

Odwzorowania geograficzne a kalibracja map w programach SuperEdit i CADRaster firmy Tessel

Aktywizacja odwzorowania geograficznego jest potrzebna wtedy, gdy chcemy posługiwać się (wprowadzać bądź odczytywać) współrzędnymi geograficznymi, tzn. w stopniach, minutach i sekundach szerokości i długości geograficznej. Zeskanowana mapa rastrowa, prawidłowo spozycjonowana (przez podanie właściwej orientacji, skali i punktu wstawienia) oraz skalibrowana, będzie miała prawidłowo przeliczone współrzędne ortograficzne z siatki kilometrowej na współrzędne geograficzne, o ile zaktywizujemy właściwe dla danej mapy odwzorowanie geograficzne. Aktywizacja odwzorowania geograficznego sprawia jedynie, że współrzędne kursora są przy wyświetlaniu przeliczane ze współrzędnych ortograficznych na geograficzne, a przy wprowadzaniu – ze współrzędnych geograficznych na ortograficzne.

Jeżeli chcemy przy kalibracji posługiwać się siatką kilometrową, to odwzorowanie geograficzne należy wyłączyć. Przy kalibracji wskazujemy wówczas skrzyżowania siatki kilometrowej i definiujemy, jakie są ich nominalne współrzędne kilometrowe ortograficzne. Dla ułatwienia możemy się posłużyć automatycznie wygenerowaną kilometrową siatką nominalną o wskazanym zakresie i skoku siatki.

Jeżeli chcemy przy kalibracji odnosić się do widocznej na mapie siatki geograficznej, to wtedy należy zaktywizować odpowiednie dla danej mapy odwzorowanie geograficzne. Po wstępnym ustawieniu pozycji i skali, możemy przy kalibracji wskazywać skrzyżowania siatki geograficznej i definiować jakie są ich nominalne współrzędne geograficzne w stopniach. Dla ułatwienia możemy się posłużyć automatycznie wygenerowaną geograficzną siatką nominalną o wskazanym zakresie i skoku siatki.

Mapy w układzie P65 nie posiadają wrysowanej siatki geograficznej (de facto ich współrzędne geograficzne były niejawne), i przy ich kalibracji można się posługiwać jedynie wykreśloną tam siatką kilometrową. Aby prawidłowo przypisać położenie danej mapy do obszaru związanego z daną strefą P65, należy pamiętać o dopisaniu odpowiedniego prefiksu związanego z numerem strefy do nominalnych współrzędnych ortograficznych.

Po skalibrowaniu zeskanowanej mapy P65, można włączyć odpowiednie dla jej strefy odwzorowanie P65 i odczytywać współrzędne geograficzne wskazanych detali w stopniach. Oczywiście będą to współrzędne geograficzne zależne od związanego z układem P65 datum Pułkowo 1942.

Oprogramowanie Tessel, zarówno w postaci AutoCADowej nakładki CADRaster jak i w postaci niezależnego programu SuperEdit, umożliwia nie tylko kalibrację zeskanowanych map rastrowych i ich oglądanie w ich swoistym układzie odwzorowania, ale również wspomaga re-kalibrację z oryginalnego odwzorowania geograficznego do innego pożądanego. W związku z powszechnym przejściem do nowego układu P1992 i P2000, czynność ta umożliwia przeniesienie map ze starych odwzorowań (P42, P65) do nowych, również z uwzględnieniem zmiany datum z Pułkowo 42 na GRS80/WGS84.

Dokładność kalibracji i wykorzystywane modele

1. Model liniowy izotropowy (Helmerta) - wymaga co najmniej 2 wektorów
 $x' = a_{10} + a_1 x + a_2 y$
 $y' = a_{20} - a_2 x + a_1 y$
2. Model liniowy anizotropowy (afiniczny) - wymaga co najmniej 3 wektorów
 $x' = a_{10} + a_{11} x + a_{12} y$
 $y' = a_{20} + a_{21} x + a_{22} y$
3. Model dwuliniowy - wymaga co najmniej 4 wektorów
 $x' = a_{10} + a_{11} x + a_{12} y + a_{13} xy$
 $y' = a_{20} + a_{21} x + a_{22} y + a_{23} xy$
4. Model dwukwadratowy - wymaga co najmniej 9 wektorów
 $x' = a_{10} + a_{11} x + a_{12} y + a_{13} xy + a_{14} x^2 + a_{15} y^2 + a_{16} x^2y + a_{17} xy^2 + a_{18} x^2y^2$
 $y' = a_{20} + a_{21} x + a_{22} y + a_{23} xy + a_{24} x^2 + a_{25} y^2 + a_{26} x^2y + a_{27} xy^2 + a_{28} x^2y^2$
5. Model dwusześcienny - wymaga co najmniej 16 wektorów
 $x' = a_{10} + a_{11} x + a_{12} y + a_{13} xy + a_{14} x^2 + a_{15} y^2 + a_{16} x^2y + a_{17} xy^2 + a_{18} x^2y^2 + a_{19} x^3 + a_{20} x^3y + a_{21} x^3y^2 + a_{22} x^3y^3 + a_{23} x^2y^3 + a_{24} xy^3 + a_{25} y^3$
 $y' = a_{30} + a_{31} x + a_{32} y + a_{33} xy + a_{34} x^2 + a_{35} y^2 + a_{36} x^2y + a_{37} xy^2 + a_{38} x^2y^2 + a_{39} x^3 + a_{40} x^3y + a_{41} x^3y^2 + a_{42} x^3y^3 + a_{43} x^2y^3 + a_{44} xy^3 + a_{45} y^3$

Parametry a_{ij} w każdym modelu są obliczane metodą najmniejszych kwadratów z zadanego przez użytkownika zbioru wektorów korekcyjnych. Każdy wektor korekcyjny zaczyna się w punkcie rastrowym (x_{no} , y_{no}) i kończy w punkcie docelowym (x_n^* , y_n^*). Funkcja kalibracyjna generuje rzeczywiste pozycje docelowe wektorów (x_n' , y_n') zwane punktami obliczonymi, które zależą od danych wprowadzonych przez użytkownika i wybranego modelu kalibracyjnego.

Miarą dokładności transformacji wektorów są dwie wielkości: korekcja średniokwadratowa (średniokwadratowa długość wektorów korekcyjnych),

$$Corr = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left[\left(x_n^* - x_n^\circ \right)^2 + \left(y_n^* - y_n^\circ \right)^2 \right]}$$

gdzie N jest liczbą wektorów kalibracyjnych, oraz błąd średniokwadratowy (średniokwadratowa różnica między punktem docelowym a obliczonym),

$$Diff = \sqrt{\frac{1}{N-M} \sum_{n=1}^N \left[\left(x_n^* - x_n^\circ \right)^2 + \left(y_n^* - y_n^\circ \right)^2 \right]}$$

gdzie M jest podstawą modelu (minimalna liczba wektorów wymaganych w modelu). Dla $M = N$, parametr Diff nie jest obliczane, ponieważ nie ma żadnego statystycznego znaczenia, gdyż wszystkie punkty obliczone będą równe docelowym. Generalnie można przyjąć, że Diff powinno być wystarczająco małe w porównaniu do Corr.

Wyliczana i wyświetlana przed dokonaniem kalibracji wartość Diff pozwala na bezpośrednią, statystycznie wiarygodną ocenę dokładności wpasowania rastra. Dla powszechnie spotykanych zniekształceń skanowania (przy użyciu skanerów stołowych), wystarczająca powinna być transformacja afiniczna. W przypadku silnych zniekształceń (skanery bębnowe) należy zwiększać stopień modelu, dopóki błąd średniokwadratowy będzie istotnie malał. Nie ma oczywiście sensu walczyć o zmniejszenie Diff poniżej rozmiarów odpowiadających jednemu pikselowi.

W przypadku re-kalibracji pomiędzy różnymi odwzorowaniami, należy stosować transformację bikubiczną, aby pokryć nieliniowości różnic odwzorowań. Jest to oczywiście aproksymacja, ale przy uwzględnieniu naturalnej ziarnistości rastra i realnej możliwości jego kalibracji, dokładność ta jest zupełnie wystarczająca.

