

## **1.1.1 Charakterystyka formacji i struktur odpowiednich do geologicznego składowania CO<sub>2</sub>**

**Jarosław Chećko, Magdalena Głogowska, Karol Kura – GIG**

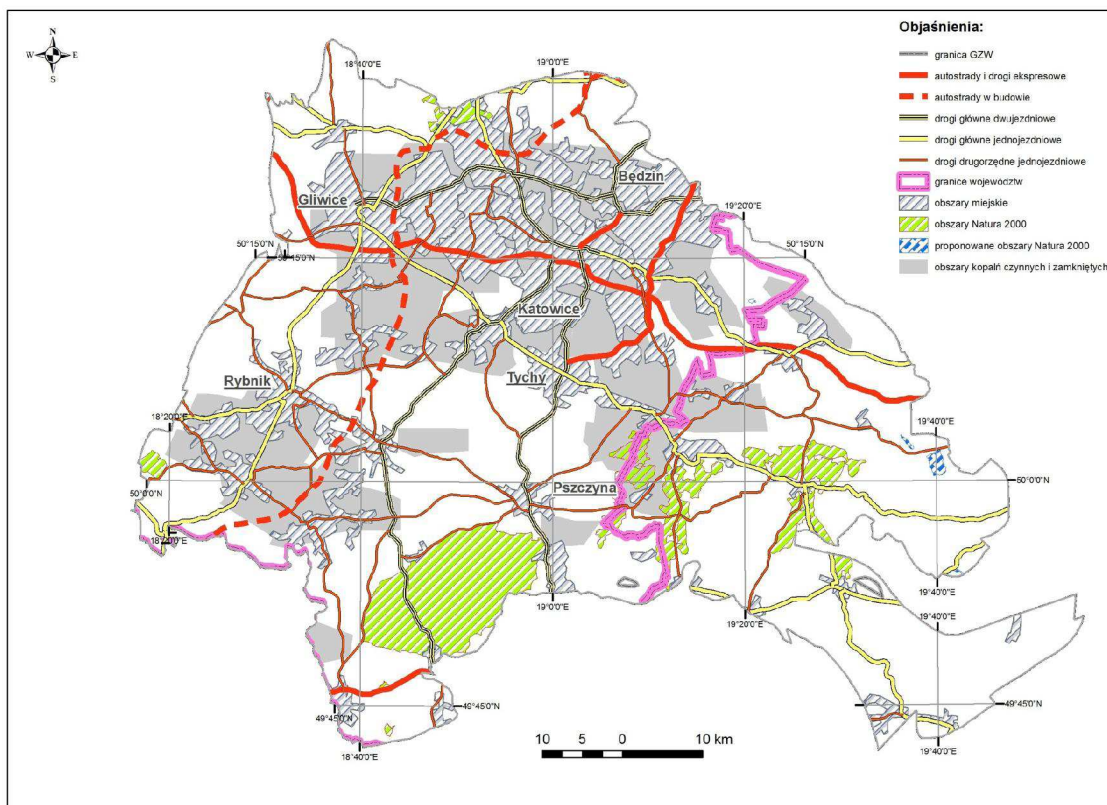
**Janusz Jureczka, Włodzimierz Krieger, Michał Rolka, Sławomir Wilk – PIG-PIB OG**

Zgodnie z założeniami projektu, punkt 1.1.1. „Charakterystyka formacji i struktur odpowiednich do geologicznego składowania CO<sub>2</sub>” dla rejonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) obejmował także zagadnienia szczegółowe, realizowane przez Główny Instytut Górnictwa (GIG) w ramach punktu 1.1.20 „Charakterystyka GZW i pokładów węgla”, przy współudziale Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego Oddział Górnośląski (PIG-PIB OG). W pierwszym etapie prac, którego wyniki są prezentowane w niniejszym raporcie, zostały przeanalizowane możliwości składowania CO<sub>2</sub> w poziomach solankowych. Prace obejmowały szczegółową analizę budowy geologicznej GZW, wybór potencjalnych poziomów solankowych, ich weryfikację oraz wybór i określenie parametrów potencjalnych zbiorników. Prace wykonane przez GIG, skupiały się głównie na charakterystyce budowy geologicznej GZW oraz szczegółowej charakterystyce zbiornika warstw dębowieckich (miocen), wykazującego największe potencjalne możliwości składowania CO<sub>2</sub>. Niniejszy raport oprócz streszczenia wyników tych prac prezentuje całość zagadnień związanych z poziomami solankowymi rejonu GZW, również w pozostałych formacjach geologicznych, cechujących się mniejszymi potencjalnymi możliwościami składowania CO<sub>2</sub>, tzn. krakowskiej serii piaskowcowej i górnośląskiej serii piaskowcowej (karbon górny – utwory węglonośne). W następnym etapie prac dla GZW zostaną przeanalizowane możliwości składowania CO<sub>2</sub> związane z pokładami węgla.

### **OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BUDOWY GEOLOGICZNEJ GZW**

Administracyjnie, Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW) położone jest w obrębie województwa śląskiego, a we wschodniej części – także małopolskiego (Rys. 1.1.1.1). W kierunku południowo-wschodnim przechodzi na teren Republiki Czeskiej w rejonie ostrawsko-karwińskim. Obszar Zagłębia wynosi ok. 7490 km<sup>2</sup>, w tym na terenie państwa polskiego ok. 5760 km<sup>2</sup> (Jureczka i in., 2005).

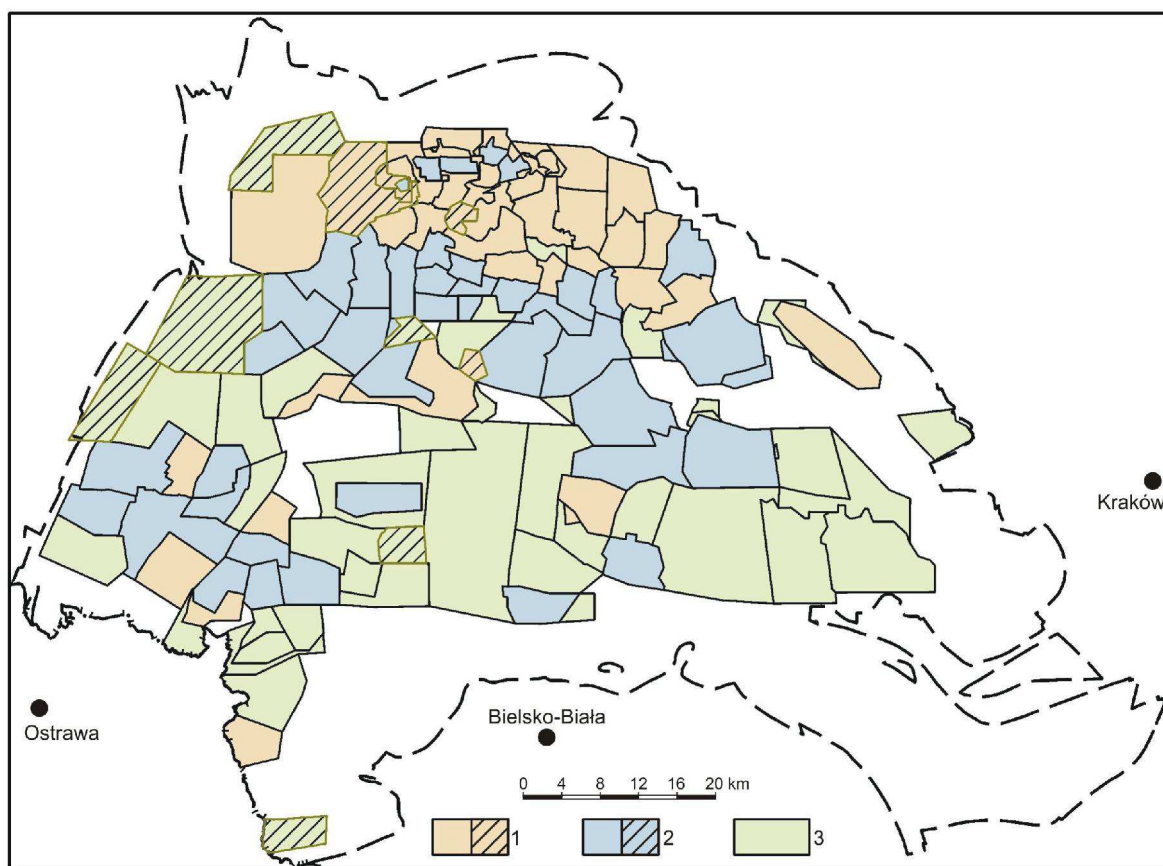
Zagospodarowanie przestrzenne powierzchni terenu jest zróżnicowane. Około 29% powierzchni terenu to obszary zurbanizowane. Zabudową zwartą charakteryzuje się głównie północna i wschodnia część GZW. 13% powierzchni to tereny leśne, które skupiają się głównie w centralnej i zachodniej części Zagłębia. Część dużych kompleksów leśnych znajduje się w obrębie Parków Krajobrazowych. Obszary Natura 2000 położone są w większości poza zabudową miejską i przemysłową (Rys. 1.1.1.1). Usytuowane są głównie w południowej części GZW. W sumie w jego granicach mieści się dziewięć zatwierdzonych obszarów i pięć proponowanych.



Rys. 1.1.1.1. Zagospodarowanie terenu oraz wybrane elementy środowiskowe na obszarze GZW

### Rozpoznanie geologiczne i górnictwe

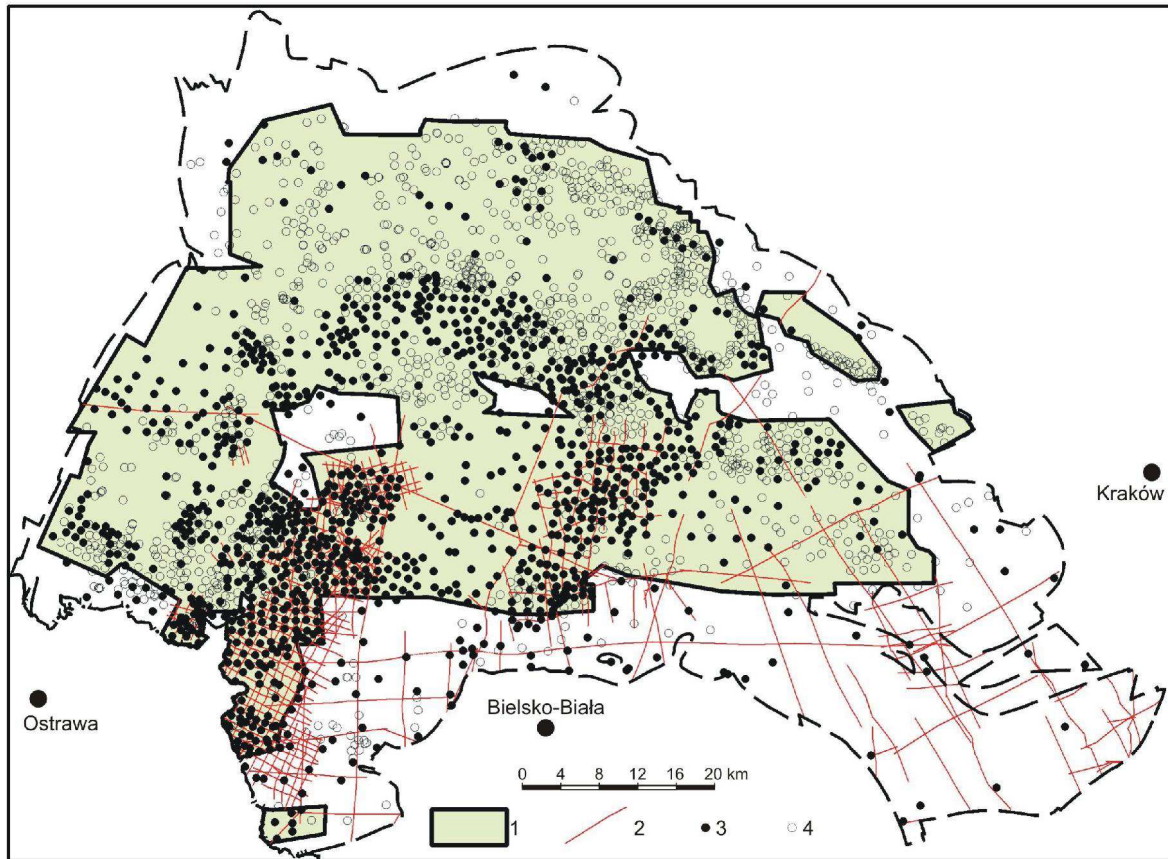
Na terenie GZW eksploatację węgla rozpoczęto już w połowie XVII wieku. Obecnie, według stanu na 31.12.2008 r. (Bilans ..., 2009) w GZW znajduje się 120 rozpoznanych i udokumentowanych złóż węgla kamiennego, w tym 46 złóż jest eksploatowanych przez 32 kopalnie, a 34 złóż jest w stanie zaniechanej eksploatacji. Pozostałe złoża (40 złóż) są niezagospodarowane – Rys. 1.1.1.2.



Rys. 1.1.1.2. Rozmieszczenie złóż węgla kamiennego w GZW (Jureczka i in., 2009)

1 – złoża zaniechane (zakreskowane – złoża skreślane z rejestru), 2 – złoża eksploatowane, 3 – złoża niezagospodarowane (zakreskowane – złoża skreślane z rejestru zasobów)

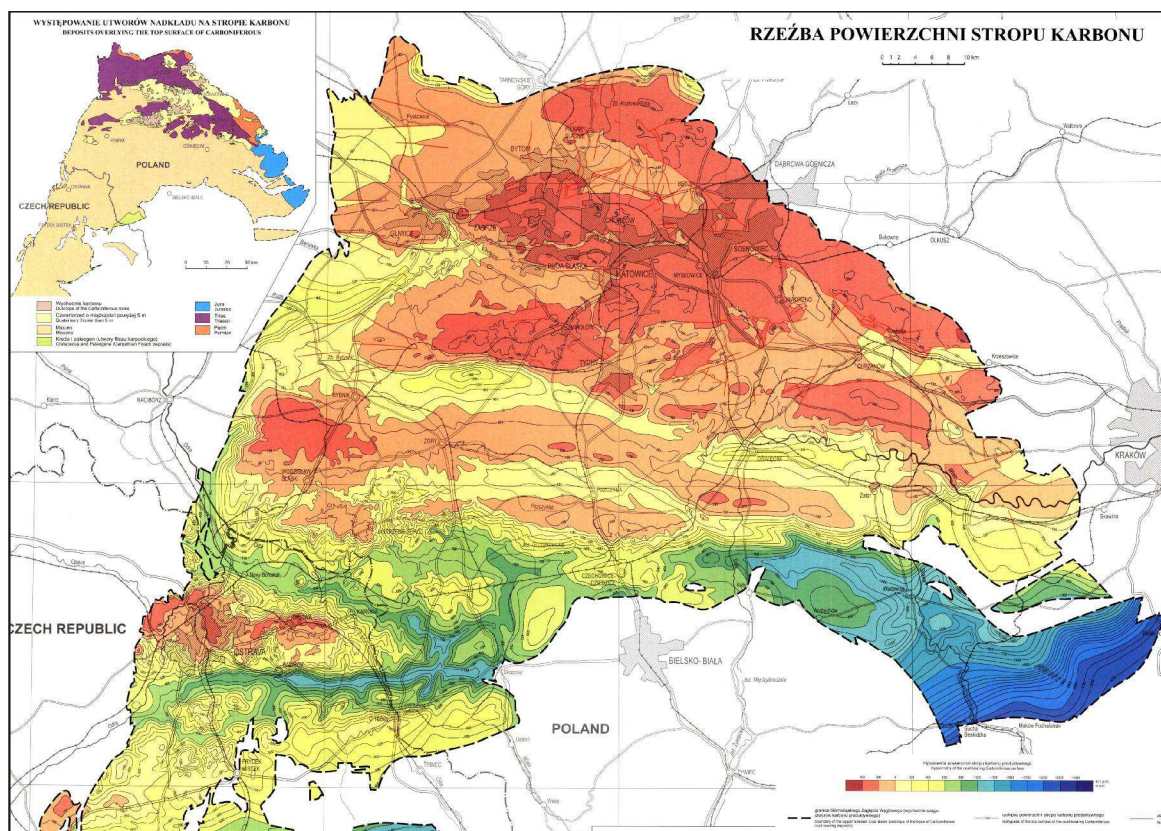
Ogółem dotychczas dokumentowany obszar w zagłębiu wynosi 3295 km<sup>2</sup> (ok. 57% powierzchni polskiej części zagłębia). Złoża eksploatowane zajmują aktualnie 1030 km<sup>2</sup> (ok. 18% powierzchni zagłębia), a złoża wyeksploatowane lub zaniechane – 706 km<sup>2</sup> (ok. 12%). Większość złóż eksploatowanych lub o zaniechanej eksploatacji znajduje się w północnej i zachodniej części zagłębia. Pozostały, dotychczas nie dokumentowany, obszar zagłębia znajduje się głównie w jego południowej i wschodniej części, a w mniejszym stopniu także w części północnej (Jureczka i in. 2009); obszar ten na ogół jest znacznie słabiej rozpoznany geologicznie niż obszary złoża – Rys. 1.1.1.3. Dotychczas w granicach Zagłębia Górnośląskiego odwiercono przeszło 5600 otworów wiertniczych (nie licząc tysięcy górniczych otworów dołowych), w tym blisko 2500 otworów o głębokości nie mniejszej niż 500 m, a 1200 o głębokości przynajmniej 1000 m. Zdecydowana większość z tych otworów znajduje się w granicach obszarów dotychczas dokumentowanych złóż. Poza granicami tych obszarów zlokalizowany jest 265 otworów o głębokości nie mniejszej niż 500 m, w tym 125 otworów o głębokości przynajmniej 1000 m. Najmniej rozpoznana jest skrajnie północna i południowo-wschodnia część zagłębia. W południowej części zagłębia stopień rozpoznania budowy geologicznej, obok otworów wiertniczych, zwiększa znaczna ilość wykonanych profilowań sejsmicznych (Rys. 1.1.1.3).



Rys. 1.1.1.3. Rozpoznanie geologiczne w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (Jureczka i in., 2009)  
 1 – obszary dokumentowane, 2 – profile sejsmiczne, 3 – otwory wiertnicze o głębokości przynajmniej 1000 m, 4 –  
 otwory wiertnicze o głębokości od 500 do 1000 m

### Stratygrafia i litologia

Granice GZW określa zasięg utworów węglonośnych karbonu górnego, a częściowo także linie uskoku. Na zachodzie ograniczają ją sfałdowane utwory fliszowe karbonu dolnego (kulmu). Granica północno-wschodnia ukryta jest pod utworami permu i triasu. Poniżej utworów węglonośnych występują sfałdowane utwory dolnopaleozoiczne, na których leżą niezgodnie węglanowe utwory dewonu (wapień węglowy) i karbonu dolnego. Granica południowa przebiega pod nasunięciem fliszu karpackiego. Jest to granica erozyjna. Występują tu metamorficzne utwory prekambriu, a powyżej utwory kambriu i dewonu. Strop karbonu zalega tu na głębokości poniżej 2000-3000 m, sięgając nawet 5000 m – Rys. 1.1.1.4 (Jureczka i in., 2005).



Rys. 1.1.1.4. Rzeźba powierzchni stropu karbonu GZW (Jureczka i in., 2005)

### Podłoże utworów węglonośnych karbonu

Podłoże Górnoląskiego Zagłębia Węglowego zbudowane jest z utworów prekambru, kambru, dewonu oraz częściowo z młodszych skał karbonu (Jureczka & Kotas, 1995).

Utwory najniższego **prekambru** zbudowane są ze skał krystalicznych oraz kompleksu słabo zmetamorfizowanych skał pelitowych i psamitowych. **Kambur** zbudowany jest z utworów klastycznych. Miąższość utworów kambryjskich waha się od 0 do 1100 m.

Utwory **dewonu** w najstarszej części (dewon dolny) to utwory klastyczne. Ich miąższość waha się od 0 do 78 m. Dewon środkowy to ciemnoszare i czarne dolomity o grubości 250-290 m. Dewon górny reprezentowany jest przez wapienie organiczne i detrytyczne.

**Karbon dolny** (środkowy i górny turnej) GZW budują skały węglanowe, będące kontynuacją sedymentacji platformowej rozpoczętej w dewonie. Najniższa seria to wapienie detrytyczne, organodetrytyczne i pseudo-oolitowe. Grubość tej serii sięga do 140 m. Górna seria (dolny i środkowy wizen) zbudowana jest z ciemnoszarych wapieni detrytycznych, organodetrytycznych i pseudo-oolitowych z przewarstwieniami mułowców, tufitów i litytów (Kotas, 1995). Miąższość tej serii także dochodzi do 140 m. Maksymalna miąższość utworów węglanowych dewonu i dolnego karbonu to 1170 m.

Prefliszowa asocjacja węglanowa (wapień węglowy) przechodzi w klastyczne utwory pochodzenia morskiego, odpowiadające utworom fliszowym (Kotas, 1995). Na górnej serii karbonu dolnego leżą zgodnie mułowcowo-piaszczyste utwory asocjacji fliszowej (Jureczka & Kotas, 1995). Granica ta jest wyraźna i dobrze zdefiniowana. Wiek warstw karbonu górnego określany jest na górny wizen i dolny namur A. Seria w północnej i wschodniej części GZW reprezentowana jest przez warstwy malinowickie, które są korelowane we wschodniej części z warstwami zalaskimi, a w części czeskiej z warstwami kijowickimi. Miąższość całego kulmu waha się od 200 m do 1500 m. Utwory te charakteryzuje praktycznie całkowity brak pokładów węgla.

Górna granica warstw malinowickich i zalaskich określana jest w stropie poziomu morskiego Śtur. Powyżej tego poziomu następują zmiany litologiczne. Morskie osady przechodzą tutaj w utwory molasowe (tzw. karbon produktywny) zawierające pokłady węgla.

### Karbon węglonośny

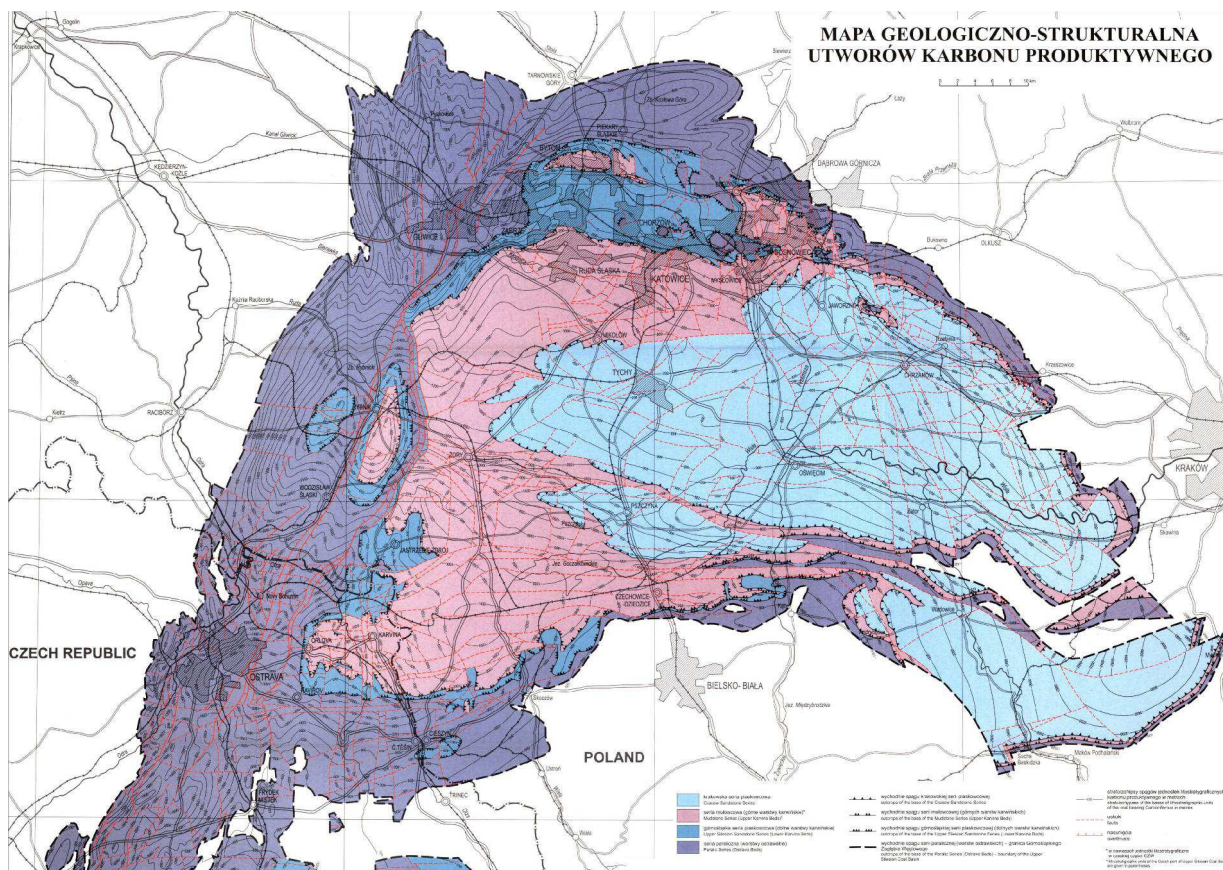
Utwory produktywne karbonu (tab. 1.1.1.1.) ujawniają asymetryczną budowę w Zagłębiu. Poszczególne ogniwa litostratygraficzne ulegają znacznej redukcji w kierunku wschodnim i południowo-wschodnim.

**Tabela 1.1.1.1. Podział litostratygraficzny karbonu węglonośnego GZW**  
(wg Dembowski, 1972 ze zmianami Jureczka, 1988; podział stosowany w górnictwie wg Doktorowicza-Hrebnickiego i Bocheńskiego, 1952)

Podział karbonu rekomendowany przez ICS (2008)		Podział stosowany w opracowaniach naukowych				Podział stosowany w górnictwie		Wiek (mln lat)		
Epoka	Wiek	Ogniwa litostratygraficzne								
PENNSYLVAN	środkowy	WESTFAL	KRAKOWSKA SERIA PIASKOWCOWA	warstwy libiąskie	p. 110	warstwy libiąskie	p. 110	307,2±1,0		
				luka str.	p. 119	warstwy łaziskie	p. 201			
				warstwy łaziskie	grupa pokładów 200	warstwy łaziskie	grupa pokładów 200			
	dolny		baszkir	MULOWCOWA SERIA	warstwy orzeskie s.s.	poziom zmiany facjalnej	warstwy orzeskie	p. 301	311,7±1,1	
					tufit	warstwy orzeskie	grupa pokładów 300	warstwy orzeskie		grupa pokładów 300
					warstwy załęskie	p. 364	warstwy rudzkie	p. 401		
MISSISSIP	górnym	NAMUR	GORNOSLASKA SERIA PIASKOWCOWA	warstwy rudzkie s.s.	p. sl. Hubert ●●	warstwy rudzkie	p. 400	318,1±1,3		
				warstwy siodłowe	p. 501	warstwy siodłowe	p. 501			
				luka str.	p. 510	warstwy siodłowe	grupa pokładów 500			
			SERIA PARALICZNA	warstwy jejkowickie	poziom zmiany facjalnej	warstwy jejkowickie	p. 510	328,3±1,6		
				luka str.	p. m. Gaebler ●●	warstwy porębskie	p. 601			
				warstwy grodzieckie	p. m. Barbara ●●	warstwy porębskie	grupa pokładów 600			
warstwy jakłowieckie	p. 701	warstwy jakłowieckie	grupa pokładów 700							
warstwy florowskie*	p. m. Enna ●●	warstwy gruszowskie	p. 801	warstwy gruszowskie	grupa pokładów 800					
tupek szlifierski	p. 848	warstwy gruszowskie	grupa pokładów 800							
warstwy sarnowskie*	p. m. Nanetta ●●	warstwy pietrkowickie	p. 901	warstwy pietrkowickie	grupa pokładów 900					
p. m. Śtur (XVI) ●●●●	p. 915	warstwy pietrkowickie	grupa pokładów 900							

\* - wg podziału Doktorowicza-Hrebnickiego dla rejonu dąbrowskiego (1935)

Seria węglonośna karbonu charakteryzuje się dwudzielną budową. Dolna część, seria paraliczna, leży niezgodnie na morskich osadach siliciklastycznych. Górna część, określana jako osady kontynentalne (lądowe) górnośląskiej serii piaskowcowej, serii mułowcowej i krakowskiej serii piaskowcowej leży penakordantnie na serii paralicznej z przerwą sedimentacyjną (Rys. 1.1.1.5).



Rys. 1.1.1.5. Mapa geologiczno strukturalna utworów karbonu (Jureczka i in., 2005)

### Seria paraliczna (SP)

Seria paraliczna wiekowo zaliczana jest do namuru A. Charakterystyczną jej cechą są występujące cyklicznie w profilu osady klastyczne i fitogenetyczne. Osady klastyczne to w głównej mierze piaskowce drobno- i średnioziarniste. Obok rzadziej występujących osadów grubszej frakcji, stanowią one od 20 do 50% całej serii. Skały fitogeniczne to około 3-4% udziału. Miąższość utworów serii paralicznej we wschodniej części GZW wynosi około 200 m, a w części zachodniej prawie 3800 m. W profilu serii paralicznej wyróżniono 110, zwykle cienkich do 1-1,5 m, pokładów węgla.

### Górnśląska seria piaskowcowa (GSP)

Jest pierwszą serią tzw. osadów kontynentalnych karbonu produktywnego GZW. Cechą charakterystyczną GSP jest przewaga piaskowców i zlepieńców nad piaskowcami drobnoziarnistymi i iłowcami oraz występowanie grubych pokładów węgla. Osady gruboklastyczne mają do 70-90% udziału w profilu. W GSP naliczono około 60 pokładów węgla (Jureczka & Kotas, 1995). Są to zazwyczaj dość grube pokłady o miąższości 4-8 m. Najgrubszy pokład ma 24 m (pokład 510, Reden).

### Seria mułowcowa (SM)

Sedymentacyjnie seria mułowcowa jest kontynuacją najwyższej części GSP. Maksymalna miąższość serii w zachodniej części Zagłębia dochodzi do 2000 m, w części wschodniej zredukowana jest do 150 m. Seria mułowcowa wśród kontynentalnych utworów karbonu produktywnego zajmuje największy obszar. Dominują utwory drobnoklastyczne: mułowce, mułowce piaszczyste, rzadziej iłowce. Piaskowce – na ogół drobnoziarniste – stanowią zaledwie 15-25% miąższości profilu serii. Pokłady węgla są liczne, cienkie i zmienne. Rzadko przekraczają miąższość 1,5 m. W serii wyróżniono 160 warstw węgla, z czego 70 ma znaczenie ekonomiczne. Całkowity udział węgla w profilu serii to 5-7%. Stratygraficznie zaliczana jest do westfalu A i dolnej

części westfalu B.

### **Krakowska seria piaskowcowa (KSP)**

Krakowska seria piaskowcowa jest najmłodszą formacją karbonu produktywnego. Jej cechą charakterystyczną jest jednolita budowa na całym obszarze występowania. KSP składa się w przewadze z gruboziarnistego osadu (ok. 70% profilu, czasem więcej do 90%). Są to piaskowce grubo- i średnioziarniste tworzące grube, dużej miąższości pakiety. Pakiety te rozdzielone są interwałami osadów drobnoziarnistych, w obrębie których występują pokłady węgla. Maksymalna miąższość serii to 1140 m w rejonie Libiąża. Obszar depozycji tej serii jest wysunięty najbardziej na wschód. Zaliczana jest do westfalu B-D. Warstwy węgla są nieliczne, lecz o dużej miąższości, nierzadko 6-7 m. W profilu wyróżniono 40 warstw węgla. 20 pokładów ma znaczenie bilansowe. KSP kończy sedymentację karbonu produktywnego.

### **Nadkład karbonu produktywnego**

We wschodniej części Zagłębia stopową część profilu karbonu górnego budują utwory zwane **arkozą kwaczalską**, zalegające na utworach węglonośnych. Wiek tych utworów określany jest na stefan. Arkozę kwaczalską budują rozsypliwe, gruboziarniste piaskowce arkozowe i żwiry. Utwory te przeławiczone są czerwonymi i pstryimi łupkami. Grubość arkozy kwaczalskiej maksymalnie sięga do 170 m.

**Permskie** utwory w nadkładzie karbonu GZW występują głównie we wschodniej części Zagłębia, a w mniejszym zakresie także w skrajnie północno-zachodniej części pod przykryciem utworów triasowych. W części wschodniej przeważnie tworzą izolowane wzgórza. Leżą niezgodnie na warstwach karbonu. Wszystkie reprezentują osady czerwonego spągowca (dolny autun). Są to kolejno od spagu: martwica wapienna, zlepieńce myślachowickie – ogniwo węglanowe, i ogniwo porfirowo-wapienne. Powyżej zalegają tufy filipowickie, melafiry i porfiry. Miąższość utworów permu dochodzi nawet do 400 m.

Utwory **triasu** w GZW występują najczęściej w obrębie niecek: bytomskiej, chrzanowskiej, wilkoszyńskiej i długoszyńskiej oraz w okolicy Gliwic i Mikołowa. Poza tymi obszarami trias występuje w izolowanych płatach. Dolny trias reprezentowany jest przez utwory klastyczne pstrego piaskowca wykształcone w postaci piaskowców, iłowców oraz mułowców. Powyżej tej serii leżą już typowo morskie osady retu, należące do górnego pstrego piaskowca. Reprezentują je dolomity, margle i wapień jamiste. Sedymentacja morska trwała na omawianym terenie aż do końca wapienia muszlowego (trias środkowy). W tym czasie od Śląska Opolskiego po okolice Zawiercia i Krzeszowic osadzały się na przemian wapień i dolomity. Część tego profilu w okolicach Chrzanowa i w niecce bytomskiej wykształcona jest jako dolomity kruszonośne. Trias górny (ilasty) występuje w obrębie niecki chrzanowskiej. Miąższość całego triasu nie przekracza 230-250 m.

**Jura** w nadkładzie karbonu GZW występuje dość marginalnie w skrajnie wschodniej części Zagłębia – w okolicy Chrzanowa, Krzeszowic i dalej na południowy-wschód w kierunku Skawiny. Występują tu margle glaukonitowe i piaskowce zaliczane do jury środkowej oraz wapień skaliste, płytowe i margle środkowej jury. Utwory jury środkowej leżą z niewielką niezgodnością kątową na erozyjnej powierzchni triasu; w okolicach Skawiny zalegają bezpośrednio na karbonie. Miąższość tych utworów dochodzi do 100 m.

W południowej części GZW występuje **nasunięcie karpackie**. Flisz karpacki nasunięty jest na osady miocenijskie formacji skawińskiej lub dębowieckiej. Miąższość waha się od 800 m do ponad 2000 m w rejonie Suchej Beskidzkiej.

**Trzeciorzęd (neogen)** wykształcony jest przeważnie w formie nieciągłej pokrywy osadowej na zróżnicowanej morfologicznie powierzchni stropowej karbonu. Lokalnie występuje bezpośrednio na utworach triasu lub osadach jurajskich. Trzeciorzęd ma miąższość od kilku do 1100 m (Jureczka & Kotas, 1995). Wiekowo reprezentowany jest przez utwory miocenu i na niewielkim obszarze pliocenu. W części północnej występują najstarsze ogniwa miocenu w



formie piasków i ilów. W południowej części GZW w głębokich rynnach erozyjnych zalegają gruboklastyczne osady formacji dębowieckiej. Formacja ta wykształcona jest w postaci zlepieńców, piaskowców, bardzo rzadko przewarstwianych mułowcami i ilowcami. Ich miąższość zwykle nie przekracza 100-150 m, maksymalnie sięga 250-300 m (nie licząc sporadycznie występującego w dolnej części formacji ogniwa zamarskiego). Powyżej położony jest kompleks ilasto-mułowcowy morskich osadów miocenu formacji skawińskiej. Miąższość ich wzrasta w kierunku południowym, gdzie osiąga maksymalną wielkość 1100 m. Najmłodszy miocen reprezentują utwory ewaporatowe w postaci gipsów i soli kamiennych, o miąższości do 150 m oraz kompleks osadów ilasto-mułowcowych miąższości do 300 m. Występuje głównie w zachodniej części GZW. W północno-zachodniej części GZW występują także utwory pliocenu o maksymalnej miąższości stu kilkudziesięciu metrów.

**Czwartorzęd** tworzy nieciągłą pokrywę o zmiennej miąższości. Maksymalna miąższość występuje w dolinach kopalnych oraz współczesnych rzek i na ogół nie przekracza 100 m.

### Tektonika

Główne cechy strukturalne GZW związane są z blokową budową podłoża. Zasadnicze rysy tektoniki ukształtowały się głównie w fazie asturyjskiej. W GZW wyróżniamy trzy strefy o zróżnicowanej budowie strukturalnej:

- strefa tektoniki fałdowej
- strefa tektoniki dysjunktywnej
- strefa tektoniki fałdowo-blokowej.

Strefa tektoniki fałdowej (zachodnia część GZW). Tworzy pas o kierunku SSW-NNE. Swym zasięgiem obejmuje obszar od zachodnich granic GZW aż po linię nasunięcia orłowsko-boguszowickiego. Strefa tektoniki fałdowej jest stosunkowo wąska. Pas ten osiąga maksymalną szerokość ok. 20 km. Karbon w tym obszarze jest silnie sfałdowany. W przewodzie są to asymetryczne fałdy o charakterze brachysynklin (niecki jejkowicka i chwałowicka). Pozostałe struktury mają charakter zaburzeń. Wymienione wyżej niecki rozdzielone są nasunięciem michałkowicko-rybnickim. W kierunku północnym zwiększa się amplituda nasunięcia orłowsko-boguszowickiego i michałkowicko-rybnickiego. Natomiast w kierunku południowym w czeskiej części zagłębia oba te nasunięcia zanikają.

Strefa tektoniki dysjunktywnej (blokowej) obejmuje przeważającą część Zagłębia. Biegnie ona na wschód od nasunięcia orłowsko-boguszowickiego. Głównym elementem strukturalnym są uskoki o przebiegu WNW-ESE. W następstwie powstały formy zrębowe i schodowe. Utwory karbonu są łagodnie nachylone o upadach na ogół nie przekraczających 15°, tworząc formy antyklinalnych wyniesień, kopuł, stref synklinalnych, niecek. Dominuje tutaj niecka główna. Pozostałe jednostki tektoniczne to niecka bytomsko-dąbrowska, siodło główne, siodło Jastrzębia i niecka Drogomyśla. Zrzuty uskoków to zwykle 100-150 m. Zdarzają się jednak uskoki o zrzutach 200-300 m, a nawet 500-1000 m.

Strefa tektoniki fałdowo-blokowej obejmuje wschodni stosunkowo wąski fragment GZW. Cechą charakterystyczną tej strefy jest północno-wschodnia wergencja struktur. Występuje tutaj układ niesymetrycznych fałdów i łusek. Jest on pocięty uskokami o przebiegu południkowym (Kotas, 1972; Jureczka & Kotas, 1995).

Istotny wpływ na budowę zagłębia miała także orogeneza alpejska. Duża liczba uskoków powstałych podczas orogenezy waryscyjskiej uległa w tym czasie odmłodzeniu. Zwiększyły się ich amplitudy. Jednakże dokładny wpływ alpejskich ruchów tektonicznych na waryscyjskie podłoże nie został dobrze poznany. Prawdopodobnie w trzeciorzędzie podczas tej orogenezy powstała skomplikowana rzeźba terenu na założeniach tektonicznych i o dużych deniwelacjach. W późniejszym czasie została ona wypełniona molasowymi osadami miocenu zapadliska przedkarpackiego.

## Własności hydrogeologiczne (nadkład, utwory węglonośne karbonu, podłoże)

Najważniejsze piętra wodonośne w obrębie GZW występują w utworach czwartorzędu, neogenu, triasu i karbonu, a w części wschodniej także jury. Ponadto istnieją także piętra wodonośne w obrębie dewonu i kambru.

Utwory **czwartorzędu** charakteryzują się zróżnicowanymi warunkami hydrogeologicznymi i są zależne od miąższości i wykształcenia litologicznego osadów (Wilk, red., 2003). Do wodonośnych zaliczane są osady rzeczne, rzeczno-lodowcowe oraz piaski międzymorenowe. Miąższość tych utworów wynosi od kilku do nawet 100 m. W czwartorzędowym profilu piętra wodonośnego wyróżnia się 1-3 poziomów wodonośnych. Czwartorzędowe piętro wodonośne ma bezpośredni kontakt z wodami powierzchniowymi.

Kompleks wodonośny **neogenu** zbudowany jest z kompleksu ilasto-piaszczystego o miąższości od kilku do 1100 metrów w południowej części Zagłębia. Kształtowanie się wodonośnych utworów neogenu uzależnione jest od ich wykształcenia facjalnego, przepuszczalności oraz warunków zasilania i drenażu. Najwyższe przepuszczalności mają występujące w północno-zachodniej części Zagłębia piaski i żwiry plioceńskie, wypełniające formy dolin kopalnych oraz piaszczysto-ilaste utwory sarmatu (Kleczkowski, 1966; Rudzińska-Zapaśnik, 1997).

Trzon utworów neogenu tworzą morskie utwory **miocenu**, które są słabo wodonośne, praktycznie bezwodne. Przyjmuje się, że jest to kompleks warstw izolujących. W spągu miocenu w zapadlisku przedkarpackim zalegają warstwy dębowieckie tworzące największy zbiornik w profilu utworów wodonośnych neogenu. Warstwy te zbudowane są głównie ze zlepieńców, brekcji i piaskowców (Buła i in., 1994). Miąższości opisywanych warstw są zmienne w przedziale od 25 do 300 m, przeciętnie wynoszą ok. 70 m. Głębokość zalegania waha się przeważnie w przedziale 500-1300 m p.p.t. Zbiornik ten jest nieodnawialny i zawiera wody pogrzebane. Własności warstw dębowieckich są zróżnicowane i zależą od litologii skał oraz stopnia ich diagenety. Obserwuje się tendencję wzrostu ogólnej mineralizacji wód wraz z głębokością.

Utwory **fliszu karpackiego** nasunięte na utwory neogenu są zmiennej miąższości od kilku do 300 metrów. Wiek określany jest na neogeńsko-paleogeńsko-kredowy. Utwory te tworzą kompleks izolujący, prowadzący niewielkie ilości wód użytkowych w stropowych warstwach oraz wód zmineralizowanych w strefach dyslokacji (Chowaniec i in., 2006).

Piętro wodonośne **jury** występuje tylko lokalnie w zasięgu zbiornika triasu chrzanowskiego. Miąższości poziomu wahają się w granicach kilkudziesięciu metrów. Jest to poziom szczelinowo-krasowy prowadzący wody zwykłe.

W profilu hydrogeologicznym **triasu** występują trzy główne piętra wodonośne: wapienia muszlowego, retu oraz środkowego i dolnego pstrego piaskowca. Poziom wodonośny środkowego i dolnego pstrego piaskowca budują piaski i słabo zwarte piaskowce. Miąższość waha się w granicach do dwudziestu kilku metrów. Jest to poziom porowy o niestałym występowaniu i podrzędnym znaczeniu. Ulega on drenowaniu przez wyrobiska górnicze kopalni węgla kamiennego. Główne poziomy wodonośne triasu występują w węglanowych utworach wapienia muszlowego i retu. Są to poziomy szczelinowo-krasowe, dobrze przepuszczalne i silnie wodonośne. Prowadzą wody zwykłe. Miarodajna miąższość kompleksu wodonośnego utworów węglanowych triasu mieści się w granicach 20-120 m.

Utwory **permu** występujące we wschodniej części Zagłębia zbudowane są ze zlepieńców, podrzędnie piaskowców i iłowców. Są to skały słabo przepuszczalne, praktycznie bezwodne. Prowadzą wody zwykłe w zasięgu swych wychodni i stref dyslokacji.

Piętro wodonośne **karbonu górnego** dochodzi nawet do 4,5 km miąższości. Wyróżnia się tutaj cztery kompleksy wodonośne: krakowskiej serii piaskowcowej, serii mułowcowej, górnośląskiej serii piaskowcowej oraz serii paralicznej. Podział ten oparty jest na litostratygraficznej zmienności

wykształcenia osadów. Kompleksy wodonośne KSP oraz GSP, głównie w postaci piaskowców, generalnie charakteryzują się wyższymi wartościami właściwości hydrogeologicznych skał w porównaniu z kompleksami SM i SP, które na ogół wykształcone są w postaci kompleksów iłwcowo-mułwcowych (Wilk, 2003).

Wodonośność utworów karbonu związana jest z występowaniem zespołów oddzielnych szczelinowo-porowych poziomów wodonośnych, zbudowanych z piaskowców i zlepieńców. Poziomy te, o miąższościach od kilku do kilkudziesięciu metrów, są od siebie izolowane wkładkami nieprzepuszczalnych iłwów. Obserwuje się łączność hydrauliczną między poszczególnymi poziomami wodonośnymi w strefach uskokowych oraz w zasięgu wpływu oddziaływania eksploatacji górniczej. Piaskowce karbonu górnego charakteryzują się dużą zmiennością parametrów hydrogeologicznych. Wraz z głębokością obserwuje się znaczące obniżenie wodonośności i przepuszczalności warstw wodonośnych karbonu.

Wapienie i dolomity **dolnego karbonu oraz górnego i środkowego dewonu** tworzą wspólny kompleks wodonośny. Kompleks węglanowy leży pod nakładem młodszego paleozoiku i neogenu, na głębokości kilku kilometrów od powierzchni terenu. Są to skały w zasadzie nieprzepuszczalne. W południowej części zagłębia obserwuje się podwyższoną porowatość i przepuszczalność. Związane jest to z silnym zaangażowaniem tektonicznym obszaru oraz występowaniu powierzchni skrasowiałych i zwietrzałych.

Seria terygeniczna **dolnego dewonu i kambru**, ze względu na kilkukilometrową głębokość zalegania w centralnej części niecki została stwierdzona nielicznymi otworami. Zalega bezpośrednio na podłożu kambryjskim. Kompleks wodonośny rozpoznany jest w niewielkim stopniu. Tworzy on porowy, słabo przepuszczalny ośrodek hydrogeologiczny.

## WYBRANIE REJONÓW BADAŃ SZCZEGÓŁOWYCH I POZIOMÓW SOLANKOWYCH

### Kryteria wyboru

Przy wyborze miejsca składowania dwutlenku węgla uwzględnia się: odległość od głównych emitentów, rodzaj i pojemność struktury przeznaczonej do składowania, budowę geologiczną, głębokość zalegania warstw zbiornikowych, uwarunkowania geotermalne, hydrodynamiczne oraz aspekty ekonomiczne i prawne (Tarkowski, 2005).

Do podziemnego składowania nadają się duże, zamknięte, wyniesione struktury. Istotnym czynnikiem jest odpowiednia pojemność składowiska zależna od porowatości efektywnej i przepuszczalności. Struktury przeznaczone do składowania dwutlenku węgla powinny stanowić pułapkę strukturalną i stratygraficzną tak, aby dwutlenek węgla nie przedostał się na powierzchnię. Niewskazana jest obecność użytkowych poziomów wodonośnych oraz złóż surowców mineralnych. Składowany dwutlenek węgla powinien być izolowany od poziomów wód pitnych. Najważniejsze kryteria geologiczne i hydrogeologiczne, które powinny decydować o wyborze miejsca składowania zostały podane w poniższej tabeli.

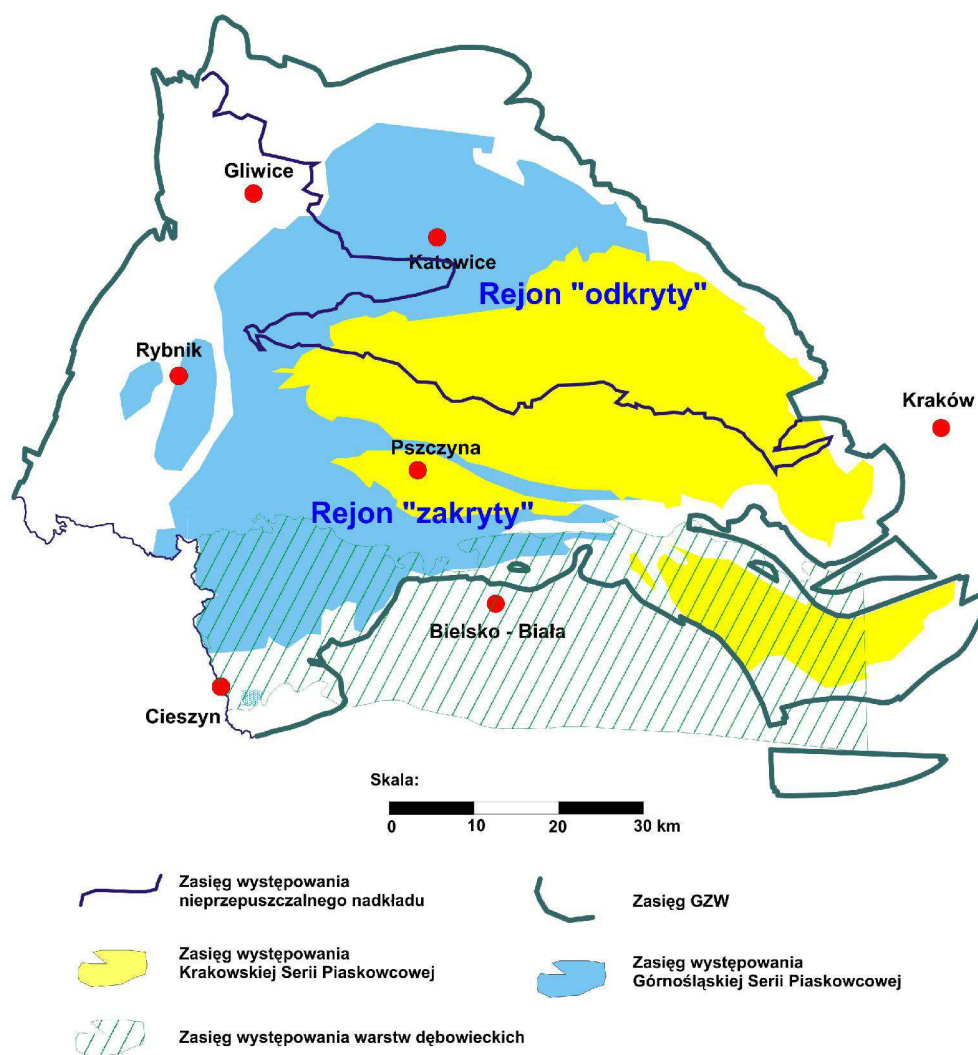
**Tabela 1.1.1.2. Kryteria geologiczne do wyboru miejsc składowania**  
(Chadwick et al., 2006, z modyfikacjami)

Wskaźniki	Wartości
głębokość składowania	> 800 m, < 2500 m
przepuszczalność	> 300 mD (50-100 mD)*
porowatość efektywna	> 20% (> 10%)*
miąższość efektywna	> 30 m
uszczelnienie (o budowie ciągłej, niezaburzonej)	> 50 m
mineralizacja	> 30g/dm <sup>3</sup>

\* W nawiasach podano wartości, które można przyjąć w ramach eksperymentu.

Pojemność składowania oraz odległość składowiska od emitenta powinna być za każdym razem oszacowana z uwzględnieniem kosztów inwestycji.

Pierwszą wstępną selekcję struktur przydatnych do składowania CO<sub>2</sub> oparto o podstawowe kryteria geologiczne: głębokość zalegania stropu warstwy solankowej na głębokości co najmniej 800 m (ale nie większej niż 2000-2200 m) oraz występowanie nad jej stropem nieprzepuszczalnych utworów o miąższości nie mniejszej niż 50 m (Tab. 1.1.1.2). Przyjęcie tych założeń znacznie ograniczyło możliwości wyznaczenia potencjalnych składowisk w obrębie GZW i jego bezpośrednim sąsiedztwie.



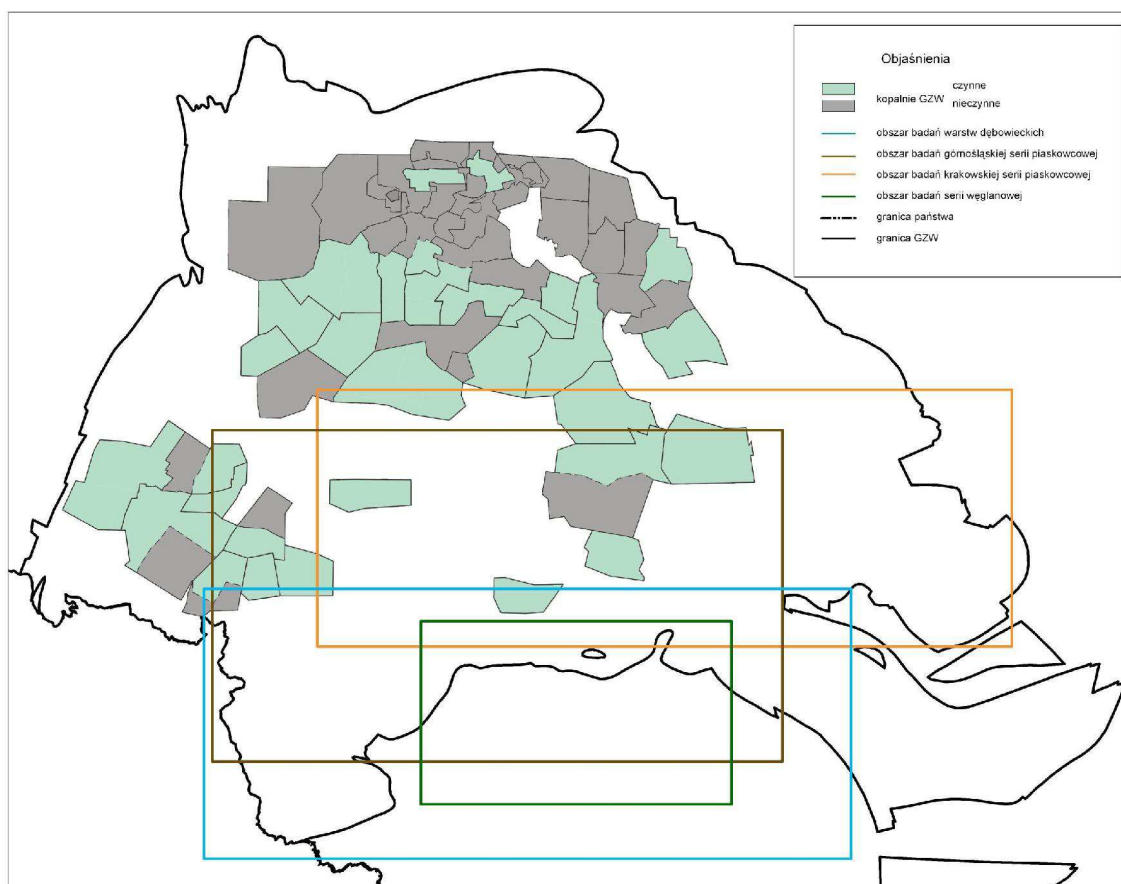
Rys. 1.1.1.6. Szkic występowania serii piaskowcowych karbonu z zasięgiem nieprzepuszczalnych utworów miocenu (wg Bromek i in., 2009 ze zmianami, geologia wg Jureczka i in. 2005).

Z przedstawionego zarysu budowy geologicznej GZW wynika, że profilu geologicznym zagłębia występują utwory od prekambriu do czwartorzędu, mające zróżnicowaną miąższość i wykształcenie litologiczne. Dominujące znaczenie mają jednak utwory węglonośne karbonu, których całkowita sumaryczna miąższość, kompilowana z różnych części zagłębia, wynosi ok. 8500 m, a bezwzględna w centralnej części zagłębia ok. 5000 m. Rozwój osadów produktywnych karbonu – co prawda – nie jest równomierny, nie mniej jednak ze względu na duże głębokości zalegania (na ogół poniżej 2500-3000 m) utwory podłoża karbonu węglonośnego (karbon dolny, dewon, kambr) z punktu widzenia składowania CO<sub>2</sub> dla przyjętych w tym projekcie założeń nie

mają znaczenia. Wyjątkiem tu może być skrajnie południowa część zagłębia, gdzie utwory podłoża karbonu zalegają na mniejszych głębokościach w granicach od 1500-2000 m. Z punktu widzenia składowania CO<sub>2</sub> podstawowe znaczenie ma też budowa geologiczna nadkładu karbonu i występowanie nieprzepuszczalnych utworów mioceniowych – Rys. 1.1.1.6.

Z przeprowadzonej wstępnej analizy budowy geologicznej karbonu i utworów nadkładu – w tym występowania miąższych pakietów osadów gruboklastycznych – wynika, że potencjał pod względem geologicznym do składowania dwutlenku węgla na obszarze GZW wykazują tylko utwory dwóch karbońskich jednostek litostratygraficznych – **górnosląskiej serii piaskowcowej** i **krakowskiej serii piaskowcowej**, a w profilu utworów nadkładu – kompleks **warstw dębowieckich** zalegający w spągowej części miocenu, na ogół bezpośrednio na stropie karbonu górnego – Rys. 1.1.1.6. Pewne potencjalne możliwości mogą mieć również utwory stropowej części serii węglanowej (karbon dolny) oraz serii terygenicznego dewonu dolnego i kambru. Serie te zalegają jednak na dużych głębokościach, na ogół znacznie przekraczających 2000-2500 m, z wyjątkiem ograniczonego obszaru w skrajnie południowej części GZW i są w znikomym stopniu rozpoznane geologicznie, w związku z czym odstępiono od ich charakterystyki.

Ze względu na zasięg utworów miocenu oraz budowę strukturalną utworów karbonu obszary badań dla krakowskiej serii piaskowcowej i górnosląskiej serii piaskowcowej ograniczono wyłącznie do centralnej, wschodniej i południowej części zagłębia – Rys. 1.1.1.7. Z kolei dla warstw dębowieckich w badaniach uwzględniono niemal cały obszar ich występowania z wyjątkiem skrajnej południowo-wschodniej części zagłębia, gdzie utwory te zalegają pod nasunięciem karpackim na znacznych głębokościach przekraczających 2000-2200 m – Rys. 1.1.1.7.



Rys. 1.1.1.7. Rozmieszczenie obszarów badań na obszarze GZW

Na podstawie podanych powyżej kryteriów i po określeniu warunków geologicznych, jakie decydują o miejscu składowania oraz po uwzględnieniu aspektów środowiskowych, w tym zwłaszcza uwzględnienia obszarów silnie zurbanizowanych, do dalszych badań zostało wytypowanych kilka rejonów w centralnej i południowej części GZW. Charakterystyka i opis tych rejonów został przedstawiony w zadaniu 1.1.9 projektu „Rozpoznanie formacji i struktur bezpiecznego geologicznego składowania CO<sub>2</sub> wraz z ich programem monitorowania”. Wytypowane obszary charakteryzują się rzadką zabudową i nie kolidują z występującymi na obszarze GZW rezerwatami przyrody. Częściowo jednak, ponad wytypowanymi obszarami poziomów solankowych, na powierzchni terenu występują obszary Natura 2000 (Rys. 1.1.1.1).

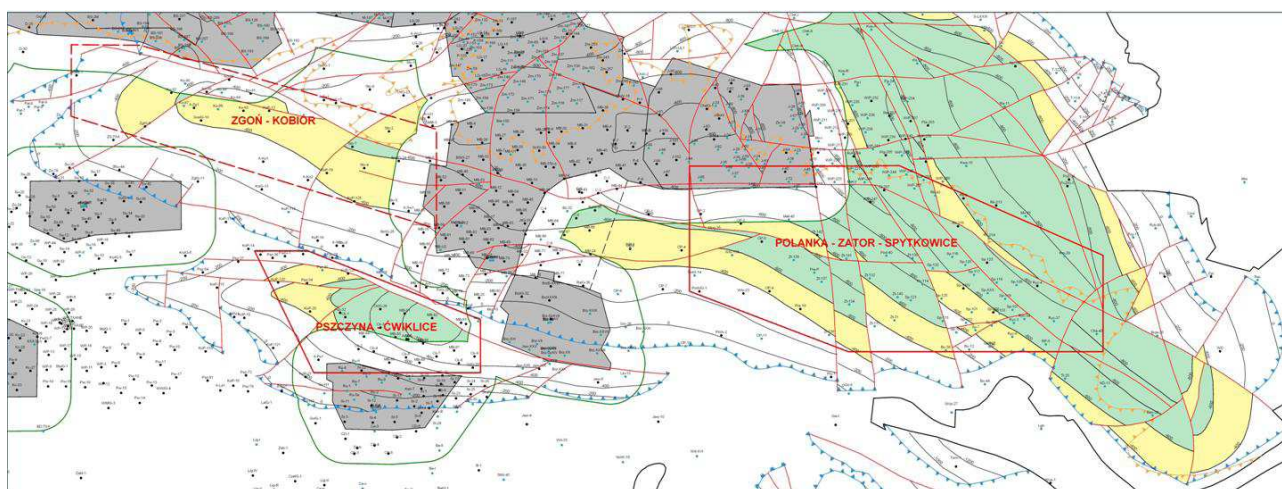
Rejony jakie zostały wybrane do dalszych badań znajdują się w obrębie następujących kompleksów litostratygraficznych: krakowskiej serii piaskowcowej i górnośląskiej serii piaskowcowej karbonu górnego oraz warstw dębowieckich zaliczanych do miocenu.

### Lokalizacje rejonów badań

#### Krakowska seria piaskowcowa (KSP)

Wstępną selekcją opartą o kryteria geologiczne objęto obszary, które spełniają kryterium szczelności do lokowania CO<sub>2</sub>, to znaczy zlokalizowane są w południowej – hydrogeologicznie zakrytej – części KSP. Podstawą były dane geologiczne z wierceń (w tym zaleganie spągu krakowskiej serii piaskowcowej na głębokościach co najmniej 850-900 m) oraz mapy geologiczno-strukturalne karbonu (Jureczka i in., 2005). Istotne znaczenie miało również uwzględnienie położenie czynnych kopalń węgla kamiennego, które eksploatują pokłady krakowskiej serii piaskowcowej. Uwzględniając powyższe założenia wytypowano trzy potencjalne zbiorniki KSP w następujących rejonach (Rys. 1.1.1.8.):

- „**Zgoń-Kobiór**” w centralnej części GZW, w skrzydle zrzuconym uskoku bełskiego, obszar o powierzchni 116,38 km<sup>2</sup>, zbiornik najpłytszy – głębokość spągu KSP stosunkowo rzadko przekracza 850 m;
- „**Pszczyna-Ćwiklice**” w południowej części GZW, w skrzydle zrzuconym uskoku jawiszowickiego, obszar o powierzchni 61,42 km<sup>2</sup>, zbiornik o stosunkowo małej powierzchni, ale głębokość zalegania KSP często spełnia zakładane kryteria poniżej 800 m;
- „**Polanka-Zator-Spytkowice**” we wschodniej części GZW, obszar o powierzchni 214,94 km<sup>2</sup>, zbiornik o największej powierzchni, stosunkowo najdalej położony od czynnych kopalń.

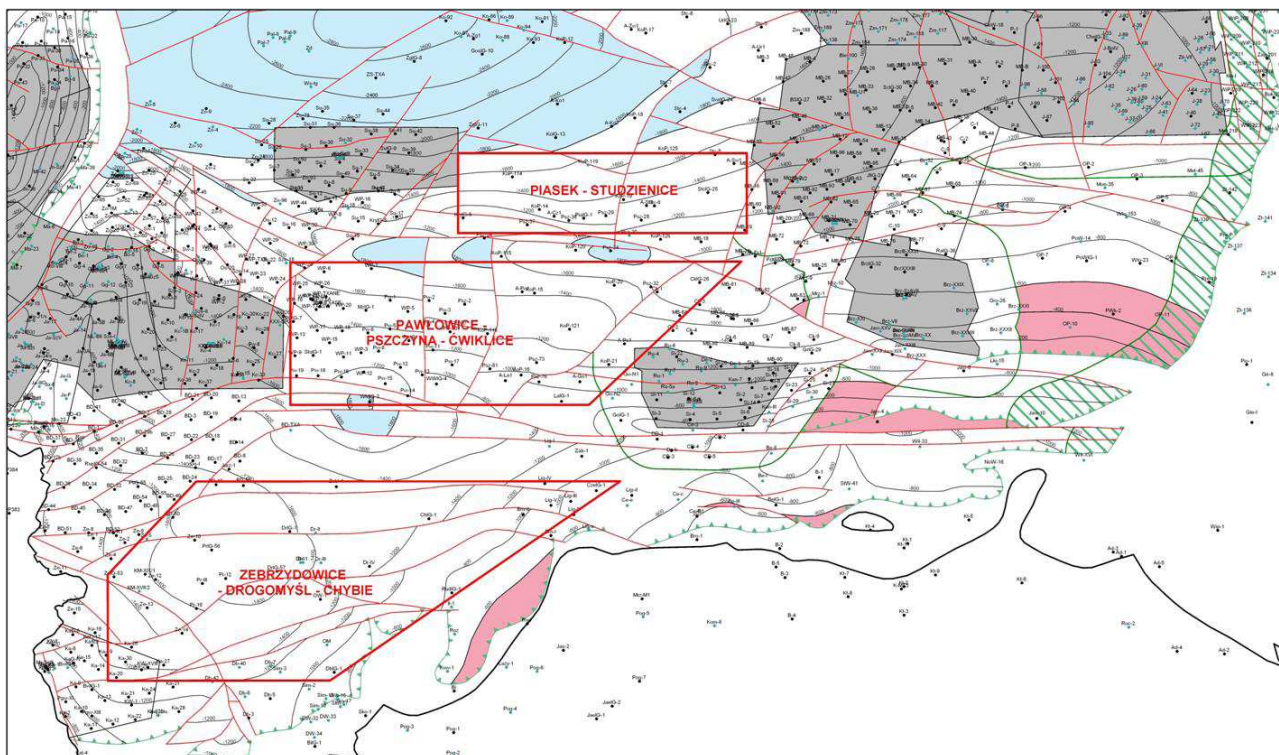


Rys. 1.1.1.8. Rejony badań krakowskiej serii piaskowcowej (objaśnienia w tekście).

Wybranie potencjalnych rejonów perspektywicznych do składowania CO<sub>2</sub> w utworach krakowskiej serii piaskowcowej mocno ogranicza lokalizacja czynnych kopalń węgla kamiennego, które eksploatują pokłady tej serii (na Rys. 1.1.1.8 zaznaczone kolorem szarym). Wokół tych kopalń wyznaczono wstępną dwukilometrową strefę bezpieczeństwa (linia zielona). Wyłączenie tych obszarów zdecydowanie ograniczyło rejony, w których KSP zalega na głębokościach poniżej 800 m (kolor zielony na Rys. 1.1.1.8) i jest przykryta izolacyjną warstwą miocenu. Tego stanu nie zmienia rozszerzenie potencjalnych obszarów o rejony sąsiedniego płytszego występowania krakowskiej serii piaskowcowej w granicach 700-800 m (kolor żółty).

### Górnośląska seria piaskowcowa (GSP)

Na podstawie wstępnej selekcji opartej o kryteria geologiczne wybrano obszary w trzech rejonach w południowej i centralnej części GZW, w obszarze hydrogeologicznie zakrytym. Rejony te wyznaczono na podstawie danych geologicznych z wierceń (w tym zalegania stropu górnośląskiej serii piaskowcowej na głębokościach co najmniej 800-850 m i jej miąższości nie mniejszej niż 50-100 m) oraz map geologiczno-strukturalnych karbonu (Jureczka i in., 2005). Pewne znaczenie miało również uwzględnienie położenie czynnych kopalń węgla kamiennego, które eksploatują pokłady górnośląskiej serii piaskowcowej bądź też pokłady tej serii znajdują się w zasięgu eksploatacji tych kopalń do głębokości 1000-1200 m.



Rys. 1.1.1.9. Rejony badań górnośląskiej serii piaskowcowej (objaśnienia w tekście).

Na podstawie tych założeń wytypowano trzy potencjalne zbiorniki GSP (Rys. 1.1.1.9):

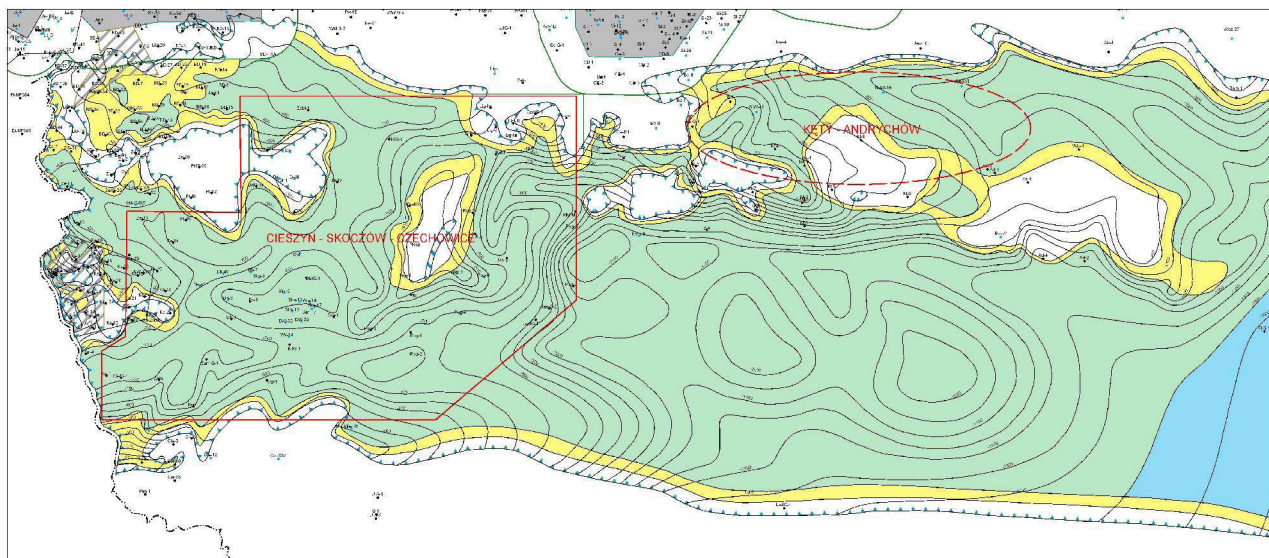
- „**Piasek-Studzienice**” w centralnej części GZW, w skrzydle wiszącym uskoku jawiszowickiego, obszar o powierzchni 53,68 km<sup>2</sup>, pomiędzy kopalniami „Krupiński” i „Piast”
- „**Pawłowice-Pszczyna-Ćwiklice**” w południowej części GZW, w skrzydle wiszącym uskoku ruptawskiego obszar o powierzchni 124,56 km<sup>2</sup>, pomiędzy kopalniami „Pniówek” i „Brzeszcze-Silesia”

- Ruch „Silesia”
- „Zebrzydowice-Drogomyśl-Chybie” w południowej części GZW  
obszar o powierzchni 160,72 km<sup>2</sup>, na południowy-wschód od kopalń Jastrzębskiej Spółki Węglowej

Wybranie potencjalnych rejonów perspektywicznych do składowania CO<sub>2</sub> w utworach górnośląskiej serii piaskowcowej, ze względu na głębokość jej występowania, w zasadzie nie ogranicza lokalizacja czynnych kopalń węgla kamiennego (na Rys. 1.1.1.9 zaznaczone kolorem szarym). Wyjątkiem tu mógłby być wschodni obszar występowania GSP, ale w tej części zagłębia seria się wyklinowuje (zielony szraf na Rys. 1.1.1.9) i dla składowania CO<sub>2</sub> obszar ten jest bez znaczenia. Niewielkie też ograniczenia powodują obszary płytkiego zalegania serii (kolor czerwony), większe znaczenie dla wyłączenia ze składowania mogą mieć obszary bardzo głębokiego zalegania serii poniżej 2000-2200, (obszar niebieski), które praktycznie są nierozpoznane geologicznie.

### Warstwy dębowieckie

Na etapie wstępnej selekcji do geologicznego składowania CO<sub>2</sub> rozważany był niemal cały rozległy zbiornik słonych wód podziemnych związany z warstwami dębowieckimi, zlokalizowany w południowej części GZW i jego południowym obrzeżeniu. Warstwy dębowieckie tworzą tu równoleżnikowy pas o szerokości do 25 km, zalegający w spągowej części profilu miocenu, przeważnie bezpośrednio na utworach karbonu lub starszego miocenu, a lokalnie także na utworach serii węglanowej dolnego karbonu i dewonu bądź na serii terygeniczej dolnego dewonu i kambru lub nawet prekambriu. Ich obszar występowania wynosi ok. 1750 km<sup>2</sup>. Obszar ten generalnie znajduje się poza zasięgiem górnictwa węgla kamiennego, strop warstw dębowieckich zalega tu na głębokościach na ogół nie mniejszych niż 700-800 m, przeważnie w granicach 850-1000 m, z wyjątkiem części wschodniej i południowo-wschodniej, gdzie zalega na głębokościach znacznie przekraczających 1200-1300 m (nawet do ok. 2400 m w rejonie na południowy-wschód od Andrychowa, przy czym są one tam słabo rozpoznane, a ich przynależność stratygraficzna budzi wątpliwości).



Rys. 1.1.1.10. Rejony badań warstw dębowieckich (objaśnienia w tekście)

Na podstawie wstępnej selekcji w oparciu o kryteria geologiczne, w tym głębokość zalegania i miąższość, wybrano dwa obszary (Rys. 1.1.1.10):



- „Cieszyn-Skoczów-Czechowice” – w południowo-zachodniej części GZW i jego bezpośrednim obrzeżeniu  
obszar o powierzchni 370,82 km<sup>2</sup>,
- „Kęty-Andrychów” – w południowej części GZW i jego bezpośrednim obrzeżeniu  
obszar o powierzchni 89,53 km<sup>2</sup>,

Wybrane potencjalne rejony perspektywiczne do składowania CO<sub>2</sub> w utworach warstw dębowieckich położone są poza obszarami czynnych kopalń węgla kamiennego (na Rys. 1.1.1.10 zaznaczone kolorem szarym) oraz dwukilometrowej strefy buforowej (zielona linia na Rys. 1.1.1.10), a także poza obszarami aktualnie projektowanych kopalń (obszary zasraflowane) Dla rozmieszczenia potencjalnych obszarów istotne znaczenie mają liczne okna erozyjne oraz zmiany miąższości (obszary o grubości warstw dębowieckich poniżej 50 m zaznaczone są kolorem żółtym). Ważny jest również stopień rozpoznania warstw dębowieckich, cała południowa i południowo-wschodnia część ich obszaru występowania jest praktycznie nierozpoznana, w tym obszar bardzo głębokiego zalegania, poniżej 2100-2200 m (zaznaczony kolorem niebieskim).

### **Wstępna charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna potencjalnych formacji i rejonów do składowania CO<sub>2</sub>**

#### Krakowska seria piaskowcowa

Krakowską serię piaskowcową w wyznaczonych rejonach badawczych tworzy kompleks piaskowcowo-mułowcowy, osiągający miąższości rzędu 200-800 m i posiadający budowę blokową (obszar silnie zdyslokowany). Wodonośne są kompleksy gruboklastyczne, których udział w profilu litologicznym waha się od 75 do 90% ogólnej miąższości. Zbiorniki zalegają na głębokościach na ogół od 250-450 m (strop KSP) do 800-1100 m (maksymalnie ok. 1250 m) – spąg KSP i są przykryte ilastymi utworami neogenu o miąższościach wynoszących na ogół 200-400 m, maksymalnie do 650 m. Ciśnienia piezometryczne rosną z głębokością od 1,9 do 4,4 MPa. Współczynniki filtracji piaskowców kształtują się w granicach od  $1,25 \times 10^{-7}$  do  $4,94 \times 10^{-6}$  m/s, a porowatość efektywna kompleksu KSP mieści się w przedziale od 12,3 do 24,47%. Wody podziemne w zasięgu rozpatrywanych rejonów charakteryzują się suchą pozostałością od 70 do 111 g/dm<sup>3</sup> oraz typem chemicznym Cl-Na i Cl-Na-Ca.

Generalnie piaskowce opisywanej serii należą do silnie wodonośnej części karbonu i charakteryzują się relatywnie dobrą przepuszczalnością i wodonośnością. Jednak wraz z głębokością ich zalegania, na większych głębokościach piaskowce są zbite (silnie zdiagenezowane o zablźnionych płaszczynach spękań), a wartości parametrów hydrogeologicznych maleją i skały stają się słabo przepuszczalne i praktycznie nieprzepuszczalne. Istotne znaczenie ma również fakt, że w każdym z wyznaczonych obszarów, gdzie utwory krakowskiej serii piaskowcowej zalegają poniżej poziomu 800 m utwory te kontynuują się powyżej tego poziomu do głębokości w granicach na ogół 200-400 m i dopiero nad ich stropem zalega kompleks nieprzepuszczalnych utworów ilastych miocenu. Inaczej mówiąc w obrębie krakowskiej serii piaskowcowej powyżej głębokości 800 m nie można wyznaczyć żadnego nieprzepuszczalnego pakietu ilastego o miąższościach rzędu 50 m i większych. Występujące tu przeławicenia skał ilasto-mułowcowych (często z pokładami węgla) na ogół nie przekraczają 15-20 m grubości i są bardzo zmienne lateralnie.

#### Górnośląska Seria Piaskowcowa

Górnośląska seria piaskowcowa w wyznaczonych rejonach badawczych stanowi kompleks skał piaskowcowo-mułowcowo-iłowcowy, w którym dominują gruboławicowe piaskowce osiągające sumaryczne miąższości do 50-350 m (miąższość całej serii sięga 450 m, przeważnie wynosi w granicach 100-350 m). Strop serii zalega na ogół na głębokościach od 900-1000 m do 1500-1700 m, pod przykryciem serii mułowcowej o zróżnicowanej miąższości od kilkudziesięciu do 1000 metrów, nad którą występują nieprzepuszczalne ilaste osady miocenu. Badane parametry

zbiornikowe piaskowców wskazują na skały średnio porowate i zmniejszające się z głębokością (0,52-19,6%), słabo przepuszczalne (0,016-5,1 mD) i wartości malejące z głębokością oraz słabo odsączalne i praktycznie nieodsączalne na głębokościach poniżej 900-1200 m (0,56-4,72%). Współczynniki filtracji są rzędu  $10^{-8}$  i  $10^{-9}$  m/s i maleją z głębokością.

Utwory GSP tworzą zbiorniki słonych wód podziemnych o mineralizacji ogólnej od 33 do 180 g/dm<sup>3</sup>, typu Cl-Na i Cl-Na-Ca. Ciśnienia piezometryczne w zbiorniku kształtują się od 20 do 26 Mpa i rosną z głębokością.

### Warstwy dębowieckie

W wyznaczonych rejonach badawczych strop warstw dębowieckich zalega na głębokościach na ogół nie mniejszych niż 700-750 m, przeważnie w granicach 850-1100 m, z wyjątkiem części południowo-wschodniej Rejonu Cieszyn-Skoczów-Czechowice i wschodniej Rejonu Kety-Andrychów, gdzie zalega na głębokościach przekraczających 1300-1400 m. Warstwy dębowieckie tworzą utwory gruboklastyczne – piaskowce i zlepieńce o miąższościach zmiennych w przedziale od kilku-kilkunastu metrów do 250 m (na ogół w granicach 70-100 m), które wypełniają zagłębienia w stropie utworów paleozoicznych. Zróżnicowanie miąższości wynika z położenia i form morfologicznych podłoża paleozoicznego (głównie powierzchni stropu karbonu). W profilu pionowym warstw dębowieckich obserwuje się gradację uziarnienia, od najgrubszych w części spągowej (zlepieńce gruboziarniste) do drobnych w stropie (piaskowce różnoziarniste). W nadkładzie warstw dębowieckich występuje seria ilasto-mułowcowa należąca do formacji skawińskiej neogenu. Utwory te mają zmienną miąższość do ok. 1100 m. Miejscami (głównie w południowej części) w nadkładzie warstw dębowieckich występują utwory fliszu karpackiego o miąższościach do 1000 m. Występujące w podłożu utwory należące do karbonu, dewonu lub kambru posiadają przepuszczalność szczelinowo-porową w piaskowcach i wapieniach, co umożliwia kontakty hydrauliczne między poziomami. Lokalnie w podłożu występują słabo przepuszczalne utwory starszego neogenu.

Warstwy dębowieckie tworzą porowy, zakryty, nieodnawialny zbiornik wód podziemnych, drenowany w zachodniej jego części przez kopalnie po stronie czeskiej, a w części północno-zachodniej przez kopalnie Jastrzębskiej Spółki Węglowej. Ciśnienia piezometryczne kształtują się w granicach od 2,9 do 10,4 MPa, zaznacza się tendencja wzrostu wartości z głębokością zalegania zbiornika.

Parametry hydrogeologiczne zbiornika są zróżnicowane i uwarunkowane litologią skał oraz głębokością ich zalegania. Cechy przestrzeni porowej, badane laboratoryjnie na próbkach rdzenia, wskazują na skały średnio porowate (0,12-28,4%; śr.=10,3%), od słabo przepuszczalnych do nieprzepuszczalnych (0,003-415 mD, tj. od  $2,9 \times 10^{-12}$  do  $4,00 \times 10^{-6}$  m/s; śr.=40,95 mD, tj.  $3,9 \times 10^{-7}$  m/s) i słabo lub praktycznie nieodsączalne (0,1-9,65%; śr.= 2,34%). Wodonośność zbiornika charakteryzują parametry określone z dopływu płynu do otworu (badania próbnikiem złoża). Otrzymane wydajności otworów mieszczą się w przedziale od 0,003 do 32,2 m<sup>3</sup>/h; wydatki jednostkowe wynoszą od 0,0004 do 0,3521 m<sup>3</sup>/h.1mS; współczynniki filtracji kształtują się od  $4,15 \times 10^{-9}$  m/s do  $1,9 \times 10^{-4}$  m/s.

Zbiornik dębowiecki zawiera wody słone i solanki o suchej pozostałości w granicach od 10,6 do 98,0 g/dm<sup>3</sup>, typu Cl - Na a sporadycznie Cl - Na - Ca; Cl - HCO<sub>3</sub>- Na.

### **Wybór formacji geologicznych o najkorzystniejszych warunkach geologicznych i hydrogeologicznych**

Z przedstawionej charakterystyki geologiczno-hydrogeologicznej występujących w Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym kompleksów gruboklastycznych wynika, że najkorzystniejszymi parametrami, pod kątem potencjalnego składowiska CO<sub>2</sub>, charakteryzują się warstwy dębowieckie w profilu utworów miocenijskich

Utwory gruboklastyczne krakowskiej serii piaskowcowej karbonu węglonośnego, co prawda należą do silnie wodonośnej części karbonu i charakteryzują się relatywnie dobrą przepuszczalnością i wodonośnością, jednak na ogół zalegają stosunkowo płytko, a na obszarach, w których zalegają głębiej – poniżej 800 m – kontynuują się powyżej tego poziomu do znacznie mniejszych głębokości. Głębokość zalegania na stropie KSP nieprzepuszczalnych utworów ilastych miocenu na ogół nie jest większa niż 400-450 m. Z kolei utwory gruboklastyczne górnośląskiej serii piaskowcowej wykazują się dobrymi parametrami geologicznymi pod względem głębokości zalegania i przykrycia utworami izolującymi, lecz słabymi parametrami hydrogeologicznymi, zwłaszcza w zakresie przepuszczalności.

Na przedstawionym wyżej tle potencjalnych zbiorników karbońskich znacznie korzystniej rysuje się zbiornik warstw dębowieckich o dość dobrych parametrach geologicznych i hydrogeologicznych. Zbiornik ten jest stosunkowo rozległy, a jego parametry geologiczne w zakresie miąższości utworów gruboklastycznych i głębokości ich zalegania są zróżnicowane. Biorąc pod uwagę to zróżnicowanie, a także stan dotychczasowego rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego oraz położenie w stosunku do obszarów górniczych kopalń węgla kamiennego, w zbiorniku tym można wydzielić kilka obszarów, które mogą być rozpatrywane jako miejsca ewentualnego składowania CO<sub>2</sub>. Obszary te należy lokalizować w zachodniej i północnej części zbiornika warstw dębowieckich. Wg obecnego stanu rozpoznania największe potencjalne możliwości daje obszar położony na zachód i północny-zachód od Bielska-Białej rozciągający się od Cieszyna i Skoczowa po Czechowice-Dziedzice. Ten obszar występowania zbiornika warstw dębowieckich został poddany dalszej szczegółowej analizie w zakresie możliwości bezpiecznego składowania CO<sub>2</sub>. Szczegółowa i komplementarna charakterystyka warstw dębowieckich oraz rejonów badawczych jest podana w załączniku nr. 1 (Raportu GIG). Poniżej przedstawiony jest wyciąg z tego raportu z szerszym rozwinięciem dla obu wyznaczonych rejonów badawczych zwłaszcza – mającego znacznie większe potencjalne znaczenie – Rejonu Cieszyn-Skoczów-Czechowice, dla którego załączono również szczegółowe rozwiązania kartograficzne.

## **WARSTWY DĘBOWIECKIE (MIOCEN)**

### **Zagospodarowanie przestrzenne**

W stosunku do dużych aglomeracji miejskich Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, rejon występowania warstw dębowieckich jest stosunkowo słabo zurbanizowany. Znajduje się tu jedno duże miasto - Bielsko-Biała i kilka mniejszych, między innymi: Cieszyn, Skoczów, Andrychów, Kęty, Sucha Beskidzka. Północno-zachodnia część omawianego obszaru graniczy z aglomeracją Rybnickiego Okręgu Węglowego, którego najbliższe miasto to Jastrzębie-Zdrój.

Obszar ten jest stosunkowo słabo uprzemysłowiony; dominują tereny rolnicze, a na obszarze Karpat (Beskidy) także tereny leśne. Znajduje się tu wiele miejscowości o charakterze rekreacyjnym i kilka uzdrowiskowych, a także obszary rezerwatów leśnych, co również stwarza szczególne warunki w zakresie ochrony środowiska.

Hydrograficznie, obszar ten znajduje się dorzeczu Wisły (w partii źródłowej, gdzie jest wiele ujęć wody do celów komunalnych), a część zachodnia obejmuje również dorzecze Odry. W pobliżu znajduje się duży rezerwar wody pitnej - Zbiornik Goczałkowicki, są tu także inne bardzo ważne zbiorniki wodne, między innymi w rejonie Żywca.

### **Rejon Cieszyn-Skoczów-Czechowice**

Obszar generalnie zlokalizowany jest na południe od jeziora Goczałkowickiego. Na jego terenie z większych miejscowości położony jest w południowo-zachodniej części Skoczów, a w części południowo-wschodniej obejmuje zachodnie dzielnice Bielska-Białej, w części północno-wschodniej dochodzi do zachodnich dzielnic Czechowic-Dziedzic. Na

powierzchni liczne są stawy, niezbyt duży obszar zajmują lasy, znaczną powierzchnię zajmują grunty orne. Południowo-wschodnie granice obszaru opierają się o pasmo Beskidu Śląskiego – góra Szyndzielnia, Klimczok, Błatnia.

Od północy w niewielkiej odległości (2,5-3,5 km) zlokalizowane są obszary złóżowe węgla kamiennego Pawłowice i Kobiór-Pszczyna. Od strony północno-wschodniej w odległości ok. 2 km znajduje się KWK Brzeszcze-Silesia, Ruch Silesia, a od północno-zachodniej KWK Pniówek. Od strony zachodniej w odległości 0,75-3,0 km znajdują się obszary złóżowe węgla kamiennego Bzie-Dębina i Zebrzydowice. W odległości ok. 5,0 km jest obszar górniczy dawnej kopalni Morcinek.

W skrajnie zachodniej części omawiany rejon obejmuje również północne dzielnice Cieszyna i wchodzi bezpośrednio na obszar złóżowy Zebrzydowice i dawnej kopalni Morcinek.

### **Rejon Kęty-Andrychów**

Rejon ten położony jest na wschód od Czechowic-Dziedzic. Większe miejscowości to Kęty, granice obszaru zbliżają się do Andrychowa. Na powierzchni przeważają grunty orne, niewiele jest powierzchni leśnych, bardzo liczne są małe miejscowości i wsie. W odległości ok. 3,0 km na północny-zachód znajduje się KWK Brzeszcze-Silesia, Ruch Silesia, a na północ w odległości kilku kilometrów (6,0-7,0 km) jest KWK Brzeszcze-Silesia, Ruch Brzeszcze i obszar złóżowy Oświęcim-Polanka.

### **Rozpoznanie geologiczne i górnicze**

Obszar występowania warstw dębowieckich wyznaczono kartograficznie na podstawie danych ze 130 otworów wiertniczych. Rozwiązania hydrogeologiczne wykonano w oparciu o wyniki badań hydrogeologicznych wykonanych w 67 otworach; przeważnie były to wyniki z polowych badań bezpośrednich, rzadziej z badań laboratoryjnych.

Rozpoznanie geologiczne tego obszaru jest bardzo zróżnicowane. Jest to głównie rozpoznanie otworami wiertniczymi, a także badaniami sejsmicznymi. Otwory wiertnicze charakteryzują się zróżnicowanym stopniem wiarygodności informacji, obok pełnordzeniowych otworów wierconych za węglem, zlokalizowano tu także znaczną ilość bezrdzeniowych otworów naftowych. Najcenniejsze są informacje z parametrycznych otworów Państwowego Instytutu Geologicznego, w których wykonano różnego rodzaju kompleksowe badania. Istotne informacje dla rozpoznania geologicznego obok otworów wiertniczych wnoszą profile badań sejsmicznych mające w większości przebieg N-S. Prace górnicze prowadzone były tylko w jednej kopalni, aktualnie zamkniętej, która w całości znajdowała się na obszarze występowania warstw dębowieckich - kopalni „Morcinek”. Pewne znaczenie mają też informacje z najbliższych kopalń sąsiadujących z omawianym obszarem od północy: są to kopalnie Jastrzębskiej Spółki Węglowej oraz "Brzeszcze-Silesia".

W zakresie rozpoznania wyraźnie widoczne są dwie strefy: lepiej rozpoznana w granicach GZW, szczególnie w pobliżu kopalń i bardzo słabo - w granicach południowego obrzeżenia zagłębia. Najlepiej udokumentowana jest część zachodnia. Stopień rozpoznania maleje znacząco w kierunku wschodnim. Pod względem istniejącego rozpoznania geologicznego obszar warstw dębowieckich można podzielić na 4 rejony, którymi w kolejności nasycenia informacjami geologicznymi będą:

- zachodni: Cieszyn - Bzie-Dębina
- centralno-północny: Rudzica - Bielsko - Kęty – Andrychów
- wschodni: Tomice - Sucha Beskidzka
- centralno-południowy: Łodygowice.

Rejon zachodni, ograniczony od północy linią kopalń jastrzębskich „Jas-Mos”, „Zofiówka”, „Pniówek” i granicą złoża węgla kamiennego Pawłowice, a od wschodu linią pomiędzy

miejscościami Strumień-Skoczów-Ustroń, jest obszarem najlepiej udokumentowanym. Zlokalizowana jest tu większość otworów wiertniczych, w profilach których występują warstwy dębowieckie, oraz dziesiątki profili sejsmicznych. Do bardzo dobrze udokumentowanych otworów należą otwory PIG: Cieszyn IG-1, Zamarski IG-1, Dębowiec IG-1, Drogomyśl IG-1, Rudzica IG-1. Obszar ten jest częściowo rozpoznany górnictwami robotami podziemnymi. Znajdowała się tu jedyna kopalnia całkowicie położona na obszarze występowania warstw dębowieckich – zamknięta obecnie kopalnia „Morcinek”. Pomiedzy kopalniami " Jas-Mos", "Zofiówka" i "Pniówek" na północy, a zlikwidowaną kopalnią "Morcinek" na południu są położone obszary złóż Zebrzydowice i Bzie-Dębina. W skrajnie południowej części położone jest złożo Cieszyn. Złoża te rozpoznane są w kategorii C<sub>1</sub> lub C<sub>2</sub>. W tym rejonie znajduje się wyznaczony do szczegółowych badań obszar Cieszyn-Skoczów-Czechowice.

Rejon centralno-północny jest stosunkowo dobrze poznany w części północnej w pasie zasięgu warstw dębowieckich, który przebiega w pobliżu kopalń "Brzeszcze-Silesia" oraz złóż Kobiór-Pszczyna i Ćwiklice-Międzyrzecze-Bieruń. Nie mniej jednak otwory wiertnicze w tej części są bardzo nierównomiernie zlokalizowane, większość z nich jest usytuowana w sąsiedztwie obu wymienionych kopalń. Pozostała, większa część tego rejonu (okolice Bielsko-Białej, Kęt, Andrychowa) jest bardzo słabo poznana z nielicznych otworów, często wierconych bezrzedniowo. Stopień rozpoznania gwałtownie spada w kierunku wschodnim. Ogółem w tej części poza granicami GZW jest zlokalizowane 16 otworów wiertniczych, w tym 11 o głębokości przynajmniej 1000 m. Istotne informacje dla rozpoznania geologicznego tej części badanego obszaru wnoszą profile badań sejsmicznych mające w większości przebieg N-S. W tym rejonie znajduje się przewidziany do szczegółowych badań Kęty-Andrychów.

We wschodnim rejonie występowania warstw dębowieckich na bardzo dużej powierzchni (ok. 500 km<sup>2</sup>) znajduje się tylko 5 otworów wiertniczych, z których tylko dwa Potrójna IG-1 i Sucha Beskidzka IG-1 mają istotne znaczenie dla rozpoznania geologicznego tego obszaru. Dodatkowe informacje wnoszą tu nieliczne profile sejsmiczne. Przedstawione dla tego rejonu rozwiązania w znacznej części należy traktować jako przypuszczalne.

Rejon centralno-południowy również o bardzo dużej powierzchni praktycznie jest pozbawiony informacji geologicznych. Na granicy przypuszczalnego zasięgu warstw dębowieckich znajduje się tu tylko jeden otwór Łodygowice IG-1. Kilka profili sejsmicznych z tego rejonu jest starych i o wątpliwej jakości. Z tego względu rozwiązania w tym rejonie należy traktować czysto hipotetycznie i praktycznie rejon ten nie był brany pod uwagę w niniejszym opracowaniu.

### **Ogólna charakterystyka budowy geologicznej obszaru występowania warstw dębowieckich**

Obszar występowania warstw dębowieckich znajduje się w obrębie Zagłębia Górnośląskiego i jego południowego obrzeżenia. Budowa geologiczna tego rejonu została ukształtowana w wyniku wielofazowości rozwoju geologicznego, nakładającej się na siebie działalności sedymentacyjno-diastraficznej dwóch cykli orogenicznych: waryscyjskiego i alpejskiego.

W wyniku działalności sedymentacyjno-diastraficznej cyklu waryscyjskiego obejmującego osady karbonu i dewonu zostało pierwotnie ukształtowane Górnośląskie Zagłębie Węglowe i jego bezpośrednie obrzeżenie. GZW zbudowane jest z utworów węglonośnych karbonu górnego. Starsze jednostki cyklu waryscyjskiego wchodzą już w strefę bezpośredniego obrzeżenia zagłębia. Są to morsko-deltowe osady kulmu, przeważnie bez pokładów i wkładek węgla, a określane jako warstwy malinowickie/zalaskie (niższa część karbonu górnego i dolnego oraz seria węglanowa (dolny karbon i dewon) i lądowe, klastyczne osady dewonu dolnego.

W wyniku działalności sedymentacyjno-diastraficznej cyklu alpejskiego budowa geologiczna omawianej części Zagłębia Górnośląskiego, jego obrzeżenia, jak również podłoża

uległa modyfikacjom. W tym czasie na omawianym obszarze powstała struktura określana mianem zapadliska przedkarpackiego bądź rowu przedgórskiego Karpat. Zapadlisko to zostało wypełnione molasowymi osadami miocenu. W końcowej fazie działalności tego cyklu doszło do nasunięć fliszu karpackiego na molasę mioceńską, a w skrajnie południowej części obszaru również na wyniesione elementy podłoża. Utwory dębowieckie uważane są za ekwiwalent wzmoczonej erozji nasuniętych Karpat w fazie styryjskiej 17-16 mln lat temu (Jura, 2001).

Kompleksy osadów powstałe w wyniku sedymentacyjno-diastroficznego cyklu waryscyjskiego i alpejskiego oddziela silnie zróżnicowana morfologicznie powierzchnia określana mianem **powierzchni stropu paleozoiku lub powierzchni podmioceńskiej**. Powierzchnia ta została ukształtowana w długim czasowo okresie luki sedymentacyjnej, od permu do dolnego miocenu. Głównym czynnikiem deformującym ją były procesy erozyjne.

W niższej części profilu molasy mioceńskiej na omawianym obszarze występują gruboklastyczne osady budujące warstwy dębowieckie, których sedymentacja zachodziła bądź to na różnowiekowych utworach paleozoicznych, bądź na osadach molasowych starszego miocenu. Cechą charakterystyczną zlepieńców i piaskowców należących do warstw dębowieckich jest brak przewarstwień mułowcowych oraz gradacyjne uziarnienie gradacyjne w całym profilu (Buła, Jura, 1983a i b). Osady warstw dębowieckich zostały przykryte ilastymi osadami miocenu środkowego formacji skawińskiej. Cechą charakterystyczną sedymentacji mioceńskiej jest to, że osady kolejnych, coraz młodszych ogniw molasy stopniowo wypełniały (idąc od południa) obszary dolin. Osady młodszej z jednostek litostratygraficznych miocenu - formacji skawińskiej - przykrywają nawet najwyższe wyniesione grzbiety. Taki charakter sedymentacji sprawia, że osady poszczególnych ogniw miocenu są nierównomiernie rozmieszczone, a każde młodsze ogniwo molasy zalega przekraczająco na starszym.

### **Profil podłoża warstw dębowieckich**

Podłoże warstw dębowieckich budują utwory: prekambryjskie, kambryjskie, dewonu, karbonu i trzeciorzędu. Warstwy dębowieckie przeważnie zalegają bezpośrednio na karbonie (utwory produktywne + kulum) lub osadach starszego miocenu, w znacznie mniejszym stopniu na serii węglanowej dolnego karbonu i dewonu oraz na serii terygenicznego dolnego dewonu i kambryjskiego. Nie można także wykluczyć bezpośredniego zalegania warstw dębowieckich na prekambryjskim podłożu krystalicznym w rejonie na południe od Bielska.

#### **Prekambryjski**

W profilu rozpoznanych skał prekambryjskich wydzielane są, na podstawie układu przestrzennego kompleksów i różnic w stopniu przeobrażeń metamorficznych tych skał, dwa zespoły wiekowe (Kotas 1982). Do starszego zespołu zaliczane są skały metamorficzne i magmowe (łupki krystaliczne, gnejsy, gnejsy zmagmatyzowane, granitoidy metamorficzne, gabro diallagowo-oliwinowe) rozpoznane wzdłuż południowego obrzeżenia GZW. Młodszy zespół skał prekambryjskich reprezentują skały anchimetamorficzne typu: fylitów, metapelitów, metapsamitów i metakonglonatów (Heflik, Konior 1974, Dudek 1980, Moryc, Heflik 1998). Do prekambryjskiego zaliczane są również kompleksy zlepieńców rozpoznane ponad skałami anchimetamorficznymi w otworach Potrójna IG-1 i Piotrowice 1 (Ślęczka 1976, 1982).

#### **Kambryjski**

Rozpoznane w południowym obrzeżeniu GZW i udokumentowane paleontologicznie skały kambryjskie należą do kambryjskiego dolnego - poziomu *Holmia* (Orłowski 1975, Buła, Jachowicz 1996). Utwory te zalegają niezgodnie na różnych zespołach skał prekambryjskich. Reprezentują one transgresywną sekwencję określoną jako formacja z Goczałkowic, w której wyróżniane są trzy ogniwa (Kotas 1982, Buła 2000). Dolną część sekwencji stanowi ogniwo piaskowców skolitusowych, które tworzą piaskowce grubo- i średnioziarniste z podrzędnymi wkładkami mułowców, w spągu przechodzące w zlepieńce. Środkową część profilu zajmuje ogniwo

piaskowców bioturbacyjnych, reprezentowane przez drobno- i średnioziarniste piaskowce przewarstwiane mułowcami. Stropowa część profilu tej dolnokambryjskiej sekwencji utworzona jest z mułowców piaszczystych, w których stwierdzono trylobity (ogniwo mułowców z trylobitami). Miąższość dolnokambryjskich utworów formacji z Goczałkowic rośnie od rejonu Bielska-Goczałkowic w kierunku wschodnim od około 300 do ponad 2000 m i prawdopodobnie w kierunku północnym i zachodnim. W rejonie Cieszyna utworów dolnokambryjskich nie stwierdzono. W rejonie tym na utworach prekambryjskich zalegają bezpośrednio skały dewońskie (otwory Puńców 1, Krasna 1 - Moryc, Heflik 1998).

### **Utwory klastyczne dewonu**

Utwory te znane są z tych samych wierceń, w których stwierdzono utwory kambru w podłożu zagłębia. W związku z tym, obszar ich rozpoznania ograniczony jest do południowej części GZW, między Cieszynem-Goczałkowicami-Wadowicami-Suchą Beskidzką. Kompleks dolnodewoński tworzą różnoziarniste piaskowce często z domieszką żwiru, zlepieńce drobnoziarniste, żwirowce piaszczyste lub ilaste oraz mułowce i iłowce (Kotas 1982, Tomasz, Zając 1996). Utwory te, o cyklicznej budowie mają charakter osadów lądowych. Wyniki badań palinologicznych wskazują, że należą one do emsu (Turnau 1974). Kompleks skał dolnodewońskich osiąga niewielką miąższość rzędu od kilku do około 50 m, maksymalnie 78 m (otwór Piotrowice 1 - Kotas 1982).

### **Utwory węglanowe dewonu środkowego, górnego i karbonu dolnego**

W profilu węglanowego kompleksu dewońsko-dolnokarbońskiego wyróżniane są dwie części tzw. serie - dolomityczna i wapienna (Kotas 1982). Seria dolomityczna, leżąca w spągu tego kompleksu zbudowana jest z ciemnoszarych i czarnych dolomitów z rzadka występującymi, cienkimi wkładkami margli i mułowców, przeważnie przepojonych anhydrytem. Seria ta w podłożu południowej części GZW wykazuje względnie stałą miąższość w granicach 250-290 m. Umownie zalicza się ją do dewonu środkowego eiflu.

Wyżej leżąca seria wapienna utworzona jest z wapieni organodetrytycznych i organogenicznych, miejscami pelitycznych i pseudoolitowych. W górnej części profilu tej serii - należącej już do karbonu dolnego - występują wkładki mułowców, tufitów i lidytów. W wyniku oznaczeń fauny w profilu serii udokumentowano: fran, famen, turnej i wizenu dolny. Przyjmuje się, że istnieje ciągłość sedymentacyjna między dewonem a karbonem. Natomiast niektóre fakty zdają się wskazywać na przerwę sedymentacyjną w profilu tej serii, na przelomie turneju i wizenu. Miąższość dewońsko-dolnokarbońskiego kompleksu węglanowego rozpoznanego w podłożu GZW rośnie od południa (rejon Puńców-Goczałkowice-Potrójna), gdzie osiąga 200-800 m, w kierunku północnym i być może w zachodnim.

### **Karbon**

Powyżej serii węglanowej zalegają morsko-deltowe utwory diastroficzne asocjacji fliszowej - kulm - ujmowane jako dwie równorzędne wiekowo jednostki litostratygraficzne - warstwy malinowickie i warstwy zalaskie. Warstwy malinowickie to kompleks osadów mułowcowo-piaszczystych pochodzenia morskiego, praktycznie bezwęglowy. W warstwach zalaskich (wschodnia część omawianego rejonu) często spotyka się cienkie warstwy węgla. Maksymalną miąższość osady kulmu osiągają w części zachodniej obszaru, ocenia się ją na ponad 1000m. Pod względem stratygraficznym utwory te należą do wizenu górnego i dolnej części namuru A. Pełny profil tych osadów na obszarze występowania warstw dębowieckich poznany został praktycznie tylko w otworach Bestwina IG-1, Rudzica IG-1 i Goczałkowice IG-1. Z otworów naftowych przewiercających ten kompleks osadów informacje są skąpe.

Utwory produktywne karbonu górnego leżą zgodnie na osadach opisanej wyżej asocjacji fliszowej. W ich obrębie wydzieliła się 4 serie litostratygraficzne. Wyraźnie zaznacza się

dwudzielnosc tych osadow- w nizszej czesci sa to osady o wyraźnych wpływach okresowych zalewów morskich (seria paraliczna), oddzielone luką sedimentacyjną od wyżej ległych 3 serii o charakterze lądowym.

Seria paraliczna (namur A) jest bardzo słabo rozpoznana na omawianym obszarze. Podstawę dla jej charakterystyki stanowią wyniki badań przeprowadzonych w kilku otworach PIG. Maksymalna miąższość serii stwierdzona w północno-zachodniej części omawianego rejonu sięga do 2000 m. W wyższej części profilu tej serii przeważają iłowce i mułowce, a w części dolnej piaskowce. Pokłady węgla są liczne lecz cienkie, rzadko powyżej 0,5 m.

Górnośląska seria piaskowcowa (namur B-C) charakteryzuje się zmienną miąższością, maksymalnie osiąga 500 m w części północno-zachodniej, w kierunku wschodnim redukuje się całkowicie. W dolnej części profilu tej serii dominują piaskowce z wkładkami zlepieńców, a w części górnej mułowce i iłowce.

Seria mułowcowa (westfal A-B) występuje w części północnej obszaru do linii uskokowej Ruptawa-Jawiszowice-Marcyporęba. Maksymalna miąższość serii w części północno-zachodniej omawianego obszaru wynosi około 1000 m. Pod względem litologicznym seria zbudowana jest przeważnie z iłowców i mułowców z podrzędnym udziałem piaskowców. Pokłady węgla są liczne i mają zróżnicowaną miąższość do 3 m.

Najmłodszą stropową karbońską serią występującą na obszarze badań jest krakowska seria piaskowcowa (westfal B-C), tylko w północnej i wschodniej części obszaru. Seria ta w znacznej części jest zerodowana. Litologicznie zbudowana jest w ok. 80% z piaskowców i zlepieńców. Podrzędnie występują mułowce i iłowce. Pokłady węgla są stosunkowo rzadkie.

Warstwy dębowieckie zalegają bezpośrednio zarówno na osadach kulmu, jak i wszystkich seriach karbonu produktywnego (z wyjątkiem krakowskiej serii piaskowcowej) głównie w zachodniej i północnej części rejonu występowania.

### **Trzeciorzęd (neogen)**

W niektórych rejonach obszaru występowania warstw dębowieckich ich podłoże tworzą także osady trzeciorzędowe starszego miocenu o bardzo zróżnicowanej miąższości, wśród których wydziela się szereg jednostek litostratygraficznych (w randze formacji lub ogniwi), często bardzo nieprecyzyjnie określonych i o wątpliwej podbudowie biostratygraficznej. W miarę dostatecznie osady te są rozpoznane w rejonie cieszyńskim (otwór Cieszyn IG-1, Bielowicko IG-1) oraz w części wschodniej w otworze Sucha Beskidzka IG-1. W obu tych rejonach wykształcenie tych osadów jest zupełnie różne i podzielone na różne jednostki litostratygraficzne. Korelacja tych podziałów pomiędzy sobą jest bardzo utrudniona. Z kolei bardzo skąpe opisy rdzeni lub prób z sita w innych otworach (rejon Bielska, Kęt, Andrychowa) uniemożliwiają rozciągnięcie istniejących propozycji podziałów litostratygraficznych na inne otwory. Z tego względu w niniejszym opracowaniu wszystkie osady trzeciorzędowe zalegające pod warstwami dębowieckimi traktowane są jako osady starszego miocenu.

W rejonie cieszyńskim za najstarszą jednostkę molasowych utworów miocenu uważa się osady formacji zebrzydowickiej zdefiniowanej przez Bułę i Jurę (1983a). Budują ją zielonoszare iłowce, rzadziej mułowce słabo wapniste, a jej maksymalna miąższość dochodzi do 150 m. Osady tej formacji zostały nawiercone tylko w kilku otworach osiągających najniższe partie stropu karbonu. Są to otwory Cieszyn IG-1, Zebrzydowice 13, Zebrzydowice 14, Kaczyce 27. Osady formacji zebrzydowickiej wypełniają przypuszczalnie najniższe partie dolin w rejonie Skoczowa i Kończyca. Zasięg, jak również ich charakter litologiczno-facjalny, jest dotychczas bardzo słabo rozpoznany z uwagi na bardzo małą liczbę punktów stwierdzeń. Na wschód od rejonu cieszyńskiego (otwory Jaworza, Bielska, Kęt, Andrychowa oraz Sucha Beskidzka) nie stwierdzono w sposób jednoznaczny odpowiednika tej formacji. Formacja zebrzydowicka na podstawie badań mikrofaunistycznych Łuczkowskiej i Olszewskiej (wykonanych w otworach PIG) zaliczana jest do dolnego miocenu, a Garecka (Garecka i in., 1996) precyzuje wiek formacji zebrzydowickiej na wyższy eggenburg-najniższy karpat.



Kolejną jednostką molasy mioceńskiej w rejonie cieszyńskim (również zdefiniowaną przez Bułę i Jurę (1983a)) jest formacja dębowiecka. Buła i Jura wydzielają w niej dwa ogniwa: starsze ogniwo zamarskie i młodsze ogniwo dębowieckie będące de facto opisywanymi w tym opracowaniu warstwami dębowieckimi w ujęciu tradycyjnym. Tworzy zdefiniowane jako ogniwo zamarskie zalegają bezpośrednio pod warstwami dębowieckimi- tworzą je spływy grawitacyjne fliszu karpackiego - olistolity i olistostromy z bardzo licznymi porwakami skał podłoża, poprzedzielane warstwami gruboławicowych zlepieńców i osadów żwirowych. Materiał fliszowy to głównie łupki czarne i mułowce, często margliste, zbrekcjonowane i zlustrowane oraz margle i brekcje mułowcowo-piaszczyste. Osady te mają ograniczony zasięg lateralny ograniczony do niższych partii dolin rejonu Skoczowa. Zostały one stwierdzone tylko w trzech otworach: Cieszyn IG-1 Zamarski IG-1 i Bielowicko IG-1- w ostatnim z wymienionych otworów osiągają największą dotychczas stwierdzoną miąższość – 320 m. Granica stropowa ogniwa ma charakter stopniowego przejścia od typowych zlepieńców dębowieckich do osadów żwirowcowo-ilastych i mułowców. W kierunku wschodnim utwory te przypuszczalnie mogą występować w głębokiej dolinie na południe od Bielska, chociaż obecny stan rozpoznania tego rejonu nie potwierdza obecności tego typu osadów. Stratygraficznie ogniwo to jest zaliczane do badenu lub pogranicza badenu i karpatu.

Należy tu jeszcze wspomnieć, że w zachodniej części omawianego obszaru w profilu trzeciorzędowego podłoża warstw dębowieckich niekiedy występują lądowe klastyczne osady tzw. formacji kłodnickiej. Osady te - będące zwietrzeliną niżej leżących utworów karbonu górnego - występują w formie izolowanych płatów o miąższości przeważnie kilku - kilkunastu metrów.

We wschodniej części badanego obszaru w otworze Sucha Beskidzka IG-1 (Ślącza, 1976, 1977) miąższość osadów trzeciorzędowych zalegających pod warstwami dębowieckimi wynosi blisko 550 m. Na ogół osady te zalicza się do dolnego miocenu. Dla osadów tych wraz z analogicznymi w otworach Lachowice, Zawoja, Sułkowice, leżącymi już poza omawianym obszarem badań, w literaturze geologicznej przedstawiono szereg propozycji podziałów litostratygraficznych; dyskusję tych podziałów przedstawił Moryc (1989, 2005). Na ogół za najstarszą w tym rejonie uznaje się formację suską (Ślącza, 1977), zbudowaną z kontynentalno-brakicznych utworów pochodzenia fliszowego występujących w najniższej części profilu mioceńskiego w otworze Sucha Beskidzka IG-1 o miąższości ok. 250 m. Kolejną formacją wydzielaną w tym otworze jest formacja stryszawska o miąższości ok. 350 m zbudowana w części niższej z osadów zlepieńcowych (ok. 140 m), a w części wyższej z utworów ilasto-mułowcowych z wkładkami piaskowców i zlepieńców. Ponadto Moryc (1989, 2005) w otworze Jachówka wydziela jeszcze jedną formację starszą od warstw dębowieckich - formację z Jachówki o miąższości ok. 180 m, w skład której wchodzi ilasto-mułowcowe utwory, które podobnie jak warstwy dębowieckie zaliczane są już do badenu.

### **Profil nadkładu warstw dębowieckich**

W profilu nadkładu warstw dębowieckich występują utwory miocenu - formacji skawińskiej, nasunięcia karpackiego oraz czwartorzędu. Na zdecydowanej większości obszaru swojego występowania warstwy dębowieckie przykryte są osadami formacji skawińskiej. W kilku otworach w południowej części omawianego obszaru warstwy dębowieckie stwierdzono bezpośrednio pod nasunięciem karpackim (Cieszyn 10, Międzyzwieć H1, Potrójna IG-1, Łodygowice IG-1).

### **Trzeciorząd (neogen) – miocen**

Morskie ilasto-mułowcowe i mułowcowo-margliste osady formacji skawińskiej kończą sedymentację molasy mioceńskiej. Na omawianym obszarze leżą one na osadach warstw dębowieckich lub bezpośrednio na paleozoiku. W wyniku sedymentacji osadów tej formacji następuje całkowite wypełnienie dolin i przykrycie paleogrzbiotów. Osady formacji skawińskiej mają bardzo duży zasięg lateralny i przykrywają ok. 70-80% całego obszaru badań. Ich miąższość jest silnie zróżnicowana od 0 m w rejonie Cieszyna, Ustronia, Łodygowic i Potrójnej do 1000 m w

rejonie Jawiszowic i 1100 m w rejonie Zebrzydowic. Na formację skawińską w końcowej fazie procesów orogenicznych Karpat nasunięte zostały jednostki fliszu karpackiego. Pod nasunięciem karpackim miąższość formacji maleje ku południowi wraz ze wzrostem miąższości nasunięcia.

Na większości obszaru charakter sedymentacji formacji skawińskiej jest typowy tzn. ilasto-mułowcowy, lekko marglisty, z niewielkimi przewarstwieniami piaskowców. Natomiast w rejonie Bielska obserwuje się wyraźny wzrost udziału osadów gruboklastycznych w profilu formacji. Przykładem tego jest profil tych osadów w otworze Bestwina IG-1. Kompleksy piaskowców i zlepieńców poprzedzielane wkładkami mułowców osiągają tu miąższość do 120 m. Na obecnym etapie rozpoznania geologicznego nie można jednak prognozować jaki jest zasięg lateralny tych osadów i jaka jest ich forma. Mogą to być formy soczewkowe piaszczysto-zlepińcowe obocznie przechodzące w osady drobnoklastyczne.

Osady formacji skawińskiej zaliczane są do badenu. Według Gareckiej (Garecka i in., 1996) spąg tej formacji jest diachroniczny. W części południowej sięga on karpatu, podczas gdy w północnej może być wieku badeńskiego.

### **Kreda + paleogen - nasunięcie karpackie**

Utwory fliszu karpackiego nasunięte są na osady formacji skawińskiej lub warstw dębowieckich, a poza obszarem występowania warstw dębowieckich mogą być nasunięte bezpośrednio na osady paleozoiczne. Są to osady płaszczowin podśląskiej i śląskiej o miąższości na ogół do 800-1000 m; w kierunku południowo -wschodnim miąższość ta znacznie wzrasta przekraczając w rejonie Suchej Beskidzkiej 2000 m.

### **Czwartorzęd**

Osady czwartorzędu rozwinięte są w formie pokrywy osadowej zbudowanej z piasków i żwirów przewarstwionych glinami i iłami. Ich miąższość jest zróżnicowana, przeważnie w granicach 10-40 m, w dolinach rzek może być nieco większa. Na obszarze górzystym ich miąższość na ogół nie przekracza 0-5 m.

### **Budowa strukturalna**

Główne założenia struktury utworów karbońskich i dewońskich zostały uformowane w czasie trwania orogenezy waryscyjskiej, a uległy modyfikacjom w okresie alpejskiej epoki tektonicznej (Kotas, 1972). Północna połowa obszaru występowania warstw dębowieckich leży na południowym pograniczu rozległej struktury zwanej nieką główną. Z tego powodu warstwy karbonu i dewonu zapadają tu monoklinalnie w kierunku północnym. Jedynie lokalnie w strefach bezpośrednio przylegających do uskoku obserwuje się podgięcia warstw.

Model budowy strukturalnej tego obszaru ukształtowany jest przez tektonikę dysjunktywną. Dominującą rolę w tym zakresie odgrywają uskoki lub strefy uskoku o przebiegu równoleżnikowym, przeważnie o dużych zrzutach powyżej 100 m. Uskoki te kształtują zrębowo-schodowy charakter struktury tej części zagłębia i jego południowego obrzeżenia. Do najważniejszych równoleżnikowych stref uskoku należy zaliczyć strefę uskoku Żory-Jawiszowice (zrzut ok. 1100 m) na północ od zasięgu warstw dębowieckich oraz Ruptawa-Czechowice-Marcyporęba (zrzut do 600 m) złożoną z szeregu uskoku zrzucających osady paleozoiku na południe. Są to strefy uskoku, których założenia powstały w czasie orogenezy waryscyjskiej, a zostały odnowione w cyklu alpejskim.

W zachodniej części obszaru występowania warstw dębowieckich obserwuje się łagodne ugięcia warstw w formie synklin bądź antyklin. Rozległe niecki (brachysynkliny) występują w rejonie Pruchnej i Drogomyśla oraz w rejonie Strumienia. W tej części równoległe do strefy Ruptawa-Czechowice biegnie uskoku Zebrzydowice-Ligota zrzucający osady karbonu ku południowi maksymalnie do 350 m. Do ważniejszych stref mających znaczenie w ukształtowaniu modelu budowy strukturalnej karbonu na tym obszarze zaliczyć należy również uskoki

Zebrzydowice-Rudzica, Zamarski-Hermanice zrzucające utwory karbonu ku północy. Maksymalne amplitudy zrzutów tych uskoków wynoszą 300-350 m.

Najsłabiej rozpoznana pod względem tektoniczno-strukturalnym jest południowo-wschodnia część obszaru. W części tej - zwłaszcza pod nasunięciem karpackim - nie można wykluczyć zaangażowania tektonicznego również w osadach trzeciorzędowych, w tym dużych uskoków o amplitudach zrzutów wynoszących kilkaset metrów.

### **Ukształtowanie powierzchni stropu paleozoiku**

Kompleksy osadów powstałe w wyniku sedymentacyjno-diastroficznego działania cykli waryscyjskiego i alpejskiego oddziała silnie zróżnicowana morfologicznie powierzchnia określana mianem powierzchni stropu paleozoiku lub powierzchni podmioceniowej. Powierzchnia ta została ukształtowana w okresie luki sedymentacyjnej od permu do dolnego miocenu.

Głównym czynnikiem deformującym powierzchnię stropu paleozoiku były procesy erozyjne. Skala tych procesów była niewątpliwie uwarunkowana przez tektonikę dysjunktywną. Wskazują na to badania morfologii stropu karbonu wzdłuż strefy uskokowej Ruptawa-Czechowice-Marcyporęba (Jura, 1983), przebiegającej wzdłuż południowej granicy kopalń "Jas-Mos" i "Brzeszcze-Silesia". Wzdłuż tej strefy zaznacza się wyraźny próg morfologiczny o znacznych deniwelacjach pomiędzy skrzydłem zrzuconym a wiszącym. Deniwelacje te sięgają 500 i więcej metrów. Próg ten jest poprzecznie pocięty erozyjnie. W strukturze morfologii stropu karbonu można wydzielić szereg ważniejszych jednostek morfologicznych obniżonych i wyniesionych o rozciągłości generalnie równoleżnikowej. Elementy wyniesione w literaturze dotyczącej tego regionu definiowane są jako grzbiety, a obniżenia jako doliny. Do ważniejszych jednostek należy Grzbiet Pawłowic, który w kierunku wschodnim kontynuuje się w kierunku Jawiszowic. Grzbiet ten obejmuje północną część obszaru i występuje nad skłonem morfologicznym utworzonym wzdłuż strefy uskokowej Ruptawa-Czechowice-Marcyporęba. Na południe od tej strefy występuje grzbiet Dziedzic-Kobiernic obejmujący część centralną obszaru, który od północnego-zachodu rozcięty jest doliną Strumienia, od północnego-wschodu doliną Wilamowic, a od południa doliną Bielska. Dolina Bielska w kierunku zachodnim łączy się przypuszczalnie z dolinami Strumienia i Skoczowa (Jura, 2001).

Zasadniczą cechą morfologii stropu paleozoiku są bardzo duże deniwelacje. Najwyżej położone punkty powierzchni paleozoiku sięgają powyżej 100 m n.p.m., a najniższe położone są na poziomie około -3000 m n.p.m. Deniwelacje pomiędzy poszczególnymi elementami morfologicznymi sięgają 1000 m. Świadczy to o średniogórskim charakterze tej rzeźby. Prawidłowe określenie rzeźby powierzchni stropu paleozoiku ma duże znaczenie dla szacowania miąższości warstw dębowieckich, które najwyższe miąższości osiągają w paleo-dolinach. Z kolei w pasie grzbietów miąższości te zdecydowanie maleją, nawet do całkowitego wyklinowania się.

### **Charakterystyka geologiczna warstw dębowieckich**

#### **Stratygrafia**

Jako pierwszy termin warstwy dębowieckie wprowadził Tołwiński (1950) dla określenia osadów gruboklastycznych występujących w dolnej części profilu miocenu w otworach w rejonie Skoczowa; osady te zalegają bezpośrednio poniżej osadów ilastych miocenu, w tym rejonie przeważnie bezpośrednio na stropie karbonu. Od tego czasu dla określenia tej partii osadów stosowano różnorodne terminy: serie dębowieckie, spągowe zlepieńce miocenu, formacja dębowiecka, litosom dębowiecki i inne. Próbę sformalizowania i dokładną charakterystykę warstw dębowieckich podali Jura i Buła (1983a), którzy tradycyjnie ujmowane warstwy dębowieckie określili jako ogniwo dębowieckie tworzące, w niektórych rejonach, z niżej ległymi osadami mioceniowymi (ogniwo zamarskie) formację dębowiecką.

Ponieważ nadal funkcjonują różne pojęcia zarówno warstw, jak i ogniwa dębowieckiego (np. Garecka i in., 1996), a jednocześnie myląca jest nazwa formacja dębowiecka, która zawiera ten sam człon jak i ogniwo, aby uniknąć niejasności, szczególnie w środowiskach górniczych, autorzy wrócili do tradycyjnej nieformalnej nazwy tych osadów - warstw dębowieckich. Zatem jako warstwy dębowieckie w niniejszym opracowaniu uważany jest:

**pakiet autochtonicznych osadów gruboklastycznych występujący w spągowej części profilu miocenu górnego w południowej części GZW i jego południowego obrzeżenia, pod ilastymi osadami badeńskimi formacji skawińskiej (niekiedy bezpośrednio pod nasunięciem karpackim), zalegający na utworach paleozoicznych lub starszego miocenu.**

Jak wspomniano wyżej omawiane tu warstwy dębowieckie zostały zdefiniowane przez Bułę i Jurę (1983 a,b) w rejonie cieszyńskim - w sensie formalnym - jako ogniwo dębowieckie tworzące wraz z niżej leżącym ogniwem zamarskim formację dębowiecką. Formacja dębowiecka w tym rejonie jest przykryta osadami formacji skawińskiej, a zalega bezpośrednio na utworach karbonu (produktywnego lub kulmu), lub w niektórych miejscach na osadach formacji zebrzydowickiej.

Wiek warstw dębowieckiej jest trudny do określenia z powodu prawie całkowitego braku szczątków organicznych. Podsumowując wyniki badań biostratygraficznych warstw dębowieckich można określić ich wiek w przewadze na wczesnobadeński, a w południowej części obszaru na być może późnokarpcki (Moryc, 2005).

## **Litologia**

Wykształcenie litologiczne osadów dębowieckich zostało dokładniej poznane tylko w rejonie zachodnim oraz północnym, zwłaszcza w otworach odwierconych przez PIG (Dębowiec IG-1, Cieszyn IG-1, Zamarski IG-1, Bestwina IG-1, Czechowice IG-1), a w części wschodniej znane jest z otworów Sucha Beskidzka IG-1 i Potrójna IG-1. Z otworów naftowych (głównie wschodnia i centralna część obszaru) informacje o cechach litologicznych osadów dębowieckich są bardzo skąpe. Ograniczają się one tylko do podania typu litologicznego skał.

Wyróżniającą cechą gruboklastycznych osadów dębowieckich jest wyraźna, normalna gradacja uziarnienia w profilu pionowym. W profilach otworów obserwuje się stopniową zmianę wielkości ziaren od najgrubszych w spągu warstw (głazowiska, zlepienie gruboziarniste z blokami skał o wielkości do 30-40 cm) do drobnych w stropie (piaskowce drobno- i średnioziarniste). Jedną z zasadniczych cech tego ogniwa są również lateralne zmiany uziarnienia. Grubsze frakcje dominują w części południowej omawianego obszaru. Ku północy zmniejsza się wielkość ziaren w całym kompleksie osadów. W północnej i północno-zachodniej części obszaru najgrubszymi frakcjami osadów dębowieckich są zlepienie drobnoziarniste. W profilu przeważają piaskowce różnoziarniste.

Wyniki badań petrograficznych wykonane na rdzeniach z otworów parametrycznych PIG wskazują, że wysortowanie materiału ziarnowego i stopień obtoczenia są bardzo zmienne. Skład petrograficzny materiału ziarnistego jest bardzo zróżnicowany litologicznie. Głównymi składnikami są okruchy skał karbońskich budujących GZW (skały ilasto-mułowcowe, piaskowce, syderyty, niekiedy węgle kamienne), okruchy skał węglanowych, magmowych, krystalicznych i metamorficznych (kwarcyty, łupki mikowo-chlorytowe). Spoiwo w obrębie tych osadów jest typu kontaktowego lub porowego. Najczęściej ma ono charakter masy detrytycznej scementowanej grubokrystalicznym kalcytem.

## **Miąższość i głębokość zalegania**

**Miąższość** warstw dębowieckich na całym obszarze występowania nawiązuje do form morfologicznych podłoża paleozoicznego. Największe miąższości warstw dębowieckich są odnotowywane w strefach dolin stropu paleozoiku. W obrębie grzbietów miąższość ich ulega znacznej redukcji. Maksymalne miąższości osadów warstw dębowieckich, w granicach 250-300 m

występują rejonie Bielska (na południe od otworu Bielsko 4), Jaworza (na południe od otworów Skoczów 1, Pogórze 1 i Jaworze IG-1) oraz bezpośrednio na wschód i północny-wschód od byłej kopalni "Morcinek". Największą miąższość stwierdzono w otworze Jaworze IG-1 - 263.0 m. Inne otwory, w których miąższość warstw dębowieckich przekracza 200 m to: Skoczów 1, Kęty 3, Drogomyśl IV i Bielsko 4. Średnia miąższość z wszystkich otworów, w których stwierdzono występowanie warstw dębowieckich (130 otworów) wynosi 70,3 m, z tym, że w zdecydowanej większości otworów (76%) miąższość ta nie przekracza 100 m. Dlatego też powinno się dość ostrożnie szacować miąższości większe niż 100-150 m, szczególnie w rejonach pozbawionych otworów wiertniczych, należy się liczyć z błędem nawet do 50 m.

Ogólnie można stwierdzić, że na większości obszaru występowania warstw dębowieckich ich miąższość zawiera się przeważnie w granicach 50-150 m. Największe zróżnicowanie miąższości występuje w części zachodniej (należy zaznaczyć jednak, że jest to obszar dobrze rozpoznany geologicznie). Najmniejsze różnice w miąższości występują w części wschodniej, gdzie miąższość zawiera się w granicach 100-150 m. Układ izolinii miąższości jest wyraźnie równoleżnikowy z odchyleniem w kierunku południowym. Idąc od linii północnego zasięgu na południe przechodzi się kolejno trzy wąskie i długie strefy dużych miąższości o kierunku WNW-EES oddzielone dwoma "grzbietami" o podobnych długościach i kierunku, lecz znacznie szerszymi. Wyraźnie jest widoczne, że w części północnej maksymalne miąższości w "dolinach" (ok. 150-170 m) są znacznie mniejsze niż w części południowej (250-300 m), z kolei w "grzbietach" w części północnej obserwuje się pas wychodni i niewielkiej miąższości do 25 m, w części południowej w "grzbietach" wychodni nie stwierdzono i miąższość jest większa.

#### **Rejon Cieszyn-Skoczów-Czechowice**

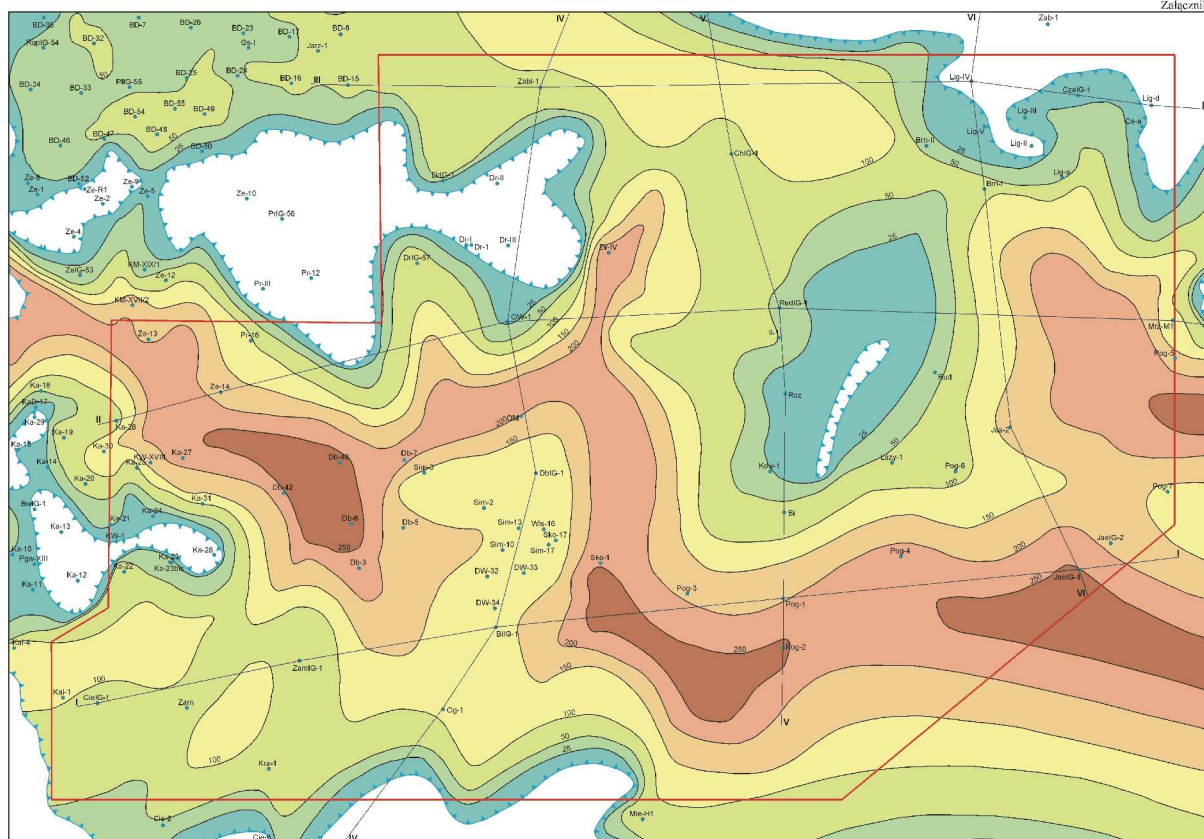
Największe miąższości warstw dębowieckich powyżej 250 m występują w południowej, wschodniej i zachodniej części obszaru. W części centralnej, północno-wschodniej, północno-zachodniej i zachodniej są obszary, gdzie miąższość warstw gwałtownie maleje, a nawet warstwy wyklinowują się. Miąższość warstw jest bardzo zmienna, co ilustruje mapa miąższości warstw dębowieckich (Rys. 1.1.1.11), ale generalnie maleje w kierunku północnych i południowych granic obszaru. Na ogół zawiera się w granicach od 50 do 200-250 m.



## MAPA MIĄŻSZOŚCI UTWORÓW DĘBOWIECKICH

skala 1:50 000

0 1 2 3 4 5 km



### Legenda

- izolacja miąższości warstw dębowieckich
- zasięg występowania warstw dębowieckich
- region badawczy
- otwory wiertnicze
- przekroje geologiczne

Rys. 1.1.1.11. Miąższość warstw dębowieckich Rejonu Cieszyn-Skoczów-Czechowice

### Rejon Kęty-Andrychów

Największe miąższości warstw dębowieckich powyżej 150 m występują w północno-wschodniej części obszaru. W rejonie północnych, zachodnich i południowo-zachodnich granic obszaru maleje do 0 m. W części południowej na znacznym obszarze miąższość nie przekracza 50 m.

**Głębokość zalegania** powierzchni stropu warstw dębowieckich jest silnie zróżnicowana. Generalnie, powierzchnia ta swoim układem jest zbliżona do powierzchni stropu paleozoiku, w części zachodniej i północnej układ ten podobny jest także do przebiegu izolacji miąższości. Pod względem głębokości zalegania można tu wydzielić 3 rejony:

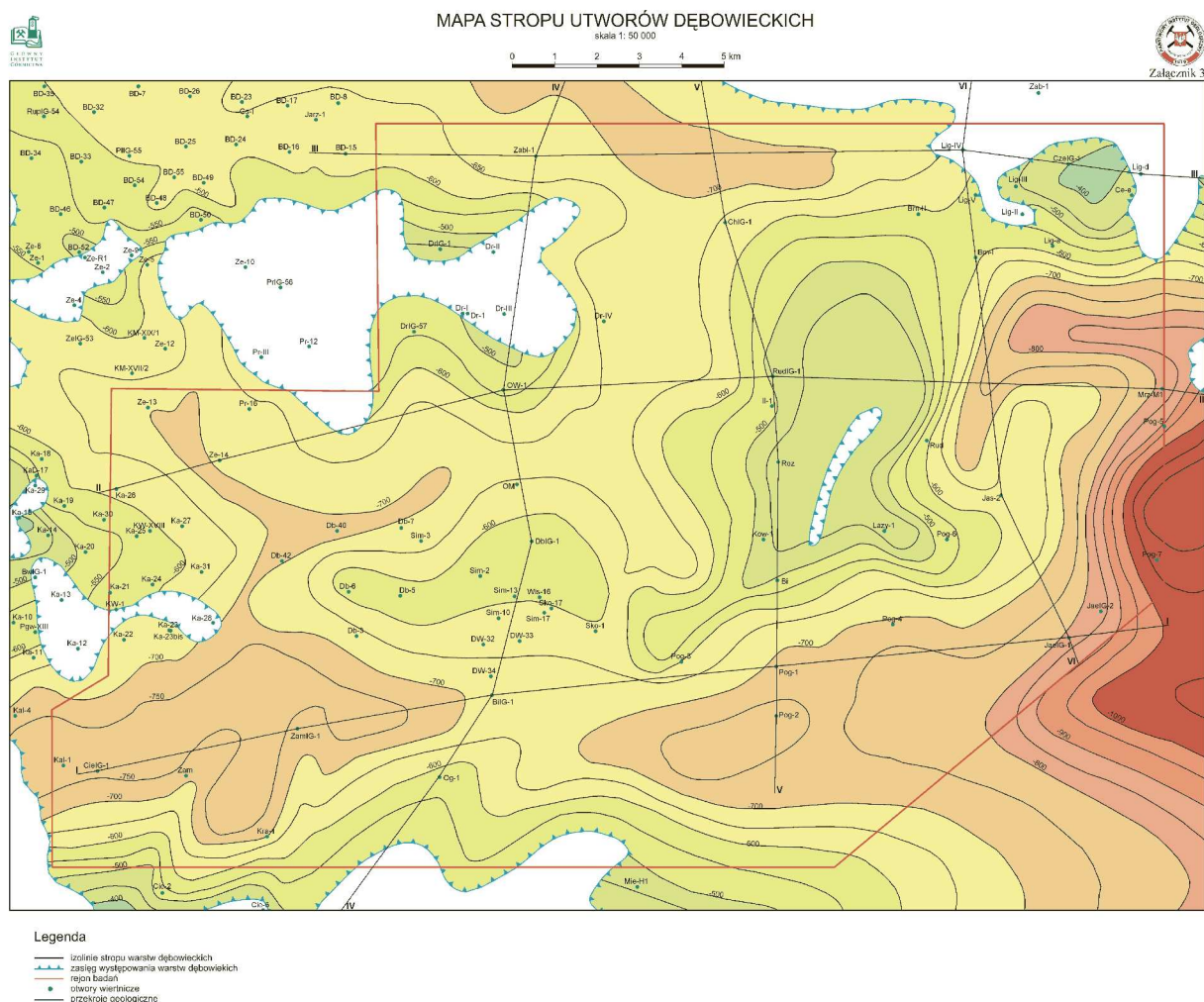
1. północno-zachodni obejmujący część zachodnią od granicy państwowej po południk Jaworza na wschodzie oraz część północną w pobliżu Bielska - Kęty; w rejonie tym głębokość stropu raczej nie przekracza -1000 m i sporadycznie podnosi się wyżej niż -500 m, powierzchnia stropu jest silnie zróżnicowana erozyjnie; generalnie w tej części położone są oba wyznaczone obszary badawcze
2. południowy obejmujący obszar na wschód od Jaworza i na południe od Bielska po Andrychów; głębokość zalegania wynosi tu od -1000 do -1300 m, powierzchnia stropu jest przypuszczalnie stosunkowo płaska, lekko obniża się w kierunku wschodnim;
3. wschodni obejmujący obszar na wschód od Andrychowa; powierzchnia stropu słabo zróżnicowana jest silnie nachylona w kierunku południowo-wschodnim od -1000 do

przeszło -2400 m.

Generalnie można stwierdzić, że strop warstw dębowieckich stopniowo obniża się z północnego zachodu w kierunku południowo-wschodnim. Na obecnym etapie rozpoznania geologicznego nie można wykluczyć w południowo - wschodniej części dużych pionowych przesunięć tektonicznych powierzchni stropu warstw dębowieckich.

### Rejon Cieszyn-Skoczów-Czechowice

W obszarze tym głębokość zalegania warstw dębowieckich waha się od -500 m n.p.m. (sporadycznie od -400 m n.p.m.) do -1000 m n.p.m. (sporadycznie do -1100 m n.p.m.). Najpłycej warstwy dębowieckie zalegają w części północno-wschodniej, północno-zachodniej, zachodniej i centralnej. Największe głębokości zalegania warstw mają miejsce na ograniczonym obszarze w części wschodniej – poniżej -1000 m n.p.m. W całym rejonie warstwy dębowieckie zalegają na głębokości poniżej 700-800 m licząc od powierzchni terenu (sporadycznie płycej w granicach 650-700 m). Rozkład zalegania stropu i spągu warstw dębowieckich przedstawiają Rys. 1.1.1.12 i 13.

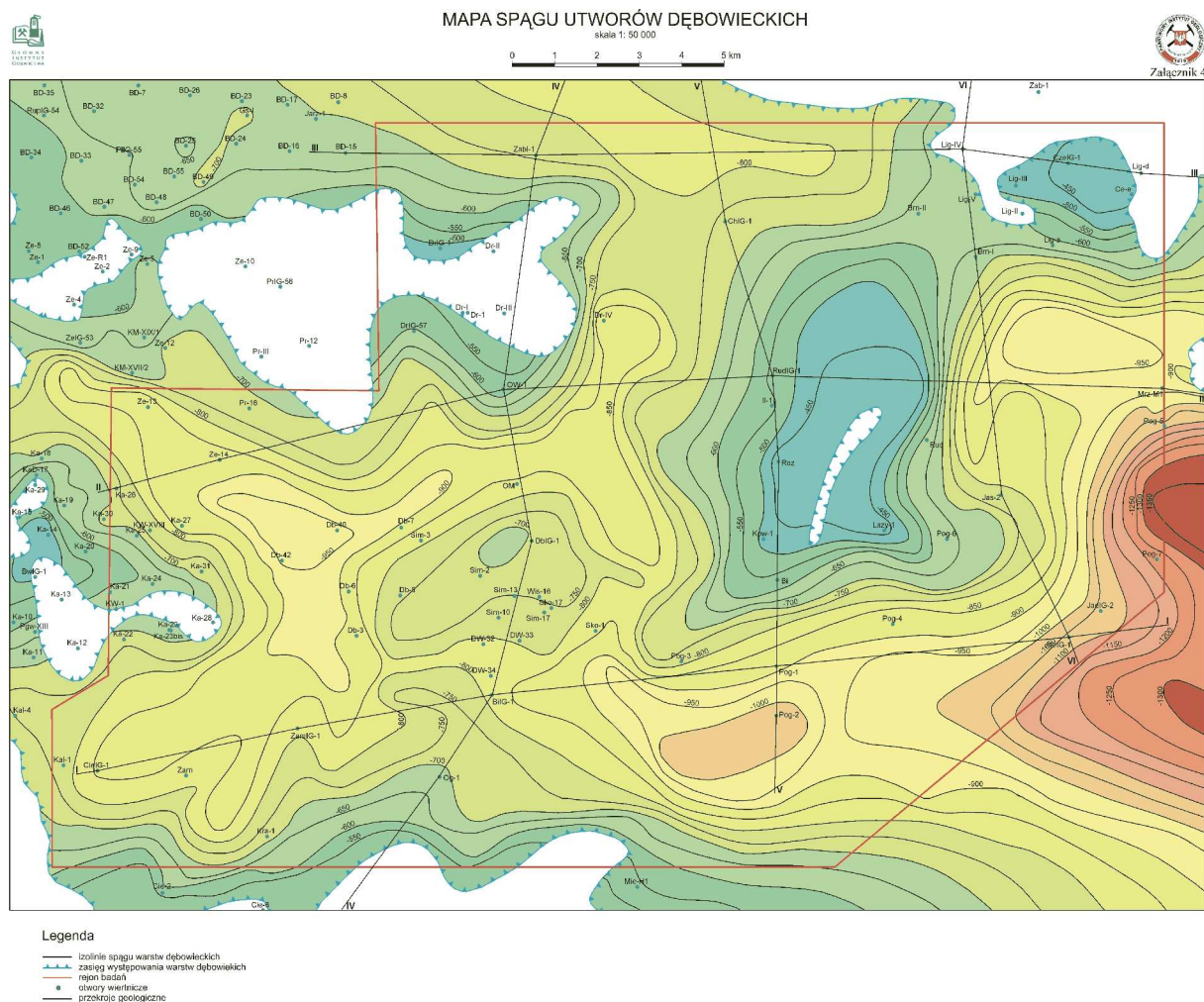


Rys. 1.1.1.12. Głębokość zalegania stropu warstw dębowieckich rejonu Cieszyn-Skoczów-Czechowice

### Rejon Kęty-Andrychów

W tym rejonie głębokość zalegania warstw dębowieckich zawiera się w granicach na ogół od -500 do -1000 m n.p.m. Najmniejsza jest w skrajnie zachodniej części na niewielkim obszarze, gdzie wynosi -400 m n.p.m., a największa w części wschodniej, gdzie przekracza -1000 m n.p.m.

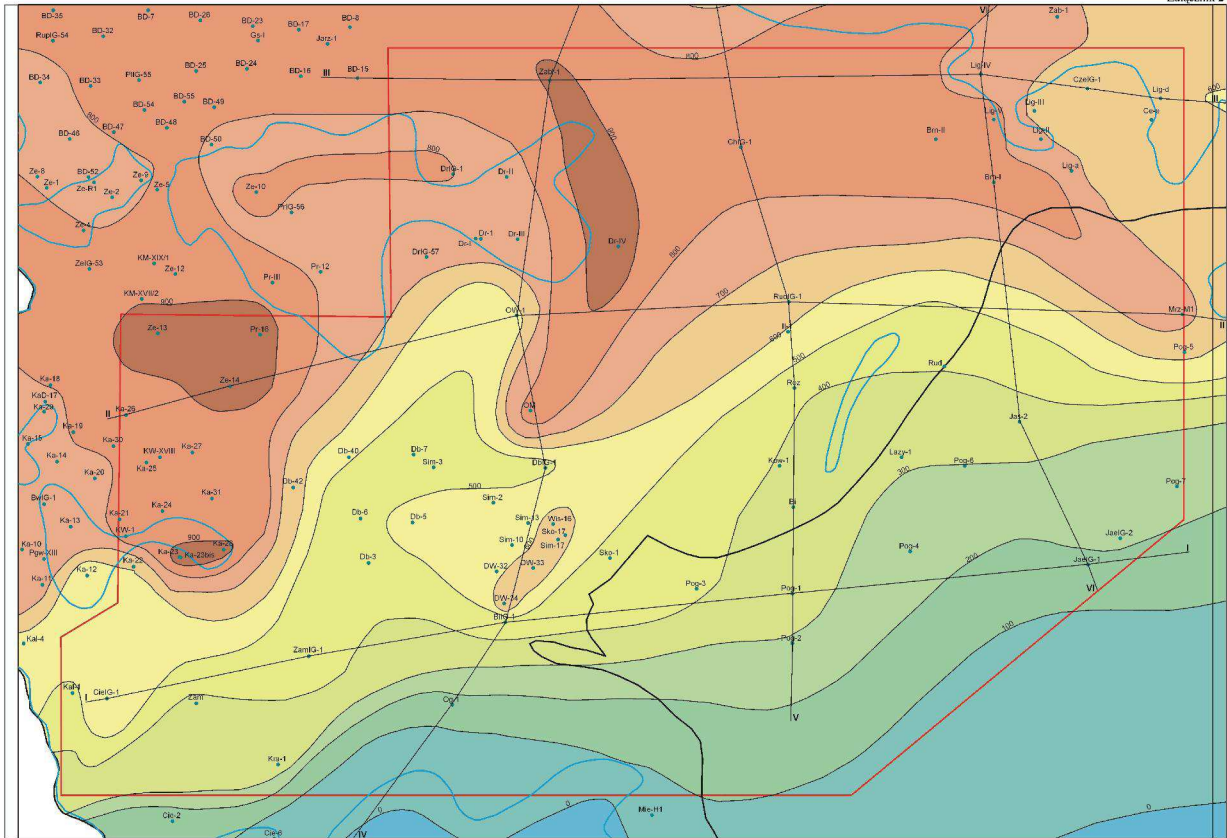
(Rys. 1.1.1.10). Na całym obszarze warstwy dębowieckie zalegają poniżej 700-750 m licząc od powierzchni terenu.



Rys. 1.1.1.13. Głębokość zalegania spągu warstw dębowieckich rejonu Cieszyn-Skoczów-Czechowice

Istotne znaczenie ma też miąższość nieprzepuszczalnych osadów miocenu (formacja skawińska) zalegających na warstwach dębowieckich. Największe miąższości osady te osiągają w północnych częściach obu wyznaczonych obszarów, przekraczając 900 m. Miąższość maleje w kierunku południowym nawet zbliżając się do zera, ale w tym właśnie rejonie na utworach miocenu zalegają utwory fliszu karpackiego. Szczegółowo rozkład miąższości w Rejonie Cieszyn-Skoczów-Czechowice prezentuje Rys. 1.1.1.14.





- Legenda**
- izolnie miąższości miocenu nieprzepuszczalnego
  - zasięg występowania warstw dębowiekich
  - region badań
  - otwory wiertnicze
  - przekroje geologiczne

Rys. 1.1.14. Miąższość miocenu nieprzepuszczalnego dla rejonu Cieszyn-Skoczów-Czechowice.