

## Nowy wymiar ogrzewania/chłodzenia powierzchniowego bez jastrychów (2)

# Chłód z podłogi/ściany



**W 2017 roku wykonane zostały badania doświadczalne przeprowadzone zgodnie z normą [1] dotyczącą badania lekkich systemów ogrzewania podłogowego przy zastosowaniu metalowych elementów rozpraszających ciepło oraz bez ich użycia. Zastosowano przy tym różne rozstawy węzownicy.**

W poprzednim artykule pt. „Grzejnik bez jastrychów” (*Magazyn Instalatora 1/2018, s. 32-33 - prżyp. red.*), przedstawiłem zakres badań dotyczących lekkich systemów ogrzewania podłogowego przy zastosowaniu metalowych elementów rozpraszających ciepło lub bez ich użycia oraz ich wyniki. W części dzisiejszej chciałbym pokazać rozkład temperatury na powierzchni tych grzejników i ich charakterystykę przy chłodzeniu powierzchniowym.

### Różnice temperatury na posadzce

Nawiązując do pierwszej części tego artykułu interesująco przedstawiają się różnice temperatury na powierzchni grzejników z lamelą i bez niej, zależnie od temperatury ich zasilania oraz rozstawu węzownicy. Średnia temperatura na powierzchni grzejnika z posadzką terakoty nad węzownicą i pomiędzy nią przy rozstawach od 10-15 cm jest przedstawiona w tabelach 1 i 2 według [2].

### Chłodzenie powierzchniowe

Warto zastanowić się, czy grzejniki powierzchniowe będą dobrym dawcą energii chłodniczej. Aby odpowiedzieć na to pytanie należy w pierwszej kolejności sięgnąć do podstawowych normatywów. Polska Norma [3], dotycząca systemów ogrzewania i chłodzenia wbudowanych w podłogi, ściany lub sufity określa moc cieplną wymienionych przegród bu-

dowlanych w których umieszczamy urządzenia przekazujące ciepło lub chłód, najczęściej w postaci rur PCV z wodą jako przewodnikiem ciepła. Wydajność cieplna lub chłodnicza jest charakteryzowana w tej normie przez całkowity współczynnik przenikania ciepła  $\alpha$ . Wynosi on przy chłodzeniu:

- sufitowym  $\alpha = 10,8$  [W/(m<sup>2</sup> · K)],
- ściennym  $\alpha = 8$  [W/(m<sup>2</sup> · K)],
- podłogowym  $\alpha = 6,5$  [W/(m<sup>2</sup> · K)].

Stąd widać, że umieszczenie systemu chłodzenia w odpowiednim miejscu przegrody budowlanej ma duże znaczenie. Jego efektywność jest najlepsza, gdy nasz system chłodzenia umieścimy na suficie, a najlepszą wydajność chłodzenia mamy na podłodze. Te wyniki są odwrotnie proporcjonalne do systemu ogrzewania, gdzie najlepsza wydajność cieplna - zgodnie z normą [3] - dotyczy podłogi, a najniższa sufitu. Gdy chcemy więc zastosować uniwersalne rozwiązanie, czyli mieć najlepszą wydajność w okresie zimowym ogrzewania, a latem chłodzenia, i przy tym nie inwestować oddzielnie w niezależne systemy, to najlepszym rozwiązaniem wydaje się montaż ogrzewania i chłodzenia na ścianie. Jak podaje norma [3], współczynnik przenikania ciepła  $\alpha = 8$  [W/(m<sup>2</sup> · K)] zarówno przy chłodzeniu, jak i przy ogrzewaniu.

Warto tutaj nadmienić, że badania eksperymentalne dotyczące wartości współczynnika przenikania ciepła  $\alpha$  nie zawsze są zgodne z wytycznymi podanej normy. Opisanie badania w [4] dowodzą, że wydaj-

ność cieplna lekkiego płaszczyznowego ogrzewania ściennego, w którym dostarczane ciepło znajduje się blisko okładziny je emitującej, jest zbliżona do ogrzewania położonego na podłodze. Autor tego artykułu na podstawie badań dowodzi, że całkowity współczynnik  $\alpha$  systemu ściennego ogrzewania wynosi 10,5 [W/(m<sup>2</sup> · K)], a nie jak podaje norma [3] - 8 [W/(m<sup>2</sup> · K)]. W związku z tym przy założeniu tego samego lub podobnego współczynnika przenikania ciepła  $\alpha$  może on wynosić przy chłodzeniu ściennym również około 10,5 [W/(m<sup>2</sup> · K)] zgodnie z [5]. To dodatkowo potwierdza, że najbardziej uniwersalnym, a jednocześnie efektywnym systemem gdy chcemy uzyskać najlepszą wydajność cieplną i chłodniczą bez ponoszenia dodatkowych kosztów inwestycyjnych jest montaż systemu lekkiego ogrzewania/chłodzenia powierzchniowego na ścianie.

Właściwe umiejscowienie systemu chłodzenia nie jest jednak jedynym warunkiem jego wysokiej wydajności. Należy dodatkowo spełnić inne ważne kryteria, a mianowicie:

- projektować niewielkie odległości pomiędzy rurami oraz możliwie wysoką temperaturę wejścia,
- montować krótkie obwody ogrzewania/chłodzenia - zredukowane ciśnienie spada przy małej rozpiętości węzownicy,
- przyjmować możliwie duże średnice rur, co daje zmniejszony spadek ciśnienia przy małej rozpiętości rur.
- planować wykończenie powierzchni z dobrą przewodnością termiczną, co poprawia przepływ ciepła,
- stosować lekkie systemy ogrzewania/chłodzenia najlepiej bez jastrychów, aby osiągnąć jak najmniejszą bezwładność cieplną, co ułatwi też sterowanie temperatury i przyczyni się do lepszej kontroli nad tzw. temperaturą punktu rosy.

Z lamelami aluminiowymi				
Model	Temperatura zasilania $\theta_v$ [°C]	Temperatura pomieszczenia [°C]	Rozstaw rur [cm]	Średnia różnica temperatury na powierzchni grzejnika nad węzownią i pomiędzy nią $\delta\theta_v$ [°C]
Płyty izolacyjne XPS	28	20	15	0,3
	35			0,9
	40			2,9
	45			5
Płyty izolacyjne EPS	28	20	12,5	0,2
	35			0,4
	40			1
	45			2,7

Tab. 1. Różnice temp. na powierzchni grzejnika powierzchniowego z lamelami na posadzce terakoty wg [2].

## Wnioski

Artykuł stanowi podsumowanie badań eksperymentalnych i obliczeń dotyczących parametrów cieplnych wykonanych nad ultra cienkim systemem ogrzewania i chłodzenia powierzchniowego. Wynika z nich, że zarówno konstrukcja lekkiego grzejnika z metalowymi rozpraszaczami ciepła jak i bez nich może być skutecznym emitentem ciepła lub chłodu. Należy tylko zastosować właściwe odległości węzownicy, najlepiej nieprzekraczające 15 cm w przypadku grzejnika z elementami poprawiającymi przewodność cieplną i do 12,5 cm w grzejnikach bez tych elementów. Tylko wtedy uzyskamy zarówno odpowiednią wydajność cieplną lub chłodniczą, jak i komfort użytkownika dotyczący równomierności rozkładu temperatury na powierzchni posadzki. Badania nad współczynnikiem przenikania ciepła  $\alpha$  pokazują, iż najbardziej uniwersalnym lekkim systemem grzewczo-chłodniczym jest ten montowany na ścianie. W celu uniknięcia dodatkowych nakładów inwestycyjnych tylko w przy-

padku, gdy miejscem montażu jest ściana, będziemy mieli zapewnioną wysoką efektywność cieplną w okresie zimowym i chłodniczą w okresie letnim. Należy przy tym pamiętać, że samo miejsce położenia płaszczyznowego systemu grzewczo-chłodniczego nie jest jedynym warunkiem osiągnięcia najwyższej sprawności. Warto zastosować się do wymienionych w tym artykule innych kryteriów w czasie projektowania. Wyniki badań eksperymentalnych pokazują, że system ultra cienkiego ogrzewania zapewnia maksymalną projektowaną temperaturę na posadzce przy niskiej temperaturze zasilania do 36°C i to bez lameli rozpraszających ciepło oraz przy uwzględnieniu różnicy temperatur zasilania i powrotu  $\delta T = 5^\circ\text{C}$ . Stosując natomiast lamele rozpraszające, już przy temperaturze zasilania 30°C osiągniemy maksymalną temperaturę posadzki dla  $\delta T = 5^\circ\text{C}$ . To w oczywisty sposób klasyfikuje ten system do jego efektywnego wykorzystywania w urządzeniach odzyskujących energię pierwotną typu pompy ciepła, fotowoltaika i inne.

Dodatkowo posiada on wiele innych zalet, a mianowicie:

- mały ciężar pozwala na układania przy stropach o małych nośnościach (np. drewnianych) lub tam, gdzie należy zmniejszyć obciążenia stałe,
- może być montowany bezpośrednio na podłogach drewnopochodnych (np. OSB),
- niewielka grubość jest istotna przy remontach pomieszczeń ze względu na ustalone wymiary otworów okiennych i nadproży drzwiowych,
- posiada dużą wytrzymałość na ściskanie, co umożliwi zastosowania we wszelkiego rodzaju obiektach budowlanych użyteczności publicznej, halach przemysłowych, a nawet obiektach sportowych,
- jego konstrukcja pozwala na szybki, łatwy i estetyczny montaż węzownic w gotowych bruzdach płyt izolacyjnych,
- nie ma potrzeby użycia ciężkiego sprzętu budowlanego (betoniarki, agregaty itp.),
- nie występuje proces wiązania betonu, a to przyspiesza oddanie inwestycji do eksploatacji.

Uniwersalność zastosowania przy wydajnym ogrzewaniu i chłodzeniu oraz wiele innych zalet ultra cienkiego grzejnika powierzchniowego bez jastrychów, potwierdzonych badaniami może sprawić, że w najbliższych latach tego rodzaju konstrukcja stanie się popularna i powszechnie montowana.

 Jacek Karpiesiuk

### Bibliografia:

- [1] NT VVS127 (2001) „Floor heating systems: Design and type testing of waterborne heat systems for lightweight structures”, NT VVS127, Nordtest.
- [2] Katalog produktów firmy Elektra Karlo, październik 2017.
- [3] PN-EN 12645:2008. Wbudowane płaszczyznowe wodne systemy ogrzewania i chłodzenia - Część 5: systemy ogrzewające i chłodzące wbudowane w podłogi, sufity lub ściany - Określanie mocy cieplnej.
- [4] Acikogoz O.: „A novel evaluation regarding the influence of surface emissivity on radiative and total heat transfer coefficients in radiant heating systems by means of theoretical and numerical methods”, Energy and Buildings, Volume 102, 1 September 2015, p. 105-116.
- [5] Karpiesiuk J., Chyży T.: „Analiza porównawcza wydajności cieplnej ściennych grzejników płaszczyznowych o lekkiej, suchej konstrukcji”, monografia konferencyjna w ramach I Międzynarodowej Konferencji „Aktualne problemy badawcze materiałów, technologii i organizacji budownictwa w ujęciu transgranicznym”, Politechnika Białostocka, czerwiec 2016.

Bez lameli aluminiowych				
Model	Temperatura zasilania $\theta_v$ [°C]	Temperatura pomieszczenia [°C]	Rozstaw rur [cm]	Średnia różnica temperatury na powierzchni grzejnika nad węzownią i pomiędzy nią $\delta\theta_v$ [°C]
Płyty izolacyjne XPS	28	20	10	0,9
	35			2,3
	40			3,6
	45			4,5
Płyty izolacyjne EPS	28	20	12,5	1
	35			2,4
	40			5,2
	45			7

Tab. 2. Różnice temp. na powierzchni grzejnika powierzchniowego bez lameli na posadzce terakoty wg [2].