

Ważnymi czynnikami rzutującymi na efektywność pozyskania energii geotermalnej jest - oprócz wartości mocy termicznej - położenie zwierciadła wód podziemnych, wartość depresji podczas eksploatacji złoża oraz stabilność wydajności w czasie. Podczas oceny efektywności konkretnej inwestycji geotermalnej czynniki te winny być każdorazowo analizowane i uwzględniane.

3.7. Energia z odwadniania kopalń

Energia zawarta w wodach i powietrzu kopalnianym pochodzi z ciepła generowanego w skorupie ziemskiej a zakumulowanego w górotworze oraz płynach wypełniających jego pory i szczeliny. Układ komór, korytarzy i wyrobisk kopalnianych stanowi system sztucznych szczelin, które w normalnych warunkach eksploatacji kopalń wypełnia przede wszystkim powietrze. W zlikwidowanych lub likwidowanych kopalniach, w których zaniechano procesu odwadniania, miejsce powietrza stopniowo zajmuje woda. Wody kopalniane wypompowuje się na powierzchnię, gdzie mogą być częściowo wykorzystywane w procesach technologicznych, ich nadmiar odprowadza się do cieków powierzchniowych.

Wody kopalniane stanowią naturalny i łatwy do wykorzystania nośnik umożliwiający transport energii geotermicznej na powierzchnię ziemi. Ze względu na to, że w podziemnej części kopalń nie ma zapotrzebowania na ciepło (wręcz przeciwnie, warunki pracy w pewnych miejscach wymuszają stosowanie urządzeń klimatyzacyjnych) jego zagospodarowanie możliwe jest dopiero na powierzchni. W przypadku kopalń podziemnych, w których eksploatacja bogactw naturalnych odbywa się systemem korytarzy i wyrobisk temperatura wypompowywanych na powierzchnię wód kopalnianych zależy od parametrów hydrogeologicznych (głębokości na jakiej zalegają utwory geologiczne, z których woda pochodzi, lokalizacji obszarów zasilania w wodę, lokalnej budowy geologicznej i warunków geotermicznych) oraz eksploatacyjnych (czas i powierzchnia kontaktu lustra wody z powietrzem wentylującym wyrobiska oraz powietrzem atmosferycznym, temperatura i wilgotność powietrza). W praktyce na powierzchni, w miejscach gdzie można wody kopalniane ująć i wykorzystać w celach energetycznych, ich temperatura rzadko przekracza 22°C. Dzieje się tak mimo wysokiej temperatury pierwotnej skał, z których pochodzą wody na skutek parowania i wymiany ciepła z powietrzem. Wypompowywanie wody najczęściej prowadzone jest w okresach poza szczytem energetycznym – energia napędowa

konsumowana przez pompy odwadniające jest wówczas najtańsza. Jest to przyczyną braku całkowitej zgodności czasowej (koherentności) w zapotrzebowaniu na energię cieplną i możliwości jej pozyskania z wód kopalnianych. Woda gromadzona jest w komorach pompowych lub specjalnych zbiornikach. Z punktu widzenia zagospodarowania energii cieplnej zawartej w wodach kopalnianych obowiązuje zasada, że korzystne jest otrzymanie na powierzchni ziemi wody o jak najwyższej temperaturze. Woda charakteryzująca się wyższą temperaturę niesie większy ładunek energii w jednostce objętości (ma wyższą entalpię właściwą) i konsumpcja energii elektrycznej na napęd pomp przetłaczających w stosunku do otrzymanej ilości energii cieplnej jest niższa. Poza tym podwyższona temperatura przetłaczanej wody ma pozytywny wpływ na ograniczenie konsumpcji energii elektrycznej zużywanej przez pompy obiegowe (lepkość wody maleje wraz ze wzrostem temperatury powodując spadek oporów przepływu).

Pod względem składu chemicznego wody pochodzące z odwadniania kopalń zazwyczaj odbiegają od wymogów, jakie wino spełniać woda w instalacjach ciepłowniczych. Problemy, na jakie można natrafić w przypadku ich eksploatacji wynikać mogą z: ich korozyjnego działania (jeżeli woda posiada własności korozyjne to jej negatywny wpływ na elementy instalacji rośnie zazwyczaj wraz z temperaturą) lub wytrącania osadów. Problem wytrącania osadów jest ważny, ponieważ powoduje pogorszenie z czasem warunków wymiany ciepła i wzrost oporów przepływu. Występowanie omawianego zjawiska nasila ochładzanie wody – co jak wiadomo przyczynia się do wzmożonego wytrącania osadów (rozpuszczalność substancji stałych w cieczach maleje wraz ze spadkiem ich temperatury).

Metodyka szacowania potencjału energii z wód kopalnianych

Do oszacowania ilości energii możliwej do pozyskania z wód kopalnianych wykorzystano dane pochodzące z ankiet rozesłanych do gmin województwa śląskiego oraz danych udostępnianych przez Główny Instytut Górnictwa.

Jako potencjał teoretyczny (Ryc.II.27) przyjęto całkowitą energię jaką można by uzyskać schładzając wodę do temperatury 0°C. Maksymalną moc uzyskiwaną ze strumienia wody obliczyć można ze wzoru:

$$P_{\max} = c_w \rho (T_1 - T_2) V_{\text{sr}} \quad [\text{W}] \quad (\text{II.17})$$

gdzie:

c_w – ciepło właściwe wody [J/(kg·°C)],

ρ – gęstość wody [kg/m³],

V_{sr} – średni strumień wypompowywanej wody [m³/s],

T_1 – temperatura wypompowywanej wody [°C],

T_2 – minimalna temperatur do której schładzana jest woda [°C].

Całkowita energia możliwa do pozyskania w okresie roku równa wyrażona jest wzorem:

$$E_{\max} = P_{\max} \cdot 0,032 \quad [\text{GJ}] \quad (\text{II.18})$$

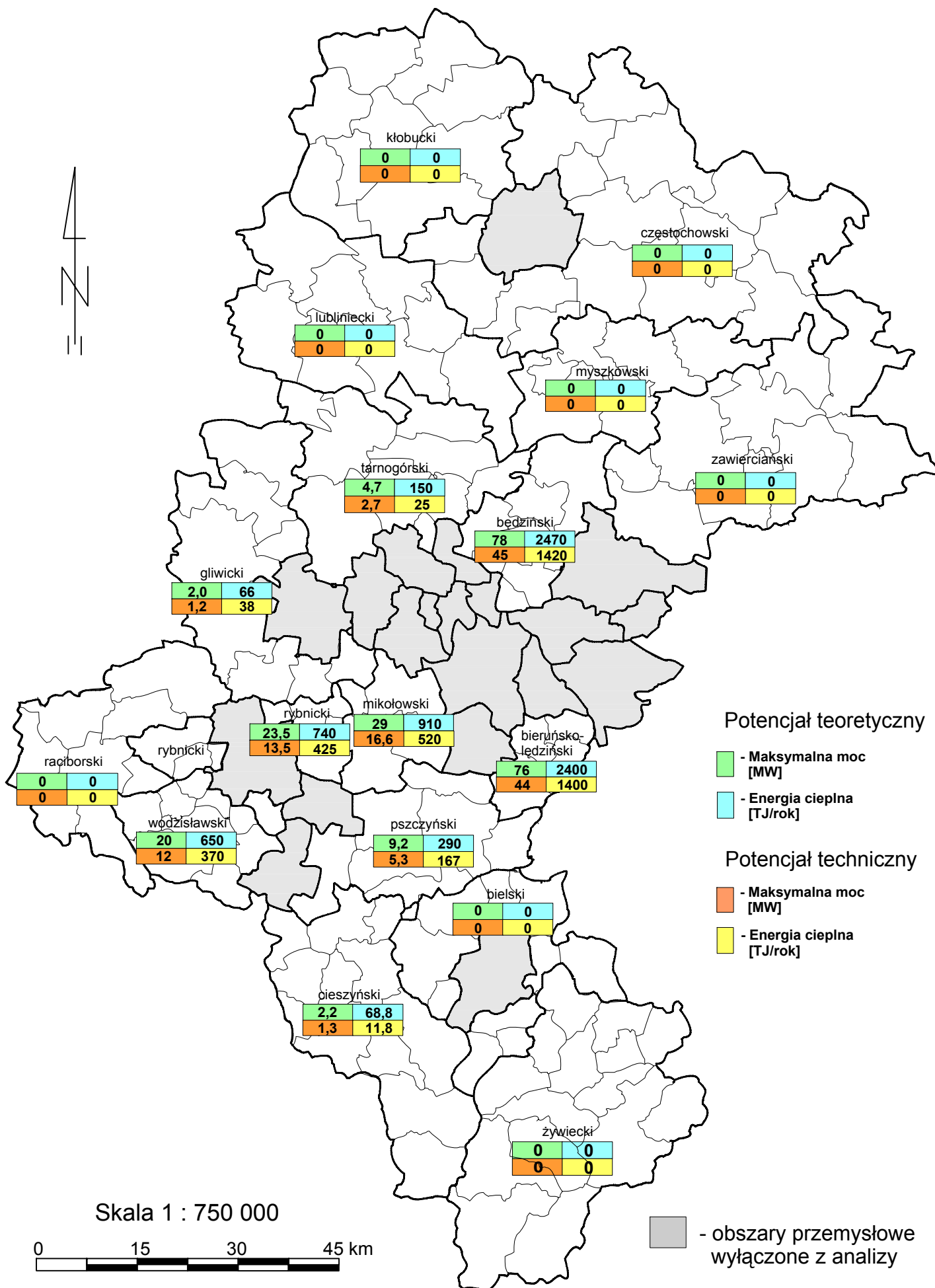
Potencjał techniczny (Ryc.II.27) ograniczony jest sprawnością całego systemu pozyskania energii η , a całkowita energia produkowana przez system w ciągu roku ograniczona jest współczynnikiem rocznego wykorzystania mocy cieplnej określonego na poziomie 0,3.

$$E_{\text{tech}} = E_{\max} \cdot 0,3 \cdot \eta \quad [\text{GJ}] \quad (\text{II.19})$$

Instalacje do pozyskiwania energii z wód kopalnianych

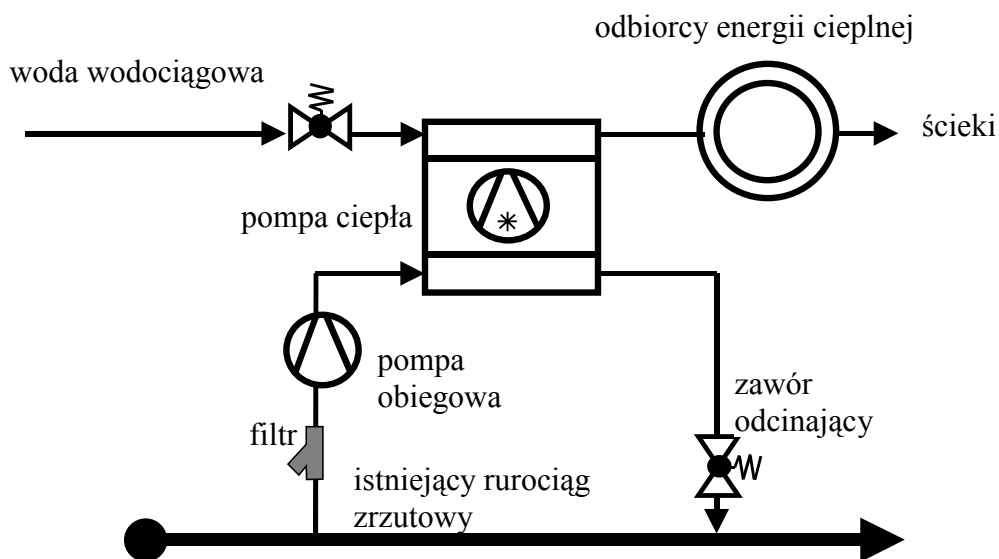
Wykorzystanie energii cieplnej niesionej przez wodę pochodzącą z odwadniania kopalń wymagać może zatem stosowania pośrednich wymienników ciepła (łatwiejszych do czyszczenia i bardziej odpornych na korozję niż elementy innych urządzeń). Dobór wymiennika uzależniony jest od wielu parametrów i jest sprawą indywidualną dla danego rozwiązania. Generalnie panuje zasada, że w przypadku niskich temperatur i niewielkich różnic temperatury między wodą kopalnianą a wodą technologiczną zaleca się stosowanie wymienników płytowych; w przypadku dużej korozyjności lub znacznego wytrącania osadów rozważyć należy wymienniki płaszczowo-rurowe (np. typu JAD).

Rycina II.27. Energia wód kopalnianych

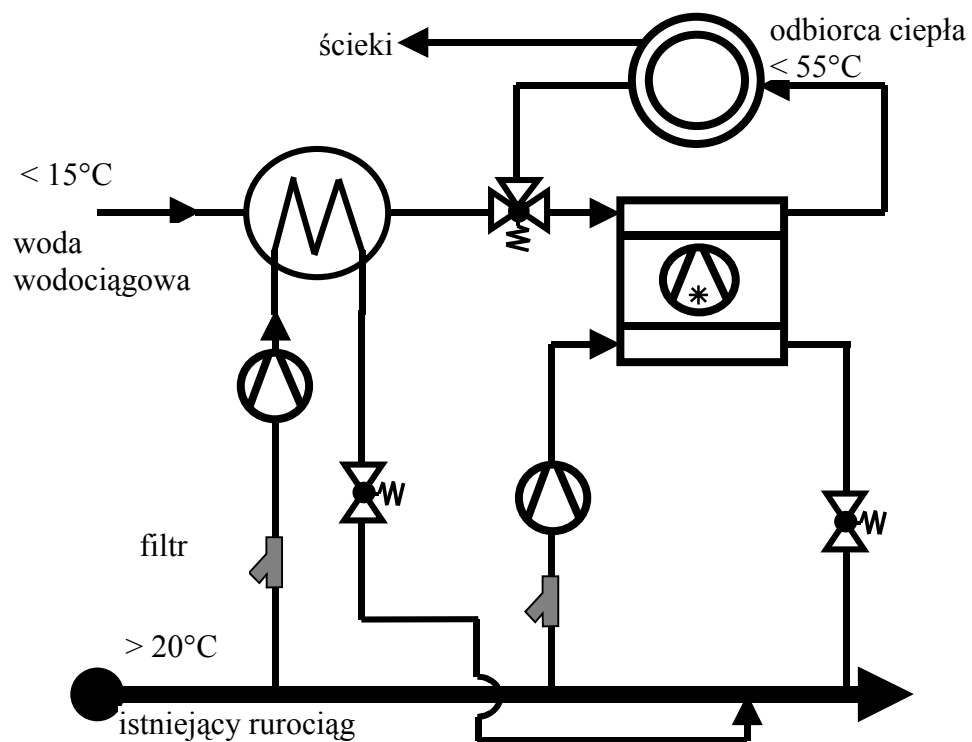


Układy technologiczne rozpatrywanych instalacji mogą być oparte na różnych schematach. Dzięki zastosowaniu pompy ciepła (lub ich systemu) możliwe jest podniesienie temperatury wody technologicznej do wymaganego poziomu (wykorzystując wodę kopalnianą jako źródło ciepła, tzw. dolne źródło ciepła – ryc.II.28). Zaletą tego rozwiązania jest możliwość ograniczenia mocy zamówionej od dystrybutora energii (tym samym ograniczenia kosztów stałych związanych z zakupem nośników energii) i prosty układ technologiczny – wadą może się okazać wysoki koszt inwestycyjny.

Alternatywą dla takiego rozwiązania jest schemat kaskadowego (kilkustopniowego) wykorzystania energii. Efektywny może się on okazać w przypadku przygotowania ciepłej wody użytkowej np. dla łaźni. Przykładowo w układzie dwustopniowym odzyskuje się energię wód wykorzystując wymiennik na pierwszym stopniu dogrzewu, redukując w ten sposób moc pompy ciepła stosowanej na drugim stopniu kaskady (ryc.II.29). Zaletą takiego rozwiązania jest niższy koszt zakupu urządzeń i ich eksploatacji.



Ryc.II.28. Schemat jednostopniowego wykorzystania wód kopalnianych przez pompę ciepła



Ryc.II.29. Schemat dwustopniowego wykorzystania wód kopalnianych na potrzeby przygotowania CWU w łaźniach