

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

Georóżnorodność z ArcGIS Pro

Różnorodności cząstkowe

Budowa geologiczna

Tomasz Bartuś

Na podstawie materiałów szkoleniowych ESRI
Wyłącznie do użytku wewnętrznego AGH

<http://home.agh.edu.pl/bartus>
12.12.2023 14:32:00

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 2006; 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 rejonu Ojcowskiego Parku Narodowego (OPN) uwzględnimy przestrzenną zmienność litofacjalną, stratygraficzną, tektonikę oraz występowanie geostanowisk (Tab. 1).

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

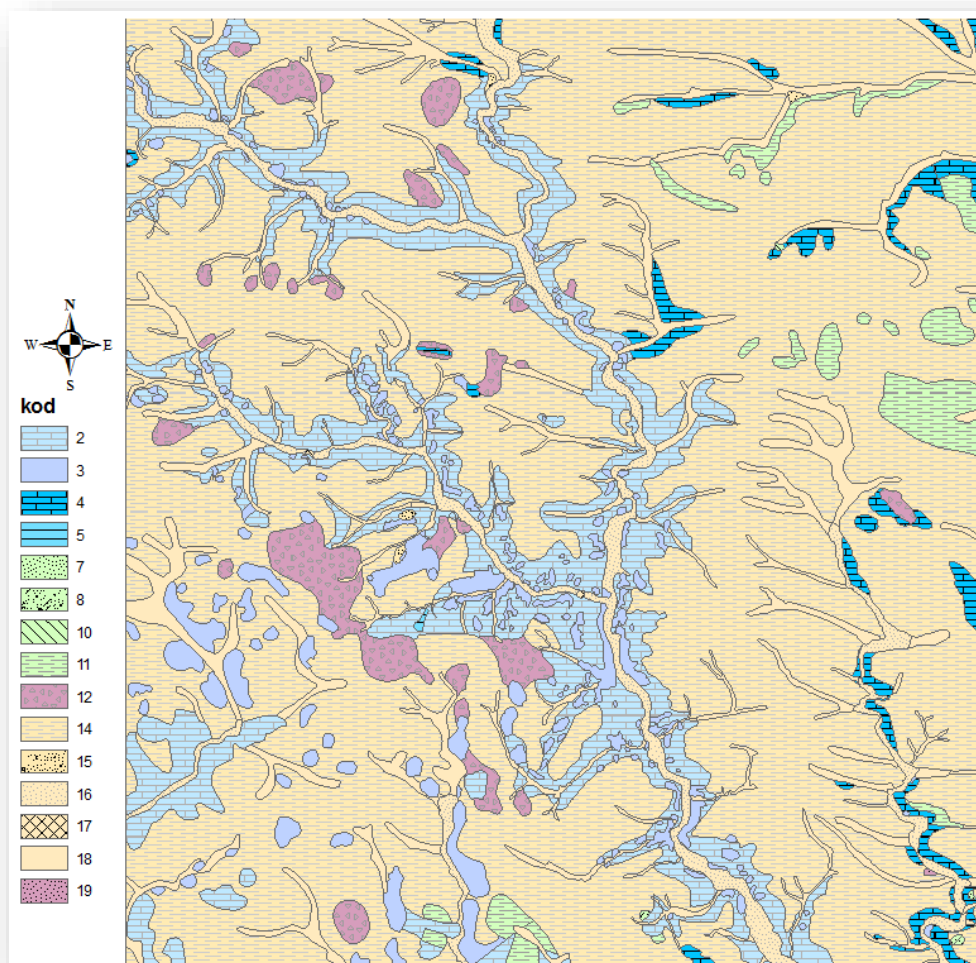
Cel oceny	Element krajobrazu	Cecha krajobrazu
różnorodność geologiczna	budowa geologiczna	litologia
		stratygrafia
		tektonika dysjunktywna
		geostanowiska

Ćwiczenie wymaga oprogramowania ArcGIS Pro.

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).

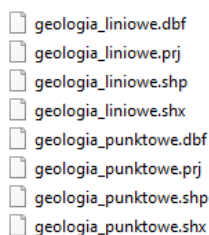


Ryc. 1. Mapa litostratygraficzna OPN i jego okolic według Płonczyńskiego (2000a, 2001), zmienione. Górna jura: 2 – wapienie skaliste i uławiczone (nierozdzielone), 3 – wapienie skaliste, 4 – wapienie ławicowe z krzemieniami, 5 – wapienie margliste płytowe; górna kreda: 7 – piaski, 8 – zlepieńce, miejscami piaskowce wapniste i piaski, 10 – margle glaukonitowe, 11 – opoki z czertami, wapienie 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

2. Mapa tektoniczna

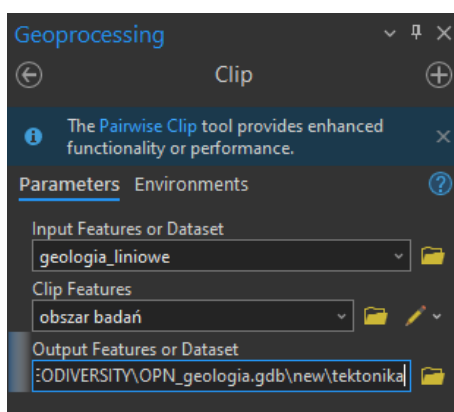
- 2.1. Jeśli masz otwarte jakieś mapy lub układy – zamknij je.
- 2.2. Z lokalizacji wskazanej przez prowadzącego pobierz zbiór danych
04_01_dane_tektonika_geostanowiska.zip.
- 2.3. Rozpakuj go w folderze projektowym \GEODIVERSITY\SHp\GEOLOGIA\.

Archiwum zawiera dwa zbiory danych w formacie ESRI shapefile:
geologia liniowe oraz geologia punktowe (Ryc. 2). Wykorzystamy je do utworzenia map i układów tektoniki dysjunktywnej oraz geostanowisk.



Ryc. 2. Zawartość archiwum 04_01_dane_tektonika_geostanowiska.zip

- 2.4. Utwórz nową mapę i nazwij ją Map_Geol_Tektonika.
- 2.5. Usuń z mapy domyślne warstwy wizualizacyjne: World Topographic Map oraz World Hillshade.
- 2.6. Skopiuj warstwę obszar_badan z mapy Map_Geol_Litostratygrafia do mapy Map_Geol_Tektonika.
- 2.7. Na scenę nowej mapy dodaj z folderu \GEODIVERSITY\SHp\GEOLOGIA\ klasę geologia liniowe.
- 2.8. Wytnij dodaną kategorię w granicy obszaru badań. Wyciętą klasę zachowaj w geobazie OPN_geologia.gdb w zestawie danych new pod nazwą tektonika (Ryc. 3).



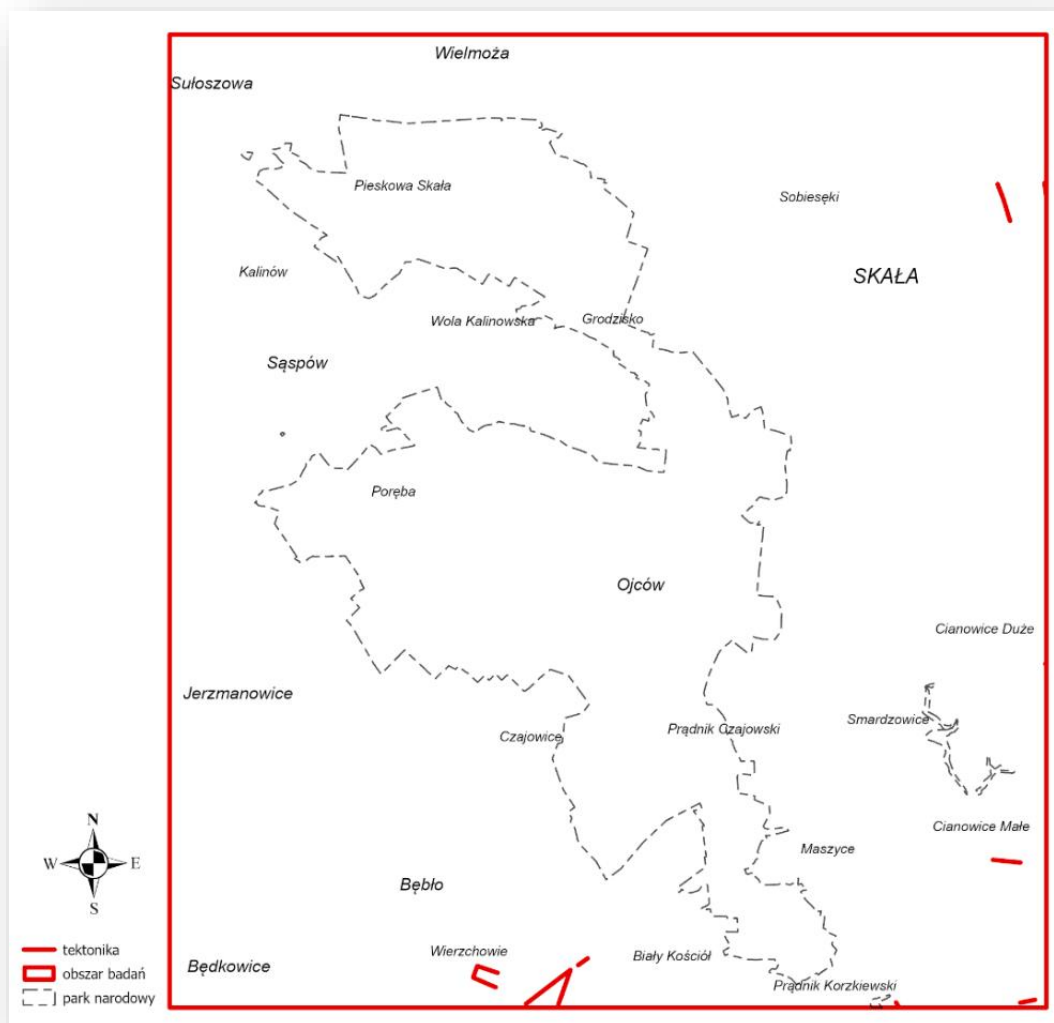
Ryc. 3. Okno dialogowe narzędzia Clip z parametrami do wycięcia klasy tektonika

- 2.1. Po uzupełnieniu pól okna dialogowego Geoprocessing – Clip naciśnij przycisk Run. Klasa tektonika zostanie wycięta w obszarze badań i automatycznie dodana na scenę mapy.
- 2.2. Usuń z panelu Contents warstwę geologia liniowe. Nie będzie nam już potrzebna.
- 2.3. Zmień symbolizację obiektów warstwy tektonika na kolor czerwony, grubość linii 2 pkt.

- 2.4. Dla poprawy orientacji dodamy na scenę granice OPN. Skopiuj warstwę `park narodowy` z mapy `Map_Sozo` do mapy `Map_Geol_Tektonika`. Zmień styl warstwy na brak wypełnienia i czarną linię krawędziową ciągła-kropkowa-ciągła o szerokość 0,7 pt.
- 2.5. Dodatkowo dodaj na scenę mapy klasę adnotacji `nazwy_miejscowosci`.

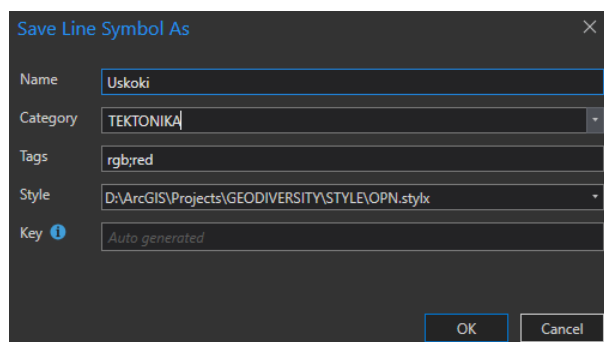
Badany obszar jest położony na południowych peryferiach monokliny śląsko-krakowskiej, które charakteryzują się występowaniem monotonnej budowy geologicznej zbliżonej do płytowej. Opisywany krajobraz znajduje się poza strefą silnych zaburzeń tektoniki dysjunktywnej fazy sawskiej orogenezy alpejskiej (Ryc. 4). Wyłącznie w kilku izolowanych fragmentach, np. w rejonie Wierchowia, występują charakterystyczne dla południowej krawędzi monokliny śląsko-krakowskiej niewielkie uskoki i struktury zrębowe.

- 2.6. Utwórz nowy layout mapy o nazwie `Layout_Tektonika`. Rozmiary układu niech wynoszą: 160 × 154 mm.
- 2.7. Dodaj do układu ramkę mapy `Map_Geol_Tektonika`, strzałkę północy oraz legendę.
- 2.8. Rozmiary ramki mapy zmień na: 140 × 150 mm, a współrzędne lewego górnego naroża ramki mapy na: X = 20 mm; Y = 152 mm.
- 2.9. Zmień skalę mapy na 1:68 000 (Ryc. 4).



Ryc. 4. Mapa tektoniki uskokowej w obrębie OPN i jego okolicach

- 2.10. Utworzony symbol uskoków zapisz do pliku symboli projektu OPN (OPN.stylex). Jako kategorię stylu stosuj TEKTONIKA (Ryc. 5).

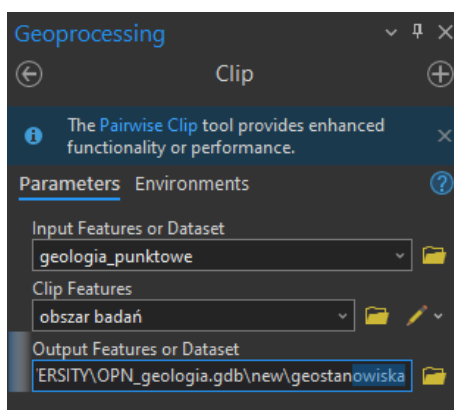


Ryc. 5. Okno dialogowe zachowania symbolologii uskoków do kategorii TEKTONIKA pliku OPN.stylex

- 2.11. Usuń ze sceny wszystkie mapy i układy, a następnie zachowaj projekt.

3. Mapa geostanowisk

- 3.1. Utwórz nową mapę i nazwij ją Map_Geol_Geostanowiska.
- 3.2. Usuń z mapy domyślne warstwy wizualizacyjne: World Topographic Map oraz World Hillshade.
- 3.3. Skopiuj warstwę obszar_badan z mapy Map_Geol_Litostratygrafia do mapy Map_Geol_Geostanowiska.
- 3.4. Na scenę nowej mapy dodaj z folderu \GEODIVERSITY\SHp\GEOLOGIA\ klasę geologia_punktowe. Jak widać obiekty punktowe wykraczają poza zdefiniowany obszar badań i musimy je obciąć.
- 3.5. Wytnij dodaną kategorię w granicy obszaru badań. Wyciętą klasę zachowaj w geobazie OPN_geologia.gdb w zestawie danych new pod nazwą geostanowiska (Ryc. 6).






Ryc. 6. Okno dialogowe narzędzia *Clip* z parametrami do wycięcia klasy geostanowiska

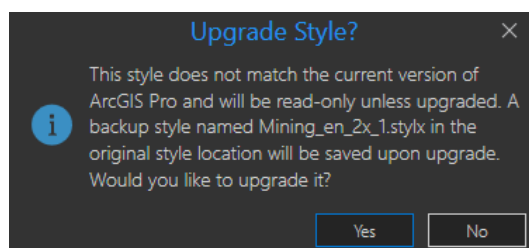
- 3.6. Po uzupełnieniu pól okna dialogowego *Geoprocessing – Clip* naciśnij przycisk *Run*. Klasa geostanowiska zostanie wycięta i automatycznie dodana na scenę mapy.
- 3.7. Usuń z panelu *Contents* warstwę geologia_punktowe.
- 3.8. Zmień symbolizację obiektów warstwy geostanowiska według wartości atrybutu *ranga*. Wskazówki odnośnie potrzebnych symboli znajdziesz w Tab. 2. Symbole stylu Mining_en pobierz wg wskazówek poniżej.

Tab. 2. Symbolizacja obiektów warstwy geostanowiska w zależności od wartości atrybutu *ranga*

Ranga	Interpretacja	Źródło stylu	Wielkość symbolu [pt]
1	głazy narzutowe	brak w obszarze badań	
2	znalezisko fauny kopalnej	plik amonit.png	10
3	wyrobisko kamieniołomu	Mining_en/Open pit	20
4	otwór wiertniczy	Mining_en/Mining 04	10
5	piaskownie	brak w obszarze badań	
6	lej krasowy	ArcGIS 2D/Circle 2	5
7	jaskinia	plik cave.png	5
8	skałka, ostaniec	ArcGIS 2D/Mountain	9

- 3.9. Na wstążce kliknij kartę *Insert (Wstawianie)*. W grupie *Styles (Style)* kliknij *Add (Dodaj)*  i następnie *Add Style (Dodaj styl)* .
- 3.10. W oknie dialogowym *Add a style file (Dodaj plik stylu)*, w obszarze *Portal*  kliknij zawartość kolekcji ArcGIS Online.
- 3.11. W okienku *Search* wpisz frazę `Mining.style`, zaznacz wynik wyszukiwania a następnie wciśnij klawisz *Enter*.

Styl zostanie pobrany na komputer. Na koniec pojawia się okno dialogowe informujące nas o konieczności konwersji pobranego stylu `Mining.style` do formatu ArcGIS Pro `Mining_en.stylex` (**Ryc. 7**).



Ryc. 7. Komunikat informujący o konieczności aktualizacji pobranego stylu `Mining.style` do formatu ArcGIS Pro

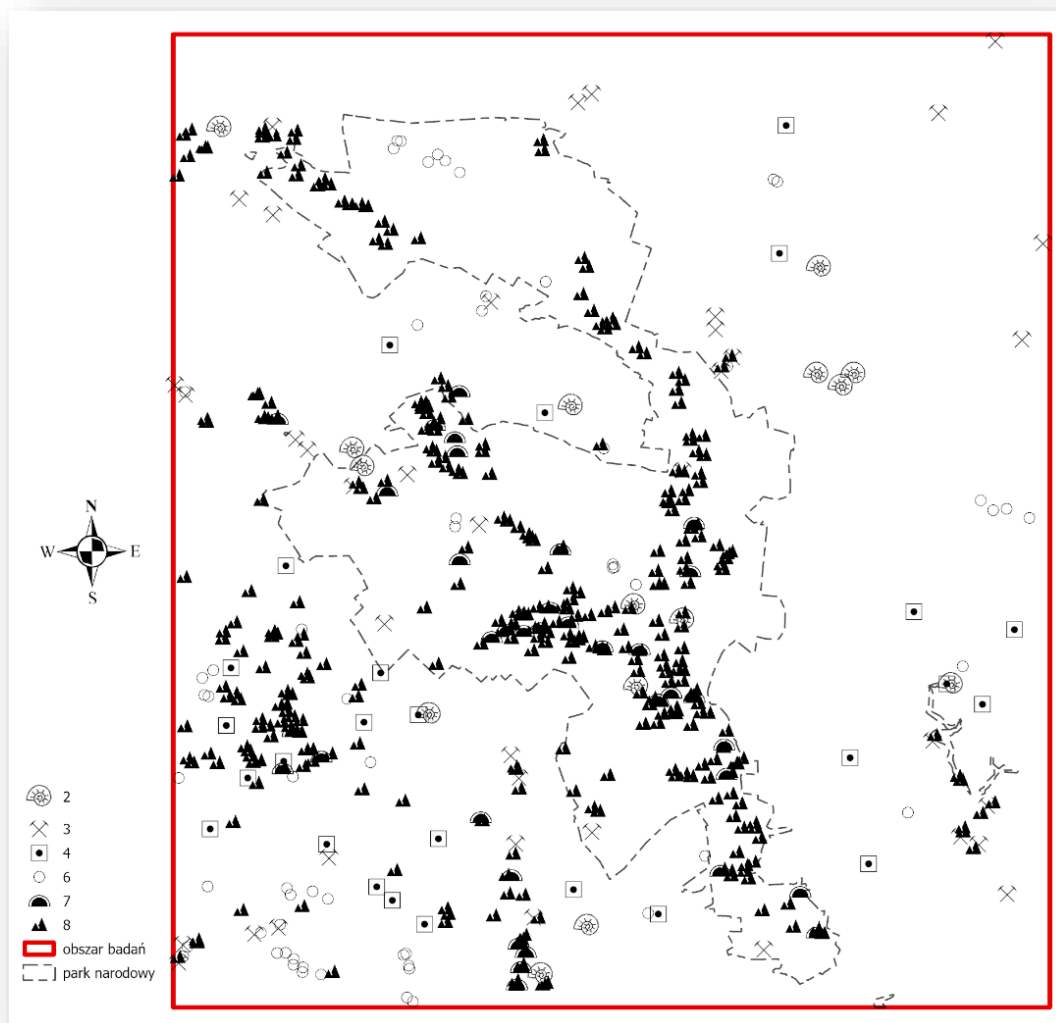
- 3.12. Kliknij przycisk *Yes* aby przekonwertować styl.

Przekonwertowany styl `Mining_en.stylex` zostaje dodany do projektu.

- 3.13. Ze strony wskazanej przez prowadzącego pobierz archiwum z symbolami amonita i jaskini w formacie `.png` do wykorzystania w symbolice warstwy geostanowiska.
- 3.14. Usuń z tabeli atrybutowej obiekt o randze 0. To artefakt. Usuń także taką kategorię z panelu *Contents* warstwy geostanowiska.
- 3.15. Z mapy `Map_Geol_Tektonika` skopiuj na scenę mapy `Map_Geol_Geostanowiska` warstwę `park narodowy`.
- 3.16. Utwórz nowy układ mapy o nazwie `Layout_Geostanowiska`. Rozmiary układu niech wynoszą: 160 × 154 mm.
- 3.17. Dodaj do układu ramkę mapy `Map_Geol_Geostanowiska`, strzałkę północy oraz legendę.
- 3.18. Rozmiary ramki mapy zmień na: 140 × 150 mm, a współrzędne lewego górnego naroża ramki mapy na: X = 20 mm; Y = 152 mm.
- 3.19. Zmień skalę mapy na 1:68 000 (**Ryc. 8**).

Klasa geostanowisk (**Ryc. 8**) 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 Skala* (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: znalezisk kopalnej fauny, wyrobisk kamieniołomów, lejów krasowych, jaskiń, twardzielców i ostańców denudacyjnych oraz otworów wiertniczych.

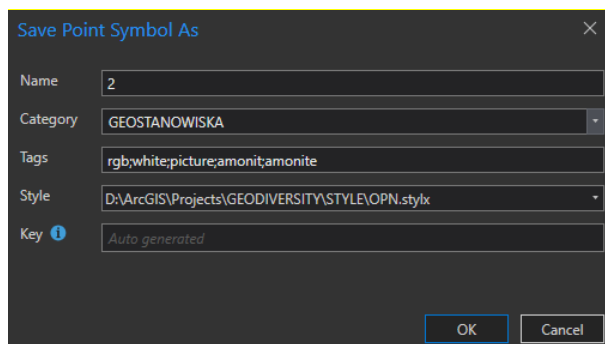


Ryc. 8. Mapa geostanowisk OPN i jego okolic według Płonczyńskiego (2000a, 2000b, 2001) oraz na podstawie MTP (2003a–d)

UWAGA

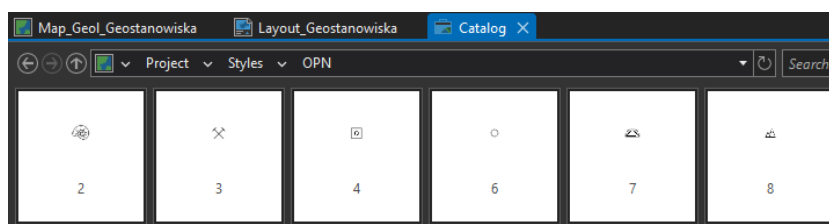
Przed analizami georóżnorodności na podstawie liczby obiektów i liczby kategorii punktowych obiektów geologicznych (geostanowisk) wyłącz ze zbioru danych otwory wiertnicze. Ich obecność w żaden sposób nie decyduje o georóżnorodności.

3.20. Utworzone symbole geostanowisk zapisz do pliku symboli projektu OPN (OPN.stylex). Jako kategorię stylu stosuj GEOSTANOWISKA (Ryc. 9).



Ryc. 9. Okno dialogowe zachowania symbologii geostanowisk (ranga = 2) do kategorii GEOSTANOWISKA pliku OPN.stylex; zwróć uwagę na dodane tagi ułatwiające wyszukiwanie stylu

Style punktowe zostały dodane do pliku stylu OPN.stylex (Ryc. 10).

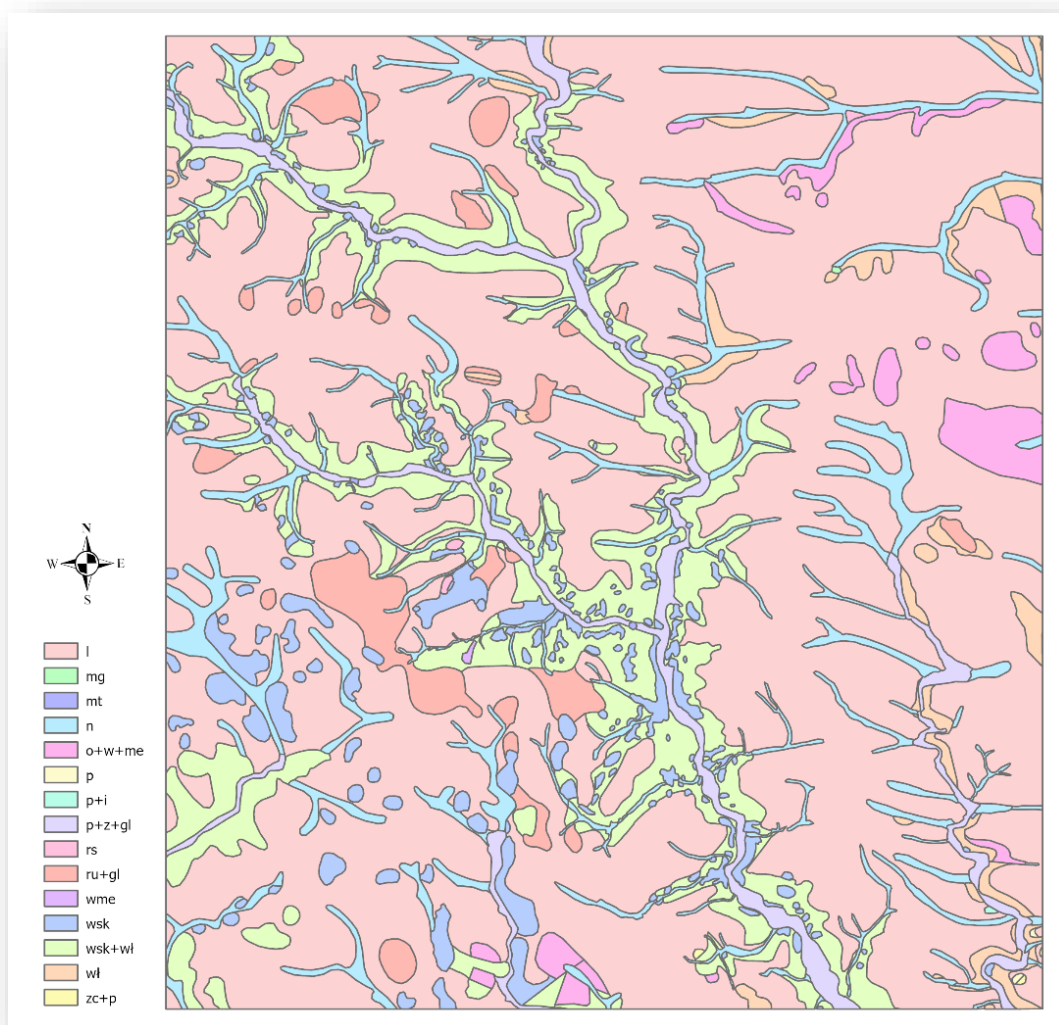


Ryc. 10. Style punktowe pliku stylu OPN.stylex

3.21. Usuń ze sceny wszystkie mapy i układy, a następnie zachowaj projekt.

4. Utworzenie mapy litofacjalnej

Mapę zróżnicowania litologicznego (litofacjalnego) (Ryc. 11) utworzyliśmy już przy okazji badań struktury cechy krajobrazu z zastosowaniem oprogramowania Fragstats. Kryterium doboru kategorii ma stanowić zmienność litofacjalna. W wyniku reklasyfikacji powstała 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 LITOLOGIA). Jeśli jej nie posiadasz powinieneś utworzyć Map_Litofacje oraz Layout_Litofacje. Klasa zmienności litofacjalnej (Ryc. 11) będzie wykorzystywana do oceny różnorodności litofacjalnej.

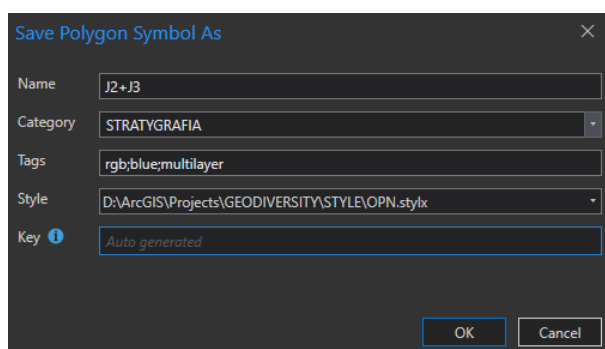


Ryc. 11. Zróżnicowanie litofacjalne utworów powierzchniowych OPN i jego okolic (na podstawie Ryc. 1); *l* – lessy, *mg* – margle glaukonitowe, *mt* – martwice wapienne, *n* – namuły den dolinnych, *o+w+me* – opoki z czertami, wapienie margliste, margle, *p* – piaski, *p+i* – piaski miejscami ilaste i ility, *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 krzemienne 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 wapienne i piaski

5. Utworzenie mapy stratygraficznej

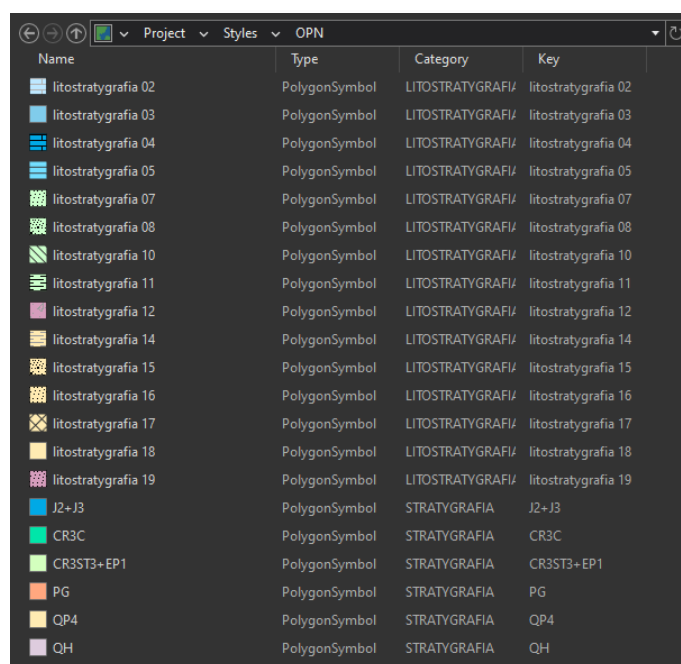
Mapę zróżnicowania stratygraficznego, podobnie jak mapę litologiczną, należy utworzyć poprzez reklasyfikację mapy litostratygraficznej (Ryc. 1). Kryterium typizacji będzie tu stanowił wiek utworów. Z uwagi na brak odpowiednich danych, dla różnych jednostek geochronologicznych należy zastosować różne 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.

- 5.1. Utwórz nową mapę `Map_Geol_Staratygrafia`.
- 5.2. Usuń z mapy domyślne warstwy wizualizacyjne: `World Topographic Map` oraz `World Hillshade`.
- 5.3. Skopiuj warstwę `obszar_badan` z mapy `Map_Geol_Litostratygrafia` na mapę `Map_Geol_Staratygrafia`.
- 5.4. Dodaj na scenę mapy `Map_Geol_Staratygrafia` klasę `litostratygrafia`.
- 5.5. Skategoryzuj klasę `litostratygrafia` w zależności od wartości atrybutu `kod_chrono`.
- 5.6. Utwórz nowy layout mapy o nazwie `Layout_Stratygrafia`. Rozmiary układu niech wynoszą: 160 × 154 mm.
- 5.7. Dodaj do layoutu ramkę mapy `Map_Geol_Staratygrafia`, strzałkę północy oraz legendę.
- 5.8. Rozmiary ramki mapy zmień na: 140 × 150 mm, a współrzędne lewego górnego naroża ramki mapy na: X = 20 mm; Y = 152 mm.
- 5.9. Zmień skalę mapy na 1:68 000.
- 5.10. Jeśli to konieczne usuń z legendy kategorie `All other values` oraz nagłówki warstw i atrybutów, wg których kategoryzowano klasy obiektów.
- 5.11. Utwórz logiczną symbolikę mapy. Kolory wydzielen mają być zgodne ze standardami kolorystyki stratygraficznej.
- 5.12. Ułóż w legendzie symbole stratygraficzne od najstarszych (na dole) po najmłodsze (u góry).
- 5.13. Utworzone symbole zapisz do pliku symboli projektu OPN (`OPN.stylex`). Jako kategorię stylu stosuj `STRATYGRAFIA` (Ryc. 12).



Ryc. 12. Okno dialogowe zachowania symbolologii wydzielenia stratygraficznego J2+J3 do kategorii STRATYGRAFIA pliku `OPN.stylex`

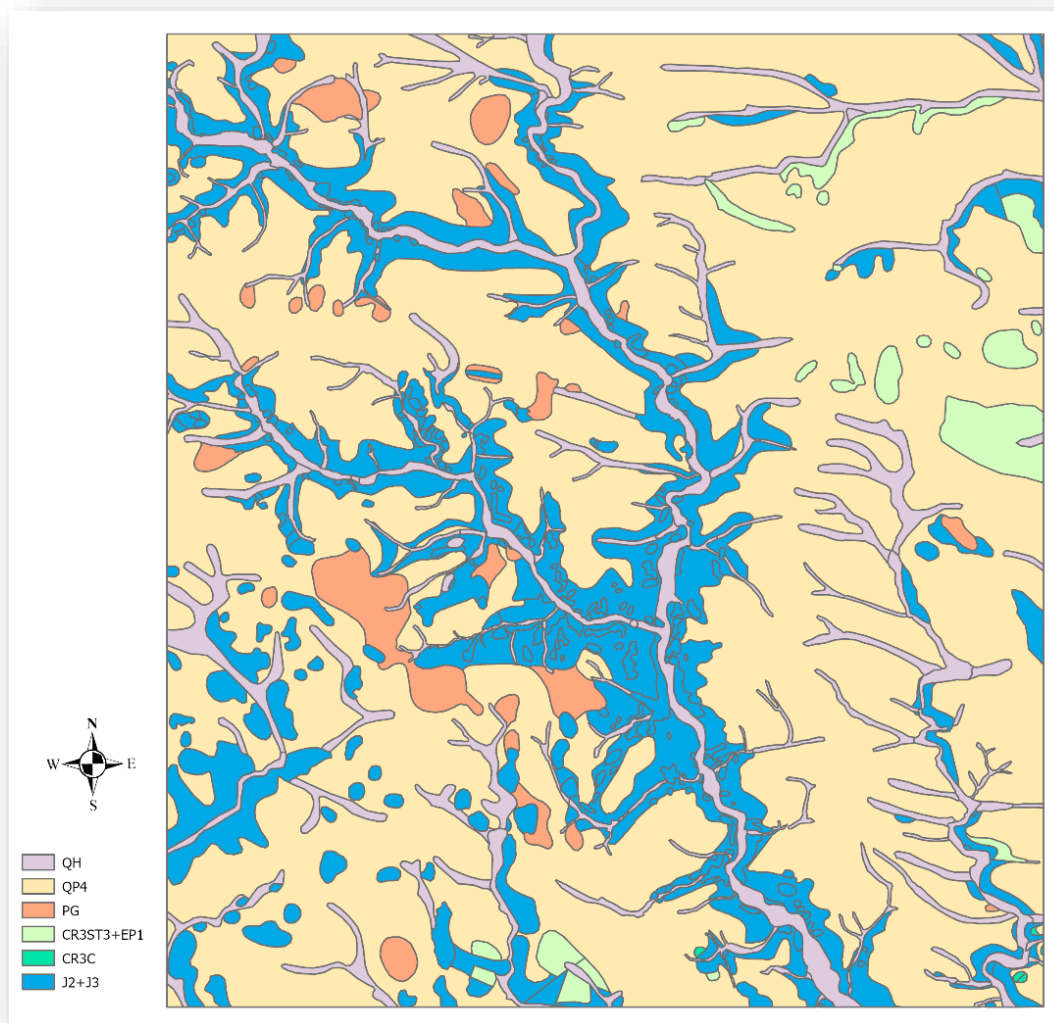
Plik symboli `OPN.stylex` wśród stylów dla obiektów o geometrii poligonowej zawiera teraz symbole dwóch kategorii: `LITOSTRATYGRAFIA` i `STRATYGRAFIA` (Ryc. 13).



Name	Type	Category	Key
litostratygrafia 02	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 02
litostratygrafia 03	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 03
litostratygrafia 04	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 04
litostratygrafia 05	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 05
litostratygrafia 07	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 07
litostratygrafia 08	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 08
litostratygrafia 10	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 10
litostratygrafia 11	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 11
litostratygrafia 12	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 12
litostratygrafia 14	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 14
litostratygrafia 15	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 15
litostratygrafia 16	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 16
litostratygrafia 17	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 17
litostratygrafia 18	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 18
litostratygrafia 19	PolygonSymbol	LITOSTRATYGRAFIA	litostratygrafia 19
J2+J3	PolygonSymbol	STRATYGRAFIA	J2+J3
CR3C	PolygonSymbol	STRATYGRAFIA	CR3C
CR3ST3+EP1	PolygonSymbol	STRATYGRAFIA	CR3ST3+EP1
PG	PolygonSymbol	STRATYGRAFIA	PG
QP4	PolygonSymbol	STRATYGRAFIA	QP4
QH	PolygonSymbol	STRATYGRAFIA	QH

Ryc. 13. Zawartość styli dla obiektów poligonowych w pliku stylu OPN.stylex

Utworzony układ powinien mieć wygląd podobny do tego z Ryc. 14.

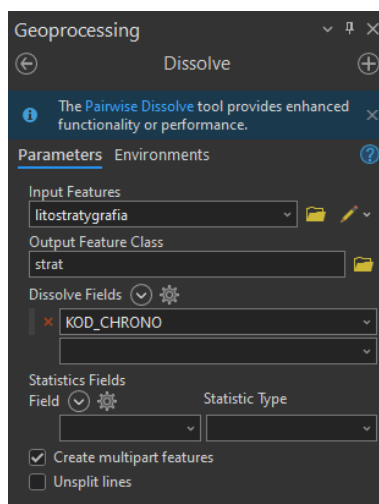


Ryc. 14. Zróżnicowanie stratygraficzne utworów powierzchniowych OPN i jego okolic (na podstawie klasy litofacje); widoczna nadreprezentacja poligonów w obrębie utworów jury; mezozoik: J2+J3 – jura środkowa i późna, CR3C– późna kreda (cenoman), CR3ST3+EP – późna kreda (santon i kampan); kenozoik: PG – paleogen; QP4 – plejstocen; QH – holocen

Otrzymana mapa (Ryc. 14) zawiera wszystkie poligony mapy litostratygraficznej. Niestety z punktu widzenia celu analizy (ocena różnorodności stratygraficznej), taka mapa nie jest satysfakcjonująca. Spójrzmy na wydzielienia jury położone wewnątrz OPN. Składają się one z wysokiej liczby małych poligonów wyznaczających zmienność facjalną. 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*.

- 5.14. Uruchom narzędzie *Dissolve*, które połączy poligony o tej samej wartości atrybutu `KOD_CHRONO` w pojedyncze multipolygonowe obiekty.
- 5.15. W oknie dialogowym *Dissolve*, w polu *Input Features (Obiekty wejściowe)* wprowadzamy klasę obiektów poligonowych *litostratygrafia* (Ryc. 15).

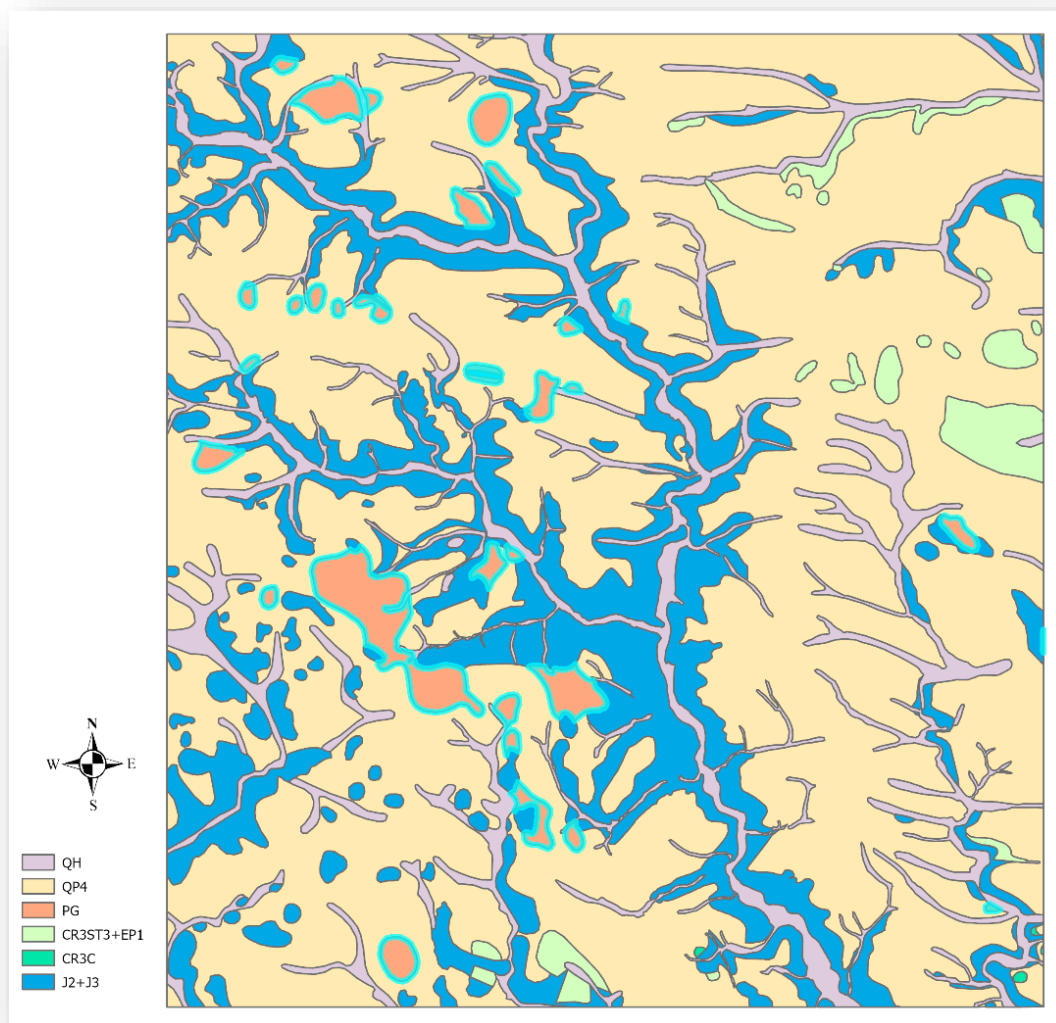
- 5.16. Klasę wynikową zapiszemy do geobazy `OPN_geologia.gdb` do zestawu danych `new`. Jako *Output Features Class* (zbiór wyjściowy) wprowadźmy nazwę: `strat`.
- 5.17. Zdefiniujmy teraz kod pola, według którego poligony mają być agregowane. W opcjonalnym polu *Dissolve_Fields* zaznaczmy atrybut: `KOD_CHRONO`.



Ryc. 15. Okno dialogowe *Dissolve*; łączone będą poligony o tej samej wartości atrybutu `KOD_CHRONO`

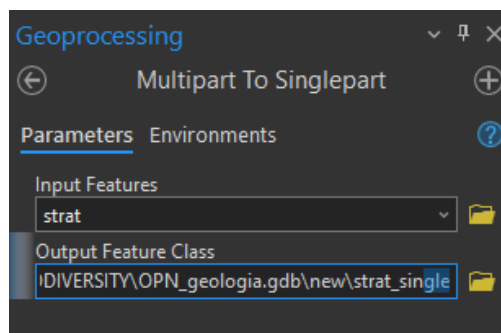
- 5.18. Usuń z panelu *Contents* warstwę `litostratygrafia`. Nie będzie nam już potrzebna.
- 5.19. Popraw legendę układu `Layout_STRATYGRAFIA`.

W wyniku działania narzędzia *Dissolve* powstaje klasa `strat` (Ryc. 16). Otrzymuje ona symbolikę zgodną z utworzoną symboliką stratygraficzną. Należy ją jednak ułożyć w odpowiedniej kolejności. 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).



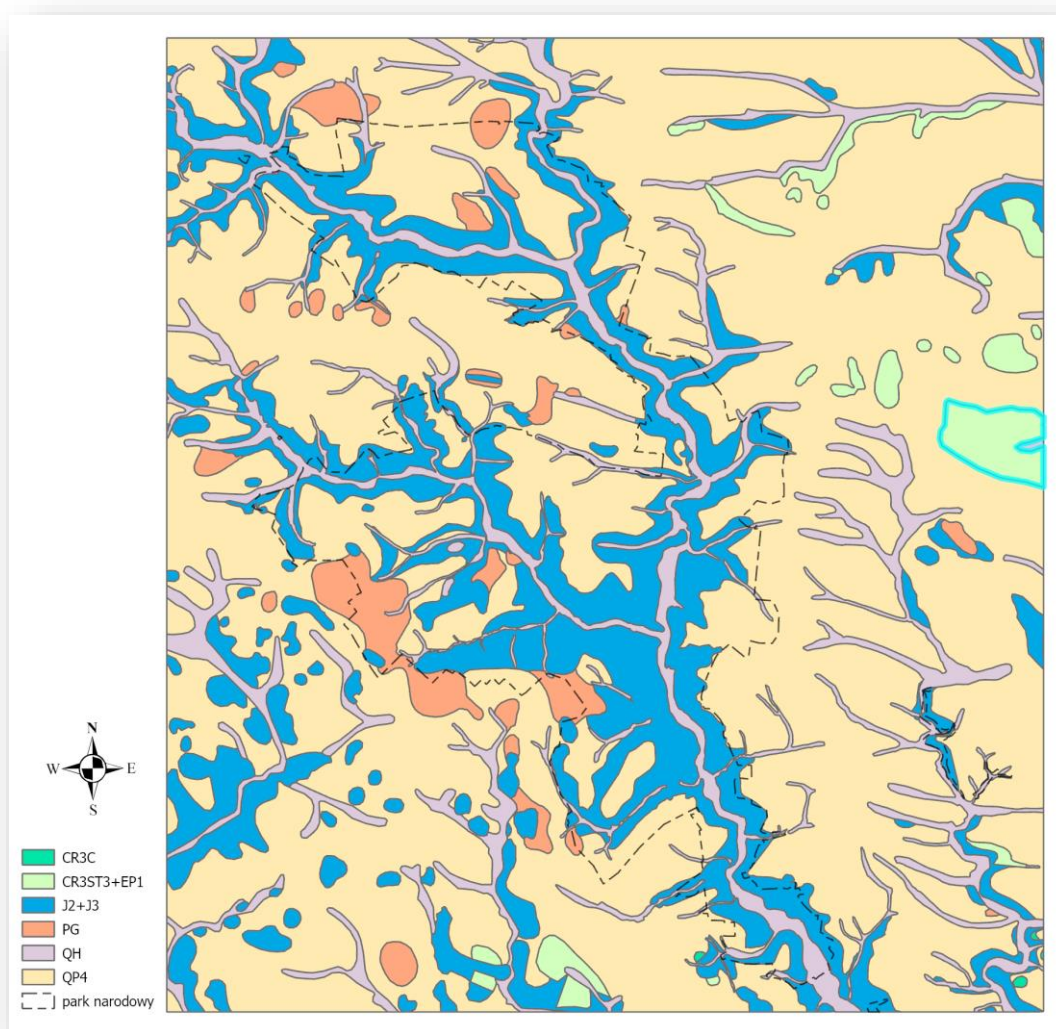
Ryc. 16. Zróżnicowanie stratygraficzne utworów powierzchniowych OPN i jego okolic (na podstawie klasy strat); zaznaczono multipoligonowe wydzielenie PG; symbole jak w Ryc. 14

- 5.20. Podziału zbioru strat na pojedyncze poligony dokonamy za pomocą narzędzia *Multipart To Single*. W tym celu należy uruchomić to narzędzie.
- 5.21. Jako zbiór wejściowy (*Input Features*) wprowadzamy klasę strat (Ryc. 17).
- 5.22. Jako klasę wynikową (*Output Feature Class*) wprowadzamy nazwę klasy strat_single. Klasa ma zostać zapisana do geobazy OPN i do zestawu danych new.



Ryc. 17. Okno dialogowe *Multipart To Singlepart* służące rozdzielaniu multipoligonowych agregatów na pojedyncze poligony

Narzędzie *Multipart To Singlepart* tworzy klasę poligonową złożoną z pojedynczych (niezagregowanych) poligonów. Na **Ryc. 18** zaznaczono jeden wybrany poligon utworów kredy.



Ryc. 18. Zróżnicowanie stratygraficzne utworów powierzchniowych OPN i jego okolic (na podstawie klasy *strat_single*); zaznaczono jedno wydzielenie CR3ST3+EP1; symbole jak w **Ryc. 14**

- 5.23. Usuń z geobazy klasę `strat`. Nie będzie nam już potrzebna bo zastąpiła ją klasa `strat_single`.
- 5.24. Zmień nazwę klasy `strat_single` na `strat`.
- 5.25. Z mapy `Map_Geol_Tektonika` skopiuj na scenę mapy `Map_Geol_Stratygrafia` warstwę `park narodowy`.
- 5.26. Usuń ze sceny wszystkie mapy i układy, a następnie zachowaj projekt.

Klasa `strat` jest przygotowana do przeprowadzenia analiz georóżnorodności.

Tab. 3 prezentuje nazwy klas, atrybutów, map, układów i kategorii stylów wykorzystywanych w przygotowaniu danych do analiz różnorodności kryteriów geologicznych.

Tab. 3. Nazwy klas, atrybutów, map, układów i kategorii stylów wykorzystywanych w przygotowaniu do analiz georóżnorodności kryteriów geologicznych

Cecha krajobrazu	Klasa danych wejściowych	Atrybut klasyfikacyjny	Mapa	Layout	Kategoria w pliku stylów <code>OPN.stylex</code>
litologia	litostratygrafia	kod	Map_Geol_Lito_facje	Layout_LITOFA_CJE	LITOSTRATYGRAFIA
stratygrafia	litostratygrafia	kod_chrono	Map_Geol_Stratygrafia	Layout_STRATYGRAFIA	STRATYGRAFIA
tektonika dysjunktywna	geologia liniowe	-	Map_Geol_Tektonika	Layout_TEKTONIKA	TEKTONIKA
geostanowiska	geologia punktowe	ranga	Map_Geol_Geostanowiska	Layout_GEOSTANOWISKA	GEOSTANOWISKA

6. Analizy georóżnorodności

- W ramach analiz georóżnorodności należy wyznaczyć wskaźniki georóżnorodności wyszczególnione w **Tab. 4**.

Tab. 4. Kryteria geologiczne analizy georóżnorodności

Cel oceny	Element krajobrazu	Cecha krajobrazu	Kryterium oceny	Symbol
różnorodność geologiczna	budowa geologiczna	litologia	liczba jednostek litofacjalnych	GLitoLj
			liczba kategorii litofacjalnych	GLitoLt
			entropia zróżnicowania litofacji	GLitoSHDI
		stratygrafia	liczba jednostek stratygraficznych	GStratLj
			liczba kategorii stratygraficznych	GStratLt
			entropia zróżnicowania stratygrafii	GStratSHDI
		tektonika dysjunktywna	długość uskoków	GTektD
		geostanowiska	liczba geostanowisk	GGeostLj
			liczba kategorii geostanowisk	GGeostLt

- Wyniki obliczeń należy zamieścić w tabeli atrybutowej klasy wybranej siatki analitycznej.
- Dla każdego badanego kryterium (**Tab. 4**) należy utworzyć osobną mapę i osobny układ. Nazwy map i układów tworzymy według klucza:

Nazwa mapy: Map_Geodiversity_Geol_[symbol].

Nazwa układu: Layout_Geodiversity_Geol_[symbol].

- Należy dokonać bonitacji punktowej analizowanych kryteriów. Podczas klasyfikacji bonitacyjnej należy konsekwentnie używać jednej metody klasyfikacji 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.
- Kategorię „różnorodności brak” zawsze należy definiować jako jednorodność krajobrazową.
- Różnorodności cząstkowe poszczególnych elementów krajobrazu w kolejnym etapie analizy będą podlegały sumowaniu. W końcowym etapie badań posłużą do oceny georóżnorodności całkowitej.

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., 2006. *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, Skąpa, 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 Skąpa (946)*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Płonczyński J., 2000b. *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 Arkusz Skąpa (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.