

## **Ogrzewanie powietrzne pomieszczeń**

**Jerzy Adamczyk**

*Katedra Konserwacji Zabytków, Wydział Budownictwa i Architektury Politechnika Lubelska  
oraz Katedra Nauk Technicznych, Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II  
w Białej Podlasce, e-mail: j.adamczyk@pollub.pl*

**Streszczenie:** W artykule podano zasady projektowania ogrzewań powietrznych, które w ostatnich czasach są coraz częściej stosowane w budownictwie jednorodzinnym.

**Słowa kluczowe:** ogrzewania powietrzne.

### **1. Wstęp**

Ogrzewanie powietrzne w ostatnich czasach jest coraz częściej stosowane w budynkach. W porównaniu do ogrzewań tradycyjnych (wodnych) wymaga trochę innego podejścia technicznego. W niniejszym artykule chcemy zwrócić uwagę czytelników na podstawowe problemy związane z omawianym typem ogrzewania. Ponadto dopiero w latach 90 na naszym rynku pojawiły się urządzenia umożliwiające wykonanie ogrzewań powietrznych (piece, wentylatory).

Nośnikiem ciepła jest powietrze, podgrzewane piecu i rozprowadzane kanałami do pomieszczenia lub grupy pomieszczeń (dom), które po ochłodzeniu powraca kanałem do pieca, gdzie ponownie jest ogrzewane. Jest to jedno z najstarszych typów ogrzewania pomieszczeń.

W zależności od sposobu podgrzewania powietrza, możemy podzielić je na:

- ogrzewanie bezpośrednie (podgrzew w piecach) – w części górnej pieca system rur tworzy wymiennik ciepła, przez który przepływa powietrze oraz spaliny (przeważnie w układzie krzyżowym),
- ogrzewanie pośrednie – w tym ogrzewaniu czynnikiem pośrednim jest para wodna lub woda.

W zależności od siły napędowej powodującej przepływ (ruch) powietrza w kanałach ogrzewanie to możemy podzielić na:

- grawitacyjne (najstarsze),
- wentylatorowe (przy czym wentylator może być instalowany w przewodzie nawiewnym i wywiewnym).

Instalacja ogrzewania powietrznego (ciepłym powietrzem) składa się z:

- źródła ciepła (piec, nagrzewnica),
- sieci przewodów (kanałów rozprowadzających i powrotnych),
- kratki nawiewnych i wywiewnych (z termoregulatorami lub bez).

Piece stosowane mogą być na paliwo:

- stałe (najstarsze rozwiązanie),

- ciekłe,
- gazowe.

Pieca na paliwo stałe oprócz zalet (spalanie różnego rodzaju paliw) od drewna do węgla kamiennego (koks) mają kilka wad podstawowych:

- bardzo utrudnioną regulację wydajności pieca i dostosowania jej do zapotrzebowania chwilowego na energię obiektu (grupy pomieszczeń i domu – obiektu sakralnego),
- duże trudności w utrzymaniu czystości pomieszczenia, w którym się znajduje,
- ciągły nadzór i obsługa pieca (dostarczanie paliwa, usunięcie produktów spalania).

Takich wad nie mają pieca na paliwo ciekłe i gazowe. Wadą tych pieców jest to, że nakłady inwestycyjne są wyższe niż w przypadku pieca na paliwo stałe. Niezbędna jest instalacja dostarczająca paliwo do palników oraz automatyka i zabezpieczenia wymagane dla tego typu instalacji (zagrożenie pożarowe). W przypadku paliwa ciekłego należy wydzielić odpowiednie pomieszczenie do jego magazynowania (zbiorniki, instalację do ich napełniania, zabezpieczenie środowiska przed skażeniem). W przypadku, gdy w budynku (np. kościoły) występują trudności z lokalizacją przewodu (komina) do odprowadzania spalin, można zastosować jako źródło ciepła – elektryczne piece akumulacyjne.

## 2. Przewody

Przewody rozprowadzające powietrze najczęściej wykonuje się jako murowane (pojedyncze pomieszczenia, domki jednorodzinne) lub z blachy stalowej ocynkowanej. W przypadku, gdy przewody są zamurowywane i dostęp lub ich wymiana jest niemożliwa, zalecane jest wykonywanie przewodów z blachy stalowej nierdzewnej. Przy przewodach z blachy stalowej (dobrze przewodzących ciepło) należy je zawsze starannie ocieplić (wełna mineralna, pianka polietylenowa, o odporności temperaturowej minimum 90°C). Wynika to z temperatur powietrza opuszczającego źródło ciepła – mianowicie 50÷80°C. Tak wysoka temperatura powodowana jest zmniejszeniem ilości powietrza przepływającego a co za tym idzie przekrojów kanałów rozprowadzających.

Układ przewodów może być promieniowy, obwodowy (w dół pomieszczenia, budynku). W przypadku ogrzewania powietrznego grawitacyjnego, przy zmianie kierunku należy stosować łagodne łuki (o dużym promieniu  $R > 2d$  – w kanałach prostokątnych ostre załamania zastąpić łukami – nie kolanami). Przewody można prowadzić w podłodze (posadzce) kanałami murowanymi wzdłuż ścian, w przestrzeni stropowej – przy ogrzewaniu wentylatorowym.

## 3. Kratki nawiewne

Otwory wylotowe ciepłego powietrza zaleca się lokalizować (w ogrzewaniu grawitacyjnym) przy ścianach zewnętrznych pod oknami – dolna krawędź otworu na wysokości od 30÷50 cm.

Otwory wyposaża się najczęściej w kratki z blachy perforowanej w płaszczyźnie wylotu (blachy wykonuje się w postaci ozdobników stanowiących uzupełnienie

nie wystroju wnętrza pomieszczenia). W ogrzewaniu wentylatorowym otwory wywiewne nie muszą być lokalizowane na wyżej podanej wysokości. Można wykorzystać ciśnienie wytwarzane przez wentylator, do nawiewu powietrza na okna przez specjalne nawiewniki szczelinowe lub nawiew do przestrzeni międzyszybowej. Dzięki temu ogranicza się wpływ okna (niskie temperatury powierzchni szyb od strony pomieszczeń) na odczuwanie komfortu cieplnego użytkowników pomieszczenia. Zastosowanie kratki wentylacyjnej (w otworach nawiewnych) z termoregulatorami, pozwala na sterowanie ilością energii cieplnej dostarczanej z powietrzem do pomieszczenia a tym samym utrzymanie temperatury w pomieszczeniu na żądanym poziomie.

Wywiew powietrza z pomieszczenia następuje poprzez:

- a) szczeliny w drzwiach tych pomieszczeń,
- b) przez otwory wywiewne i sieć kanałów.

W przypadku a) powietrze przez korytarz i klatkę schodową dopływa do pomieszczenia (piwnicy), gdzie zlokalizowany jest piec. Zostaje zasane do otworu wlotowego wymiennika w piecu i w nim podgrzane. W małych instalacjach rzadko były stosowane składy umożliwiające wymianę powietrza krążącego w instalacji. Układy takie (zamknięte) miały tę wadę, że roznosiły zapachy do wszystkich pomieszczeń. Wymiana powietrza (dostarczanie świeżego – zewnętrznego) zmniejszyła taką uciążliwość, lecz zwiększyła zużycie energii cieplnej (paliwa). W ogrzewaniach wentylatorowych należy się liczyć ze zużyciem energii elektrycznej do napędu wentylatora (wentylatorów), lecz można zmniejszyć zużycie energii cieplnej stosując systemy z wymiennikami (rekuperatorami) do odzysku ciepła z powietrza wyrzucanego. Układy takie są inwestycyjnie droższe od prostych grawitacyjnych – lecz eksploatacyjnie tańsze (oszczędniejsze) oraz zapewniają lepszy komfort cieplnym w obsługiwanych pomieszczeniach.

Obliczanie zapotrzebowania ciepła przez pomieszczenie (budynek) wykonuje się w podobny sposób, jak dla ogrzewania wodnego. Ilość powietrza dopływającego do pomieszczenia określa się z zależności:

$$V_i = \frac{Q_{ip} \cdot 3600}{\rho_p \cdot c_p (t_n - t_p)}; \quad [m^3 / h] \quad (1)$$

gdzie:  $Q_{ip}$  – strata ciepła pomieszczenia w kW,  $\rho_p$  – średnia gęstość powietrza nawiewanego (w sezonie grzewczym),  $c_p$  – ciepło właściwe powietrza = 1 kJ/(kgK),  $t_n$  – maksymalna temperatura powietrza nawiewnego w sezonie grzewczym (40÷45°C),  $t_p$  – temperatura powietrza w pomieszczeniu (zależy od przeznaczenia pomieszczenia).

Przy doborze mocy pieca (nagrzewnicy) należy do sumarycznego zapotrzebowania energii cieplnej pomieszczeń, doliczyć niezbędną moc cieplną na podgrzanie powietrza świeżego (zewnętrznego). W przypadku odzysku ciepła z powietrza wyrzucanego na zewnątrz uwzględnić odzyskaną moc cieplną w mocy pieca. Niezbędną moc pieca (nagrzewnicy) można wyznaczyć z zależności:

$$Q_{pc} = \sum_{i=1}^n Q_{ip} + Q_{pz} - Q_{od} \quad [kW] \quad (2)$$

gdzie:  $Q_{ip}$  – strata mocy cieplnej i-tego pomieszczenia [kW],  $n$  – liczba pomieszczeń obsługiwanych przez instalację,  $Q_{pz}$  – moc cieplna potrzebna do ogrzania powietrza zewnętrznego (wymienianego) [kW],  $Q_{od}$  – moc cieplna odzyskana w wymienniku (rekuperatorze) [kW].

W przypadku, gdy energia cieplna tracona przez przewody rozprowadzające nie „przepływa” do obsługiwanych przez instalację pomieszczeń (jest tracona poza układem) należy również uwzględnić ją w doborze pieca (nagrzewnicy). Wymiarowanie kanałów rozprowadzających powietrze przeprowadza się w analogiczny sposób, jak dla instalacji wentylacji mechanicznej. W ogrzewaniu grawitacyjnym należy dokładnie wykonać obliczenia hydrauliczne całej sieci (część nawiewną i wywiewną). W przeciwnym przypadku należy liczyć się z dużymi trudnościami eksploatacyjnymi (inny niż zakładany przepływ powietrza i temperatury w pomieszczeniach).

Instalacje ogrzewania wentylatorowego można rozbudować montując chłodnicę powietrza. W okresie letnim instalacja taka pracować będzie jako instalacja wentylacyjna z normowaniem temperatury w okresie letnim – zwiększając komfort w pomieszczeniach. Zastosowanie zamiast agregatu chłodniczego, pompy ciepła (np. powietrze – powietrze) umożliwi ogrzewanie pomieszczenia nawet wtedy, gdy temperatura powietrza zewnętrznego spadnie do  $-10^{\circ}\text{C}$  bez uruchamiania kotła.

#### 4. Źródła ciepła

- W systemach ogrzewania powietrznego źródłem ciepła jest najczęściej kocioł ogniowo-powietrzny (nadmuchowy) z wbudowanym wentylatorem. Może być on zasilany gazem ziemnym, płynnym lub olejem opałowym. Od kotłów wodnych, różni się tylko tym, że zamiast wymiennika ciepła typu spaliny – woda ma wymiennik spaliny – powietrze. Powietrze ogrzewa się, opływając komorę spalania, a następnie przepływając przez rurki wymiennika, które omywane są z zewnątrz spalinami.
- Źródłem ciepła może być także nagrzewnica elektryczna, ale jest to rozwiązanie bardzo drogie w eksploatacji i dlatego rzadko stosowane.

Kocioł może być zasilane gazem ziemnym, gazem płynnym, olejem opałowym lub energią elektryczną. Z uwagi na wbudowany wentylator nadmuchowy, nawet jednostki zasilane gazem czy olejem wymagają osobnego podłączenia do instalacji elektrycznej jednofazowej, pobór mocy wynosi od 200-600W.

Wymiana ciepła pomiędzy powietrzem a spalinami zachodzi w wymienniku ciepła, przy czym spaliny nie mają nigdy bezpośredniego kontaktu z powietrzem. Zasysanie powietrza do spalania odbywa się osobnym wentylatorem pracującym niezależnie od wentylatora nadmuchowego i osobnym przewodem wyprowadzonym na zewnątrz budynku.

Na rynku krajowym dostępne są co najmniej trzy typy pieców nadmuchowych:

- niekondensacyjne, z jednym wymiennikiem ciepła i sprawnością około 80%, z zamkniętą lub otwartą komorą spalania,
- kondensacyjne, z dwoma wymiennikami ciepła i sprawnością do 106%, z zamkniętą komorą spalania,
- kondensacyjne modulacyjne, z palnikiem pracującym w systemie regulacji „Comfort Heat”.

Ten ostatni typ pieców umożliwia pracę palnika w dwóch położeniach, standardowo piec modułacyjny załącza się na np. 2/3 swojej mocy, co jest w zupełności wystarczające w okresie jesiennym i wiosennym. Przy wzroście zapotrzebowania na ciepło system automatycznie przełącza palnik na maksymalną moc. W systemie Comfort Heat oszczędność gazu dochodzi do 80% w porównaniu do tradycyjnych pieców nadmuchowych.

#### 4.1. Klimatyzator i nawilżacz

Umieszczane są opcjonalnie na wylocie powietrza z pieca nadmuchowego. Oba elementy stanowią wyposażenie dodatkowe instalacji i mogą być zamontowane później, w miarę potrzeb lub możliwości finansowych. Klimatyzator to nic innego jak chłodnica powietrza podłączona do drugiego obiegu, w tym wypadku źródła chłodzenia (tzw. chillera). Chillery umieszcza się zwykle na zewnątrz budynku jako wymienniki ciepła gruntowe, lub jako agregaty chłodnicze, sprężarkowe instalowane na gruncie lub na dachu.

Nawilżacz pozwala na utrzymanie w budynku odpowiedniej wilgotności powietrza, wpływając na poprawę samopoczucia i zmniejszając zdolność do elektryzowania się sprzętów i przedmiotów. Większa wilgotność powietrza pośrednio umożliwia też większą oszczędność energii, dzięki obniżeniu temperatury komfortu cieplnego (w zimie powietrze wilgotne daje większe odczucie ciepła niż powietrze suche, przy tej samej temperaturze w pomieszczeniu).

W standardowym rozwiązaniu nawilżacz zbudowany jest z gęstej, metalowej siateczki lub tacki o dużej powierzchni parowania, po której spływa zimna woda. Ciepłe powietrze przepływając przez nawilżacz powoduje przyspieszone parowanie i powstawanie mgły wodnej. Regulacja ilości dopływającej do nawilżacza wody może być ręczna lub elektroniczna.

Nawilżacze stopniowo zarastają osadami kamienia kotłowego, dlatego wymagają okresowej wymiany siateczki. Można też doprowadzać do nawilżaczy wodę już zmiękczoną.

#### 4.2. Filtry

Montowane są standardowo przed piecem nadmuchowym, część pieców wyposażona jest też we własny filtr mechaniczny do wstępnej filtracji. Filtry, w zależności od typu i przeznaczenia mogą wychwytywać cząstki od kilku mikronów do nawet 0,01 mikrona, mogą też posiadać funkcję jonizacji powietrza (filtr jonizacyjny).

Filtry mechaniczne – o budowie standardowej, będące na wyposażeniu pieca, zbudowane są zwykle z metalowych siatek o odpowiedniej gęstości oczek. Są tanie, łatwe w czyszczeniu, mogą usuwać zanieczyszczenia mechaniczne o wielkości do 10 mikronów.

Filtry syntetyczne – wyposażone są w wewnętrzny, wymienny wkład filtrujący z tkaniny bawełnianej, filcu, itp. Niektóre z nich dają się regenerować poprzez pranie, jednak korzystniej jest wymieniać je na nowe (tak jak w odkurzaczu). Filtry syntetyczne mogą usuwać zanieczyszczenia o wielkości do 0,5 mikrona, jak kurz, sierść zwierząt, pyłki kwiatów, a także częściowo usuwać bakterie, alergeny pochodzenia zwierzęcego i zapach.

Filtry elektroniczne, elektrofiltry, filtry jonizacyjne – posiadają bardzo wysoką zdolność filtracyjną do ponad 90% (filtr jonizacyjny do ponad 99%). Mogą usuwać zanieczyszczenia o wielkości do 0,01 mikrona, jak bakterie, wirusy, a także dym tytoniowy. Stanowią zawsze drugi etap filtracji.

Filtry węglowe - wyposażane we wkład z węgla aktywowanego służą do usuwania zapachów i dymu tytoniowego, jako ostatni etap filtracji.

Firmy oferują najczęściej filtry kompaktowe, o budowie modułowej, posiadające wszystkie powyższe etapy filtracji. Rozwiązanie takie jest korzystne tak pod względem strat ciśnienia, jak i miejsca pod zabudowę.

Dla systemów nadmuchowych pracujących w budynkach użyteczności publicznej, jak restauracje, bary, gdzie konieczna jest bardzo częsta wymiana powietrza i wysoka jego jakość, rynek oferuje też do dezynfekcji powietrza lampy UV.

Tryb wentylacji

### 4.3. Systemy pracy

System pracuje tylko w funkcji nawiewu świeżego powietrza, zapewniając szybką wymianę zużytego powietrza w pomieszczeniach, jak też usuwanie nadmiaru wilgoci, palnik pieca nadmuchowego jest wyłączony. Ilość dopływającego do układu świeżego powietrza można regulować w przedziale od 5-100%.

Free-cooling

Czyli swobodne chłodzenie. Funkcja ta umożliwia szybkie, w przeciągu 15-20 minut obniżenie temperatury w budynku o kilka stopni, przez jego przewietrzenie świeżym, zewnętrznym powietrzem, przy 100% otwartej przepustnicy powietrza. Idealna latem w godzinach wieczornych, gdy zakumulowane w budynku ciepło stwarza wrażenie zaduchu, a na dworze jest znacznie niższa temperatura.

Funkcja free-cooling jest bardzo przydatna dla budynków położonych blisko lasu, jeziora, stawu itp. gdzie w lecie przez otwarte okna mogą wpadać komary. W tym wypadku odświeżanie powietrza następuje przy całkowicie zamkniętych oknach.

Grzanie i chłodzenie strefowe

Możliwe przy rozbudowanej automatyce, wymaga stosowania programatora czasowego i kilku termostatów. Pozwala na stosowanie kilku stref grzania w budynku, o różnej temperaturze, dodatkowo ustawianej w funkcji czasu dobowego i tygodniowego. W budynkach mieszkalnych strefy komfortu można wydzielić osobno np. dla: kuchni, pomieszczeń technicznych, pokoiów dziennych i salonów, sypialni. Dla każdej ze stref można zaprogramować inną temperaturę i inny czas grzania zgodny ze zwyczajami domowników. Czujniki temperatury umieszczone w strefach wysyłają informacje do centralnego programatora, wpływając tym samym na moc pieca (opcja dostępna przy piecach modułacyjnych), a z poziomu pomieszczenia sterując osobno przepustnicami powietrza w kanałach.

Sterowanie systemem przy pomocy SMS.

Są już systemy oferujące możliwość sterowania programatorem na odległość, np., z poziomu telefonu komórkowego przy pomocy informacji SMS. Telefon pozwala na załączanie i wyłączanie urządzenia, zmianę parametrów jego ustawienia, a także na otrzymywanie aktualnych danych o pracy systemu (np. jaka temp.

panuje w domu). Przy połączeniu z linią serwisanta, programator może wysyłać nawet informacje o awarii systemu. Można go też włączyć do systemu oświetleniowego budynku i z telefonu komórkowego symulować obecność mieszkańców, załączając i wyłączając oświetlenie.

## 5. Współpraca z gruntowymi wymiennikami ciepła

Istotą nowoczesnego systemu wentylacyjnego w obecnych czasach jest jego niezawodność i energooszczędność. Warto pomyśleć o tym, że poprzez nieszczelne i mało wydajne tradycyjne systemy wentylacyjne w budownictwie jednorodzinym przeciętny użytkownik jest zmuszony zainwestować ok. 30% więcej aniżeli powinien. I to ma miejsce zarówno na etapie instalowania systemu grzewczego, jak i podczas późniejszej eksploatacji. Bierze się to mianowicie stąd, że za utratę ok. 30% ciepła w budynku odpowiedzialna jest nieefektywna i nie spełniająca wymagań energooszczędności wentylacja grawitacyjna. Rozwiązaniem na miarę dzisiejszych czasów jest współpraca z gruntowym powietrznym wymiennikiem ciepła, która zapewni nam wymierne oszczędności zimą oraz naturalny chłód latem. Gruntowy powietrzny wymiennik ciepła (w skrócie GPWC) jest instalacją zapewniającą stały dopływ świeżego, higienicznego i przefiltrowanego powietrza do instalacji oraz gwarantującą wstępne podgrzanie lub schłodzenie tego powietrza. GPWC to typ przeponowego wymiennika rurowego, w którym powietrze pełni rolę medium, ale nie dochodzi do bezpośredniego kontaktu powietrza z gruntem. Podwyższona przewodność cieplna rur polipropylenowych umożliwia optymalną wymianę ciepła między zasysanym powietrzem a gruntem, co przekłada się na bardzo wysoką sprawność systemu.

Praca wymiennika gruntowego bazuje na akumulacyjnych właściwości gruntu w obszarze pod termoizolacją-styropianem. Tak więc praktyczna wielkość GWC jest uwarunkowana powierzchnią styropianu, a nie tylko powierzchnią samego wymiennika. Średnia temperatura powietrza wychodzącego z GWC w ciągu roku równa jest w przybliżeniu wartości średniej temperatury powietrza dochodzącego do wymiennika w tym okresie. W Polsce średnia roczna wartość temperatury zewnętrznej wynosi od 6,5 do 9 st. C (w zależności od regionu kraju).

### 5.1. Praca GWC w okresie letnim

W okresie letnim wymiennik gruntowy „oddaje chłód” zgromadzony w gruncie zimą, czego efektem jest znaczne obniżenie temperatury powietrza wentylacyjnego. Wysoka stabilność temperatury powietrza za GWC w ciągu doby jest cechą charakterystyczną i świadczy o bardzo dobrej wymianie cieplnej układu powietrze-grunt. Powolne wzrastanie temperatury podczas wielodniowych upałów jest efektem odpowiednio dużej powierzchni samego wymiennika czyli odpowiednio pojemnego akumulatora gruntowego. Ponieważ w porze nocnej temperatura powietrza zewnętrznego jest stosunkowo niska, sprzyja to regeneracji wymiennika (szczególnie samego wlotu i pierwszego szeregu płyt). Dlatego wymiennik płytowy powinien pracować całą dobę. Podczas chłodzenia powietrza o wysokiej temperaturze i wilgotności następuje wykraplanie się wody na powierzchni gruntu. Powietrze wychodzące z GWC jest wówczas dodatkowo osuszone. Jest to korzystne, bowiem mniejsza wilgotność powietrza latem polepsza odczucie komfortu w wentylowa-

nych pomieszczeniach. Należy zaznaczyć, że warunkiem braku odczucia duszności w pomieszczeniach jest skuteczne obniżenie temperatury powietrza nawiewanego przez GWC podczas upałów do wartości zawsze poniżej +18 st. C. Zdolność innego typu gruntowego wymiennika do chłodzenia powietrza do wartości np. +21 st. C jest zdecydowanie niewystarczająca, bowiem odczucie duszności powietrza w tych warunkach pozostaje.

## 5.2. Praca GWC w okresie zimowym

W okresie zimy płytowy wymiennik gruntowy „oddaje” zgromadzone ciepło w gruncie przez co zimne powietrze jest ogrzewane. Wartość temperatury powietrza za GWC podobnie jak latem jest bardzo stabilna w ciągu doby, a podczas wielodniowych silnych mrozów powoli spada do wartości niewiele większych od zera stopni Celsjusza. Cechą charakterystyczną dla wymiennika jest zdolność dowilżania (zimną) powietrza ogrzewanego w wymienniku. Praktyka pokazuje, że powietrze wychodzące dowilżane bywa do wartości ponad 90% aż do końca grudnia. Jest to bardzo pożądana cecha, bowiem znacząco poprawia parametr wilgotności powietrza w budynku podczas chłódów. Sam proces „wysychania” powietrza w domu rozpoczyna się więc dopiero w styczniu w więc w środku sezonu grzewczego i jest znacznie spowalniany dalszym dowilżaniem powietrza przez GWC. Odpowiednie ukształtowanie strugi powietrza przepływające przez płytowy wymiennik gwarantuje maksymalnie skuteczną wymianę ciepła o niespotykanej gdzie indziej skuteczności. Konstrukcja i konfiguracja poszczególnych elementów wymiennika minimalizuje straty ciśnienia transportowanego powietrza.

Cechy szczególne:

- praktycznie 100% wymiana ciepła z gruntem,
- możliwość posadowienia wymiennika na niewielkiej głębokości,
- wydajne chłodzenie i osuszanie powietrza latem,
- ogrzewanie i dowilżanie powietrza zimą,
- niewielkie straty ciśnienia,
- możliwość pracy ciągłej, bez potrzeby „regeneracji” złoża.

Dzięki odpowiednio dobranej izolacji termicznej i niewielkiej grubości podłoża żwirowego wymiennik może być płytko posadowiony (około 0,7 m poniżej gruntu). Umożliwia to stosowanie go w miejscach gdzie wody gruntowe występują dosyć wysoko.

Jednak wymiennik nie może być przez wodę gruntową zalewany. Bezprzeprowny przepływ powietrza (w bezpośrednim kontakcie z odpowiednio przygotowaną warstwą gruntu) umożliwia odprowadzenie bezpośrednio do gruntu kondensatu powstającego w procesie schładzania powietrza. Dodatkowo, co potwierdziły badania sanepidu, zapobiega rozwojowi grzybów i pleśni wykorzystując stabilizujące działanie naturalnej flory gruntu. Powietrze po przejściu przez płytowy wymiennik jest nie tylko schłodzone lub ogrzane, lecz także oczyszczone z bakterii i zarodników grzybów.



## 6. Podsumowanie

Reasumując można stwierdzić że:

- ogrzewania powietrzne z powodzeniem mogą być stosowane w budynkach o okresowej używalności (nie zamrażanie woda w grzejnikach) i uruchamiane w czasie pobytu ludzi (oszczędność energii – tańsza eksploatacja),
- znaczne efekty ekonomiczne uzyskamy w połączeniu z wentylacją nawiewno-wywiewną z wymiennikami rekuperatorowymi,
- wymaga dokładnego zaprojektowania i starannego wykonania
- opinie o ogrzewaniu powietrznym są często skrajne, podyktowane z jednej strony niewiedzą na temat tego typu systemów, z drugiej wieloletnimi przyzwyczajeniami tak projektantów, jak i wykonawców instalacji. Wiele powstających w biurach projektów domków z góry zakłada ogrzewanie wodne, nie zapewniając odpowiedniej wysokości pomieszczeń, czy miejsc pod zabudowę kanałów.

## Air heating of rooms

Jerzy Adamczyk

*Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture,  
e-mail: j.adamczyk@pollub.pl*

**Abstract:** Article presents rules of designing air heating, which lately are more frequently used in single-family detached homes.

**Keywords:** air heating.

