazyn energii elektrycznej.
- Zainstalowany zostanie magazyn ciepła. Program i system sterowania zaworami przełączającymi jest wykonany. Pozostaje do wykonania zbiornik wodny.

**Zadanie polegające na przygotowaniu produktu rynkowego, dotyczącego autonomizacji energetycznej Przemysłowej Elektroprosumenckiej Osłony Kontrolnej (OK-P), produktu będącego impulsem do intensywnej budowy rynku elektroprosumeryzmu zostało zrealizowane. Celem jest teraz skalowanie rozwiązania na inne elektroprosumenckie osłony kontrolne (OK-P), osłony**

**spółdzielcze, wspólnotowe lub związane z jednostkami samorządu terytorialnego OK(JST).**

**Bliższe omówienie problemu oraz wykresy parametrów zmierzonych podczas badań przedstawione są w artykule, który będzie opublikowany w kwietniowym wydaniu ENERGETYKI, w Biuletynie PPTE2050 1(8).**

25.03.2024