

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

ArcGIS Pro, Ćwiczenie 8

Położenie kabla transatlantyckiego

Modyfikacje układów współrzędnych

Tomasz Bartuś

Na podstawie materiałów szkoleniowych ESRI.
Wyłącznie do użytku wewnętrznego AGH.

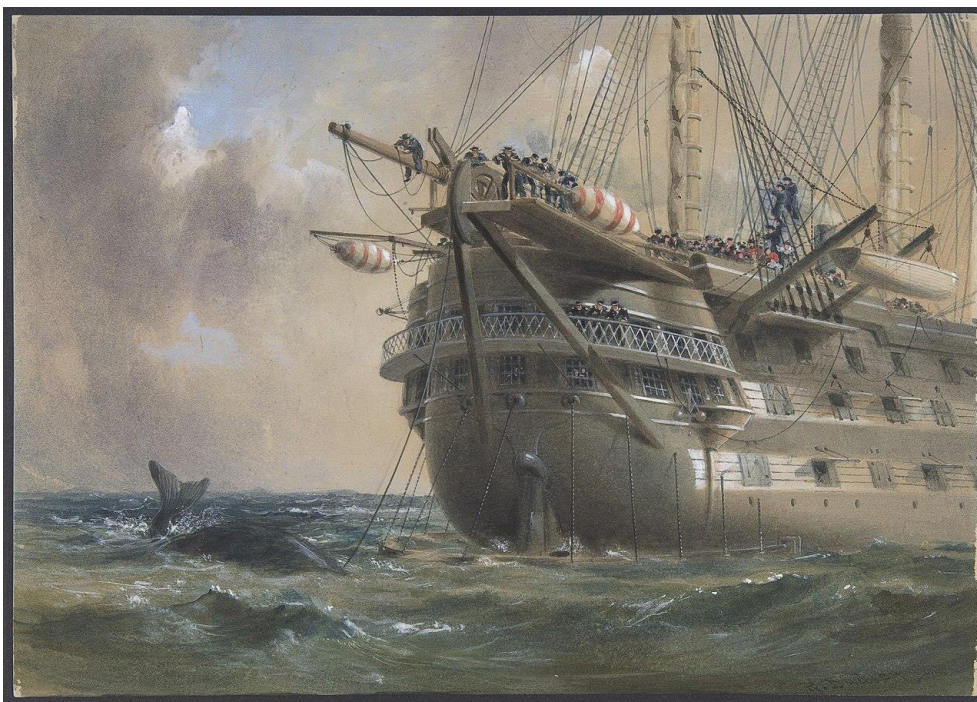
<http://home.agh.edu.pl/~bartus>
2024-04-08

Ćwiczenie 8

Położenie kabla transatlantyckiego. Modyfikacje układów współrzędnych*

* - Na podstawie oficjalnych materiałów szkoleniowych ESRI.

27 lipca 1866 roku, po wielu próbach, położenie na dnie Oceanu Atlantyckiego kabla telegraficznego, komunikacyjnie łączyło Europę z Ameryką. Kabel o długości 1 686 mil morskich (3 122.5 km) łączył Trinity Bay w Nowej Fundlandii i Valentia Harbor w Irlandii ([Ryc. 1](#)).



Ryc. 1. HMS Agamemnon podczas rozwijania telegraficznego kabla transatlantyckiego (1858)

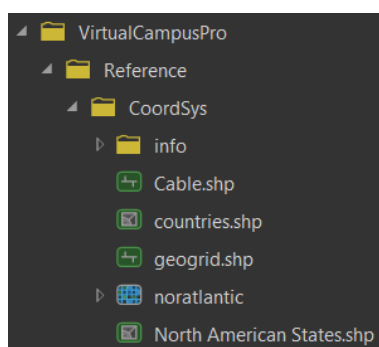
Wyobraźmy sobie, że piszemy artykuł o ciekawej historii położenia kabla transatlantyckiego. Chcemy do niego dołączyć mapę pokazującą jego położenie w rejonie północnego Atlantyku. Najlepszym rozwiązaniem będzie utworzenie mapy GIS tego rejonu. Udało się zgromadzić wszelkie niezbędne dane GIS, w tym warstwę siatki geograficznej, mapę polityczną świata, granice administracyjne stanów i prowincji Ameryki Północnej, przebieg kabla transatlantyckiego oraz batymetrię północnego Atlantyku.

Aby można było utworzyć mapę, musimy upewnić się, że dane będą prawidłowo na siebie nałożone. W tym ćwiczeniu będziemy przeglądać informacje o układach współrzędnych każdego zbioru danych, a następnie utworzymy mapę i będziemy na nią

dodawać i odpowiednio symbolizować potrzebne warstwy. Musimy też wybrać układ współrzędnych geograficznych, dzięki któremu będziemy w stanie poprawnie wyświetlić wszystkie posiadane dane.

1. Eksploracja danych w *Catalog*

- 1.1. Otwórz ArcGIS Pro.
- 1.2. W oknie startowym ArcGIS Pro wybierz opcję *Start without a template* (*Uruchom bez szablonu*).
- 1.3. W panelu *Catalog* wybierz kartę *Computer* umożliwiającą przeglądanie zasobów lokalnego komputera.
- 1.4. W strukturze drzewa katalogów komputera odszukaj folder projektowy:
D:\WprowadzenieDoGIS\Nazwisko_Imię\VirtualCampusPro\Symbols\Reference\CoordSys\ ([Ryc. 2](#)).



Ryc. 2. Fragment drzewa katalogów z danymi projektowymi

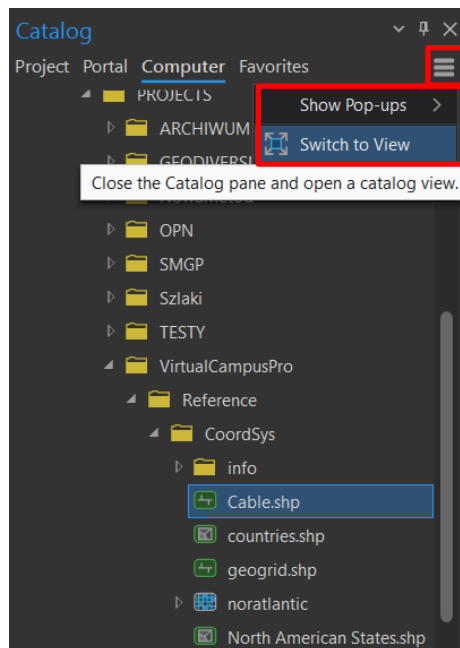
Jak widać na [Ryc. 2](#), projekt zawiera pięć zbiorów danych ([Tab. 1](#)).

Tab. 1. Zawartość projektowych zbiorów danych

Nazwa	Format pliku	Model danych/geometria	Zawartość
Cable.shp	ESRI Shapefile	wektor/L	przebieg kabla transatlantyckiego
Countries.shp	ESRI Shapefile	wektor/A	podział polityczny świata
Geogrid.shp	ESRI Shapefile	wektor/L	siatka geograficzna
noratlantic	ESRI grid	raster	batymetria północnego Atlantyku
North American States.shp	ESRI Shapefile	wektor/A	granice administracyjne stanów i prowincji Ameryki Północnej

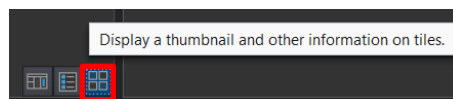
L – linie; A – poligony

- 1.5. W menu panelu *Catalog* kliknij polecenie *Switch to View* (*Przełącz do widoku*) ([Ryc. 3](#)).



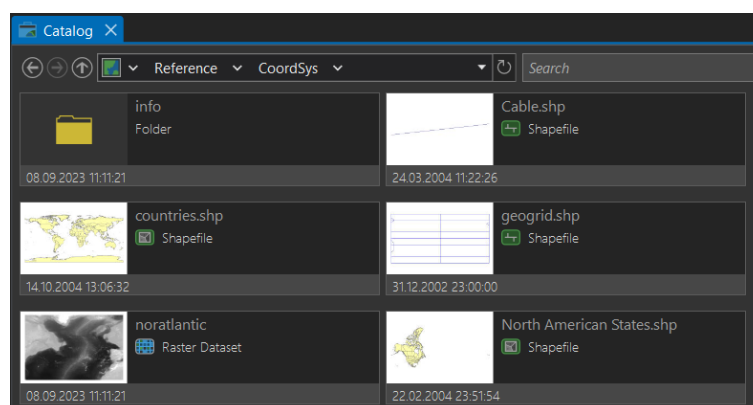
Ryc. 3. Panel *Catalog* z otwartym menu umożliwiającym przełączenie *Catalog* do widoku *View*

- 1.6. W panelu *Contents* wybierz lokalizację folderu projektowego.
- 1.7. W stopce widoku *Catalog View* wybierz polecenie *Display a thumbnail and other information on tiles* umożliwiające wyświetlanie zawartości folderu projektowego w postaci miniatur (Ryc. 4).



Ryc. 4. Polecenie *Display a thumbnail and other information on tiles* umożliwiające wyświetlanie zawartości folderu projektowego w postaci miniatur

Widzisz teraz grafiki miniatur wszystkich zbiorów danych przechowywanych w folderze projektowym (Ryc. 5).



Ryc. 5. Miniatury plików z danymi projektowymi

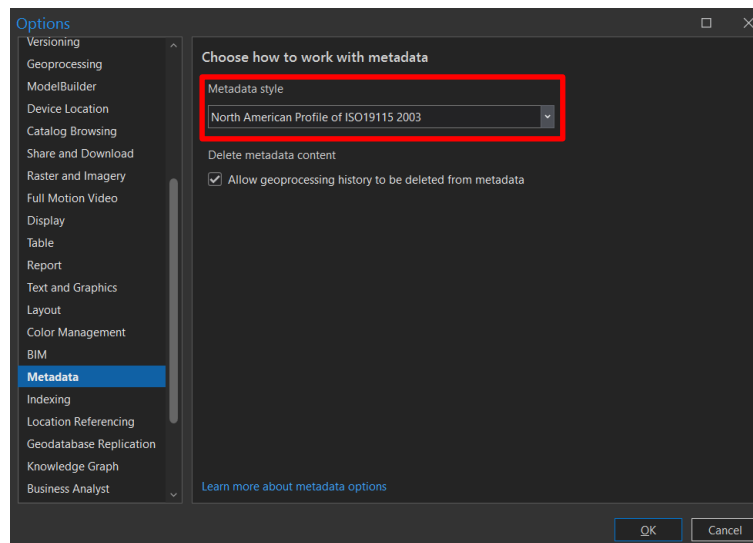
W następnym kroku ćwiczenia zbadamy metainformacje każdego zbioru danych.

2. Przegląd metadanych

W *Catalog* przeglądanie metadanych odbywa się za pomocą **stylu metadanych**. Domyślnie metadane w ArcGIS Pro są wyświetlane z wykorzystaniem stylu *Item Description*. Styl ten przedstawia podstawowe informacje dokumentujące dane, w tym: opis, rozwinięty opis, słowa kluczowe, informacje licencyjne i inne. Aby wyświetlić dla zbiorów danych bardziej szczegółowe informacje należy zmienić styl metadanych.

Zanim przejdziemy do analizy metainformacji zbiorów danych, sprawdźmy w opcjach ArcGIS Pro czy wybrano właściwy styl opisów metainformacji.

- 2.1. Na wstążce aplikacji kliknij kartę *Project*, a z menu widocznego w lewej części okna wybierz polecenie *Options* (*Opcje*).
- 2.2. W oknie dialogowym *Options* wybierz pozycję dotyczącą metainformacji (*Metadata*).
- 2.3. Upewnij się, że na liście rozwijanej *Metadata style* (*Styl metadanych*), wybrano styl *North American Profile of ISO19115 2003*¹ ([Ryc. 6](#)).

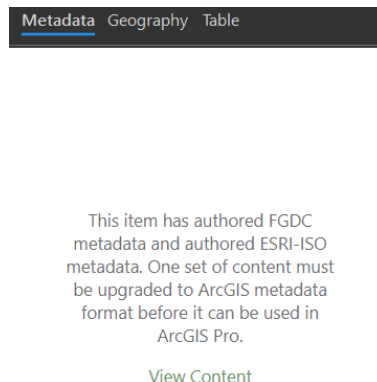


Ryc. 6. Okno dialogowe wyboru stylu metainformacji

- 2.4. Kliknij przycisk *OK*.
- 2.5. Wróćmy do normalnego widoku ArcGIS Pro.
- 2.6. W oknie *Catalog* wybierz zbiór `countries.shp`, a następnie kliknij zakładkę *Metadata* (*Metadane*).

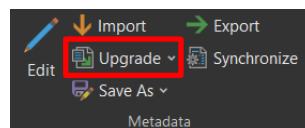
¹ **North American Profile of ISO19115 2003** – styl metainformacji dla danych geograficznych – standard ISO (*International Organization for Standardization*) obejmujący informacje o zakresie przestrzennym, jakości, charakterystyce i rozkładzie cyfrowych danych przestrzennych.

Niestety plik w formacie ESRI shapefile ma przestarzały format metadanych (Ryc. 7) i dlatego metainformacje nie wyświetlają się. Musimy uaktualnić format metainformacji przechowywanych w plikach .shp.



Ryc. 7. Fragment okna *Catalog* (zakładka *Metadata*) z komunikatem o konieczności aktualizacji formatu metadanych zawartych w pliku *countries.shp*

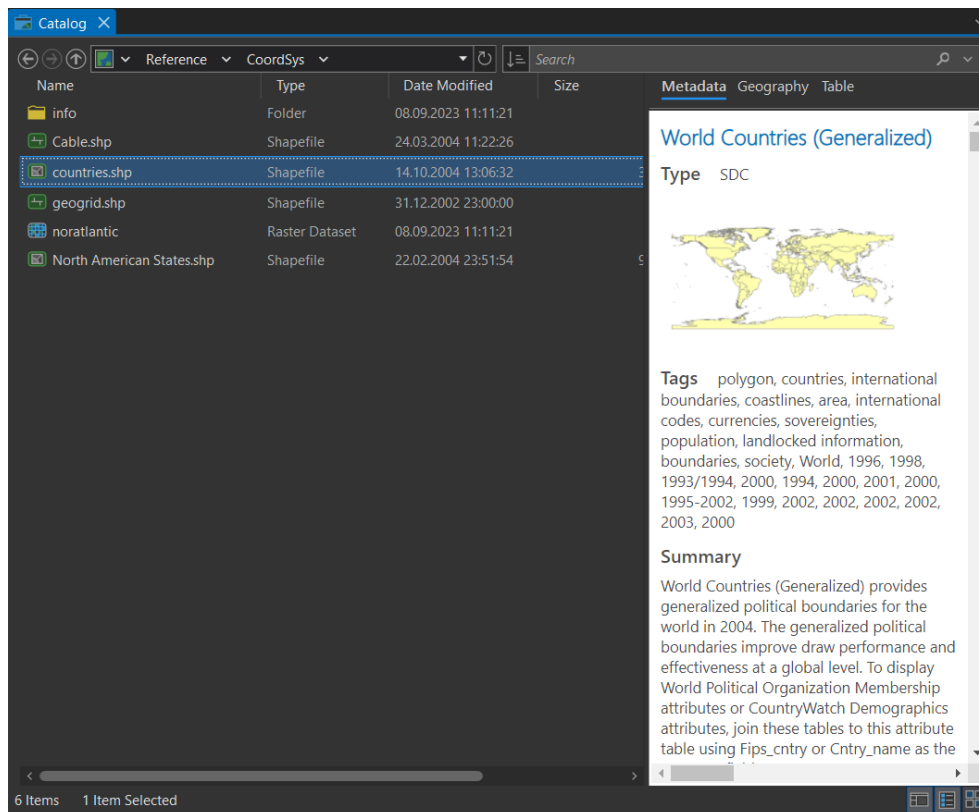
- 2.7. Aby zmienić format metadanych pliku *countries.shp*, na wstążce aplikacji wybierz kartę *Catalog*, a w niej odszukaj grupę *Metadata* (*Metadane*).
- 2.8. W grupie *Metadata* wybierz polecenie *Upgrade* (*Uaktualnij*) > *FGDC CSDGM Content*² (Ryc. 8).



Ryc. 8. Grupa narzędzi grupy *Metadata* w karcie *Catalog*; ramką zaznaczono narzędzie *Upgrade* służące do aktualizacji formatu metadanych w starszych zbiorach danych

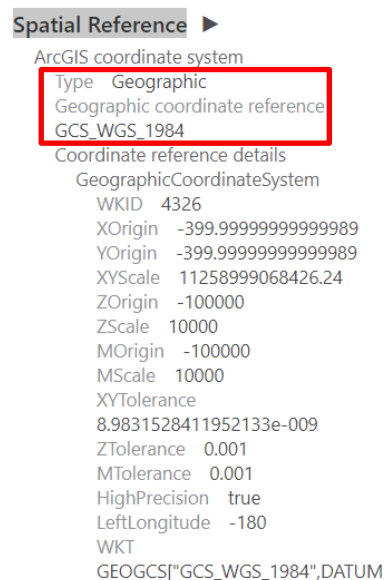
Metadane zbioru danych *countries.shp* pojawiają się w oknie *Catalog* (Ryc. 9).

² **Content Standard for Digital Spatial Metadata** (CSDGM) – standard zawartości cyfrowych metadanych przestrzennych opracowany przez *Federal Geographic Data Committee* (FGDC).



Ryc. 9. Metainformacje zbioru danych countries.shp

- 2.9. Przewiń zawartość karty *Metadata* w dół i przeanalizuj wyświetlone informacje.
- 2.10. Wyszukaj sekcję *Spatial Reference* (Odniesienie przestrzenne) (Ryc. 10).



Ryc. 10. Metainformacje dotyczące układu współrzędnych danych pliku countries.shp; ramką zaznaczono wykorzystywany układ współrzędnych geograficznych (GCS) GCS_WGS_1984

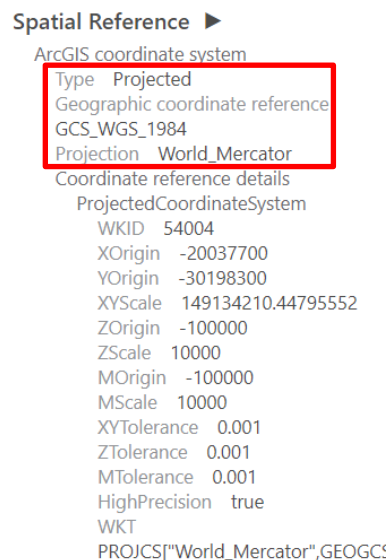
Countries.shp wykorzystuje układ współrzędnych GCS_WGS_1984³ (Ryc. 10).

WGS 1984 jest obecnie najprawdopodobniej najczęściej wykorzystywanym układem współrzędnych geograficznych (*Geographic Coordinate System* – GCS) dla zbiorów danych GIS o zasięgu globalnym (dane światowe) i jednocześnie domyślnym układem współrzędnych geograficznych w ArcGIS Pro.

- 2.11. W drzewie katalogów wybierz teraz plik `geogrid.shp`, uaktualnij format jego metadanych, a następnie zbadaj sekcję dotyczącą *Spatial Reference*.

PYTANIE 1: jaki układ współrzędnych geograficznych posiada plik `geogrid.shp`?

- 2.12. Teraz wybierz plik `North American States.shp`, uaktualnij format jego metadanych, a następnie sprawdź informacje na temat jego układu współrzędnych (Ryc. 11).



Ryc. 11. Metainformacje dotyczące układu współrzędnych danych z pliku `North American States.shp`; ramką zaznaczono wykorzystywany układ współrzędnych geograficznych (GCS) oraz odwzorowanie kartograficzne (PCS) – World Mercator

Typ układu współrzędnych „Projected” wskazuje na to, że dane z pliku `North American States.shp` wykorzystują odwzorowanie kartograficzne (PCS⁴) `World_Mercator`. Ale zauważ, że analizowany plik, podobnie jak zbiory danych: `countries.shp` i `geogrid.shp`, wykorzystuje również układ współrzędnych geograficznych `GCS_WGS_1984`.

³ **GCS** – układ współrzędnych geograficznych (*Geographic Coordinate System*) – system współrzędnych używany do lokalizacji obiektów na zakrzywionej powierzchni Ziemi

⁴ **PCS** – odwzorowanie kartograficzne (*Projected Coordinate System*) – system współrzędnych w układzie XOY wykorzystywany do lokalizacji obiektów na płaskiej powierzchni mapy lub cyfrowej mapie GIS wyświetlanej na płaskim ekranie komputera.

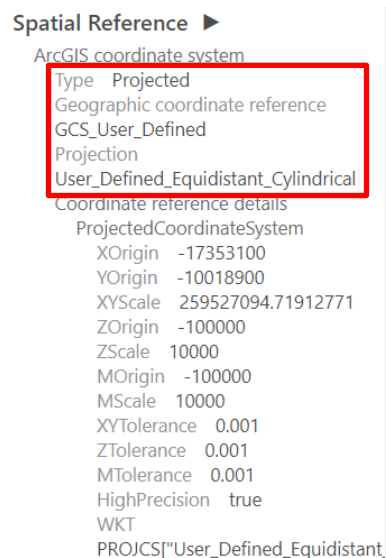
Wszystkie zbiory danych przestrzennych mają zdefiniowany jakiś system współrzędnych geograficznych (GCS). Fakt ten pozwala im na poprawne wyświetlanie obiektów w systemach GIS. Niektóre zbiory danych (tak jak w tym przypadku), mają dodatkowo przypisane odwzorowanie kartograficzne (PCS).

- 2.13. W drzewie katalogów kliknij rastrowy zbiór danych `noratlantic`. Uaktualnij format jego metadanych.

Zbiór danych `noratlantic` zawiera dane batymetryczne północnej części Oceanu Atlantyckiego.

- 2.14. Zajrzyj do sekcji *Spatial Reference* zbioru `noratlantic`.

Można zauważyć, że analizowany zbiór danych także posiada zarówno układ współrzędnych geograficznych jak i odwzorowanie kartograficzne ([Ryc. 12](#)). W tym przypadku układy współrzędnych są zdefiniowane przez użytkownika (*user defined*), co oznacza, że każdy z nich został w jakiś sposób zmodyfikowany.

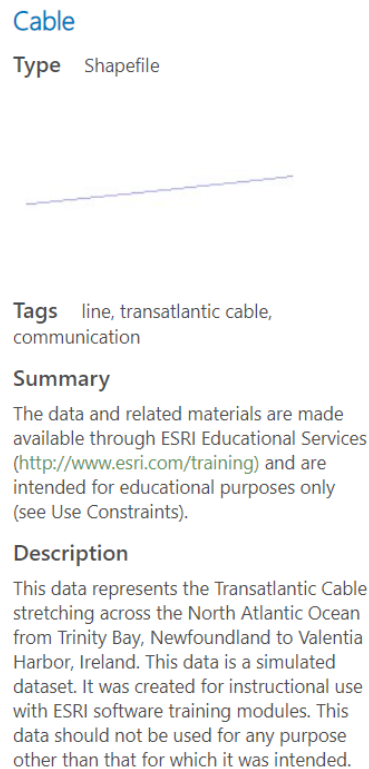


Ryc. 12. Metainformacje dotyczące układu współrzędnych rastra `noratlantic`

ArcGIS Pro obsługuje wiele typowych układów współrzędnych geograficznych, a także pozwala zdefiniować własne na podstawie obszaru, który dane reprezentują i konkretnych potrzeb projektu.

- 2.15. Wybierz plik `Cable.shp` i uaktualnij format jego metadanych ([Ryc. 13](#)).
- 2.16. Wyszukaj sekcję *Spatial Reference*, która powinna znajdować się tuż za sekcją *Extents* (*Zakres przestrzenny*).

Zauważ, że istnieje zadeklarowany zakres przestrzenny zbioru danych, ale nie ma informacji na temat wykorzystywanego układu współrzędnych.

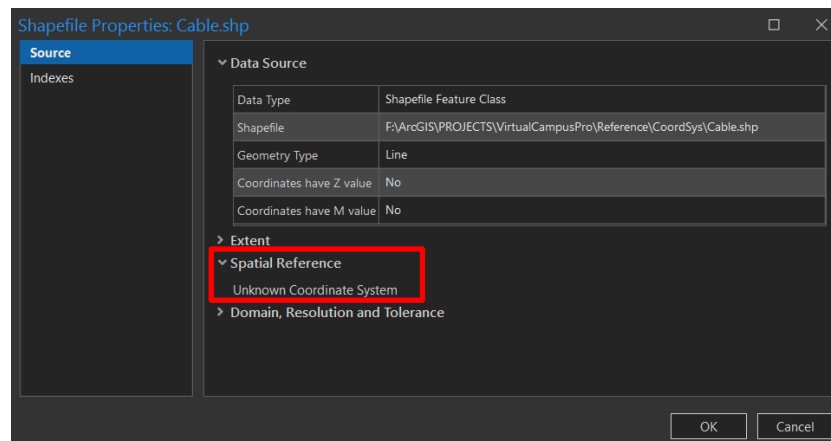


Ryc. 13. Metainformacje pliku `Cable.shp`

Zbiór danych `Cable.shp` został stworzony specjalnie dla tego ćwiczenia. Metadanych opisujących układ współrzędnych brakuje, ale ArcGIS Pro również zapisuje informacje o systemie współrzędnych we właściwościach każdego zbioru danych. W kolejnym kroku ćwiczenia należy sprawdzić właściwości pliku `Cable.shp`, aby zobaczyć, czy można tam znaleźć informacje o układzie współrzędnych.

3. Wyświetlanie właściwości zbioru danych `Cable.shp`

- 3.1. W drzewie katalogów kliknij ppm plik `Cable.shp` i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Properties (Właściwości)*.
- 3.2. W oknie dialogowym *Shapefile Properties: Cable.shp (Właściwości Pliku SHP: Cable.shp)* rozwiń zakładkę *Spatial Reference (Odniesienie przestrzenne)* (Ryc. 14).



Ryc. 14. Właściwości pliku Cable.shp z widocznym brakiem zdefiniowania odniesienia przestrzennego

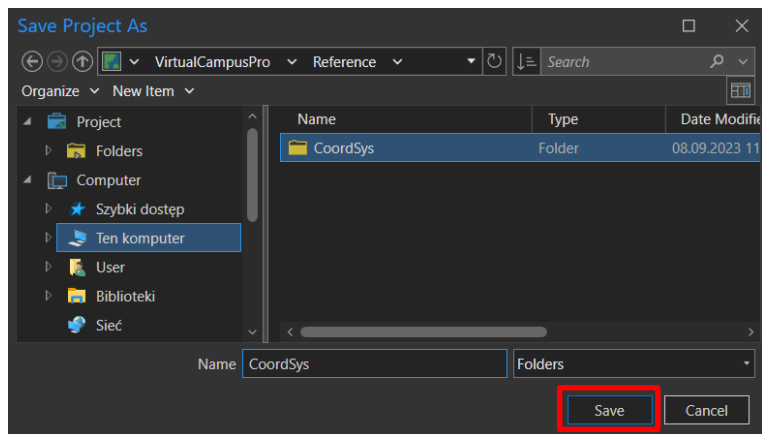
Jak widać na Ryc. 14 zbiór danych Cable.shp nie ma zdefiniowanego układu współrzędnych – *Unknown Coordinate System (Nieznany układ współrzędnych)*. Oznacza to, że ArcGIS Pro nie zna układu współrzędnych zgromadzonych w nim danych. Aby aplikacja mogła prawidłowo wyświetlić warstwę, będziemy musieli określić układ współrzędnych danych i wprowadzić te informacje do właściwości.

- 3.3. Na razie, aby zamknąć okno dialogowe *Właściwości pliku SHP*, kliknij przycisk *Cancel (Anuluj)*.

4. Utworzenie mapy, dodanie pierwszego zbioru danych i utworzenie projektu

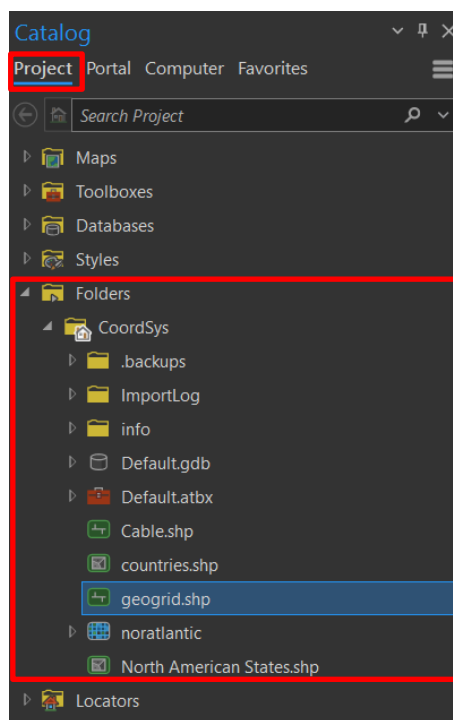
Wiemy już wszystko na temat układów współrzędnych naszych zbiorów danych. Jesteśmy więc gotowi, aby utworzyć mapę ilustrującą położenie kabla transatlantyckiego. Dodamy zaraz do mapy wszystkie zbiory danych. Pamiętaj, że pierwszy dodany zbiór danych determinuje układ współrzędnych całej mapy.

- 4.1. Na wstążce aplikacji wybierz kartę *Insert (Wstaw)*, a następnie z grupy *Project* wybierz polecenie *New Map (Nowa mapa)*.
- 4.2. Aby zachować naszą pracę w nowym projekcie wejdź na wstążce aplikacji na kartę *Project*, a następnie wybierz polecenie *Save Project As (Zachowaj projekt jako)*.
- 4.3. W strukturze drzewa katalogów odszukaj folder projektowy (nie wchodź do niego):
D:\WprowadzenieDoGIS\Nazwisko_Imię\VirtualCampusPro\Symbols\Reference\CoordSys\, a następnie kliknij przycisk *Save (Zachowaj)* (Ryc. 15).



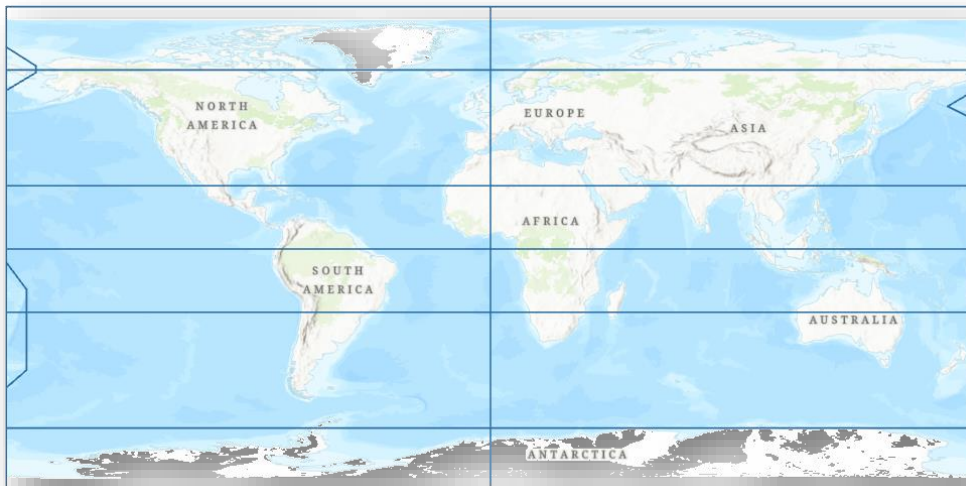
Ryc. 15. Okno dialogowe wskazujące lokalizację nowego projektu

- 4.4. Jeśli to konieczne z karty *View* (*Widok*) dodaj do aplikacji panel *Catalog* poleceniem *Catalog Pane* (*Panel Catalog*).
- 4.5. W panelu *Catalog* wybierz kartę *Project*, a następnie z menu *Folders* > *CoordSys* przeciągnij na scenę plik *geogrid.shp* (Ryc. 16).



Ryc. 16. Panel *Catalog* z zawartością folderu projektowego

Plik *geogrid.shp* został dodany do mapy *Map* (Ryc. 17). Utworzona warstwa zawiera główne linie siatki geograficznej.

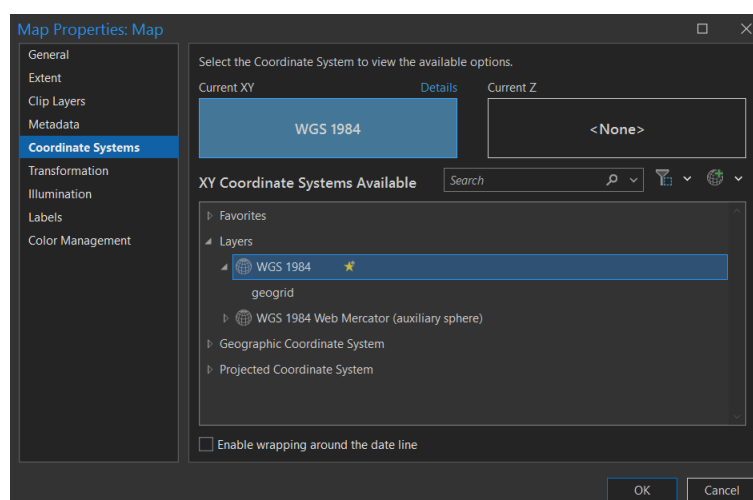


Ryc. 17. Mapa z dodaną warstwą siatki kartograficznej z pliku geogrid.shp; w tle znajdują się dwie domyślne warstwy mapy: World Topographic Map oraz World Hillshade

Pierwsza warstwa dodana do mapy determinuje układ współrzędnych mapy. Sprawdźmy czy dodana warstwa `geogrid.shp` określiła układ współrzędnych mapy na GCS_WGS_1984.

- 4.6. W panelu zawartości ArcGIS Pro kliknij ppm nazwę nowo utworzonej mapy (Map) i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Properties* (Właściwości). W oknie *Map Properties: Map* (Właściwości Mapy: Map) wybierz zakładkę *Coordinate System* (System Współrzędnych).

Zgodnie z naszymi przewidywaniami, układ współrzędnych mapy został ustawiony na WGS 1984 (Ryc. 18).

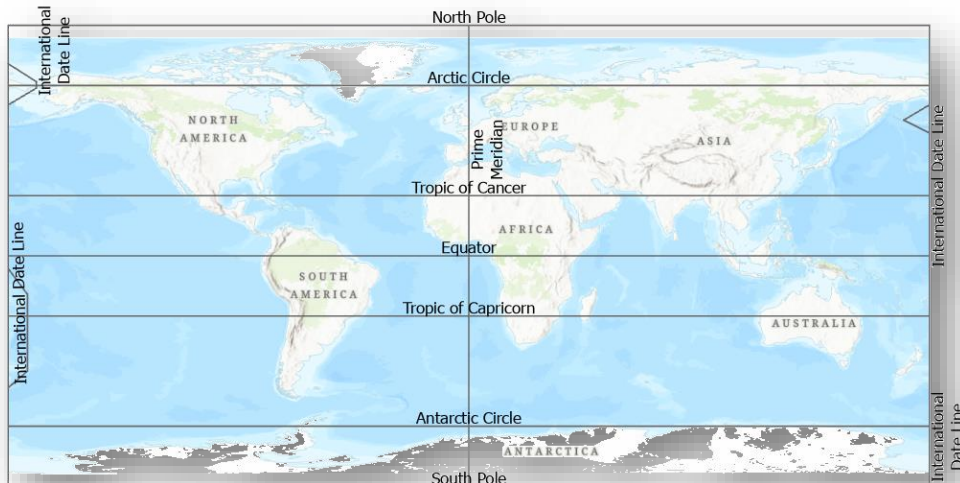


Ryc. 18. Okno *Map Properties: Map* z widocznym ustawieniem układu współrzędnych mapy WGS 1984

- 4.7. Kliknij przycisk *OK*.

Zmieńmy kolor linii siatki współrzędnych i wyświetlmy jej etykiety.

- 4.8. W panelu zawartości kliknij ppm symbol linii. W palecie kolorów kliknij kolor Gray 60%.
- 4.9. Kliknij ppm warstwę `geogrid` i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Label (Etykiety)* ([Ryc. 19](#)).

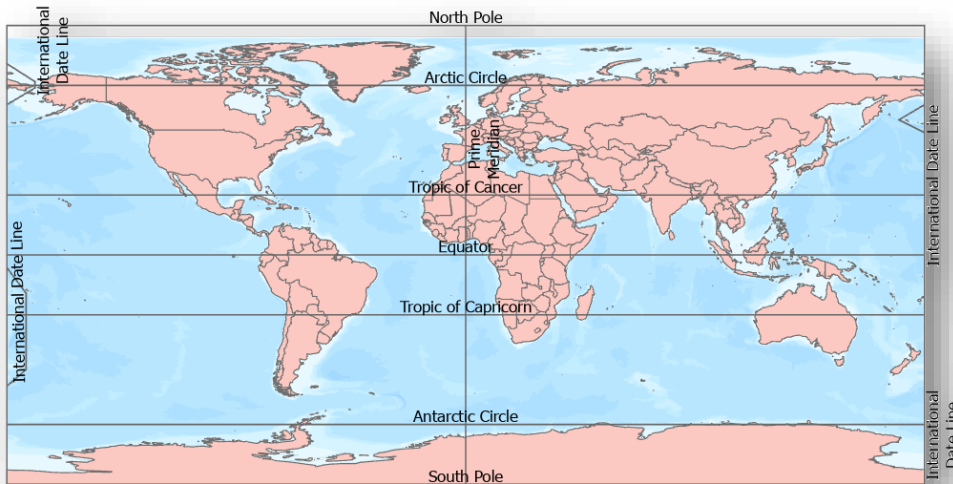


Ryc. 19. Okno mapy Map z etykietowaną warstwą `geogrid`

5. Dodawanie zbiorów danych z tym samym układem współrzędnych geograficznych

Teraz możemy dodać do mapy zbiór danych `countries.shp`. Przypomnijmy, że jego układ współrzędnych to również `GCS_WGS_1984` ([Ryc. 10](#)), czyli ten sam jaki został ustawiony dla całej mapy.

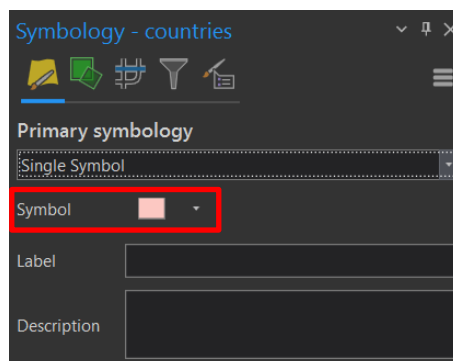
- 5.1. W panelu *Catalog* zaznacz plik `countries.shp` i przeciągnij go na scenę mapy ([Ryc. 20](#)).



Ryc. 20. Okno mapy Map z dodanymi warstwami geogrid i countries

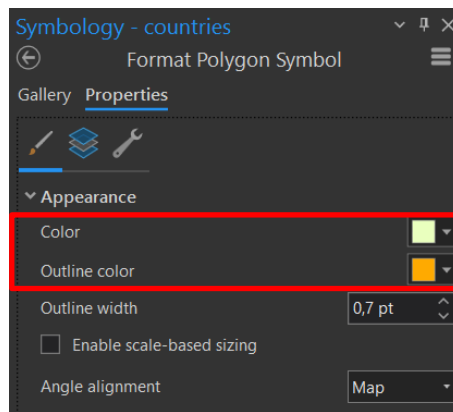
Powinniśmy teraz zmienić symbole poligonów krajów.

- 5.2. Aby symbolizować poligony granic krajów kliknij w panelu zawartości ppm warstwę *countries*, a następnie z menu kontekstowego wybierz polecenie *Symbolology* (*Symbolizacja*).
- 5.3. W panelu *Symbolology – countries* kliknij na symbol poligonu ([Ryc. 21](#)).



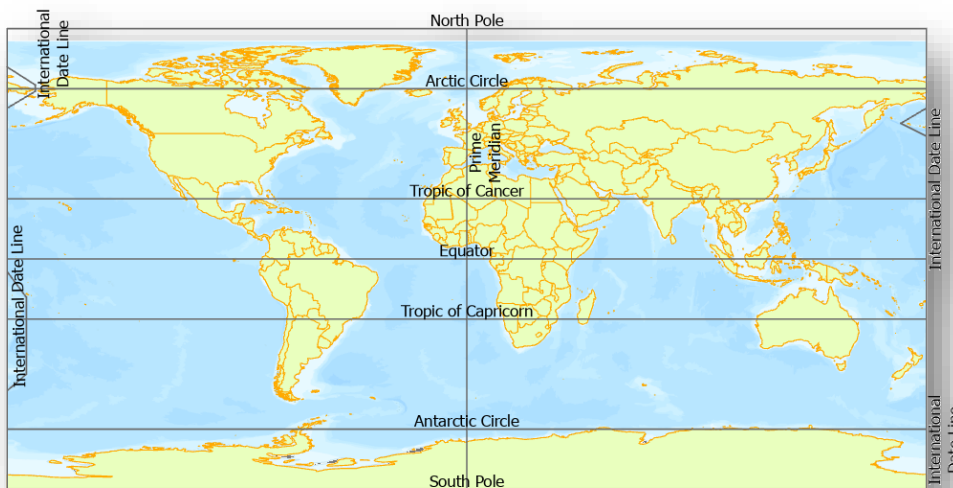
Ryc. 21. Panel *Symbolology – countries* z położeniem pola symbolu

- 5.4. W zakładce *Properties* (*Właściwości*) zmień kolor wypełnienia poligonów *Color* na jasną zieleń oraz kolor konturu (*Outline Color*) na jasno-pomarańczowy ([Ryc. 22](#)).



Ryc. 22. Panel *Symbology - countries* ze zmienioną symbolizacją poligonów warstwy *countries*

- 5.5. Kliknij przycisk *Apply*. Mapa uzyskała nową symbolizację warstwy *countries* (Ryc. 23).



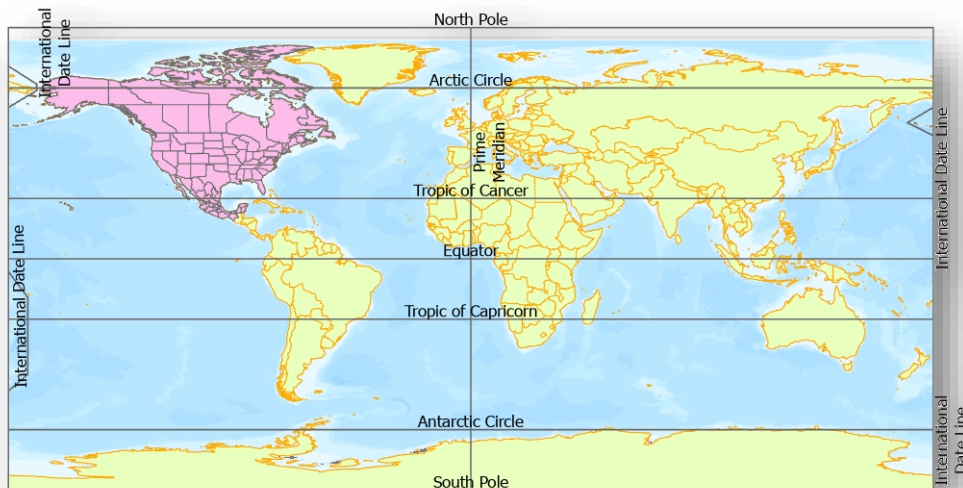
Ryc. 23. Okno mapy *Map* ze zmodyfikowaną symbolizacją warstwy *countries*

W następnym etapie ćwiczenia dodamy zbiór danych zawierający ten sam GCS co mapa ale także odwzorowanie kartograficzne (PCS).

6. Dodanie zbioru danych z odwzorowaniem kartograficznym

W tym kroku ćwiczenia do mapy zostanie dodany plik *North American States.shp*. Przypomnijmy, że warstwa ta zawiera odwzorowanie kartograficzne (PCS) *World Mercator* i układ współrzędnych geograficznych (GCS) *GCS_WGS_1984* (Ryc. 11).

- 6.1. Przeciągnij plik *North American States.shp* z panelu *Catalog* na scenę mapy (Ryc. 24).

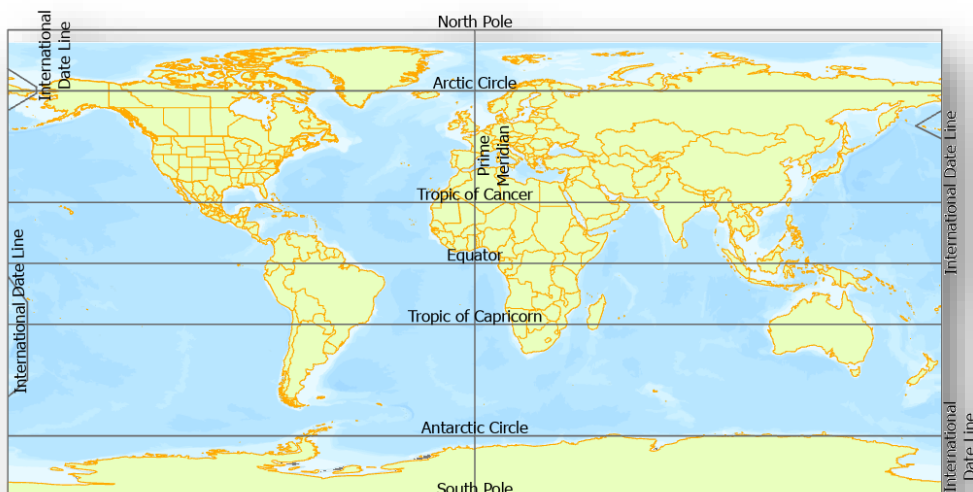


Ryc. 24. Okno mapy z nałożonymi warstwami geogrid, countries i North American States

ArcGIS Pro odczytał układ współrzędnych geograficznych pliku North American States.shp i dodał dane na scenę mapy.

Możemy teraz zmienić symbol stanów USA.

- 6.2. Kliknij symbol warstwy North American States.
- 6.3. Zmień kolor wypełnienia poligonów na przezroczysty (*No color*) oraz kolor konturu (*Outline Color*) na jasno-pomarańczowy, taki sam, jaki wybrano wcześniej dla warstwy countries (Ryc. 25).
- 6.4. Kliknij przycisk *Apply*.



Ryc. 25. Okno mapy z nałożonymi warstwami geogrid, countries oraz North American States (ze zmienioną symbolizacją)

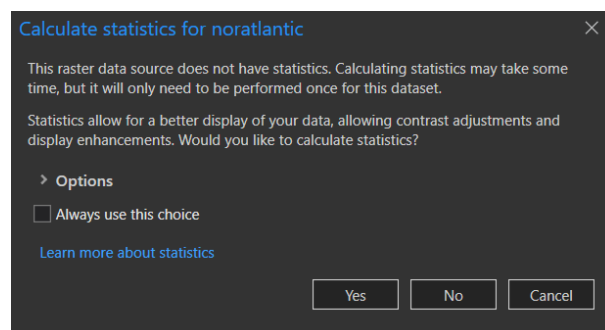
W kolejnym kroku ćwiczenia dodamy do projektu warstwę `noratlantic`, która posiada inny układ współrzędnych. Zaobserwujemy co się wtedy stanie.

7. Dodawanie zbiorów danych z układem współrzędnych zdefiniowanym przez użytkownika

Przypomnijmy, że rastrowy zbiór danych `noratlantic` ma zdefiniowane przez użytkownika odwzorowanie kartograficzne (PCS) oraz układ współrzędnych geograficznych (GCS) ([Ryc. 12](#)).

7.1. Dodaj na scenę mapy warstwę `noratlantic`.

ArcGIS Pro wyświetli komunikat [Ryc. 26](#).

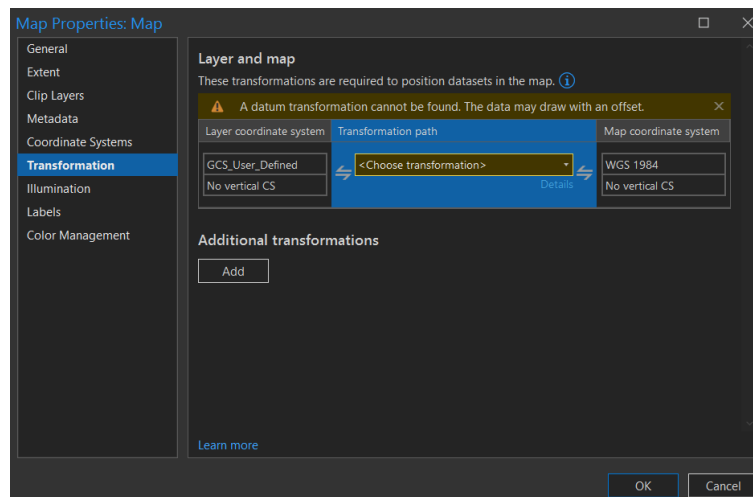


Ryc. 26. Komunikat ArcGIS Pro informujący o braku obliczonych statystyk pikseli obrazu rastrowego

7.2. Kliknij przycisk **Yes** aby pozwolić programowi na obliczenie statystyk pikseli obrazu rastrowego.

ArcGIS Pro bez problemu dodał warstwę na scenę mapy. Współrzędne warstwy `noratlantic` zostały „w locie” przetransponowane na układ mapy WGS 1984.

Transformacja układu odniesienia geograficznego bez zmiany danych źródłowych rzutuje dane na bieżącą mapę. Program na podstawie dokładności przekształceń i zakresu przestrzennego danych określa najlepszą transformację. Transformację można wyświetlić lub zdefiniować w oknie dialogowym *Map Properties* (*Właściwości mapy*) na karcie *Transformation* (*Transformacja*) ([Ryc. 27](#)).



Ryc. 27. Okno *Map Properties: Map* z transformacją układu GCS_User_Defined warstwy *noratlantic* do układu WGS 1984 mapy Map

- 7.3. W polu opcji *Transformation path* wybierz opcję *<Do not transform>*.

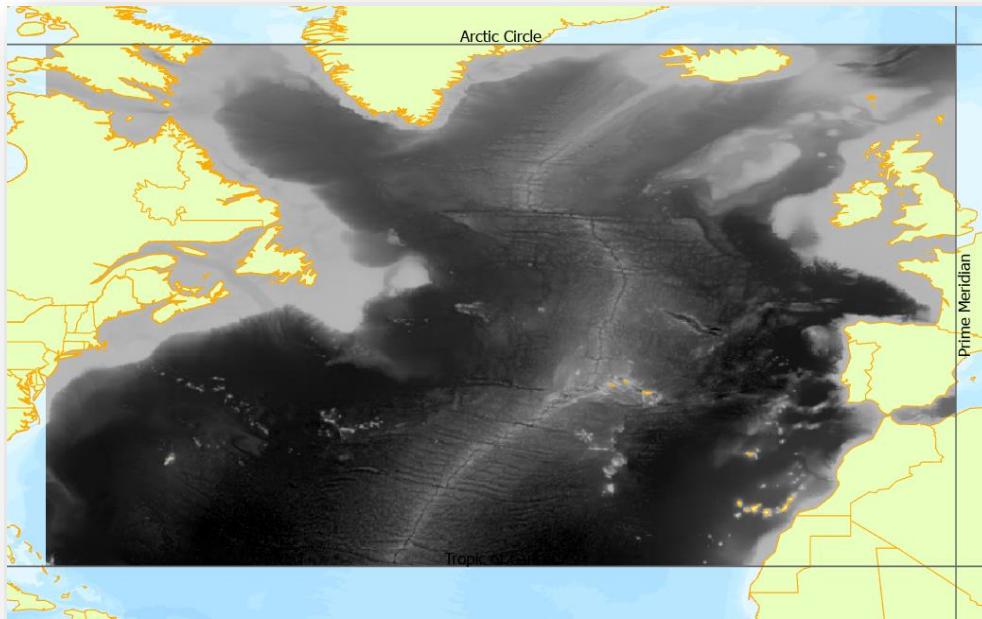
Transformacja

Układy współrzędnych geograficznych (GCS) opisują, w jaki sposób obiekty na Ziemi są umieszczane na modelu Ziemi – hipotetycznej sferoidzie odniesienia. GCS używają jednostek kątowych, takich jak stopnie. Istnieje więcej wiele GCS, ponieważ każdy z nich ma najlepiej opisywać określoną część Ziemi. Jest to konieczne, ponieważ Ziemia jest w rzeczywistości bryłą nierówną przypominającą elipsoidę. **Transformacja** to obliczenie polegające na przekształceniu GCS warstw w celu ich dopasowania do GCS mapy podczas rysowania mapy, tak aby wszystko było wyrównane. Dane w wyniku transformacji nie ulegają zmianie. Ta konwersja w czasie rzeczywistym jest czasami określana jako **wyświetlanie w locie**.

W ArcGIS Pro zarówno mapy, jak i ich warstwy mają układy współrzędnych, które nie zawsze są takie same. Układy współrzędnych mogą być geograficzne (GCS) lub rzutowane (PCS). Rzutowane układy współrzędnych zawsze obejmują podstawowy układ współrzędne geograficznych. Rzut przekształca współrzędne katowe (takie jak szerokość i długość geograficzna) ze sferoidy odniesienia na jednostki odległości (takie jak metry) na płaskiej powierzchni.

Transformacje dotyczą wyłącznie układów współrzędnych geograficznych. Transformację stosuje się tylko wtedy, gdy układy współrzędnych geograficznych nie są identyczne. Jeśli warstwy mają inny rzutowany układ współrzędnych niż mapa, w której się znajdują.

- 7.4. Kliknij w panelu zawartości ppm warstwę *noratlantic* i wybierz opcję *Zoom To Layer (Powiększ do warstwy)* (Ryc. 28).



Ryc. 28. Okno mapy, w którym na warstwy projektu nałożono warstwę `noratlantic`

ArcGIS Pro dopasowując dane batymetrii do danych na mapie dobrze wykonał nałożenie.

Uwaga

Nie martw się jeśli twoja warstwa `noratlantic` wyświetlona została w postaci jednolitego szarego pola. W następnym kroku zmienimy symbolikę tej warstwy.

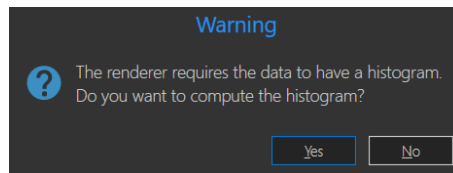
Zmienimy symbolikę zbioru danych `noratlantic` tak, aby warstwa imitowała głębię oceanu.

- 7.5. W panelu zawartości kliknij ppm warstwę `noratlantic` i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Symbolology* (*Symbolizacja*).

Dla zbiorów rastrowych reprezentujących zmienne przestrzenne ciągłe (tak jak ma to miejsce w przypadku modeli wysokościowych i głębokościowych) istnieje kilka możliwości symbolizacji – poprzez ustalenie gradientu kolorów (*Stretch*), poprzez wyróżnienie odpowiednich wartości (*Discrete*), poprzez klasyfikację przedziałową (*Classify*) oraz poprzez symbolizację unikalnych wartości (*Unique Values*). My zastosujemy klasyfikację.

- 7.6. W panelu *Symbolology* - `noratlantic` w polu *Primary Symbolology* (*Symbolizacja pierwszoplanowa*) wybierz opcję *Classify* (*Klasyfikacja*).

- 7.7. W oknie z zapytaniem czy chcemy obliczyć histogram kliknij przycisk Yes (Tak) (Ryc. 29).

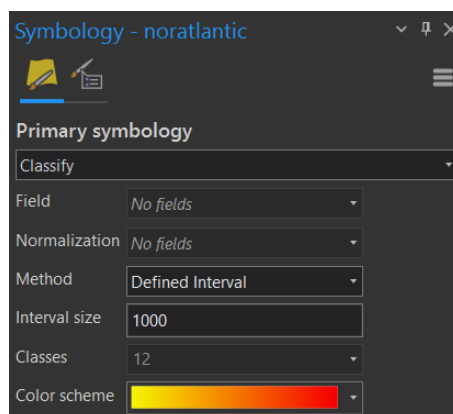


Ryc. 29. Okno z zapytaniem o zgodę na obliczenie histogramu zmienności wartości pikseli

- 7.8. Zmień *Method* (Metoda) na *Defined Interval* (Określony Przedział).

Głębokości dna oceanu są mierzone w metrach. Niech każdy przedział głębokości reprezentuje kolejne 1000 m głębokości. Ustawimy rozstęp przedziałów klasowych na 1000.

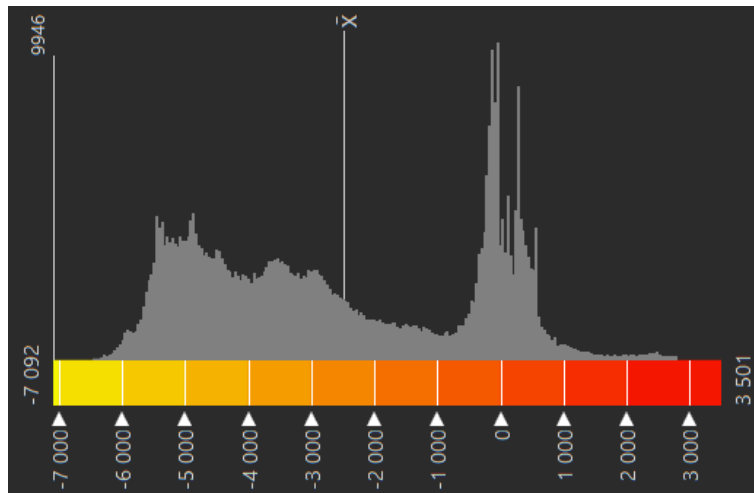
- 7.9. W polu obok *Interval Size* (Wielkość Przedziału) zastąp aktualną wartość wartością 1000 (Ryc. 30).



Ryc. 30. Fragment panelu *Symbology – noratlantic* z parametrami symbolizacji

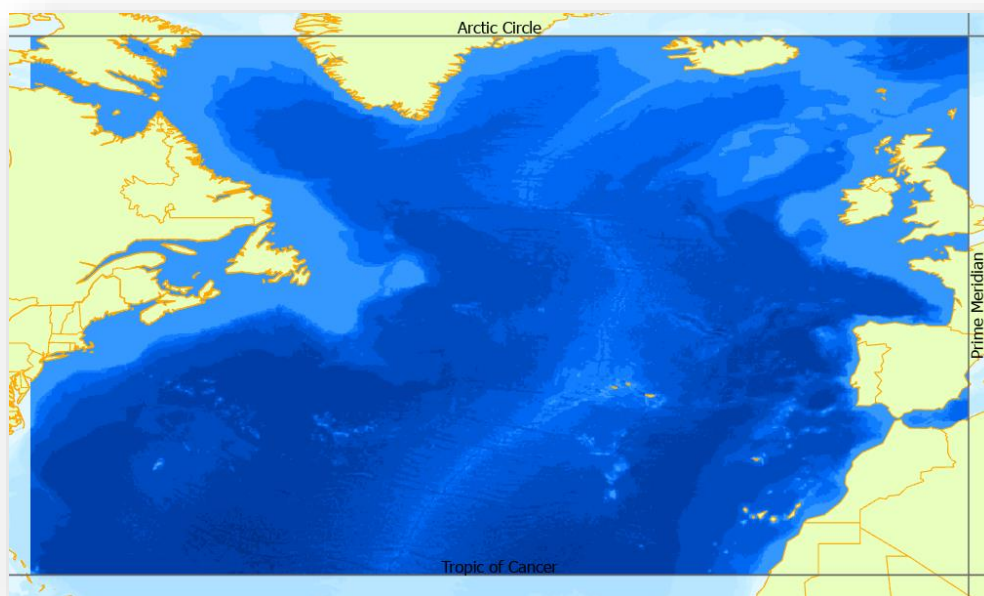
- 7.10. Kliknij poza tabelką.
7.11. Przejdź do zakładki *Histogram*.

Histogram i wartości przedziałów klasowych ulegną modyfikacji (Ryc. 31).



Ryc. 31. Histogram wartości pikseli rastra noratlantic

- 7.12. W panelu *Symbology* – *noratlantic*, na karcie *Classes* rozwiń listę z *Color Scheme* (*Schemat kolorów*). Aby zobaczyć wersję tekstową listy palet kolorów włącz opcję *Show names* (*Pokaż nazwy*).
- 7.13. Z listy rozwijanej wybierz schemat *Bathymetry 3* (Ryc. 32).



Ryc. 32. Okno mapy z nową symbolizacją warstwy noratlantic

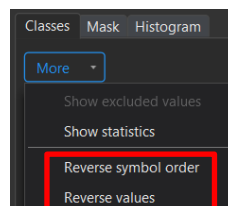
Jak widać model głębokościowy (wysokościowy) północnego Atlantyku ma wartości pikseli zmieniające się w zakresie od około -7000 m do około +4000 m. Oznacza to, że model kontynuuje się na lądach, które aktualnie przykryte są warstwami *North American States* oraz *countries*. Ciemnogrnatowy kolor pikseli warstwy *noratlantic* odpowiada głębiom oceanicznym, zaś jaśniejsze odcienie koloru niebieskiego ilustrują ląd, strefy szelfów oraz Grzbietu Śródatlantyckiego (Ryc. 32).

Ostatnią rzeczą jaką należy tu poprawić jest nielogiczna symbolizacja w legendzie warstwy *noratlantic*, w której kategorii najgłębszych części oceanu są prezentowane na górze legendy, zaś najwyższe części otaczających go kontynentów są na dole (Ryc. 33). Warto to poprawić, bo ta sama błędna kolejność klas odzwierciedli się w przyszłości w legendzie warstwy układów (*Layouts*) przygotowywanych do druku.

Color	Upper value	Label
Dark blue	≤ -7000,0	-7 091,99
Blue	≤ -6000,0	-6 999,99
Blue	≤ -5000,0	-5 999,99
Blue	≤ -4000,0	-4 999,99
Blue	≤ -3000,0	-3 999,99
Blue	≤ -2000,0	-2 999,99
Blue	≤ -1000,0	-1 999,99
Blue	≤ 0,0	-999,999
Light blue	≤ 1000,0	0,001 - 1
Light blue	≤ 2000,0	1 000,001
Light blue	≤ 3000,0	2 000,001
Very light blue	≤ 4000,0	3 000,001

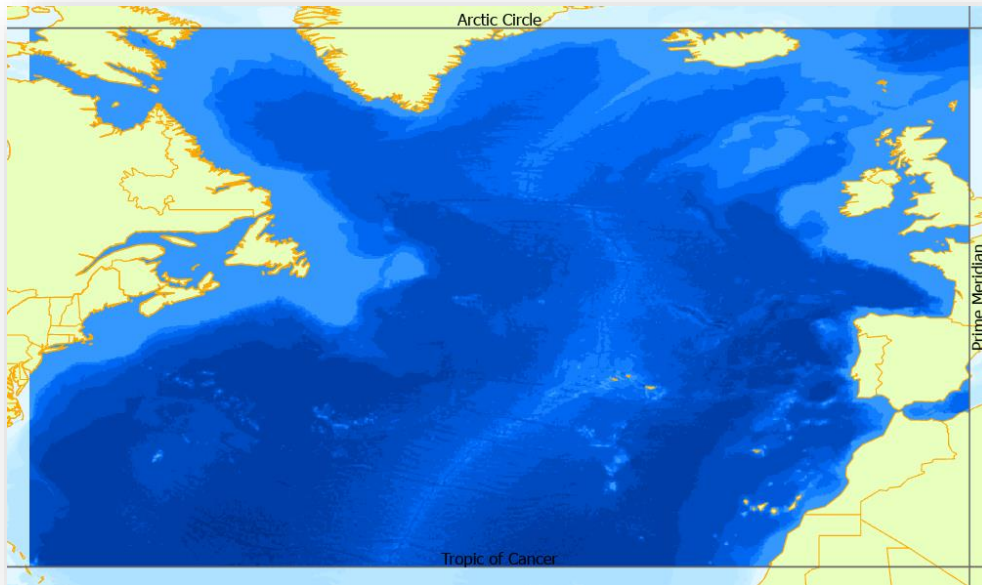
Ryc. 33. Kategorie pikseli warstwy *noratlantic*

- 7.14. Kliknij przycisk *More* w panelu *Symbolology* – *noratlantic* i wybierz kolejno polecenia: *Reverse values* (Odwróć wartości), a następnie *Reverse symbol order* (Odwróć kolejność symboli) (Ryc. 34).



Ryc. 34. Menu *More* panelu *Symbolology* – *noratlantic* z poleceniami rewersu wartości i symboli w legendzie

Warstwa *noratlantic* wyświetli się z nową symboliką (Ryc. 35).



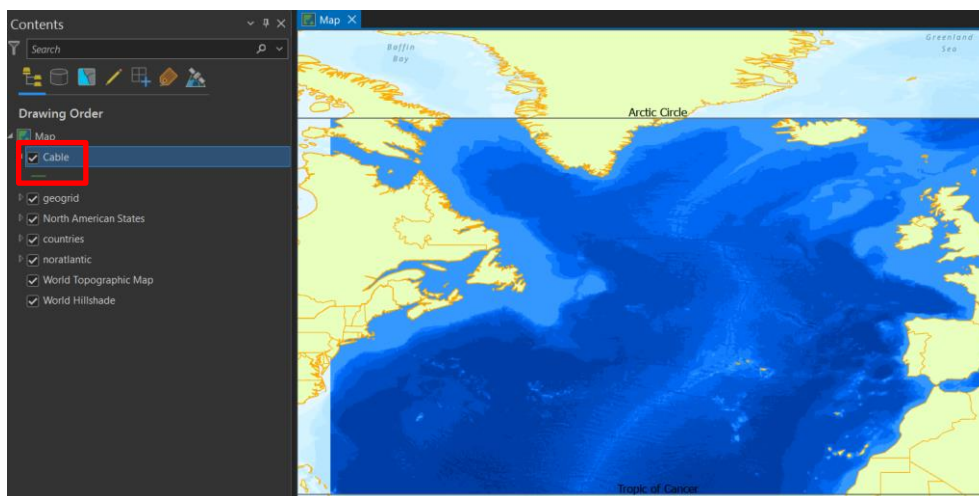
Ryc. 35. Okno mapy ze zaktualizowanym stylem warstwy noratlantic

W następnym etapie ćwiczenia, do okna mapy należy dodać dane o położeniu kabla transoceanicznego. Pamiętaj, że dane z pliku `Cable.shp` mają nieznaną układ współrzędnych (Ryc. 13).

8. Dodawanie zbiorów danych o nieznanym układzie współrzędnych

8.1. Przeciągnij plik `Cable.shp` na scenę mapy Map.

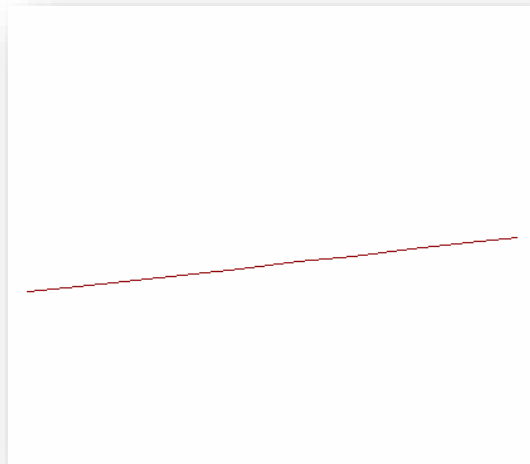
Warstwa `cable` pojawia się w panelu zawartości ale nie jest widoczna na scenie mapy (Ryc. 36).



Ryc. 36. Dodana warstwa `Cable` nie pojawiła się na scenie mapy

ArcGIS Pro nie potrafił zidentyfikować układu współrzędnych geograficznych pliku `Cable.shp`. Bez tego nie potrafił wykonać projekcji „w locie” i prawidłowo wyświetlić danych. Pomimo tej niepewności aplikacja będzie próbowała wyświetlić warstwę.

- 8.2. Kliknij w panelu *Contents* ppm warstwę `Cable` i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Zoom To Layer* (*Powiększ do warstwy*) ([Ryc. 37](#)).



Ryc. 37. Warstwa `Cable` znajduje się w innej przestrzeni współrzędnych niż pozostałe warstwy mapy

Warstwa `cable` faktycznie jest wyświetlana przez ArcGIS Pro ale znajduje się w innej przestrzeni współrzędnych ([Ryc. 37](#)). Nie można jej zobaczyć w tym samym momencie wraz z pozostałymi warstwami projektu. Aby rozwiązać ten problem trzeba będzie ustalić układ współrzędnych danych.

- 8.3. Na karcie *Map* w grupie *Navigate* kliknij narzędzie *Previous Extent* (*Poprzedni zakres*).
- 8.4. W panelu zawartości kliknij ppm warstwę `Cable` i wybierz polecenie *Remove* (*Usuń*).

Kiedy układ współrzędnych zbioru danych nie jest znany, dane są praktycznie bezużyteczne. Kiedy natkniemy się na sytuację podobną do tej, należy spróbować ustalić jaki układ współrzędnych został użyty. Czasami trzeba będzie skontaktować się z osobą, od której pochodzą dane lub szukać dokumentacji źródła danych np. w witrynach sieci WWW.

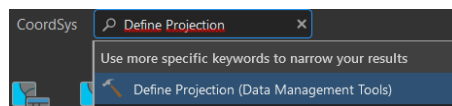
Dokumentacja danych może zawierać informacje o wykorzystywanym układzie współrzędnych wewnątrz metadanych, w plikach tekstowych oraz w plikach `Readme`.

W tym przypadku założmy, że dane pochodzą z sieciowego archiwum pewnej grupy użytkowników ArcGIS Pro. Umówmy się, że eksplorując pliki archiwum, odnaleźliśmy informację, że dane są zakodowane w projekcji Robinsona. Teraz musimy tylko zdefiniować odpowiedni układ współrzędnych zbioru danych. Przypisania układu dokonamy w *Catalog*.

9. Definiowanie układu współrzędnych zbioru danych *Cable.shp*

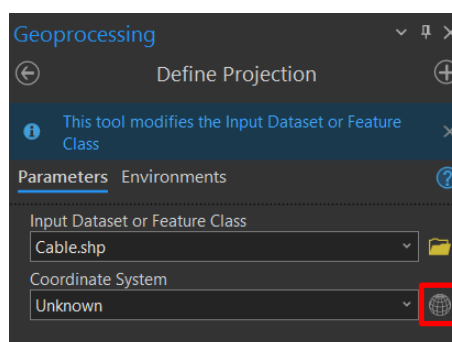
W tym etapie ćwiczenia, do właściwości pliku *Cable.shp* wprowadzimy informacje o wykorzystywanym układzie współrzędnych.

- 9.1. W oknie *Command Search* dostępnym w górnej części aplikacji wpisz nazwę narzędzia przypisującego zbiorom danych wymaganą projekcję: „Define Projection” ([Ryc. 38](#)).



Ryc. 38. Okno *Command Search* z wyszukiwaną frazą „Define Projection”

- 9.2. Uruchom narzędzie *Define Projection (Data Management Tools)* (*Definiowanie projekcji (Narzędzia zarządzania danymi)*).
- 9.3. W panelu *Geoprocessing - Define Projection* wybierz przycisk *Browse* (*Przeglądaj*), a następnie wyszukaj plik *Cable.shp* znajdujący się w folderze projektowym.
- 9.4. Kliknij przycisk *Select coordinate system* (*Wybierz układ współrzędnych*) znajdujący się obok pola *Coordinate system* ([Ryc. 39](#)).

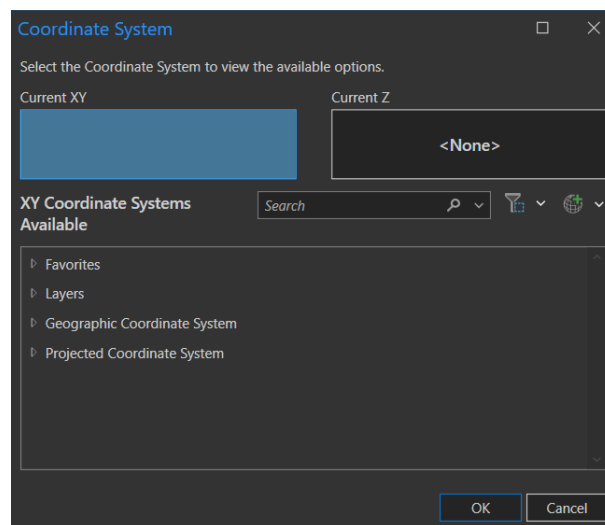


Ryc. 39. Panel *Geoprocessing - Define Projection* z wybranym zbiorem wejściowym *Cable.shp* oraz zaznaczonym ramką położeniem przycisku *Select coordinate system*

Wyberzemy teraz jeden z predefiniowanych w ArcGIS Pro układów współrzędnych.

Okno dialogowe *Coordinate System* zawiera cztery listy: [1] *Favorites* – definiowany przez użytkownika zbiór najczęściej wykorzystywanych układów współrzędnych; [2] *Layers* – zbiór układów współrzędnych aktywnej mapy; [3]

Geographic Coordinate Systems – zbiór zdefiniowanych układów współrzędnych geograficznych (GCS) oraz [4] *Projected Coordinate Systems* – zbiór zdefiniowanych odwzorowań kartograficznych (PCS) (Ryc. 40).

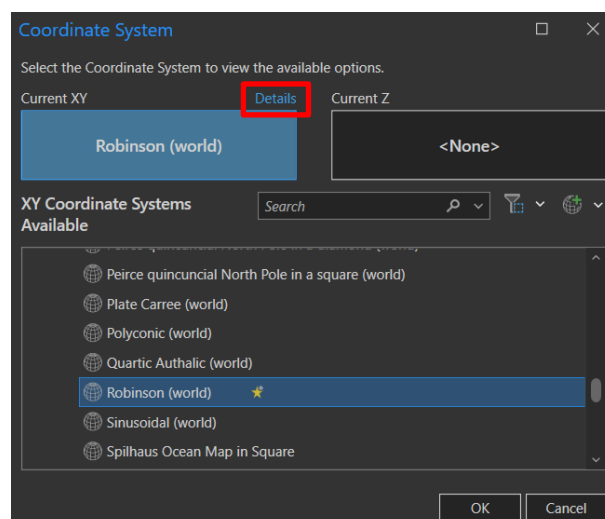


Ryc. 40. Okno dialogowe definiujące układy współrzędnych

- 9.5. Rozwiń listę *Projected Coordinate Systems* (odwzorowania kartograficzne).

Odwzorowanie *Robinson* jest używane do kodowania danych globalnych, będziemy go więc szukać w podliście *World*.

- 9.6. Rozwiń listę *World*. Przewiń ją, aż odnajdziesz definicję odwzorowania *Robinson (world)*, a następnie zaznacz ją (Ryc. 41).



Ryc. 41. Okno dialogowe definicji układu współrzędnych z wybranym odwzorowaniem *Robinson*; ramką zaznaczono link do szczegółowych parametrów odwzorowania

W oknie dialogowym *Coordinate System* klikając na link *Details* (*Szczegóły*) można zobaczyć szczegóły odwzorowania kartograficznego *Robinson* (Ryc. 42).

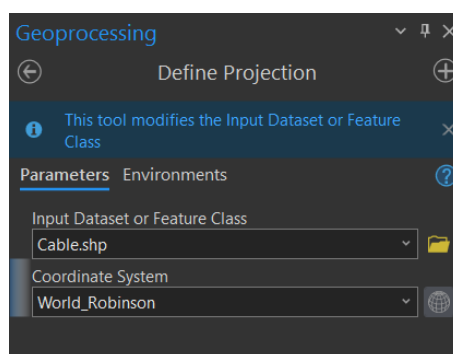


Ryc. 42. Parametry projekcji kartograficznej Robinson (world); ramką zaznaczono GCS wykorzystywany przez odwzorowanie

Zauważ, że stosowany układ współrzędnych geograficznych (GCS) to WGS 1984, taki sam jak w naszej mapie.

- 9.7. Zamknij okno *Coordinate System Details*.
- 9.8. W oknie *Coordinate System* kliknij przycisk *OK*.

Projekcja kartograficzna Robinson (world) zostanie dodana do panelu narzędzia przypisującego zbiorom danych układy współrzędnych (Ryc. 43).



Ryc. 43. Panel Geoprocessing – Define Projection z wybranym odwzorowaniem World_Robinson

- 9.9. Kliknij przycisk *Run* uruchamiający narzędzie przypisania układu współrzędnych do pliku *Cable.shp*.
- 9.10. Zamknij panel narzędzia *Geoprocessing - Define Projection*.

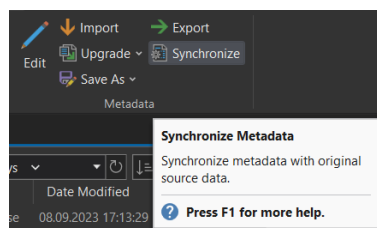
10. Aktualizacja metadanych i dodanie pliku *Cable.shp* do mapy

Przypomnijmy, że metadane pliku *Cable.shp* nie zawierają żadnych informacji o zdefiniowanym układzie współrzędnych. Przeglądnijmy metadane pliku warstwy aby upewnić się, że informacje na temat przypisanego układu współrzędnych geograficznych (GCS) i odwzorowania kartograficznego (PCS) zostały poprawnie dodane. Jeżeli informacje zostały dołączone do pliku, będzie można ponownie dodać warstwę *Cable* na scenę mapy.

- 10.1. W panelu *Catalog* kliknij ppm plik *Cable.shp* i następnie z menu kontekstowego wybierz polecenie *View Metadata (Przeglądaj metadane)*.
- 10.2. Przejrzyj metadane pliku *Cable.shp*. w poszukiwaniu informacji o zdefiniowanym odwzorowaniu kartograficznym.

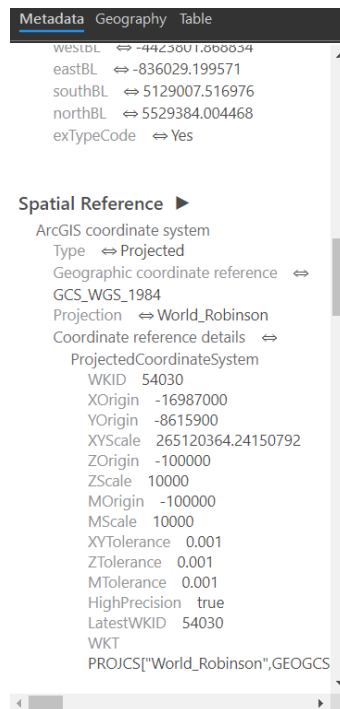
ArcGIS Pro po przypisaniu plikowi *Cable.shp* odwzorowania *Robinson (world)* nie uzupełnił automatycznie metadanych pliku.

Aby przypisać do metadanych zaktualizowany układ współrzędnych *Robinson (world)* należy na wstążce aplikacji w karcie *Catalog* i w grupie *Metadata* nacisnąć przycisk *Synchronize (Synchronizuj)* (Ryc. 44).



Ryc. 44. Narzędzie *Synchronize* służące do synchronizacji metadanych zbiorów danych z ich właściwościami

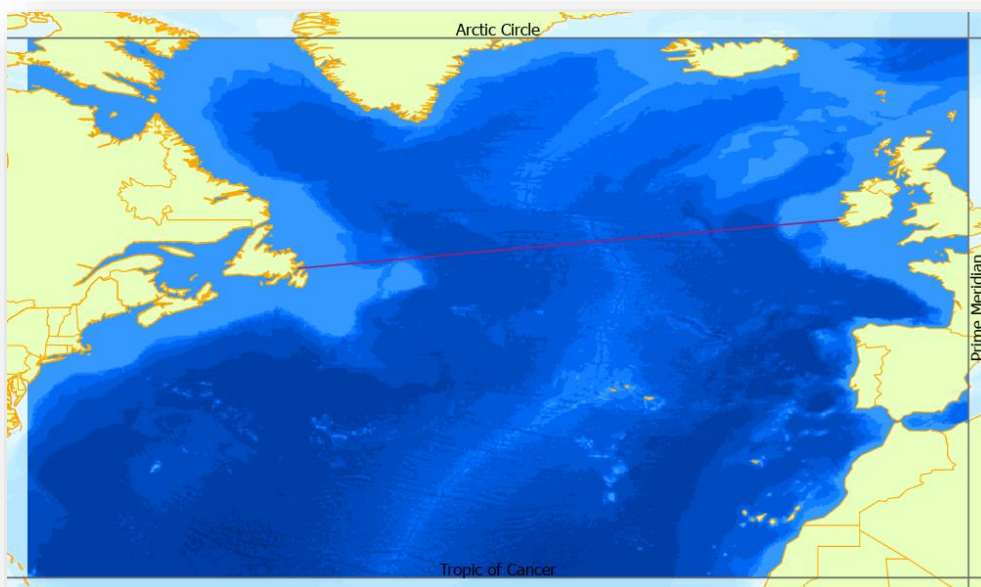
- 10.3. Jeszcze raz spójrzmy na metadane pliku *Cable.shp* (Ryc. 45).



Ryc. 45. Zaktualizowane metainformacje dotyczące układu współrzędnych danych z pliku Cable.shp

Dane na temat przypisanego odwzorowania Robinson (world) tym razem wyświetlają się w metadanych pliku Cable.shp. Możemy wreszcie dodać warstwę Cable na scenę mapy.

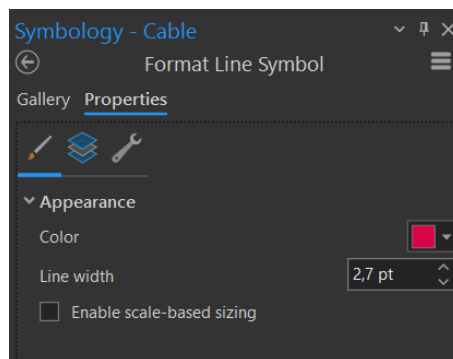
10.4. Przeciągnij plik Cable.shp na scenę mapy (Ryc. 46).



Ryc. 46. Okno mapy z dodaną warstwą Cable

Tym razem dane wyświetlane są w prawidłowej lokalizacji. Jeżeli ArcGIS Pro użyło do symbolizacji warstwy `cable` jasnego koloru, widoczność danych może być utrudniona. Zmieńmy symbol warstwy `cable`, dzięki czemu łatwiej będzie można zobaczyć nasze dane.

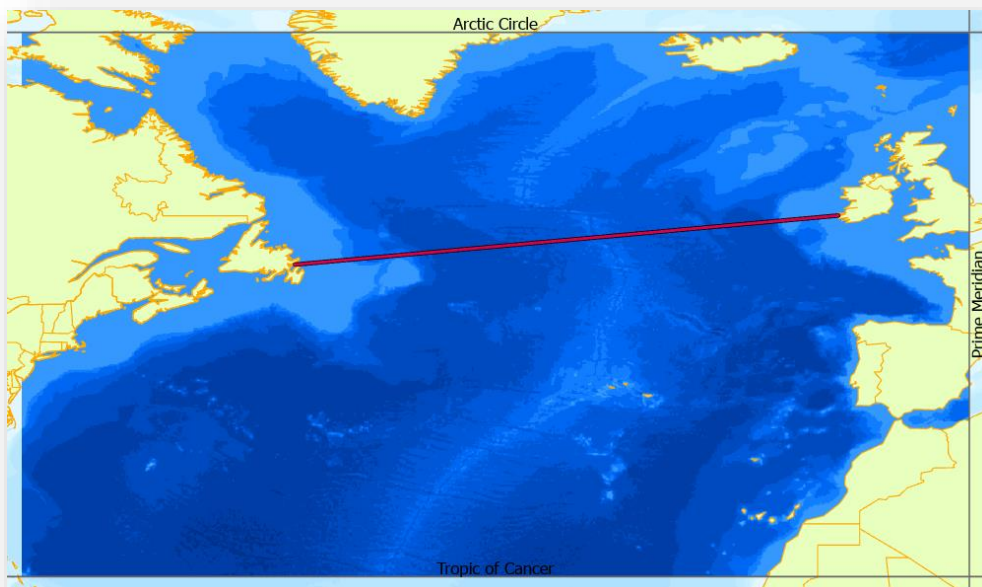
- 10.5. Aby otworzyć okno wyboru symboli, w panelu zawartości kliknij na symbol warstwy `cable`.
- 10.6. Na liście galerii symboli wybierz symbol `Limited Access`.
- 10.7. Zmień szerokości linii na 2,70 ([Ryc. 47](#)).



Ryc. 47. Panel *Symbology - Cable* z ustawieniami symboliki

- 10.8. Kliknij przycisk *Apply*.

Dane warstwy `Cable` zostały wyświetlone z nową symboliką ([Ryc. 48](#)).



Ryc. 48. Okno mapy z ukończonym projektem

11. Pomiar długości kabla

Wszystkie dane są wyświetlane poprawnie. Można teraz przejść do ustawienia jednostki odległości i przystąpić do pomiaru długości kabla transatlantyckiego.

W następnym ćwiczeniu (Ćwiczenie 9) zajmiemy się pomiarem długości kabla na mapach w różnych odwzorowaniach kartograficznych (PCS) i porównamy otrzymane wyniki.

Przed pomiarem długości kabla można powiększyć widok mapy do zakresu danych warstwy *Cable*.

11.1. Kliknij ppm warstwę *Cable* i z menu kontekstowego wybierz polecenie *Zoom To Layer (Powiększ do warstwy)*.

11.2. Na karcie *Map*, w grupie *Inquiry (Zapytanie)* z listy rozwijanej *Measure* wybierz narzędzie *Measure Distance (Pomiar odległości)*.

Otworzy się okno narzędzia *Measure Distance (Pomiar odległości)*. Interesuje nas dokładny pomiar długości kabla na zakrzywionej powierzchni Ziemi (pomiar geodezyjny) wyrażony w *milach morskich (Nautical Miles)*⁵.

11.3. W oknie *Measure Distance (Pomiar odległości)* sprawdź czy mamy możliwość pomiaru odległości w milach morskich ([Ryc. 49](#)).

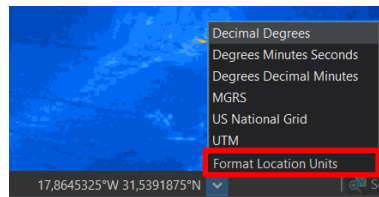


Ryc. 49. Dostępne jednostki pomiaru odległości

Niestety wśród dostępnych jednostek prawdopodobnie nie ma mil morskich. Musimy je wtedy dodać w ustawieniach programu.

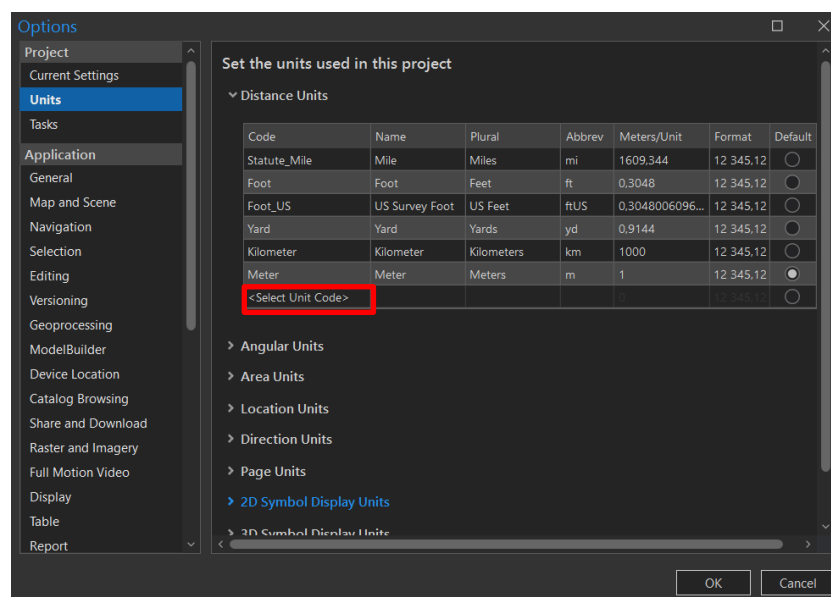
11.4. W dolnej części aplikacji otwórz listę rozwijaną jednostek mapy dostępną na prawo od współrzędnych kursora ([Ryc. 50](#)).

⁵ Mila morska (Mn, *nautical mile* – NM, *International Nautical Mile* – INM) – jednostka odległości stosowana w nawigacji morskiej oraz lotnictwie równa długość łuku południka ziemskiego odpowiadająca jednej minucie kątowej koła wielkiego. Umownie, ze względu na zmienny kształt geoidy, przyjmowana jest wartość uśredniona długości równa 1851.852 m.



Ryc. 50. Wyświetlacz współrzędnych kursora; ramką zaznaczono opcję dostępu do formatów jednostek pomiarowych

- 11.5. Kliknij na opcję *Format Location Units* (*Format jednostek położenia*).
- 11.6. W oknie dialogowym *Options* (*Opcje*) > *Units* (*Jednostki*) rozwiń kartę *Distance Units* (*Jednostki odległości*) (Ryc. 51).



Ryc. 51. Okno dialogowe *Options* na karcie *Units*, w grupie *Distance Units* widoczne są dostępne jednostki pomiaru odległości; ramką zaznaczono opcję dodawania jednostek dodatkowych

- 11.7. Kliknij przycisk *<Select Unit Code>* (*Wybierz kod jednostki*) i z dostępnej listy wybierz jednostkę mile morskie (*NauticalMile*).

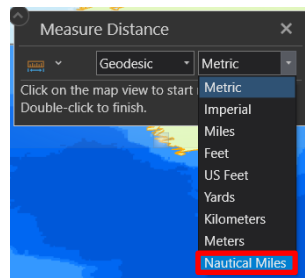
Jednostka zostaje dodana do listy dostępnych jednostek pomiaru odległości (Ryc. 52).

Code	Name	Plural	Abbrev	Meters/Unit	Format	Default
Statute_Mile	Mile	Miles	mi	1609.344	12 345,12	<input type="radio"/>
Foot	Foot	Feet	ft	0.3048	12 345,12	<input type="radio"/>
Foot_US	US Survey Foot	US Feet	ftUS	0.3048006096...	12 345,12	<input type="radio"/>
Yard	Yard	Yards	yd	0.9144	12 345,12	<input type="radio"/>
Kilometer	Kilometer	Kilometers	km	1000	12 345,12	<input type="radio"/>
Meter	Meter	Meters	m	1	12 345,12	<input checked="" type="radio"/>
Nautical_Mile	Nautical Mile	Nautical Miles	NM	1852	12 345,12	<input type="radio"/>
<Select Unit Code>						<input type="radio"/>

Ryc. 52. Jednostka *Nautical mile* dodana do listy dostępnych jednostek pomiaru odległości

- 11.8. Aby potwierdzić dodaną opcję kliknij przycisk *OK*.

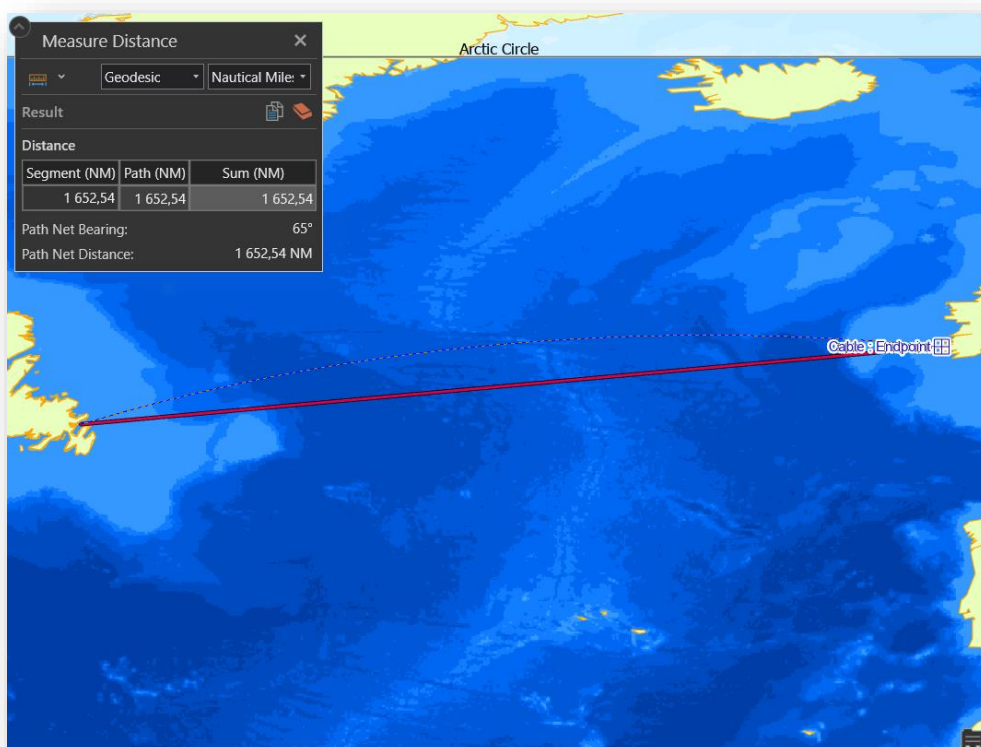
W polu wyboru jednostki pomiaru odległości narzędzia *Measure Distance* pojawiła się mila morska (Ryc. 53).



Ryc. 53. Okno pomiaru odległości z dostępną jednostką mili morskich

- 11.9. Najedź wskaźnikiem myszki ponad jeden z końców linii kabla. Powinieneś zobaczyć napis: *Cable : Endpoint* oznaczający położenie kursora dokładnie ponad końcem linii warstwy *Cable*. Wtedy kliknij.
- 11.10. Przeciągnij myszą ponad drugi koniec kabla. Kiedy ponownie zobaczysz napis *Cable : Endpoint* kliknij dwukrotnie aby zakończyć pomiar.

W oknie pomiarów pojawi się wynik pomiaru. W zależności od dokładności miejsca kliknięcia, twój pomiar może nieznacznie różnić się od przedstawionego na Ryc. 54.



Ryc. 54. Pomiar długości kabla transatlantyckiego

- 11.11. Zamknij okno narzędzia *Measure Distance*.

12. Wyjście z ArcGIS Pro

12.1. Zachowaj projekt.

12.2. Wyjdź z aplikacji ArcGIS Pro.

W ćwiczeniu zajmowaliśmy się rozpoznaniem informacji na temat układów współrzędnych kilku zbiorów danych przestrzennych. Informacje te są przechowywane dla każdego zestawu danych jako część metadanych. Można je łatwo podejrzeć w *Catalog*.

Zbiory danych, jeden po drugim były dodawane do pustego dokumentu mapy ArcGIS Pro. Obserwowano w jaki sposób program je wyświetla. Pierwsza warstwa dodawana do dokumentu mapy określa układ współrzędnych mapy. Kiedy mapa ma wybrany układ współrzędnych geograficznych (GCS), a dodawana warstwa posiada dane w odwzorowaniu kartograficznym (PCS) ArcGIS Pro może wykonać konwersję współrzędnych „w locie” i prawidłowo wyświetlić warstwę.

Jedna z dodawanych warstw posiadała dane w układzie współrzędnych geograficznych i w odwzorowaniu kartograficznym zdefiniowanych przez użytkownika. ArcGIS Pro dodał taką warstwę na scenę wykorzystując transformację „w locie” układu GCS warstwy do układu GCS mapy.

Gdy dodajemy warstwę z brakiem informacji o wykorzystywanym układzie współrzędnych czy odwzorowaniu kartograficznym, ArcGIS Pro nie może wyświetlać danych w odpowiednim miejscu. Jest to możliwe dopiero po prawidłowym określeniu układu współrzędnych.

Jak widać, znajomość zbiorów danych i ich układów współrzędnych jest kluczem do dokładnego wyświetlenia danych na mapie.