

# KONWERSATORIUM „INTELIĞENTNA ENERGETYKA”



Perspektywy weryfikacji empirycznej  
egzergetyzacji budownictwa,  
elektrociepłownictwa i przemysłu 4.0.

Zdzisław Konopka  
Gliwice 26.03.2024

ELKON

# KONWERSATORIUM „INTELIĞENTNA ENERGETYKA”

egzergetyzacja trzech dziedzinowych rynków elektroprosumeryzmu: budownictwa, elektrociepłownictwa i przemysłu 4.0, to właściwie

## egzergetyzacja gospodarki energetycznej

mająca w efekcie doprowadzić w 2050 roku do oszczędności energii i jej rocznego zużycia na poziomie 200 TWh. ( trajektoria bilansu TEE, Biała Księga , prof. Jan Popczyk)

egzergetyzacja budownictwa -  
termorenowacja i odzysk ciepła z wentylacji

egzergetyzacja procesowa – ( magazyn produktów)  
przemysł 4.0 - zarządzanie optymalne energią źródeł OZE i energią  
użytkową w procesach produkcji - elektrotechnologie

egzergetyzacja elektrociepłownictwa  
zarządzanie optymalne ciepłem - magazynowanie ciepła

egzergetyzacja produkcji energii elektrycznej OZE  
i magazynowanie energii elektrycznej

# KONWERSATORIUM „INTELIGENTNA ENERGETYKA”

Weryfikacja empiryczna egzergetyzacji gospodarki energetycznej wymaga zbudowania modelu badawczego - Elektroprosumenckiej Osłony Kontrolnej.

Optymalnym rozwiązaniem będzie obiekt przemysłowo-biurowy obejmujący halę produkcyjną, w której prowadzone będą procesy elektrotechnologiczne i zastosowane ogrzewanie nawiewne nisko- lub wysokotemperaturowe, jednocześnie obejmujący pomieszczenia biurowe, w których będzie odwzorowane zapotrzebowanie na ciepło dla celów CO i CWU tak, jak w rzeczywistych obiektach mieszkalnych.

Taki obiekt posłuży sprawdzeniu autonomicznego systemu ciepłowniczego, z opisaną strukturą węzła elektrociepłowniczego oraz sprawdzeniu systemu optymalnego zarządzania energią z wykorzystaniem Sieciowego Terminala Dostępowego (STD) połączonego z inteligentnym licznikiem energii. Obiekt powinien być wyposażony w elektrownię fotowoltaiczną, wiatrową, magazyn energii elektrycznej, rezerwowy agregat prądotwórczy i magazyn ciepła. Badania prowadzone na obiekcie przemysłowo-biurowym, oprócz możliwości skojarzenia elektrotechnologii przemysłowej z elektrotechnologią komunalną (ciepłownictwo komunalne), nie będą powodowały uciążliwości dla użytkowników ciepła dla Co i CWU, jak w przypadku badań i regulacji nastaw STD w blokach mieszkalnych już zasiedlonych.

Przeprowadzone badania na obiekcie doświadczalnym pozwolą również opracować program umożliwiający obliczenie kosztów budowy i eksploatacji autonomicznego systemu zasilania budynków w ciepło, z węzłem ciepłowniczym obejmującym źródła OZE, elektryczne i ciepłe oraz kocioł indukcyjny - systemu ogrzewania zdecentralizowanego, niezależnego od centralnej sieci ciepłowniczej. Program obliczeniowy będzie dotyczył budynków mieszkalnych wielorodzinnych, jednorodzinnych szeregowych oraz przemysłowych, handlowych i administracyjnych.

**W referacie przedstawiona zostanie perspektywa empirycznej weryfikacji egzergetyzacji gospodarki energetycznej na bazie dwóch reprezentacyjnych Elektroprosumenckich Osłon Kontrolnych.**

# KONWERSATORIUM „INTELIGENTNA ENERGETYKA”

Perspektywa weryfikacji empirycznej egzergetyzacji gospodarki energetycznej przeprowadzana na bazie dwóch reprezentacyjnych

Elektroprosumenckich Oślon Kontrolnych

Elektroprosumencka Oślona Kontrolna gospodarstwa indywidualnego ( 7 mln.)

Ta weryfikacja jest przeprowadzana na „żywym organizmie” – przez każdego elektroprosumenta.

Weryfikacja w osłonie kontrolnej:

fotowoltaika -10 kW, magazyn - 5 kWh, magazyn ciepła użytkowego CWU – 300 l, klimatyzator 3,6 kW ( pompa ciepła), sterownik inteligentnego zarządzania energią SMART EMS firmy KenSol.

Weryfikacja bieżąca w firmie ELKON

Elektroprosumencka Przemysłowa Oślona Kontrolna (OK-P).

Oślony te są o zróżnicowanej strukturze, uzależnionej od możliwości wytwarzania energii OZE, jej magazynowania oraz formie i sposobu użytkowania.

Szczególny rodzaj osłony kontrolnej to osłony w budownictwie wielorodzinnym:

0,5 mln domów wielorodzinnych (pow. mieszkań 438,8 mln m<sup>2</sup>).

Weryfikacja OK-P jest bieżąca w osłonie ENERGO-COMPLEX. Fragmenty weryfikacji dotyczące gospodarki ciepłem podane są poniżej

# KONWERSATORIUM „INTELIGENTNA ENERGETYKA”

weryfikacja empiryczna egzercyzacji przemysłowej osłony kontrolnej (OK-P)

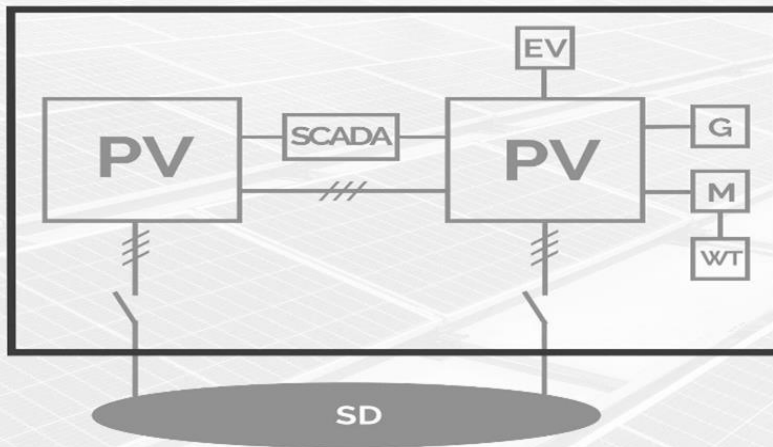
Elektroprosumencka eksperymentalna Przemysłowa Osłona Kontrolna  
Inwestor - ENERGO-COMPLEX.

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

Firma NRG-Project - magazyn energii elektrycznej wykonała.

Firma ENEL-PC – falownik.

Firma ELKON - kocioł indukcyjny wraz z systemem sterowania magazynem ciepła oraz systemem odzysku ciepła z silnika agregatu prądotwórczego.



PV - instalacja fotowoltaiczna  
EV - ładowarka samochodowa  
G - generator diesla  
M - magazyn energii  
WT - turbiny wiatrowe  
SD - system dystrybucyjny

PV - instalacja fotowoltaiczna    EV - ładowarka samochodowa

G - zespół prądotwórczy    M - magazyn energii el.

WT - turbiny wiatrowe    SD - system dystrybucyjny

## - 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.



# KONWERSATORIUM „INTELIĞENTNA ENERGETYKA”

Zdjęcia zrealizowanego układu do weryfikacji empirycznej egzergetyzacji przemysłowej osłony kontrolnej (OK-P)

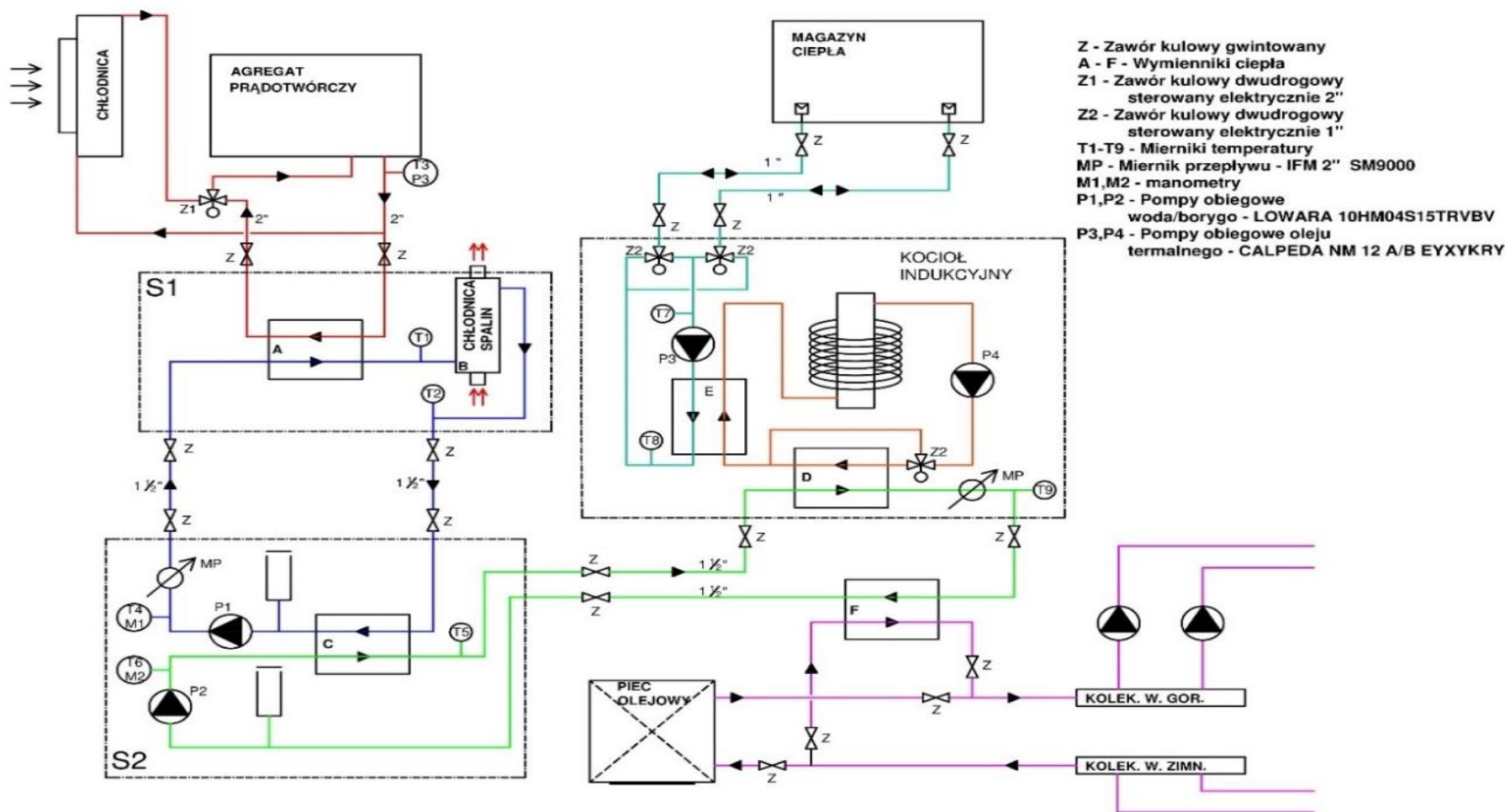


Zdjęcie kotła indukcyjnego w pomieszczeniu kotłowni i zdjęcie szafy wymienników ciepła odzyskiwanego w układzie chłodzenia silnika agregatu prądowórczego.

Obudowa zewnętrzna agregatu wraz z wymiennikami ciepła silnika

# KONWERSATORIUM „INTELIĞENTNA ENERGETYKA”

## Schemat ideowy węzła elektrociepłowniczego OK-P w Energo-Complex



A – wymiennik ciepła chłodzenia silnika, B – wymiennik ciepła spalin, C – wymiennik sumujący ciepło silnika i spalin, D – wymiennik ciepła kotła indukcyjnego, E – wymiennik ciepła obiegu wewnętrznego kotła i magazynu ciepła, F – wymiennik ciepła sumarycznego przekazywanego do CO i CWU.

# KONWERSATORIUM „INTELIGENTNA ENERGETYKA”

Prezentowana weryfikacja empiryczna egzergetyzacji osłony kryzysowej jest fragmentaryczna i dotyczy węzła elektrociepłowniczego w zakresie badań kotła indukcyjnego i badań systemu odzysku ciepła silnika agregatu elektrociepłowniczego.

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

Tabela1. Energie w poszczególnych obwodach kotła w stanie ustalonym węzła elektrociepłowniczego

Sprawność przetwarzania energii kotła indukcyjnego wyznaczono mierząc energię elektryczną pobieraną przez zasilacz kotła oraz ciepło wydawane przez kocioł. Wynosi ona **97,9 %**.

Sprawność całkowita kotła uwzględnia ponadto energię pobieraną przez pompy obiegowe, co jest stratą energii. Uwzględniając te straty, sprawność energetyczna kotła wynosi **94,3 %**

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

Tabela 2. Energie wytworzone w poszczególnych obwodach węzła el-ciepłown. w okresie badań

Ciepło odzyskane z agregatu ( 21,27 kWh) stanowi dodatkowe 53% (21,27/40,05) energii w stosunku do energii elektrycznej wytwarzanej przez agregat.

Całkowita energia wyprodukowana przez agregat wynosi: (30,48 + 21,27 + 3.02) = **54,77 kWh** ciepła i **4 kWh** energii elektrycznej (40.05 -36,06) . Jest to ciepło uzyskane z 14 litrów oleju napędowego. Albo **40,05 kWh** energii elektrycznej i **21,27 kWh** ciepła.



## **Perspektywy dalszej weryfikacji empirycznej egzergetyzacji eksperymentalnej**

### **Elektroprosumenckiej Przemysłowej Osłony Kontrolnej (OK-P) .**

- a). W zakresie odzysku ciepła z układu chłodzenia silnika agregatu, zamontowany zostanie układ automatycznego przełączania obiegu spalin dla okresu letniego.
- b). Zainstalowany zostanie dodatkowy magazyn energii elektrycznej.
- c). Zainstalowany zostanie magazyn ciepła. Program i system sterowania zaworami przełączającymi jest wykonany. Pozostaje do wykonania zbiornik wodny.
- d). Rejestrowany będzie przepływ energii pomiędzy źródłami OZE, magazynami i odbiornikami energii.
- e). Opracowane zostaną wytyczne dla programu optymalnego zarządzania energią i wytyczne do dalszych działań zmierzających do pełnej autonomizacji energetycznej.

### **Autorska wizja weryfikacji empirycznej egzergetyzacji gospodarki energetycznej (budownictwa, elektrociepłownictwa i przemysłu 4.0).**

- W zakresie egzergetyzacji budownictwa i elektrociepłownictwa - tę perspektywę da skalowanie rozwiązania na inne elektroprosumenckie osłony kontrolne (OK-P), osłony spółdzielcze, wspólnotowe lub związane z jednostkami samorządu terytorialnego OK(JST), w zależności od możliwości produkcji energii OZE i jej magazynowania

- W zakresie egzergetyzacji przemysłu 4.0 perspektywa egzergetyzacji procesowej jest w optymalnym zarządzaniu produkcją, co w konsekwencji umożliwi inteligentne zarządzanie energią w ramach (OK-P)

**I tak będą ukierunkowane dalsze działania w powiązaniu z inteligentnym zarządzaniem energią, stanowiąc właściwą trajektorię transformacji energetycznej dziś, jutro i w przyszłości.**

Szczegółowe wyniki badań przedstawione będą w biuletynie PPTe „Energetyka” kwiecień 2024 r