



LowTEMP2.0

Grzejniki konwekcyjne oraz płaszczyznowe w LTDH

Wprowadzenie techniczne, zastosowanie

Autorzy:

Jan Gerbitz / Andreas Broßette / Merle Petersen

*ZEBAU GmbH Centre for Energy, Construction,
Architecture and the Environment*

Mieczysław Dzierzgowski

*INSTYTUT MASZYN PRZEŁYWOWYCH PAN,
WIBHiŚ PW*



EUROPEAN
REGIONAL
DEVELOPMENT
FUND



LowTEMP2.0

1. Wprowadzenie techniczne

Ogólna funkcja

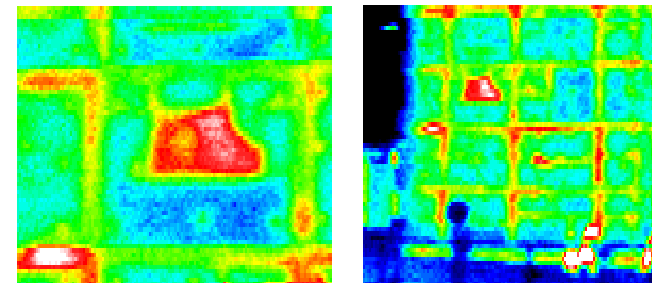
Systemy ogrzewcze i sposoby dostarczania ciepła do budynku

Wprowadzenie techniczne

Podstawowe funkcje systemów ogrzewczych

- Dostarczenie, rozdział oraz odpowiednia regulacja dostawy ciepła w budynku
- Stały, zrównoważony rozkład temperatury w aspekcie korzyści zdrowotnych (uniknięcie pleśni, cyrkulacji powietrza)
- Komfortowe środowisko wewnętrzne

Termogramy - budynek w systemie W-

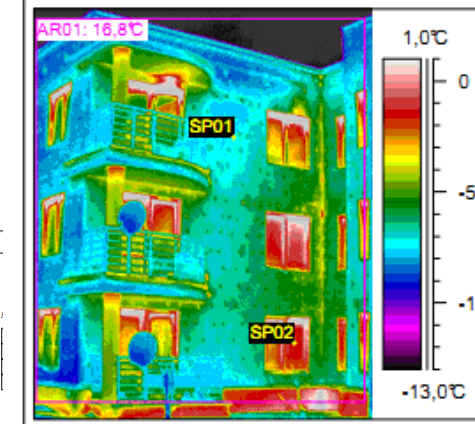
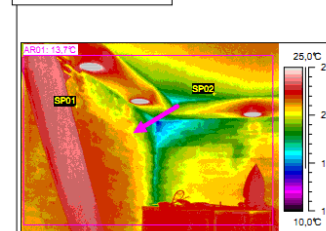


Budynek z 2010 r

Termogramy



Termogramy



$$T_w = +12^{\circ}\text{C}, \quad \text{przy } t_i \\ = +22^{\circ}\text{C}$$

Wg. Projektu:

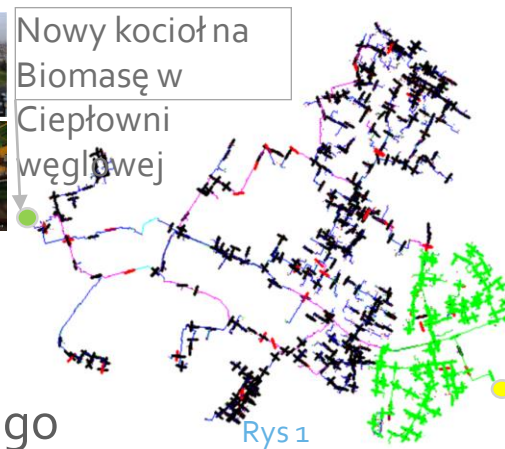
$$u = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

➤ Rys.1. Budynek: stan Projektowy i rzeczywisty stan techniczny. źródło: M. Dziergowski

Wprowadzenie techniczne



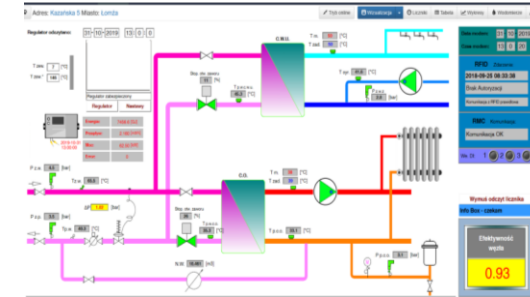
Nowy kocioł na Biomasę w Ciepłowni węglowej



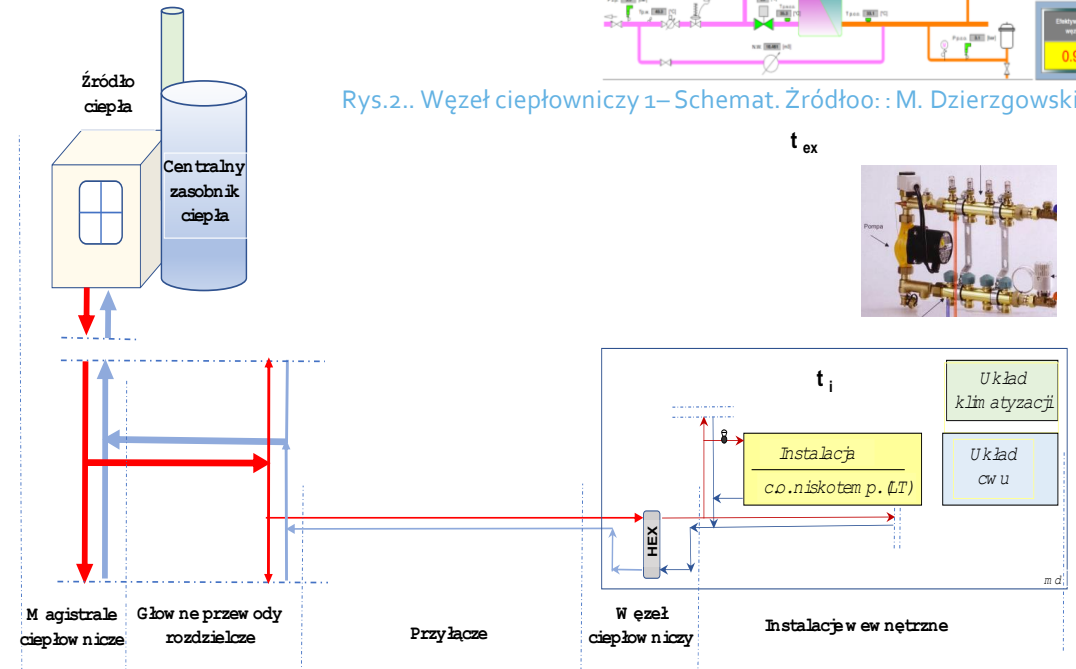
Rozdział ciepła

- W miastach ciepło najczęściej pobierane jest z miejskiego systemu ciepłowniczego poprzez węzeł zamontowany
- Z węzła ciepłowniczego czynnik grzejny dostarcza ciepło do rozdzielacza gdzie odbywa się pomiar, kontrola i regulacja jego dostawy
- Stąd ciepło jest rozprowadzane do grzejników zainstalowanych w pomieszczeniach, które umożliwiają utrzymanie wymaganej (zadanej) temperatury powietrza wewnętrznego

Nowa Kotłownia Gazowa



Rys.2.. Węzeł ciepłowniczny 1–Schemat. Źródło: : M. Dzierzgowski [6.1]

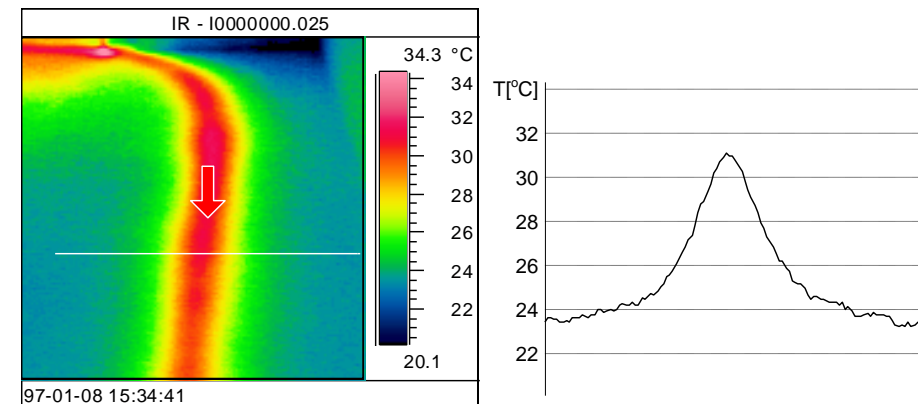


Rys.3.: Struktura dostawy ciepła do budynków, . źródło: M. Dzierzgowski

Wprowadzenie techniczne

Podział z uwagi na stosowane temperatury

- Wiele systemów ogrzewczych szczególnie w starych budynkach pracuje z temperaturą zasilania 70 °C i więcej. W takim przypadku wzrastają straty ciepła przewodów transportowych, obniża się sprawność regulacji oraz emisji ciepła
- Systemy ogrzewcze z kotłami kondensacyjnymi (z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej) pracują najczęściej w parametrach 60/45 °C
Niskotemperaturowe systemy ogrzewcze wymagają tylko 35-45°C co oznacza, że mogą mieć większą sprawność przesyłu, regulacji i emisji ciepła oraz pozwolą obniżyć emisję CO₂



- Pomiar, woda $t_z = 45^\circ\text{C}$
- Instalacja c.o. : parametry nominalne $t_z/t_p = 80/60^\circ\text{C}$

90/70°C (75/65°C)

60/45°C

35/45°C

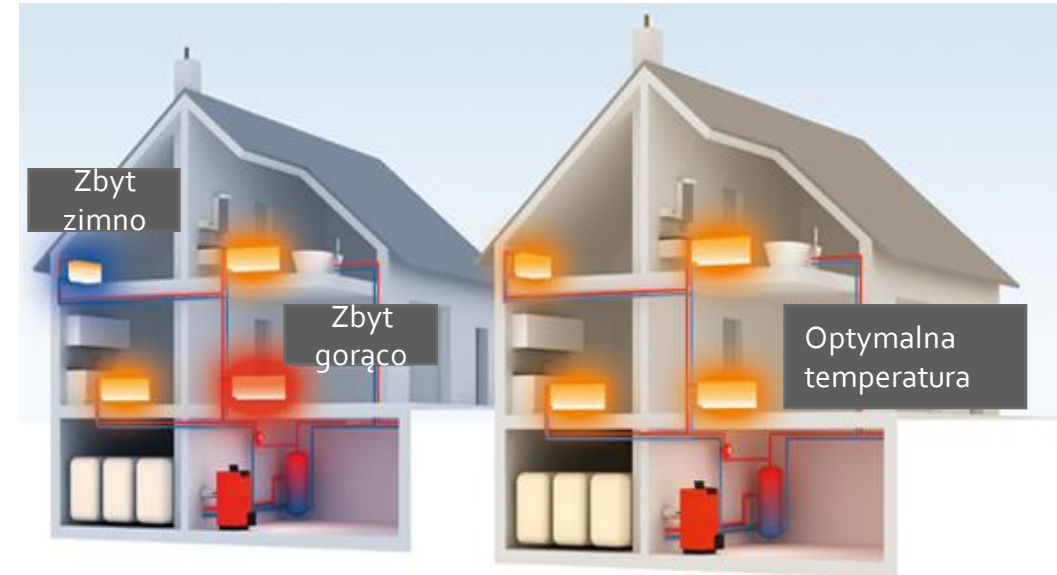
Stare budynki

Układy z Kotłami kondensacyjnym

Ogrzewania podłogowe

Regulacja hydrauliczna

- Dobra regulacja hydrauliczna jest podstawą do uzyskania racjonalnego poziomu zużycia ciepła w ogrzewanych budynkach
- Zapewnia równomierny, kontrolowany rozdział ciepła w budynku
- Bez właściwej regulacji hydraulicznej może wystąpić nadmierne zużycie ciepła w budynku np. gdy z uwagi na konieczność odpowiedniego ogrzania jednych pomieszczeń będzie konieczność przegrzania innych.
- Nastawy na zaworach regulacyjnych powinny być tak ustawione, aby w całym sezonie ogrzewczym do każdego użytkownika dostarczona została wymagana moc cieplna



Rys.1.: Regulacja hydrauliczna. źródło: <https://www.intelligent-heizen.info/heizung-optimieren/hydraulischer-abgleich/>

2. Rodzaje grzejników



Grzejniki konwekcyjne

Grzejniki płaszczyznowe (podłogowe, ścienne, sufitowe płyty grzewcze)

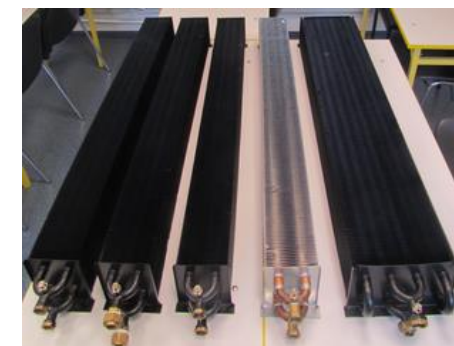
Aktywne termicznie elementy konstrukcji budynku



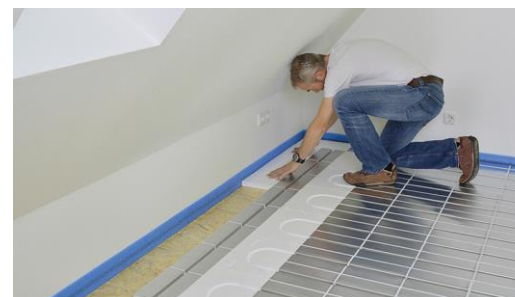
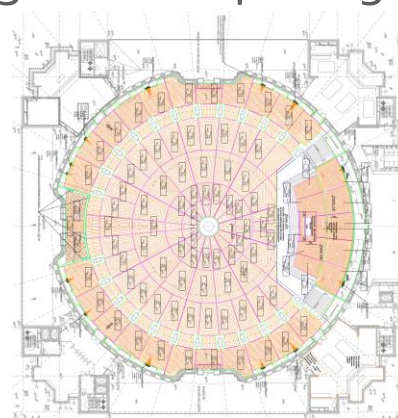
Rodzaje grzejników

Ogólnie rozróżnia się 3 typy stosowanych grzejników:

- **Grzejniki konwekcyjne:** zazwyczaj większą część ciepła oddają na drodze konwekcji (grzejniki z ogniw, grzejniki płytowe)
- **Konwektory:** ciepło przekazywane jest prawie wyłącznie na drodze konwekcji. (np. klimakonwektory)
- **Grzejniki płaszczyznowe:** większą część ciepła oddają na drodze promieniowania . (ogrzewanie podłogowe, sufitowe, ścienne,)



Fot.1. Konwektory elementy grzejne,,
źródłom. Dzierzgowski



Fot.2. Ogrzewanie podłogowe, konstrukcja sucha,
źródło: quicktherm-fußbodenheizung.de



Fot.1. Konstrukcja na mokro,,źródło: www.baulinks.de

Rodzaje grzejników

Grzejniki konwekcyjne

- Grzejniki konwekcyjne najlepiej sprawdzają się przy ogrzewaniu małych przestrzeni , dlatego są popularne w mieszkaniach oraz biurach
- Wykonanie instalacji ogrzewczej z grzejnikami konwekcyjnymi jest łatwe a z uwagi na powszechne stosowanie – niedrogie
- Grzejniki konwekcyjne mogą także efektywnie współpracować z kotłami kondensacyjnymi lub pompami ciepła



Rys.2. Rodzaje grzejników konwekcyjnych, źródło: Viessmann

Rodzaje grzejników

Płyty grzejne sufitowe

- Ogrzewanie za pomocą sufitowych płyt grzewczych jest dobrym rozwiązaniem w przypadku dużych, wysokich przestrzeni, takich jak hale przemysłowe, hale sportowe, szpitale i inne.
- Płyty w większości przekazują ciepło na drodze promieniowania i ogrzewają ściany, podłogi i inne przedmioty a także powietrze
- Płyty są łatwe w montażu i utrzymaniu a także dają swobodę w aranżacji miejsca na podłodze
- Należy uwzględnić inne elementy sufitu takie jak oświetlenie lub wentylacja

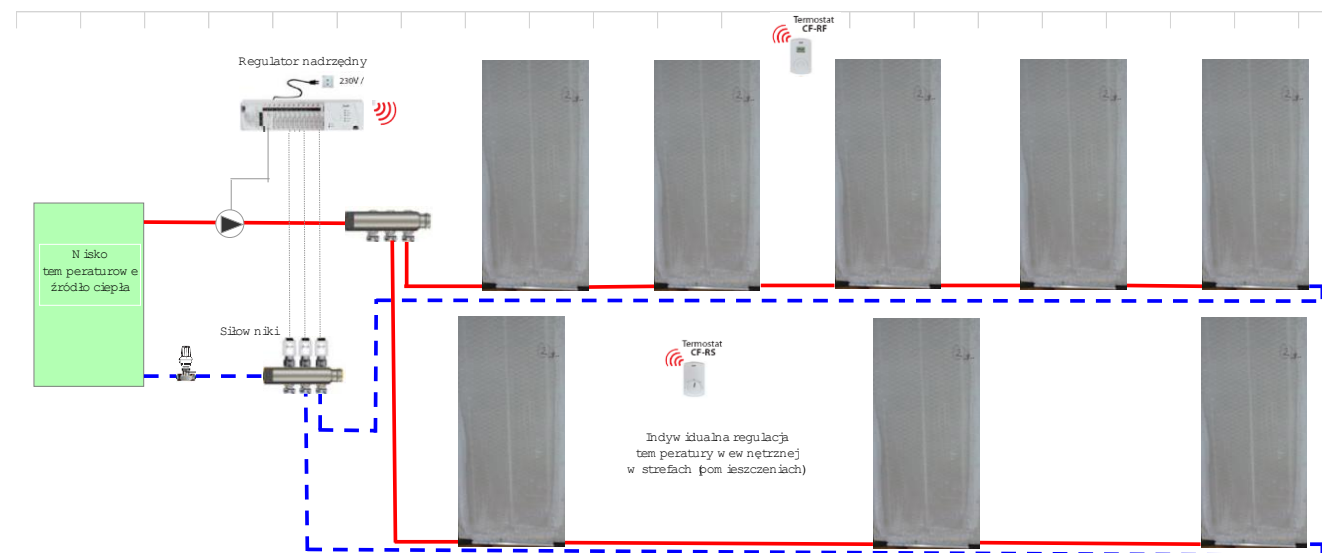


Rys 15: Sufitowe płyty grzewcze w hali, źródło: Frenger UK

Rodzaje grzejników

Płyty grzewczo - chłodzące ścienne

- Gotowe panele o wymiarach około 0.6 m x 1.7 m i grubości 15mm do 20 mm są łączone szeregowo
- Dopuszczalna, ciągła temperatura pracy w trybie ogrzewania nie powinna przekraczać 45 °C
- Mogą służyć także do chłodzenia pomieszczeń latem, temperatura zasilania około 17-18 °C oraz stanowić np. dolne źródło pompy ciepła.

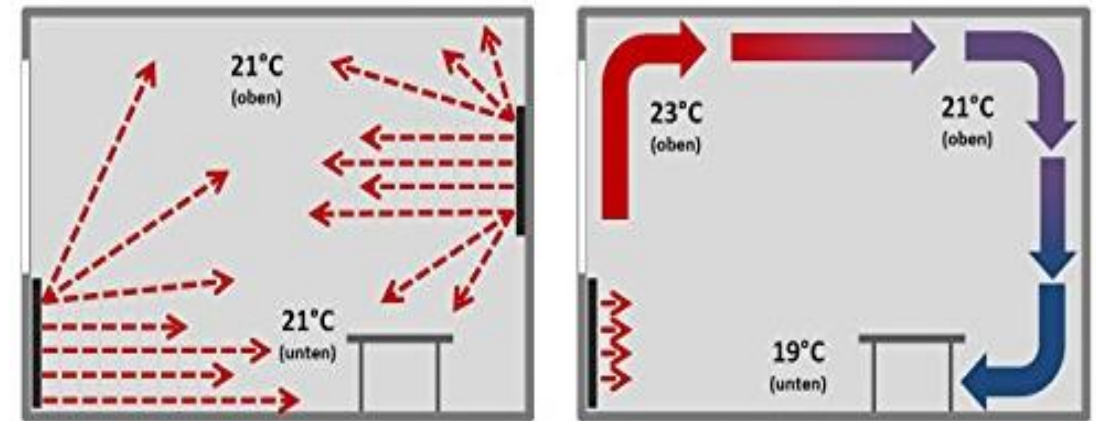


Rys.8a: Układ ogrzewania ściennego, Źródło: M. Dziergowski

Drogi przekazywania ciepła przez grzejniki

Grzejniki przekazują ciepło na drodze konwekcji oraz promieniowania .

- Konwekcja – przemieszczanie ciepłego powietrza dookoła pomieszczenia
 - Ciepło nie może dotrzeć do wszystkich zakamarków pomieszczenia
 - Kurz powoduje zwiększenie uczucia suchości
 - Działanie mniej komfortowe oraz mniej efektywne
- Promieniowanie umożliwia bardziej równomierne rozrowadzenie ciepła w pomieszczeniu
 - Możliwość utrzymania **niższej** **ti** w pomieszczeniu a tym samym zmniejszenie zużycia ciepła
 - Ogólnie lepsze parametry komfortu cieplnego



Rys. 3: Promiennik podczerwieni-po lewej, Grzejnik konwekcyjny po prawej, źródło: Heizkoerper- profi.de

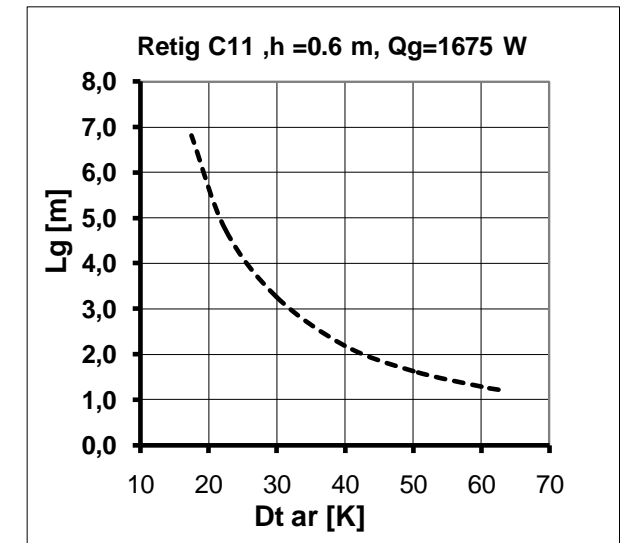
Rodzaje grzejników

Grzejniki płytowe niskotemperaturowe

- Charakteryzują się **niską temperaturą zasilania** ($45\text{ }^{\circ}\text{C}$) oraz **płaską i dużą powierzchnią** wymiany ciepła.
- Większą sprawnością przesyłu, regulacji i emisji ciepła, a zatem pozwalają istotnie obniżyć zużycie ciepła w porównaniu z grzejnikami konwencjonalnymi.
- Krótkim czasem nagrzewania oraz szybką reakcją przy włączeniu lub wyłączeniu.



Rys 4: Grzejnik niskotemperaturowy, źródło: www.haus.de



Rys.5. Wpływ DT_{ar} na wielkość grzejnika Rettig C11. Źródło, M. Dzierzgowski

Instalacje ogrzewcze z grzejnikami płaszczyznowymi

Ogrzewanie podłogowe

- Ogrzewanie podłogowe należy do bardzo energooszczędnych ogrzewań niskotemperaturowych
- Dobra efektywna współpraca z pompami ciepła oraz odnawialnymi źródłami energii
- Równomierny rozkład temperatury zapewnia wysoki komfort cieplny
- Ogrzewanie podłogowe może być wykonane na sucho lub na mokro



Rys 5: Ogrzewanie podłogowe „na mokro” węzownica z rur, źródło: © ZEBAU GmbH

Instalacje ogrzewcze z grzejnikami płaszczyznowymi

Ogrzewanie podłogowe

- Możliwe stosowanie w układzie otwartego piętra ponieważ jest ono zintegrowane z podłogą
- Przewody są łatwe w montażu ale dostęp do nich po wykończeniu podłogi jest bardzo trudny
 - Prowadzić to może do wysokich kosztów naprawy
- Każde pomieszczenie ma odrębną pętlę grzewczą z możliwością optymalizacji temperatury
- Wszystkie pętle są podłączone do rozdzielacza obiegu grzewczego, który steruje pracą systemu



Rys 6: Rozdzielacz ogrzewania podłogowego, źródło: © ZEBAU GmbH

Instalacje ogrzewcze z grzejnikami płaszczyznowymi

Ogrzewanie podłogowe – „na sucho”

- Na płyty suchego jastrychu są układane płyty systemowe w których układane są rury grzewcze.
- Podłoże musi być wytrzymałe, suche i czyste.
- Dopuszczalna maksymalna temperatura zasilania 45 °C



Rys. 7: Ogrzewanie podłogowe, konstrukcja sucha, źródło: quicktherm-fußbodenheizung.de

Rodzaje grzejników

Ogrzewanie podłogowe – „na mokro”

- Cała powierzchnia podłogi musi być szczelna (formowanie w kształcie wanny)
- Dopuszczalna, ciągła temperatura pracy nie powinna przekraczać 45 °C
- Przewody w żadnym wypadku nie mogą przechodzić przez złącza



Figure 8: Wet construction, source: www.baulinks.de

Rodzaje grzejników

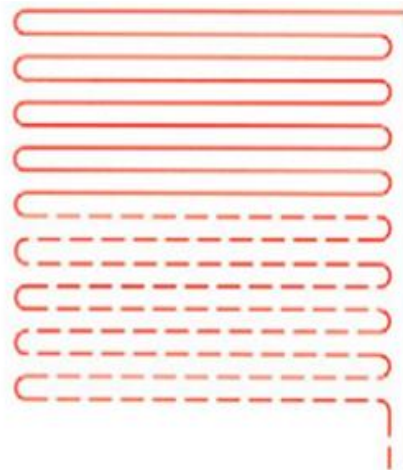
Instalacja i obwody

Ślimak:



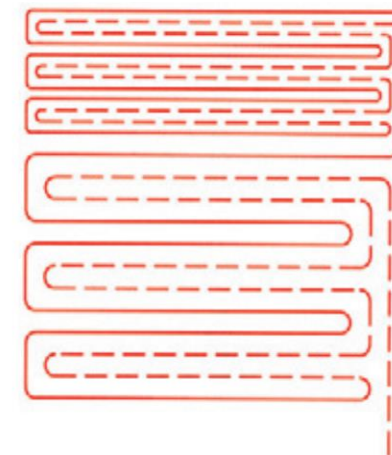
Rys. 9: Układ ślimakowy, źródło: rehau

Pojedynczy meander:



Rys10: Pojedynczy meander, źródło: rehau

Podwójny meander:



Rys 11: Podwójny meander, źródło: rehau

Rodzaje grzejników

Ogrzewanie ścienne

- Wężownice są mocowane do wewnętrznej strony ściany za pomocą np. systemów zatrzaskowych.
- Przewody dostarczające czynnik grzewczy są zazwyczaj widoczne.
- Rozmieszczenie rur można zmienić bez większego wysiłku.



Rys 12. System ogrzewania ściennego, źródło: Rehau

Rodzaje grzejników

Aktywne termicznie elementy konstrukcji budynku

- Aktywacja termiczna konstrukcji budynku należy do systemów pasywnych
- Aktywne termicznie betonowe elementy zawierające rury mogą stanowić część podłogi, ściany, stropu.
- Wspomaga to naturalny efekt akumulacji ciepła przez masywne przegrody (wykorzystanie pojemności cieplnej budynku)

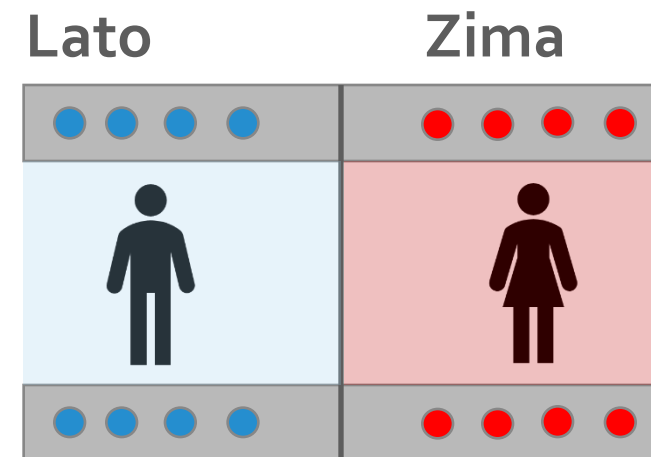


Rys 13: Instalacja ogrzewania podłogowego w konstrukcji stropu (element aktywny termicznie), źródło: beton-campus.de

Rodzaje grzejników

Aktywacja termiczna konstrukcji budynku

- Pasywne wsparcie bez nakładów pozwala oszczędzić energię oraz pieniądze
- System ten można także wykorzystać do chłodzenia latem
 - Taki system jest tylko dodatkiem do innych grzejników i nie może działać samodzielnie

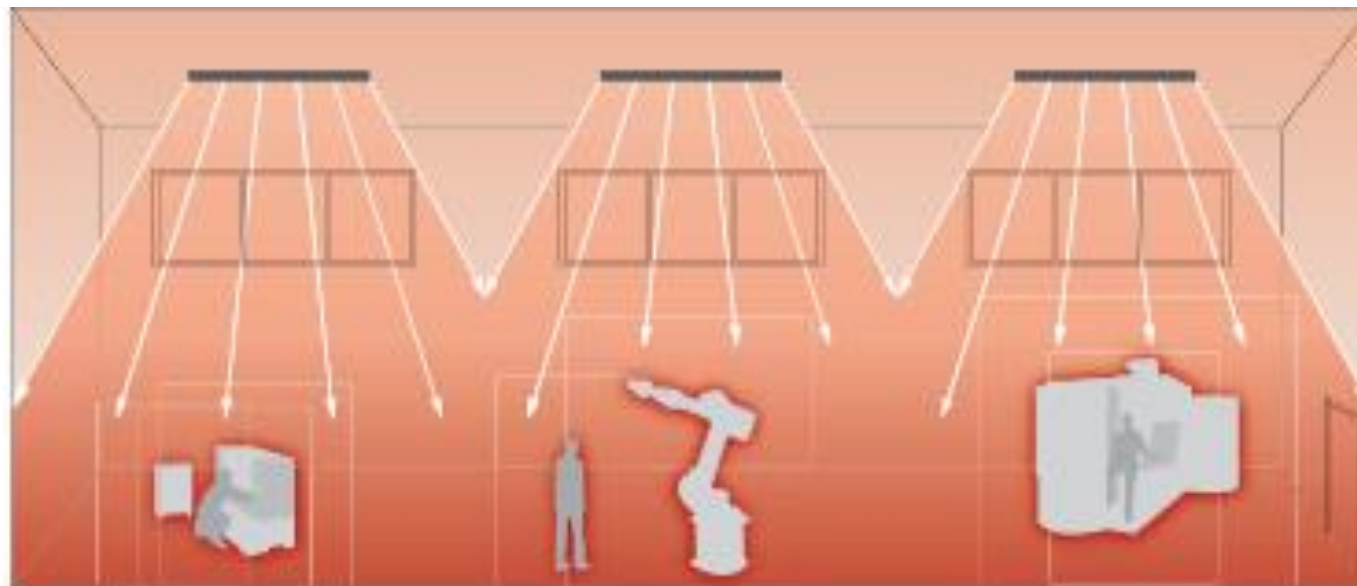


Rys 14: Koncepcja aktywacji termicznej, źródło: ZEBAU GmbH

Rodzaje grzejników

Sufitowe płyty grzejne

- Istnieje możliwość wykorzystania płyt sufitowych także do chłodzenia
- Równomierne rozłożenie płyt zapewnia dobre odczucie komfortu cieplnego
- Bardzo efektywne rozwiązanie przy ogrzewaniu trudno dostępnych przestrzeni



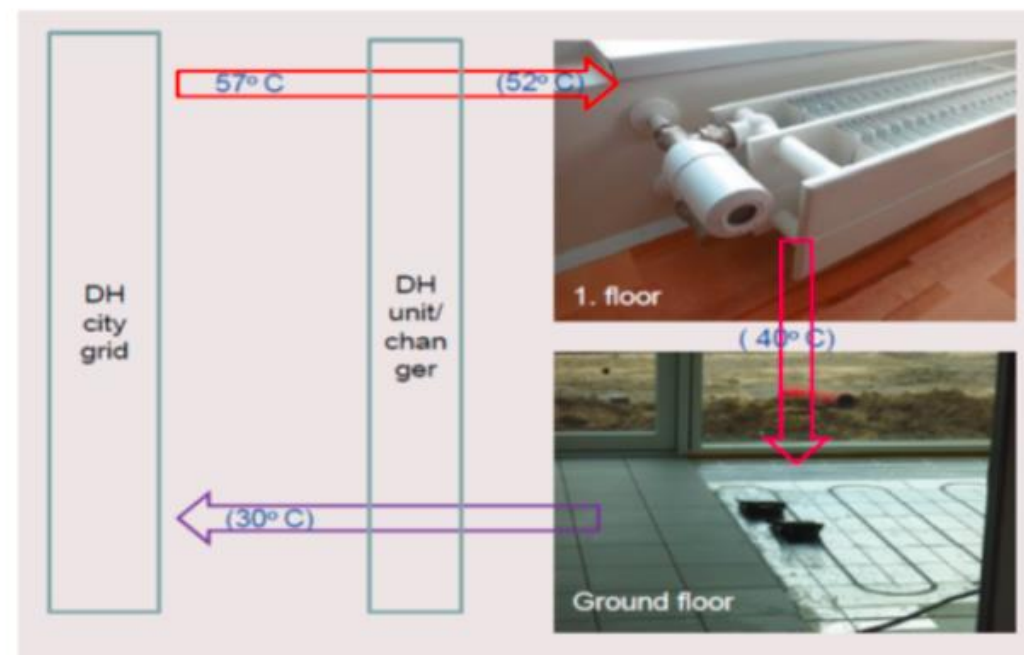
Rys16: Radiacyjne płyty grzewcze sufitowe , źródło: Arbonia (2018)

Rodzaje grzejników

Projekt pilotażowy Albertslund, Dania

Założenia:

- Kompleksowa termomodernizacja, która obejmowała:
 - Ocieplenie dachu, ścian i piwnicy
- Ogrzewanie podłogowe z dodatkowym nowym grzejnikiem niskotemperaturowym (2 lub 3 rzędowym) z wentylatorem
- Miejski niskotemperaturowy system ciepłowniczy (City LTDH) o temperaturze zasilania 57 °C dostarcza moc ciepłą poprzez wymienniki ciepła zamontowane w każdym domu



Rys.17: Albertslund Kommune, źródło: Housing department, Denmark

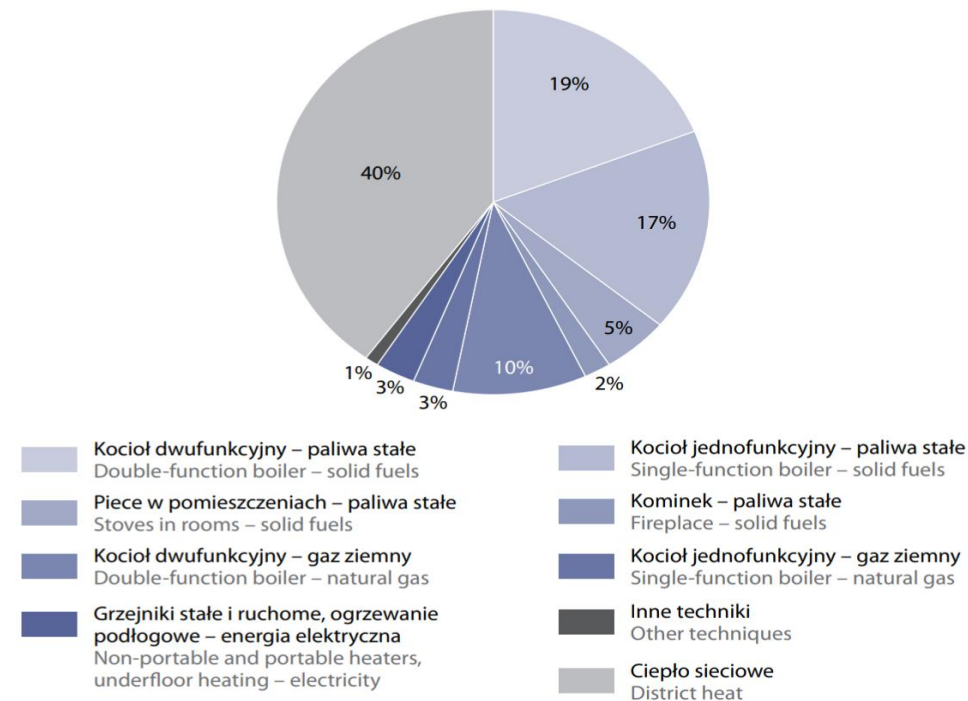
Wnioski



LowTEMP2.0

- **Ogólnie:** System ogrzewania płaszczyznowego przyczynia się do poprawy efektywności procesu ogrzewania budynków i może być zastosowany na różnych powierzchniach
- W przypadku małych budynków prywatnych najtańszym rozwiązaniem jest ogrzewanie z grzejnikami konwekcyjnymi, może być korzystne także zastosowanie ogrzewania płaszczyznowego (podłogowego lub ściennego)
- Sufitowe płyty grzewcze są bardzo dobrym rozwiązaniem dla budynków biznesowych, przemysłowych i użyteczności publicznej,
- Wsparcie tych systemów jest możliwe także poprzez zastosowanie termoaktywnych elementów konstrukcji budynku

Stosowane w Polsce ogrzewanie pomieszczeń według technik ogrzewania, rok 2018



Rys. 18: Ogrzewanie pomieszczeń wg technik ogrzewania w Polsce w roku 2018, źródło : GUS <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/zuzycie-energii-w-gospodarstwach-domowych-w-2018-roku,2,4.html>

ZEBAU GmbH

Centre for Energy, Construction, Architecture
and the Environment

Jan Gerbitz / Andreas Broßette / Merle Petersen

Große Elbstraße 146
22767 Hamburg
Germany

E-mail: info@zebau.de
Tel: +49 40 - 380 384 - 0
www.zebau.de

INSTYTUT MASZYN PRZEPLYWOWYCH PAN WIBHIŚ PW

Mieczysław Dzierzgowski

ul. Fiszera 14
80-231 Gdańsk
Polska

E-mail: mieczyslaw.dzierzgowski@pw.edu.pl
Tel: +48 58 5225 276
www.imp.gda.pl