

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

Georóżnorodność z ArcGIS Desktop

Obliczanie różnorodności cząstkowej

Budowa geologiczna

Tomasz Bartuś

Na podstawie materiałów szkoleniowych ESRI
Wyłącznie do użytku wewnętrznego AGH

<http://home.agh.edu.pl/bartus>
12.12.2023 14:58:00

Różnorodności cząstkowe kryteriów opisujących budowę geologiczną

Analiza budowy geologicznej stanowi jeden z najczęściej podejmowanych tematów badań środowiskowych, a w szczególności badań nad georóżnorodnością (Mizgajski 2001; Prosser 2002; Stanley 2003; Kozłowski 2004; Kot 2006a; Miśkiewicz 2009; Hjort & Luoto 2010). Pod pojęciem „budowy geologicznej” najczęściej rozumie się obserwowane w skorupie ziemskiej lub jej fragmencie zróżnicowanie litologiczne i stratygraficzne oraz występowanie niektórych zjawisk lub form geologicznych (np. mineralizacji, deformacji nieciągłych itp.) (Jaroszewski *i in.* 1985). Odrębnie definiowana jest budowa strukturalna. Pojęcie struktury rozumiane jest najczęściej jako „przestrzenne rozmieszczenie (geometria) mas skalnych w litosferze (głównie w skorupie ziemskiej lub w jakimś jej fragmencie), w tym zakresie, w jakim zależy ono przede wszystkim od diastrofizmu” (Jaroszewski *i in.* 1985, 23).

W opisie struktury krajobrazu i ocenie różnorodności budowy geologicznej uwzględnimy przestrzenną zmienność litofacjalną, stratygraficzną, tektonikę oraz występowanie geostanowisk (Tab. 1).

Tab. 1. Elementy, cechy krajobrazu i kryteria oceny różnorodności budowy geologicznej

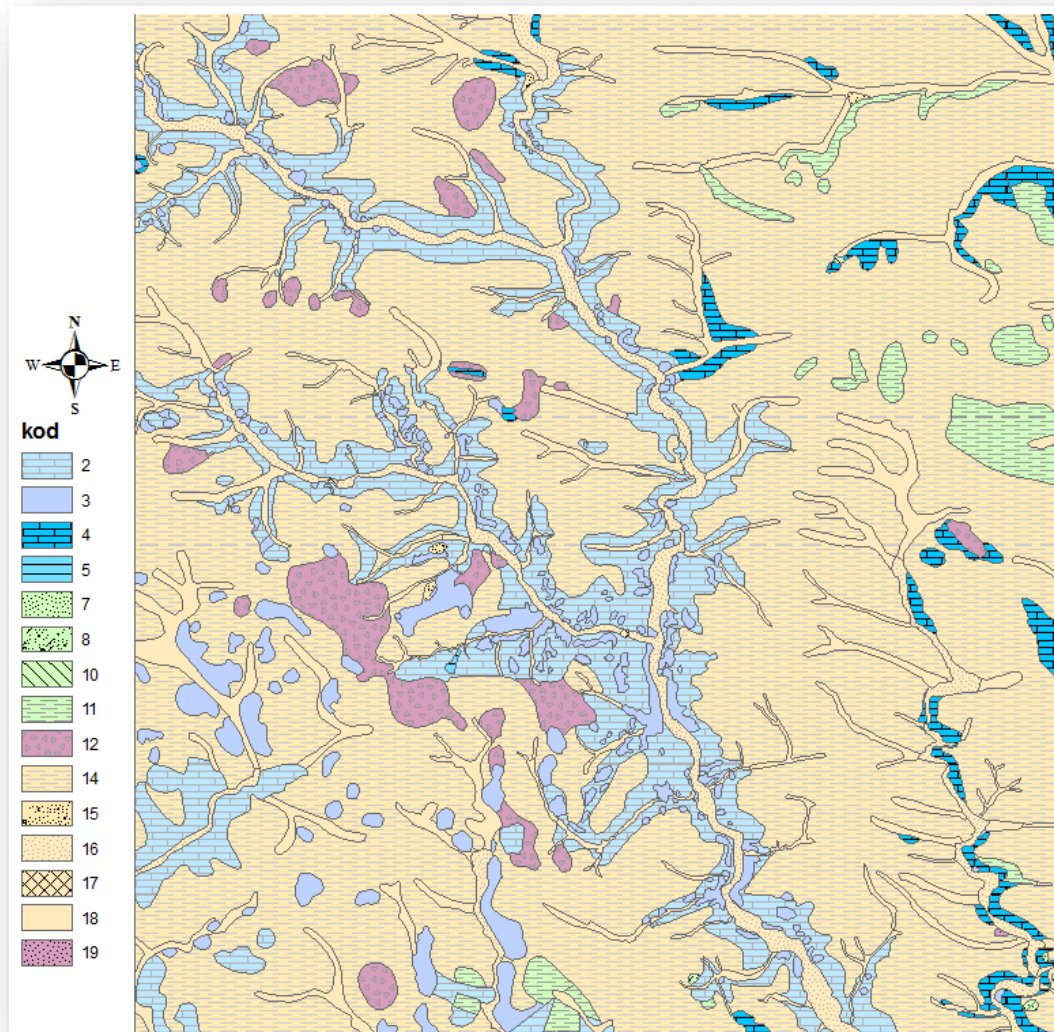
Cel oceny	Element krajobrazu	Cecha krajobrazu
różnorodność geologiczna	budowa geologiczna	litologia
		stratygrafia
		tektonika dysjunktywna
		geostanowiska

1. Dane

1.1. Mapa litostratygraficzna

Podstawowym źródłem danych w naszych analizach georóżnorodności będzie znana nam już *Cyfrowa mapa litostratygraficzna rejonu OPN* powstała w wyniku digitalizacji opracowanej w 1997 roku *Mapy geologicznej Ojcowskiego Parku Narodowego wraz z otuliną* (Płonczyński 2001). Utworzona mapa wymagała uzupełnienia o fragmenty nieobjęte opracowaniem, znajdujące się poza otuliną OPN. Źródło danych uzupełniających stanowiła *Szczegółowa mapa geologiczna Polski* (SMGP) – arkusz *Skala*

(Płonczyński 2000a, b). Opracowana klasa obejmuje przestrzenną zmienność piętnastu ogniów litostratygraficznych (Ryc. 1).

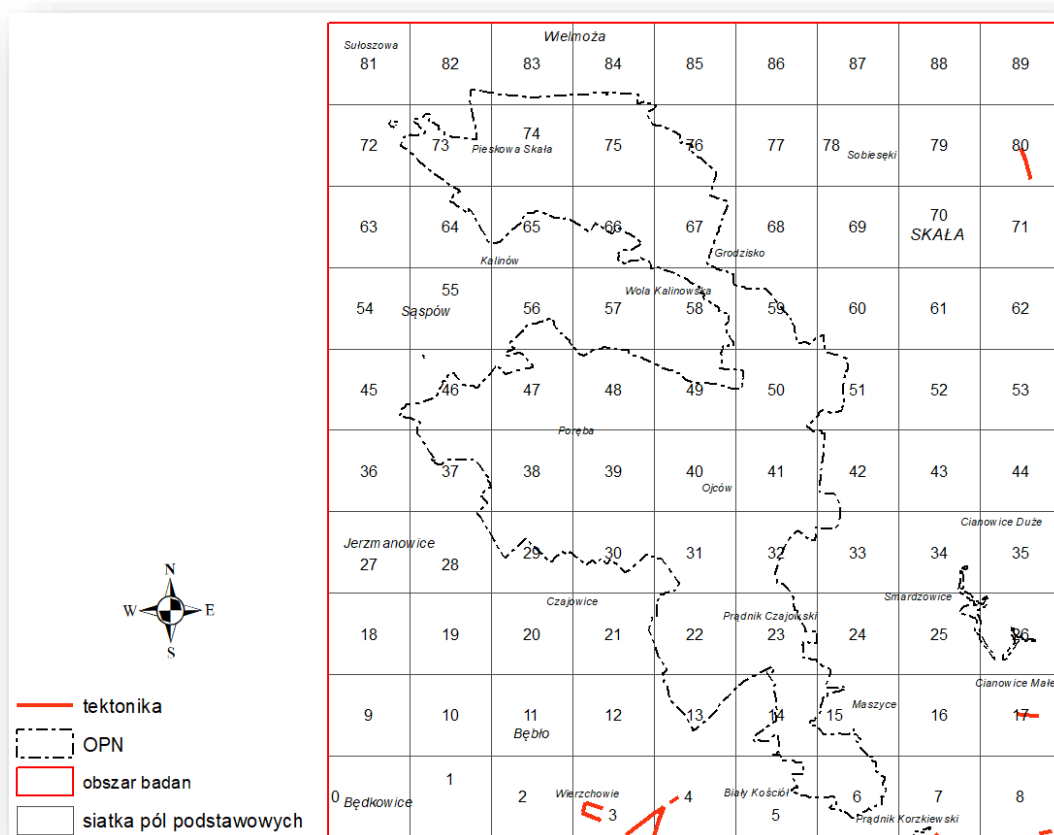


Ryc. 1. Mapa litostratygraficzna OPN i jego okolic według Płonczyńskiego (2000a, 2001), zmienione. Górna jura: 2 – wapnienie skaliste i uławiczone (nierozdzielone), 3 – wapnienie skaliste, 4 – wapnienie ławicowe z krzemieniami, 5 – wapnienie margliste płytowe; górna kreda: 7 – piaski, 8 – zlepieńce, miejscami piaskowce wapniste i piaski, 10 – margle glaukonitowe, 11 – opoki z czertami, wapnienie margliste i margle; paleogen: 12 – rumosze krzemienne i gliny zwietrzelinowe z krzemieniami, 19 – piaski miejscami ilaste; plejstocen: 14 – lessy; plejstocen / holocen: 15 – rumosze skalne; holocen: 16 – piaski, żwiry oraz mułki, gliny i piaski (mady) tarasów zalewowych, 17 – martwice wapienne, 18 – namuły den dolinnych

1.2. Mapa tektoniczna

Badany obszar jest położony na południowych peryferiach monokliny śląsko-krakowskiej, które charakteryzują się występowaniem monotonnej budowy geologicznej zbliżonej do płytowej. Opisywany krajobraz znajduje się poza strefą silnych zaburzeń tektoniki dysjunktywnej fazy sawskiej orogenezy alpejskiej (Ryc. 2). Wyłącznie w kilku izolowanych fragmentach, np. w rejonie Wierzchowa, występują charakterystyczne dla

południowej krawędzi monokliny śląsko-krakowskiej niewielkie uskoki i struktury zrębowe.

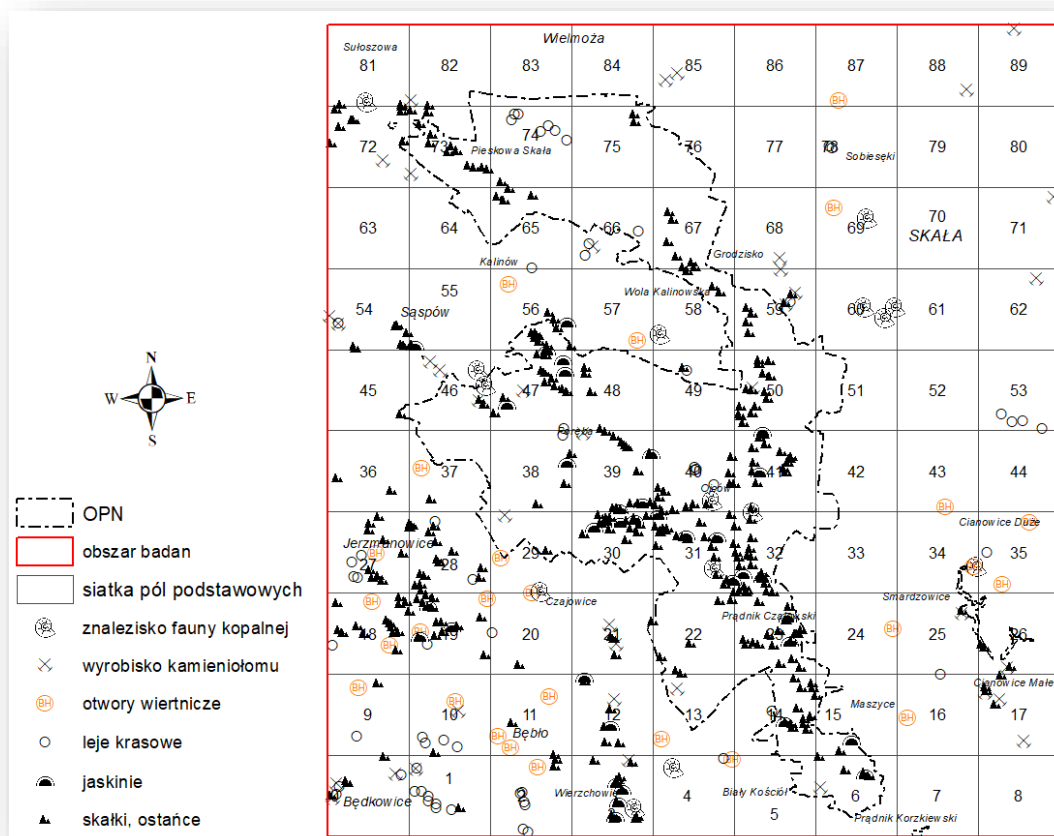


Ryc. 2. Mapa tektoniki uskokowej w obrębie OPN i jego okolicach

1.3. Mapa geostanowisk

Klasa geostanowisk (Ryc. 3) powstała w wyniku syntezy informacji pochodzących z Mapy geologicznej Ojcowskiego Parku Narodowego wraz z otuliną (Płonczyński 2001), danych NMT oraz map topograficznych (MTP 2003a–d). Mapa geologiczna stanowiła źródło danych na temat położenia wyrobisk kamieniołomów oraz znalezisk fauny kopalnej (w zależności od położenia geostanowiska głównie: amonitów, ramienionogów oraz małży i jeżowców). Numeryczny model terenu został wykorzystywany do utworzenia zbioru lejów krasowych. Mapy topograficzne posłużyły do określenia lokalizacji ostańców denudacyjnych oraz otworów ważniejszych jaskiń. Wektoryzacja była dokonywana z wykorzystaniem ekstrapolacji geometrycznego środka obiektów na mapie. Materiały uzupełniające stanowiły: SMGP arkusz Skała (Płonczyński 2000a, b) oraz wybrane opracowania dotyczące występowania form krasowych (Szelerewicz & Górny 1986; Bisek i in. 1992; Gradziński i in. 1994, 1995, 1997, 1998, 1999, 2001, 2002, 2005; Górny i in. 2010). Ze względu na brak szczegółowych danych o bezwzględnym położeniu w przestrzeni mniejszych obiektów jaskiniowych opracowaniem objęto wyłącznie formy

duże i dobrze rozpoznane, których lokalizacja nie budziła wątpliwości. Opracowana klasa obiektów o geometrii punktowej obejmuje położenie: złóż kopalnej fauny, wyrobisk kamieniołomów, lejów krasowych, jaskiń, twarżyców i ostańców denudacyjnych oraz otworów wiertniczych.



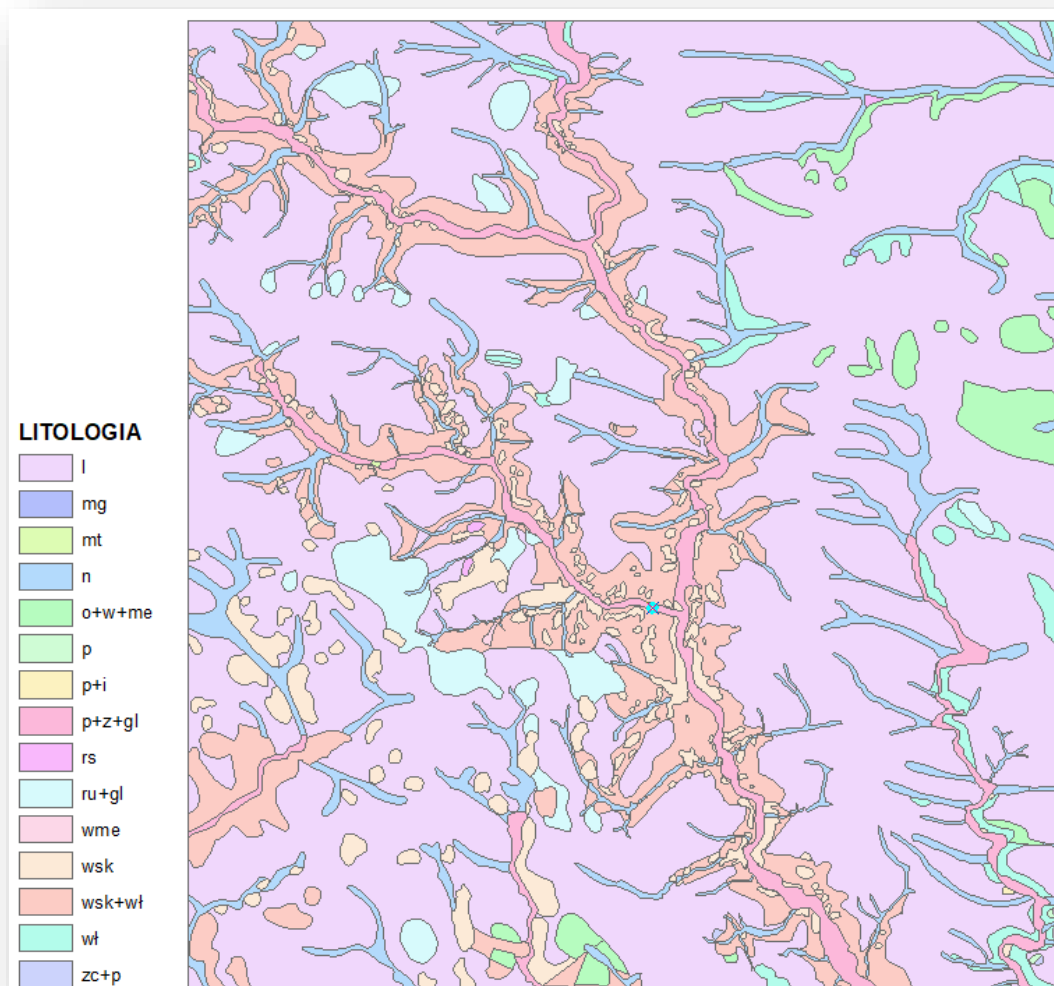
Ryc. 3. Mapa geostanowisk OPN i jego okolic według Płonczyńskiego (2000a, 2000b, 2001) oraz na podstawie MTP (2003a–d)

Uwaga:

1.4. Utworzenie mapy litofacjalnej

Klasę zróżnicowania litologicznego (litofacjalnego) (Ryc. 4) utworzyliśmy już przy okazji analiz struktury cechy krajobrazu z zastosowaniem oprogramowania Fragstats. Kryterium doboru kategorii ma stanowić zmienność litofacjalna. W wyniku reklasyfikacji powinna powstać klasa złożona z piętnastu kategorii. Jeśli jej nie posiadasz należy pobrać surowy zbiór danych zmienności litostratygraficznej (Ryc. 1), zwalidować i poprawić jego

geometrię, a następnie sklasyfikować go pod względem zróżnicowania litofacji (atrybut kod). Klasa zmienności litofacjalnej (Ryc. 4) będzie wykorzystywana do oceny różnorodności litofacjalnej.



Ryc. 4. Zróżnicowanie litofacjalne utworów powierzchniowych OPN i jego okolic (na podstawie Ryc. 1); l – lessy, mg – margle glaukonitowe, mt – martwice wapienne, n – namuły den dolinnych, o+w+me – opoki z czertami, wapienie margliste, margle, p – piaski, p+i – piaski miejscami ilaste i iły, p+z+gl – piaski i żwiry oraz mułki, gliny i piaski (mady) tarasów zalewowych 0,5–3 m n.p. rzeki, rs – rumosze skalne, ru+gl – rumosze krzemienny gliny z krzemieniami, zwietrzelinowe, wme – wapienie margliste, płytowe, wsk – wapienie skaliste, wsk+wł – wapienie skaliste i wapienie ławicowe (nierozdzielone), wł – wapienie ławicowe z krzemieniami (oraz nierozdzielone wapienie ławicowe i skaliste), zc+p – zlepieńce, miejscami piaskowce wapieniste i piaski

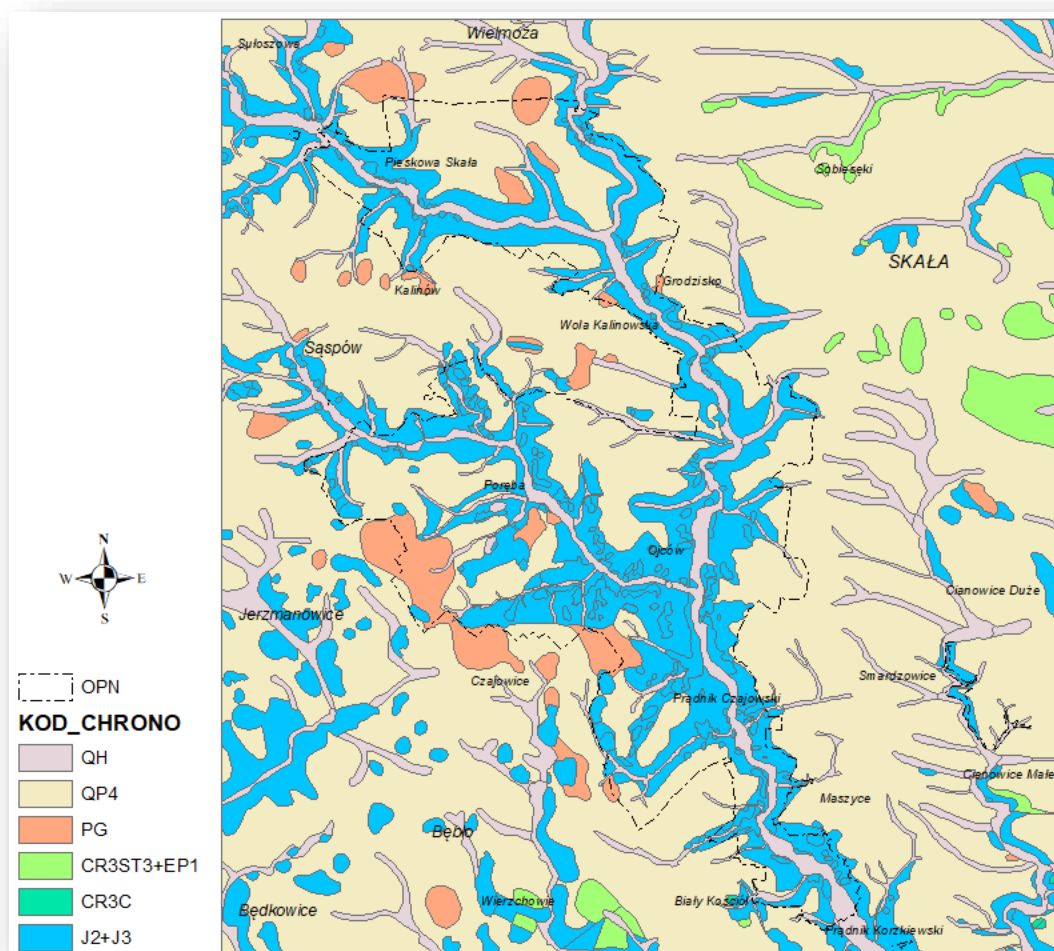
1.5. Utworzenie mapy stratygraficznej

Mapę zróżnicowania stratygraficznego, podobnie jak mapę litologiczną, należy utworzyć poprzez reklasyfikację mapy litostratygraficznej (Ryc. 1). Kryterium typizacji będzie tu stanowił wiek utworów. Z uwagi na brak odpowiednich danych, dla różnych jednostek geochronologicznych należy zastosować różne rozdzielczości wydzielanych kategorii. Dla utworów jurajskich i paleogeńskich będzie to okres, dla kredowych piętro,

zaś dla czwartorzędu epoka. Mapa będzie stanowiła źródło danych w analizie różnorodności stratygraficznej.

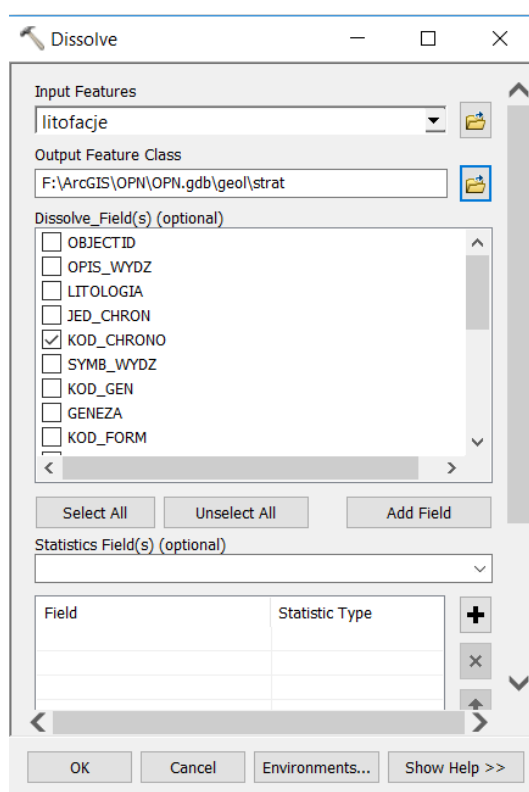
- 1.6. Skategoryzuj mapę litofacje w zależności od atrybutu `kod_chrono`.
- 1.7. Utwórz symbolikę mapy.
- 1.8. Symbole zapisz do pliku symboli projektu OPN.

Otrzymana mapa zawiera wszystkie poligony mapy litostratygraficznej (Ryc. 5). Niestety z punktu widzenia celu analizy taka mapa nie jest satysfakcjonująca. Spójrzmy na wydzielenia jury położone wewnątrz OPN. Składają się one z wysokiej liczby małych poligonów. Aby analiza georóżnorodności była rzetelna musimy połączyć wszystkie poligony zawierające tę samą wartość atrybutu `kod_chrono` w jedną całość. Zrobimy to za pomocą narzędzia *Dissolve*.



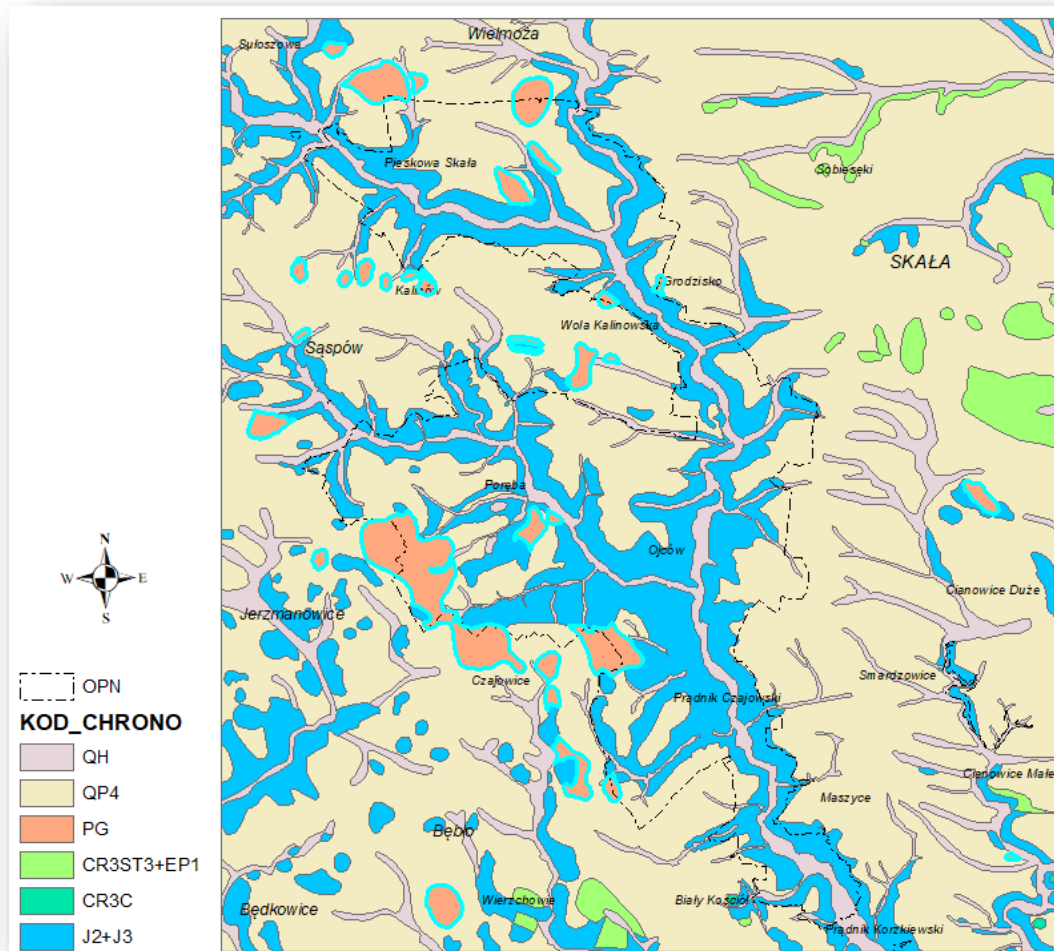
Ryc. 5. Zróżnicowanie stratygraficzne utworów powierzchniowych OPN i jego okolic (na podstawie klasy litofacje); widoczna nadreprezentacja poligonów w obrębie utworów jury; mezozoik: J2+J3 – jura środkowa i późna, CR3C – późna kreda (cenoman), CR3ST3+EP1 – późna kreda (santon i kampan); kenozoik: PG – paleogen; QP4 – plejstocen; QH – holocen

- 1.1. Uruchom narzędzie *Dissolve*, które połączy poligony o tej samej wartości atrybutu `kod_chrono` w pojedyncze multipoligonowe obiekty.
- 1.2. W oknie dialogowym *Dissolve*, w polu *Input Features (Obiekty wejściowe)* wprowadzamy klasę obiektów poligonowych `litofacje` (Ryc. 6).
- 1.3. Jako zbiór wyjściowy (*Output Features Class*) wprowadźmy nazwę: `strat`.
- 1.4. Zdefiniujmy teraz kod pola wg którego poligony mają być agregowane. W opcjonalnym polu *Dissolve_Field(s)* okna dialogowego *Dissolve* zaznaczmy atrybut: `kod_chrono`.



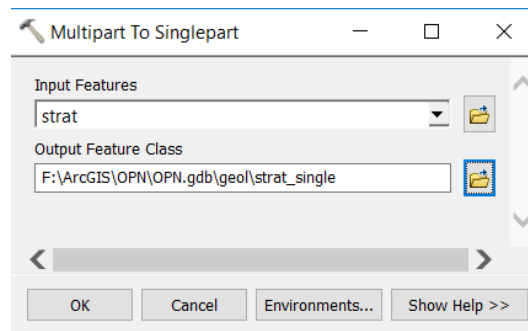
Ryc. 6. Okno dialogowe *Dissolve*; łączone będą poligony o tej samej wartości atrybutu `kod_chrono`

W wyniku działania narzędzia *Dissolve* powstaje klasa `strat` (Ryc. 7). Utwory wszystkich występujących wydzielen stratygraficznych zostały połączone w multipoligonowe zbiory obiektów. Na mapie zaznaczono jeden taki zagregowany zbiór utworów paleogeńskich. Teraz musimy te zbiory porozdzielać na pojedyncze poligony (płaty).



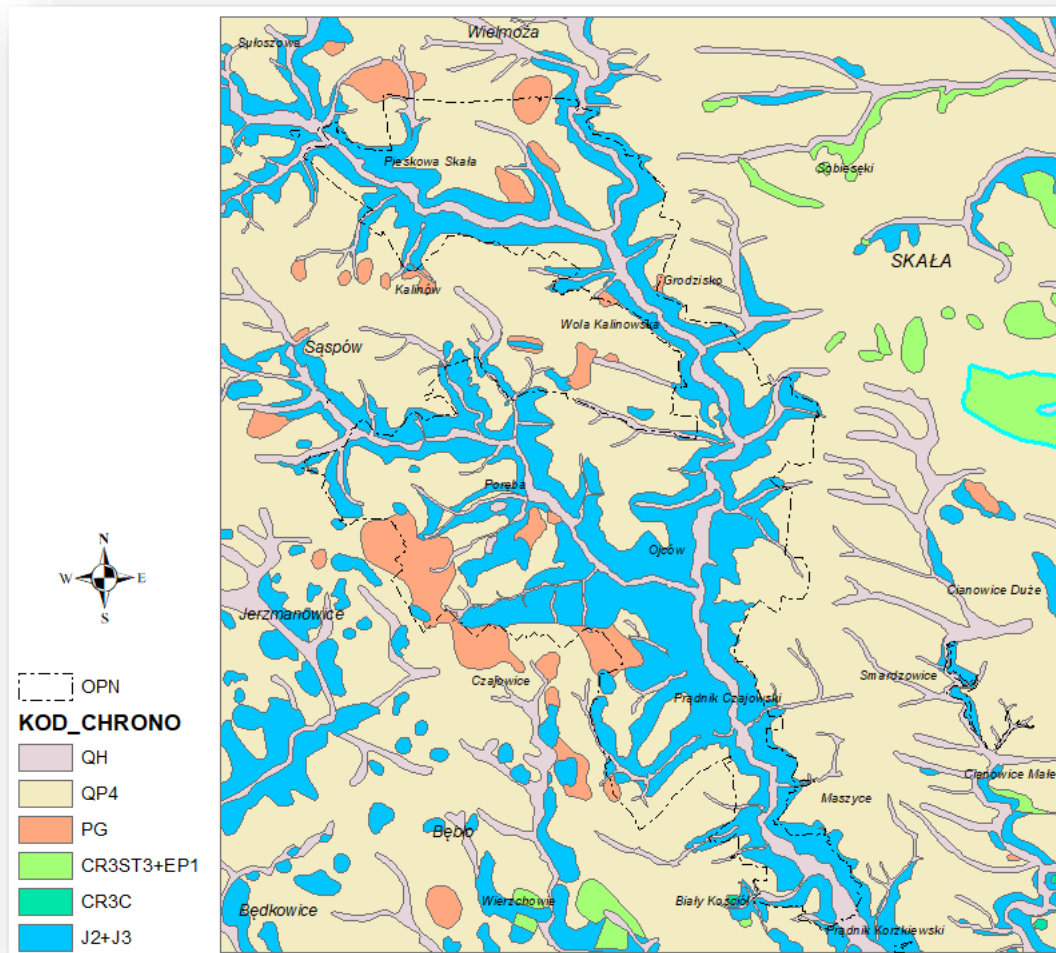
Ryc. 7. Zróżnicowanie stratygraficzne utworów powierzchniowych OPN i jego okolic (na podstawie klasy *strat*); zaznaczono multipolygonowe wydzielenie PG; symbole jak w Ryc. 5

- 1.5. Podziału zbioru *strat* na pojedyncze poligony dokonamy za pomocą narzędzia *Multipart To Single*. W tym celu należy uruchomić to narzędzie.
- 1.6. Jako klasę wejściową (*Input Features*) wprowadzamy klasę *strat* (Ryc. 8).
- 1.7. Jako klasę wynikową (*Output Feature Class*) wprowadzamy nazwę klasy *strat_single*. Klasa ma zostać zapisana do geobazy OPN i do zestawu danych *geol*.



Ryc. 8. Okno dialogowe *Multipart To Singlepart* służące rozdzielaniu mulipoligonowych agregatów na pojedyncze poligony

Narzędzie *Multipart To Single* tworzy klasę poligonową złożoną z pojedynczych (niezagregowanych) poligonów. Na **Ryc. 9** zaznaczono wybrany poligon utworów kredy.



Ryc. 9. Zróżnicowanie stratygraficzne utworów powierzchniowych OPN i jego okolic (na podstawie klasy *strat_single*); zaznaczono jedno wydzielenie CR3ST3 + EP1; symbole jak w **Ryc. 5**

Klasa *strat_single* jest przygotowana do przeprowadzenia analiz georóżnorodności.

2. Analizy georóżnorodności

W ramach analiz georóżnorodności należy wyznaczyć wskaźniki georóżnorodności wyszczególnione w Tab. 2. Wyniki należy zamieścić w klasie wybranej siatki analitycznej. Należy dokonać bonitacji punktowej. Podczas klasyfikacji bonitacyjnej należy konsekwentnie używać jednej metody np. równych przedziałów. Ocenę różnorodności cząstkowych sprowadzamy do pięciu stopni: 1 – różnorodności brak; 2 – różnorodność mała; 3 – różnorodność średnia; 4 – różnorodność duża; 5 – różnorodność bardzo duża. Różnorodności cząstkowe poszczególnych elementów krajobrazu w kolejnym etapie analizy będą podlegały sumowaniu. W końcowym etapie badań posłużą do oceny georóżnorodności całkowitej.

Tab. 2. Kryteria geologiczne analizy georóżnorodności

Cel oceny	Element krajobrazu	Cecha krajobrazu	Kryterium oceny	Symbol
różnorodność geologiczna	budowa geologiczna	litologia	liczba jednostek litofacjalnych	$L_{j\text{lito}}$
			liczba kategorii litofacjalnych	$L_{t\text{lito}}$
			entropia zróżnicowania litofacji	$SHDI_{\text{lito}}$
		stratygrafia	liczba jednostek stratygraficznych	$L_{j\text{strat}}$
			liczba kategorii stratygraficznych	$L_{t\text{strat}}$
			entropia zróżnicowania stratygrafii	$SHDI_{\text{strat}}$
		tektonika dysjunktywna	długość uskoku	D_{tekt}
		geostanowiska	liczba geostanowisk	$L_{j\text{geost}}$
			liczba kategorii geostanowisk	$L_{t\text{geost}}$

Bibliografia

- Bisek K., Gradziński M., Wawryka M., 1992. *Jaskinie Ojcowskiego Parku Narodowego. Wąwóz Koziarnia. Ojcowski Park Narodowy, Muzeum im. W. Szafera, Ojców.*
- Górny A., Szelerewicz M., Nowak J., Grodzicki J. (red.), 2010. *Jaskinie Wyżyny Olkuskiej, Tom 2, jaskinie Doliny Kobyłańskiej i Doliny Będkowskiej.* Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauki o Ziemi, Warszawa.
- Gradziński M., Amirowicz A., Bisek K., Wawryka M., 1994. *Jaskinie Ojcowskiego Parku Narodowego, Dolina Sąspowska. Część wschodnia.* Ojcowski Park Narodowy, Muzeum im. W. Szafera, Ojców.
- Gradziński M., Górny A., Szelerewicz M., 1995. *Jaskinie Ojcowskiego Parku Narodowego. Wąwóz Jamki.* Ojcowski Park Narodowy, Muzeum im. W. Szafera, Ojców.
- Gradziński M., Michalska B., Szelerewicz M., Wawryka M., 1997. *Jaskinie Ojcowskiego Parku Narodowego, Rusztowa Góra.* Ojcowski Park Narodowy, Muzeum im. W. Szafera, Ojców.
- Gradziński M., Michalska B., Szelerewicz M., Wawryka M., 1998. *Jaskinie Ojcowskiego Parku Narodowego, Dolina Prądnika. Część południowo-zachodnia.* Ojcowski Park Narodowy, Muzeum im. W. Szafera, Ojców.
- Gradziński M., Michalska B., Wawryka M., 1999. *Jaskinie Ojcowskiego Parku Narodowego. Część środkowo-zachodnia.* Ojcowski Park Narodowy, Muzeum im. W. Szafera, Ojców.

- Gradziński M., Michalska B., Wawryka M., 2001. *Jaskinie Ojcowskiego Parku Narodowego, Dolina Prądnika. Część północno-zachodnia*. Ojcowski Park Narodowy, Muzeum im. W. Szafera, Ojców.
- Gradziński M., Michalska B., Wawryka M., 2002. *Jaskinie Ojcowskiego Parku Narodowego, Dolina Prądnika. Część północna*. Ojcowski Park Narodowy, Muzeum im. W. Szafera, Ojców.
- Gradziński M., Michalska B., Wawryka M., 2005. *Jaskinie Ojcowskiego Parku Narodowego, Dolina Prądnika. Część środkowo-wschodnia*. Ojcowski Park Narodowy, Muzeum im. W. Szafera, Ojców.
- Hjort J., Luoto M., 2010. Geodiversity of high-latitude landscapes in northern Finland. *Geomorphology*, 115(1–2), 109–116.
- Jaroszewski W., Marks L., Radomski A., 1985. *Słownik geologii dynamicznej*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa
- Kot R., 2006a. *Georóżnorodność – problem jej oceny i zastosowania w ochronie i kształtowaniu środowiska na przykładzie fordońskiego odcinka doliny dolnej Wisły i jej otoczenia*. Towarzystwo Naukowe w Toruniu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Kozłowski S., 2004. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52, 8(2), 833–837.
- Miśkiewicz K., 2009. Problemy badawcze georóżnorodności w geoturystyce. *Geoturystyka Geotourism*, 16/17(1–2), 3–12.
- Mizgajski A., 2001. Odniesienie georóżnorodności do wybranych pojęć w naukach o środowisku. W: Karczewski A., Zwoliński Z. (red.), *Funkcjonowanie geoekosystemów w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych. Monitoring, ochrona, edukacja*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 369–375.
- MTP, 2003a. *Mapa topograficzna Polski, Sąpów, M-34-64-B-c-1, 1:10 000*. Główny Geodeta Kraju, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Warszawa.
- MTP, 2003b. *Mapa topograficzna Polski, Skala, M-34-64-B-c-2, 1:10 000*. Główny Geodeta Kraju, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Warszawa.
- MTP, 2003c. *Mapa topograficzna Polski, Bębło, M-34-64-B-c-3, 1:10 000*. Główny Geodeta Kraju, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Warszawa.
- MTP, 2003d. *Mapa topograficzna Polski, Biały Kościół, M-34-64-B-c-4, 1:10 000*. Główny Geodeta Kraju, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Warszawa.
- Płonczyński J., 2000a. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000 Arkusz Skala (946)*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Płonczyński J., 2000b. *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 Arkusz Skala (946)*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Płonczyński J. 2001. Mapa geologiczna Ojcowskiego Parku Narodowego wraz z otuliną. W: Partyka J. (red.), *Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Materiały konferencyjne – referaty, postery, sesje terenowe. Ojców, 10–11 maja 2001 r.*, Ojcowski Park Narodowy, Ojców, 73–76.
- Prosser C., 2002. Terms of endearment. *Earth Heritage*, 17, 12–13.
- Stanley M., 2003. Geodiversity: our foundation. *Geology Today*, 19, 104–107.

Szelerewicz M., Górny A., 1986. *Jaskinie Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej*. Wydawnictwo PTTK „Kraj”, Warszawa-Kraków.