

## POMPY CIEPŁA

W czasach, w których energia staje się coraz droższa i prawdopodobnie jej koszty będą się zwiększały w szybkim tempie, warto pamiętać o tym, że koszty ogrzewania i przygotowania ciepłej wody dla typowego domu stanowią ponad 70% całkowitych kosztów jego utrzymania. Obok zmniejszenia zapotrzebowania ciepła przez zastosowanie dobrej izolacji termicznej, znaczny potencjał redukcji zużycia energii zawiera w sobie technika grzewcza. Poważne oszczędności, sięgające nawet 70%, może przynieść ogrzewanie pompami ciepła, wykorzystując zakumulowane w gruncie ciepło słoneczne i energię cieplną Ziemi.

Każdy zastanawiający się nad wykorzystaniem tej energii powinien być zorientowany w jej podstawach, aby wiedzieć, czego wymagać od projektantów i wykonawców pomp ciepła, gdyż niestety i w tej dyscyplinie zdarzają się osoby nadużywające zaufania w celu uzyskania korzyści wynikających ze zbyt dużego zakresu prac, co pociąga za sobą dodatkowe korzyści finansowe wykonawcy i koszty inwestora.

Pompy ciepła są dzielone na: wysokotemperaturowe (wysokiej entalpii) i niskotemperaturowe (niskiej entalpii). Umowną granicą między nimi jest temperatura 20°C, która w Polsce występuje na ogół na głębokości kilkuset metrów.

W ostatnich 15 latach geotermia niskotemperaturowa wykorzystująca technologię pomp ciepła przeżywa prawdziwy rozkwit, zwłaszcza w Ameryce Północnej i w niektórych krajach Europy Zachodniej. Intensywny rozwój systemów niskotemperaturowych ma miejsce głównie dzięki temu, że są one dostępne już dla niewielkich inwestycji, jak np. osiedla, domy jednorodzinne, domy wczasowe, domy opieki społecznej, budynki biurowe, kościoły, zakłady produkcyjne, itp. Również w Polsce od kilkunastu już lat wykorzystanie niskotemperaturowego ciepła ziemi do celów grzewczych szybko się rozwija, a koszt pozyskiwanego w ten sposób ciepła staje się konkurencyjny w stosunku do konwencjonalnych źródeł energii. Jest to zasługą zwiększania współczynnika efektywności energetycznej pomp ciepła (COP - (ang. Coefficient Of Performanc) oznaczającego stosunek wytworzonej ciepłej do ilości energii elektrycznej zużytej na jej wytworzenie.

Należy podkreślić, że współczynnik COP określa tylko chwilową efektywność pracy pompy ciepła w ustalonych warunkach a dla oceny efektów zastosowania pompy ciepła w dłuższym okresie, stosowany jest współczynnik SPF (ang. Seasonal Performance Factor) lub nazywany w krajach niemieckojęzycznych jako JAZ (niem. Jahresarbeitszahl), który określa sezonową (roczną) efektywność pracy pompy ciepła. Tak więc wartość tego współczynnika ujmuje różne warunki temperaturowe pracy pompy i jest bliższa późniejszej rzeczywistej efektywności pracy urządzenia. Zgodnie z decyzją Komisji Unii Europejskiej z dnia 1 marca 2013 r. obowiązującym pojęciem sprawności pomp ciepła jest SPF. Dla tego wskaźnika wspomniana decyzja KE określiła dla Polski (znajdującej się w strefie klimatu chłodnego) wartość minimalną przy pobieraniu ciepła z gruntu równą 3,5.[Decyzja KE, ... 2013].

### **Schemat ideowy gruntowych pomp ciepła oraz charakterystyka cieplna płytkich warstw skorupy ziemskiej.**

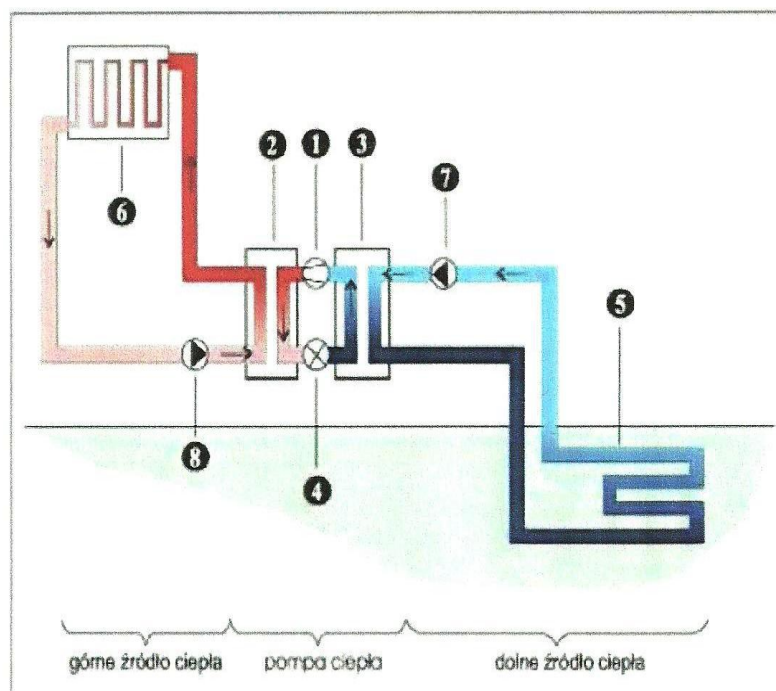
Każda inwestycja o której mówimy składa się z 3 podstawowych elementów

- dolnego źródła ciepła (wymienniki),
- właściwej pompy ciepła,
- górnego źródła ciepła (grzejniki).

W dolnym źródle następuje pobór energii cieplnej, która we właściwej pompie jest wzbogacana i przekazywana do górnego źródła, którym są elementy grzejne ułożone w ogrzewanym obiekcie.

Dolny źródłem może być szeroko rozumiane ciepło ziemi, powietrze atmosferyczne lub proces rozkładu substancji charakteryzujący się wytwarzaniem ciepła, np. substancji

organicznej (gnojówka). Energia ta jest pobierana przez wymienniki, którymi krąży specjalna ciecz. Ciecz ta we właściwej pompie ciepła przekazuje tę energię innemu składnikowi, który paruje przechodząc w stan gazowy (w parowniku) pobierając ciepło, następnie jest sprężany (w sprężarce) co powoduje podniesienie jego temperatury (którą przekazuje cieczy krążącej w górnym źródle), a następnie jest rozprężany i skraplany w zaworze rozprężnym, czemu towarzyszy obniżenie temperatury i ponowne paruje w parowniku.



Rys. 1. Schemat ideowy instalacji gruntowej pompy ciepła [Kapuściński. J, Rodzoch A., 2010]

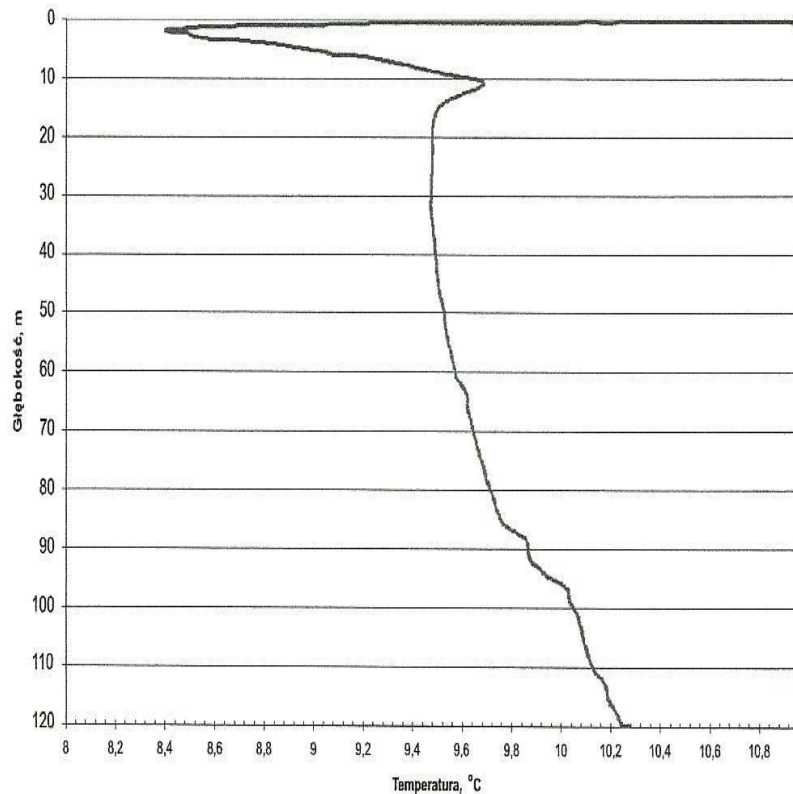
1 – sprężarka, 2 – skraplacz, 3 – parownik, 4 – zawór rozprężający, 5 – dolne źródło ciepła, 6 – górna źródło ciepła, 7 – pompa cyrkulacyjna dolnego źródła ciepła, 8 – pompa obiegowa instalacji c.o. i c.w.u.

Szerzej zajmiemy się przybliżeniem wiedzy o dolnych źródłach ciepła pobierających energię zgromadzoną w płytkich formacjach geologicznych, bo te znajdują się w obszarze naszego zainteresowania. Firma nasza przy współpracy z firmą INGEO Sp. z o.o. zajmuje się wykonawstwem projektów i ich realizacją w zakresie dolnych źródeł ciepła w postaci kolektorów (sond) pionowych.

Wymienniki te składają się z kolektorów poziomych lub kolektorów (sond) pionowych będących rurami polietylenowymi, wypełnionymi wodnym roztworem glikolu. Sondy pionowe są osadzone we wcześniej wykonanych otworach wiertniczych. Pompa cyrkulacyjna dolnego źródła wymusza, w obiegu zamkniętym, przepływ ogrzanego w gruncie roztworu w kierunku parownika, gdzie oddaje ciepło.

W przedziale głębokości znajdującym się na ogół w obszarze zainteresowań geotermii niskotemperaturowej (0 – 150 m) występują w Polsce na ogół trzy strefy charakteryzujące się odmiennym pochodzeniem zmagazynowanego ciepła.

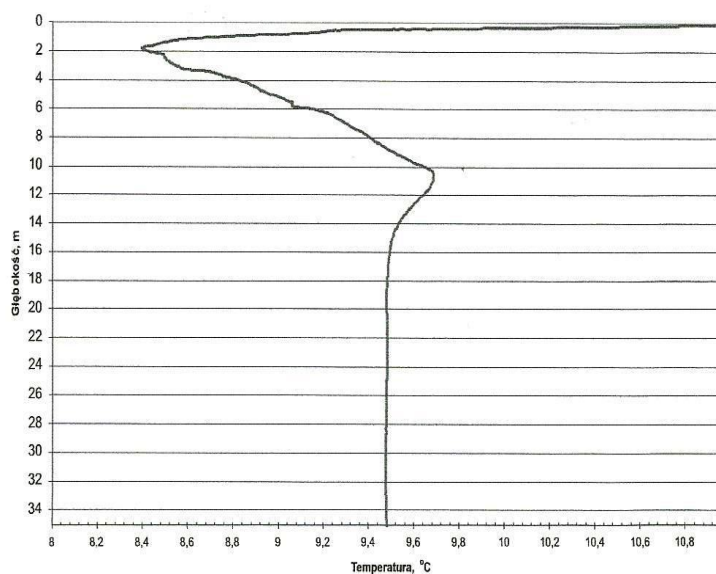
Dobrze widać to na przykładzie profilu geotermicznego przedstawionego na rys. 2.



Rys. 2. Profil temperaturowy otworu w Łodzi (głębokość 0 -120 m) [Śliwa i inni, 2011]

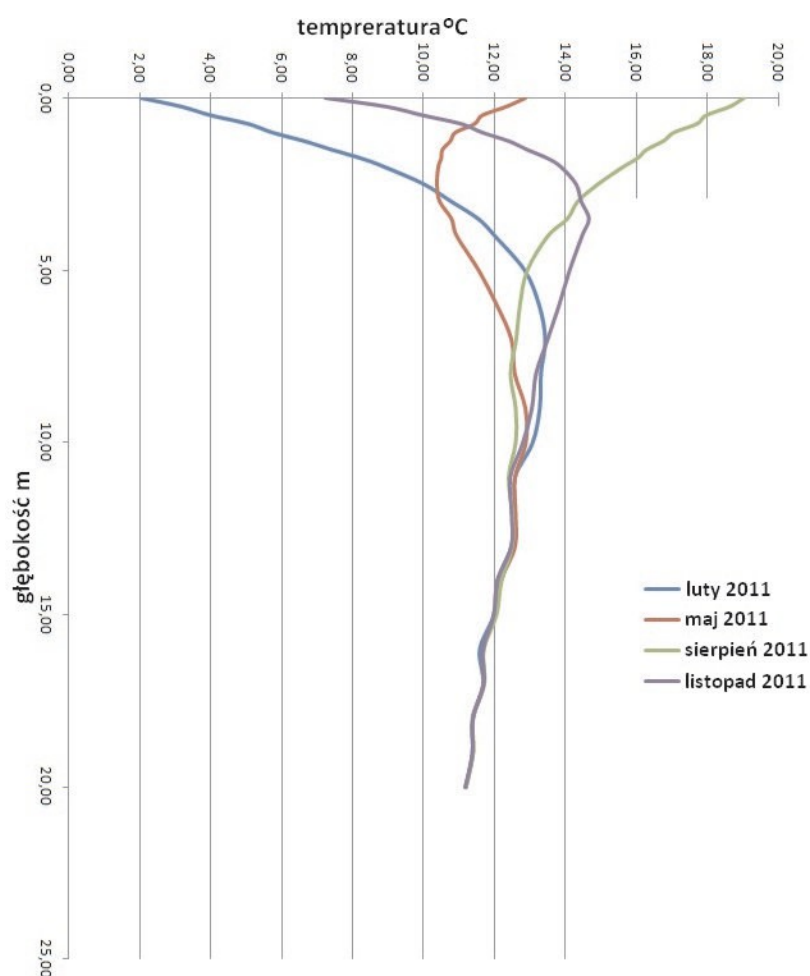
Pierwszą (przypowierzchniową) strefę lepiej widać rys. 3, (będącym powiększeniem górnego wycinka rys. 2) pokazującym szczegółowiej rozkład temperatur w interwale 0 – 35 m. Pomiary temperatury były wykonywane w okresie zimowym (12 – 15.2008 r.), co zaznaczyło się wyraźnym obniżeniem temperatury gruntu do głębokości ok. 9 m.

W przedziale 9 – 16 m obserwujemy podniesienie temperatury prawdopodobnie związane z ostatnim okresem letnim i infiltracją stosunkowo ciepłych opadów atmosferycznych związanych z tym okresem. Tak więc wpływy roczne temperatur sięgają tu ok. 16 m.



Rys. 3. Profil temperaturowy otworu w Łodzi (głębokość 0 – 35 m) [Śliwa i inni, 2011]

Sezonową zmienność temperatur w zależności od głębokości pokazuje rys. 4.



Rys. 4. Przebieg zmian temperatury w funkcji głębokości w otworze MMV-1 w miesiącach: luty, maj sierpień, listopad w roku 2011 [Bujok P. i inni, 2012]

Jak dobrze widać na rys. 4 w strefie tej mamy do czynienia ze znaczną roczną amplitudą wahań temperatury.

Głębiej – (w przedziale 16 – 40m) występuje strefa druga (neutralna) w której ciepło pochodzi z powierzchni ziemi lecz zostało dostarczone tam w nieodległej przeszłości naszej planety, w okresach ciepłych oraz ciepła współczesnego wnikającego razem z wodą opadową w ostatnich latach. Strefa ta charakteryzowana jest przez temperaturę niezależną od gradientu geotermicznego oraz rocznych wahań temperatury wynikających ze zjawisk meteorologicznych i nie ulega zmianom. Jej głębokość jest w Polsce zmienna i w niektórych częściach naszego kraju sięga ponad 100 m (obszar północno- wschodniej Polski).

Poniżej głębokości 40 m możemy już mówić w profilu pokazanym na rys. 2 o strefie trzeciej z energią cieplną związaną z procesami zachodzącymi w głębi Ziemi. Strefę trzecią charakteryzuje stały wzrost temperatury w miarę zwiększania się głębokości, zgodnie z gradientem geotermicznym.

Kolektory poziome układane są w strefie 1, poniżej strefy przemarzania (na ogół na głębokości ok. 1,3 m) i korzystają z ciepła zmagazynowanego w ostatnim okresie letnim w wyniku promieniowania słonecznego i infiltracji wody opadowej.

Kolektory pionowe, najczęściej mają głębokość nie przekraczającą 150 m. W strefie do głębokości ok. 15 m praktycznie nie pobierają ciepła Ziemi.

Przedstawiony obraz uściśla parametry termiczne ośrodka skalnego (gruntowego): przewodność cieplna ośrodka z konwekcyjnym przenoszeniem ciepła i jego pojemność cieplna oraz warunki krążenia wód podziemnych. Należy pamiętać, że w trakcie pracy pompy ciepła dochodzi do wychłodzenia ośrodka gruntowego związanego z poborem energii cieplnej. Płynące wody podziemne mogą w sposób istotny poprawić bilans termiczny dolnego źródła pompy ciepła. Znany jest autorom przypadek, gdy dopływająca woda podziemna uzupełniała w ciągu doby ubytek energii cieplnej w takim stopniu, że pompa mogła pracować przy prawie stałej temperaturze gruntu.

Należy podkreślić, że w polskich warunkach pionowe kolektory na ogół nie przekraczają głębokości 100 m, gdyż ustawa Prawo geologiczne i górnicze stworzyła warunki prawne ułatwiające ich wykonanie do tej głębokości. Jest to jednocześnie głębokość, która pozwala w sposób ekonomiczny uzyskać wymaganą ilość ciepła do ogrzania i dostarczenia ciepłej wody użytkowej do większości wznoszonych obiektów.

Zadaniem hydrogeologów projektujących dolne źródła ciepła jest możliwe dokładne ocenienia parametrów termicznych ośrodka gruntowego i warunków krążenia wód podziemnych oraz znalezienie takich rozwiązań technicznych, które by maksymalnie wykorzystywały naturalne warunki hydrogeologiczne, bo razem wzięte decydują o efektywności energetycznej inwestycji.

### **Uwarunkowania prawne wykorzystania ciepła Ziemi**

Zgodnie z przepisami ustawy Prawo geologiczne i górnicze, projektowanie i wykonywanie badań na potrzeby wykorzystania ciepła Ziemi z głębokości przekraczającej 30 m jest pracą geologiczną i wymaga sporządzenia projektu prac geologicznych, który podlega zgłoszeniu właściwemu organowi administracji geologicznej. Do wykonania robót geologicznych można przystąpić, jeżeli w terminie 30 dni od dnia przedłożenia projektu tych prac właściwy organ nie wniesie w drodze decyzji sprzeciwu. Projekt prac geologicznych powinien określać jednoznacznie cel zamierzonych prac oraz sposób ich osiągnięcia, harmonogram prac, przestrzeń, w obrębie której mają być wykonywane roboty geologiczne, a także przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska, w tym zwłaszcza wód podziemnych. Po odwierceniach otworów pod pionowe sondy sporządza się dokumentację geologiczną omawiającą wyniki robót i badań geologicznych.

W przypadku przekroczenia głębokości 100 m wiertnia staje się zakładem górniczym i dla inwestycji wymagane jest dodatkowe opracowanie planu ruchu zakładu górniczego.

Na ogólnie obowiązujące przepisy prawa budowlanego składają się przepisy ustawy Prawo budowlane oraz innych ustaw, w tym między innymi ustawy Prawo geologiczne i górnicze, ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, ustawy Prawo wodne.

Z uwagi na to, iż w świetle przepisu art. 3 pkt. 1 ustawy Prawo budowlane przez obiekt budowlany rozumie się budynek wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi, zaleca się uwzględnienie wymiennika ciepła od razu przy projekcie budynku – wówczas otrzyma się pozwolenie na budowę obiektu z uwzględnieniem instalacji (wymyennikiem ciepła). Przystępując do realizacji inwestycji, jaką jest budowa instalacji do pozyskania ciepła Ziemi,

przeprowadza się odpowiednio odrębne postępowania: zgłoszenie projektu prac geologicznych do właściwego organu administracji geologicznej oraz o wydanie pozwolenia na budowę budynku, do którego będzie podłączona instalacja. W przypadku projektowanego wymiennika ciepła wykorzystującego otwory studzienne o poborze powyżej 5m<sup>3</sup> na dobę lub o głębokości powyżej 30 m inwestora obowiązują dodatkowo przepisy ustawy Prawo wodne mówiące o konieczności uzyskania pozwolenia wodnoprawnego. Odrębne postępowanie dotyczy również konieczności dostosowania instalacji do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego.

### **Możliwości naszej firmy w procesie projektowania i realizacji pomp ciepła**

Firma nasza we współpracy z INGEO Sp. z o.o. jest przygotowana do wykonywania samych projektów dotyczących dolnego źródła ciepła oraz do kompleksowej realizacji inwestycji. Zarówno w części dotyczącej projektowania i wykonania wierceń łącznie z ich zabudową pionowymi sondami, łącznie z udokumentowaniem robót zgodnie z wymaganiami ustawy Prawo geologiczne i górnicze jak i projektowania i wykonawstwa instalacji wewnętrznych.

Jak wynika z analizy pola cieplnego Ziemi przedstawionego na rysunkach 2, 3 i 4 nie rekomendujemy wykonywania sond pionowych o głębokościach mniejszych niż 30 m ze względu na wątpliwy efekt ekonomiczny inwestycji, choć jej wykonanie nie podlega prawu geologicznemu i górniczemu, co nieco przyspiesza realizację przedsięwzięcia.

### **Literatura**

- Bujok P. i inni, 2012: Ocena wpływu warunków klimatycznych na bilans energetyczny górotworu na obszarze poligonu badawczego VSB – TU Ostrawa. AGH Drilling Oil Gas, Vol.29,No. 1.
- Decyzja Komisji z dnia 1 marca 2013 r. ustanawiająca wytyczne dla państw członkowskich dotyczące obliczania energii odnawialnej z pomp ciepła w odniesieniu do różnych technologii pomp ciepła na podstawie art. 5 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2009/28/WE (2013/114/UE).
- Kapuściński J., Rodzoch A., 2010: Geotermia niskotemperaturowa w Polsce i na **świecie**. Warszawa.
- Prawo geologiczne i górnicze. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Dz. U. 2011 nr 163 poz.981
- Śliwa T. i inni, 2011: Największa w Polsce instalacja grzewczo-chłodnicza bazująca na otworowych wymiennikach ciepła. Wiertnictwo Nafta Gaz. Tom 28, zeszyt. 3 .