

Piotr Banasik

Układy odniesienia i układy współrzędnych stosowane w Polsce : cz. 2

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 35-36, 45-51

2011

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Piotr Banasik

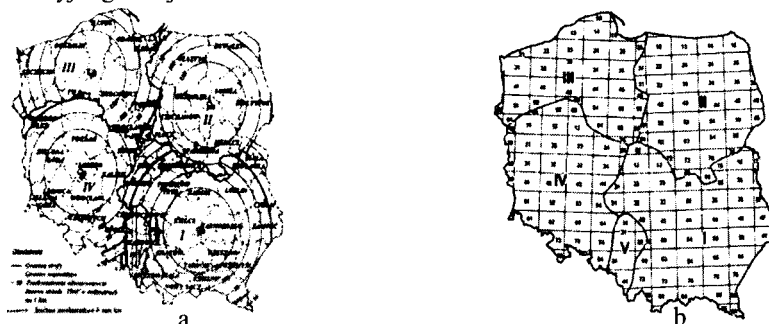
Układy odniesienia i układy współrzędnych stosowane w Polsce – cz. II

1. Układ współrzędnych 1965

W latach sześćdziesiątych XX w. rozpoczęto w Polsce prace nad utworzeniem nowego układu współrzędnych płaskich, który przeznaczony byłby do cywilnych opracowań geodezyjnych i kartograficznych. Oficjalnie układ ten pod nazwą „1965” został wprowadzony do użytku w 1968 r. Podstawą nowego układu współrzędnych pozostał stosowany do tej pory geodezyjny układ odniesienia „Pułkowo 1942”. W założeniach nowego układu współrzędnych znalazły się następujące warunki (Macioch, 1994):

- współrzędne XY punktów w nowym układzie powinny mieć podobną liczbę cyfr jak w układzie „1942”,
- przesunięcie liniowe względem współrzędnych XY w układzie „1942” nie powinno być mniejsze niż 100 km,
- współrzędne w nowym układzie będzie można obliczyć bezpośrednio na podstawie współrzędnych prostokątnych płaskich „1942”,
- redukcje odwzorowawcze do pomierzonych wielkości powinny być obliczane na podstawie współrzędnych prostokątnych płaskich, bez potrzeby korzystania ze współrzędnych geodezyjnych φ, λ .

Układ „1965” podzielił obszar Polski na 5 niezależnych stref odwzorowawczych. W czterech największych strefach zastosowano odwzorowanie quasi-stereograficzne, z punktem głównym w środku strefy (rys. 1). W piątej, niewielkiej strefie obejmującej obszar województwa katowickiego zastosowano jednostrefowe, zmodyfikowane odwzorowanie Gaussa-Krügera z południkiem przebiegającym przez środek strefy. Kształt stref odwzorowawczych nie był regularny, ponieważ rzeczywiste ich granice przebiegały wzdłuż granic podziału administracyjnego kraju z lat 1950-1975.



Rys. 1 Podział Polski na strefy odwzorowawcze w układzie „1965”; a) izolinie zniekształceń odwzorowawczych długości w poszczególnych strefach, b) podział stref na podstawowe arkusze mapy w skali 1:100000

Skalę sieczności w każdej strefie dobrano tak aby minimalne zniekształcenia długości (i pola powierzchni) były na granicy strefy (pogrubiona, przerywana linia na rys. 1a). W przypadku czterech stref skala ta wyniosła $m_0=0.9998$, co oznaczało, że a okrąg zerowych zniekształceń miał promień ok. 179 km. W piątej wąskiej południkowej strefie przyjęto skalę sieczności równą $m_0=0.999983$. W związku z tak ustalonymi parametrami odwzorowań, w układzie „1965” mamy do czynienia najczęściej ze skurczeniem odwzorowywanej powierzchni elipsoidy. Maksymalne, ujemne zniekształcenia długości (i pola powierzchni) występują w centrum stref, w punkcie głównym do -20cm/km (strefy I-IV), lub na południku środkowym w przypadku strefy V do -1.7cm/km .

Podział kraju na strefy stwarzał szereg problemów, szczególnie w miejscach styków sąsiadujących stref. Niejednorodne układy współrzędnych XOY w każdej ze stref uniemożliwiały pokrycie kraju jednolitą mapą topograficzną w mniejszych skalach od 1:100000 do 1:1000000. Z tego względu już na początku funkcjonowania układu „1965” pojawiły się sugestie aby dla opracowania tego rodzaju map utworzyć inny układ współrzędnych. Do sporządzania map w skalach 1:100000 i mniejszych utworzono układ współrzędnych „GUGiK80” (Banasik, 2009).

W układzie „1965” prowadzone były katalogi współrzędnych XY punktów osnów geodezyjnych. Od 1986 r. do tego celu wprowadzono nowy układ oznaczony symbolem „1965-86”. Ta wersja układu dotyczyła współrzędnych punktów osnów podstawowych uzyskanych w wyniku modernizacji i ponownego wyrównania sieci triangulacyjnych wykonanego w latach 80-tych. Zastosowanie do geodezji technik satelitarnych z globalnym układem odniesienia spowodowało, że układ „1965-86” nie został w pełni wykorzystany.

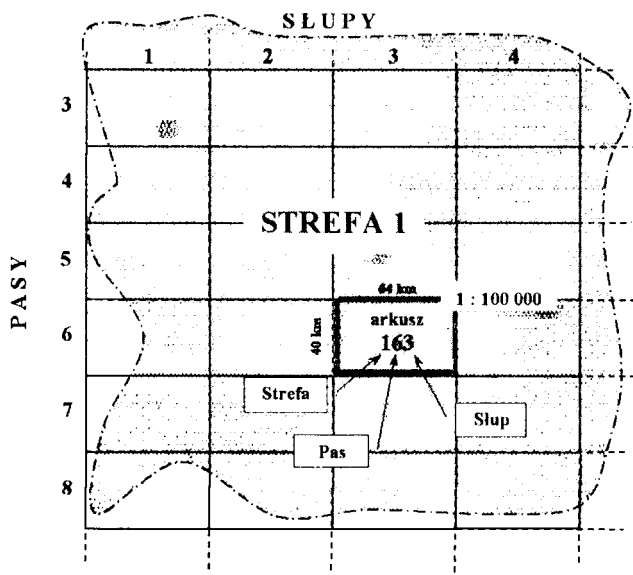
Tabela 1. Parametry odwzorowań wykorzystanych w układzie współrzędnych „1965”

Układ odniesienia: „Pułkowo 1942”					
Parametry układu XOY	Strefa I	Strefa II	Strefa III	Strefa IV	Strefa V
Odwzorowanie	quasi-stereograficzne				Gaussa-Krügera
Skala sieczności m_0 (maksymalne zniekształcenie długości)	0.9998 ($z_d = -20 \text{ cm/km}$)				0.999983 ($z_d = -1.7 \text{ cm/km}$)
φ_0	50°37'30"	53°00'07"	53°35'00"	51°40'15"	-
λ_0	21°05'00"	21°30'10"	17°00'30"	16°40'20"	18°57'30"
X_0 [m]	5 467 000	5 806 000	5 999 000	5 627 000	- 4 700 000
Y_0 [m]	4 637 000	4 603 000	3 501 000	3 703 000	237 000
Granice strefy (granice dawnych województw)	lubelskie, łódzkie, kieleckie, rzeszowskie, krakowskie, katowickie	olsztyńskie, białostockie, warszawskie	szczecińskie, koszalińskie, gdańskie, bydgoskie	zielenogórskie, wrocławskie, opolskie	katowickie
$\approx \varphi_{\min} \div \varphi_{\max}$	48°55' ÷ 52°20'	51°20' ÷54°30'	52°10' ÷ 54°50'	49°45' ÷ 53°20'	49°20' ÷ 51°20'
$\approx \lambda_{\min} \div \lambda_{\max}$	18°00' ÷ 24°10'	19°00' ÷24°00'	14°15' ÷ 19°05'	14°15' ÷ 19°05'	18°20' ÷ 19°50'

Ze względu na utrzymywaną tajność układu odniesienia „Pułkowo 1942” w praktycznym użyciu były jedynie współrzędne płaskie XY. Zgodnie z ww. założeniami współrzędne nowych punktów szczegółowych osnów geodezyjnych obliczano na płaszczyźnie odwzorowawczej układu, a nie poprzez odwzorowanie $(\varphi, \lambda)^{\text{Pułkowo 1942}} \rightarrow (XY)^{1965}$. Niezbędne do tego celu redukcje i poprawki mierzonych w terenie wielkości obliczano za pomocą odpowiednio przygotowanych wzorów zawartych *Wytycznych technicznych* (CODGiK, 1988). Dotyczyły one zarówno układu „1965” jak późniejszej jego wersji „1965-86”. Parametry odwzorowań użytych w poszczególnych strefach oficjalnie były utajnione. Zmiany polityczne jakie zaszły w latach 90-tych jak również wprowadzenie kolejnego układu współrzędnych „1992” i „2000”, spowodowały konieczność udostępnienia parametrów układu „1965” do przeliczeń współrzędnych między układami (GUGiK, 2001b).

Układ „1965” jest układem najdłużej funkcjonującym w praktyce geodezyjnej. W układzie tym sporządzano szereg map topograficznych w skalach od 1:100000 do 1:10000. Głównym jego zadaniem było jednak opracowanie tzw. *mapy zasadniczej*, jako wielkoskalowego opracowania kartograficznego, zawierającego informacje o rozmieszczeniu obiektów ogólnogeograficznych, elementów ewidencji gruntów i budynków, a także sieci uzbrojenia terenu (Instrukcja K-1, 1995). Mapę zasadniczą opracowano w skalach od 1:500 do 1:5000 w zależności od stopnia zainwestowania gospodarczego danego obszaru.

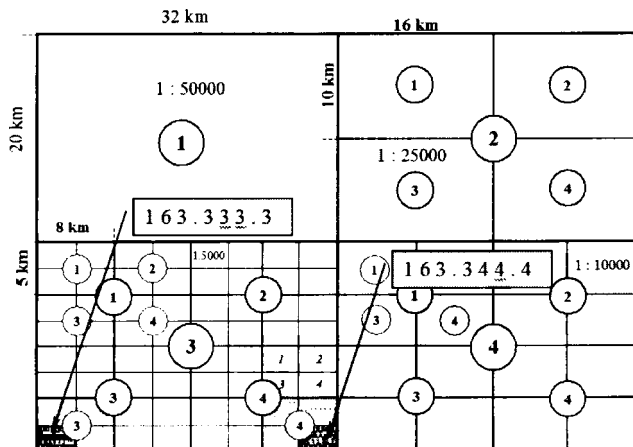
W układzie „1965” obowiązuje prostokątny podział na arkusze mapy wykorzystujący współrzędne siatki topograficznej. Schemat podziału strefy na arkusze mapy przedstawia rys. 1b oraz rys. 2. Każdą ze stref podzielono niezależnie na szereg poziomych pasów o szerokości 40 km i pionowych słupów o szerokości 64 km. Wybrany element z takiego podziału o rozmiarach 40 km × 64 km stanowił podstawowy arkusz mapy w skali 1:100000, podlegający dalszemu podziałowi dla map w większych skalach 1:50000, 1:25000 itd. Wydane zostały tylko mapy w skalach 1:50000 i większych. Godło arkusza podstawowego składało się z numeru strefy (pierwsza cyfra godła), numeru pasa i numeru słupa (odpowiednio druga i trzecia cyfra godła) (rys. 2). W pierwszej, największej strefie znalazły się arkusze z zakresu numeracji 102÷196 (50 arkuszy), w drugiej arkusze z zakresu 202÷284 (37 arkuszy), w trzeciej arkusze z zakresu numeracji 302÷345 (36 arkuszy), w czwartej arkusze z zakresu 401÷484 (34 arkusze). Piątą strefę pokrywało tylko 7 arkuszy z zakresu numeracji 511÷541 (rys. 1b). Znacznie mniejsza liczba arkuszy w danej strefie w porównaniu z zakresami numeracji wynika z nieregularnego kształtu strefy (brak np. arkusza 114, gdyż w tym miejscu położony jest arkusz 273 ze strefy II – rys. 1b lub 2).



Rys. 2 Schemat podziału strefy układu „1965” na arkusze mapy w skali 1:100000 na przykładzie fragmentu I strefy

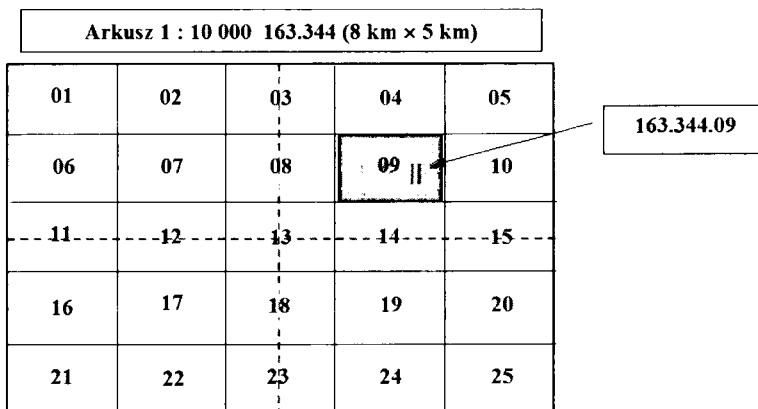
Dalszy podział na arkusze map w większych skalach przedstawia schemat na rys. 3. Podział ten dotyczy map w skali od 1:50000 do 1:5000 włącznie. Mapy w skalach większych tj. od 1:2000 uzyskiwano z mapy 1:10000, zachowując podobne do wcześniejszych zasady ustalania godła. Przykładowy arkusz 163.344 w skali 1:10000 dzielił się na 25 arkuszy numerowanych kolejno od 01 do 25 (rys. 4). W związku z tym niektóre godła map 1:5000 i 1:2000 są do siebie podobne, np. arkusz 163.344.2 oznacza mapę w skali 1:5000 zaś arkusz 163.434.02 mapę w skali 1:2000. W każdym przypadku jest to drugi w kolejności arkusz z podziału mapy w większej skali.

Arkusze w kolejnych większych skalach uzyskiwano dzieląc na cztery arkusze w skali mniejszej np. arkusze mapy w skali 1:1000 tworzono z arkusza 1:2000 np. z podziału arkusza 163.344.09 uzyskano m.in. arkusz 163.344.093 w skali 1:1000 jako trzeci w kolejności. Z kolei z podziału arkusza mapy w skali 1:1000 utworzono cztery arkusze w skali 1:500 np. arkusz 163.344.093.2 (drugi arkusz).



Godło	1	6	3	.	3	4	4	.	4
Skala mapy	1 : 100 000				1:50000	1:25000	1:10000		1:5000

Rys. 3 Schemat podziału arkusza 163 mapy 1:100000 na arkusze map w skalach większych

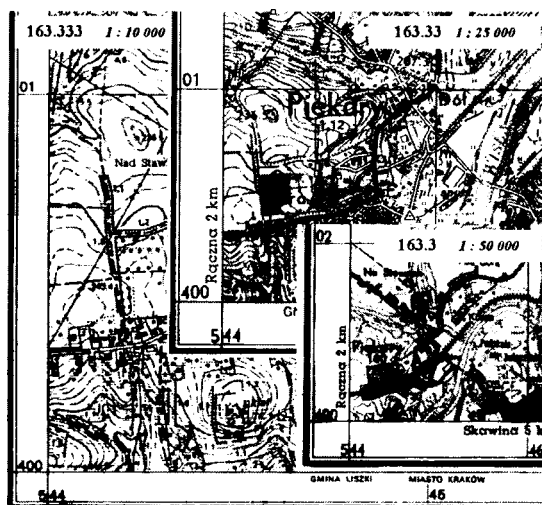


Rys. 4 Podział arkusza 163.344 mapy 1:10000 na arkusze mapy w skali 1:2000 (wyróżniony arkusz w skali 1:2000 o godle 163.344.09)

Mapy sporządzone w układzie „1965” charakteryzują się pewnymi cechami, których poznanie ułatwi ich wykorzystanie. Na mapach w całym szeregu skalowym zrezygnowano z siatki kartograficznej, umożliwiającej odczytanie współrzędnych geodezyjnych ϕ, λ danego punktu. Z map w układzie „1965” można odczytać jedynie współrzędne płaskie XY danego punktu za pomocą kilometrowej siatki prostokątnej (rys. 5). Mapy w skali 1:10000 jako ostatniej skali map topograficznych wydawano jedynie w wersji dwukolorowej. Ponadto na wszystkich mapach w strefach I-IV skrócono opis południków i równoleżników siatki kilometrowej, pozbawiając go pierwszej cyfry (rys. 5). W związku z tym odczytując współrzędne z takiej mapy należy pamiętać o ich uzupełnieniu o odpowiednią cyfrę. Można do tego celu wykorzystać współrzędne X_0, Y_0 punktów głównych stref zawarte w tabeli 1. W przypadku

współrzędnej X jest to zawsze wartość „5” (odpowiada odległości Polski od równika elipsoidy wynoszącą ok. 5 tys. km). Z kolei dla współrzędnej Y jest to wartość „4” w strefach wschodnich I i II oraz wartość „3” w strefach zachodnich III i IV.

Zgodnie z ustaleniami zawartymi w Państwowym Systemie Odniesień Przestrzennych układ „1965” obowiązywał jako państwowy układ współrzędnych do końca 2009 r. (GUGiK, 2000) i (GUGiK, 2008). W zakresie opracowań wielkoskalowych (mapa zasadnicza) zastąpił go układ współrzędnych „2000”, a w zakresie skal od 1:10000 i mniejszych – jednostrefowy układ „1992”. Jednocześnie z początkiem 2010 r. oficjalnie nastąpiła zmiana układu odniesienia, z dotychczasowego „Pułkowo 1942” z lokalną elipsoidą Krasowskiego na układ ETRF'89 z elipsoidą GRS80. Wprowadzenie nowego układu odniesienia i układu współrzędnych pociąga za sobą konieczność obliczenia współrzędnych punktów osnów geodezyjnych w nowym układzie oraz przetransformowania map geodezyjnych prowadzonych dotychczas w układzie „1965”. Formuły i odpowiednie parametry transformacji współrzędnych: $(\varphi\lambda)^{\text{Pułkowo 1942}} \rightarrow (\varphi\lambda)^{\text{ETRF'89}}$ oraz $(XY)^{1965} \rightarrow (XY)^{2000/1992}$ zawarte zostały w instrukcji G-2 (GUGiK, 2001a). Wzory użytego w obu układach współrzędnych odwzorowania quasi-stereograficznego i Gaussa-Krügera można znaleźć w publikacjach z zakresu geodezji wyższej lub kartografii (np. Gajderowicz, 1991). Przeliczenia współrzędnych z dokładnością decymetrową można wykonać za pomocą programów komputerowych takich jak np. *Transpol* (GUGiK, 2001b). Aby uzyskać wyższą dokładność należy dodatkowo wykonać transformację na płaszczyźnie, w oparciu o wybrane na danym obszarze punkty łączne.



Rys. 5 Fragmenty arkuszy: 163.3, 163.33 i 163.333

Literatura

1. Banasik P., 2009: *Układy odniesienia i układy współrzędnych stosowane w Polsce cz.I*”, Acta Scientifica Academiae Ostroviensis, WSBiP, z.32, Prace Wydziału Geodezji i Kartografii, Ostrowiec Świętokrzyski.

2. CODGiK, 1988: *Wytyczne techniczne G-1.10. Poprawki odwzorowawcze państwowego układu współrzędnych*, Warszawa.
3. GUGiK, 2000: *Rozporządzenie RM z 8.08.2000 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych*, Dz.U. Nr 70, poz.821
4. GUGiK, 2001a: *Instrukcja G-2 Szczegółowa pozioma i wysokościowa osnowa geodezyjna i przeliczenia współrzędnych między układami*, Warszawa.
5. GUGiK, 2001b: *Wytyczne techniczne G-1.10 Formuły odwzorowawcze i parametry układów współrzędnych*, Warszawa.
6. GUGiK, 2008: *Projekt nowelizacji Rozporządzenia RM w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych z dnia 10.01.2008*, www.gugik.gov.pl
7. Instrukcja K-1, 1995: *System informacji o terenie. Podstawowa mapa kraju*, Państwowa Służba Geodezyjna i Kartograficzna, Warszawa.
8. Macioch A., 1994: *Układy współrzędnych polskich map topograficznych, i ich relacje i skutki praktyczne*, IX Szkoła Kartograficzna nt. „Polska kartografia map topograficznych”, Komarowo 10-14.10.1994, Warszawa.