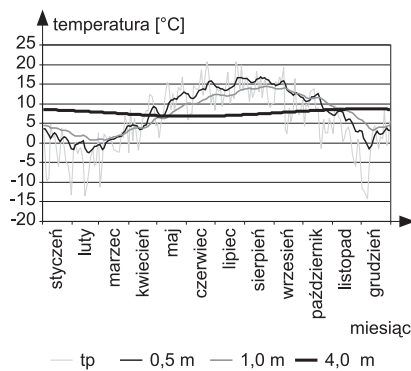


mgr inż. Adrian Trzaski*

Wykorzystanie gruntowego wymiennika ciepła na potrzeby wstępnego przygotowania powietrza wentylacyjnego

Pierwsze wzmianki dotyczące gruntowych wymienników ciepła, wykorzystywanych do wstępnego przygotowania powietrza wentylacyjnego, pojawiły się już w 1957 r., za sprawą Stefana Bortkiewicza, który zgłosił patent na technologię wykorzystania ciepła gruntu w klimatyzacji. Została ona jednak doceniona stosunkowo niedawno, wraz z rozwojem tzw. budownictwa niskoenergetycznego i pasywnego. Wymienniki te mogą stanowić bardzo dobre uzupełnienie systemu wentylacyjno-grzewczego budynku i umożliwić osiągnięcie znacznych oszczędności energetycznych.

Podstawą działania gruntowego wymiennika ciepła jest wykorzystanie zmagazynowanej w gruncie energii cieplnej. Efekt akumulacyjności cieplnej gruntu najlepiej obrazuje porównanie rocznych przebiegów temperatury powietrza z przebiegami temperatury gruntu na różnej głębokości (rysunek 1).



Rys. 1. Roczne zmiany temperatury (średnie dobowe) powietrza zewnętrznego i gruntu na głębokościach 0,5 m, 1,0 m i 4,0 m (źródło: opracowanie własne)

Wahania temperatury (dobowe i sezonowe) są stopniowo tłumione ze wzrostem zagłębienia, a także ulegają przesunięciu w czasie. Na głębokości

8 – 10 m zmiany temperatury gruntu stają się niemal niezauważalne i można obserwować jedynie drobne odchylenia od temperatury odpowiadającej średniej rocznej temperaturze słonecznej (temperaturze powietrza uwzględniającej promieniowanie słoneczne), wynoszącej w Polsce ok. 8 °C. Coraz szerzej wykorzystuje się tę właściwość gruntu w ogrzewnictwie przez zastosowanie gruntowych pomp ciepła. Pozwalają one na wykorzystanie zmagazynowanego w gruncie ciepła na cele grzewcze. Są jednak dość kosztowne i wymagają dostarczenia znacznej ilości energii elektrycznej, co znacznie obniża ich efektywność ekonomiczną.

Porównując wartość temperatury powietrza zewnętrznego z temperaturą gruntu na głębokości np. 1 m, można zauważyć, że przez większą część sezonu grzewczego utrzymuje się ona poniżej temperatury gruntu. Ponadto w okresie letnich upałów temperatura gruntu jest znacznie niższa od temperatury powietrza atmosferycznego. Pojawia się zatem pytanie, czy możliwe jest efektywne wykorzystanie tego zjawiska? W 1957 r. Stefan Bortkiewicz wpadł na pomysł prostego urządzenia, służącego do podgrzewania powietrza wentylacyjnego w zimie, a chłodzenia go latem. Proces przygotowania powietrza wentylacyjnego polegał na przetłoczeniu go przez złożę akumulacyjne umieszczone pod powierzchnią ziemi. Powietrze omijając materiał złoża, wymieniało z nim ciepło i ulegało odpowiednio częściowemu podgrzaniu lub ochłodzeniu.

Urządzenie takie jest niezwykle proste w budowie i wymaga dostarczenia jedynie niewielkiej ilości energii elektrycznej, niezbędnej do pracy wentylatora. Niewielki udział wentylacji w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło, ograniczone rozpowszechnienie systemów wentylacji mechanicznej, a także wątpliwości dotyczące aspek-

tów higienicznych takiego rozwiązania sprawiły jednak, że wynalazek nie znalazł powszechnego zastosowania. Sytuacja ta zaczęła się zmieniać wraz z rozwojem budownictwa energooszczędnego i pasywnego. Ograniczenie strat ciepła w budynkach przez przegrody przezroczyste (okna) i nieprzezroczyste (ściany zewnętrzne, dachy, stropy) sprawiło, że udział energii niezbędnej do przygotowania powietrza wentylacyjnego w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło budynku stał się na tyle duży, że zaczęto szukać rozwiązań pozwalających na jego ograniczenie. Urządzenia służące do odzysku ciepła z powietrza wentylacyjnego (rekuperatory) umożliwiają ograniczenie strat związanych z wywiewanym powietrzem o 50 – 80% w skali roku. Problemem pozostaje jednak szronienie się wymienników ciepła, wymagające ich okresowego wyłączania. Ponadto, w dobie coraz większych wymagań dotyczących komfortu cieplnego, niezmiernie istotne staje się utrzymanie optymalnych warunków w pomieszczeniach latem, co pociąga za sobą duże koszty związane z pracą urządzeń klimatyzacyjnych.

Wymienione zjawiska oraz rosnące rozpowszechnienie systemów wentylacji mechanicznej przyczyniły się do ponownego zainteresowania się technologią zaproponowaną przez Bortkiewicza. Aspekty higieniczne urządzeń wykorzystujących ciepło gruntu również przestały być problemem wraz z pojawieniem się rurowych gruntowych wymienników ciepła. Urządzenia te działają na podobnej zasadzie jak wymienniki złożowe. Powietrze jest jednak tłoczone przez rurę lub system rur, umieszczonych w gruncie, co umożliwia łatwe czyszczenie takiego wymiennika (przez płukanie specjalnymi roztworami dezynfekującymi, a także mechanicznie za pomocą szczotki przeciąganej wzdłuż rur).

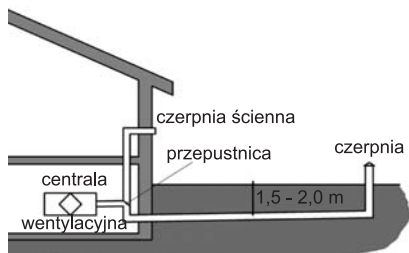
* Instytut Budynków Pasywnych przy Narodowej Agencji Poszanowania Energii, Politechnika Warszawska

Budowa rurowego wymiennika gruntowego jest dosyć prosta (rysunek 2). Wymaga jedynie wykonania wykopu (lub systemu wykopów) głębokości 1,5 – 2,0 m i umieszczenia w nim połączonych ze sobą rur (fotografia). Do jego budowy można wykorzystać nawet typowe rury kanalizacyjne (PVC lub kamionkowe). Istnieją jednak specjalne systemy rur, przeznaczonych na wymienniki gruntowe, charakteryzujące się specjalnym wewnętrznym pokryciem hamującym rozwój mikroorganizmów.

Przy wykonywaniu rurowego wymiennika ciepła należy jednak pamiętać o kilku podstawowych zasadach:

- wymiennik powinien być wykonywany ze spadkiem umożliwiającym odpływ skroplin; spadek powinien być w miarę możliwości skierowany w stronę budynku, co umożliwi łatwe odprowadzenie wody;

- jeżeli prowadzenie spadku nie jest możliwe w kierunku budynku lub wymiennik jest bardzo długi, należy umożliwić odpływ wody przez budowę odpowiedniej studzienki znajdującej się na końcu wymiennika lub na odcinku pomiędzy czerpnią a budynkiem;



Rys. 2. Zasada budowy rurowego wymiennika ciepła (źródło: opracowanie własne)



Wykonanie wykopu na potrzeby rurowego wymiennika ciepła (fot. S. Firląg)

- należy unikać ostrych załamań przewodów (kolana < 90°), gdyż zwiększają one opory przepływu powietrza przez wymiennik, a także utrudniają jego czyszczenie;

- przewody muszą być ze sobą szczelnie połączone, aby uniemożliwić przedostawanie się zanieczyszczeń do powietrza wentylacyjnego;

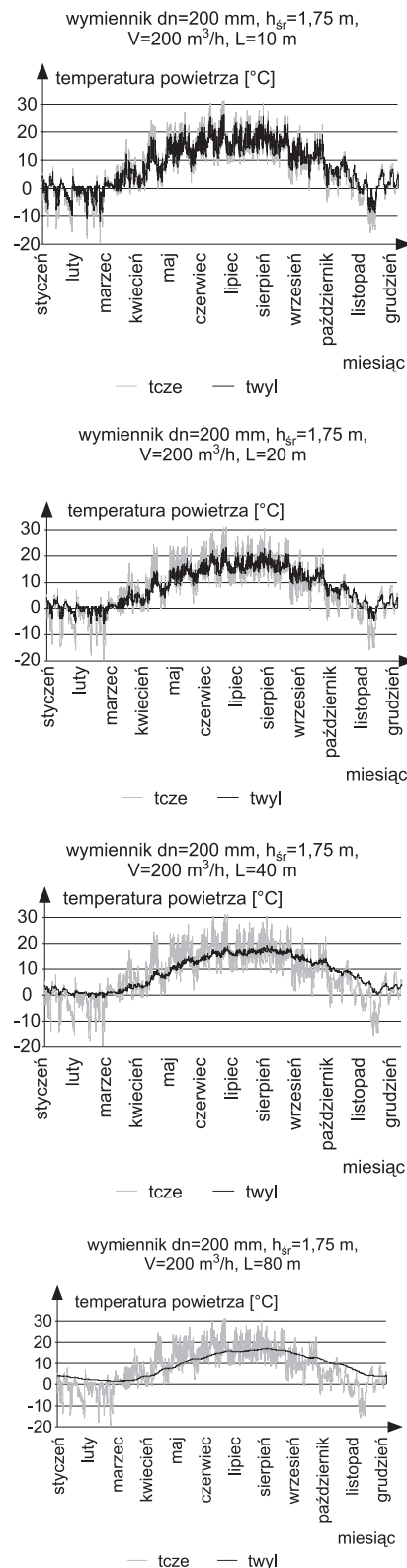
- czerpnia powinna być zaopatrzona w filtr, zapewniający czystość zasysanego powietrza.

Znacznie bardziej skomplikowane jest poprawne oszacowanie wymaganej długości przewodów rurowego wymiennika ciepła. Projektując taki wymiennik, należy zwrócić uwagę na wiele czynników mających wpływ na jego wydajność, takich jak zagłębienie przewodów, ich średnica, natężenie przepływu powietrza oraz ewentualnie odstęp między przewodami, a nawet rodzaj gruntu.

Istnieją przybliżone metody pozwalające na projektowanie i oszacowanie wydajności gruntowych wymienników ciepła, ale z uwagi na złożoność procesów wymiany ciepła w ich otoczeniu oraz zmienność warunków eksploatacji, poprawę dokładności obliczeń można osiągnąć wykorzystując metody numeryczne.

Symulacje komputerowe wykorzystujące dwuwymiarowy model numeryczny pozwalają na szacowanie efektów związanych z wykorzystaniem rurowego wymiennika ciepła. Na rysunku 3 przedstawiono temperaturę powietrza zewnętrznego i powietrza opuszczającego wymiennik gruntowy przy różnej długości zastosowanych przewodów. Jak widać, w okresie zimowym przyrost temperatury czerpanego powietrza może wynosić nawet ok. 20 K. Ogrzanie powietrza z -20 °C do 0 °C całkowicie niweluje ryzyko wystąpienia oszronienia rekuuperatora, a zatem umożliwia jego nieprzerwaną pracę. Latem obserwowane schłodzenie powietrza umożliwia zapewnienie temperatury nawiewu poniżej 20 °C, co w przypadku budownictwa pasywnego gwarantuje komfort cieplny w pomieszczeniach bez zastosowania dodatkowych urządzeń klimatyzacyjnych.

Z rysunku 3 wynika, że wydajność rurowego wymiennika ciepła ograniczona jest warunkami panującymi na głębokości ułożenia.



Rys. 3. Przykładowy przebieg temperatury powietrza zewnętrznego i opuszczającego wymiennik gruntowy w przypadku różnej długości wymiennika (10, 20, 40 i 80 m) (źródło: opracowanie własne)

(dokończenie na str. 96)