

Wymiennik gruntowy - dodatkowe źródło chłodu.

Odbiór ciepła z hali uprawowej niezmiennie pozostaje najtrudniejszym zadaniem w procesie obróbki powietrza i wciąż poszukuje się rozwiązań usprawniających przebieg tego procesu. Podstawowy sposób chłodzenia to obróbka powietrza przez wymiennik lamelowy zasilany cieczą uzyskiwaną w agregacie chłodniczym. Wiadomo, że koszty energii elektrycznej zużywanej na potrzeby chłodzenia są głównym składnikiem kosztów energii w ogóle. Zwykle podnoszenie mocy urządzeń stosownie do zapotrzebowania na moc chłodniczą pogarsza ekonomiczną efektywność produkcji. Z tego powodu stosuje się różne zabiegi mające na celu ograniczenie kosztów energii.

Do rozwiązań mających pewne zastosowanie w pieczarkarniach należą gruntowe wymienniki ciepła, a właściwie ich bardzo uproszczona odmiana w postaci podziemnego kanału wiodącego świeże powietrze do instalacji klimatyzacyjnej. Wykorzystuje się fakt, że zmiany temperatury gruntu na pewnej głębokości są znacznie mniejsze niż powietrza zewnętrznego. Jakościowo kanał oddziałuje na parametry powietrza niemal zawsze we właściwym kierunku. Latem uzyskuje się efekt chłodzenia, a zimą podgrzewania. W okresach przejściowych może zdarzyć się chłodzenie lub podgrzewanie, podczas gdy brak oddziaływania byłby lepszy, ale w takich przypadkach intensywność wymiany ciepła w kanale jest na tyle mała, że stosowanie układu przełączania na powietrze czerpane bezpośrednio z zewnątrz zwykle nie jest uzasadnione.

Czynnikiem decydującym o zastosowaniu takiego systemu wstępnej obróbki powietrza jest koszt budowy i potencjalne oszczędności w zużyciu energii. Ocena korzyści nie jest łatwa, ponieważ skuteczność działania kanału podziemnego zależy od wielu czynników, których parametry można jedynie zgrubnie szacować. Niezależnie od dokładności takiego oszacowania należy wziąć pod uwagę wszelkie znane i możliwe do oceny zjawiska mające wpływ na zasadność inwestycji.

1. Wielkość działki i sposób jej zabudowy.

Budowa kanału wymaga prac ziemnych, które najlepiej wykonać przed rozpoczęciem montażu hal uprawowych. Można wtedy wykorzystać również te miejsca, które w dalszym etapie będą zabudowane. Należy wykonać kanał o dostatecznej długości i przekroju, aby powietrze pozostawało w kontakcie z zimniejszymi/cieplejszymi od powietrza ścianami dostatecznie długo i mogło oddać/przyjąć odpowiednią ilość ciepła. Co do zasady jest to identyczne wymaganie jak w przypadku każdego innego rodzaju wymiennika. Należy jednak zwrócić uwagę, że powierzchnią wymiany ciepła jest tylko ściana kanału, która w żaden sposób nie jest sztucznie zwiększana (jak na przykład w wymiennikach lamelowych).

2. Przekrój kanału

Przekrój kanału musi umożliwić transport całej ilości świeżego powietrza potrzebnej ze względów technologicznych. Jednocześnie zapewnić trzeba umiarkowaną prędkość, aby nie wystąpiły niedopuszczalnie duże spadki ciśnienia, a czas pozostawania powietrza w kanale był dostatecznie długi dla skutecznej wymiany ciepła. Ze względów higienicznych kanał musi być wyposażony w taki układ sterowania wentylacji, aby na wejściu do indywidualnych central klimatyzacyjnych występowało stałe, niewielkie (20-50Pa) nadciśnienie zapobiegające wymianie powietrza między halami.

3. Rodzaj gruntu

Właściwości gruntu to najczęściej element decydujący o możliwości budowy wydajnego ciepłnie kanału podziemnego. W przypadku gruntów suchych, o małej przewodności cieplnej, ściany kanału i najbliższe warstwy gruntu szybko osiągną temperaturę powietrza, a wymiana ciepła ustanie. Jedyne na co można liczyć to złagodzenie wahań dobowych dzięki cyklicznemu ogrzewaniu i chłodzeniu mającego pewną pojemność cieplną materiału otaczającego kanał. Lepsze warunki występują w miejscach, gdzie płytko zalegają wody gruntowe. Betonowe ściany kanału będące w kontakcie z wodą dłużej zachowują zdolność chłodzenia przepływającego powietrza.

3. Ograniczenia w warunkach zimowych

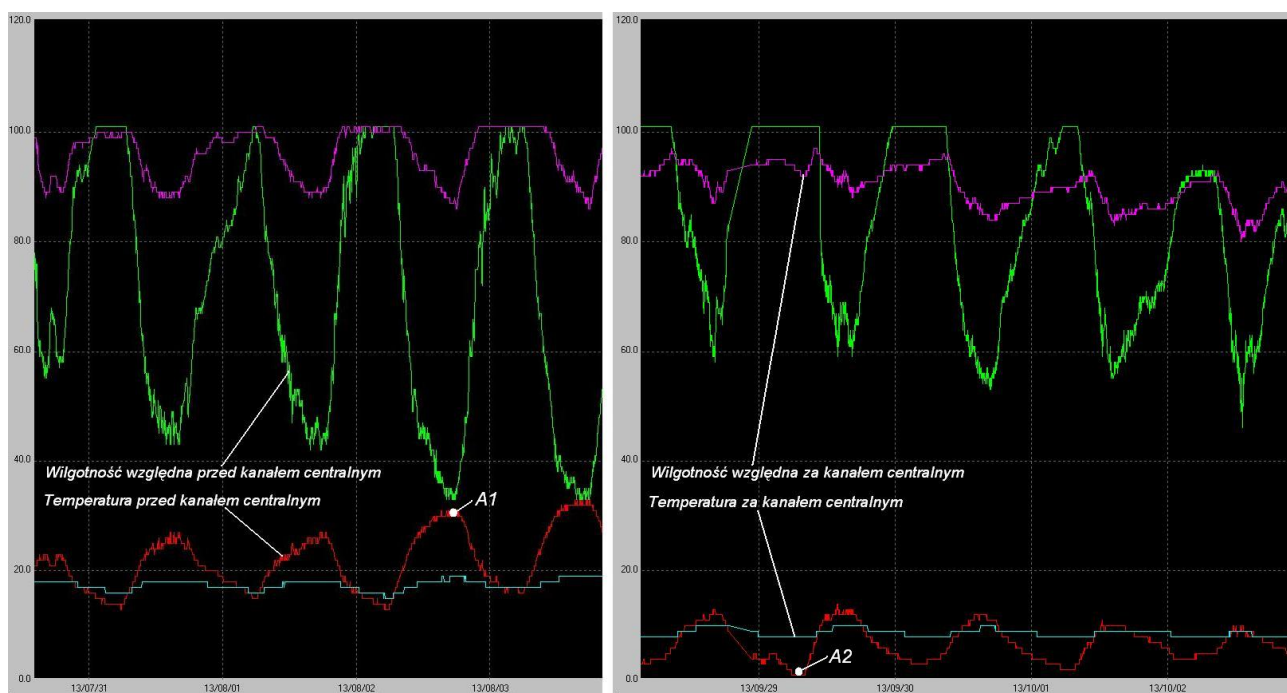
W czasie normalnego działania kanału podziemnego zimą przepływające powietrze ogrzewa się odbierając ciepło od otaczającego kanał gruntu. Duży przepływ mroźnego powietrza może doprowadzić do takiego wychłodzenia gruntu, że zawarta w nim woda zamrze. Lód ma małą przewodność cieplną, więc wokół kanału tworzy się warstwa izolacyjna, która powoduje, że kanał przestaje być wymiennikiem ciepła, a staje się zwykłym rurociągiem doprowadzającym świeże powietrze.

Przykładowe podgrzewanie powietrza w kanale ilustruje przemiana A2-A2* na Rys.2. Powietrze podgrzewane jest od 1,7°C do 8,0°C przy wzroście entalpii o 11,3kJ/kg. Wzrost wilgotności jest w tym przypadku korzystny i zmniejsza obciążenie układu nawilżania.

4. Ograniczenia w warunkach letnich

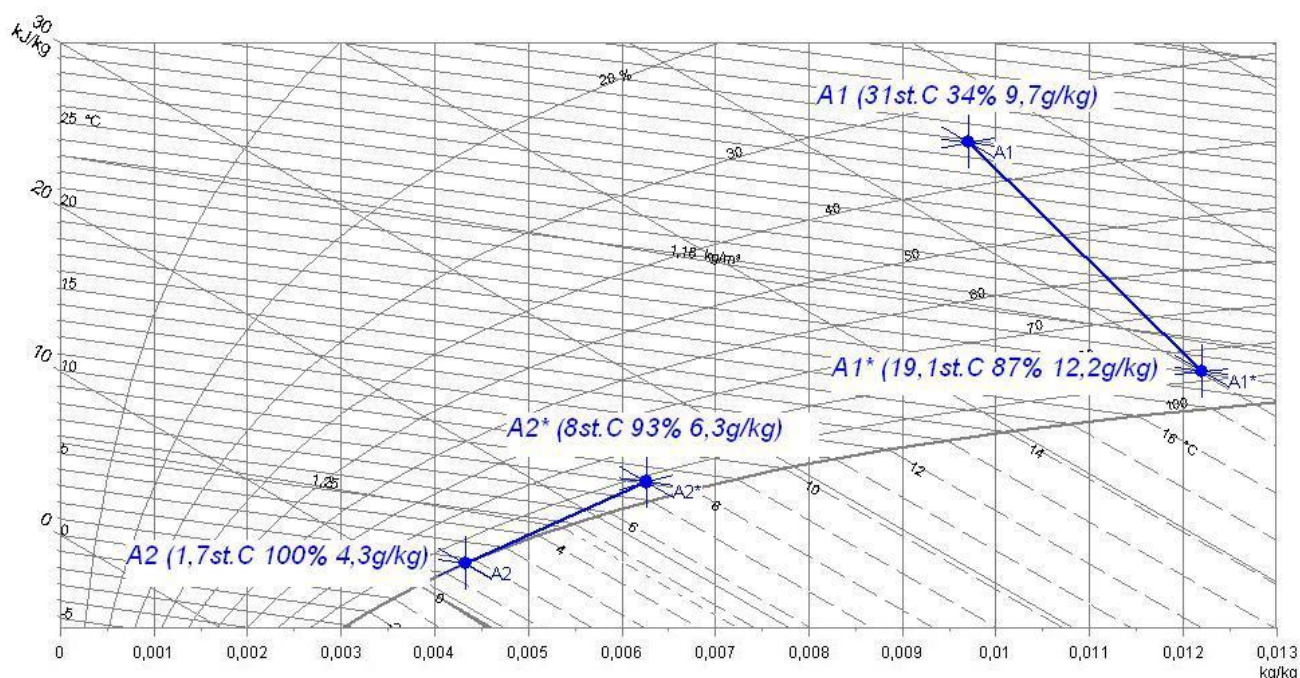
Wspomniano wyżej, że obecność wody w otoczeniu kanału sprzyja skutecznemu chłodzeniu powietrza. Często jest jednak tak, że wilgotne ściany kanału nie tylko skutecznie chłodzą powietrze, ale również je nawilżają. W każdym przypadku należy upewnić się, czy pasożytnicze nawilżanie nie jest zbyt dużą ceną płaconą za obniżenie temperatury powietrza.

Na Rys.1 przedstawiono przykładowe przebiegi temperatury i wilgotności względnej przed i za kanałem podziemnym. We wskazanym punkcie A1 uzyskiwane schłodzenie wynosi kilkanaście stopni Celsjusza, co jest bardzo dobrym wynikiem. Należy jednak zwrócić uwagę, że towarzyszy mu wzrost wilgotności względnej. Wynika on zarówno z zysków wilgoci jak i spadku temperatury.



Rys.1 Przykładowe przebiegi temperatury i wilgotności względnej przed i za kanałem podziemnym

Na ile jest to zjawisko niekorzystne można ocenić dopiero przez porównanie wilgotności absolutnej przed i za kanałem. Odpowiednią prezentację procesu zachodzącego w kanale przedstawiono na wykresie Molliera (Rys. 2)



Rys.2 Obróbka powietrza w kanale podziemnym.

W przykładowym Punkcie A1 schłodzeniu o $11,9^{\circ}\text{C}$ towarzyszy wzrost wilgotności absolutnej o $2,5\text{g/kg}$ i obniżenie entalpii o $5,8\text{kJ/kg}$ (przejście do parametrów A1* na wyjściu z kanału).

Wnioski

Wstępna obróbka powietrza w kanale podziemnym jest wyjątkowo wrażliwa na warunki miejscowe, stąd trudno ogólnie oceniać jej przydatność zwłaszcza do długotrwałego chłodzenia czy podgrzewania (lato/zima). Przydatność kanału dla łagodzenia krótkotrwałych ekstremalnych obciążeń pokazują przebiegi na rys.1. Po kilku czy kilkunastu godzinach, gdy temperatura przekracza 30°C następuje chłodniejszy okres, kiedy grunt wokół kanału odzyskuje zdolność przyjmowania ciepła. W okresach przejściowych (wiosna/jesień), gdy powietrze świeże nie wymaga głębokiej i długookresowej obróbki działanie kanału poprzez łagodzenie wahań dobowych jest jednoznacznie korzystne i zmniejsza obciążenie podstawowej klimatyzacji mechanicznej.