

# Gruntowy wymiennik ciepła



WAREBUD

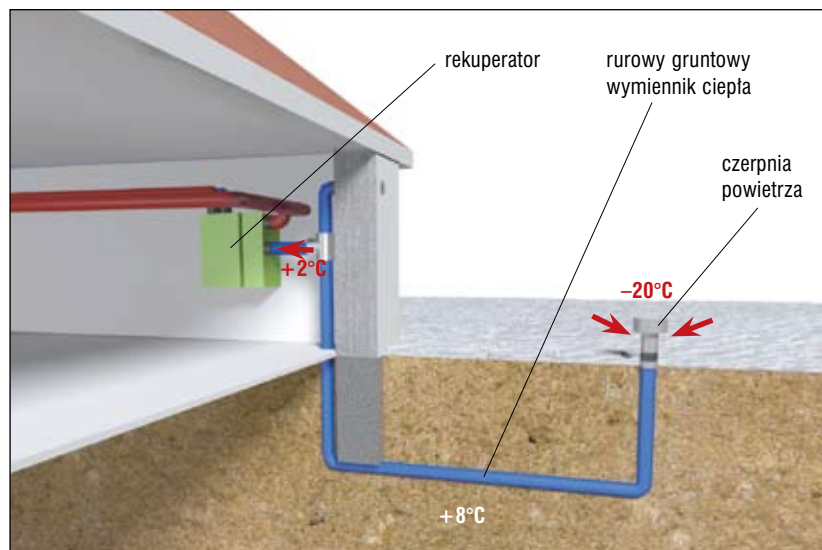
Trudno sobie wyobrazić nowoczesny dom zwłaszcza energooszczędny lub pasywny bez wentylacji wymuszonej z odzyskiem ciepła. To standard i o tym wiedzą już prawie wszyscy architekci i inwestorzy. Ale warto pamiętać, że doskonałym uzupełnieniem rekuperatora jest gruntowy wymiennik ciepła (GWC). Po prostu jego zastosowanie daje wymierne korzyści.

TEKST: INŻ. ARTUR KOWALSKI, ZDJĘCIA: ARCHIWUM, SERWIS PREZENTOWANYCH FIRM

**G**runtowy wymiennik ciepła to stosunkowo prosty i niezbyt kosztowny element instalacji wentylacyjnej, który wykorzystuje energię zgromadzoną w gruncie do ogrzania

lub ochłodzenia powietrza nawiewanego do budynku. Umożliwia więc zmniejszenie zapotrzebowania na energię do ogrzewania przy minimalnych kosztach eksploatacyjnych.

W domu jednorodzinnym może pełnić funkcję naturalnego klimatyzatora i jednocześnie filtra powietrza. Jest to możliwe dzięki temu, że poniżej głębokości przemarzania gruntu



Rys. 1. Schemat działania rurowego gruntowego wymiennika ciepła.

(min. 1,2 – 1,8 m w zależności od regionu kraju) temperatura gruntu zmienia się w bardzo niewielkim zakresie, średnio od +4 do +8°C. Powietrze zewnętrzne przepływające (przepompowywane) przez gruntowy wymiennik ciepła ma bezpośredni lub pośredni kontakt z podłożem (gruntem). Zatem w zależności od pory roku, temperatura powietrza wychodzącego z GWC – latem ulega obniżeniu o około 10°C, a zimą podwyższeniu o około 20°C. Oczywiście trzeba pamiętać, że sprawność GWC zależy od wielu czynników i odchyłki w obie strony mogą dochodzić do 5 – 6°C. Zysk jest oczywisty. W okresie upałów temperatura powietrza w pomieszczeniach może obniżyć się o około 5°C (po zmieszaniu z powietrzem wewnętrznym), a w okresie silnych mrozów będzie dodatnia (najczęściej od 0°C do +4°C), co umożliwi zastosowanie rekuperatora bez układu rozmrażającego. Trzeba jednak zdawać sobie sprawę z tego, że w okresach przejściowych wiosny i jesieni, gdy temperatura powietrza oraz gruntu jest podobna sprawność GWC jest praktycznie zerowa. Istotne jest również to, że wymienniki gruntowe muszą się regenerować, a to oznacza cykliczność ich pracy w odstępach od 1 do 12 godzin. Później musi nastąpić tak samo długa przerwa.

## Rodzaje gruntowych wymienników ciepła

Oczywistym czynnikiem mającym wpływ nie tylko na sprawność urządzeń, ale także jakość dostarczanego powietrza, koszty inwestycyjne i eksploatacyjne są różne rozwiązania konstrukcyjne GWC. Ogólnie rozróżnia się dwa rodzaje wymienników:

- **przeponowe** – w których powietrze zewnętrzne oddzielone jest od gruntu plastikową rurą o pewnej izolacyjności termicznej;
- **bezprzeponowe** – w których powietrze zewnętrzne ma bezpośredni kontakt ze złożem żwirowym.

Oczywiście, jak wszystkie urządzenia, wymienniki te mają różne wady i zalety.

**Rurowy gruntowy wymiennik ciepła** – jest najprostszym rozwiązaniem. To po prostu rura z tworzywa sztucznego (np. kanalizacyjna) ułożona pod ziemią >RYS. 1. Na jej końcu umieszczona jest czepnia powietrza, która powinna być wyposażona w siatkę chroniącą instalację przed insektami i gryzoniami. Bardzo ważnym i wręcz koniecznym elementem czepni jest filtr powietrza (zwłaszcza w przeponowych GWC). W domach jednorodzinnych zwykle wystarczające jest ułożenie rury o długości 40 – 60 metrów i średnicy 160 – 250 mm. Warunkiem koniecznym jest to, aby przekrój rury nie był

mniejszy od króćca montażowego centrali wentylacyjnej (rekuperatora). Zastosowanie rury o nieco większej średnicy przyczynia się do zwiększenia sprawności GWC, ale znaczne przewymiarowanie daje skutek odwrotny. Z tego względu w domach jednorodzinnych o powierzchni około 150 m<sup>2</sup> najczęściej stosuje się rury o średnicy 200 mm, a w budynkach większych (do 250 m<sup>2</sup>) – 250 mm. Rura powinna być szczelna i ułożona z 1 – 2% spadkiem na zewnątrz budynku. Dzięki temu skropliny powstające w rurze mogą być odprowadzone do studzienki np. chłonnej lub szczelnej skąd powinny być na bieżąco odpompowywane (około 100 l/miesiąc). To bardzo ważne, ponieważ w tego typu GWC, podobnie jak w instalacjach klimatyzacyjnych, bardzo często powstaje nieprzyjemny zapach stęchlizny będący wynikiem zanieczyszczeń biologicznych. Konieczne jest zatem okresowe czyszczenie (odgrzybianie i dezynfekowanie) całego układu – średnio co pół roku.

**Antybakteryjny gruntowy wymiennik ciepła** – to także wymiennik przeponowy tylko, że rury wykonane są z polipropylenu ze specjalną warstwą antybakteryjną >FOT. 2.



Fot. 2. Realizacja antybakteryjnego GWC w formie prostej rury doprowadzonej do budynku.

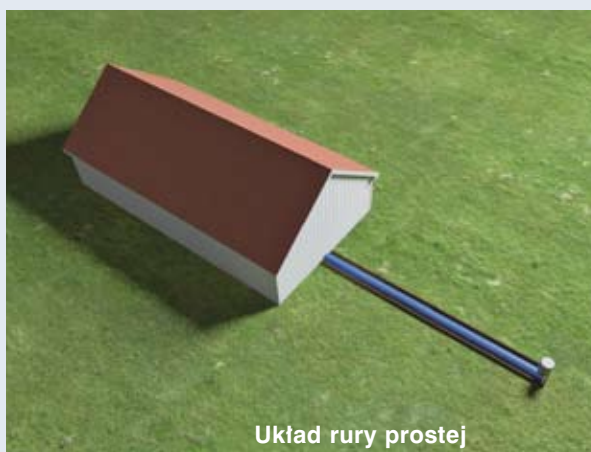
## Jak ułożyć rurowy gruntowy wymiennik ciepła?

**Wymienniki rurowe może wykonać na kilka sposobów. Wybór najczęściej zależy od wielkości i kształtu działki budowlanej, a także od rodzaju terenu (płaski, nachylony, skalisty itd.).**

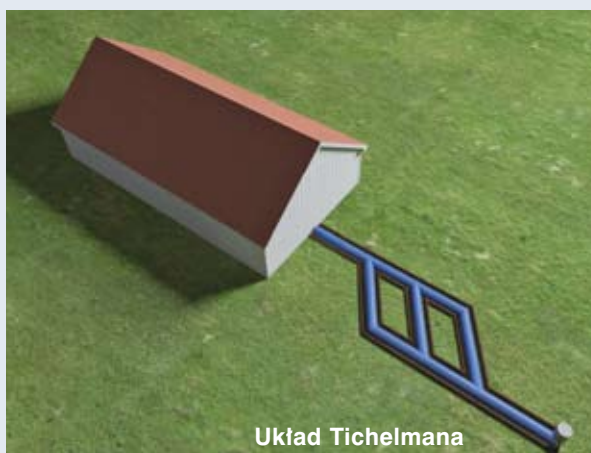
**Rura łamana** – w kilku miejscach na kształt litery S lub U stosowana jest nawet na bardzo małych działkach (gdy podobnie jak drenaż opasuje budynek). Ma nienajgorsze parametry przepływu powietrza pod warunkiem stosowanie kolan o kątach 30 lub 45°. Wzrost kosztów wykonania jest stosunkowo niewielki. Natomiast kłopotliwe może być czyszczenie łamanej rury. Należy unikać rozwiązań z kolanami o kącie 90°.



**Pojedyncza prosta rura** – należy do najprostszych, najłatwiejszych do wykonania i najtańszych rozwiązań. Układ ten charakteryzuje się najmniejszymi oporami przepływu powietrza oraz niekłopotliwym czyszczeniem wymiennika. Jego mankamentem jest jednak konieczność posiadania bardzo dużej (długiej) działki mogącej pomieścić dom i przynajmniej 40 m rury w linii prostej.



**Układ Tichelmana** – to wersja wielorurowa stosowana w wyjątkowych sytuacjach – głównie z powodu niewielkiej sprawności, sporych kosztów i stopnia skomplikowania. Wymiennik składa się z dwóch rur głównych połączonych kilkoma poprzecznymi znajdującymi się w odległości 80 – 100 cm. Trzeba przy tym pamiętać, że nie powinno się stosować rur o różnych średnicach, ponieważ zwykle powoduje to znaczny wzrost oporów wewnętrznych.

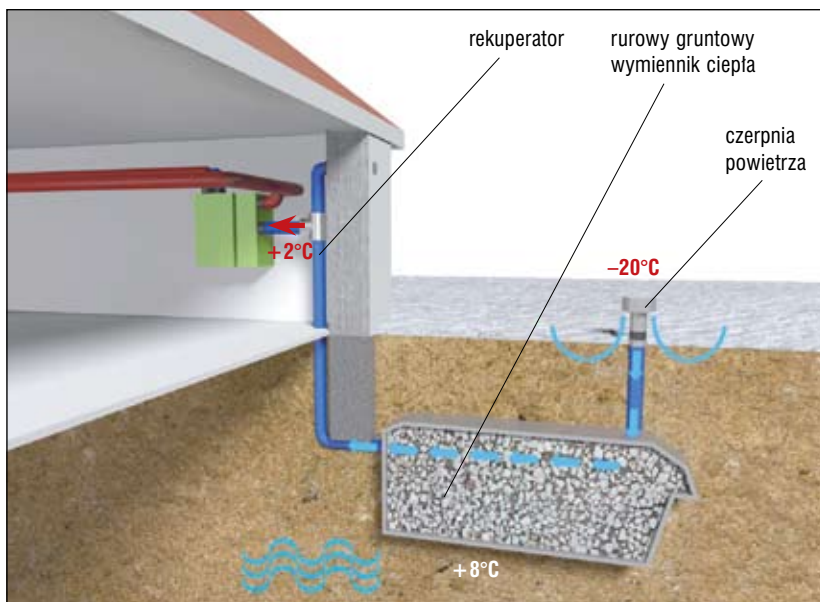


Dzięki temu zwiększona jest przewodność cieplna instalacji co w efekcie daje nieco lepszą sprawność urządzenia – przynajmniej w odniesieniu do rur z PCW. Po prostu ułatwiona jest wymiana energii cieplnej pomiędzy zasysanym powie-

trzem, a ziemią otaczającą wymiennik. Substancje antybakteryjne dodane do polimeru bazowego powodują, że cała rura ma takie właściwości. W ten sposób eliminowanych jest wiele bakterii (np. coli) i drobnoustrojów. Poza tym rury te

w znacznym stopniu ograniczają nieprzyjemny ziemisty zapach nawet w przypadku powstania zastoisk wody (np. na skutek odkształcenia się rur spowodowanych osiadaniem gruntu). Niestety za te zalety trzeba dość dużo zapłacić.

**Żwirowy gruntowy wymiennik ciepła** – to tradycyjne rozwiązanie o wielu zaletach pod warunkiem, że zostanie właściwie zaprojektowane i wykonane. To po prostu złożone płukanego żwiru oddzielone od gruntu geowłókniną, zaopatrzone w czerpnię powietrza, kanały rozprowadzające i zwykle wentylator wymuszający ruch powietrza (spore opory), czasami w instalację zraszającą złożę ➤RYS. 3. W domach jednorodzinnych wystarczające jest zastosowanie jednofrakcyjnego, czystego płukanego żwiru o uziarnieniu około 50 mm w ilości 0 – 12 m<sup>3</sup> ➤FOT. 4, 5. Lepszym, ale droższym i bardziej skomplikowanym rozwiązaniem jest zastosowanie czystego żwiru o dwóch granulacjach – w części rozprowadzającej (o uziarnieniu powyżej 60 mm) i akumulacyjnej (o uziarnieniu 30 – 50 mm). Podstawowe zalety żwirowego GWC to wstępne podgrzewanie powietrza zimą, chłodzenie latem oraz filtrowanie powietrza wchodzącego do budynku. Ważne jest to, że większość zanieczyszczeń zostaje zatrzymana wewnątrz złoża, następnie spłukana przez skraplającą się parę wodną i wchłonięta w grunt. Trzeba jednak pamiętać, że co jakiś czas może być konieczne usunięcie zanieczyszczeń, czyli wypłukanie i ponowne ułożenie złoża (zaleca się co 6 – 8 lat). Jest to niemal pewne



Rys. 3. Schemat działania żwirowego gruntowego wymiennika ciepła.

w przypadku zalania i zamulenia żwiru wodami gruntowymi, z powodu powodzi, czy bardzo intensywnych opadów (nieprzyjemny zapach). Czasami konieczne jest wykonanie dwóch żwirowych GWC, aby możliwa była ciągła dostawa świeżego powietrza w odpowiedniej ilości. To oczywiście znacznie podnosi koszt inwestycji, a jej opłacalność staje się problematyczna. Poza tym nie każdy grunt i teren jest odpowiedni dla wymiennika żwirowego, choć zawsze znajdzie się jakieś kompromisowe rozwiązanie zwykle zwiększające koszty przedsięwzięcia.

**wymiennik ciepła** – to opatentowany i dość drogi rodzaj wymiennika bezprzeponowego. Składa się z kilku elementów:

- czerpni powietrza,
- przyłączy wykonanych z rur, z warstwą antybakteryjną,
- systemu płytowych modułów tworzących pustą przestrzeń nad złożem żwirowym (podsypką grubości 5 cm o uziarnieniu 10 – 20 mm),
- termoizolacji ze styropianu grubości 12 cm układanej ze spadkiem 8 – 10° oraz 1,5 m nadładkiem z każdej strony wymiennika,
- folii izolacyjnej.



www.rekuperatory.pl

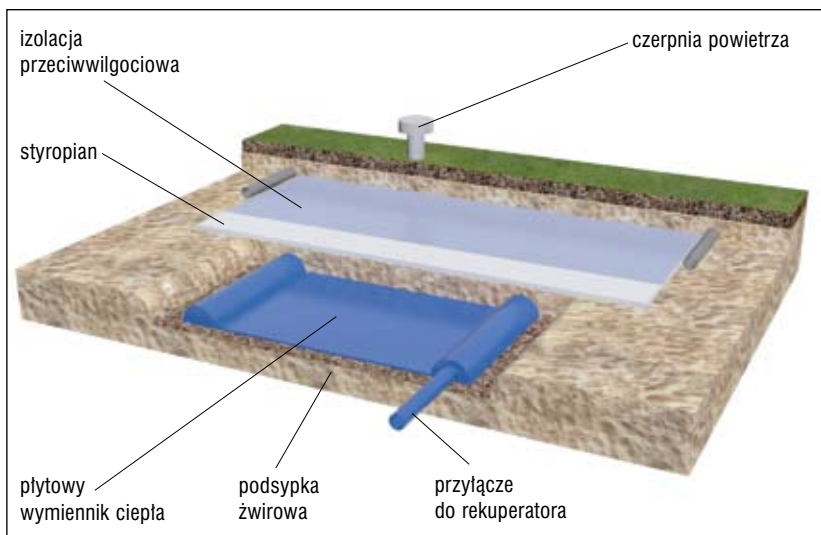
Fot. 4. Żwirowy GWC z widoczną czerpnią powietrza układem rozszacującym i przyłączem do budynku.

Płytowy  
gruntowy



www.rekuperatory.pl

Fot. 5. Żwirowy gruntowy wymiennik ciepła przygotowany do ułożenia warstw izolacyjnych i obsypania gruntem.



Rys. 6. Schemat działania płytowego gruntowego wymiennika ciepła.



Fot. 7. Równne podłoże z zagęszczoną podsypką żwirową to podstawa sukcesu przy płytowym GWC.



Fot. 8. Panele i przyłącza płytowego gruntowego wymiennika ciepła przed obsypaniem gruntem, ułożeniem styropianu itd.

W tym rozwiązaniu powietrze zewnętrzne przepływa w przestrzeni pomiędzy złożem (gruntem), a przykrywającymi go płytami >RYS. 6. Dzięki temu możliwa jest długa praca wymiennika bez konieczności regeneracji gruntu. Zaletą są również małe opory przepływu powietrza oraz wysoka sprawność tego rozwiązania. Trzeba jednak pamiętać, że płytowy GWC musi być wykonany bardzo starannie, najlepiej przez doświadczonych fachowców posiadających odpowiedni sprzęt >FOT. 7, 8. W przeciwnym razie skuteczność jego działania może być bardzo ograniczona (nieopłacalna w stosunku do poniesionych nakładów finansowych). Poza tym wymiennik płytowy, podobnie jak żwirowy wrażliwy jest na zalanie wodą, a jego czyszczenie również polega na wykopaniu i wypłukaniu wymiennika.

### Sprawność gruntowych wymienników ciepła

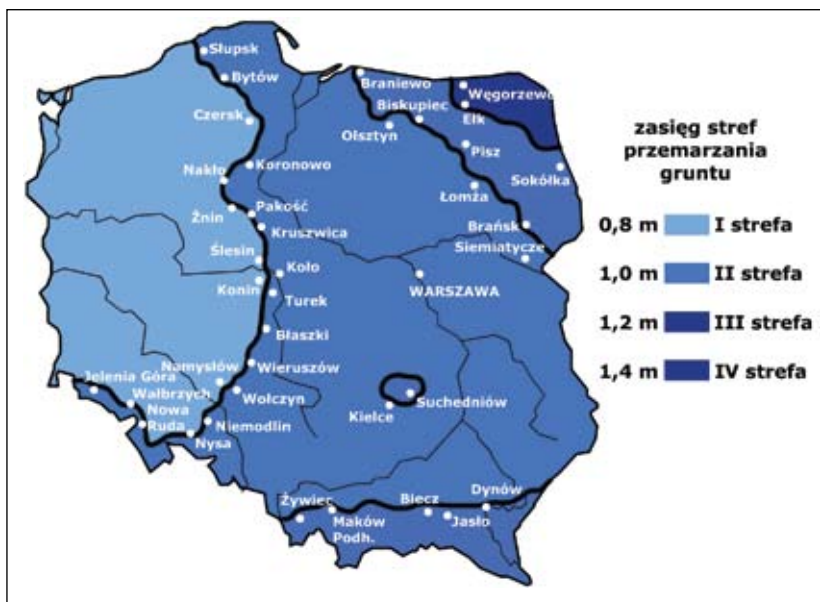
Decydując się na GWC należy zdawać sobie sprawę, że uzyskane efekty energetyczne mogą się dość znacznie różnić nie tylko od danych zamieszczonych w materiałach reklamowych, ale także od oszczędności osiągniętych np. przez sąsiadującego z sąsiedniej miejscowości. Wydajność GWC zależy bowiem od kilku ważnych parametrów.

**Głębokość posadowienia gruntowego wymiennika ciepła** – przede wszystkim zależy od rodzaju wymiennika oraz poziomu wody gruntowej. Oczywiście można przyjąć zasadę, że im głębiej tym lepiej, bo na 4 – 5 m pod ziemią temperatura gruntu jest prawie stała i wynosi około 10°C. To prawda, ale wtedy koszty wykonania GWC gwałtownie rosną. Potrzebny jest zatem rozsądny kompromis. Uznane za optymalne jest ustalenie, że wierzch rur lub złoża żwirowego znajduje się około 30 – 40 cm poniżej strefy przemarzania gruntu >RYS. 9. Oczywiście możliwe jest płytsze posadowienie GWC pod warunkiem ułożenia nad nim warstwy styropianu grubości co

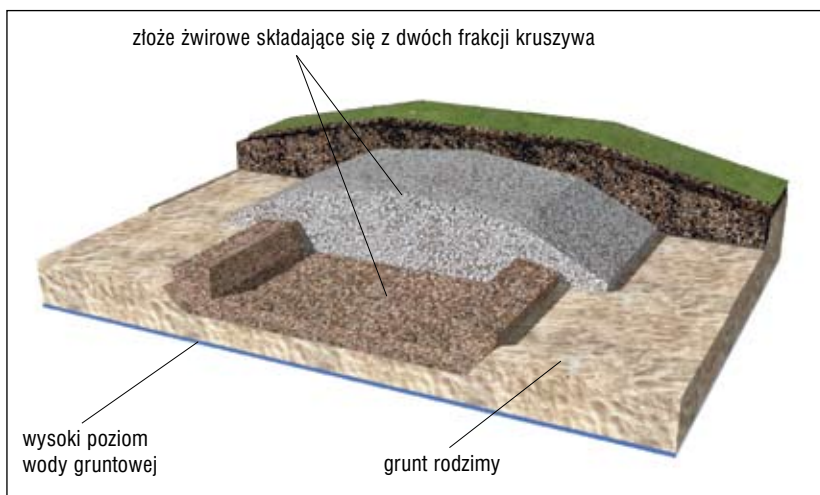
najmniej 10 cm i dodatkowego obciążenia ziemią (wypiętrzenie ponad poziom terenu) ➤RYS. 10, 11. To standardowe rozwiązanie w przypadku wysokiego poziomu wody gruntowej. Jednak stosuje się je również w celu ograniczenia robót ziemnych, czyli kosztów. Plusem jest to, że symuluje się warunki panujące kilka metrów pod powierzchnią terenu. Natomiast minusem to, że nieprzemakalna warstwa styropianu utrudnia regenerację gruntu. Warto bowiem pamiętać, że głównym czynnikiem (nośnikiem ciepła) wpływającym na zmianę temperatury gruntu są opady atmosferyczne. Z tego względu to rozwiązanie powinno się stosować w ostateczności.

**Wymiary gruntowego wymiennika ciepła** – w znacznej mierze zależą od wielkości domu, czyli od ilości wentylowanego (dostarczanego) powietrza. Oczywiście jest przecież, że większy budynek będzie wymagał zastosowania dłuższych rur lub złoża żwirowego o większej objętości. Wtedy wzrastają opory powietrza, czyli sprawność GWC maleje. Ważna jest także wielkość działki budowlanej. Na niewielkim terenie konieczne jest wielokrotne załamywanie rurociągu co powoduje zmniejszenie sprawności wymiennika. Do dużego wzrostu oporów powietrza przyczyniają się także kolana o kącie 90° i dlatego należy stosować tylko kolana o kącie 30° lub 45° ➤RYS. 12, 13.

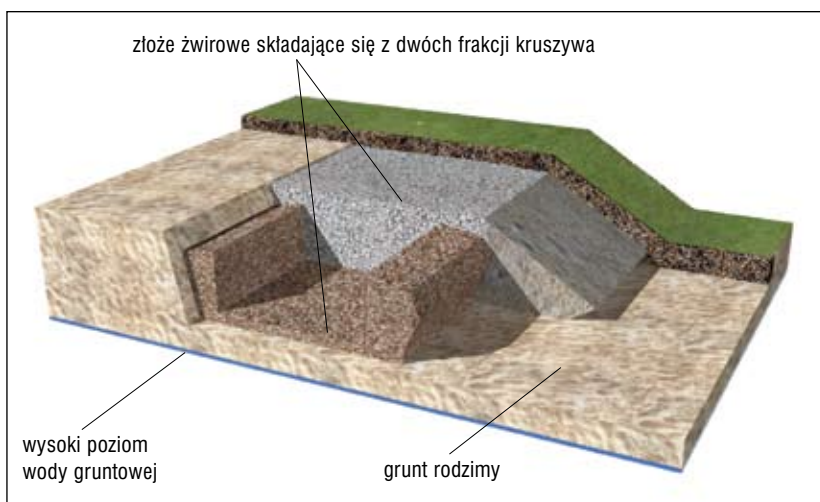
**Rodzaj gruntu** – a zwłaszcza stopień jego wilgotności to niemal kluczowe parametry decydujące o sprawności gruntowych wymienników ciepła. Oczywiście grunty gliniaste są korzystniejsze od piaszczystych, czyli przepuszczalnych, wilgotne lepsze od suchych. Warto pamiętać, że w gruncie gliniastym o wilgotności około 10% można odzyskać około 2 razy więcej energii cieplnej niż w suchym gruncie piaszczystym. Korzystne jest np. okresowe zawilgocenie dna wymiennika żwirowego, ponieważ wtedy szybciej następuje regeneracja złoża.



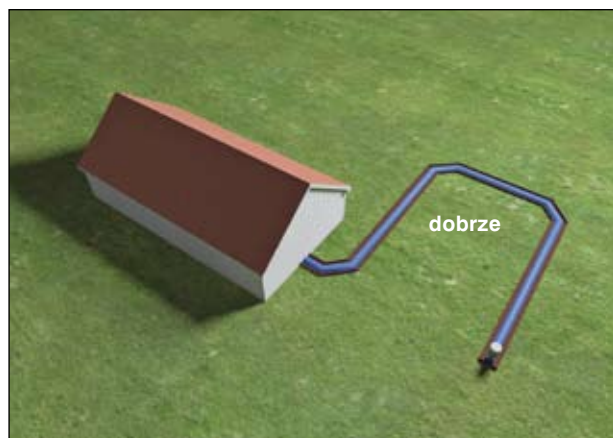
Rys. 9. Strefy przemarzania gruntu w Polsce.



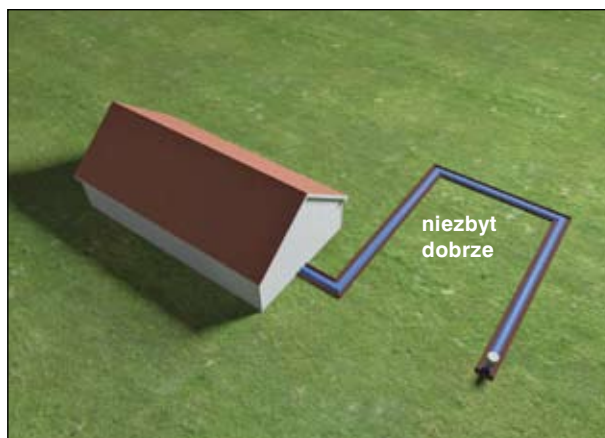
Rys. 10. Wypiętrzenie gruntowego wymiennika ciepła ponad poziom terenu spowodowane wysokim poziomem wody gruntowej.



Rys. 11. Wykorzystanie skarpy (naturalnych warunków terenowych) do budowy gruntowego wymiennika ciepła.



Rys. 12. Dopuszczalny układ grzewczy z rurami ziemnymi z załamaniami pod kątem 90° (duże opory powietrza).



Rys. 13. Dopuszczalny układ grzewczy z rurami ziemnymi z załamaniami pod kątem 90° (duże opory powietrza).

**Różnica temperatury powietrza i gruntu** – powinna być jak największa, ponieważ wówczas efekt działania (sprawność) gruntowych wymienników ciepła jest maksymalny. Dotyczy to głównie okresu zimowego, a w przypadku wymienników

bezprzeponowych, także letniego (chłodzenie powietrza). Oczywiście przy instalacji rekuperatora warto zastosować tzw. by-pass, bo w okresach przejściowych w ciągu dnia bardziej opłacalne może być pobieranie cieplejszego powietrza bezpo-

średnio z czepni usytuowanej np. w ścianie budynku. Jednak w nocy, gdy temperatura powietrza spadnie, zwykle korzystniejsze jest korzystanie z GWC. Oczywiście wskazane jest zastosowanie automatycznych układów sterowniczych.

## O czym warto pamiętać przy budowie GWC?

- Decydując się na budowę gruntowego wymiennika ciepła trzeba zdawać sobie sprawę, że jego projekt powinien być wykonany przez doświadczonego fachowca. Dotyczy to zwłaszcza wymienników rurowych, dla których trzeba wykonać wiele obliczeń. Żwirowe GWC są mniej podatne na błędy z racji dużej bezwładności systemu oraz małych prędkości przepływu powietrza (około 10 cm/s, a nie 2 m/s). Podobnie jest z wykonawstwem, o ile złoże żwirowe można wykonać samodzielnie (znacznie oszczędzając na robociznie), o tyle wymienniki przeponowe, a zwłaszcza płytowe powinny ułożyć przeszkolone ekipy.
- W przypadku rurowych gruntowych wymienników ciepła ważne jest, aby były szczelne. Każde zalanie wodą lub powstałe zastoisko wody jest przecież przyczyną powstania nieprzyjemnego zapachu piwnicy. Problem ten dotyczy również żwirowych GWC szczególnie wtedy, gdy złoże jest zanieczyszczone organicznie lub kruszywo niezbyt dokładnie wytlukane (zawiera frakcje muliste).
- Należy też pamiętać, że wykonywanie gruntowych wymienników ciepła ma sens tylko przy zastosowaniu w domu wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. Po prostu jest to układ wspomagający, który w przypadku prostego rekuperatora krzyżowego może spowodować wzrost jego sprawności nawet o 50%. W rozwiązaniach bardziej zaawansowanych np.

z rekuperatorami przeciwprądowymi, spiralnymi temperatura powietrza nawiewanego może być tylko o 2°C niższa od panującej w pomieszczeniu.

- Trzeba mieć świadomość, że każdy gruntowy wymiennik ciepła wymaga regeneracji. Po prostu ciepło pozyskane z gruntu musi być uzupełnione, a do tego potrzebny jest czas. Oznacza to, że każda instalacja wentylacyjna z GWC powinna być zaopatrzona w dodatkową czepnię powietrza (np. ścienną), ewentualnie podwójny układ wymienników.
- Gruntowych wymienników ciepła nie powinno się sytuować pod budynkami, utwardzonymi drogami, czy placami. Te miejsca stwarzają duże ryzyko uszkodzeń mechanicznych w wyniku osiadania gruntu lub zgniecenia np. przez ciężki samochód asenizacyjny, a wtedy remont wymiennika będzie bardzo trudny i kosztowny. Problematyczna (długotrwała) jest także regeneracja gruntu w takich miejscach.
- Koszt wykonania gruntowego wymiennika ciepła dla domu jednorodzinnego może się wahać od 4 do około 15 tysięcy złotych. W zależności od rodzaju wymiennika, warunków grunto-wodnych, wielkości domu, systemu grzewczego, rodzaju rekuperatora, zwrot nakładów inwestycyjnych (w formie zaoszczędzonej energii cieplnej) następuje zwykle po 4 – 12 latach.