

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

**GRUNTOWY WYMIENNIK CIEPŁA**

**TECHNOLOGIA WYKONANIA GWC**

## Spis treści

1.	CO TO JEST GWC.....	3
2.	WARUNKI PRACY GWC .....	4
3.	WARUNKI KOMFORTU KLIMATYCZNEGO A GWC .....	5
4.	GWC W INSTALACJACH WENTYLACYJNYCH.....	6
5.	WYMIENNIK PROVENT – GEO .....	8
6.	ETAPY WYKONANIA - MONTAŻ GWC PROVENT-GEO POD POSADZKĄ HALI10	
7.	OPIS SYSTEMU .....	12
8.	WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE PROJEKTOWANIA I UKŁADANIA INSTALACJI ....	15
9.	UWAGI KOŃCOWE .....	17

## 1. CO TO JEST GWC

Wzrost kosztów energii oraz pilna potrzeba ochrony środowiska naturalnego przed dalszą degradacją, wymuszają ograniczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji. W nowoczesnym budownictwie energooszczędnym, czyli o wysokiej izolacyjności przegród budowlanych, udział kosztów kształtowania mikroklimatu (w tym strat wentylacyjnych) w całkowitym bilansie energetycznym staje się coraz większy. Dla budynków zamieszkania zbiorowego straty wentylacyjne mogą wynosić ponad 60%! całości strat ciepła. Zważywszy na fakt, że ponad 90% czasu w swym życiu człowiek spędza w pomieszczeniach zamkniętych sprawa jakości powietrza dla zachowania kondycji zdrowotnej powinna mieć charakter priorytetowy. Kształtowanie mikroklimatu wewnątrz pomieszczeń za pomocą układów wentylacji mechanicznej z wykorzystaniem naturalnej energii gruntu jest coraz częściej spotykane.

Idea pozyskiwania energii z niewielkich głębokości gruntu opiera się na fakcie, że na głębokości

7 - 10m utrzymuje się prawie stała temperatura gruntu, zbliżona do średniej rocznej temperatury powietrza zewnętrznego, która w naszych warunkach wynosi  $+8 - +10^{\circ}\text{C}$ . Umieszczony na tej głębokości wymiennik ciepła umożliwia wykorzystanie akumulacji chłodu gruntu w okresie występowania wysokich temperatur powietrza latem, lub ciepła w okresie zimowym.

Gruntowe wymienniki ciepła (GWC) znajdują coraz liczniejsze zastosowanie w energooszczędnych układach wentylacyjno-klimatyzacyjnych. Zakopane na pewnej głębokości pod powierzchnią, mają za zadanie:

- obniżenie kosztów eksploatacyjnych obiektów zimą poprzez wstępne ogrzanie powietrza oraz zapewnienie optymalnej pracy urządzeń rekuperacyjnych,
- ochłodzenie i osuszenie powietrza latem, przez co można zdecydowanie poprawić mikroklimat wewnątrz pomieszczeń.

Gruntowy wymiennik ciepła, w skrócie GWC jest to budowla ziemna, przez którą transportowane jest powietrze służące do wentylacji budynków. W wymienniku tym oddziałują na siebie dwa układy rozdzielone między sobą i odizolowane od otoczenia. Oddziaływanie tych układów (powietrza i gruntu) przejawia się przez wymianę ciepła. Wymiana ciepła zachodzi pod wpływem różnicy stanów termodynamicznych - temperatur pomiędzy układami.

Gruntowe wymienniki ciepła dzieli się na:

- przeponowe, w których granicą między układami jest nieprzepuszczalna dla powietrza przepona

jako osobny element (np. ściany kanału powietrznego),

- bezprzeponowe, w których wymiana ciepła między układami zachodzi bezpośrednio lub poprzez

powierzchnię międzyfazową (np. złoża akumulacyjne).

Granica stanowi zawsze dodatkowy opór cieplny zarówno w obszarze granicy jak i w jej sąsiedztwie.

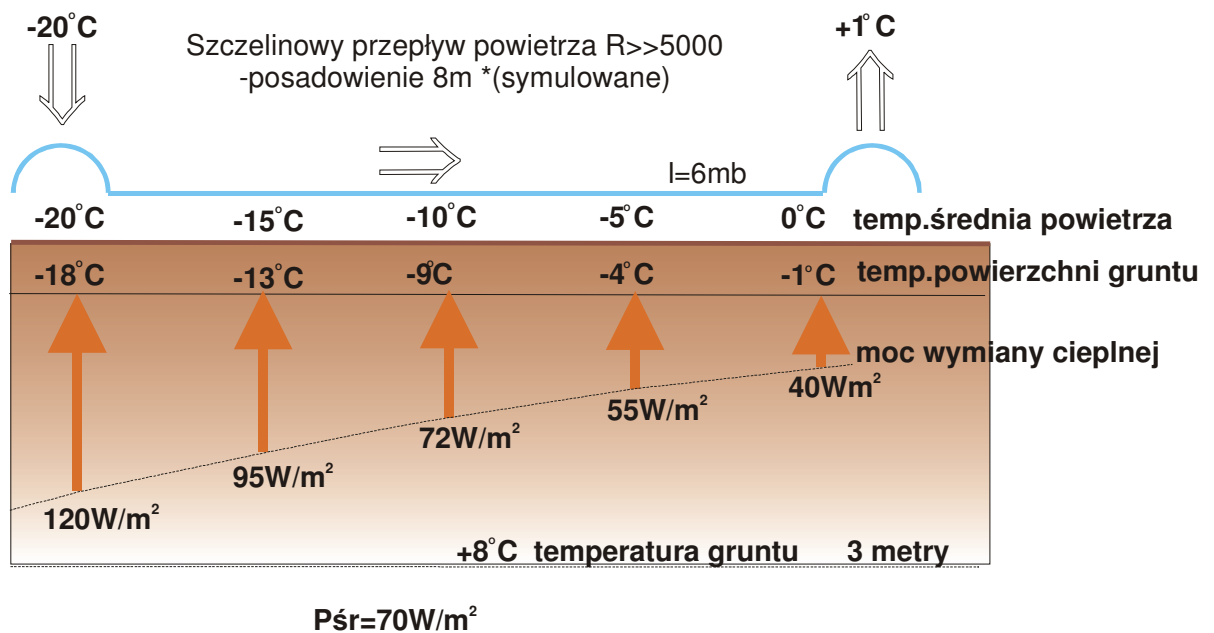
Dotychczas spotkać można było dwa rodzaje wymienników gruntowych:

- wymiennik rurowy
- wymiennik żwirowy

## 2. WARUNKI PRACY GWC

Wymiana ciepła jaka zachodzi pomiędzy powietrzem w wymienniku a gruntem uwarunkowana jest poprzez tzw. izoterm gruntu jakie są w sąsiedztwie wymiennika. W miarę stabilne warunki panują na głębokościach dopiero poniżej ok. 7m. Na głębokości ok. 1.5m (typowa dla rurowych GWC) wartość ta waha się od  $+2^{\circ}\text{C}$  zimą do  $+16^{\circ}\text{C}$  w lecie. Na głębokości ok. 7 - 8m wartość zawiera się w granicach  $+8^{\circ}\text{C}$ ,  $+10^{\circ}\text{C}$ .

Przepływające przez wymiennik powietrze spowoduje powstanie rozkładu gradientu temperatur wzdłuż drogi przepływu, wskutek czego następuje wymiana ciepła. Wartość tego gradientu jest największa przy czerpni powietrza, a najmniejsza na końcu wymiennika.



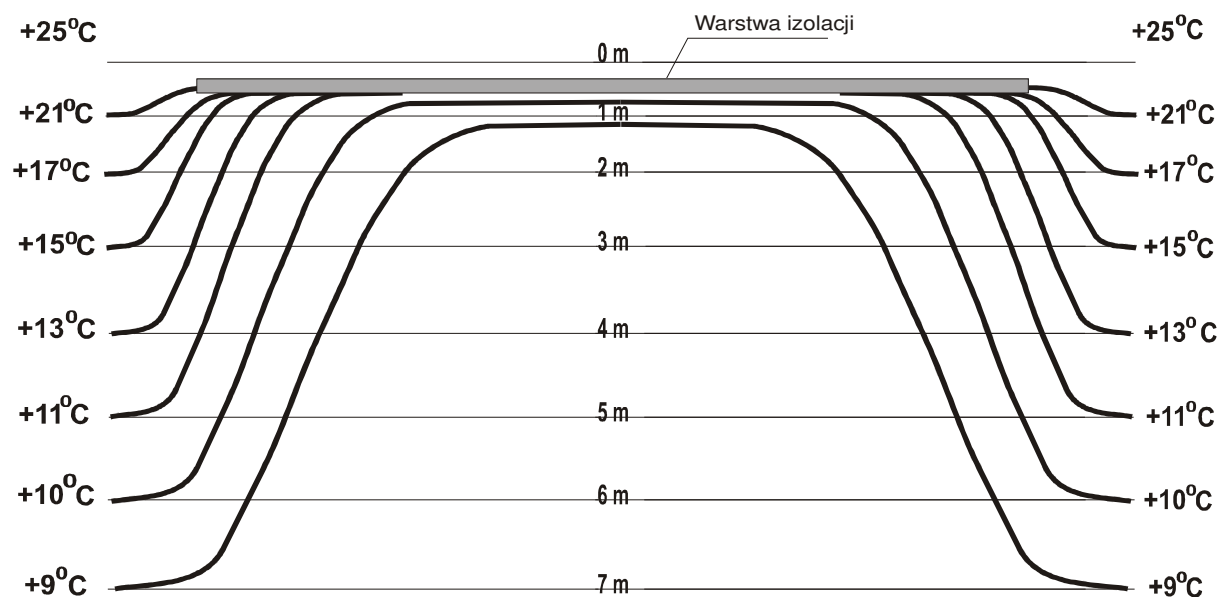
Prawidłowo zaprojektowany pod względem wielkości wymiennik to taki, w którym dla ekstremalnych temperatur zewnętrznych wartość temperatury powietrza za wymiennikiem zbliżona jest do stałej temperatury gruntu na tej głębokości.

Wymiana ciepła zachodzi więc z największą mocą na początku wymiennika. Należy o tym pamiętać projektując GWC np. w pobliżu fundamentów budynków.

Temperatura powietrza za GWC jest zależna od:

- wartości izoterm gruntu pod wymiennikiem,
- powierzchni wymiennika,
- sprawności wymiany ciepłej samego wymiennika.

Izotermy gruntu możemy "podciągnąć" stosując odpowiednio dobraną izolację nad wymiennikiem.



Wartość izoterm może być uwarunkowana bądź głębokością posadowienia wymiennika lub symulacją poprzez zastosowanie odpowiedniej izolacji termicznej. Stosując ok. 12 - 15cm styropianu symulujemy 7 - 10 metrowe posadowienie. Należy jednak zaznaczyć, że dla mniejszych wymienników wpływ „efektu brzegowego” jest znaczny.

Powierzchnię wymiany, czyli wielkość wymiennika dobiera się do założonego przepływu powietrza.

Sprawność wymiany ciepłej w wymienniku uzależniona jest od jego budowy.

W rurowym GWC z zastosowaniem rur gładkich małe opory tarcia mogą być przyczyną niepełnej wymiany ciepłej, tzn. że powietrze za GWC nie osiąga temperatury gruntu. W żwirowym GWC przepływ powietrza zachodzi w całym przekroju wymiennika, a więc nie ma w całej swej objętości kontaktu z podłożem, a jedynie pośredni. Efektywność wymiany jest ograniczona.

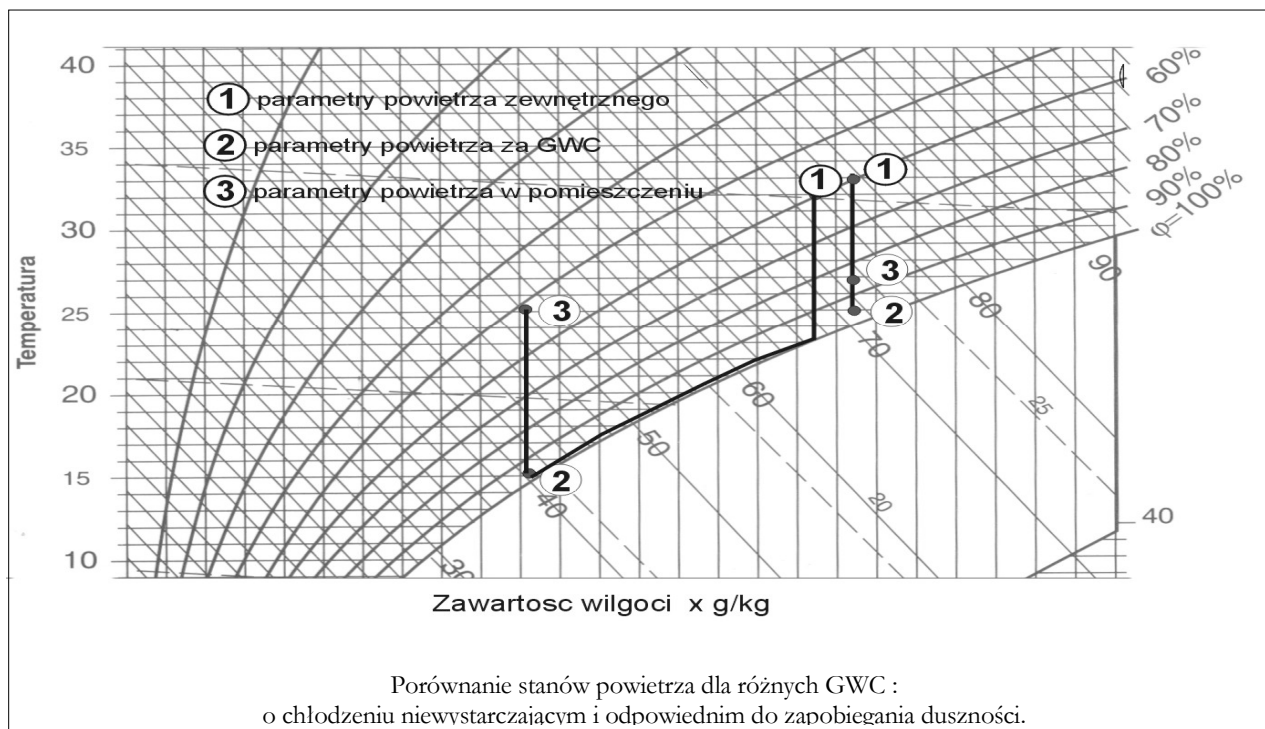
Korzystne jest zatem, aby możliwie cała objętość powietrza miała bezpośredni kontakt z podłożem.

Bardzo pożądaną cechą wymienników gruntowych jest ich duża bezwładność objawiająca się praktycznie stałą temperaturą niezależną od wielkości wahań temperatury zewnętrznej w ciągu kilku godzin.

### 3. WARUNKI KOMFORTU KLIMATYCZNEGO A GWC

Często popełnianym błędem w ocenie pracy układu wentylacyjnego w lecie jest branie pod uwagę tylko wartości temperatury i ilości powietrza doprowadzanego do obiektu. Oczywiście są to wielkości wystarczające do określenia zapotrzebowania na chłód, jednak należy pamiętać, że warunki komfortu wewnątrz pomieszczeń zależne są jeszcze m. innymi od wilgotności powietrza. Wykres krzywej duszności, przebiegający na wykresach i-x w przybliżeniu wzdłuż izohigry

12 - 13g/m<sup>3</sup>, obrazuje zależność temperatury i wilgotności względnej powietrza, powyżej której odczuwalne jest wrażenie duszności.



Jeśli zatem GWC ma poprawiać mikroklimat w wentylowanych pomieszczeniach w okresie letnich upałów powinien ochładzać powietrze poniżej 16°C, co odpowiada wilgotności poniżej 12g/m<sup>3</sup> powietrza. Wprowadzanie w upalne dni dużych ilości powietrza ochłodzonego w GWC do wartości tylko np. +20°C, ale przy tym wilgotnego, często nie zmniejsza duszności, a wręcz może nawet pogorszyć warunki przebywających wewnątrz ludzi. Biorąc pod uwagę wartości izoterm gruntu, szczególnie w końcu lata, przydatność do tego celu wymienników posadowionych na głębokości 1 - 1,5m jest dyskusyjna.

Praktycznie jednak możliwe jest – do pozyskiwania chłodu – zastąpienie urządzeń sprężarkowych układem z GWC. Należy wówczas zastosować dodatkowo recyrkulację powietrza obiegowego poprzez wymiennik gruntowy.

#### 4. GWC W INSTALACJACH WENTYLACYJNYCH

Wymienniki gruntowe stosowane są w układach wentylacji mechanicznej nawiewnej, bądź nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. W fazie projektowania pozwalają na zmniejszenie rozmiaru urządzeń wentylacyjnych i grzewczych.

Pracę GWC w układach wentylacji nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła w aspekcie ekonomicznym można rozpatrywać tylko w dwóch okresach: zimowym i letnim.

##### Praca zimowa

Dobrze zaprojektowany i wykonany GWC niezależnie od warunków zewnętrznych podgrzewa powietrze wentylacyjne do ok. 0°C. Daje to możliwość znacznego ograniczenia kosztów

inwestycyjnych instalacji grzewczej, mocy kotłowni jak również ciągle i rosnące oszczędności eksploatacyjne. Dodatkowo wstępne podgrzanie powietrza zabezpiecza wymienniki ciepła central wentylacyjnych przed zamarzaniem, co znacznie podnosi sprawność procesu rekuperacji. Można nawet powiedzieć, że GWC wręcz warunkuje w pełni skuteczną pracę wysokosprawnych urządzeń. Stosując GWC w połączeniu z centralami rekuperacyjnymi można uzyskać sprawność temperaturową systemu na poziomie 95%! Straty wentylacyjne stają się wówczas tak niewielkie, że nie ma konieczności stosowania dodatkowych nagrzewnic. Bezprzeponowe gruntowe wymienniki mają jeszcze tą właściwość, że w okresie mrozów dowilżają ogrzewane w nich powietrze. Proces ten zachodzi w skutek kapilarnego podciągania gruntu, ale może też być wspomagany instalacją zraszającą złożę akumulacyjne. Badania płytowych bezprzeponowych wymienników wykazały nawilżanie, bez dodatkowych zraszaczy, na poziomie  $2 - 3 \text{ g/m}^3$ .

### **Praca letnia**

W okresie letnich upałów GWC może zapewnić pokrycie zapotrzebowania na chłód w zakresie niezbędnym do utrzymania komfortu klimatycznego wewnątrz pomieszczeń. Jak wspomniano wcześniej brak odczucia duszności wymaga aby powietrze wentylacyjne za GWC było odpowiednio chłodne. Należy jednak zaznaczyć, że dla dużych zysków ciepła wentylowanego obiektu należy przeprowadzić inną organizację powietrza, a mianowicie zastosować recyrkulację części powietrza (jeśli to dopuszczalne) przez wymiennik. Uzyskuje się wówczas znaczną oszczędność wielkości GWC lub obniżenie temperatury nawiewu o ok.  $2 - 3^{\circ}\text{C}$ . Ze względu na, przeważnie, znaczną ilość kanałów instalacji nawiewnej należy zastosować odpowiednią ich termoizolację.

Wykonanie gruntowych wymienników ciepła w rekuperacyjnych układach nawiewno - wywiewnych przeważnie wspomagane jest montażem dodatkowych elementów:

### **Przepustnice GWC - Czerpnia Ścienna**

Stosowane w okresach przejściowych, gdy korzystnie jest czerpać powietrze ze zwykłej czerpni niż z GWC, lub w celu regeneracji wymiennika gruntowego. Przełączanie może odbywać się ręcznie lub automatycznie na podstawie pomiaru temperatur.

### **Obejścia wymiennika ciepła w centrali (tzw. bypass)**

Element ten jest niezbędny w okresie letnim. Powietrze ochłodzone w GWC omijając wymiennik ciepła centrali tłoczone jest do wentylowanych pomieszczeń. W mniejszych centralkach stosuje się wymienne kasety letnie, w większych urządzeniach rozwiązaniem są automatyczne by-passy działające w/g zadanych temperatur.

Konieczność oszczędzania energii, oraz coraz powszechniejsza dbałość o stan środowiska w którym przebywają ludzie sprawiają, że stosowanie systemów z wykorzystaniem GWC staje się coraz powszechniejsze. Dawniej były to pojedyncze realizacje, często badawcze i nagłaśniane w naukowych lub branżowych publikacjach. W chwili obecnej spotkać już można ciekawe inwestycje, na etapie wykonawczym bądź projektowane z wykorzystaniem tak rurowych jak i bezprzeponowych gruntowych wymienników ciepła. Są to między innymi: domy jednorodzinne, małe kryte baseny kąpielowe, pawilony handlowe a nawet duże zakłady produkcyjne.

## 5. WYMIENNIK PROVENT – GEO

Bezprzeponowy Płytowy Gruntowy Wymiennik Ciepła PROVENT-GEO to unikatowe, oryginalne rozwiązanie umożliwiające pozyskanie zawartego gruncie chłodu latem oraz ciepła w okresie grzewczym w maksymalnie wydajnym stopniu.

Zastrzeżony w Urzędzie Patentowym, modułowy sposób budowy oraz konstrukcja wymiennika umożliwia wykonanie układu dla obróbki powietrza wentylacyjnego wydajności od 200 - 30 000 m<sup>3</sup>/h.

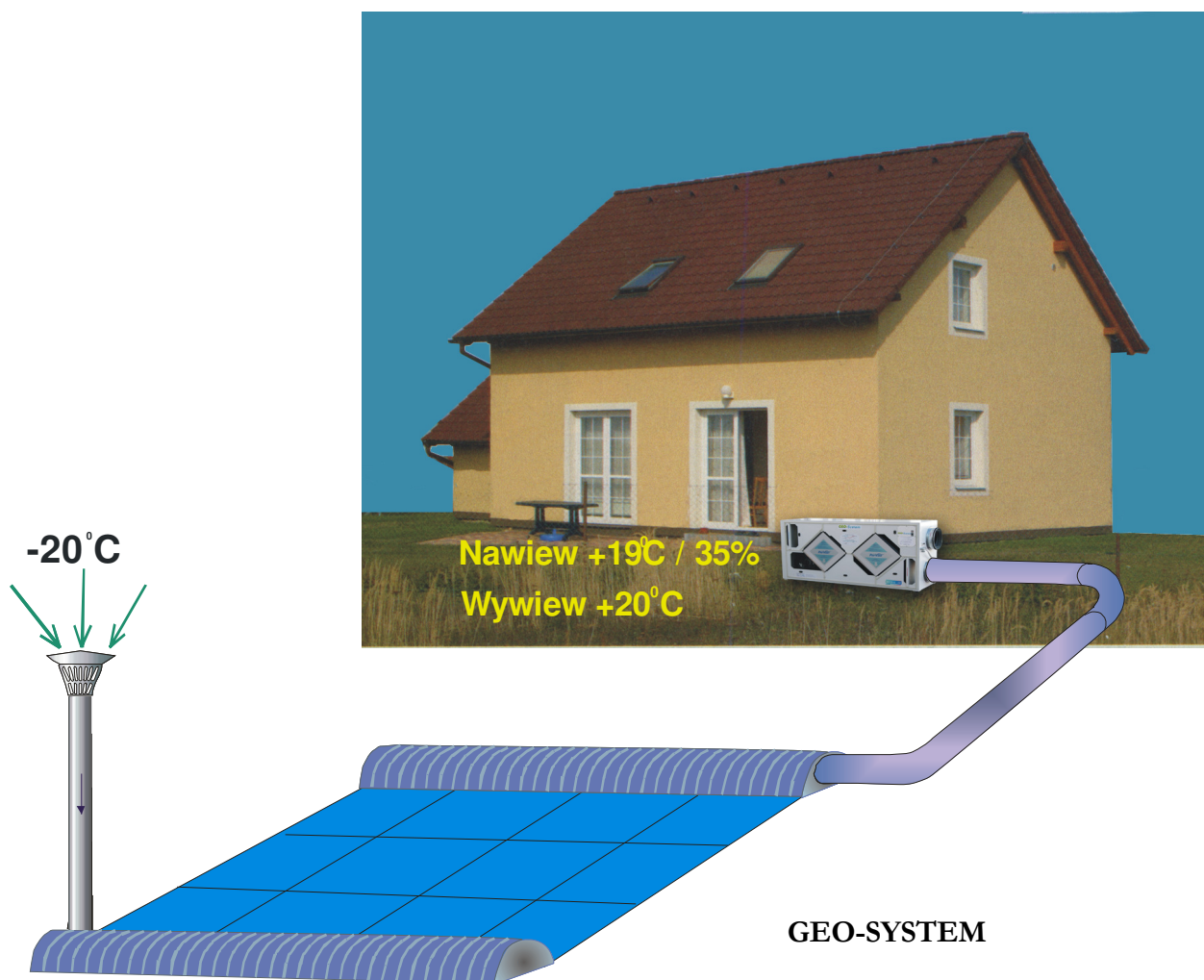
Dzięki odpowiednio dobranej izolacji termicznej i niewielkiej grubości podłoża żwirowego wymiennik może być usadowiony płytko. Minimalna głębokość to około 0,7m poniżej gruntu, maksymalna to 2m. Umożliwia to stosowanie go w miejscach gdzie wody gruntowe występują dosyć wysoko. Istnieje również możliwość usadowienia wymiennika jeszcze płycej, stosuje się wówczas nasyp nad wymiennikiem.

Bezprzeponowy przepływ powietrza (w bezpośrednim kontakcie z odpowiednio przygotowaną warstwą gruntu) umożliwia odprowadzenie bezpośrednio do gruntu kondensatu powstającego w procesie schładzania powietrza, zapobiega rozwojowi grzybów i pleśni wykorzystując stabilizujące działanie naturalnej flory gruntu.

Odpowiednie ukształtowanie strugi powietrza przepływające przez płytowy wymiennik PROVENT-GEO gwarantuje maksymalnie skuteczną wymianę ciepła o niespotykanej gdzie indziej skuteczności. Konstrukcja i konfiguracja poszczególnych elementów wymiennika minimalizuje straty ciśnienia transportowanego powietrza .

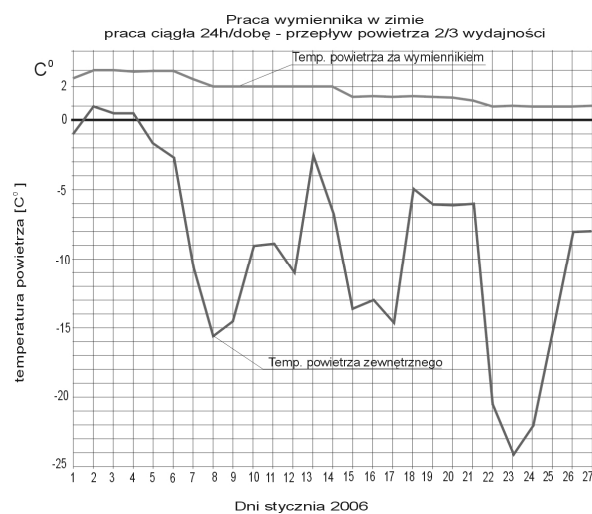
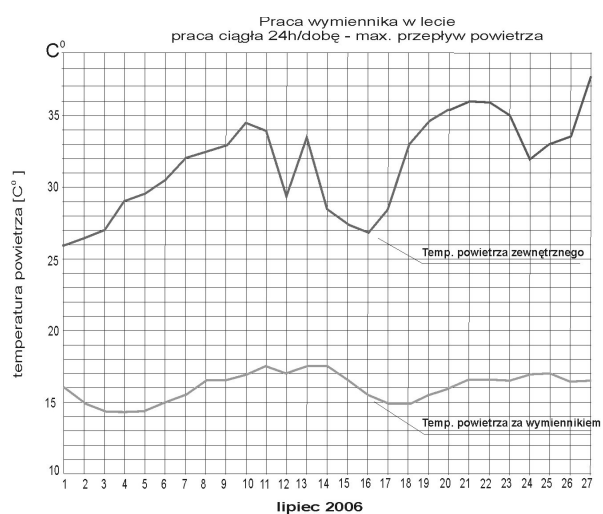
Schemat ideowy pracy wymiennika PROVENT Geo z centralą MISTARL GEO ( dom pasywny).





**Wyniki pomiarów otrzymane z testowego wymiennika przedstawiają poniższe wykresy.**

**Dane dotyczące wymiennika PROVENT – GEO (pomiar temperatur lato, zima)**



## Podstawowe wyróżniki charakteryzujące Płytowy wymiennik PROVENT-GEO:

- znaczne ograniczenie kosztów ogrzewania,
- optymalna praca urządzeń do odzysku ciepła,
- zapobieganie nadmiernej suchości powietrza zimą
- zapewnienie pożądanego chłodu w porze letnich upałów

### Cechy szczególne:

- praktycznie 100% wymiana cieplna 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

## 6. ETAPY WYKONANIA - MONTAŻ GWC PROVENT-GEO POD POSADZKĄ HALI

UWAGA! Podczas pracy gruntowego wymiennika ciepła zimą może nastąpić zamarzanie warstwy ziemi o grubości 0,5m wokół płyt wymiennika. Należy to uwzględnić i ewentualnie wykonać wymianę gruntu na niewysadzinowy.

Wymiennik PROVENT-GEO jest wymiennikiem bezprzeponowym, w związku z tym powietrze wentylacyjne ma bezpośredni kontakt między innymi z podłożem piaskowo-żwirowym. Dlatego wszelkie prace związane z wykonaniem podłoża i układaniem wymiennika powinny być prowadzone ze szczególnym uwzględnieniem zasad higienicznych.

Dodatkowe materiały:

- folia budowlana PE - 0,06mm szerokości około 1,3m
- piasek płukany „ostry” 0-2mm
- żwir płukany 10-20mm.

1. Wybranie warstwy humusu z terenu hali i wywiezienie na odkład
2. Wybranie warstwy ziemi do głębokości 45cm poniżej posadowienia warstwy termoizolacji posadzki hali na obszarze wymiennika i 0,5 metra wokół wymiennika.

-wykonanie dodatkowych wykopów szerokości 0,7m pod kanały powietrzne

-grunt z wykopu niewysadzinowy i czysty od humusu odkładać w pobliżu do dalszego wykorzystania (zasypka wymiennika)

-wyrównanie wykopu

Następne prace należy wykonać dopiero po zadaszeniu obiektu.

3. Wykonanie obustronnego drenażu ze spadkiem 2% około 0,6m pod poziomem wykopu i zakończenia studzienką min. Ø250 na zewnątrz budynku (opcja).

4. Wykonanie podłoża piaskowo-żwirowego

- ułożenie na dnie wykopu profili (łat) od kolektora do kolektora. Wysokość profili – ok. 5cm

-zasypywanie piaskiem 0-2mm wykopu za pomocą ładowarki. Rozprowadzanie za pomocą łaty i zagęszczanie zagęszczarką spalinową.

-rozprowadzenie na piasku warstwy żwiru grubości 2-3cm. Czynność tą najlepiej wykonać za pomocą grabi i łaty. Następnie całość zagęścić.

-sprawdzić równość podłoża w obszarze pod kolektorami wymiennika

5. Oznakowanie rozmieszczenia wymiennika

#### 6. Ułożenie wymiennika

- ułożenie 3-4 pasów siatki stabilizującej na podłożu w miejscach pod płytami
- ułożenie dodatkowej siatki pod łączniki kolektorowe
- ułożenie płyt wymiennika na siatce stabilizującej
- ułożenie łączników kolektorowych pomiędzy płytami
- ułożenie kolektorów w ceownikach płyt
- sprawdzenie poprawności wymiarowania wymiennika
- sprawdzenie równomierności osadzenia kolektorów w mocowaniach płyt, w razie potrzeby wyrównać podłoże
- ułożenie na kolektorach i płytach folii budowlanej

#### 7. Ułożenia kanałów powietrznych z rur korugowanych

- kanały powietrzne i kształtki układać we wcześniej przygotowanych wykopach
- układać ze spadkiem ok. 2% w stronę wymiennika
- kanał czerpalny przechodzący przez ścianę fundamentową lub w pobliżu fundamentów należy izolować termicznie poprzez szczelne owinięcie folią.

#### 8. Dokonanie pomiarów oporów hydraulicznych wymiennika za pomocą wentylatora probierczego –sporządzenie protokołu

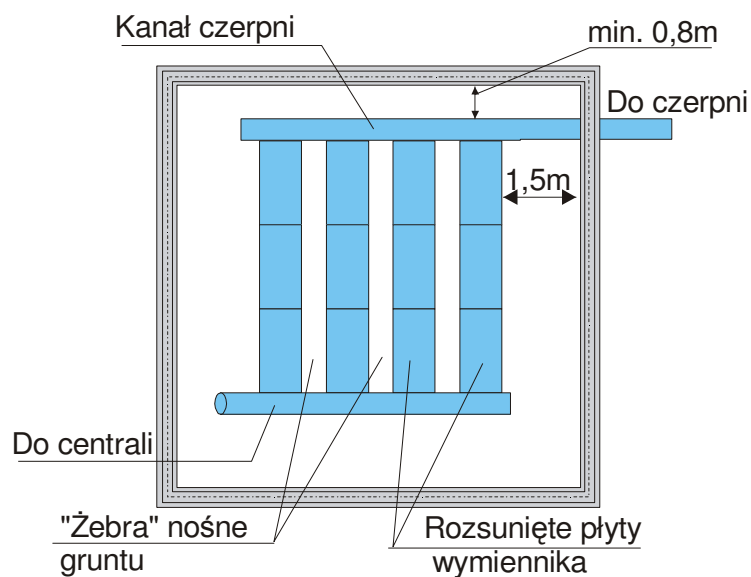
#### 9. Do czasu wykonania połączeń do czepni i centrali wentylacyjnej końce kanałów bezwzględnie zakorkować

#### 10. Zasypanie wymiennika

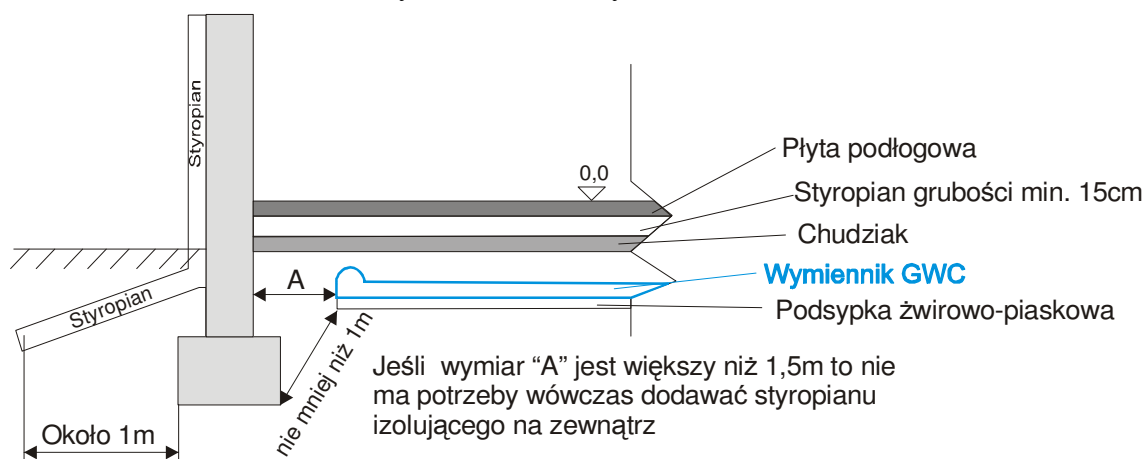
- wstępne zasypanie wymiennika warstwą 20cm gruntu (niewysadzinowego!) oraz zagęszczenie
- zasypanie i zagęszczenie końcowej warstwy około 20cm gruntu
- końcowe wyrównanie podłoża pod posadzkę z dokładnością +/- 4cm

#### UWAGA

**Po zasypanym wymienniku nie można poruszać się sprzętem kołowym o nacisku większym niż 2 tony na oś! Konieczność przestrzegania tego wymogu powinna być zapisana w dzienniku budowy oraz nadzorowana do chwili wykonania termoizolacji i posadzki hali.**



Widok wymiennika w obrysie fundamentów



Przekrój wymiennika

## 7. OPIS SYSTEMU

Zewnętrzne powietrze pobierane jest przez metalową czerpnię wyposażoną we włókninowy filtr powietrza klasy min. EU4. Zadaniem filtra jest oczyszczenie powietrza z pyłów, alergenów jak również niedopuszczenie do dostania się do wewnątrz gryzoni i insektów.

Następnie powietrze transportowane jest rurą wentylacyjną o odpowiedniej średnicy do kanału rozprowadzającego o kształcie półkola od góry, stanowiącym sklepienie dla przepływającego powietrza. Od dołu powietrze ma bezpośredni kontakt z gruntem. Zadaniem tego kanału jest równomierne rozprowadzenie powietrza do wszystkich kanałów płytowych. W kanałach płytowych zachodzi zasadnicza wymiana ciepła pomiędzy przepływającym powietrzem a gruntem.

Konstrukcja i wymiary elementów płyt zostały tak opracowane, aby



- skutecznie schłodzić i osuszyć powietrze latem do wartości  $15 - 17^{\circ}\text{C}$  i  $13\text{g/m}^3$ , oraz podgrzać zimą do temperatury  $\text{min.} +2^{\circ}\text{C}$ ,
- zminimalizować opory dla powietrza,
- zapewnić pełną wymianę ciepła pomiędzy powietrzem a gruntem, tzn. że cała objętość powietrza ma kontakt z gruntem w trakcie przepływu przez wymiennik
- zapewnić sprawne odprowadzenie kondensującej wody w trakcie chłodzenia powietrza bezpośrednio do gruntu, co w obecności naturalnej flory biologicznej ziemi wpływa korzystnie na właściwości zdrowotne wentylowanego powietrza.

Półkolistym kanałem zbierającym, takim jak rozprowadzającym obrobione powietrze poprzez kanał okrągły doprowadzane jest do instalacji wentylacyjnej budynku. Cały opisany wymiennik umieszczony jest poziomo pod powierzchnią gruntu i zasypany ziemią. W celu efektywniejszego działania w przestrzeni pomiędzy wymiennikiem a powierzchnią zastosowano nie chłonącą wodę warstwę izolacji cieplnej z płyt styropianowych tak dobranych aby wynieść izotermy gruntu do wymiennika z głębokości ok. 6 - 8m. Wymiennik pracuje wówczas w gruncie o temp.  $7 - 12^{\circ}\text{C}$  (w zależności od pory roku).

Aby szacunkowo obliczyć ilości użytych płyt należy:

Ilość powietrza wentylacyjnego podzielić przez :

$40-50\text{ m}^3/\text{szt.}$  dla pracy 24 godziny lub

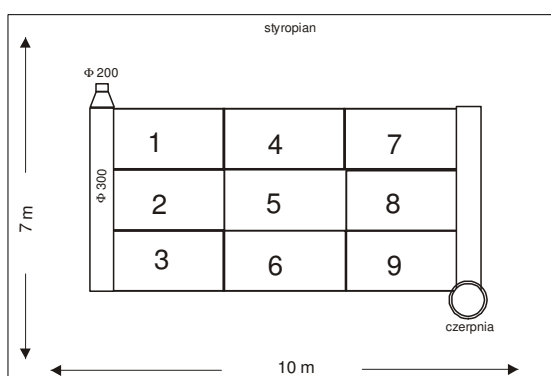
$80-100\text{ m}^3/\text{szt.}$  dla pracy 8 - 10 godzin w ciągu doby

Dla przykładu, dla przepływu  $400\text{ m}^3/\text{h}$  potrzeba 9 szt.

Płyty układa się na zakładkę w kilku rzędach: **min 2 - max 4**. Ilość płyt w rzędzie dobiera się tak aby prędkość przepływającego powietrza wynosiła 1 - 3 m/s.

### Przykładowe ułożenie wymienników w zależności od wymaganej wydajności

Dla wydajności  $400\text{ m}^3/\text{h}$



#### ZESTAW ELEMENTÓW

dla wydajności  $400\text{ m}^3/\text{h}$

elementy: płyty 9 szt, kolektor 2 szt,  
1 szt. czerpnia, kolano 90,  
rura czerpni 3mb

#### ELEMENTY DODATKOWE

folia budowlana 0,1mm ok. 25 m<sup>2</sup>,  
folia budowlana 0,5mm

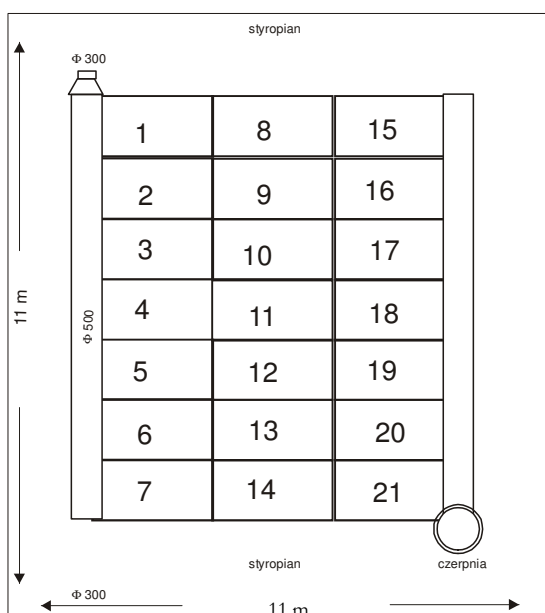
PEHD lub PP ok. 70 m<sup>2</sup>,  
geowłóknina ok. 70 m<sup>2</sup>,  
styropian (2 warstwy) grubość  
całkowita min. 14 cm - 7 m<sup>3</sup>

żwir 10-20 mm płukany 1,7 t,

piasek (żwirek) płukany 5 t.

kanały do transportu powietrza

Dla wydajności 1200m<sup>3</sup>/h



#### ZESTAW ELEMENTÓW

dla wydajności 1200 m<sup>3</sup>/h

elementy: płyty 21 szt, kolektory 2 szt,  
1 szt. czepnia, łącznik,  
kolano 90 ,rura czepni 3mb.

#### ELEMENTY DODATKOWE

folia budowlana 0,1mm ok. 50m<sup>2</sup>,  
folia budowlana 0,5mm

PEHD lub PP ok. 125 m<sup>2</sup>,  
geowłóknina ok. 125 m<sup>2</sup>,

styropian (2 warstwy) grubość  
całkowita min.14 cm - 12 m<sup>3</sup>

żwir 10-20 mm płukany 3,8 t,

piasek (żwirek) płukany 10 t.

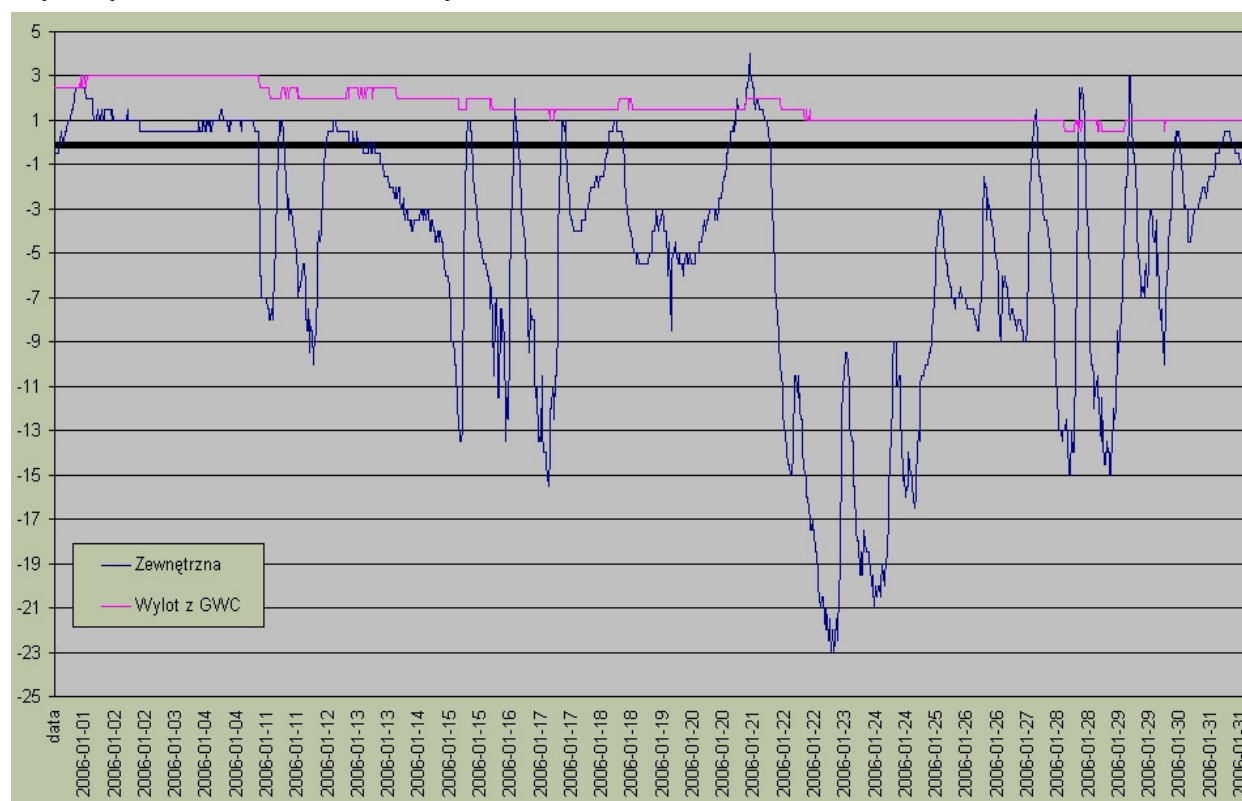
kanały do transportu powietrza

Przeprowadzone badania i próby potwierdziły wyjątkową skuteczność wymiennika według wynalazku. I tak przy posadowieniu wymiennika na głębokości rzędu 70 - 80cm, powietrze przepływające podgrzewane było nawet podczas mrozów - 20°C do wartości 1 - 2°C oraz dowilżane od gruntu do wartości 85 - 92%. Powietrze to, po ogrzaniu w budynku do wart. ok. 20°C ma wilgotność na poziomie 35 - 40%. W obiektach, dla których musi być zapewniona minimalna wilgotność (zabytki, muzea, archiwa itp.) nie ma konieczności stosowania wówczas dodatkowych nawilżaczy powietrza.

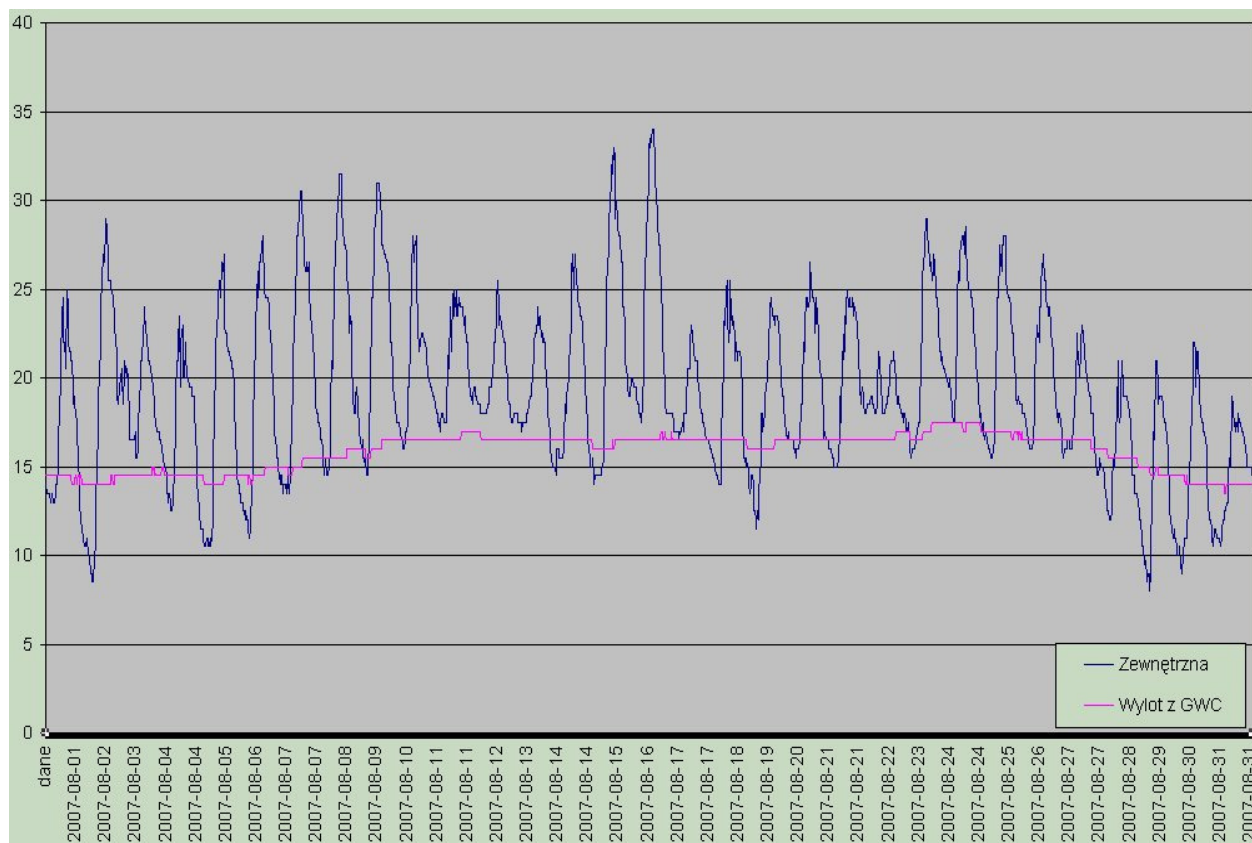
Natomiast w okresie letnich upałów powietrze ulega ochłodzeniu na przykład z 34°C i wilg. 55% do wartości 15 - 17°C i wilg. 98 - 100%. Wprowadzone powietrze do budynku dla 26°C ma tylko wilg. 55%. Powstające podczas ochładzania powietrza skropliny dostają się bezpośrednio do gruntu.

Wymiana ciepła następuje pomiędzy powietrzem i gruntem, tworzywo sztuczne jako materiał wymiennika stanowi tylko konstrukcję odpowiednio kształtującą przepływ powietrza.

#### Wykresy skuteczności działania wymiennika PROVENT – GEO







## 8. WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE PROJEKTOWANIA I UKŁADANIA INSTALACJI

**Podczas projektowania instalacji pod uwagę należy wziąć następujące parametry:**

- kubatura budynku
- wielkość wymiany powietrza (1/h)
- głębokość ułożenia
- występowanie i wysokość wody gruntowej ( szczególnie w okresie wczesnej wiosny)
- sposób ułożenia wymiennika
- rodzaj gruntu
- strefy klimatyczne

Podczas określania wielkości wymiennika maksymalna prędkości przepływu nie powinna przekraczać 3 m/s. Przekroczenie tej prędkości wpływa negatywnie zarówno na stratę ciśnienia, jak i wymianę ciepła.

### **Dobór wymiennika domkach jednorodzinnych.**

Przy projektowaniu gruntowych wymienników ciepła dla domów jednorodzinnych zaleca się przyjęcie następujących przybliżonych parametrów:

Modułowa budowa wymiennika PROVENT-GEO oraz możliwość łączenia kilku wymienników umożliwia wykonanie układów dla wydajności powietrza kilkudziesięciu tysięcy m<sup>3</sup>/h

## Wyznaczanie ilości elementów wymiennika

$$n = \frac{V}{k}$$

gdzie:

n – ilość modułów w szt.

V – ilość powietrza wentylacyjnego w m<sup>3</sup>/h

K – współczynnik k = 50 dla przepływu do 1 000 m<sup>3</sup>/h  
k = 60 dla przepływu pow. 1 000 m<sup>3</sup>/h

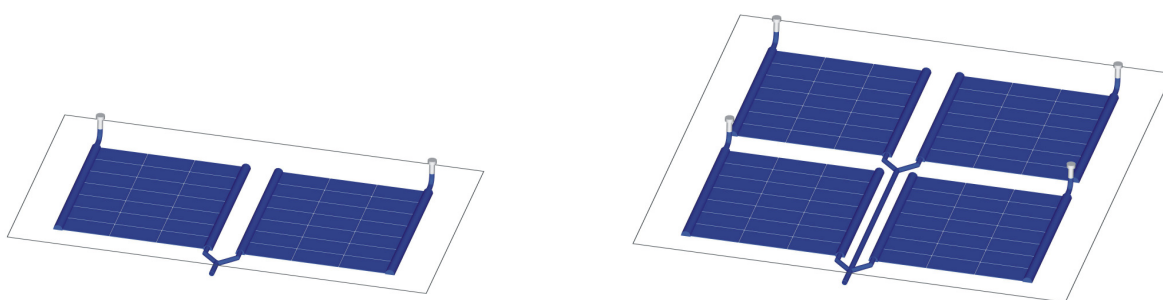
Ilość powietrza [ m <sup>3</sup> /h ]	Powierzchnia termoizolacji [ m x m ]	Ilość modułów [ szt. ]	Temperatura powietrza za wymiennikiem latem		Strata ciśnienia na wymienniku [ Pa ]	Średnica przyłącza [ mm ]
			praca 12h/dobę [ °C ]	praca 24h/dobę [ °C ]		
Do 400	7 x 10	9 szt	14 - 16 C <sup>0</sup>	14 - 18 C <sup>0</sup>	45 Pa	Φ 200
Do 600	8 x 10	12 szt	14 - 16 C <sup>0</sup>	14 - 18 C <sup>0</sup>	50 Pa	Φ 250
Do 800	9 x 10	15 szt	14 - 17 C <sup>0</sup>	14 - 19 C <sup>0</sup>	50 Pa	Φ 250
Do 1100	11 x 10	21 szt	14 - 17 C <sup>0</sup>	14 - 19 C <sup>0</sup>	65 Pa	Φ 315
Do 2000	13 x 12	36 szt	14 - 17 C <sup>0</sup>	14 - 19 C <sup>0</sup>	80 Pa	Φ 400

Wartość temperatur podane w tabeli dotyczą dni upalnych i nominalnych przepływów powietrza. Ograniczenie ilości powietrza o ok. 40% obniża temperaturę nawiewu o ok. 1 - 2°C

## Budynki wielko kubaturowe

Geo-System można stosować również w przypadku budynków o dużej kubaturze, takich jak hale sportowe, szkoły, biura wielko-powierzchniowe, hale magazynowe i inne. Ze względu na dużą ilość przepływającego powietrza wymagane są rury o odpowiednio dużych średnicach i duża powierzchnia terenu pod wymiennik.

Duże wymienniki układane mogą być modułowo jak pokazują rysunki.



Gruntowe wymienniki ciepła wykorzystywane są w dużych obiektach zwłaszcza do chłodzenia powietrza w okresie letnim. GWC umożliwia znaczne obniżenie kosztów energii związanych z klimatyzowaniem budynku.

Wstępne ogrzanie nawiewanego powietrza zimą, przyczynia się również do uzyskania znakomitego bilansu energetycznego. Uwzględnienie specyfiki danego obiektu i zastosowanie indywidualnych rozwiązań i obliczeń jest niezbędne z punktu widzenia funkcjonalności i



efektywności. Przy dużych wymiennikach gruntowych wymagane jest uwzględnienie instalacji w projekcie i wykonanie stosownych obliczeń.

Przy montażu gruntowych wymienników ciepła należy zachować odpowiednią kolejność prac (jak opisano wyżej) a także:

1. Zabezpieczyć dostęp do czerpni powietrza i innych elementów przed kontaktem z osobami postronnymi.
2. Połączenie systemu z wewnętrzną instalacją wentylacyjną musi być wykonane w miejscu dostępnym umożliwiającym odłączenie od wentylacji obiektu. Konieczne jest posiadanie czerpni ściennej, która umożliwi na przełączenie systemu instalacji wentylacyjnej w przypadku zalania wymiennika wodą gruntową.
3. Czerpnie powietrza powinny znajdować się w odległości co najmniej 8 m od ulic i miejsc parkingowych dla więcej niż 20 samochodów, miejsc gromadzenia odpadów stałych, wywiewek kanalizacyjnych i innych źródeł zanieczyszczenia powietrza.
4. Wymiennik gruntowy montować z dala od przewodów gazowych.
5. Jako przewody doprowadzające powietrze z wymiennika do budynku najlepiej użyć rur AWADUKT-Thermo. Można w nich według potrzeb lokalizować wentylatory, pod warunkiem wykonania ich obudowy o klasie odporności ogniowej EI 60.
6. W miejscach przejścia przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego przewody wentylacyjne i klimatyzacyjne powinny być wyposażane w przeciwpożarowe klapy odcinające o klasie odporności ogniowej (EI), równej klasie odporności ogniowej elementu oddzielenia pożarowego.

## 9. UWAGI KOŃCOWE

- Należy pamiętać o wymianie filtrów na czerpni co najmniej 4 razy do roku.
- Wymiennik PROVENT-GEO nie wymaga regeneracji przez cały rok.
- Nie zaleca się przełączania obiegu powietrza na czerpnię ścienną w okresie od lipca do grudnia ze względu na wysoką wilgotność powietrza wychodzącego z wymiennika. Przy braku przepływu powietrza przez kanały istnieje duże prawdopodobieństwo wykrapłania się wody w kanałach. Jest to nie wskazane ze względów higienicznych.
- Dopuszcza się przełączanie na czerpnię ścienną w okresie wiosennym, gdy wilgotność powietrza wychodzącego z wymiennika jest niewielka.
- Szczególnie dobrze należy izolować termicznie wszystkie kanały strony nawiewnej tj. od wymiennika do centrali oraz od centrali do anemostatów.

Udzielane przez nas porady fachowe, tak pisemne jak i ustne, oparte są na naszych doświadczeniach i wiedzy, nie mogą jednak stanowić wiążącej informacji dla ewentualnych roszczeń.

Warunki wykonania oraz różne przypadki zastosowań, na które nie mamy wpływu, wykluczają prawo do roszczeń na podstawie udzielonych przez nas informacji. Zalecamy każdorazowo upewnić się czy dany produkt firmy PRO-VENT nadaje się do realizowanej przez Państwa inwestycji. Zastosowanie i wykonanie inwestycji z udziałem naszych wyrobów odbywa się poza zasięgiem naszych możliwości kontroli i dlatego to właśnie Państwo ponosicie ostateczną odpowiedzialność za końcową instalację. Nasza odpowiedzialność dotyczy stałej jakości materiałów, zgodności dostaw ze specyfikacją i parametrami technicznymi oraz naszymi warunkami dostaw i płatności, i ogranicza się do wartości dostarczonego przez nas i zastosowanego przez Państwa wyrobu.