

PORADNIK GRZEWczy GRZEJNIKI W NISKOTEMPERATUROWYCH SYSTEMACH GRZEWczyCH



Rettig Heating Sp. z o.o.
T 22 643 25 20, F 22 643 99 95
purmow@purmo.pl
www.purmo.pl

Żaden z rozdziałów niniejszego dokumentu nie może być kopiowany bez pisemnej zgody Rettig ICC. Rettig ICC nie bierze odpowiedzialności za nieścisłości lub niekonsekwencje wynikające z niewłaściwego używania informacji zawartych w tym dokumencie.

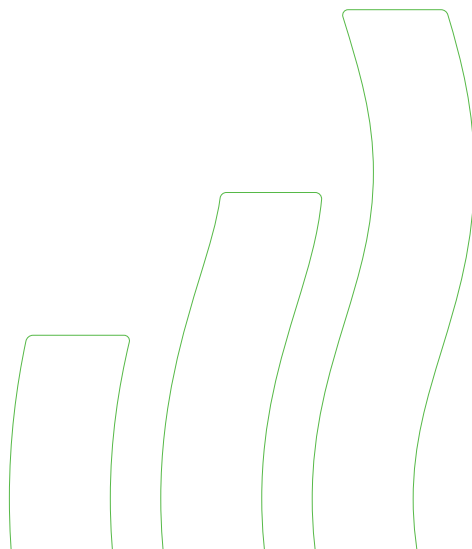
Wstęp Niniejszy Poradnik ma na celu umożliwienie Czytelnikom szerszego spojrzenia na niskotemperaturowe instalacje grzewcze, ich eksploatację i korzyści wynikające z ich stosowania, a zwłaszcza wkład w oszczędność energii.

Przy opracowaniu Poradnika wzięło udział szereg pracowników naukowych oraz specjalistów z naszej branży, a sam Poradnik zawiera raport z przeprowadzonych szczegółowych badań zastosowania grzejników konwekcyjnych w efektywnych instalacjach grzewczych.

Opracowaliśmy Poradnik z myślą o projektantach, sprzedawcach oraz instalatorach, z zamiarem wspomoczenia ich w podejmowaniu przemyślanych decyzji przy wyborze elementów grzewczych do projektów inwestycyjnych, realizowanych w nowych oraz modernizowanych budynkach.



ENERGIA ZAPRZĘGNIĘTA DO **WYDAJNEJ PRACY**



Wstęp	3
Spis treści	5
A Wywiad z Mikko Iivonenem	6
1 Czas na zmianę sposobu myślenia	10
2 Wpływ izolacyjności budynków na efektywność ogrzewania	20
B Wywiad z prof. Christerem Harrysonem	34
3 Rosnące zainteresowanie niskotemperaturowymi systemami grzewczymi	38
C Wywiad z prof. Jarkiem Kurnitskim	54
4 Istotny dowód	58
5 Rodzaje ogrzewania	72
D Wywiad z Elo Dhaene	78
6 Korzyści dla użytkowników	82





Mikko Iivonen

Mikko Iivonen,
Dyrektor ds. Badań i Rozwoju w Rettig ICC

ZAMIENIAM LICZBY NA PRAKTYCZNE ROZWIĄZANIA

Jako Dyrektor ds. Badań i Rozwoju w Rettig ICC, jestem odpowiedzialny za reakcje na potrzeby rynkowe, dostarczanie Klientom dogłębnej wiedzy, innowacji i konkretnych wyników. Wszystkie działania, których się podejmuję, we współpracy ze specjalistami z branży i ekspertami akademickimi, oparte są o niezależne badania, przeprowadzone w warunkach rzeczywistych. Do licznego grona naszych konsultantów ostatnio dołączyli: prof. Jarek Kurnitski (z Politechniki Helsińskiej), prof. Christer Harrysson (z Uniwersytetu w Örebro w Szwecji), prof. Leen Peeters (z Uniwersytetu Brukselskiego), prof. Dietrich Schmidt (z Instytutu Fraunhofera w Niemczech). Z ich pomocą, dzięki ich wiedzy i zaangażowaniu, zamieniam liczby w praktyczne rozwiązania.

Clever heating solutions

Możliwa jest oszczędność nawet 15% w kosztach energii

Inwestując intensywnie w badania i rozwój, dostarczamy naszym Klientom wyjątkowe rozwiązania z zakresu ogrzewania. Rozwiązania niosące za sobą istotną różnicę w jakości klimatu wewnętrznego, a także zużycia energii. Rozwiązania przekładające się na nawet 15%-owe oszczędności w kosztach zużycia energii. Pamiętając o tym, chciałbym podzielić się wynikami szeroko zakrojonego, trwającego ponad rok projektu badawczego, prowadzonego przez profesora Harryssona. Projekt obejmował analizę 130 domów jedno- i wielorodzinnych, zlokalizowanych w Szwecji. Pokazuje on, że dla budynków, w których zastosowano grzejniki w instalacjach niskotemperaturowych, zużycie energii na cele ogrzewania kształtuje się na poziomie 15-25% niższym niż w przypadku innych instalacji. Wyniki te nie są zaskakujące, mocno podkreślają jednak korzyści płynące z eksploatacji instalacji grzejnikowych w nowoczesnych, efektywnych energetycznie budynkach.

Z powodu zaostrzonych norm budowlanych dotyczących izolacyjności budynki stają się łatwiejsze do ogrzania

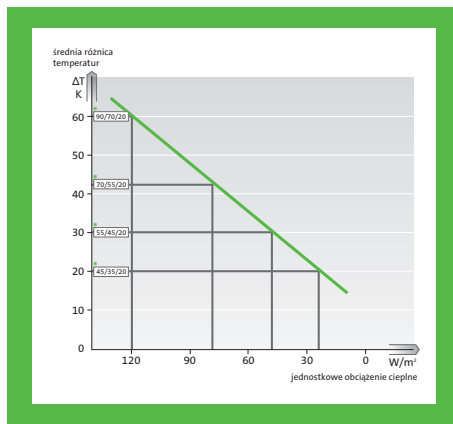
Wykresy na **rys. 1.1 i 1.2** pokazują obniżenie temperatur projektowych grzejników w ciągu ostatnich lat, przy zachowaniu warunków komfortu cieplnego. W całej Europie wymagania, precyzowane przez normy budowlane i wytyczne, dotyczące izolacyjności budynków, zostały zaostrzone, stąd przy ograniczonych stratach ciepła budynki stają się łatwiejsze do ogrzania. Dzięki wysokiej elastyczności instalacji z grzejnikami, coraz łatwiej uwzględnić zyski ciepła w domach mieszkalnych i budynkach biurowych.

20/20/20

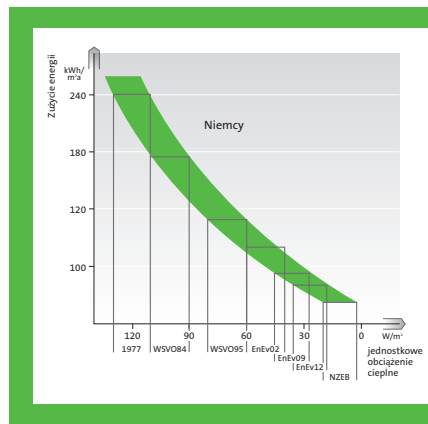
Państwa członkowskie Unii Europejskiej już teraz zobowiązane są do stworzenia i wprowadzenia w życie założeń efektywności energetycznej w ścisłym horyzoncie czasowym do roku 2020

(Dyrektywa 20/20/20). Oznacza to m.in. osiągnięcie poziomu oszczędności energii pierwotnej w wysokości 20% w stosunku do zużycia liczonego za rok 2007, redukcję emisji gazów cieplarnianych o 20% i zapewnienie, że 20% energii końcowej brutto będzie pochodziło ze źródeł odnawialnych. Właściciele nieruchomości zobowiązani są do potwierdzania korzystnych właściwości energetycznych swoich budynków odpowiednimi świadectwami energetycznymi. Oto kolejne argumenty za wyborem instalacji grzewczych, zapewniających zwiększoną efektywność energetyczną instalacji z grzejnikami w systemach niskotemperaturowych. Wspomniane cele efektywności energetycznej dotyczą przede wszystkim budownictwa, odpowiedzialnego za 40% całkowitego zużycia energii w Europie.

Osiągnięcie poziomu oszczędności energii w wysokości 20%, redukcja emisji gazów cieplarnianych o 20%, 20% energii końcowej brutto będzie pochodziło ze źródeł odnawialnych



Rys. 1.1
Temperatury projektowe dla grzejników zostały obniżone w odpowiedzi na zmniejszające się obciążenie cieplne budynków



Rys. 1.2
Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania pomieszczeń – wykres jednostkowego obciążenia cieplnego (do celów szacunkowych)

Zmiany zapotrzebowania na energię dla budynków w stosunku do jednostkowego obciążenia cieplnego

ROZDZIAŁ 1

CZAS NA ZMIANĘ **SPOSOBU** MYŚLENIA

- **Wytyczne dotyczące efektywności energetycznej** > Kraje europejskie wprowadzają własne wytyczne lokalne, których celem jest poprawa efektywności energetycznej
- **Udział energii odnawialnej – cele do osiągnięcia** > Silna presja wywierana na właścicieli budynków odnośnie redukcji zużycia energii
- **Innowacje** > Pełna optymalizacja emisji mocy cieplnej; zużycie materiałów obecnie produkowanych grzejników może wynosić do 87% w stosunku do modeli sprzed lat

Oszczędność zużycia energii jest kluczową kwestią dla każdego, w szczególności w budownictwie. W Europie, domy mieszkalne i budynki użyteczności publicznej muszą uwzględniać coraz surowsze wytyczne odnośnie efektywności energetycznej – Dyrektywy Unii Europejskiej EPBD 2002/91/EC i nowelizacja 2010/91/EC wymagają wprowadzenia certyfikacji poziomów zużycia energii dla właścicieli i najemców nieruchomości. Dodatkowo, państwa członkowskie UE zobowiązane są do stworzenia i wprowadzenia w życie celów efektywności energetycznej w ścisłym horyzoncie czasowym do roku 2020 (Dyrektywa 20/20/20).

Kraje europejskie wprowadzają własne, lokalne wytyczne, których celem jest poprawa efektywności energetycznej, wg indywidualnych ustaleń pomiędzy UE i każdym państwem członkowskim. Pomimo różniących się celów i wartości dla poszczególnych krajów, obserwuje się w całej Europie spadkowy trend w zużyciu energii.

Wytyczne dotyczące efektywności energetycznej

Kraje europejskie wprowadzają własne lokalne wytyczne, których celem jest poprawa efektywności energetycznej

Udział energii odnawialnej – przykłady celów do osiągnięcia

Jak pokazano poniżej i na następnych stronach, niektóre cele są wyjątkowo surowe, bazując na – traktowanej priorytetowo – tendencji do zwiększania udziału źródeł odnawialnych w całkowitym bilansie energetycznym i redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Finlandia:	28,5% – 39%
Francja:	10,3% – 23%
Niemcy:	9,3% – 18%
Wielka Brytania:	1,3% – 15%
Szwecja:	39% – 49%

Silna presja wywierana na właścicieli budynków odnośnie redukcji zużycia energii

Ustalenia te są przyczyną silnej presji, wywieranej na właścicieli budynków, odnośnie redukcji zużycia energii w stopniu wyższym, niż wymagany przez państwowe wytyczne (**rys. 1.4**). W całej Europie trend zwiększania efektywności energetycznej wynika również z innych przyczyn. Ceny paliw kopalnych wykazują ciągłą tendencję wzrostową, a zasoby ropy naftowej i gazu ziemnego zmniejszają się, powodując wzrost ich wartości. Opinia publiczna wykazuje coraz większą troskę o stan środowiska naturalnego,

a preferencje konsumenckie coraz częściej skłaniają się ku procesom i produktom określanym jako przyjazne środowisku. Nadszedł czas na zmianę koncepcji, leżących u podstaw działania branży grzewczej, jak wskazano w Dyrektywie UE 2009/125/EC (ErP). Naszą odpowiedzialnością staje się zapewnienie użytkownikom końcowym najbardziej efektywnych energetycznie i jednocześnie efektywnych kosztowo sposobów stworzenia komfortowych warunków klimatu wewnętrznego. Szereg dostępnych licznych rozwiązań grzewczych nie ułatwia wyboru właściwego systemu.

Podjęcie przemysłanych decyzji przez projektantów, instalatorów i użytkowników końcowych wymaga udostępnienia opinii publicznej zgodnych ze stanem faktycznym informacji na temat dostępnych rozwiązań systemów grzewczych. Przy rosnącym zainteresowaniu i wykorzystaniu niskotemperaturowych instalacji grzewczych, Purmo opracowało niniejszy Poradnik, mający na celu wyjaśnienie znaczącej roli, odgrywanej przez grzejniki konwekcyjne w nowoczesnej technice grzewczej.

Redukcja emisji i zużycia energii - przykłady

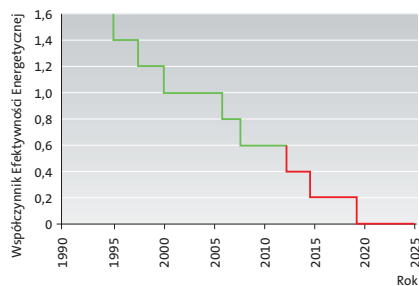
Naszą odpowiedzialnością staje się zapewnienie użytkownikom końcowym najbardziej efektywnych energetycznie i jednocześnie efektywnych kosztowo sposobów stworzenia komfortowych warunków klimatu wewnętrznego

Rys. 1.4

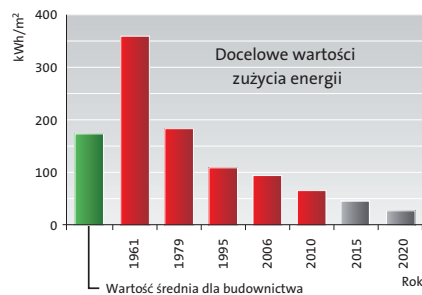
Założenia kilku wybranych państw, prowadzące do uzyskania celu, jakim jest budynek o zużyciu energii bliskim zeru

(wg REHV A Journal 3/2011 r.)

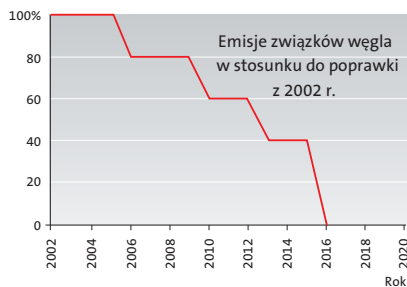
Holandia



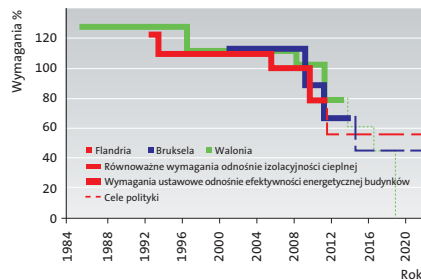
Dania



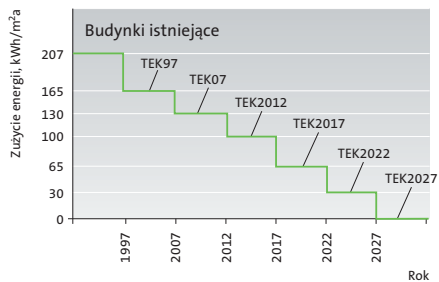
Wielka Brytania



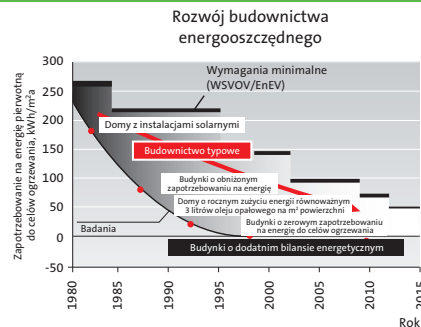
Belgia



Norwegia



Niemcy



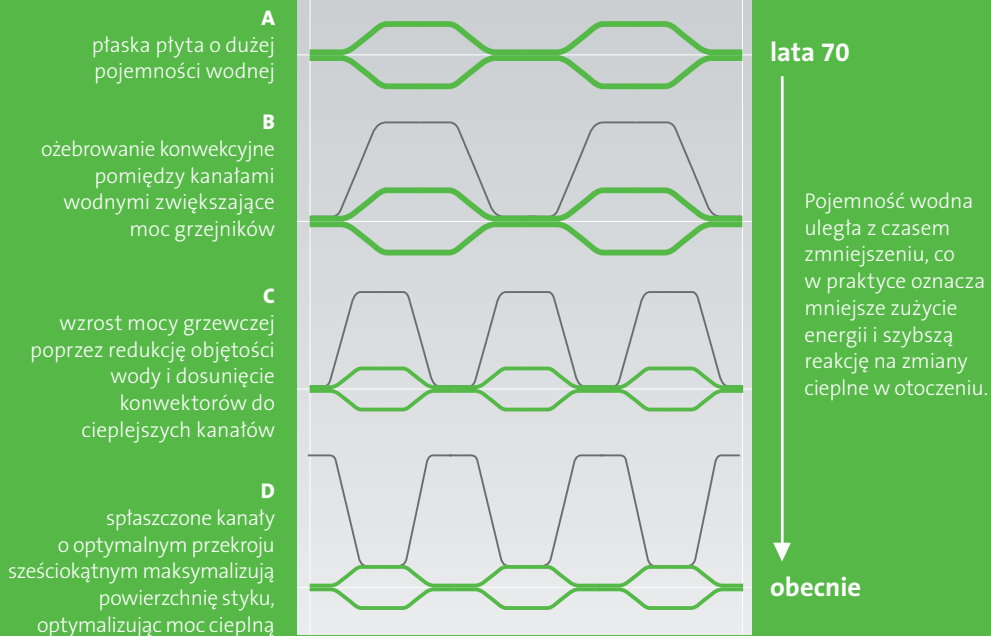
Innowacje

Pełna optymalizacja emisji mocy cieplnej

Grzejniki przeszły długą drogę rozwoju, począwszy od masywnych grzejników żeliwnych sprzed 40 lat (**rys. 1.5**). Wczesne formy stalowych grzejników płytowych miały płaską strukturę płytową z dużą pojemnością wodną (**A**). Następnym krokiem było wprowadzenie ożebrowania konwekcyjnego pomiędzy płytami grzewczymi, zwiększającego moc grzejników (**B**). Dalej stwierdzono, że moc cieplna może zostać dodatkowo zwiększona poprzez zmniejszenie objętości wody i dosunięcie konwektorów do cieplejszych kanałów (**C**). Jednak dopiero spłaszczenie kanałów do zoptymalizowanej formy o przekroju sześciokątnym, którą znamy z dzisiejszych grzejników, spowodowało zmaksymalizowanie pola powierzchni styku i pełną optymalizację emisji mocy cieplnej (**D**).

Rys. 1.5

Innowacyjne rozwiązania w konstrukcji grzejników konwekcyjnych



Lepiej nawet o 87%

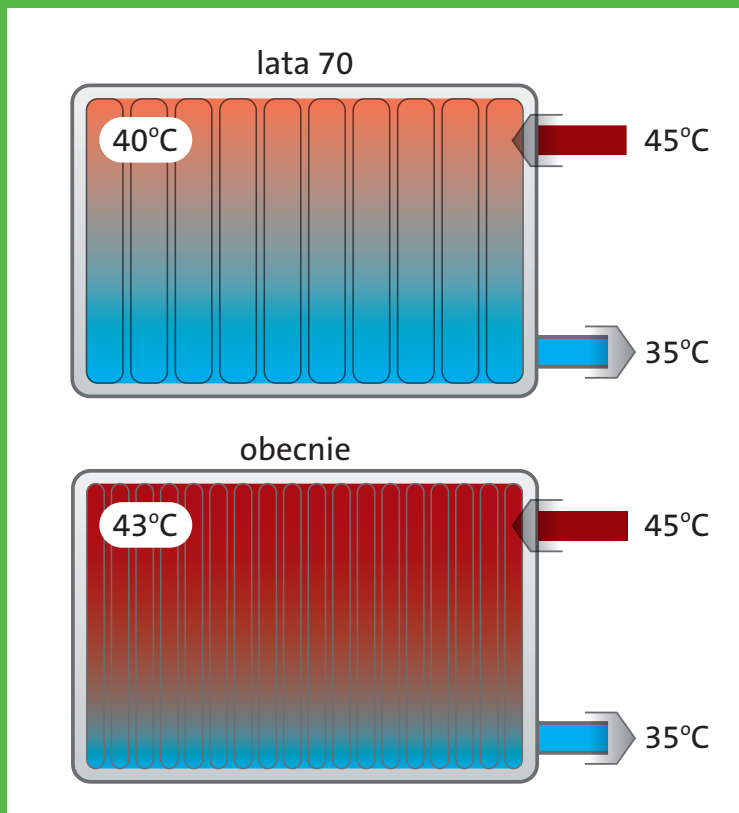
**Dzisiejsze modele
grzejników osiągają
nawet do 87% więcej
energii z 1 kg stali użytej
do ich produkcji**

Symulacje komputerowe znacząco wspomagają postęp w optymalizowaniu efektywności energetycznej w ostatnich latach. Umożliwiają m.in.: optymalizację przepływu czynnika grzewczego przez grzejnik, symulację wymiany ciepła do ożebrowania konwekcyjnego i przeprowadzanie obliczeń optymalnej proporcji ciepła, oddawanego pomieszczeniu na drodze promieniowania i konwekcji. Dzisiejsze modele grzejników osiągają nawet do 87% więcej energii z 1 kg stali użytej do ich produkcji (**rys. 1.6**).

Rys. 1.6:
Innowacje
w stalowych
grzejnikach płytowych

Zwiększenie liczby kanałów, obniżenie pojemności cieplnej - nowoczesne grzejniki mają zwiększoną moc cieplną przy mniejszej objętości wody i niezminionej temperaturze.

Co więcej, poprawa w efektywności materiałowej, szacowanej w W/kg, stali wynosi 87%.



ROZDZIAŁ 2

WPŁYW IZOLACYJNOŚCI BUDYNKÓW NA EFEKTYWNOŚĆ OGRZEWANIA

- **Izolacyjność** > Izolacyjność zawsze odgrywała dużą rolę w zapewnieniu w budynkach suchego i ciepłego środowiska
- **Pozytywny wpływ zmieniającego się ustawodawstwa** > Bezpośrednia korzyść, wynikająca ze zwiększonej izolacyjności, to bardziej komfortowe warunki klimatu wewnętrznego
- **Zyski i straty ciepła** > Po uwzględnieniu zysków i strat ciepła, można oszacować energię użytkową
- **Zyski ciepła w nowoczesnych budynkach** > Ważne jest aby instalacja grzewcza była w stanie sprawnie reagować na pojawiające się wewnętrzne zyski ciepła,
- Im mniejsza pojemność cieplna elementów grzewczych, tym wyższe szanse na precyzyjną regulację temperatury w pomieszczeniu

Straty ciepła z pomieszczeń odbywają się na 2 sposoby: przez ściany budynku, dach, okna itp. na zewnątrz (straty przez przenikanie) oraz wraz z powietrzem, wydostającym się z budynku (straty wentylacyjne oraz spowodowane przez nieszczelności). Głównym celem poprawy izolacyjności budynków jest minimalizacja strat przez przenikanie, przy optymalnym nakładzie kosztów.

Izolacyjność

Ciało ludzkie wydziela ok. 20 l/h CO₂ oraz ok. 50 g/h pary wodnej. Dodatkowo, wykonywanie czynności domowych i pielęgnacyjnych powoduje wprowadzenie do powietrza w pomieszczeniach kilku litrów wody w postaci pary wodnej. Wymaga to zapewnienia wentylacji pomieszczeń, której nie można zaniedbać bez powodowania uszczerbku na zdrowiu mieszkańców i zanieczyszczenia budynku (pleśniami itp).

Jednym ze skutków zwiększonej izolacyjności budynku jest jego nadmierne uszczelnienie. Zła wentylacja, wzrost wilgotności powietrza w pomieszczeniach, wysokie stężenie CO₂, kondensacja pary wodnej na elementach konstrukcyjnych budynku – wszystko to może być wynikiem zbytniego uszczelnienia budynku. Właśnie dlatego, właściwie zaizolowane budynki powinny być dodatkowo wyposażone w wentylację mechaniczną. Odzysk ciepła z wywiewanego powietrza ma istotny wpływ na oszczędność energii.

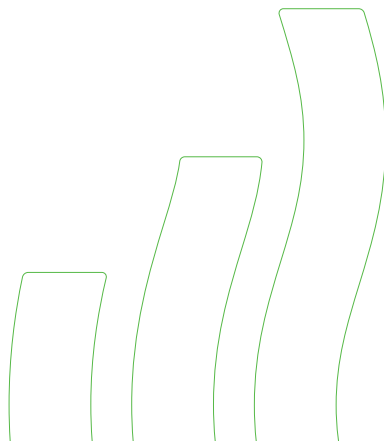


**Izolacyjność zawsze
odgrywała dużą rolę
w zapewnieniu
w budynkach
suchego i ciepłego
środowiska**

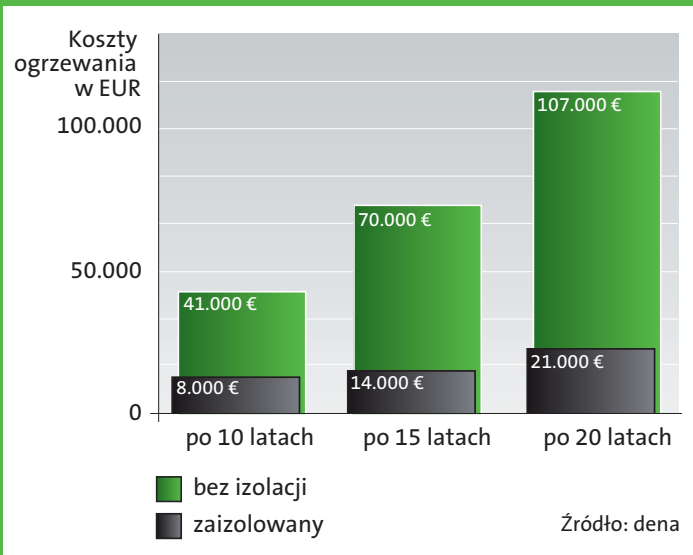
Izolacyjność zawsze odgrywała dużą rolę w zapewnieniu w budynkach suchego i ciepłego środowiska, od najwcześniejszych zastosowań słomy, trocin i korka, do dzisiejszych nowoczesnych materiałów, takich jak włókno szklane, wełna mineralna, styropian, płyty i pianki poliuretanowe. Miały one wpływ na zmiany w praktyce budowlanej. Grube mury i instalacje wysokotemperaturowe przestały mieć rację bytu.

**Oszczędności rzędu
86 000 EUR
w ciągu 20 lat**

Dobrze zaizolowany budynek jest łatwiejszy do ogrzania niż ten o złej izolacyjności. Traci mniej ciepła, a więc zużywa mniej energii. **Rys. 2.1** przedstawia porównanie szacunkowych kosztów ogrzewania dwóch budynków mieszkalnych: jednego po dociepleniu, drugiego – bez izolacji. Różnica pomiędzy kosztami ogrzewania dla obu budynków wzrasta wraz z upływem czasu, po 20 latach dając ogromną sumę rzędu 86 000 EUR.

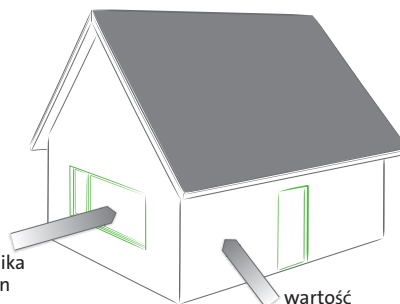


Rys. 2.1
Symulacja kosztów
ogrzewania
dla domów
jednorodzinnych:
budynek zaizolowany
oraz bez izolacji



Rys. 2.2
Zmieniające się
wymagania odnośnie
izolacyjności przegród
budowlanych na
przykładzie Niemiec
od 1977 r.

wartość
współczynnika
U dla okien



wartość
współczynnika
U dla ścian zewnętrznych

		Przed 77	1977	WSVO 1984	WSVO1995	EnEV 2002	EnEV 2009	
°C	wartość współczynnika U dla okien	W/m²K	5	3,50	3,10	1,80	1,70	1,30
	wartość współczynnika U dla ścian zewnętrznych	W/m²K	2	1,00	0,60	0,50	0,35	0,24
	Jednostkowe obciążenie cieplne	W/m²	200	130	100	70	50	35
	t/t	°C	90/70	90/70	90/70 & 70/55	70/55	55/45	45/35

Oszczędność energii jest uzyskiwana dzięki poprawie izolacyjności budynków. W życie wprowadza się przepisy, mające na celu zapewnienie, że nowo powstające i remontowane budynki będą uwzględniać coraz bardziej zaostrzone normy budowlane. Biorąc na przykład Niemcy, można zauważyć, że od 1977 r. normy i wytyczne budowlane w sposób ciągły obniżają wartości dopuszczalnego poziomu strat ciepła na zewnątrz budynku.

W 1977 r. normą były parametry temperatury 90/70 °C (temperatura zasilania i powrotu), prawie dwukrotnie wyżej niż wytyczne EnEV z 2009 r.

Dla domów ogrzewanych za pomocą wodnych instalacji centralnego ogrzewania, jeden z najbardziej wyraźnych kroków naprzód dotyczy wartości temperatury zasilania i powrotu czynnika grzewczego. W 1977 r. normą były parametry temperatury 90/70°C (temperatura zasilania i powrotu), prawie dwukrotnie wyżej niż wytyczne EnEV z 2009 r. Wyraźnie widać, że to przesunięcie w kierunku obniżenia temperatur czynnika grzewczego instalacji grzewczej stało się możliwe dzięki coraz częściej wykonywanym remontom, mającym na celu zwiększenie efektywności energetycznej.

Oszczędności energii i redukcja kosztów nie są jedynym wynikiem zastrzonego ustawodawstwa. Bezpośrednia korzyść, wynikająca ze zwiększonej izolacyjności, to bardziej komfortowe warunki klimatu wewnętrznego. **Rys. 2.3 – 2.5** (na następnej stronie) pokazują wnętrze pomieszczenia zaizolowanego zgodnie z obowiązującymi w różnych okresach wytycznymi budowlanymi. Jak widać, jedyną stałą we wszystkich przykładach jest niezmienna temperatura zewnętrzna -14°C . Temperatura powierzchni okna z pojedynczym przeszkleniem na **rys. 2.3** wynosi 0°C . Aby uzyskać dopuszczalną temperaturę wewnętrzną w pomieszczeniu $+20^{\circ}\text{C}$, wg rozporządzenia WSVO z 1977 r. należałoby zapewnić grzejnikom czynnik grzewczy o średniej temperaturze 80°C . Nawet przy tak wysokiej temperaturze, ściany uzyskiwałyby temperaturę zaledwie 12°C , stwarzając dużą różnicę temperatury w stosunku do wnętrza pomieszczenia oraz szereg odczuwalnych zimnych obszarów.

Z czasem, równolegle do zmian wytycznych budowlanych, warunki klimatu wewnętrznego w domach uległy wyraźnej poprawie, jak pokazano na **rys. 2.4**. Wraz z coraz częstszym stosowaniem podwójnych przeszkleń okiennych w zapomnienie odchodzą zimne okna, a użytkownicy pomieszczeń mają zapewnioną pewną ochronę przed temperaturą poniżej 0°C .

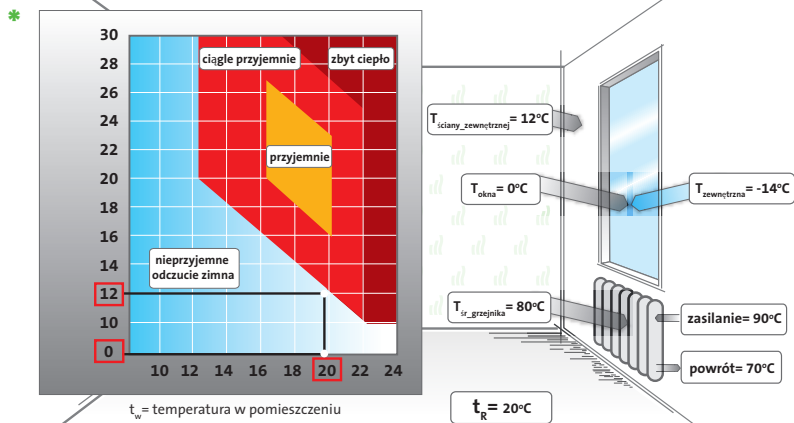
Aby osiągnąć optymalną temperaturę w pomieszczeniu, grzejniki muszą pracować w średniej temperaturze 50°C , ściany nagrzewają się do 18°C – co stanowi bardziej uśrednioną wartość w stosunku do temperatury 14°C dla okien i 20°C dla powietrza w pomieszczeniu. Sytuacja ulega dalszej poprawie po zastosowaniu się do serii wytycznych od EnEV od 2009 r. do 2012 r.

Pozytywny wpływ zmieniającego się ustawodawstwa

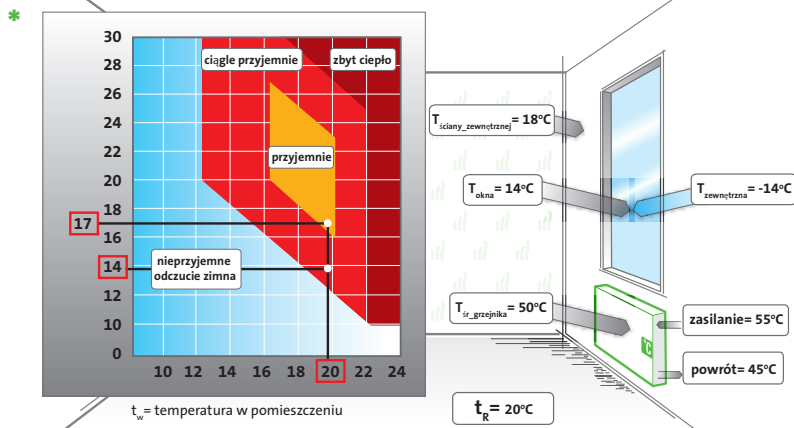
Bezpośrednia korzyść, wynikająca ze zwiększonej izolacyjności, to bardziej komfortowe warunki klimatu wewnętrznego

Warunki klimatu wewnętrznego

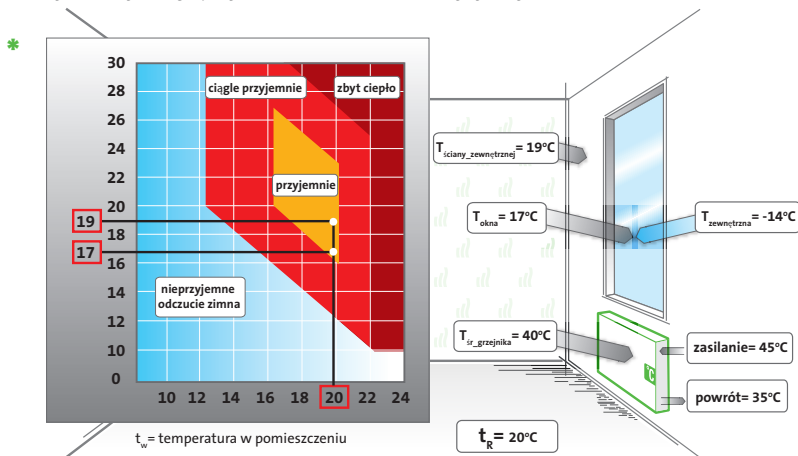
Rys. 2.3 Wartości temperatury w standardowym domu sprzed 1977 r., przy parametrach temperatury czynnika grzewczego w instalacji grzewczej 90/70/20°C



Rys. 2.4 Sytuacja przy dostosowaniu się do wytycznych EnEV z 2002 r. (55/45/20°C)



Rys. 2.5 Sytuacja przy dostosowaniu się do wytycznych EnEV z 2009 r. (45/35/20°C)



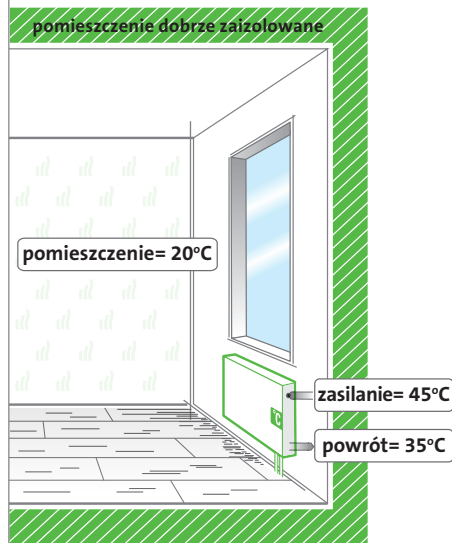
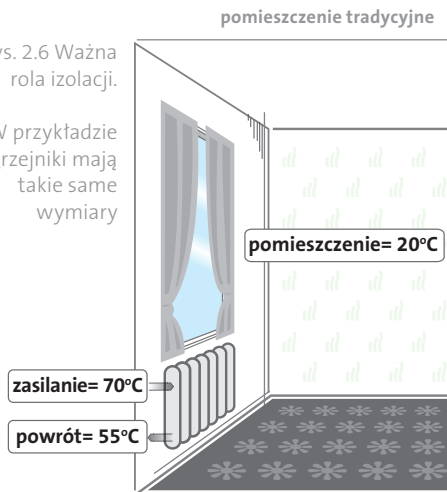
Na **rys. 2.5** ściany mają prawie taką samą temperaturę, jak wewnątrz pomieszczenia, nawet okna są ciepłe, pomimo mrozu na zewnątrz. Te optymalne warunki są uzyskiwane, choć grzejniki działają przy średniej temperaturze czynnika grzewczego 40°C , co stanowi tylko 50% wartości dla takiego samego budynku na **rys. 2.3**, zaizolowanego wg wytycznych sprzed 1977 r.

Różnica pomiędzy uśrednioną temperaturą powierzchni w pomieszczeniu w kierunkach przeciwnych nie przekracza 5 K

- * **Komfort cieplny** jest definiowany za pomocą szeregu standardowych kryteriów, m.in.:
- uśredniona wartość temperatury powietrza wewnętrznego i powierzchni w pomieszczeniu wynosi ok. 21°C ,
 - różnica pomiędzy temperaturą powietrza wewnętrznego i uśrednioną temperaturą powierzchni w pomieszczeniu nie przekracza 3 K,
 - różnica pomiędzy uśrednioną temperaturą powierzchni w pomieszczeniu w kierunkach przeciwnych nie przekracza 5 K,
 - różnica temperatury powietrza na wysokości głowy człowieka i stóp nie przekracza 3 K,
 - prędkość przepływu powietrza w pomieszczeniu nie przekracza 0,15 m/s.

Rys. 2.6 Ważna rola izolacji.

W przykładzie grzejniki mają takie same wymiary



jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło: **100 W/m²**
powierzchnia użytkowa **x**
zapotrzebowanie na ciepło:
11 m² x 100 W/m² = 1100 W
temperatura czynnika grzewczego w instalacji:
70/55/20°C
wymiary grzejnika:
h 580mm, w 1200mm, d 110mm
n* = 1,25
Q = 1100 W

Wady tradycyjnych grzejników żeliwnych:

- duża pojemność wodna (duża pompa, wysokie koszty energii elektrycznej),
- trudności w regulacji (waga, duża pojemność wodna),
- wysoka bezwładność cieplna (długi czas nagrzewania i schładzania, nieodpowiednie dla instalacji niskotemperaturowych),
- nieestetyczny wygląd.

jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło: **50 W/m²**
powierzchnia użytkowa **x** zapotrzebowanie na ciepło:
11 m² x 50 W/m² = 550 W
temperatura czynnika grzewczego w instalacji: **45/35/20°C**
wymiary grzejnika:
h 600mm, w 1200mm, d 102mm (Typ 22)
n* = 1,34
Q = 589 W

Zalety nowoczesnych grzejników płytowych:

- mała pojemność wodna,
- niewielka waga,
- zoptymalizowane pod kątem dostarczania wymaganej mocy grzewczej,
- łatwość regulacji,
- niska bezwładność cieplna (krótki czas nagrzewania i schładzania),
- nowoczesny wygląd, dostępność modeli w różnych kolorach, dopasowanych do wszelakich potrzeb i wymagań estetycznych,
- gwarancja 10 lat.

* n jest wartością wykładnika charakterystyki cieplnej grzejnika. Wykładnik n związany jest ze stosunkiem pomiędzy proporcją ciepła oddawanego na drodze konwekcji i promieniowania dla grzejników (w zależności od projektu grzejnika). Im mniejsza różnica pomiędzy temperaturą czynnika grzewczego i temperaturą wewnętrzną w pomieszczeniu, tym niższy udział konwekcji w procesie wymiany ciepła.

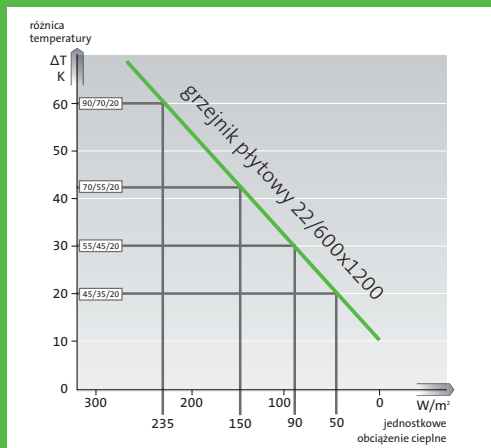
Zwiększenie efektywności energetycznej budynków w ciągu kilku ostatnich dekad umożliwiło obniżenie temperatur projektowych dla instalacji grzewczej z grzejnikami konwekcyjnymi. Na rys. 2.7 oba grzejniki mają w przybliżeniu takie same wymiary, temperatura zadana również jest taka sama. Jak widać, w niezaizolowanym budynku, aby uzyskać w pomieszczeniu zadany poziom temperatury, temperatury zasilania i powrotu instalacji grzewczej są znacznie wyższe niż w budynku dobrze zaizolowanym. Zaletą jest taka, że w nowoczesnych pomieszczeniach, grzejniki zachowują wymiary, ze względu na obniżenie zapotrzebowania na ciepło po zaizolowaniu budynku.

Wymiary grzejnika

Różnica pomiędzy uśrednioną temperaturą powierzchni w pomieszczeniu w kierunkach przeciwnych nie przekracza 5 K

Rys. 2.7 Niezmienne wymiary grzejników odpowiadają obniżonemu zapotrzebowaniu na energię budynków.

Pokazane parametry to moc cieplna, jednostkowe obciążenie cieplne i różnica temperatury ΔT .



Zyski i straty ciepła

Potrzeby energetyczne użytkowników budynków uwzględniają również energię niezbędną do ogrzewania pomieszczeń.

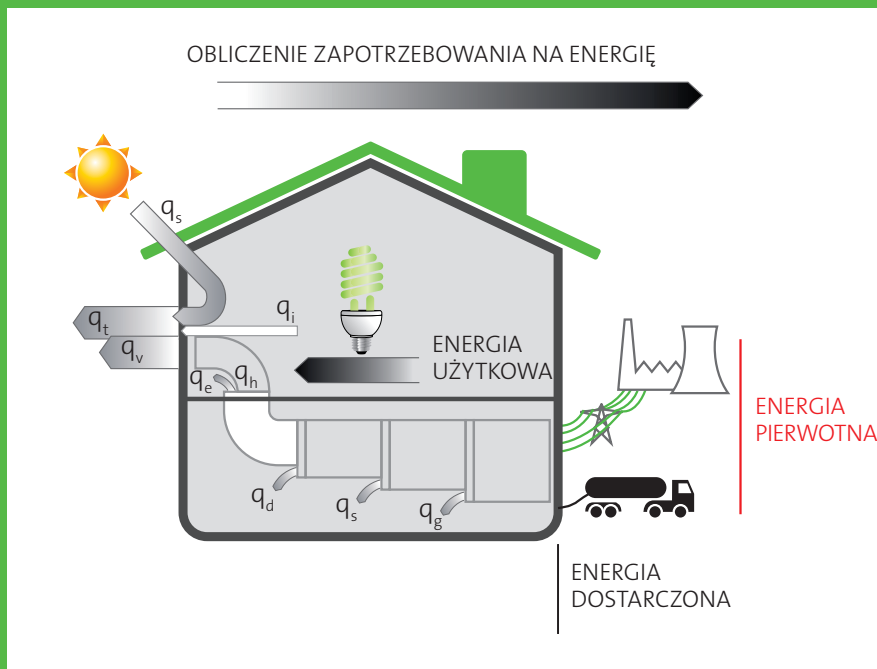
Na **rys. 2.8** pokazano schemat ilustrujący dostarczanie energii do budynku od momentu wytworzenia energii pierwotnej.

Po uwzględnieniu zysków i strat ciepła, można oszacować energię użytkową

Zużycie energii zależy od potrzeb użytkowników budynku. Aby spełnić ich wymagania zapewniając korzystne warunki klimatu wewnętrznego, instalacja grzewcza zamienia energię w ciepło.

Po uwzględnieniu zysków i strat ciepła, można oszacować energię użytkową. Jej wykorzystanie zależy od sprawności instalacji grzewczej oraz – jak już pokazano – od stopnia zaizolowania budynku.

Rys. 2.8



q_t – straty ciepła przez przenikanie

q_v – wentylacyjne straty ciepła

q_s – zyski ciepła od słońca

q_i – wewnętrzne zyski ciepła

$q_{e,d,s,g}$ – straty ciepła na wykorzystaniu i regulacji, przesyle, akumulacji i wytwarzaniu

q_{hl} – obciążenie cieplne

Zyski ciepła w nowoczesnych budynkach

Przy dyskusji na temat energii użytkowej często zapomina się o zyskach ciepła. Działające urządzenia elektryczne, obecność ludzi, promieniowanie słoneczne – te wszystkie czynniki wpływają na wzrost temperatury w pomieszczeniu.

Efektywność energetyczna zależy od dwóch rzeczy: czy i w jakim stopniu instalacja grzewcza jest w stanie wykorzystać zyski ciepła, zmniejszając zużycie energii, oraz jak bardzo można obniżyć straty ciepła instalacji.

**Ważne jest aby instalacja
grzewcza była w stanie
sprawnie reagować
na pojawiające się
wewnętrzne zyski ciepła**

Nowoczesne budynki są bardziej wrażliwe cieplnie, stąd ważne jest aby instalacja grzewcza była w stanie sprawnie reagować na pojawiające się wewnętrzne zyski ciepła. W przeciwnym razie, warunki klimatu wewnętrznego ulegną pogorszeniu z perspektywy użytkowników, a to z kolei może niekorzystnie wpłynąć na komfort przebywania w pomieszczeniu.

Rys 2.9

Wymagania cieplne dla salonu o powierzchni 30 m²
Dom jednorodzinny, zgodny z wymaganiami wytycznych EnEv z 2009 r.,
zlokalizowany w Hanowerze, w Niemczech.

Obciążenie cieplne przy temperaturze	-14 °C = 35 W/m ² = 1050 W
Obciążenie cieplne przy temperaturze	0 °C = 21 W/m ² = 617 W
Obciążenie cieplne przy temperaturze	+3 °C = 18 W/m ² = 525 W

Średnie wewnętrzne zyski ciepła

Średnia wg normy DIN 4108-10	= 5 W/m ²	= 150 W
Osoba leżąca nieruchomo	= 83 W/osobę	
Osoba siedząca nieruchomo	= 102 W/osobę	
Żarówka 60 W		
Komputer osobisty z wyświetlaczem LCD	= 150 W/jednostkę (włączoną), 5 W/ jednostkę (wyłączoną)	
Telewizor (w technologii plazmowej)	= 130 W/jednostkę (włączoną), 10 W/ jednostkę (wyłączoną)	

Przykład: 2 osoby, włączone światło, = około 360 - 460 W
działający telewizor itd.

Nowoczesna instalacja grzewcza musi być w stanie sprawnie reagować na pojawiające się różnorodne wewnętrzne zyski ciepła!



Christer Harrysson



Prof. Christer Harrysson, wykładowca Uniwersytetu w Örebro, w Szwecji,
dyrektor w firmie Bygg & Energiteknik AB

JAK EFEKTYWNIENIE WYKORZYSTAĆ ENERGIĘ

Prof. Christer Harrysson jest uznanym pracownikiem naukowo-badawczym na Uniwersytecie w Örebro, w Szwecji, specjalizującym się w energetyce. Przeprowadził wiele projektów badawczych w zakresie porównania zużycia energii przez różne systemy ogrzewania: źródła ciepła i pozostałe elementy instalacji grzewczej.



**Prof. Christer
Harrysson**

Badania to najważniejsze narzędzia przy tworzeniu know-how oraz uzyskaniu klarownego, niezależnego wglądu w funkcje różnorodnych systemów grzewczych. Umożliwiają również ocenę poszczególnych rozwiązań. W przeprowadzonym przeze mnie projekcie badawczym analizowano roczne zużycie energii i wpływ na środowisko 130 domów w mieście Kristianstad w Szwecji. Ściśle monitorowano zużycie energii elektrycznej i energii na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Wszystkie budynki pochodziły z lat 1980 i 1990, zostały podzielone na 6 różnych grup, w zależności od różnic konstrukcyjnych i różnorodnych rozwiązań instalacji wentylacyjnych i grzewczych. Wyniki były przekonujące. Zarejestrowaliśmy różnice do 25% w zużyciu energii, w zależności od stosowanych w budynkach rozwiązań technicznych.

Jednym z ważniejszych celów, który mi przyświecał, było określenie różnicy w efektywności energetycznej badanych rodzajów instalacji grzewczych oraz w komforcie cieplnym zapewnianym przez te instalacje. Porównaliśmy zarejestrowane wyniki dla instalacji grzewczej z grzejnikami konwekcyjnymi i instalacji ogrzewania podłogowego oraz przeprowadziliśmy wywiady z mieszkańcami analizowanych budynków. Domy, z instalacjami grzejnikowymi okazały się zużywać znacznie mniej energii. Ogólnie – włączając w to energię wykorzystywaną na potrzeby ogrzewania, przygotowania CWU i energię elektryczną na potrzeby gospodarstwa domowego – przeciętna zmierzona wartość zużycia energii wyniosła 115 kWh/m² w ciągu roku.

W porównaniu z tym wynikiem, przeciętna wartość zużycia energii dla domów z ogrzewaniem podłogowym wyniosła 134 kWh/m². Podsumowując: wyniki badań pokazują, że grzejniki konwekcyjne są 15-25% bardziej efektywne niż ogrzewanie podłogowe. Dane pomiarowe pokazują również, że różnica 15% odnosi się do domów z ogrzewaniem podłogowym, z izolacją styropianem o grubości 200 mm w podłodze na gruncie.

Kolejnym ważnym wnioskiem z przeprowadzonego projektu badawczego jest fakt, że projektanci, sprzedawcy i instalatorzy powinni dołożyć wszelkich starań, aby dostarczać klientom klarownych i rzetelnych informacji. Dodatkowo, podkreślamy, że jakość klimatu wewnętrznego jest równie ważna, jak obliczona charakterystyka energetyczna oraz zużycie energii w nowych, lecz również i remontowanych budynkach. Coś, co zdecydowanie powinno zostać uwzględnione przez projektantów, wykonawców, ale także właścicieli i administratorów nowych budynków.

Wnioski

***Uwaga:** Domy, wybrane do ww projektu badawczego, są bezpośrednio porównywalne z budynkami, zaizolowanymi wg niemieckich wytycznych EnEV z 2009 r.*

ROZDZIAŁ 3

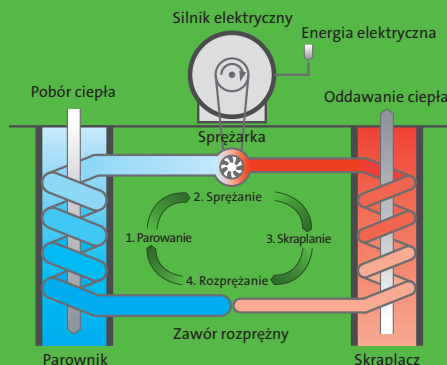
ROSNĄCE ZAINTERESOWANIE NISKOTEMPERATUROWYMI SYSTEMAMI GRZEW CZYMI

- **Pompa ciepła i kocioł** > Zarówno pompa ciepła jak i kocioł kondensacyjny są efektywnymi metodami zasilania niskotemperaturowych instalacji grzewczych
- **Sprawność wytwarzania ciepła** > Pompy ciepła doskonale współpracują z instalacjami niskotemperaturowymi
- Wyniki pokazują korzystne efekty zasilania grzejników konwekcyjnych wodą w niskich temperaturach, przy pompie ciepła pracującej jako źródło ciepła instalacji grzewczej
- **Renowacja budynków** > Budynki z niskotemperaturowymi instalacjami z grzejnikami konwekcyjnymi całościowo zużywać będą mniej energii niż te z instalacjami ogrzewania podłogowego
- Poprawa efektywności energetycznej starszych budynków jest najbardziej korzystnym sposobem oszczędności energii

Dzięki niższemu zapotrzebowaniu na ciepło, budynki mieszkalne i biurowe zużywają obecnie mniej energii na potrzeby ogrzewania. Sprawia to, że pompy ciepła stają się idealnym elementem nowoczesnych instalacji grzewczych. Temperatura na głębokości kilku metrów pod powierzchnią ziemi jest prawie stała w trakcie roku, wynosząc ok. $+10^{\circ}\text{C}$. Wykorzystują to geotermalne pompy ciepła z systemami wężownic – pionowym wymiennikiem gruntowym, umieszczonym na głębokości do 100-150 m pod powierzchnią ziemi, lub poziomym wymiennikiem, umieszczonym bliżej powierzchni ziemi. Zwykle czynnikiem jest wodny roztwór glikolu, krążący w wężownicach, w których następuje pobór ciepła z gruntu, a następnie ogrzany czynnik powraca do pompy ciepła, która podnosi temperaturę czynnika grzewczego instalacji grzewczej. Interesującą odmianą są pompy ciepła powietrze-woda, używające powietrza zewnętrznego i/lub wentylacyjnego powietrza wywiewanego jako źródła ciepła.

Pompa ciepła

Rys. 3.1
Schemat
pompy ciepła



Kocioł kondensacyjny

Większość kotłów wyposażona jest w pojedynczą komorę spalania, otoczoną wodnym wymiennikiem ciepła, przez który przechodzą nagrzane spaliny. Ostatecznie wyprowadzane są do przewodu kominowego, z wlotem umieszczonym w górnej części kotła, w temperaturze ok. 200°C. W kotłach kondensacyjnych spaliny przechodzą najpierw przez wymiennik pierwotny, w jego górnej części są zawracane do wtórnego wymiennika ciepła.

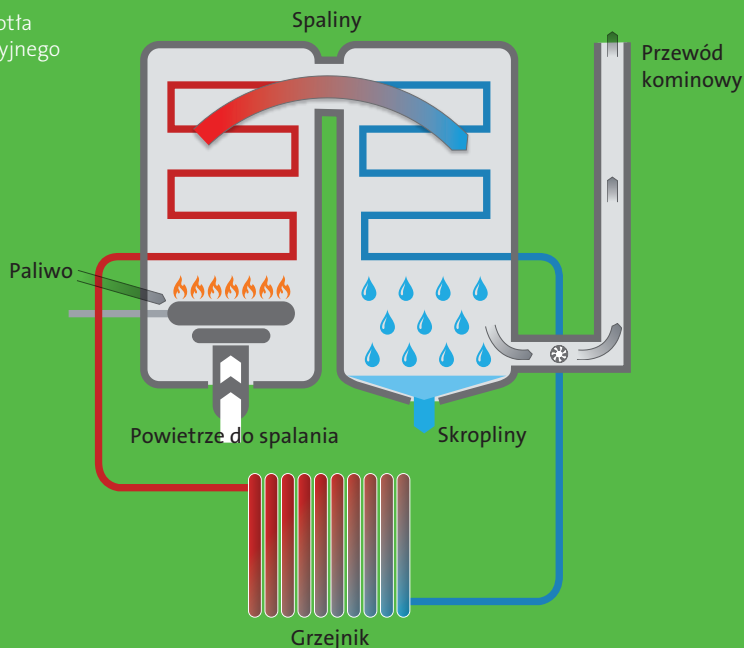
W kotłach kondensacyjnych paliwo (gaz ziemny lub olej opałowy) ulega spalaniu, podgrzewając wodę w instalacji, która może również zasilać grzejniki w budynku. Przy spalaniu, jednym z produktów reakcji jest para wodna, która skrapla się do postaci gorącej wody. Na dodatkowym wymienniku odzyskuje się energię – czyli zyskuje ciepło (**rys. 3.2**). Paliwem może być zarówno olej opałowy, jak i gaz ziemny, ten ostatni jednak, jest bardziej wydajny, ponieważ podgrzana woda wykrapla się z gazów spalinowych już w temperaturze 57°C, a nie – jak w przypadku oleju opałowego – w 47°C. Dodatkową zaletą gazu ziemnego jest wyższa zawartość pary wodnej w spalinach.

Kotły kondensacyjne dają znaczne oszczędności energii dzięki efektywnemu wykorzystaniu spalane go paliwa: spaliny mają temperaturę ok. 50°C, podczas gdy w kotłach tradycyjnych gorące spaliny w temperaturze 200°C uciekają przez komin, unosząc ze sobą niewykorzystany potencjał energii zawarty w parze wodnej.

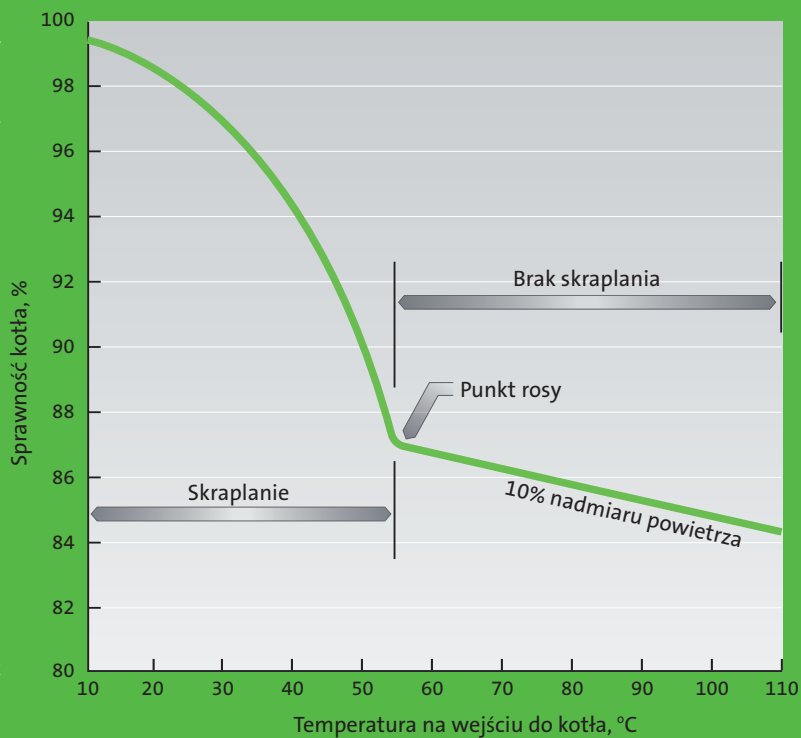
Zarówno pompa ciepła, jak i kocioł kondensacyjny są efektywnymi metodami zasilania niskotemperaturowych instalacji grzewczych w nowoczesnych i dobrze zaizolowanych budynkach. Doskonale nadają się do współpracy z grzejnikami konwekcyjnymi, które współpracują ze wszystkimi źródłami ciepła, w tym również ze źródłami odnawialnymi.

Zarówno pompa ciepła jak i kocioł kondensacyjny są efektywnymi metodami zasilania niskotemperaturowych instalacji grzewczych

Rys. 3.2
Schemat kotła
kondensacyjnego



Rys. 3.3
Wpływ temperatury
wody na wejściu
do kotła na
efektywność kotłów
kondensacyjnych.



Źródło: Poradnik
ASHRAE, 2008 r.

Kotły kondensacyjne mogą pracować w trybie skraplania, gdy temperatura wody zasilającej instalację grzewczą pozostaje poniżej $+5^{\circ}\text{C}$. Sprawność wzrasta, w porównaniu ze zwykłym kotłem o ok. 6% dla oleju opałowego i ok. 11% dla gazu ziemnego (wg ASUE, 2006 r.). Sam ten fakt przekonuje do projektowania grzejników z przeznaczeniem do pracy w niskich temperaturach czynnika grzewczego.

**Sprawność
wytworzenia
ciepła**

Pompy ciepła często uważa się za źródła ciepła doskonale dopasowane do instalacji ogrzewania podłogowego, jednak faktycznie będą one równie dobrze współpracować z grzejnikami. Norma PN-EN 14511-2 podaje uproszczoną metodę obliczenia sezonowego współczynnika wydajności cieplnej dla pomp ciepła (SPF), z uwzględnieniem jedynie temperatury wody zasilającej instalację. Taka metoda pozwala uzyskać wystarczająco precyzyjne wartości współczynnika SPF dla ogrzewania podłogowego, gdzie różnica w temperaturze wody zasilającej i powrotnej jest zwykle niewielka, nie przekraczając często 5 K. Ta uproszczona metoda nie może być stosowana do ogrzewania z grzejnikami konwekcyjnymi, gdzie różnica pomiędzy temperaturą wody zasilającej i powrotnej jest większa. W tym przypadku, norma PN-EN 14511-2 zaleca metodę dokładną, uwzględniającą również temperaturę wody powrotnej. Obok SPF oblicza się COP – roczny współczynnik sprawności, opisujący sprawność pracy pompy ciepła w czasie jednego roku.

**Pompy ciepła
doskonale
współpracują
z instalacjami
niskotemperaturowymi**

***Uwaga:** Zapotrzebowanie na energię pierwotną kotła kondensacyjnego współpracującego z kolektorami słonecznymi, produkującego ciepło do celów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej jest zbliżone do wartości dla pompy ciepła z wymiennikiem gruntowym (wg ZVSHK, Wasser, Wärme, Luft, wydanie 2009/2010 r.).*



Rys. 3.4 Tabela z wartościami współczynnika COP przy różnych wartościach temperatur projektowych (skojarzone wytwarzanie ciepła na cele ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz wyłącznie ogrzewania). Pokazano również odpowiednie temperatury skraplania. Budynek odniesienia to nowoczesny dom jednorodzinny w Monachium, wyposażony w pompę ciepła z wymiennikiem gruntowym. Wartości COP zostały zweryfikowane pomiarami laboratoryjnymi (wg Bosch, 2009 r.).

Rys. 3.4

Roczny współczynnik sprawności COP

COP = Ilość ciepła dostarczonego przez pompę ciepła, podzielona przez energię potrzebną do funkcjonowania procesu w trakcie jednego roku

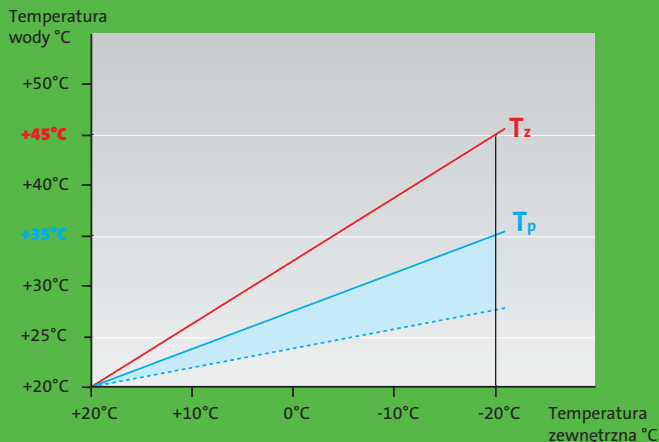
Temperatury projektowe	Temperatury skraplania	COP (c.o.+c.w.u.)	COP (tylko c.o.)
70/55/20	62,4	2,8	3,0
55/45/20	49,2	3,2	3,6
60/40/20	49,0	3,2	3,6
50/40/20	44,0	3,3	3,8
45/35/20	38,8	3,5	4,1
50/30/20	38,7	3,5	4,1
40/30/20	33,7	3,6	4,4
35/28/20	30,2	3,8	4,6

Pompa ciepła z wymiennikiem gruntowym. Wartości COP dla budynku odniesienia (wg VT Bosch Thermoteknik AB)

Wyniki pokazują korzystne efekty zasilania grzejników konwekcyjnych wodą w niskich temperaturach, przy pompie ciepła pracującej jako źródło ciepła instalacji grzewczej. Pompy ciepła przeznaczone dla małych domów często mają możliwość skojarzonego podgrzewania wody użytkowej. Porównując wartości COP dla pracy skojarzonej, widać, że projektowe temperatury wody typowej instalacji niskotemperaturowej (o parametrach czynnika 45/35°C) dają ok. 10% wyższą sprawność pompy ciepła niż instalacja o parametrach wody 55/45°C. Różnica pomiędzy instalacją z grzejnikami konwekcyjnymi, o parametrach 45/35°C, oraz instalacji ogrzewania podłogowego o parametrach 40/30°C wynosi ok. 3%, a przy instalacji o parametrach 35/28°C – ok. 9%.

Wyniki pokazują korzystne efekty zasilania grzejników konwekcyjnych wodą w niskich temperaturach, przy pompie ciepła pracującej jako źródło ciepła instalacji grzewczej

Rys. 3.5
Temperatura wody powracającej z grzejników przy stosowaniu grzejnikowych zaworów termostatycznych jest niższa dzięki możliwości reakcji na zmiany temperatury wewnętrznej, wywołane przez pojawiające się zyski ciepła.



Renowacja budynków

**Budynki
z niskotemperaturowymi
instalacjami z grzejnikami
konwekcyjnymi
całościowo zużywać będą
mniej energii niż te
z instalacjami ogrzewania
podłogowego**

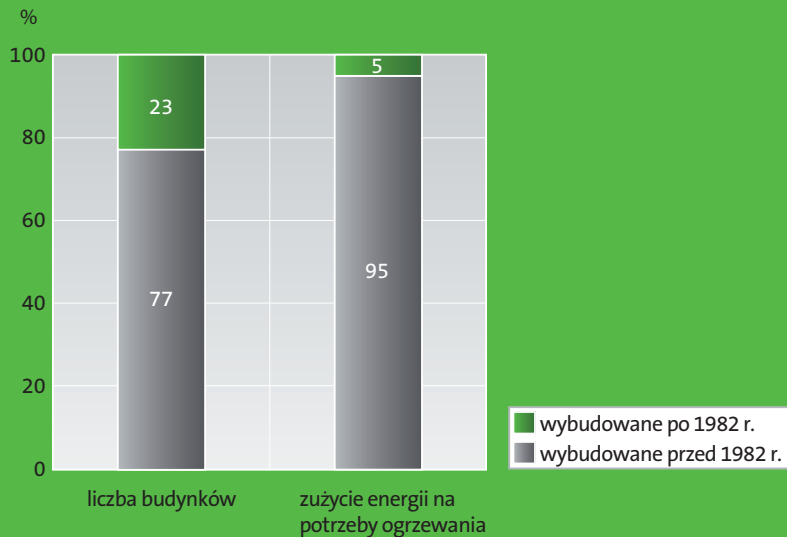
**Poprawa efektywności
energetycznej starszych
budynków jest
najbardziej korzystnym
sposobem oszczędności
energii**

Budynki z niskotemperaturowymi instalacjami z grzejnikami konwekcyjnymi całościowo zużywać będą mniej energii niż te z instalacjami ogrzewania podłogowego, nawet wtedy, gdy źródłem ciepła jest pompa ciepła.

Budynki, a szczególnie domy mieszkalne, znajdują się obecnie w spirali zużycia energii. W Europie, najwięcej energii zużywane jest na potrzeby mieszkaniowe. Logicznie rzecz biorąc, nasze działania zmierzające do oszczędności energii powinny być więc nakierowane właśnie na ten sektor. Interesujące jest natomiast to, że nowoczesne budynki (nowe lub starannie wyremontowane) nie stanowią tutaj problemu. Biorąc na przykład budownictwo niemieckie, ilość nowych budynków (wybudowanych po roku 1982) stanowi 23% całości, lecz ich zużycie energii na potrzeby ogrzewania wynosi jedynie 5%. Innymi słowy, poprawa efektywności energetycznej starszych budynków jest najbardziej korzystnym sposobem oszczędności energii.

Rys. 3.6
Dane dot. zużycia
energii dla budynków
(wg Instytutu
Fraunhofera, 2011 r.).

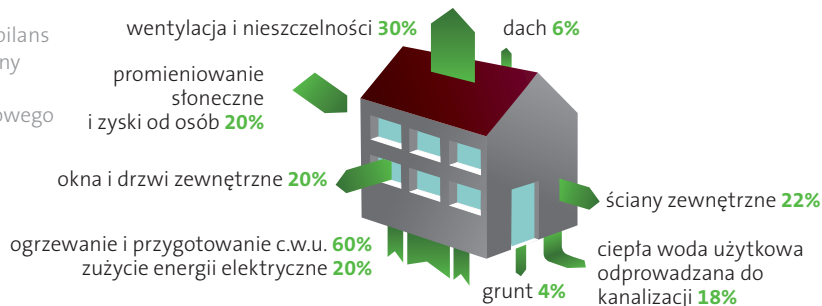
77% budynków
niemieckich
pochodzących sprzed
1982 r. zużywa 95%
całkowitej energii na
potrzeby ogrzewania



Całkowity bilans energetyczny budynku uwzględnia przepływy energii do/z budynku.

Całkowity bilans energetyczny budynku uwzględnia przepływy energii do/z budynku. Dane nie zawierają energii potencjalnie potrzebnej do chłodzenia. Przepływy energii przykładowego budynku można zobrazować następująco:

Rys. 3.7
Całkowity bilans energetyczny budynku wielopiętrowego



Straty energii

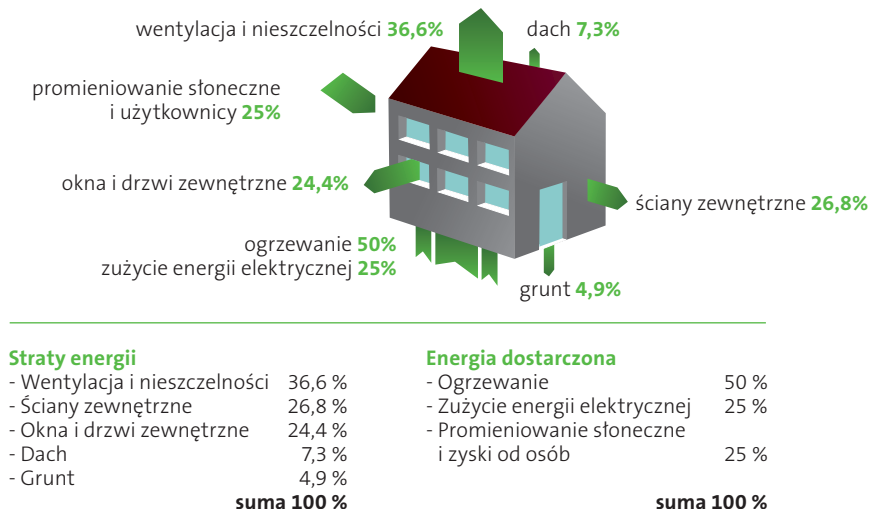
- Wentylacja i nieszczelności	30 %	- Ilość wymian powietrza = 0,5-1/h
- Ciepła woda użytkowa odprowadzana do kanalizacji	18 %	- 35 kWh/m ² a
- Ściany zewnętrzne	22 %	- $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Okna i drzwi zewnętrzne	20 %	- $U = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dach	6 %	- $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Grunt	4 %	- $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
suma	100 %	- $U_{\text{średnie}} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Energia dostarczona

- Ogrzewanie i przygotowanie c.w.u.	60 %
- Zużycie energii elektrycznej	20 %
- Promieniowanie słoneczne i zyski od osób	20 %
suma	100 %

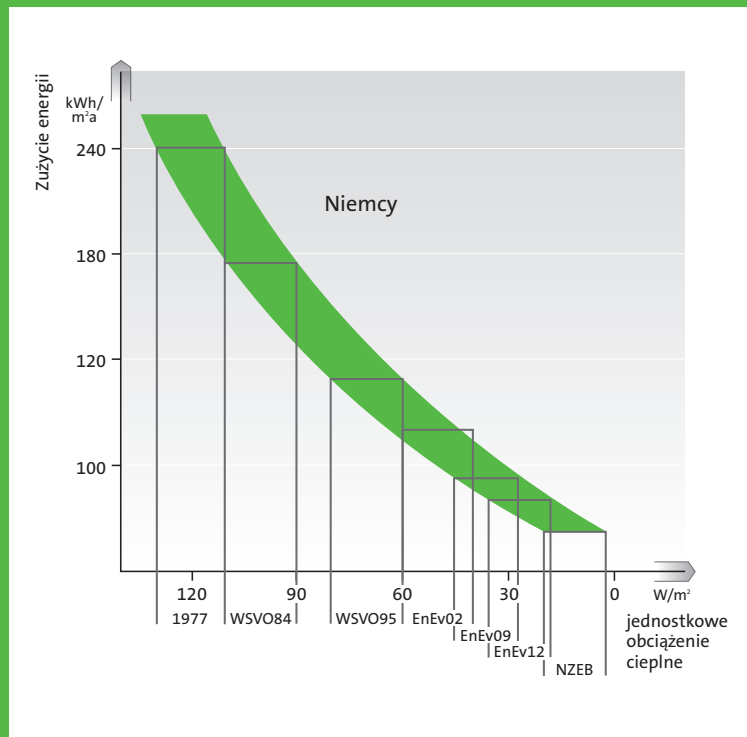
Wyłączając straty, spowodowane odprowadzaniem ciepłej wody do kanalizacji (stanowiące w istocie znaczny potencjał do oszczędności energii) dane pokazują obszary, na których zwykle skupiają się czynności, prowadzące do oszczędności energii.

Rys. 3.8
Przykład bilansu energii do celów ogrzewania dla budynku wielopiętrowego



Dane dotyczą starszych wielopiętrowych budynków, gdzie typowe zapotrzebowanie (z uwzględnieniem strat ciepła przez przenikanie i wentylację) wynosi ok. 240 kWh/m² rocznie. Oszacowanie wartości dla innych rodzajów budynków powinno uwzględnić ich powierzchnię, wartości współczynnika przenikania ciepła U oraz strumienie powietrza wentylacyjnego. Przykładowo, budynek parterowy będzie miał znacznie wyższe jednostkowe (na m² powierzchni) straty ciepła przez dach i do gruntu niż budynek wielopiętrowy.

Rys. 3.9
Zapotrzebowanie
na ciepło do
ogrzewania
pomieszczeń
– wykres
jednostkowego
obciążenia
ciepłego
(do celów
szacunkowych)



Zapotrzebowanie na ciepło oraz jednostkowe
obciążenie cieplne w niemieckich budynkach

Można obliczyć korelację współczynnika zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania pomieszczeń, wyrażanego w kWh/m² rocznie i jednostkowego obciążenia cieplnego, w W/m², w oparciu o dostępne dane statystyczne dotyczące niemieckiego budownictwa, dla różnych okresów zapotrzebowania na energię.

Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania pomieszczeń a jednostkowe obciążenie cieplne

Prześledźmy na przykładzie budynku wielorodzinnego, jak zmienia się wielkości zapotrzebowania na ciepło po przeprowadzeniu prac termoizolacyjnych. Na pierwotnym etapie jednostkowe obciążenie cieplne może zostać odczytane z wykresu na **rys. 3.9** dla zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania pomieszczeń w wysokości 240 kWh/m² rocznie – będzie to 120 W/m². W trakcie remontu poprawiona zostanie izolacyjność budynku, stąd nowe wartości współczynnika U będą następujące:

- Ściany zewnętrzne	$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Okna i drzwi zewnętrzne	$U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dach	$U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Podłoga	$U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$U_{\text{średnie}} = 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$

Jeśli powierzchnia budynku oraz strumień wymiany powietrza pozostaną niezmienione, można oszacować wpływ ulepszonej izolacji. Straty ciepła przez przenikanie zostaną obniżone do 31%, a wartości średniej ważonej współczynnika U spadną z 1,3 W/m²K do 0,40 W/m²K. Wentylacja pozostaje niezmieniona, a obniżenie całkowitych strat ciepła wyniesie 44,3%.

***Uwaga:** Ten rodzaj poprawy izolacyjności budynku często jest inicjowany ze względu na potrzebę wymiany okien i poprawy wyglądu elewacji lub podwyższenia komfortu cieplnego użytkowników i poprawy jakości klimatu wewnętrznego.*

Nowy schemat udziału strat będzie następujący:

- Wentylacja i infiltracja powietrza	65,1 %
- Ściany zewnętrzne	11,4 %
- Okna i ściany zewnętrzne	16,1 %
- Dach	3,6 %
- Podłoga	4,4 %

suma 100 %

Obciążenie cieplne będzie o 44,3% niższe niż pierwotne. Nowy współczynnik obciążenia cieplnego wynosi ok. 67 W/m², a z **rys. 3.9** można odczytać odpowiadającą mu wartość zapotrzebowania na ciepło w wysokości ok. 100 kWh/m² na rok.





Prof. Jarek Kurnitski
Politechnika Helsińska

ZAMIENIAM NAUKĘ W PRAKTYKĘ

Prof. Jarek Kurnitski jest specjalistą w branży ogrzewnictwa i wentylacji, obecnie pracuje jako ekspert ds. energii w Fińskim Funduszu Innowacyjności Sitra. Jest autorem i współautorem niemal 300 publikacji. Nagrodzony przez Europejską Federację Stowarzyszeń Ogrzewnictwa i Klimatyzacji (REHVA).



Większe z pewnością nie oznacza lepsze

W branży grzewczej ciągle krąży legenda, że dla instalacji nisko-temperaturowych konieczne są większe grzejniki. Większe, jednak, z pewnością nie oznacza – lepsze. Prowadząc analizy porównawcze elementów grzewczych, wyciągnąłem wnioski, że nawet w najzimniejszych okresach roku zapewnienie optymalnego poziomu temperatury w pomieszczeniu wymaga wyjątkowo elastycznej reakcji instalacji grzewczej, w postaci szybko zmieniającej się mocy cieplnej. Obydwie badane instalacje zostały ustawione na 21°C - najniższą wartość, zapewniającą komfort cieplny, a jednocześnie optymalną temperaturę wewnętrzną. Przy uwzględnionych wewnętrznych zyskach ciepła, powodujących wzrost temperatury wewnętrznej o nie więcej niż 0,5°C, instalacja z grzejnikami, dzięki właściwej jej niskiej pojemności cieplnej, reagowała szybciej i utrzymywała temperaturę pomieszczenia zbliżoną do wyznaczonej.

Wysoka pojemność cieplna ogrzewania podłogowego spowodowała znacznie wolniejszą reakcję przy pojawiających się zyskach ciepła. Oznacza to, że instalacja ta ciągle grzała, powodując przekroczenie optymalnej temperatury pomieszczenia, a co za tym idzie - dyskomfort użytkowników. W istocie, przy instalacjach ogrzewania podłogowego, wg przeprowadzonych przeze mnie badań, utrzymanie temperatury wewnętrznej zbliżonej do optymalnej wartości 21°C wymagało ustawienia temperatury zadanej na poziomie 21,5°C.

Dla wielu osób $0,5^{\circ}\text{C}$ to wielkość nieznacząca. Mnożąc ją jednak przez godziny i dni w całym sezonie grzewczym, liczba ta nabiera znaczenia, ograniczając możliwość na zwiększenie efektywności energetycznej i oszczędności. Różnica rzędu 1 K w temperaturze wewnętrznej pomieszczenia odpowiada 6% różnicy w zużyciu energii. Szybka odpowiedź na pojawiające się zyski ciepła i niskie straty ciepła instalacji są kluczowymi elementami efektywnych energetycznie instalacji grzewczych. Regulacja centralna prowadzi do przegrzewania niektórych pomieszczeń, konsekwentnie związanego ze zwiększonym zużyciem energii, dlatego wśród wniosków, wyciągniętych z moich badań, znajduje się zalecenie stosowania instalacji niskotemperaturowych w celu redukcji strat ciepła instalacji, jak również stosowanie elementów ogrzewania z możliwością regulacji indywidualnej. Grzejniki stają się więc opcją najlepszą.

ROZDZIAŁ 4

ISTOTNY DOWÓD

- **Profesor Jarek Kurnitski** > wniosek ogólny z badania wskazuje na to, że grzejniki konwekcyjne osiągają efektywność ok. 15% wyższą w przypadku domów parterowych, a do 10% wyższą w budynkach wielopiętrowych
- **Profesor Christer Harrysson** > w istniejących warunkach, obszary 3-6 z ogrzewaniem podłogowym miały przeciętnie o 15-25% wyższe zużycie energii (z wyłączeniem energii na cele utrzymania nieruchomości), w porównaniu ze średnią wartością dla obszarów 1 i 2, które miały instalacje z grzejnikami konwekcyjnymi

W 2008 roku Dział Badań i Rozwoju Rettig ICC rozpoczął nowy projekt. Jego celem było zweryfikowanie argumentów, tradycyjnie używanych przez branżę grzewczą. Realizacja programu badawczego zajęła nam dwa lata. W ich trakcie zebraliśmy argumenty w trzech głównych kategoriach: „Za ogrzewaniem grzejnikowym”, „Przeciwko ogrzewaniu grzejnikowemu” oraz „Za innymi systemami grzewczymi”.

Mikko Iivonen,
Dyrektor ds. Badań
i Rozwoju w Rettig ICC

Ostatecznie udało nam się zidentyfikować 140 argumentów i koncepcji. Po zaklasyfikowaniu ich wg wagi i potężeniu zbliżonych kwestii, do przeanalizowania, zbadania i wyciągnięcia wniosków pozostało 41 praktycznych zagadnień badawczych. W celu uzyskania bezstronnych wyników, zaprosiliśmy do współpracy niezależnych specjalistów, którzy wspomagali nas w przeprowadzeniu badań w tak rozległym zakresie. Pozyskaliśmy bliską pomoc szeregu wiodących międzynarodowych specjalistów, uniwersytetów i instytucji badawczych. W wyniku tego otrzymaliśmy bogatą dokumentację danych badawczych, wnioski oraz zalecenia.

Potwierdziliśmy, że w branży krąży wiele mitów i nieprawdziwych koncepcji. Pomimo tego, że często pojawiały one się wśród opinii rynkowych, okazały się w najlepszym przypadku nieistotne, w najgorszym zaś – z gruntu fałszywe. Za najważniejsze informacje uznaliśmy natomiast wyniki, potwierdzające wysoką efektywność grzejników, pracujących w instalacjach grzewczych w nowoczesnych, dobrze zaizolowanych budynkach.

Skupiliśmy się więc na tych właśnie wynikach, rozpoczynając we współpracy z Politechniką Helsińską własny program badawczy, obejmujący testy różnych instalacji centralnego ogrzewania. Symulacje o wysokim stopniu precyzji oraz porównania funkcji badanych instalacji ponownie potwierdziły nasze wcześniejsze wyniki i wyciągnięte wnioski na temat grzejników.

Konkretnie dane

W niniejszym Poradniku już powoływaaliśmy się na niektóre wyniki naszych badań. Dla Klientów ważne jest jednak, aby zdać sobie sprawę z tego, że nasze wyniki nie opierają się wyłącznie na teoriach naukowych, ale również na konkretnych danych, pochodzących z badań przeprowadzonych w niedawno wybudowanych domach o niskim zapotrzebowaniu na energię, zlokalizowanych w Skandynawii. Przykłady te wybrano, uwzględniając fakt, że kraje skandynawskie od wielu lat doskonałą budownictwo o niskiej energochłonności i wysokim stopniu zaizolowania. Nasza współpraca z uniwersyteckimi pracownikami naukowymi, wśród których znaleźli się m.in. prof. Leen Peeters (z Uniwersytetu Brukselskiego) i prof. Dietrich Schmidt (z niemieckiego Instytutu Fraunhofera) pozwala nam obecnie stwierdzić, z wysokim stopniem pewności, że nasze wyniki i wyciągnięte z nich wnioski sprawdzają się dla znacznej większości krajów europejskich.

W dodatku do przewidzianych teoretycznie oszczędności, które wymieniałem w poprzednich rozdziałach, szereg badań przeprowadzonych w tym samym okresie skupił się na pomiarach efektywności nowoczesnych instalacji grzewczych i porównaniu zużycia energii różnych elementów grzewczych. W niniejszym rozdziale przedstawimy najważniejsze wyniki, uzyskane dla tych konkretnych projektów badawczych przez profesorów Jarka Kurnitskiego i Christera Harryssona.

Wszystkie projekty badawcze na które powołujemy się w Poradniku, wskazują na przynajmniej 15%-ową możliwość zwiększenia efektywności energetycznej, przy zastosowaniu instalacji centralnego ogrzewania z grzejnikami konwekcyjnymi. To ostrożne oszacowanie – niektóre badania wskazały, że wynik ten jest nawet wyższy, ze względu na silny wpływ zachowania użytkowników budynków, wyższe temperatury w pomieszczeniach, dłuższy sezon grzewczy itp.

Współpraca z naukowcami



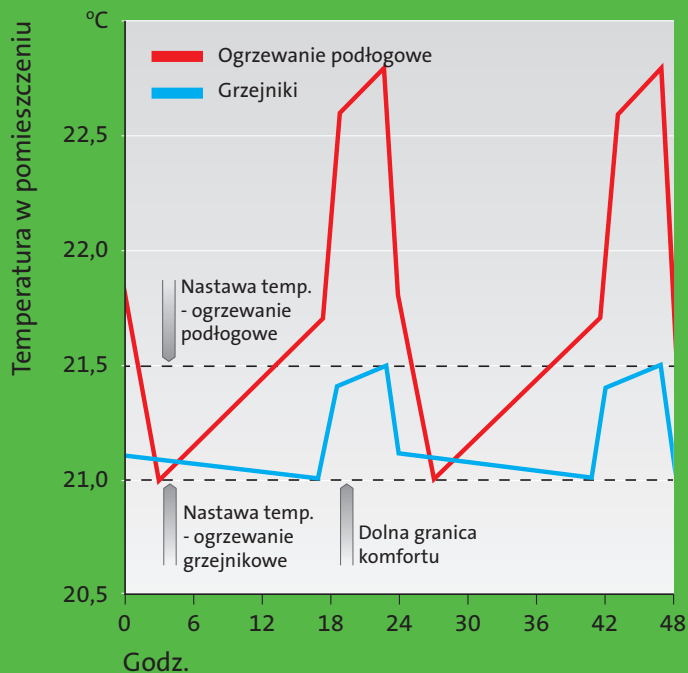
**Profesor
Jarek Kurnitski:
pojemność cieplna
a ogrzewanie efektywne
energetycznie**

**Reakcja na pojawiające
się zyski ciepła
nastąpiła sprawnie,
nie powodując
podniesienia
temperatury
wewnętrznej
w pomieszczeniu
o więcej niż 0,5°C**

Badania prof. Jarka Kurnitskiego potwierdziły znaczący wpływ pojemności cieplnej instalacji grzewczej na efektywność jej działania. Nawet w najzimniejszych okresach roku, zapewnienie optymalnego poziomu temperatury w pomieszczeniu wymaga wyjątkowo elastycznej reakcji instalacji grzewczej, w postaci szybko zmieniającej się mocy cieplnej.

Rys. 4.1 pokazuje reakcję instalacji ogrzewania na pojawiające się zyski i straty ciepła dla dwóch rodzajów instalacji grzewczych. W przypadku ogrzewania z grzejnikami konwekcyjnymi, dzięki jej niewielkiej pojemności cieplnej, reakcja na pojawiające się zyski ciepła nastąpiła sprawnie, nie powodując podniesienia temperatury wewnętrznej w pomieszczeniu o więcej niż 0,5°C powyżej zadanej wartości 21°C. Instalacja ogrzewania podłogowego, charakteryzująca się dużą pojemnością cieplną, nie była w stanie utrzymać temperatury wewnętrznej w pomieszczeniu na stabilnym poziomie. Badania wykazały, że dla uzyskania w pomieszczeniu temperatury powyżej dolnej granicy komfortu cieplnego 21°C, konieczne jest ustawienie zadanej temperatury na 21,5°C. Duża pojemność cieplna instalacji powodowała zwolnioną reakcję na chwilowe zapotrzebowanie na ciepło, stąd wahania temperatury wewnętrznej pomieszczenia i straty energii.

Rys. 4.1.
Przebieg zmian
temperatury w pomie-
szczeniu w zależności
od zastosowania
emiterów ciepła
o różnej bezwładności
cieplnej, w sezonie
grzewczym, kiedy zyski
ciepła nie przekraczają
 $\frac{1}{3}$ zapotrzebowania
na ciepło



Wykorzystanie zysków ciepła w nowoczesnych budynkach

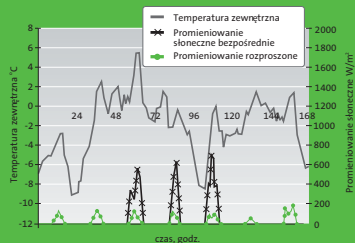
Sytuacja pokazana na **rys. 4.1** oparta jest na szczegółowej dynamicznej symulacji funkcjonowania nowoczesnego budynku, znajdującego się w Niemczech. Wyniki pokazujące zmiany temperatury wewnętrznej w pierwszym tygodniu stycznia są pokazane na **rys. 4.2**. Ze względu na nieprzewidywalność występowania wewnętrznych i zewnętrznych zysków ciepła, działanie instalacji ogrzewania podłogowego nie może zostać usprawnione poprzez wprowadzenie określonego schematu regulacji. Pojawienie się zysków ciepła w istocie powoduje wyłączenie ogrzewania, jednak instalacja przez długi czas oddaje jeszcze ciepło na drodze promieniowania chłodniejszym powierzchniom w pomieszczeniu takim, jak okna i ściany zewnętrzne. Powoduje to przegrzanie pomieszczenia.

W nocy, gdy temperatura wewnętrzna spada poniżej zadanej wartości 21,5°C, wzrost temperatury nastąpi po wielu godzinach, pomimo pracującej instalacji ogrzewania podłogowego. W istocie, badania wykazały, że temperatura wewnętrzna pomieszczenia nadal wykazywała wtedy tendencję spadkową, z czego wynikała konieczność korekty wzwyż temperatury zadanej instalacji.

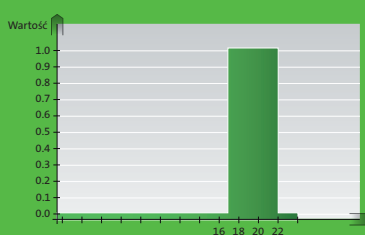
Do przeprowadzenia powyższej symulacji zastosowano zaawansowany komputerowy model IDA-ICE. Poprawność działania tego programu została starannie zweryfikowana, a sam program jest znany z wysokiej precyzji uzyskiwanych wyników w obliczeniach porównawczych instalacji.

Rys. 4.2.

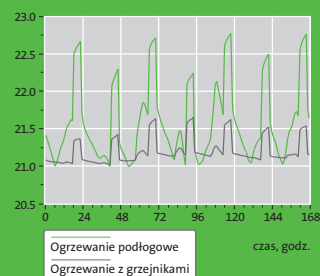
Symulacja zmian temperatury wewnętrznej - pierwszy tydzień stycznia. Po lewej pokazano temperaturę zewnętrzną, wewnętrzną ciepła i zewnętrzne zyski ciepła (od słońca)



Zewnętrzne zyski ciepła dla pierwszego tygodnia stycznia – dane pogodowe



Wewnętrzne zyski ciepła w skali doby



Wynikowa temperatura powietrza wewnętrznego

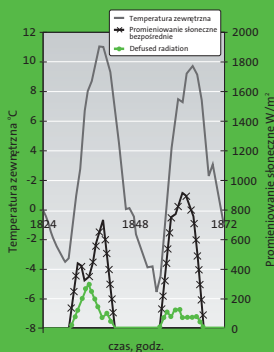
W środku sezonu grzewczego zyski ciepła zbliżają się do zapotrzebowania na ciepło, co jeszcze bardziej utrudnia regulację temperatury wewnętrznej w pomieszczeniu. **Rys 4.3** pokazuje sytuację na początku marca. Zyski ciepła od słońca stają się znaczące, a temperatura wewnętrzna w pomieszczeniu podlega silnym wahaniom. Ogrzewanie z grzejnikami konwekcyjnymi daje bardziej stabilny poziom temperatury wewnętrznej, co oznacza efektywniejsze wykorzystanie zysków ciepła.

Wnioski Szybka odpowiedź na pojawiające się zyski ciepła i niskie straty ciepła instalacji są kluczowymi elementami efektywnych energetycznie instalacji grzewczych. Możliwość regulacji indywidualnej jest również czynnikiem znaczącym, ponieważ temperatura poszczególnych pomieszczeń powinna się różnić w zależności od ich funkcji i sposobu użytkowania. Regulacja centralna prowadzi do przegrzewania niektórych pomieszczeń, konsekwentnie związanego ze zwiększonym zużyciem energii. Dlatego wśród wniosków wyciągniętych z przeprowadzonych badań znajduje się zalecenie stosowania instalacji niskotemperaturowych w celu redukcji strat ciepła instalacji, jak również stosowanie elementów ogrzewania o niskiej bezwładności cieplnej, z możliwością regulacji indywidualnej.

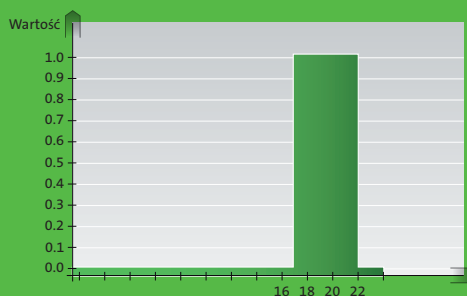
Z tej perspektywy można stwierdzić, że badane ogrzewanie podłogowe zachowuje się mniej efektywnie i jest mniej efektywne energetycznie niż porównywana instalacja

z grzejnikami konwekcyjnymi. W istocie, wniosek ogólny z badania wskazuje na to, że grzejniki konwekcyjne osiągają efektywność ok. 15% wyższą w przypadku domów parterowych, a do 10% wyższą w budynkach wielopiętrowych.

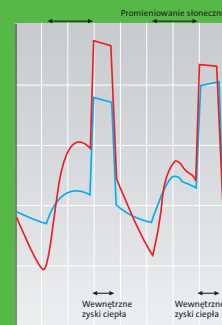
Rys. 4.3.
Słoneczne marcowe dni powodują zwiększenie wahań temperatury wewnętrznej w pomieszczeniu



Zewnętrzne zyski ciepła dla okresu 17-18 marca – dane pogodowe



Wewnętrzne zyski ciepła w skali doby



Wynikowa temperatura powietrza wewnętrznego

Prof. Christer Harrysson
Construction and Energy
Ltd, Falkenberg
i Uniwersytet w Örebro,
Szwecja

Pierwotnym celem mojego projektu badawczego było podniesienie poziomu wiedzy na temat różnych rozwiązań grzewczych. W szczególności, porównano ogrzewanie podłogowe oraz instalację centralnego ogrzewania z grzejnikami konwekcyjnymi. Projekt został zainicjowany przez przedsiębiorstwo miejskie AB Kristianstadsbyggen i grupę Peab, zasponsorowany przez DESS (Oddział Zaopatrzenia w Energię na Szwecję Południową) oraz SBUF (Fundusz Rozwoju Szwedzkiego Przemysłu Budowlanego).

Różnice w stylu życia pomiędzy mieszkańcami identycznych pod kątem rozwiązań technicznych domów jednorodzinnych mogą powodować różnice w wysokości 10 000 kWh/rok w całkowitym zużyciu energii elektrycznej, energii na cele przygotowania ciepłej wody i ogrzewania. Istnieje wiele różnic w rozwiązaniach technicznych, tj. izolacyjności, instalacji grzewczej i wentylacji. Wybór konkretnych rozwiązań może silnie wpłynąć na zużycie energii oraz jakość klimatu wewnętrznego. W projekcie badawczym Szwedzkiej Krajowej Izby Budownictwa i Projektowania, przeanalizowano 330 jednostek mieszkalnych w dziesięciu obszarach domów szeregowych (wszystkie z ogrzewaniem elektrycznym) pod kątem konkretnych rozwiązań technicznych, jak również indywidualnego naliczania i rozliczania zużycia i kosztów energii elektrycznej i wody. Analiza pokazała różnice w całkowitym zużyciu energii w wysokości ok. 30%, w zależności od zastosowanych rozwiązań technicznych. Szwedzkie dane statystyczne, m.in. (włączając w to wspomniane badanie Szwedzkiej Krajowej Izby Budownictwa i Projektowania) pokazały,

że całkowite zużycie energii przez instalacje w domach mieszkalnych, instalacje ciepłej wody i ogrzewania w nowych, seryjnie budowanych domach jednorodzinnych może wynosić do 130 kWh/m² na rok.

Analiza Szwedzkiej Krajowej Izby Budownictwa i Projektowania również wskazuje, że w seryjnie budowanych domach jednorodzinnych można stosować efektywne energetycznie rozwiązania techniczne, ograniczające zużycie energii do 90-100 kWh/m² rocznie, nie pogarszając jakości klimatu wewnętrznego. Podane zużycie obecnie jest uważane za minimalne przy optymalizacji kwestii technicznych i ekonomicznych.

Rozplanowanie i usytuowanie sieci przewodów może również mieć duży wpływ na zużycie energii. Wodne ogrzewanie z grzejnikami konwekcyjnymi jest pewnym i sprawdzonym systemem ogrzewania, dopuszczającym również inne źródła ciepła niż energia elektryczna. Przy ogrzewaniu podłogowym, możliwe jest również używanie niskotemperaturowych źródeł ciepła w celu uzyskania zwiększonej efektywności systemów, obniżając temperaturę zasilania i powrotu czynnika grzewczego. Przez ostatnie kilka lat toczy się gorąca dyskusja odnośnie tego, który typ instalacji grzewczej zapewni wyższy komfort cieplny użytkowników, przy jednoczesnej optymalizacji zużycia energii i kosztów – instalacje ogrzewania podłogowego czy też grzejniki konwekcyjne.

Projekt badawczy

Badaniem objęto jednorodzinne budynki mieszkalne zlokalizowane w sześciu obszarach administrowanych przez przedsiębiorstwo miejskie AB Kristianstadsbyggen, mających łącznie 130 mieszkań i charakteryzujących się zróżnicowaniem rozwiązań technicznych. Poszczególne obszary mają od 12 do 62 mieszkań. Są to głównie budynki parterowe. Z sześciu obszarów, cztery mają ogrzewanie podłogowe, a dwa – instalacje grzewcze z grzejnikami konwekcyjnymi. Budynki mają wentylację wywiewną lub nawiewno-wywiewną.

Zgromadzone dane, informacje opisowe oraz wartości obliczone dotyczące poszczególnych obszarów zostały porównane ze sobą. Zmierzone wartości zużycia energii i wody zostały przeliczone z uwzględnieniem takich czynników, jak wartości całoroczne, powierzchnia mieszkalna, stopień zaizolowania, obecność wentylacji wywiewnej, odzysk ciepła (jeśli był), temperatura wewnętrzna, zużycie wody, straty na przesyle i regulacji, umiejscowienie kotła i regulatora centralnego, indywidualne bądź zbiorcze opomiarowanie zużycia, straty wynikające z odprowadzenia ciepłej wody do kanalizacji, ogrzewanie budynków gospodarczych (jeśli były obecne) i wykorzystanie energii na cele utrzymania nieruchomości.

Podsumowując, w istniejących warunkach, obszary 3-6 z ogrzewaniem podłogowym miały przeciętnie o 15-25% wyższe zużycie energii (z wyłączeniem energii na cele utrzymania nieruchomości), w porównaniu ze średnią wartością dla obszarów 1 i 2, które miały instalacje z grzejnikami konwekcyjnymi.



ROZDZIAŁ 5

RODZAJE OGRZE- WANIA

- **Elementy grzewcze** > Ważną rolę odgrywają zarówno nośnik energii, jak i źródło ciepła oraz elementy grzewcze. Należy jednak wziąć również pod uwagę użytkowników końcowych oraz funkcje, spełniane przez ich pomieszczenia mieszkalne lub biurowe
- **Podsumowanie** > Jedynie uniwersalna instalacja elementów grzewczych może łatwo dostosowywać się do zmieniających się funkcji nowoczesnych przestrzeni mieszkalnych i biurowych

Omawiając systemy ogrzewania, należy przyjąć podejście całościowe. Ważną rolę odgrywają zarówno nośnik energii, jak i źródło ciepła oraz elementy grzewcze. Należy jednak wziąć również pod uwagę użytkowników końcowych oraz funkcje, spełniane przez ich pomieszczenia mieszkalne lub biurowe.

Może wydawać się korzystne rozpatrywanie budynku jako odrębnej jednostki, wymagającej ogrzania. Jednak ta jednostka składa się zawsze z szeregu podjednostek: pomieszczeń biurowych w budynkach komercyjnych lub pokoi w domu mieszkalnym. Biura są eksploatowane jedynie 8 godzin dziennie. Salon w domu mieszkalnym będzie używany okazjonalnie, sypialnia jedynie w nocy – one wszystkie mają różne potrzeby i wymagania ciepłe.

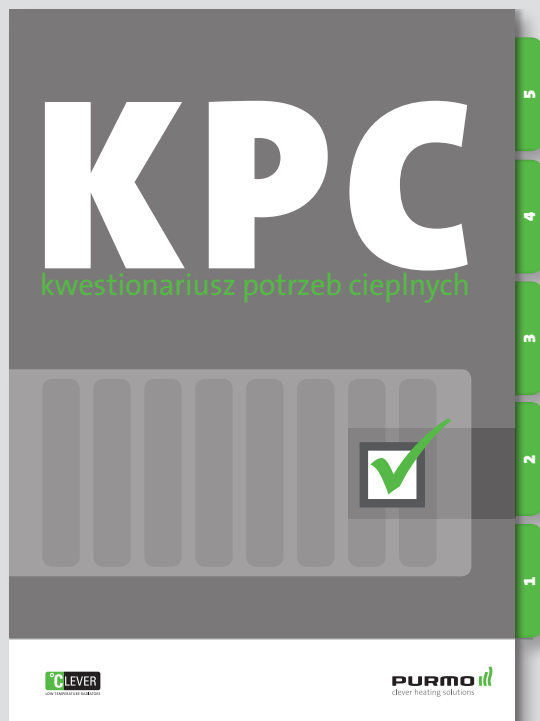
Dalsze rozpoznanie funkcji tych pomieszczeń oznacza również uwzględnienie ich zmian w czasie. Przykładowo, w domu należącym do rodziny z dziećmi, z czasem – gdy dzieci dorastają i zaczynają uczęszczać do szkoły – zmniejsza się potrzeba ogrzewania w czasie trwania zajęć lekcyjnych. Dalej, gdy dzieci dorosną, ukończą szkołę i rozpoczną karierę zawodową, mogą wtedy wyprowadzić się zupełnie, zakładając własne gospodarstwo domowe.

Elementy grzewcze

Ważną rolę odgrywają zarówno nośnik energii, jak i źródło ciepła oraz elementy grzewcze. Należy jednak wziąć również pod uwagę użytkowników końcowych oraz funkcje, spełniane przez ich pomieszczenia mieszkalne lub biurowe

Kwestionariusz Potrzeb Ciepłych

Na stronie www.purmo.pl dostępny jest Kwestionariusz Potrzeb Ciepłych. Zachęcamy do wypróbowania go na przykładzie własnego domu. Może okazać się, że uwzględnia on znacznie więcej czynników, niż można się początkowo spodziewać.



Często spotykane rodzaje systemów grzewczych i wentylacji

Jest to instalacja centralnego ogrzewania, gdzie temperatura wody zasilającej wynosi maksymalnie $+55^{\circ}\text{C}$ w projektowych warunkach klimatycznych. Emisja ciepła z grzejników konwekcyjnych w pomieszczeniach następuje na drodze promieniowania i naturalnej konwekcji. W budynkach o niskim zapotrzebowaniu na energię, będzie to wysoce efektywne energetycznie rozwiązanie, o przyjaznej dla użytkownika emisji ciepła.

**Niskotemperaturowa
instalacja grzewcza
z grzejnikami
konwekcyjnymi,
o parametrach 45/35**

Instalacja centralnego ogrzewania, z temperaturą wody zasilającej zwykle poniżej $+45^{\circ}\text{C}$ w projektowych warunkach klimatycznych. Najbardziej klasycznym przykładem takiej instalacji jest ogrzewanie podłogowe, gdzie emisja ciepła zachodzi od całej podłogi. Emisja ciepła do pomieszczeń następuje na drodze promieniowania i naturalnej konwekcji. Rozwiązanie odpowiednie do budynków o niskim zapotrzebowaniu na ciepło. Szczególnie korzystne w łazienkach (**rys. 5.3**), kuchniach oraz w przedpokojach – w pobliżu drzwi zewnętrznych, wspomaga odparowanie wody, przyniesionej z dworu w czasie opadów. Niższa efektywność energetyczna niż niskotemperaturowego ogrzewania z grzejnikami konwekcyjnymi.

**Płaskczyznowa
instalacja centralnego
ogrzewania
o parametrach 35/28**

Instalacja ogrzewania powietrznego połączona z mechaniczną wentylacją nawiewno-wywiewną, często skojarzona jest z odzyskiem ciepła. Zwykle temperatura powietrza nawiewanego jest regulowana na podstawie średniej temperatury w pomieszczeniu. Oznacza to wahania temperatury oraz

**Ogrzewanie
powietrzne**



problemy w utrzymaniu komfortowych wartości temperatury w poszczególnych pomieszczeniach. Pionowy profil rozkładu temperatury powietrza stanowi również częsty problem przy ogrzewaniu tego typu, co oznacza konieczność zapewnienia wysokiej szczelności i zaizolowania budynku, aby uzyskać optymalną wartość efektywności energetycznej.

Tam, gdzie wymagana jest wyższa moc grzewcza, dostępne są elementy grzewcze z konwekcją wymuszoną wentylatorami. Typowym przykładem są klimakonwektory (typu fan-coil), służące często zarówno do celów ogrzewania, jak i chłodzenia.

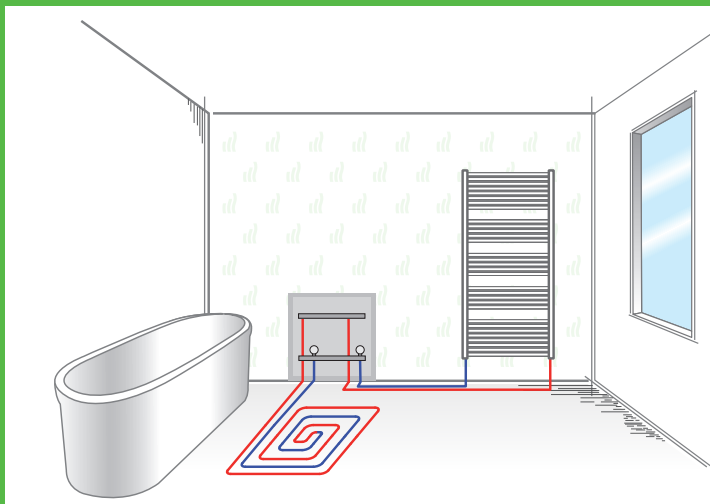
Grzejnik płytowy może występować w wersji z przystawką umożliwiającą nawiew powietrza zewnętrznego. Stanowi dobre rozwiązanie w sytuacjach, gdy niezbędne jest zapewnienie nawiewu powietrza bez przeciągów przy stosowaniu mechanicznych instalacji wentylacji wywiewnej.



**Jedynie uniwersalna
instalacja elementów
grzewczych może łatwo
dostosowywać się do
zmieniających się funkcji
nowoczesnych
przestrzeni mieszkalnych
i biurowych**

Jedynie uniwersalna instalacja elementów grzewczych może łatwo dostosowywać się do zmieniających się funkcji nowoczesnych przestrzeni mieszkalnych i biurowych. Instalacja z niezależnie regulowanymi elementami grzewczymi, które mogą zostać tak wyregulowane, aby służyć potrzebom i wymaganiom poszczególnych pomieszczeń.

Rys. 5.3
Ogrzewanie
podłogowe sprawdza
się w łazienkach,
szczególnie
w połączeniu
z łazienkowymi
grzejnikami
drabinkowymi





Elo Dhaene

Dyrektor Marki Purmo/Radson, Rettig IC

GRZEJNIKI ODGRYWAJĄ KLUCZOWĄ ROLĘ

Biorąc pod uwagę wszystkie fakty, można wyciągnąć wniosek odnośnie kluczowej roli, odgrywanej przez grzejniki konwekcyjne w instalacjach niskotemperaturowych – obecnie, ale również w przyszłości. Ta przyszłość powoli staje się teraźniejszością, wraz z wprowadzaniem wysoko efektywnych źródeł ciepła, takich jak kotły kondensacyjne lub pompy ciepła. Są to źródła, dzięki którym grzejniki będą działać jeszcze bardziej efektywnie, ze względu na właściwą sobie szybką i sprawną reakcję na zmienne zapotrzebowanie na ciepło oraz pojawiające się zyski ciepła. Uważam, że grzejniki konwekcyjne to jedyne sprawdzone, efektywne energetycznie rozwiązanie, oferujące wszystkie zalety, tak cenione przez branżę budowlaną, projektantów i instalatorów.

W obecnych czasach realizuje się projekty budowlane o wysokiej efektywności energetycznej, zarówno przy budowie nowych, jak i prawidłowo przeprowadzanych remontach już istniejących domów, stosując nowoczesne materiały budowlane i podporządkowując się surowszym standardom, które podnoszą jeszcze wyżej poprzeczkę wymagań odnośnie efektywności energetycznej budynków. Jednak przyjazne użytkownikom warunki klimatu wewnętrznego nie są jedynie kwestią efektywności energetycznej, lecz również komfortu.

W Purmo angażujemy się w rozwijanie innowacyjnych rozwiązań systemów ogrzewania, które spełnią nie tylko dzisiejsze, ale i przyszłe wymagania, zmniejszając zależność od wyczerpywalnych zasobów energetycznych świata, redukując emisję do środowiska szkodliwych substancji i obniżając całkowite koszty. W przeciwieństwie do popularnych lecz błędnych koncepcji, wysoko efektywne energetycznie niskotemperaturowe instalacje grzewcze najlepiej sprawdzają się, gdy elementem grzewczym są grzejniki konwekcyjne.

W niniejszym Poradniku podzieliliśmy się znaczącym – jak osobiście uważam – dowodem, wspierającym nasze twierdzenie o istocie rozwiązania, jakim są grzejniki konwekcyjne. Fundusze, które zainwestowaliśmy w badania i rozwój, zaowocowały wyjątkowymi i innowacyjnymi rozwiązaniami. Wszystkie osoby, odpowiedzialne za przeprowadzane badania podkreślają, że nasze grzejniki są – prawie we wszystkich przypadkach – najbardziej efektywnym elementem grzewczym w nowoczesnych instalacjach grzewczych.

Badania naukowe dowiodły i potwierdziły fakt, że stosowanie konwekcyjnych grzejników w instalacjach niskotemperaturowych jest w istocie bardziej efektywne energetycznie niż ogrzewanie podłogowe.

- Efektywność jest wyższa o ok. 15% w domach parterowych
- i do 10% wyższa w domach wielopiętrowych.

Główną przyczyną niższej efektywności energetycznej ogrzewania podłogowego są straty ciepła do podłoża (spowodowane przewodzeniem ciepła do dołu), ale również do powierzchni zewnętrznych (spowodowane wymianą ciepła na drodze promieniowania). Następnie, okazuje się, że pojemność cieplna ogrzewania podłogowego jest najważniejszą przyczyną obniżonego potencjału wykorzystania zysków ciepła. Powoduje to wahania temperatury wewnętrznej, co staje się przyczyną podwyższania przez użytkowników instalacji poziomu temperatury zadanej.

Nasze szeroko zakrojone badania i testy pokazały, że budynki z instalacjami ogrzewania podłogowego są również bardziej wrażliwe na zachowania użytkowników. W życiu codziennym przekłada się to na wydłużenie okresów, w których ogrzewanie jest włączone oraz na podwyższone temperatury pomieszczeń. Ale również wady konstrukcyjne, jak np. mostki cieplne pomiędzy podłogą i ścianami zewnętrznymi, przyczyniają się do znaczącej różnicy w zużyciu energii.

Twierdzimy, że nasze grzejniki pozwalają zaoszczędzić nawet 15% na kosztach energii. Większość badań pokazuje, że nawet więcej. **Uważam, że powinniśmy się zgodzić ze stwierdzeniem: grzejniki są efektywne energetycznie.**



ROZDZIAŁ 6

KORZYŚCI DLA UŻYTKOWNIKÓW

- Wyższa efektywność przy obniżonej temperaturze wody
- Odpowiednie do każdego klimatu
- Niższe koszty energii
- Wyższy komfort
- Współpraca z ogrzewaniem podłogowym
- Usprawnione kształtowanie klimatu wewnętrznego
- Gotowe do współpracy z odnawialnymi źródłami energii
- 100% recykling
- Zdrowe warunki życia

Remonty i nowe budynki

Niezależnie, czy pracuje się przy nowo budowanym obiekcie, czy też przy remoncie starego budynku, należy uwzględnić fakt, że grzejniki konwekcyjne charakteryzują się najniższymi ze wszystkich elementów grzewczych kosztami w całym cyklu życia. Są atrakcyjnym, optymalnym kosztowo i efektywnym energetycznie elementem instalacji w nowych domach, ale są również wyjątkowo wygodnym rozwiązaniem przy remontach, ponieważ mogą szybko i łatwo uzupełnić każdą już istniejącą instalację grzewczą. Z małym wysiłkiem, przy niewielkim nakładzie pracy i niedogodności związanych z remontem i przy niewysokich kosztach, grzejniki mogą zostać podłączone do sieci przewodów, a instalacja może zostać wyregulowana w ciągu zaledwie kilku godzin.

Po zainstalowaniu, niezależnie, czy chodzi o nowy, czy też o remontowany budynek, grzejniki są łatwe w utrzymaniu - nie posiadają części ruchomych ulegających zużyciu. W szczególności, grzejniki Purmo mają projektowany czas życia przekraczający 25 lat, w trakcie których wykazywać się będą wydajną pracą i wytrzymałością. Oczywiście, w 100% nadają się do recyklingu, a więc są przyjazne dla środowiska.





Wyższa efektywność przy obniżonej temperaturze wody

Grzejniki konwekcyjne dostarczają pomieszczeniu ciepło równie efektywnie, jak grzejniki tradycyjne. Korzyści z nich płynące są jednak wyraźne: wyższa jakość klimatu wewnętrznego i zwiększona efektywność energetyczna, wyższa sprawność wytwarzania ciepła i obniżone straty ciepła.



Odpowiednie do każdego klimatu

Niezależnie, w jakim kraju mieszkasz, wodne niskotemperaturowe instalacje grzewcze z grzejnikami konwekcyjnymi dobrze się sprawdzą. Warunki pogodowe i niskie temperatury nie są istotne. Z pomocą grzejników prawidłowo zaizolowany dom zawsze będzie ogrzany do komfortowego poziomu temperatury wewnętrznej.



Niższe koszty energii

Grzejniki konwekcyjne w niskotemperaturowych instalacjach grzewczych potrzebują mniej energii do efektywnej pracy. Nowoczesny budynek może zostać ogrzany do komfortowej temperatury 20°C grzejnikami projektowanymi na temperatury zasilania i powrotu 45/35°C. Woda w tradycyjnych instalacjach grzewczych ma nawet 75°C, dając taką samą wartość temperatury wewnętrznej (20°C), zużywając więcej energii do uzyskania tego samego wyniku – przy wyższych kosztach.



Wyższy komfort

Właściwe grzejnikom konwekcyjnym unikatowe połączenie wymiany ciepła na drodze promieniowania i konwekcji zapewnia przyjemnie stabilną temperaturę pomieszczenia. W przeszłość odchodzą drażniące przeciągi, czy uczucie „suchości” lub „duszności”.



Współpraca z ogrzewaniem podłogowym

Instalacja grzewcza, łącząca ogrzewanie podłogowe i grzejniki konwekcyjne, daje optymalne wyniki zarówno pod kątem efektywności energetycznej, jak i komfortu ciepłego.



Usprawnione kształtowanie klimatu wewnętrznego

Grzejniki konwekcyjne reagują szybko na sygnał regulatora temperatury, sprawnie, bezsumowo i stabilnie dostarczając ciepło do pomieszczeń. Wyrównanie profilu rozkładu temperatury od podłogi do sufitu jest kwestią minut.



Gotowe do współpracy z odnawialnymi źródłami energii

Grzejniki konwekcyjne działają z wysoką wydajnością, niezależnie od rodzaju źródła ciepła. Koszt i dostępność specyficznych nośników energii, takich jak paliwa kopalne, nie wpływa na efektywność grzejników. Jeśli pojawi się potrzeba zmiany źródła ciepła na jakiegokolwiek inne, włączając w to odnawialne, realizacja jej jest jedynie kwestią dopasowania i/lub wymiany kotła.



100% recykling

Grzejniki konwekcyjne zostały tak zaprojektowane, aby wszystkie ich części składowe mogły zostać po zakończeniu eksploatacji rozmontowane. Wszystkie części metalowe, składające się głównie ze stali, nadają się do recyklingu lub ponownego użycia – i są na tyle cenne, że w istocie warto je poddawać recyklingowi.



Zdrowe warunki życia

Grzejniki są bezpieczne. Zabezpieczają przed przypiekaniem kurzu, obecnego w powietrzu w pomieszczeniach, nie powodują odchylen w równowadze jonizacyjnej pomieszczenia, są bezwonne. A przy dotknięciu grzejnika nikomu nie grozi poparzenie.

CLEVER HEATING SOLUTIONS

