



Politechnika Lubelska
Wydział Inżynierii Środowiska



PZITS
Oddział Lublin

Nowe rozwiązanie w zakresie regulacji dostawy ciepła do budynków – regulacja prognozowa

dr hab. inż. Tomasz CHOLEWA, profesor uczelni



10.12.2021

Webinarium PZITS: *Ewolucja sieci ciepłych*

POIR.04.01.02-00-0012/18



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Plan wystąpienia

1. Prezentacja (około 25-30 min) *Tomasz Cholewa*
2. Pytania i dyskusja (około 10 min)

POIR.04.01.02-00-0012/18



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Wstęp: regulacja pogodowa parametrów pracy instalacji ogrzewczej

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2019, poz. 1065 t.j.)

Instalacje ogrzewcze zasilane z sieci ciepłowniczej powinny być sterowane urządzeniem do regulacji dopływu ciepła, działającym automatycznie, odpowiednio do zmian zewnętrznych warunków klimatycznych.



Regulator ciepłowniczy RVD120 f. Siemens

POIR.04.01.02-00-0012/18



Wstęp: regulacja pogodowa parametrów pracy instalacji ogrzewczej

Zastosowanie

- układ automatycznej regulacji węzłów cieplowniczych,
- układ automatycznej regulacji kotłowni.



Gazowy kocioł kondensacyjny Vaillant ecoTEC plus z regulatorem pogodowym wbudowanym w urządzeniu (www.vaillant-partner.pl)



Systemowy regulator pogodowy multiMATIC VRC 700 (www.vaillant.pl)

POIR.04.01.02-00-0012/18





Wstęp: regulacja pogodowa parametrów pracy instalacji ogrzewczej

Regulacja pogodowa systemów grzewczych realizowana jest jako regulacja jakościowa, która polega na zmianie temperatury czynnika na zasileniu w zależności od zmian temperatury zewnętrznej, przy stałym przepływie czynnika instalacyjnego.

POIR.04.01.02-00-0012/18



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Wstęp: regulacja pogodowa parametrów pracy instalacji grzewczej

Zasada działania regulatora pogodowego

- pomiar temperatury powietrza zewnętrznego,
- obliczenie wymaganej temperatury czynnika kierowanego do obiegu grzewczego na podstawie nastawionej krzywej grzewczej.



Regulator pogodowy ECL310 f. Danfoss



Czujnik temperatury zewnętrznej ESMT f. Danfoss

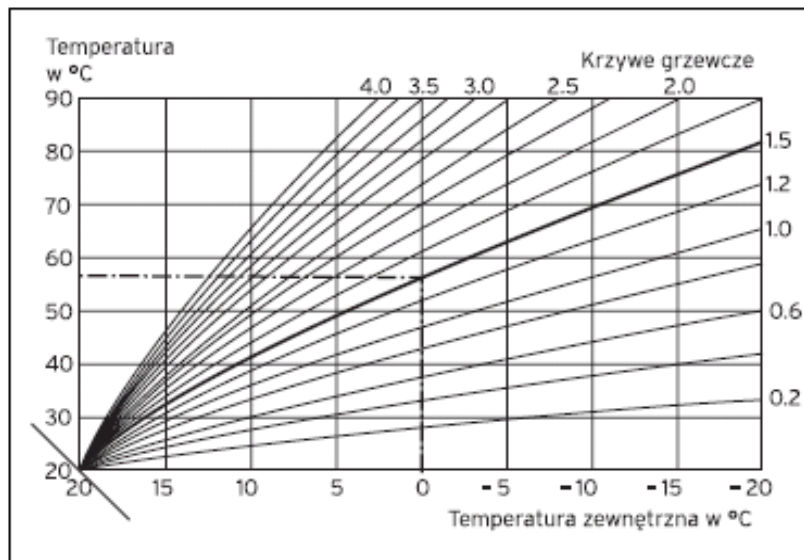
POIR.04.01.02-00-0012/18



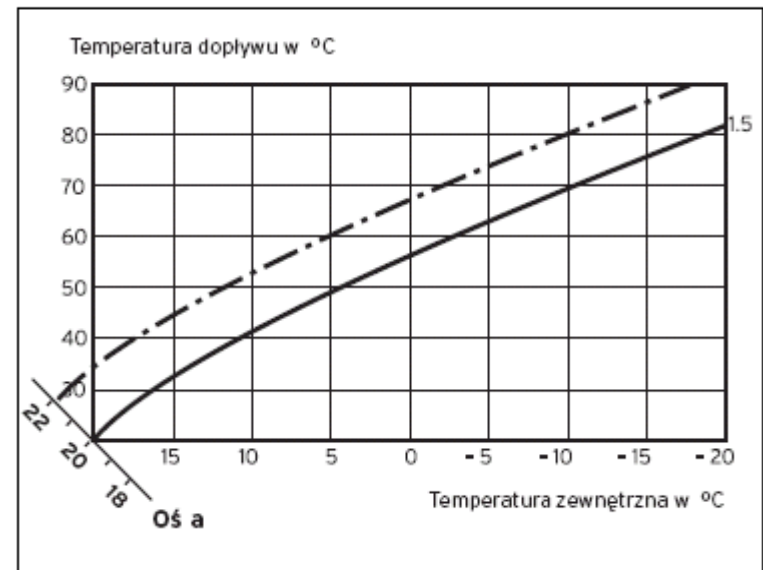


Wstęp: regulacja pogodowa parametrów pracy instalacji grzewczej

Krzywe grzewcze dla regulacji pogodowej



Krzywa grzewcza dla temperatury wewnętrznej 20°C



Przesunięcie równoległe krzywej grzewczej

POIR.04.01.02-00-0012/18





Regulacja prognozowa

- Regulacja pogodowa = regulacja nadążna
- Potrzeba dalszego zwiększenie efektywności energetycznej systemów ogrzewania w istniejących budynkach za pomocą działania:
 - *szybkiego we wdrożeniu/installacji;*
 - *prostego w zastosowaniu w większości budynków;*
 - *charakteryzującego się krótkim czasem zwrotu poniesionych nakładów inwestycyjnych.*

POIR.04.01.02-00-0012/18



Projekt NCBiR - POIR.04.01.02-00-0012/18

Opracowanie innowacyjnego systemu sterowania dostawą ciepła na potrzeby ogrzewania obiektów istniejących i nowopowstających (forHEAT)

LIDER - Politechnika Lubelska

dr hab. inż. Tomasz Cholewa, prof. PL – *Kierownik B+R*

dr hab. inż. Andrzej Smolarz, prof. PL - *Koordynator zespołu opracowującego nadrzędny system informatyczny*

dr hab. inż. Alicja Siuta-Olcha, prof. PL – *Główny specjalista ds. algorytmów obliczeniowych*

dr inż. Piotr Muryjas – *Główny specjalista ds. nadrzędnego systemu informatycznego*

dr hab. inż. Piotr Wolszczak, prof. PL – *Główny Specjalista ds. implementacji algorytmów obliczeniowych do nadrzędnego systemu informatycznego*

dr inż. Łukasz Guz – *Członek zespołu badawczego*

KONSORCJANT - Zakład Elektroniki i Automatyki FRISKO s.c.
(4 osoby)

POIR.04.01.02-00-0012/18



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





forHEAT

forHeat

Raport pogodowy
Lublin, Lubelskie
22:59
14 listopada 2021

4°C

86% Wilgotność

100% Zachmurzenie

0.9m/s Wiatr

Temperatura [°C]

Nov 15 03:00 06:00 09:00

- Odczyty z modułów
- Instalacje modułów
- Ustawienia sterowania
- Pogoda
- Dane słownikowe
- Role i użytkownicy

POIR.04.01.02-00-0012/18



Rzeczpospolita
Polska



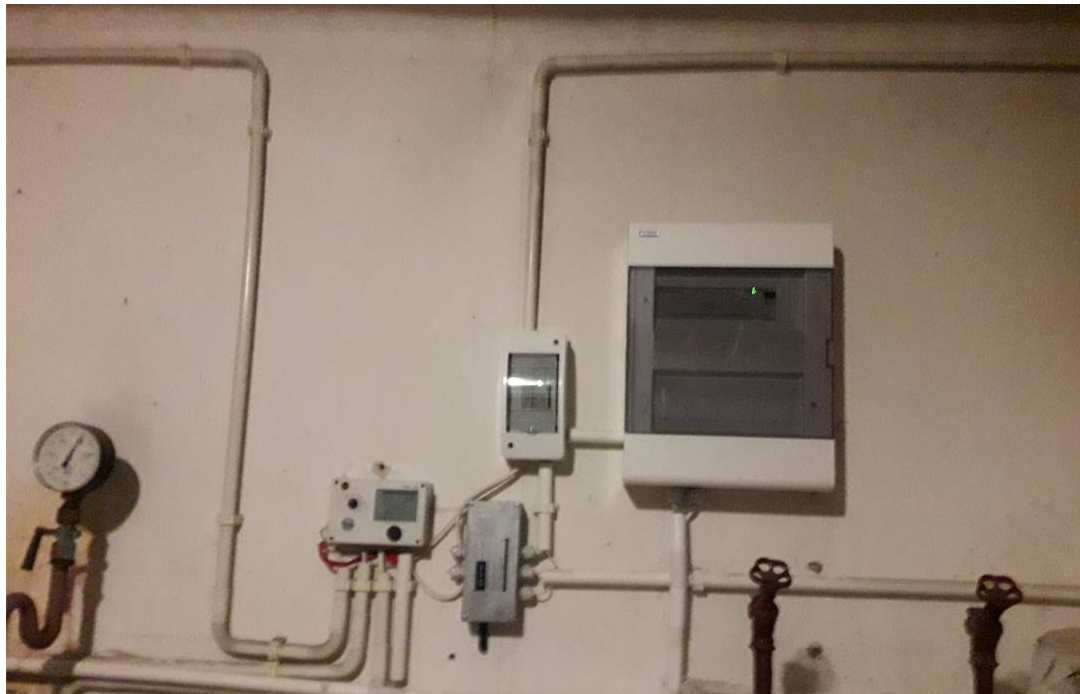
Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



forHEAT

1. Testy w warunkach rzeczywistych: 9 budynków mieszkalnych wielorodzinnych oraz 4 budynki użyteczności publicznej w Lublinie (kubatura analizowanych budynków od około 3000 m³ do około 15 000 m³)
 - Wykorzystanie istniejącego regulatora pogodowego



*Cholewa T. et al, **forHEAT** an easy and widely applicable forecast control of a heating system in existing buildings: The first experience. Energy and Buildings (under submission)*

POIR.04.01.02-00-0012/18



forHEAT

1. Czas instalacji w budynku: do 2h (jeśli brak konieczności zabezpieczenia przewodów elektrycznych to około 0,5h);
2. Wykorzystanie istniejącego czujnika temperatury zewnętrznej (Pt1000, Ni1000, NTC575, NTC10-KB, Inne o rezystancji $< 10k\Omega$) --- *czyli można obsłużyć ponad 85% węzłów ciepłowniczych w Polsce*
3. Dwie opcje instalacji:
 - a) moduł prognozowy = współpraca z istniejącym regulatorem pogodowym);
 - b) sterownik prognozowy = wymiana istniejącego regulatora pogodowego.

POIR.04.01.02-00-0012/18





forHEAT – odczyty z budynków

forHeat

Powrót

Panel główny

Kategoria

Tabela

Wykres

Prezentacja odczytów

Lokalizacja: Lublin,

Instalacja: | o numerze seryjnym:

Pokaż dane z okresu:

ostatnia godzina

2021-11-14 od 22:10 do 23:00

[Wyszukaj w tabeli...](#)

Czas odczytu ↓	Temp. zewnętrzna [°C]	Temp. zasilania [°C]	Temp. powrotu [°C]	Przepływ [dm ³ /h]	Moc dostarczona [W]	Zużycie ciepła [MJ]
2021-11-14 23:00:00	3.9	75.4	47.7	3480.0	110840.02	803984.9
2021-11-14 22:50:00	3.9	75.2	47.7	3546.0	112125.4	803918.4
2021-11-14 22:40:00	3.9	76.6	47.8	3566.0	118093.22	803851.2
2021-11-14 22:30:00	3.9	74.7	47.3	3496.0	110156.18	803780.4
2021-11-14 22:20:00	4.0	73.9	47.2	3477.0	106757.89	803714.4
2021-11-14 22:10:00	4.0	73.9	47.2	3445.0	105775.36	803650.4

Liczba wyników na stronie: 12

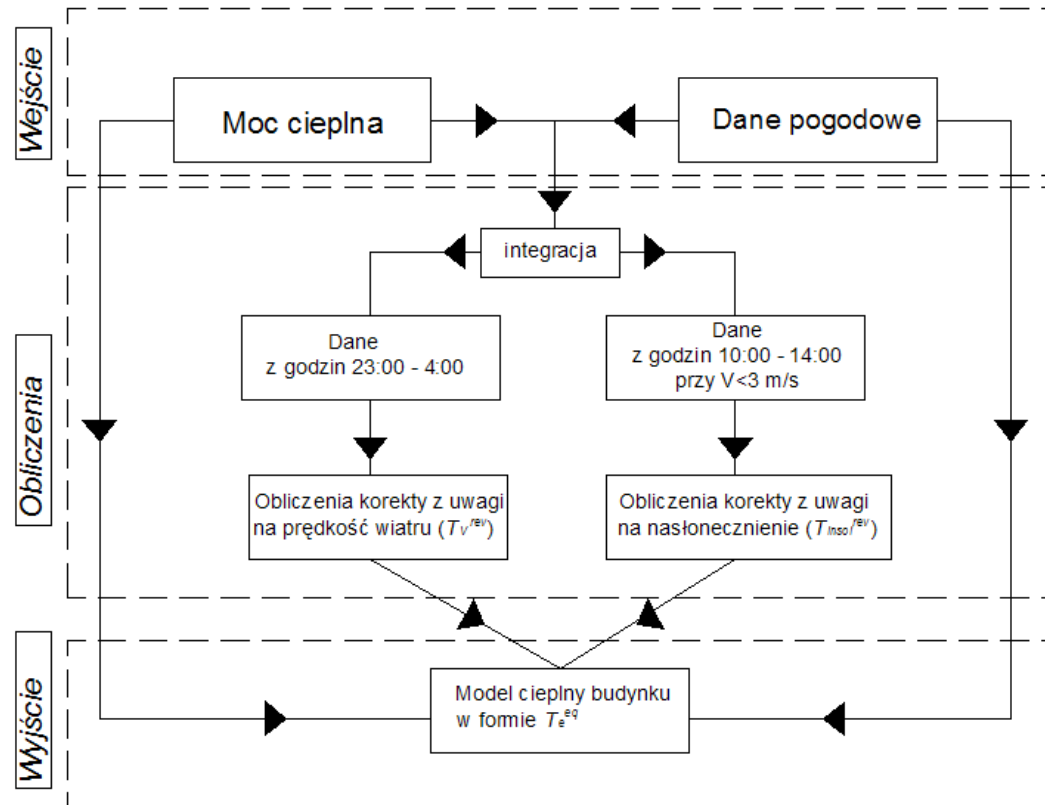
wiersze 1 - 6 z 6

POIR.04.01.02-00-0012/18



Metoda

- metoda tworzenia rzeczywistego modelu cieplnego budynku (charakterystyka energetyczna budynku oraz systemu ogrzewania) min. około 1 miesiąc po instalacji w budynku

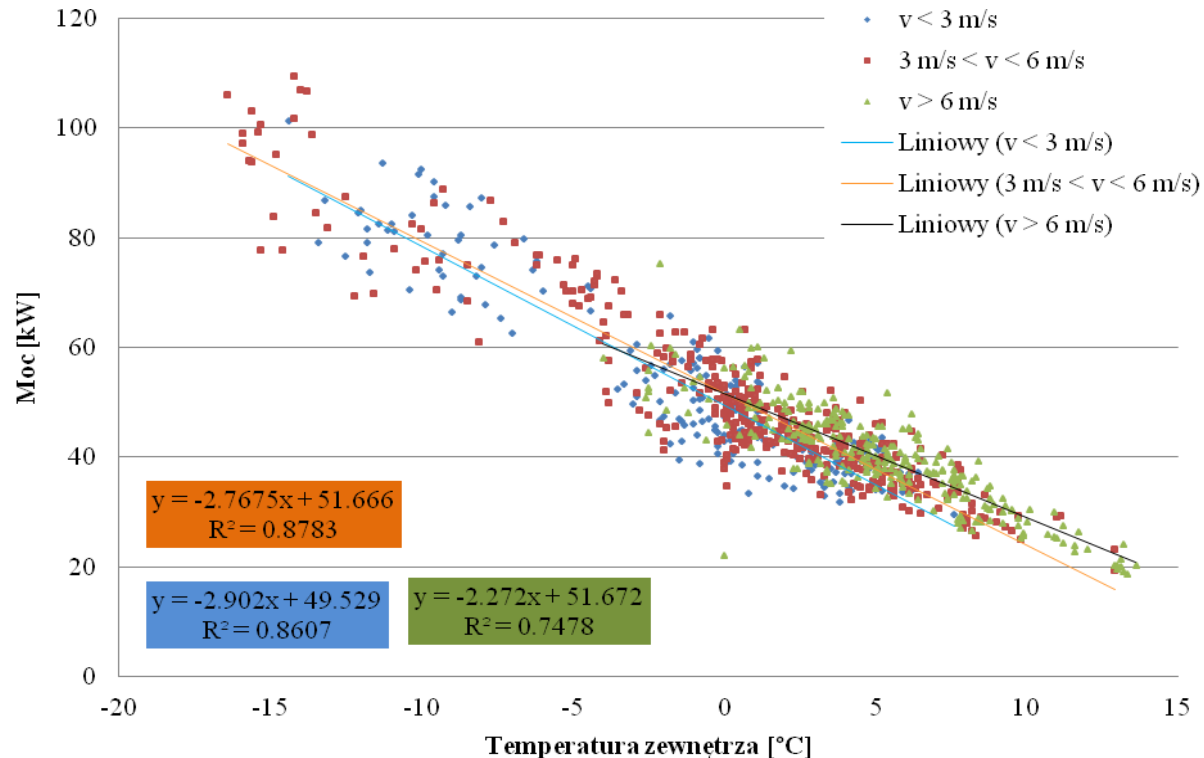


Cholewa T. et al, A simple building energy model in form of an equivalent outdoor temperature, Energy & Buildings 236 (2021) 110766

POIR.04.01.02-00-0012/18

Metoda

- metoda tworzenia rzeczywistego modelu cieplnego budynku (wpływ prędkości wiatru)

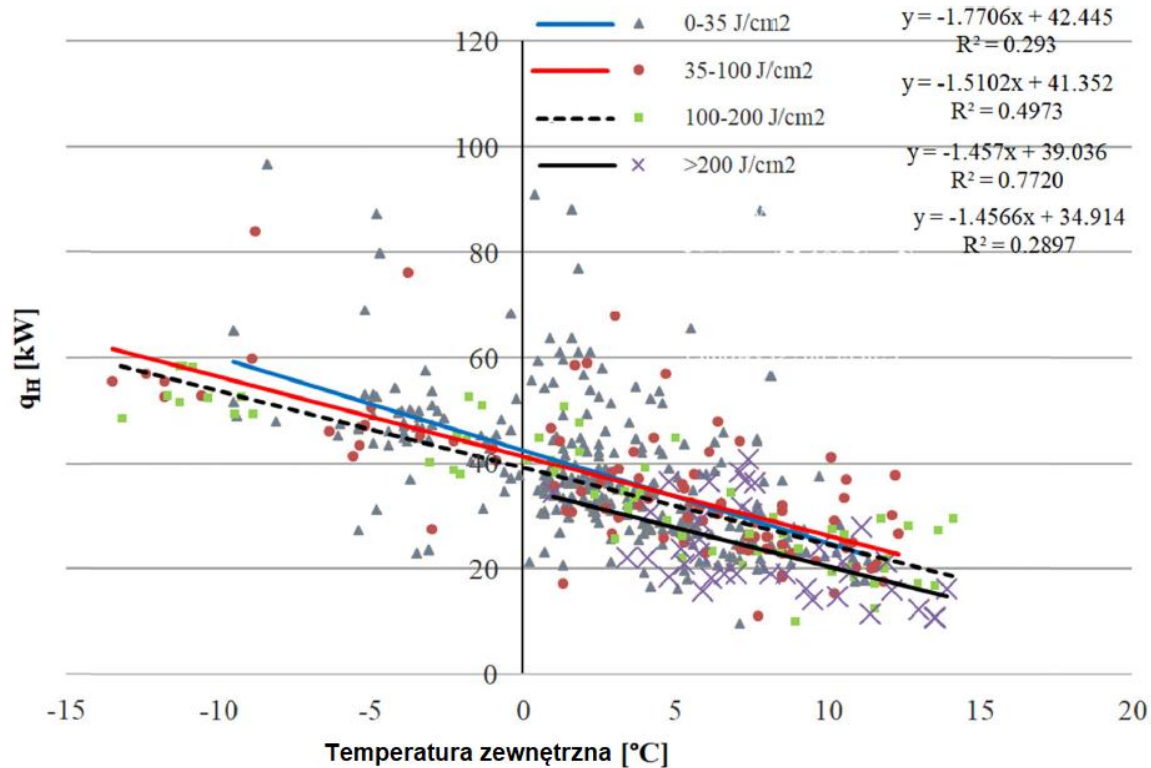


Cholewa T. et al, A simple building energy model in form of an equivalent outdoor temperature, Energy & Buildings 236 (2021) 110766

POIR.04.01.02-00-0012/18

Metoda

- metoda tworzenia rzeczywistego modelu cieplnego budynku (wpływ promieniowania słonecznego)



Cholewa T. et al, A simple building energy model in form of an equivalent outdoor temperature, Energy & Buildings 236 (2021) 110766

POIR.04.01.02-00-0012/18



Metoda

- metoda tworzenia rzeczywistego modelu cieplnego budynku
(*model budynku w formie równoważnej temperatury zewnętrznej*)

$$t_e^{rów} = t_e - t_e^V + t_e^N \quad [^{\circ}\text{C}]$$

gdzie:

t_e^V – korekta z uwagi na prędkość wiatru,

t_e^N – korekta z uwagi na nasłonecznienie/natężenie promieniowania słonecznego.

Cholewa T. et al, A simple building energy model in form of an equivalent outdoor temperature, Energy & Buildings 236 (2021) 110766

POIR.04.01.02-00-0012/18



Rzeczpospolita
Polska



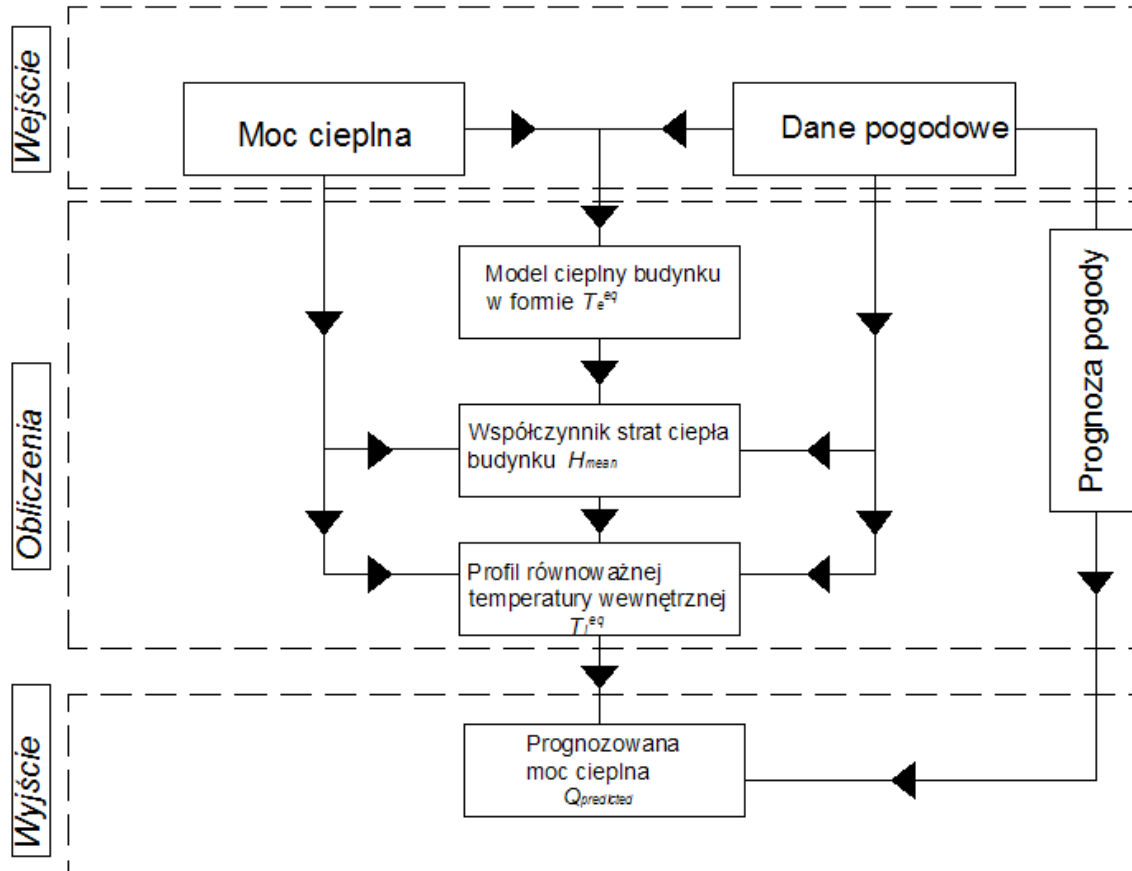
Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Metoda c.d.

- metoda uwzględnienia wpływu użytkowników systemu oraz prognozowania poziomu mocy cieplnej





Metoda c.d.

Jednak ...

W przypadku regulacji prognozowej można uwzględnić:

- obniżenie temperatury wewnętrznej w godzinach nocnych oraz dziennych;*
- odpowiednio wcześniej wyższą wartość temperatury zewnętrznej przewidywaną w danym dniu;*
- odpowiednio wcześniej prognozowaną wartość nasłonecznienia/natężenia promieniowania słonecznego w danym dniu;*

...

POIR.04.01.02-00-0012/18





Metoda c.d.

forHeat

[Powrót](#)

[Panel główny](#)

Kategorie

- Korekty**
- Obniżenia
- Tłumienie
- Zabezpieczenie ΔT

Ustawienia użytkownika - sterowanie

Lokalizacja:

Instalacja:

Korekta z uwagi na wiatr

Uwzględniaj

Przy prędkości wiatru większej od m/s

Korekta z uwagi na nastonecznienie

Uwzględniaj

Przy nastonecznieniu większym od W/m²

godzin przed

Korekta z uwagi na prognozę temp. zew.

Uwzględniaj

Przy wzroście T_{outdoor} od do °C

Przy prędkości wiatru mniejszej od m/s

godzin przed

[Zapisz zmiany](#) [Anuluj](#)

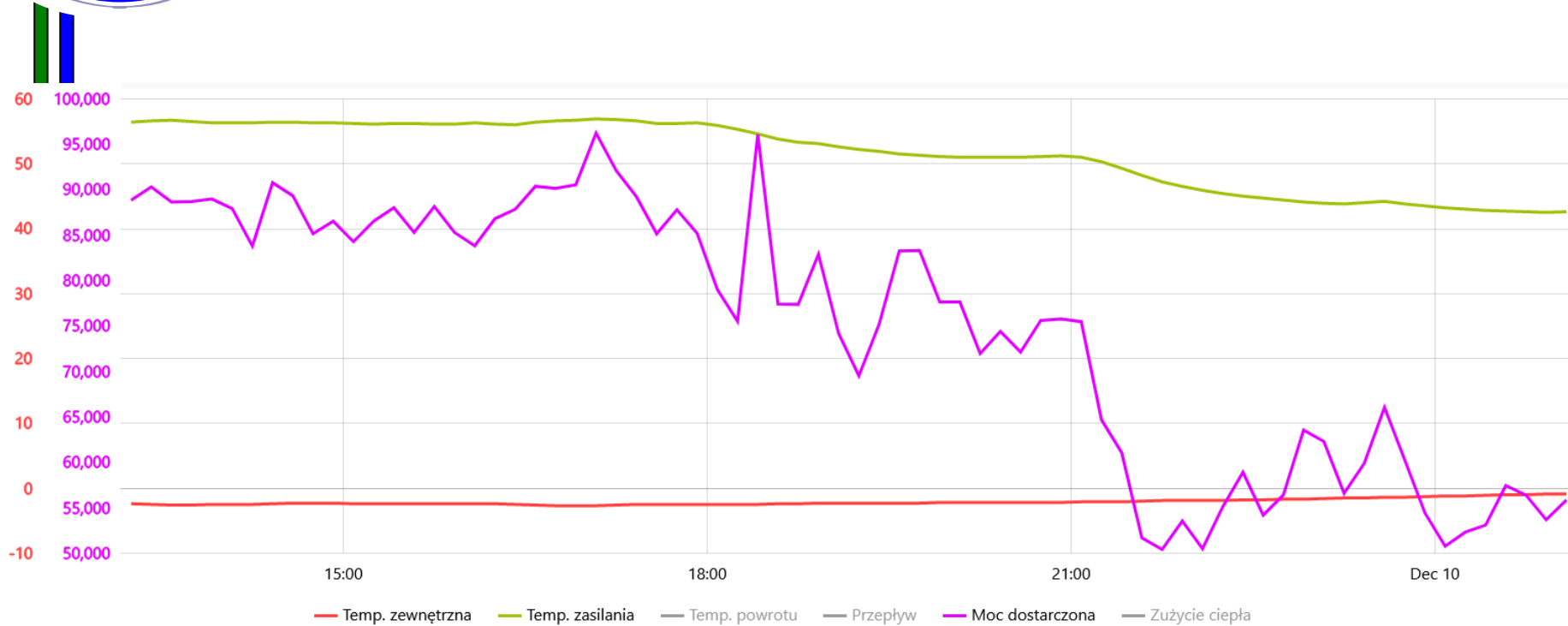
POIR.04.01.02-00-0012/18





Metoda c.d.

- przykład budynku użyteczności publicznej z obniżeniem nocnym od 21:00



POIR.04.01.02-00-0012/18



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

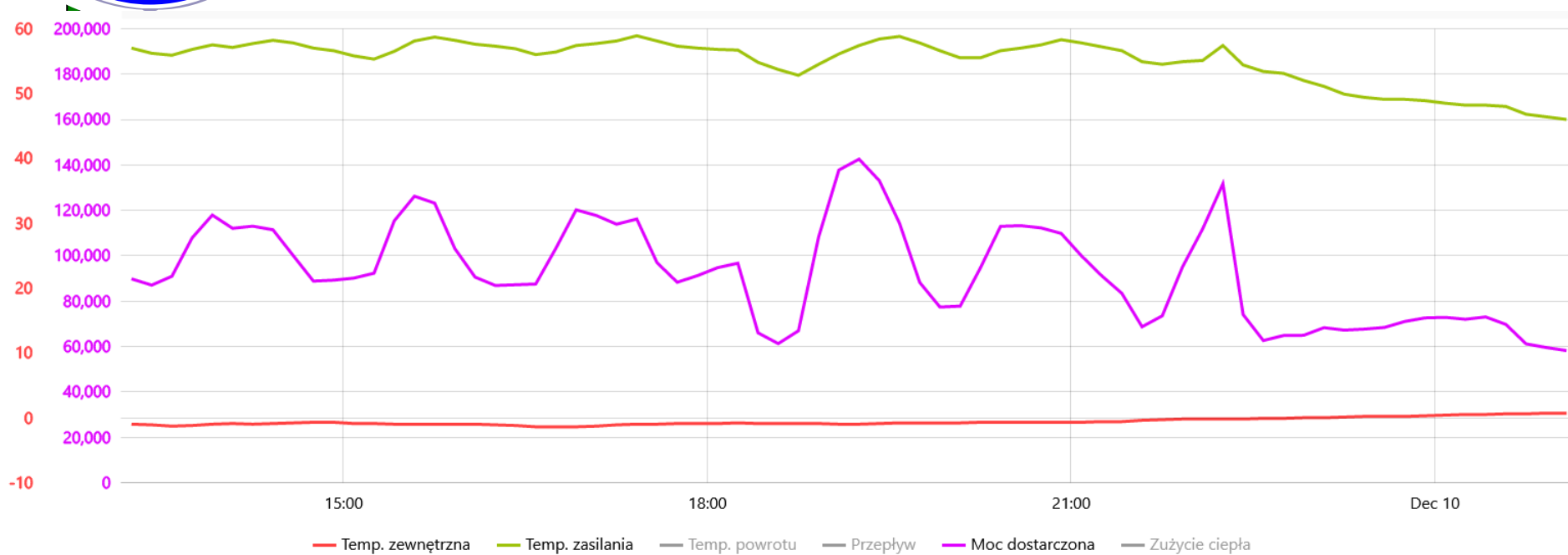
Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Metoda c.d.

- przykład budynku mieszkalnego wielorodzinnego z obniżeniem nocnym od 23:00



POIR.04.01.02-00-0012/18





Wyniki wstępnych badań - metodologia

- budynek mieszkalny wielorodzinny, jeden miesiąc sezonu ogrzewania 2020/2021 (dwa tygodnie przed i dwa tygodnie po instalacji regulacji prognozowej);
- budynek po termomodernizacji, czynnik roboczy o parametrach 80/60°C przy temperaturze zewnętrznej równej - 20°C;
- źródłem ciepła dla budynku jest dwufunkcyjny węzeł ciepłowniczy na potrzeby ogrzewania i przygotowania c.w.u.;
- skalibrowany ciepłomierz mierzył parametry związane z ciepłem dostarczanym do budynku (10 min)

POIR.04.01.02-00-0012/18



Rzeczpospolita
Polska



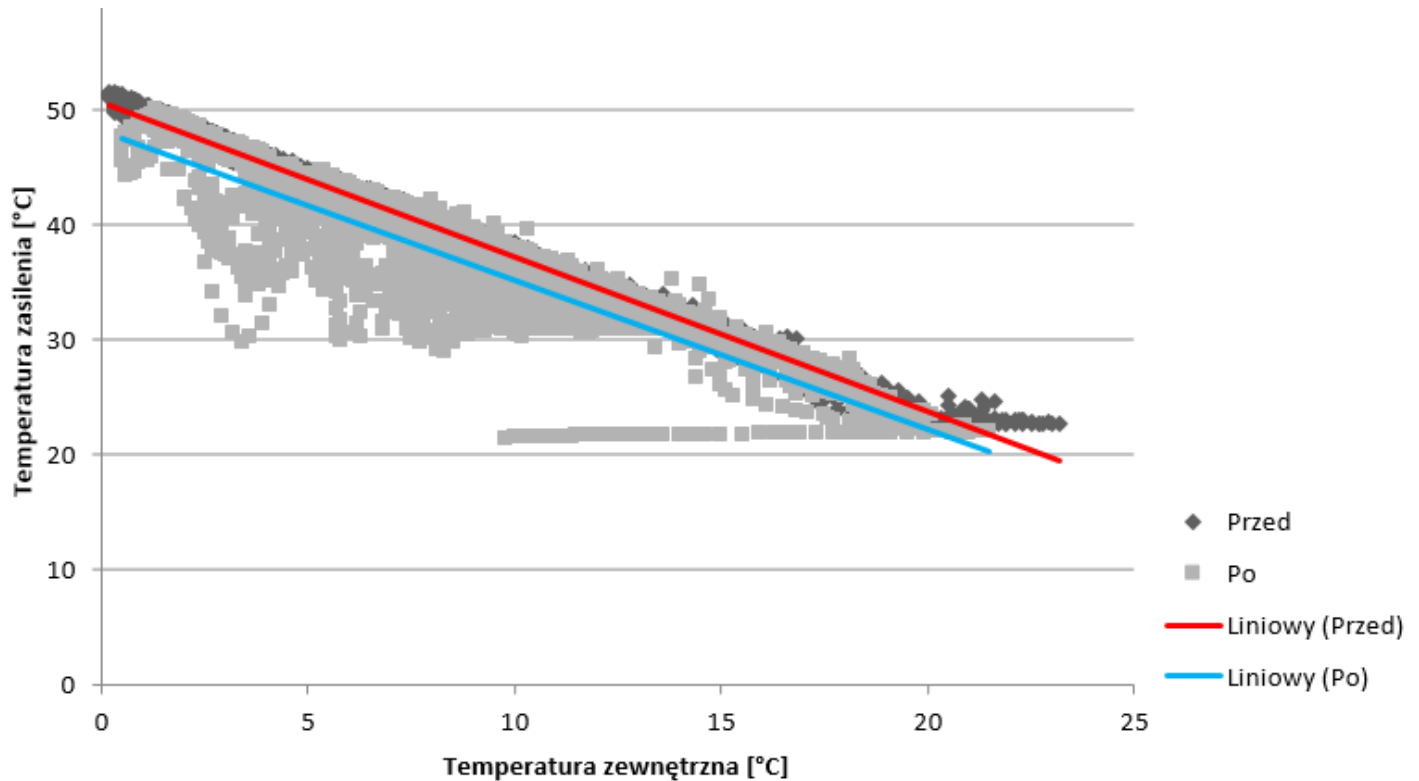
Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Wyniki



Rys. Temperatura na zasileniu instalacji ogrzewczej przed i po włączeniu regulacji prognozowej.

Cholewa T. et al, [forHEAT](#) an easy and widely applicable forecast control of a heating system in existing buildings: The first experience. Energy and Buildings (under submission)

POIR.04.01.02-00-0012/18



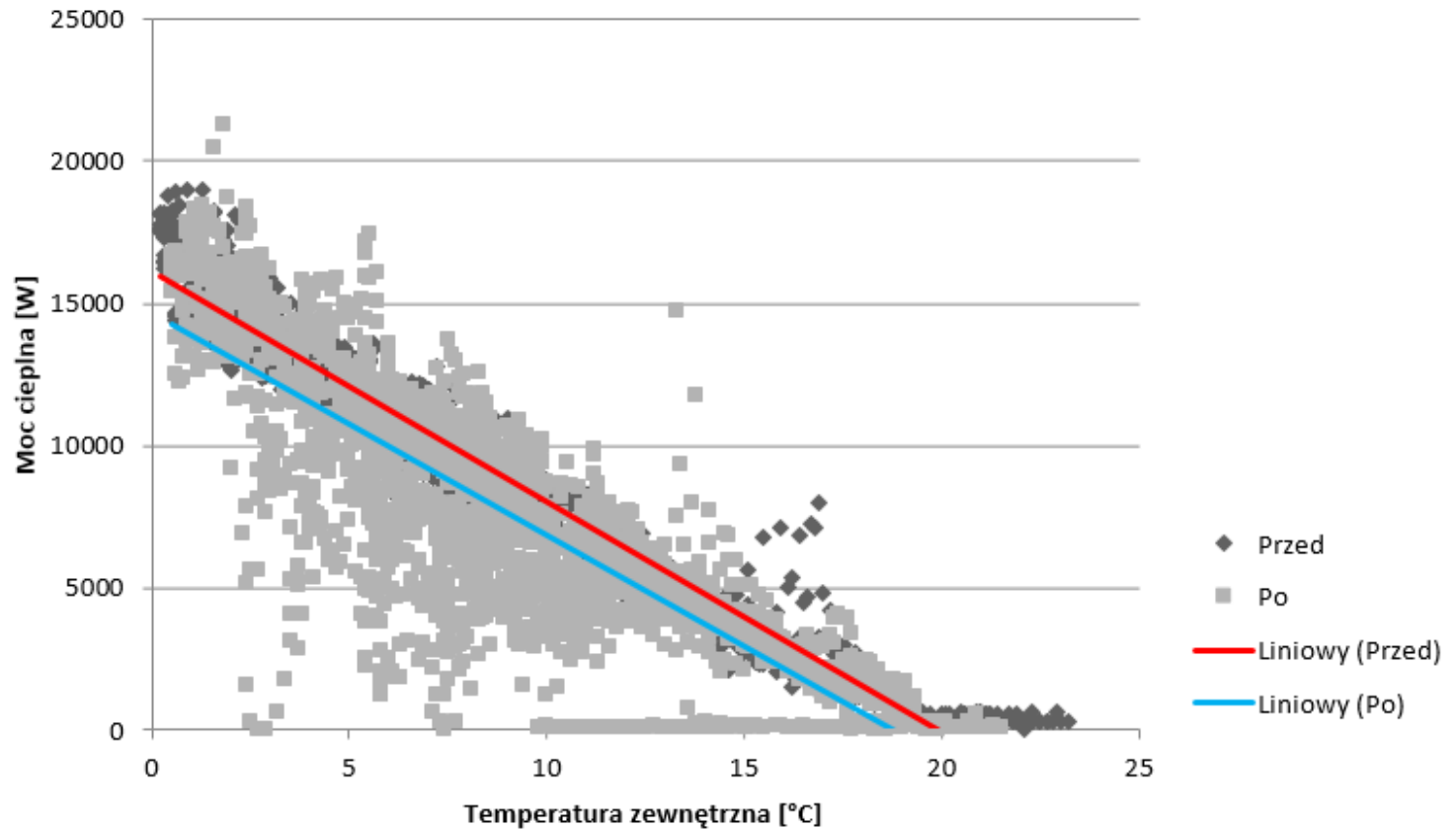
Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Wyniki



Rys. Moc cieplna instalacji ogrzewczej przed i po włączeniu regulacji prognozowej.

Cholewa T. et al, [forHEAT](#) an easy and widely applicable forecast control of a heating system in existing buildings: The first experience. Energy and Buildings (under submission)

POIR.04.01.02-00-0012/18

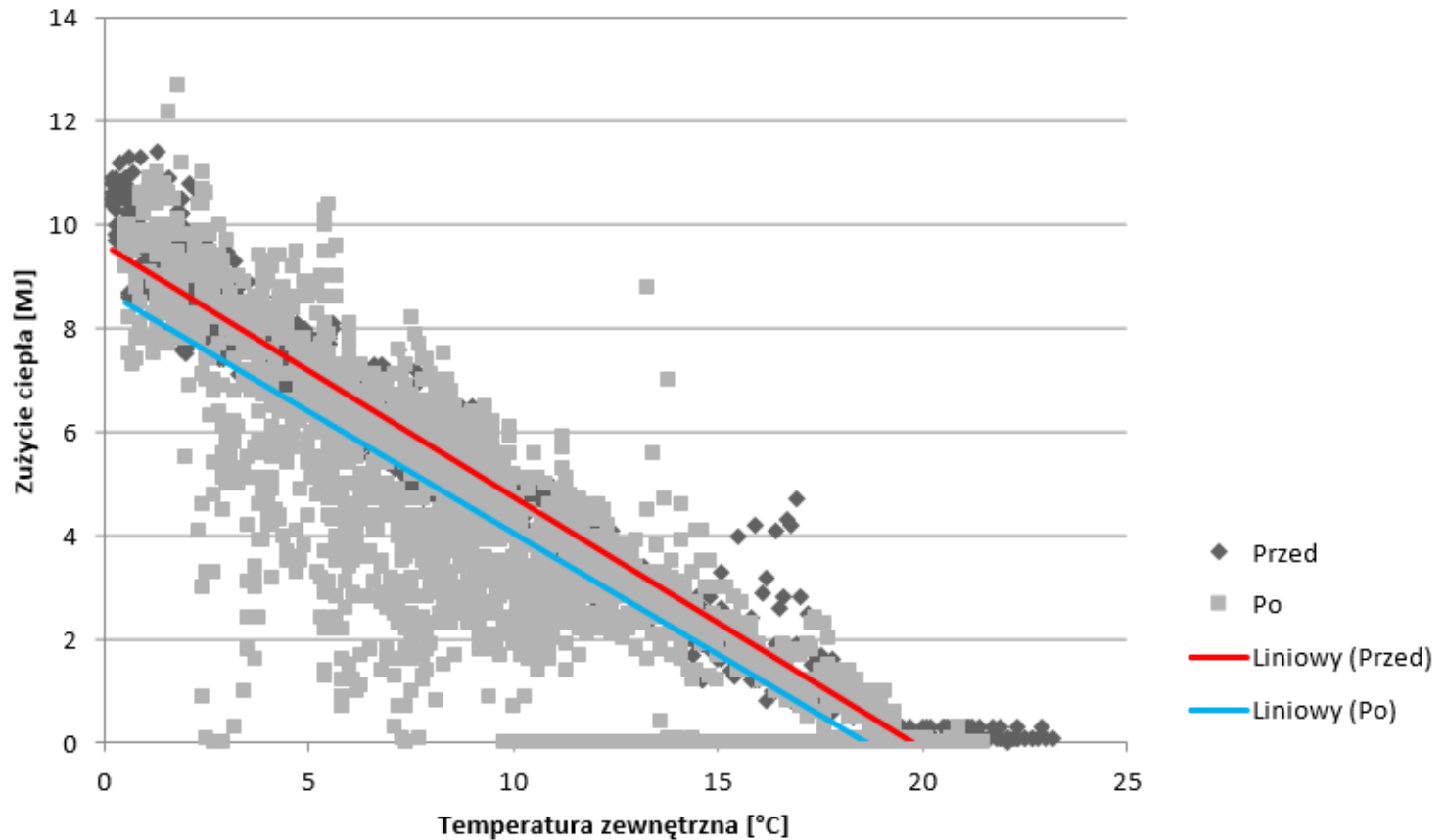


Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Wyniki



Rys. Zużycie ciepła w instalacji ogrzewczej przed i po włączeniu regulacji prognozowej.

Cholewa T. et al, [forHEAT](#) an easy and widely applicable forecast control of a heating system in existing buildings: The first experience. Energy and Buildings (under submission)

POIR.04.01.02-00-0012/18



Podsumowanie

Główne cechy forHEAT:

- urządzenie łatwe w instalacji i możliwe do zastosowania w większości istniejących budynków;
- czas instalacji w budynku (do 2h);
- oszczędności zużycia ciepła (około 10%);
- czas zwrotu poniesionych nakładów (poniżej 1 sezonu ogrzewczego);
- możliwość podglądu parametrów instalacji ogrzewczej oraz wprowadzania efektywnych energetycznie ustawień przez użytkownika.

POIR.04.01.02-00-0012/18





Dziękujemy za uwagę

dr hab. inż. Tomasz CHOLEWA, profesor uczelni
Politechnika Lubelska
Wydział Inżynierii Środowiska
Nadbystrzycka 40B
20-618 Lublin
email: t.cholewa@pollub.pl
tel: +48 81 538 4424

