

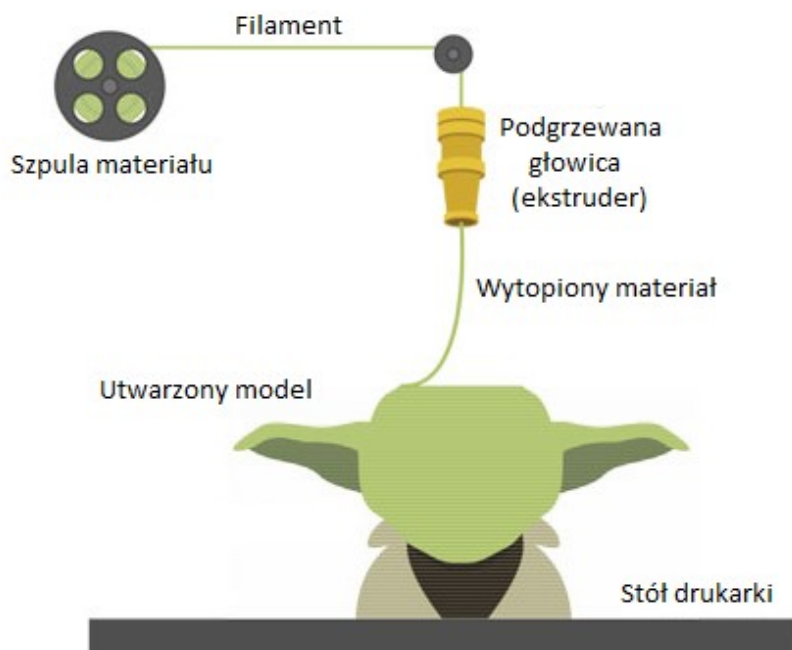
Tyfłokartografia – mapy czytane dotykaniem

Szacuje się, że w Polsce jest 90 tysięcy osób niewidomych i pół miliona z poważną dysfunkcją wzroku. W Unii Europejskiej dyrektywa INSPIRE wymusza na krajach członkowskich udostępnianie danych przestrzennych swoim obywatelom. Niestety, zazwyczaj dane te nie są przystosowane do czytania przez osoby niewidome i słabowidzące. **Tyfłokartografia jest dziedziną nauki zajmującą się opracowywaniem map dla osób niewidomych i słabowidzących (tyflomap).** Są to mapy silnie zgeneralizowane, z treścią wypukłą (dotykową) dla osób niewidomych i intensywną kolorystyką dla osób słabowidzących. Klasyczne metody tworzenia tyflomap są opłacalne tylko w przypadku produkcji w dużych nakładach. Jest to spowodowane wysokim kosztem przygotowania matryc drukarskich – przeciętnie kilka tysięcy złotych za sztukę. Często jednak konieczne jest przygotowanie pojedynczych sztuk personalizowanych map i innych materiałów graficznych, np. mapy centrum handlowego. Stąd też pomysł wykorzystania druku 3D, jako taniej i szybkiej metody opracowania tyflomap.

Druk 3D w produkcji tyflomap

Pomysł wykorzystania druku 3D do produkcji tyflomap został przetestowany w ramach realizacji pracy magisterskiej Jakuba Wabińskiego, pt. „Metodyka opracowania tyflomap z wykorzystaniem druku 3D”. Druk 3D charakteryzuje się stałym kosztem jednostkowym i umożliwia tak zwane „szybkie prototypowanie”. W ramach pracy opracowana została mapa krain geograficznych Polski dla uczniów niewidomych, której treść bazowała na istniejącej mapie prezentującej to samo zagadnienie (jedna z plansz Atlasu Geograficznego Polski dla uczniów niewidomych). Tym razem jednak mapa została opracowana w technologii druku 3D, z zastosowaniem metody FDM (wytapianie

materiału termoplastycznego) (Rysunek 1).



Rys. 1. Zasada działania metody FDM,
źródło: opracowanie własne na podstawie:
<http://3dware.ir/en/references/articles/162-everything-about-fdm-technology>

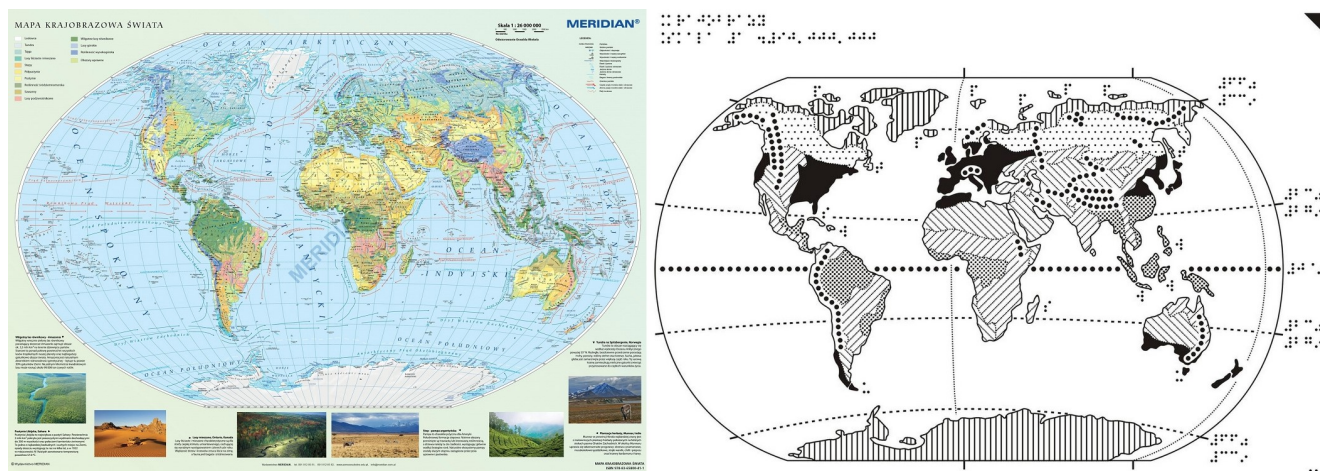
Wykorzystanie techniki druku 3D umożliwiło zróżnicowanie wysokości poszczególnych elementów treści mapy, co z kolei pozwoliło na **zastosowanie autorskich rozwiązań zwiększających czytelność mapy**. Poszczególne krainy geograficzne zostały wyniesione na różną wysokość ponad powierzchnię arkusza mapy, w zależności od średnich wysokości nad poziomem morza, występujących w danej krainie geograficznej. Zastosowano też specjalne rampy przenoszące znaki liniowe na różne wysokości, umożliwiające łatwiejsze śledzenie znaku.

Specyfika projektowania tyflomap

Odpowiednia generalizacja i rozmieszczenie treści arkusza mapy jest najważniejszym zagadnieniem przy projektowaniu tyflomap. Wynika to przede wszystkim z faktu, że mapy klasyczne i

tyflomapy są czytane w inny sposób niż mapy tradycyjne. Przeciętny człowiek pozbawiony wad wzroku jest w stanie rozróżnić punkty i linie odległe od siebie o 0,3 milimetra. Zaś przy wykorzystaniu zmysłu dotyku możliwe jest rozróżnienie dwóch punktów jako oddzielne, jeżeli odległość między nimi wynosi co najmniej 2,4 milimetra. Zatem można pokusić się o stwierdzenie, że **zdolność rozdzielcza palca jest niemal 10-krotnie mniejsza niż oka**. Poza tym należy uświadomić sobie, że osoba widząca zazwyczaj obejmuje wzrokiem cały arkusz mapy. **Osoby niewidome i słabowidzące czytają mapę fragmentami**. Muszą najpierw zapoznać się z legendą, a następnie wykorzystując dotyk śledzić jej treść i **starać się utworzyć w myślach obraz całego arkusza**.

W przypadku tyflomap najważniejsza jest czytelność mapy. Niejednokrotnie więc odchodzi się od obowiązujących standardów kartograficznych na rzecz lepszej czytelności mapy (np. stosuje się inny układ współrzędnych niż ten narzucany przez rozporządzenie w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych). Mapy dotykowe są zazwyczaj przygotowywane na dużych planszach, co umożliwia zastosowanie odpowiednio dużej skali. Jednocześnie ich treść jest silnie zgeneralizowana, co powoduje, że nie jest możliwe przedstawianie wielu różnych treści na pojedynczych arkuszach (Rysunek 2). To właśnie **odpowiednia generalizacja i rozmieszczenie treści arkusza mapy jest największym wyzwaniem przy projektowaniu tyflomap**.

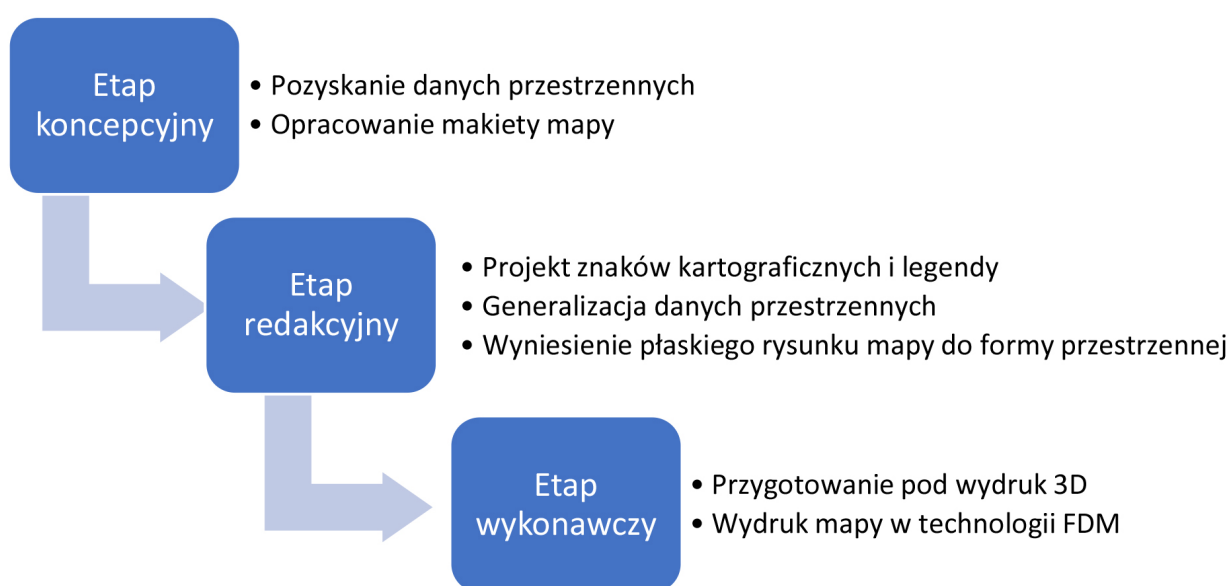


Rys. 2. Klasyczna Mapa Krajobrazowa Świata i jej odpowiednik

dotykowy. Dobrze widoczny jest stopień generalizacji treści tyflomapy, źródło: www.pomoceszkolne.pl, www.tyflomapy.pl.

Procedura opracowania arkusza mapy

Wspomniany wcześniej arkusz mapy krain geograficznych Polski został opracowany zgodnie z metodyką przyjętą dla produkcji klasycznych map. Procedurę podzielono na trzy główne etapy: koncepcyjny, redakcyjny i wykonawczy (Rysunek 3).



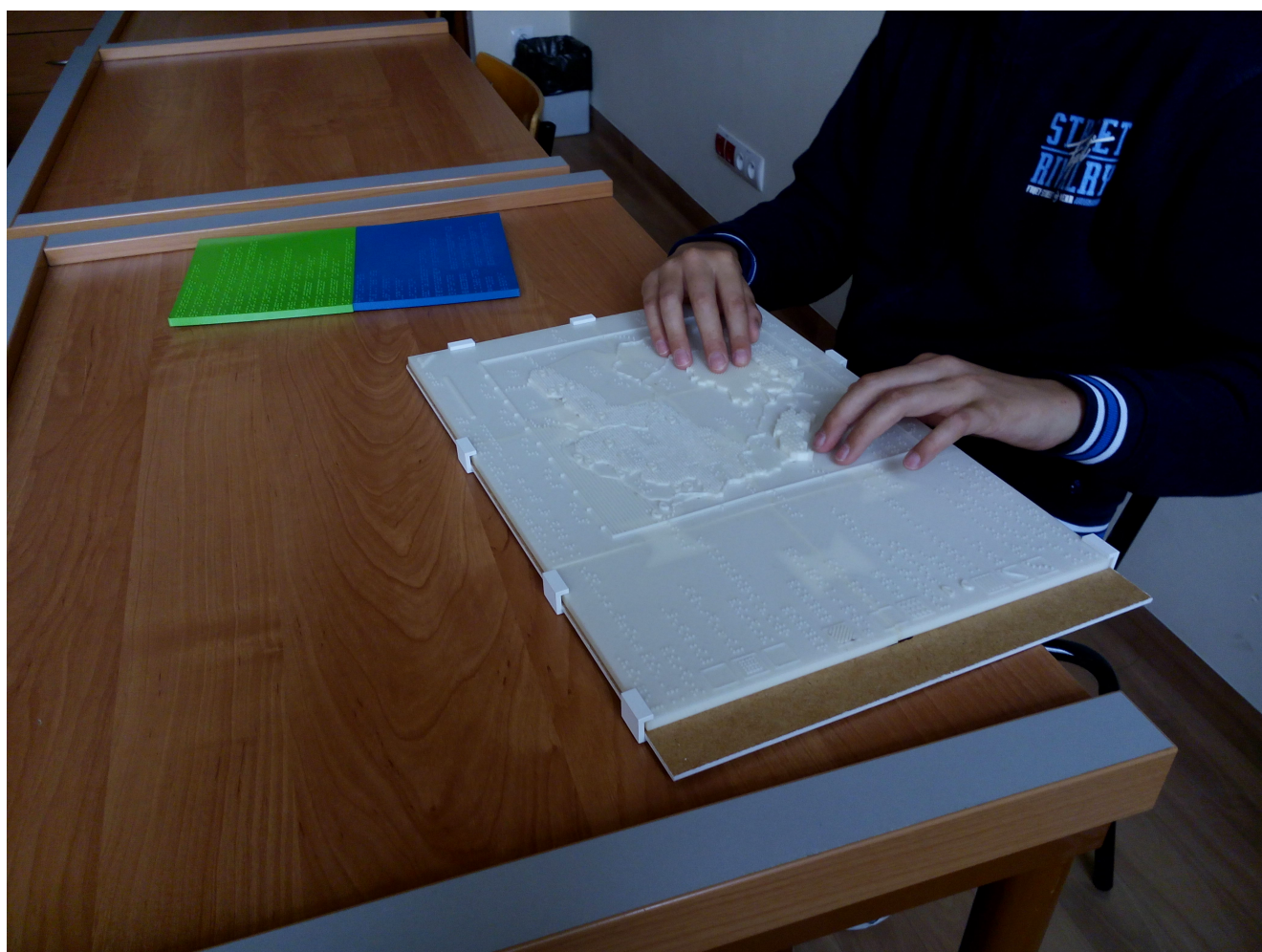
Rys. 3. Procedura opracowania mapy dotykowej z wykorzystaniem techniki druku 3D, źródło: opracowanie własne.

W toku realizacji pracy wykorzystano dane przestrzenne pochodzące z darmowych źródeł. Płaski rysunek wektorowy mapy został opracowany w oprogramowaniu ArcGIS. Modelowanie przestrzenne wykonano w Rhinoceros 3D, natomiast trójwymiarowy model arkusza mapy został przygotowany w oprogramowaniu Z-Suite – dedykowanym drukarce Zortrax M200, na której utworzono wydruk.

Ocena arkusza mapy

Pomoce dla osób niewidomych i słabowidzących, przygotowywane przez naukowców i wielokrotnie opisywane w publikacjach naukowych, **bardzo często nie znajdują praktycznego zastosowania i nie opuszczają laboratorium**. Aby sprawdzić, czy zastosowane rozwiązania mogą być wykorzystywane przez osoby bezpośrednio zainteresowane, czyli w tym wypadku uczniów niewidomych oraz słabowidzących, przeprowadzona została analiza dokładności i przydatności opracowanej mapy.

Gotowy arkusz mapy zostały zbadany na profesjonalnej maszynie współrzędnościowej pod kątem dokładności wykonania. Porównane zostały wymiary projektowane poszczególnych elementów arkusza, z tymi na finalnym arkuszu mapy dotykowej. Średnia odchyłka, zarówno dla pomiarów w płaszczyźnie poziomej, jak i pionowej wyniosła w przybliżeniu 0,1 mm.



Rys. 4. Uczeń niewidomy w trakcie testów z opracowanym arkuszem mapy dotykowej, źródło: opracowanie własne.

Przydatność opracowanej mapy została zweryfikowana podczas testów z uczniami niewidomymi i słabowidzącymi Ośrodka Szkolno-Wychowawczego dla Dzieci Niewidomych w Laskach. W testach wzięło udział dwoje uczniów słabowidzących i dwoje uczniów niewidomych. Mieli oni do wykonania po sześć zadań, które symulowały standardową pracę z mapą na lekcjach geografii (np. wskazanie lokalizacji konkretnego obiektu na mapie i określenie krainy geograficznej, w jakiej ten obiekt się znajduje). Po wykonaniu zadań uczniowie zostali poproszeni o ocenę arkusza mapy w następujących kategoriach: jakość dotykowa, czytelność treści, forma prezentacji, wymiary arkusza. Wyniki pozwalają stwierdzić, że **produkt finalny stanowi użyteczny i w pełni funkcjonalny materiał dydaktyczny**. W trakcie testów wykryte zostały drobne mankamenty, których poprawa jest planowana w przyszłości (miedzy innymi zastosowanie druku wielobarwnego, aby z map mogli korzystać także uczniowie słabowidzący). Arkusz mapy został opracowany na podstawie otwartych danych wektorowych, z wykorzystaniem popularnego oprogramowania i sprzętu, a koszt wytworzenia arkusza nie przekroczył 200 złotych.