

Jak przeliczać współrzędne?

Szanowna Redakcjo!

Zwracam się z prośbą o wyjaśnienie moich problemów.

Jak przeliczyć współrzędne:

1. x, y w układzie „1942” na współrzędne x, y w układzie „1965”?

2. x, y w układzie „1942” na współrzędne E, N w układzie UTM (WGS-84)?

3. E, N w układzie UTM (WGS-84) na szerokość i długość geodezyjną?

4. Jak dla punktu obliczyć odstęp quasi-geoidy od elipsoidy odniesienia?

Z poważaniem

**Jarosław Indziński
Leszno**

Odpowiada **Leszek Jaworski** z Centrum Badań Kosmicznych w Warszawie:

Ad 1. Istnieje wiele możliwości rozwiązania tego zadania. Przejście wprost ze współrzędnych płaskich x, y w układzie „1942” na płaskie x, y w układzie „1965” jest możliwe jedynie poprzez transformację wielomianową (wielomianami konforemnymi lub zwykłymi). Jest to jednak podejście niewygodne ze względu na zastosowanie odmiennych odwzorowań i wynikający z tego podział obszaru kraju:

■ w układzie „1942” zastosowano odwzorowanie Gaussa-Krügera w pasach 3-stopniowych (z południkami środko-

wymi 15°, 18°, 21° i 24°) lub 6-stopniowych (z południkami środkowymi 15°, 21°, 27°),

■ w układzie „1965” zastosowano 5 stref odwzorowawczych. W czterech mamy odwzorowanie Roussilhe’a (quasi-stereograficzne), w piątej – odwzorowanie Gaussa-Krügera.

W efekcie poszczególne strefy układu „1965” znajdują się w kilku pasach odwzorowawczych układu „1942” i powinniśmy wyznaczać każdy możliwy wariant przejścia (dla pasów 6-stopniowych potrzebne jest określenie minimum 8 zestawów współczynników). Znacznie wygodniejszym sposobem jest wyznaczenie współrzędnych elipsoidalnych BL wzorami ścisłymi dla odwzorowania Gaussa-Krügera, a następnie obliczenie (też za pomocą wzorów ścisłych) współrzędnych płaskich w układzie „1965” dla danej strefy. Pełny opis wzorów zarówno dla odwzorowania Gaussa-Krügera, jak i quasi-stereograficznego wraz z definicją układu „1965” został opublikowany w kwietniowym numerze GEODETY.

Ad 2. Na początek należy wziąć pod uwagę, że mamy tu do czynienia z dwoma różnymi systemami współrzędnych. Układ „1942” związany jest z regionalną elipsoidą Krasowskiego (1940) i punktem przyłożenia w Pułkowie natomiast WGS-84 jest układem geocentrycznym z elipsoidą odniesienia WGS-84. Przeliczenie współrzędnych między układa-

mi przestrzennymi wykonuje się poprzez różnego rodzaju transformacje. Może to być przestrzenna transformacja 7-parametrowa lub wielomianowa. Wybór metody transformacji zależy od oczekiwanych dokładności wyznaczenia współrzędnych. Transformacja 7-parametrowa zdefiniowana dla obszaru Polski gwarantuje przeliczanie z błędem nie większym niż 1 m (średnio dla obszaru kraju jest to 0,3 m). Transformacja wielomianowa (piątego stopnia z podziałem na strefy układu „1965”) zapewnia błędy nie przekraczające 0,2 m (średnie błędy w poszczególnych strefach są mniejsze niż 0,1 m). Materiały te są udostępniane odpłatnie przez CODGiK w Warszawie. Należy wiedzieć, że istnieją inne wyznaczenia parametrów transformacji (ale tylko przestrzennej 7-parametrowej) dla krajów ościennych (Niemcy, Czechy, kraje bałtyckie), które jednak często odnoszą się do innego opracowania Sieci Astronomiczno-Geodezyjnej i Sieci Wypelniającej (np. w Czechach i Niemczech współczynnik transformacji oparto na rozwiązaniu w układzie „1942” – JSAG 1983). Natomiast nasze współrzędne katalogowe odnoszą się do starszego opracowania JSAG 1957-58. I to należy uwzględnić w obliczeniach.

Przebieg procesu obliczeniowego powinien wyglądać następująco:

$$xy_{1942} \xleftarrow{\text{odwzorowanie G-K}} \rightarrow BL(XYZ)_{1942}$$

$$\xleftarrow{\text{transformacja}} \rightarrow BL(XYZ)_{\text{WGS-84}}$$

$$\xleftarrow{\text{odwzorowanie G-K}} \rightarrow xy_{\text{WGS-84}}$$

Ad 3. Oznaczenia N (Northing) i E (Easting) stosowane są w literaturze anglojęzycznej i odpowiadają wprost naszym współrzędnym płaskim x, y . Aby poradzić sobie z problemem, należy zastosować wzory dla zadania odwrotnego w odwzorowaniu Gaussa-Krügera (punkty 1-3 we wspomnianym już artykule). Szerokość

pasu (6°) oraz południki centralne (w Polsce 15°, 21°, 27°) są identyczne jak w układzie „1942”. Także stała dodawania dla składowej y (ang. *false easting*) jest taka sama i wynosi 500 000 m. Różnice wynikają z:

■ przyjętej skali w południku centralnym (dla UTM w układzie WGS-84 $k_0 = 0,9996$),

■ numeracji pasa odwzorowania. W UTM pas numer 1 znajduje się między 180° W a 176° W (długości zachodniej). Pasy obejmujące obszar Polski to kolejno: 33 (z południkiem środkowym 15°), 34 (21°), 35 (27°).

Ad 4. Wszystko zależy od oczekiwanych dokładności. Jeżeli użytkuje Pan system GPS dla celów nawigacyjnych, to błąd wyznaczenia wartości odstepu „ N ” quasi-geoidy od elipsoidy odniesienia wynoszący około 1 m ($m_N = \pm 1$ m) powinien Pana satysfakcjonować. Wtedy dostępnych jest kilka modeli, np. globalny model WGS-84 (EGM96). Natomiast w przypadku zastosowań geodezyjnych (błąd na poziomie centymetrów) skazany jest Pan na dokładne modele lokalne (obecnie jedynym dostępnym jest model prof. Adama Łyszkowicza z CBK PAN).

Na marginesie kilka uwag. Nie jest możliwe podanie wyczerpującej odpowiedzi na postawione pytania w ramach rubryki „Listy”. Przeliczenie współrzędnych pomiędzy układami nie jest zagadnieniem prostym. Bez gruntownych podstaw matematycznych i znajomości zagadnień geodezji wyższej odradzałbym samodzielne rozwiązywanie takich problemów. Osobiście radzę korzystać z profesjonalnego oprogramowania lub pomocy fachowców w tej dziedzinie (tych znajdzie Pan m.in. na wydziałach geodezji AGH w Krakowie, Politechniki Warszawskiej, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie lub w Instytucie Geodezji i Kartografii czy Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie). ■

XVII OTWARTE MISTRZOSTWA POLSKI GEODETÓW W TENISIE ZIEMNYM SZCZECIN 2000

Termin: 7-10.09.2000 r.,

Miejsce: Gryfino k/Szczecina

Zgłoszenia przyjmowane są w: „GEOMAR-COM” Sp. z o.o.,
ul. Monte Cassino 18a, 70-467 Szczecin, tel./fax (091) 422-54-49

Koszt uczestnictwa – 180 zł/os.

Wpłaty należy dokonywać do dnia 15.06.2000 r. na konto:

FHU „GEOMAR-COM” Sp. z o.o.

Bank Handlowy o/Szczecin nr 10304276-55337202

Za Komitet Organizacyjny
mgr inż. Ryszard Rachwał