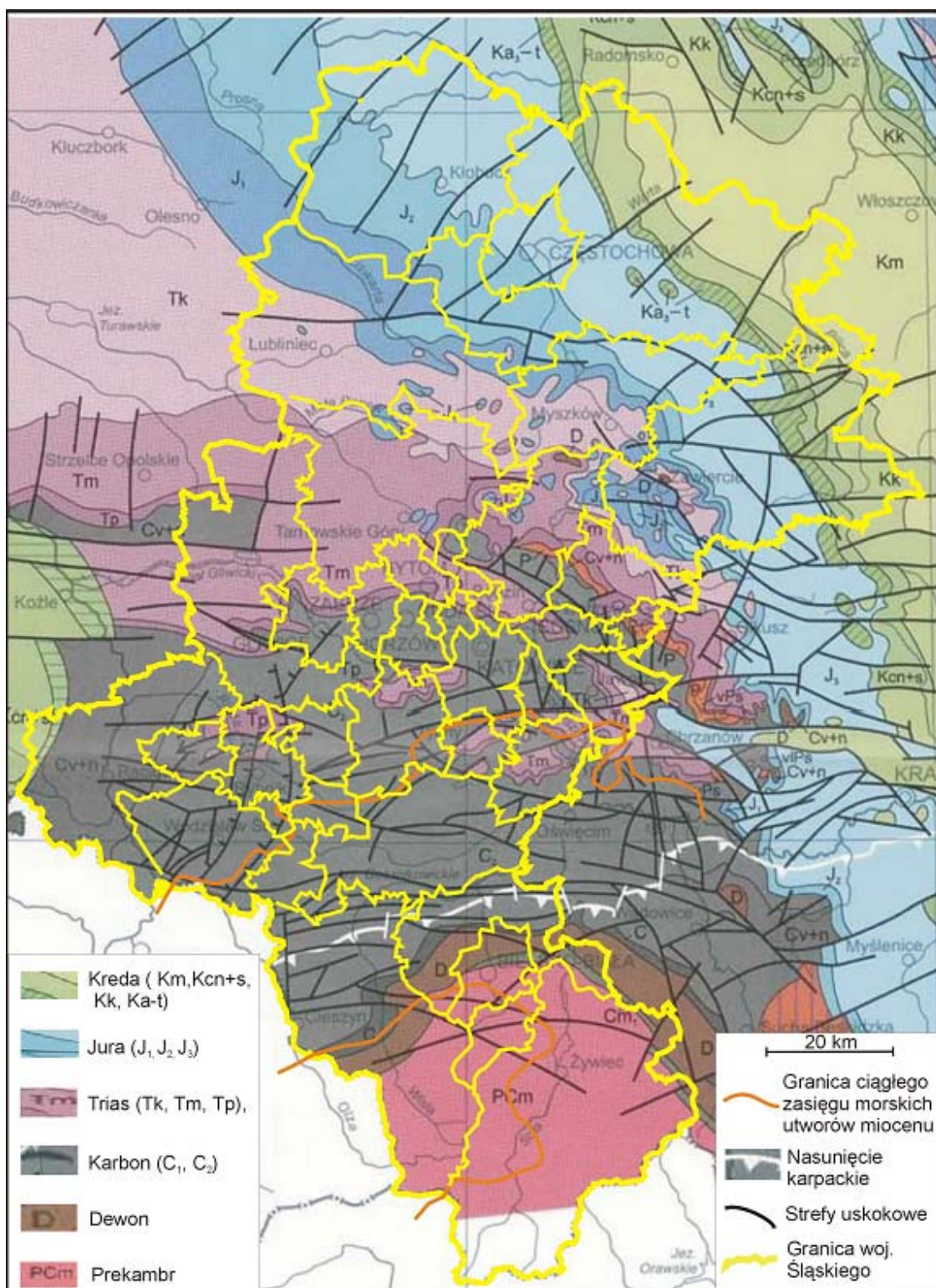


- ↳ monoklina śląsko-krakowska w północnej i środkowej części województwa jako przedłużenie monokliny przedsudeckiej południowej. Jej zasięg wyznacza obszar występowania utworów jury i triasu.
- ↳ zapadlisko górnośląskie na obszarze występowania podtrzęciorzędowych wychodni karbonu górnego.
- ↳ zapadlisko przedkarpackie, którego północną granicę wyznacza zasięg morskich osadów miocenu
- ↳ Karpaty fliszowe

### Niecka miechowska

Niecka miechowska występuje na obszarze powiatu częstochowskiego i zawierciańskiego. Na jej obszarze zbiorniki wód termalnych związane są z utworami kredy (głównie cenomanu i albu), jury i triasu. Pozostałe utwory (paleozoiczne i prekambryjskie) wykazują niekorzystne parametry zbiornikowe (w przypadku utworów permu brak jest wiarygodnych danych).

*Zbiornik kredowy* występuje na maksymalnych głębokościach do 200 m i pomimo bardzo dobrych parametrów zbiornikowych i wydajności do 100 m<sup>3</sup>/h, ze względu na niskie temperatury wód (około 10 – 15°C) jego wykorzystanie w celach geotermalnych jest ograniczone. Zbiornik kredowy zbudowany jest z piaskowcowych utworów cenomanu i albu a występujące tu wody są z reguły słodkie. Wody znajdują się w warunkach artezyjskich i subartezyjskich. Na podstawie analizy danych otworowych, można założyć, że wydajności dla optymalnego otworu (właściwy dobór płuczki, prawidłowe udostępnienie pełnego interwału utworów zbiornikowych, odpowiednio dobrana średnica rur eksploatacyjnych i rodzaj filtru) mogą osiągać wartości rzędu 50 (strefa zachodnia niecki) – 100 m<sup>3</sup>/h (strefa wschodnia). Przy standardowo założonym schłodzeniu wód w systemach pomp ciepła do 5°C daje to średnią moc termiczną około 0,6 MW z jednego otworu i energię cieplną 6,0 TJ/rok przy współczynniku wykorzystania mocy 0,3 (potencjał techniczny, Ryc.II.26).



Ryc.11.25. Jednostki geologiczne województwa śląskiego na tle granic powiatów (wg mapy Geologicznej Polski bez utworów kenozoiku pod red. R.Dadleza, S.Marka, J.Pokorskiego)

*Zbiornik jurajski* na obszarze niecki miechowskiej występuje na głębokościach do około 1000 m i posiada tu bardzo korzystne parametry zbiornikowe. Temperatury wód dochodzą do 30°C w piaskowcowym poziomie doggeru i liasu oraz do 25°C w płytszym, wapiennym poziomie malmu. Główny zbiornik tworzą wapienne utwory malmu i piaskowce liasu o średniej temperaturze wód około 25°C i zmiennej wydajności od 25 nawet do 400 m<sup>3</sup>/h. Wody są słabo zmineralizowane lub słodkie i występują w warunkach subartezyjskich i sporadycznie artezyjskich. W strefach znacznych wydajności wód (rejon Koniecpola) stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 3,0 MW i energii cieplnej około 30 TJ/rok. Wartości te oszacowano posługując się przedstawionymi poniżej formułami w odniesieniu do potencjału technicznego.

*Zbiornik triasowy* niecki miechowskiej występuje na głębokościach do około 1800 m. Temperatury wód dochodzą do 50°C w piaskowcowym poziomie pstrego piaskowca jednak większe przyływy wód mają miejsce w płytszym poziomie retyku, gdzie temperatury nie przekraczają 35°C a średnia wydajność 5,0 m<sup>3</sup>/h. Wody występują w warunkach subartezyjskich i sporadycznie artezyjskich. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,1 MW i energii cieplnej około 0,95 TJ/rok.

### Monoklina śląsko-krakowska

Monoklina śląsko-krakowska występuje na obszarze powiatu częstochowskiego, myszkowskiego, zawierciańskiego, lublinieckiego, tarnogórskiego, gliwickiego, będzińskiego i dąbrowskiego. Na jej obszarze zbiorniki wód termalnych związane są z utworami jury i triasu. Pozostałe utwory (paleozoiczne i prekambryjskie) wykazują niekorzystne parametry zbiornikowe.

*Zbiornik jurajski* na obszarze monokliny śląsko-krakowskiej występuje na głębokościach do około 400 m i posiada tu bardzo korzystne parametry zbiornikowe. Temperatury wód dochodzą do 20°C w piaskowcowym poziomie doggeru i liasu oraz do 13°C w płytszym, wapiennym poziomie malmu. Główny zbiornik tworzą wapienne utwory malmu i piaskowce doggeru o średniej temperaturze wód około 15°C i zmiennej wydajności od 25 nawet do 300 m<sup>3</sup>/h. Wody są słodkie i występują w warunkach subartezyjskich i sporadycznie artezyjskich. W strefach znacznych wydajności wód stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 1,0 MW i energii cieplnej około 9,5 TJ/rok.

*Zbiornik triasowy* występuje na głębokościach do około 1000 m pod zbiornikiem jurajskim w części północnej monokliny (powiat kłobucki), do głębokości 200 m w rejonie Kalet i kończy

swój zasięg na powierzchni wzdłuż północnej granicy zagłębia. Główny zbiornik tworzą utwory wapienia muszlowego. W części południowej monokliny (Ryc.II.25, obszar „fioletowy”) średnie wydajności wód kształtują się na poziomie 100 m<sup>3</sup>/h przy temperaturach do 17°C. Wody są słodkie i występują w warunkach subartezyjskich. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 1,2 MW i energii cieplnej około 11,4 TJ/rok (powiat lubliniecki).

W części północnej monokliny (obszar „niebieski”, Ryc.II.25) wody triasowe występują w warunkach subartezyjskich i artezyjskich a ich temperatury w partiach spagowych zbiornika (pstry piaskowiec) mogą osiągać wartości do 30°C. W głównym zbiorniku środkowo-triasowym średnie temperatury oscylują przeważnie wokół wartości 20°C ( od 15 – 25°C), a średnie wydajności ujęć wokół wartości 50 m<sup>3</sup>/h. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,8 MW i energii cieplnej około 7,6 TJ/rok (powiat częstochowski, myszkowski, zawierciański, kłobucki).

#### Zapadlisko górnośląskie (część północna, poza zasięgiem miocenu)

Zapadlisko górnośląskie obejmuje zbiorniki wód termalnych związane są z utworami karbonu dewonu i miocenu. Pozostałe utwory (paleozoiczne i prekambryjskie) wykazują niekorzystne parametry zbiornikowe. Na obszarze pozbawionym utworów miocenu (część północna, mapa..., obszar „szary”) wody termalne związane są z utworami karbonu i dewonu.

*Zbiornik karboński* (karbon górny) tworzą głównie piaskowcowe utwory serii krakowskiej i górnośląskiej. Utwory serii krakowskiej formują zbiornik wód termalnych na wschód od południka Katowic i występują na głębokościach od 700 do 1400 m. Wody termalne osiągają tu temperatury od 20 do 50°C (średnio 30°C) przy wysokiej mineralizacji, powyżej 100 g/l. Wydajności wynoszą od 2 – 25 m<sup>3</sup>/h, przy znacznych kilkusetmetrowych depresjach.

Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,3 MW i energii cieplnej około 2,9 TJ/rok.

Zbiornik górnośląskiej serii piaskowcowej karbonu pomimo znacznych temperatur wód (40 – 100°C), ze względu na małe wydajności uzyskiwane z otworów (około 1 m<sup>3</sup>/h) i duże depresje (kilkusetmetrowe) nie przedstawia większego znaczenia.

Zbiornik serii węglanowej dewonu, z powodu niskich wydajności wód (maks. 1,0 m<sup>3</sup>/h), pomimo wysokich temperatur wód mieszczących się w przedziale 70 – 100°C - umożliwia

uzyskanie średnich mocy zaledwie około 80 kW z pojedynczego ujęcia i energii cieplnej 0,76 TJ/rok.

#### Zapadlisko przedkarpackie (zapadlisko górnośląskie pod utworami miocenu)

Na obszarze zapadliska przedkarpackiego zbiorniki wód termalnych związane są z wymienionymi wyżej zbiornikami karbońskim i dewońskim oraz z przykrywającym je zbiornikiem mioceńskim (por. przekrój ryc. II.26)

Zbiornik karboński tworzą piaskowcowe utwory serii krakowskiej i górnośląskiej. Wody termalne osiągają tu średnie temperatury około 30°C przy wysokiej mineralizacji, powyżej 100 g/l. Średnie wydajności wynoszą około 13 m<sup>3</sup>/h, przy znacznych kilkusetmetrowych depresjach. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,3 MW i energii cieplnej około 2,9 TJ/rok.

Zbiornik górnośląskiej serii piaskowcowej karbonu, ze względu na małe wydajności uzyskiwane z otworów (około 1 m<sup>3</sup>/h) nie przedstawia większego znaczenia dla geotermii, podobnie jak zbiornik serii węglanowej dewonu - również z powodu niskich wydajności wód (maks. 1,0 m<sup>3</sup>/h). Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie ze zbiornika dewońskiego z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,07 MW i energii cieplnej około 0,7 TJ/rok.

Zbiornik mioceński na obszarze zagłębia budują warstwy dębowieckie wykształcone jako zlepieńce, brekcje i piaskowce. Zbiornik występuje w przedziale głębokości 500 – 1300 m. Wody termalne osiągają tu temperatury od 20 do 50°C (średnio 30°C) przy wysokiej mineralizacji 40 – 98 g/l. Wydajności wynoszą od 1 – 32 m<sup>3</sup>/h (średnio 15 m<sup>3</sup>/h). Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,4 MW i energii cieplnej około 3,8 TJ/rok.

#### Karpaty fliszowe

Na obszarze Karpat zbiorniki wód termalnych związane są z wymienionymi wyżej zbiornikami karbońskim i dewońskim oraz z przykrywającym je zbiornikiem mioceńskim (por. przekrój na ryc. II.26). Utwory fliszowe są generalnie nieperspektywiczne.

Zbiornik mioceński na obszarze Karpat występuje w części północnej nasunięcia karpackiego oraz w jego strefie wschodniej i południowej (ryc. II.25). Budują go warstwy dębowieckie wykształcone jako zlepieńce, brekcje i piaskowce. Zbiornik występuje w przedziale głębokości 1300 – 3500 m. Wody termalne osiągają tu temperatury od 35 do 100°C (średnio

50°C) przy wysokiej mineralizacji powyżej 100 g/l. Średnie wydajności można ocenić na 10 m<sup>3</sup>/h. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,45 MW i energii cieplnej około 4,3 TJ/rok.

Zbiornik dewońsko-dolnokarboński na obszarze Karpat najbardziej interesująco prezentuje się w strefie północnej nasunięcia Karpat, na obszarze powiatu cieszyńskiego i bielskiego. Spękane i skrasowiałe utwory dewonu w tej strefie wykazują podwyższoną porowatość a wydajności z otworów przekraczały 13 m<sup>3</sup>/h. Wody są silnie zmineralizowane, od kilkudziesięciu do 200 g/l, a ich średnie temperatury ocenia się na 60°C. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,5 MW i energii cieplnej około 4,7 TJ/rok.

#### Metodyka szacowania potencjału energii geotermalnej

Z szerokiego zakresu metod określania potencjału energii geotermalnej (zasoby dostępne, statyczne, dyspozycyjne, eksploatacyjne) w opracowaniu przyjęto zasadę określania mocy termicznej jako miary zasobów dyspozycyjnych (potencjał teoretyczny) i eksploatacyjnych (potencjał techniczny) dla pojedynczego ujęcia.

Potencjał teoretyczny (Ryc.II.26) określany był na podstawie szacowanej średniej temperatury i wydajności wód występujących w obrębie danego zbiornika oraz założonego schłodzenia wód termalnych do temperatury 0°C.

$$P_{\text{teor}} = 0,0012 \cdot t \cdot Q \quad [\text{MW}] \quad (\text{II.13})$$

$$W_{\text{teoret}} = P_{\text{teor}} \cdot 8760 \quad [\text{TJ/rok}] \quad (\text{II.14})$$

gdzie:

$P_{\text{teor}}$  [MW] – teoretyczna średnia moc termiczna pojedynczego ujęcia

$t$  [°C] – średnia temperatura wód termalnych

$Q$  [m<sup>3</sup>/h] – średni strumień wód termalnych

$W_{\text{teoret}}$  [TJ/rok] – teoretyczna średnia energia cieplna z pojedynczego ujęcia

8760 – ilość godzin w roku [h/rok]

Dla oceny potencjału technicznego (Ryc.II.26) przyjęto schłodzenie wód do 5°C w systemach pomp ciepła i współczynnik rocznego wykorzystania mocy cieplnej 0,3.

$$P_{\text{tech}} = 0,0012 \cdot (t - 5) \cdot Q \quad [\text{MW}] \quad (\text{II.15})$$

$$W_{\text{tech}} = P_{\text{tech}} \cdot 8760 \cdot 0,3 \quad [\text{TJ/rok}] \quad (\text{II.16})$$

gdzie:

$P_{\text{tech}}$  [MW] – techniczna średnia moc termiczna pojedynczego ujęcia

$t$  [°C] – średnia temperatura wód termalnych

$Q$  [m<sup>3</sup>/h] – średni strumień wód termalnych

$W_{\text{tech}}$  [TJ/rok] – techniczna średnia energia cieplna z pojedynczego ujęcia

Potencjał energetyczny wód termalnych na obszarze poszczególnych powiatów liczono oddzielnie dla poszczególnych zbiorników występujących na ich obszarze. Przykładowo powiat kłobucki usytuowany w północnej części monokliny śląsko-krakowskiej (Ryc.II.25, obszar „niebieski”) znajduje się nad dwoma zbiornikami: jurajskim i triasowym. Jak wynika z zestawienia, zarówno zbiornik jurajski jak i triasowy na obszarze powiatu wykazują zmienność parametrów geotermalnych. Wynika to nachylenia zbiorników, co powoduje, że np. w SW części powiatu zbiornik jurajski występuje w strefach przypowierzchniowych (temperatury wód około 7°C), a w części NE na głębokości około 270 m (temperatury wód do 15°C). Również wydajności danego zbiornika mogą ulegać zmianie w różnych strefach powiatu.

Najbardziej korzystne warunki do wykorzystania energii geotermalnej występują na obszarze powiatów północnych województwa (niecka miechowska, monoklina śląsko-krakowska – zbiornik jurajski i triasowy) oraz w mniejszym stopniu w północnej części powiatu cieszyńskiego i bielskiego (strefa brzeżna Karpat - zbiornik dewoński). Nawet jednak w najbardziej uprzywilejowanych geotermalnie powiatach warunki hydrogeotermalne poszczególnych gmin mogą się różnić w sposób istotny zarówno w wyniku zmian porowatości i przepuszczalności utworów zbiornika jak i zmiany jego głębokości.

*Uwaga:* Oszacowane wydajności a tym samym moce termiczne z danych opróbowań wykonanych głównie próbnikiem złoża bez przeprowadzania intensyfikacji przypływów. Są to zatem wartości zaniżone w stosunku do rzeczywistych możliwości zbiorników. Dotyczy to szczególnie południowej części obszaru masywu górnośląskiego w obrębie zbiornika dewońskiego, gdzie wydajności możliwe do uzyskania mogą być kilka lub nawet kilkunastokrotnie wyższe.

# Rycina II.26. Energia geotermalna

