

Piotr Banasik

Układy odniesienia i układy współrzędnych stosowane w Polsce : cz. 1

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 32, 5-18

2009

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 WSPÓLRZĘDNYCH STOSOWANE W POLSCE – CZ. 1

1. Wstęp

Opisanie położenia punktów z powierzchni Ziemi realizowane jest w ramach umownie przyjętego *układu współrzędnych*.

Może to być zarówno trójwymiarowy układ współrzędnych związanych z Ziemią jako przestrzenną bryłą lub układ współrzędnych płaskich, stosowany na mapach jako na obrazie powierzchni Ziemi, uzyskanym w wyniku odpowiedniego odwzorowania. Pojęcie *układu współrzędnych* jest podrzędnym w stosunku do pojęć *układu odniesienia* oraz *systemu odniesienia*. Ich definicje w ogólnej postaci są niezbędne w poprawnej klasyfikacji tych układów odniesienia i układów współrzędnych, które stosowane były dotychczas w Polsce.

2. Systemy i układy odniesienia a układy współrzędnych

Definicje systemu i układu odniesienia oraz układu współrzędnych warto przytoczyć posługując się najnowszymi ustaleniami w tej dziedzinie (IGiK, 2004):

System odniesienia – stanowi zbiór zaleceń i ustaleń wraz z opisem modeli niezbędnych do zdefiniowania początku, skali i orientacji osi oraz ich zmienności w czasie.

Układ odniesienia – stanowi praktyczną realizację *systemu odniesienia*, tworzą go wyznaczone z pomiarów wartości parametrów opisujących początek układu, skalę i orientację osi oraz ich zmienności w czasie.

Układ współrzędnych – określa jednoznacznie sposób przyporządkowania zbioru wartości liczbowych – współrzędnych punktu – punktu względem *układu odniesienia*.

Powyższe ogólne definicje mogą dotyczyć zarówno systemów i układów ziemskich systemów służących do opisywania położenia obiektów na powierzchni Ziemi jak i systemów i układów niebieskich,

związanych z pozycjami gwiazd i innych obiektów we wszechświecie. Warto zauważyć, że ziemskie systemy i układy odniesienia pojawiły się znacznie później niż niebieskie, bo dopiero na początku XIX w. Pojęcia *systemu* i *układu odniesienia* oraz *układu współrzędnych* są często stosowane wymiennie, nie do końca zgodnie z ich definicjami. Aby lepiej zrozumieć różnice między nimi warto posłużyć się następującymi przykładami. Na początku XIX w. w pracach geodezyjnych zaczęto korzystać z tzw. *geodezyjnego systemu odniesienia*. Za początek tego systemu przyjmowano środek geometryczny stosowanej w pracach triangulacyjnych wybranej elipsoidy obrotowej. Podstawową oś tego systemu była równoległa do osi obrotu Ziemi i pokrywała się z osią obrotu tej elipsoidy. Elipsoida była dopasowana do geoidy (bryły Ziemi) lokalnie, na obszarze pokrytym siecią triangulacyjną. Jednoznaczne położenie geoidy i elipsoidy względem siebie zapewniał tzw. *punkt przyłożenia* (tj. punkt styczności geoidy i elipsoidy) oraz azymut wybranego kierunku. W ten sposób definiowany był tzw. *niegeocentryczny system odniesienia*. W ramach tego systemu można było zdefiniować różne *układy odniesienia*. Każdy z układów miał określone szczegółowe parametry, wyznaczone z pomiarów geodezyjnych, astronomicznych i grawimetrycznych. Przykładem takiego układu odniesienia jest stosowany w Polsce układ „Borowa Góra” lub „Pułkowo 1942”. Przykładami współczesnych systemów odniesienia opracowanych na podstawie obserwacji satelitarnych są Geodetic Reference System 1980 (GRS80) lub lokalny, europejski ETRS (European Terrestrial Reference System). W ramach tego ostatniego systemu funkcjonuje układ odniesienia ETRF (European Terrestrial Reference Frame).

Realizacją układu odniesienia jest *układ współrzędnych*. W układzie współrzędnych zdefiniowany jest sposób obliczenia współrzędnych punktów osnów geodezyjnych, zarówno przestrzennych jak i płaskich. Obliczone wartości współrzędnych zależą od sposobu pomiaru osnowy (osnowy podstawowej), jej nawiązania oraz wyrównania wykonanych w niej obserwacji. Przykładem układu współrzędnych będących realizacją układu odniesienia „Pułkowo 1942” był stosowany na obszarze Polski układ „1942”. Układ ten dotyczył zarówno współrzędnych geodezyjnych na elipsoidzie φ, λ jak i współrzędnych płaskich, powstałych w wyniku odwzorowania elipsoidy na płaszczyznę. W praktyce stosowane były niemal wyłącznie

współrzędne płaskie, ponieważ współrzędne geodezyjne były objęte klauzulą tajności. W latach 80. zdecydowano o ponownym wyrównaniu obserwacji w sieci triangulacyjnej, i obliczono „nowe” współrzędne punktów osnowy podstawowej. Ta wersja układu „1942” otrzymała nazwę „1942-83”.

Układem współrzędnych prostokątnych płaskich powstałym w ramach układu odniesienia „Pułkowo 1942” był również układ „1965” oraz układ „GUGiK-80”. W obu ww. układach w praktycznych zastosowaniach używane były tylko współrzędne płaskie XY.

Zasadniczym elementem układu współrzędnych płaskich decydującym o sposobie obliczania współrzędnych jest odwzorowanie powierzchni odniesienia (elipsoidy). W układach współrzędnych stosowanych w Polsce wykorzystano odwzorowanie Gaussa-Krügera (układ „Borowa Góra”, „1942”, „1992” i „2000”) oraz quasi-stereograficzne („GUGiK-80”). W układzie „1965” zastosowano oba rodzaje odwzorowań, dzieląc kraj na kilka rozłącznych stref. Warto zauważyć, że układy współrzędnych występowały także w pewnych wariantach. W układzie „Borowa Góra” i „1942” w kolejnych latach stosowano odwzorowania, zróżnicowane pod względem szerokości pasów odwzorowawczych lub skali na południkach środkowych pasów. W przypadku układu „1965” (podobnie jak dla układu odniesienia „Pułkowo 1942-83”) nowe opracowanie osnowy podstawowej skutkowało powstaniem nowej wersji układu oznaczonej symbolem „1965-86”. Dla tych samych punktów w ramach tego samego układu odniesienia obliczone zostały nowe współrzędne płaskie XY punktów osnowy geodezyjnej.

Obecnie mamy do czynienia z systemami i układami geocentrycznymi, których parametry zostały wyznaczone w m.in. z wykorzystaniem obserwacji satelitarnych. Obowiązującym w Polsce system odniesienia jest ETRS89, układem odniesienia jest układ ETRF89, zaś układem współrzędnych prostokątnych płaskich jest w zależności od zastosowania układ „1992” lub „2000” (GUGiK, 2000 i 2008)

3. Państwowe układy współrzędnych płaskich stosowane w przeszłości w Polsce

3.1 Układ „Borowa Góra”

Powstanie państwa Polskiego po okresie rozbiorów spowodowało konieczność utworzenia jednolitego układu współrzędnych obejmującego obszary trzech zaborów. Było to niezbędnym, pierwszym krokiem do ujednoczenia istniejących sieci geodezyjnych oraz do opracowania map topograficznych. Prace nad tym zadaniem powierzono w 1928 r. Wojskowemu Instytutowi Geograficznemu. Efektem prac był układ odniesienia oraz układ współrzędnych „Borowa Góra”, oficjalnie wprowadzony w 1936 r. Oba układy stanowiły podstawę do realizacji prac geodezyjnych i kartograficznych do 1952 r.

Powierznią odniesienia w układzie „Borowa Góra” była elipsoida Bessela (1841) „przylegająca” do bryły Ziemi (geoidy) w punkcie przyłożenia w Borowej Górze (okolice Zegrza koło Warszawy). Współrzędne geodezyjne φ, λ tego punktu przyrównano do jego współrzędnych astronomicznych: $\Phi = 52^{\circ}28'32'' \pm 0.04''$, $\Lambda = 21^{\circ}02'12.12'' \pm 0.135''$, a azymut geodezyjny α kierunku Borowa Góra – Modlin do azymutu astronomicznego $A = 261^{\circ}53'15.9'' \pm 0.3''$. Punkt „Borowa Góra” stał się punktem wyjściowym do tworzenia osnów geodezyjnych. Obecnie punkt ten znajduje się na terenie Obserwatorium Geodezyjno-Geofizycznego Instytutu Geodezji i Kartografii w Borowej Górze. Przykryty jest on kopcem o wysokości około 8 m. Punkt ten, pomimo historycznego znaczenia, posiada wyznaczone współrzędne geodezyjne w układzie „1965” oraz ITRF (IGiK, 2004).

Płaski układ XY współrzędnych potrzebny do celów topograficznych i wojskowych utworzono za pomocą „Quasi-stereograficznego odwzorowania WIG” (Biernacki F., Słomczyński J., 1932). Dla celów cywilnych wykorzystano odwzorowanie Gaussa-Krügera w pięciu 2° pasach odwzorowawczych, z południkami środkowymi: $\lambda_0 = 17^{\circ}$ (poznański), 19° (łęczycycki), 21° (warszawski), 23° (lubelski), 25° (wileński). Na każdym z południków środkowych skala wynosiła $m_0 = 1$. Współrzędne płaskie XY obliczono jako cechowane wg wzorów:

$$X = x - 5280000 \text{ m}$$

$$Y = y + 90000 \text{ m} \quad (1)$$

W tym okresie na obszarze Polski założono szereg układów lokalnych o ograniczonym zasięgu np. dla miast lub okręgów przemysłowych. W czasie II wojny światowej podobne, lokalne układy oparte na elipsoidzie Bessela ale z niemiecką orientacją (Rauenberg, Helmertum-Poczdum) zostały utworzone na ziemiach polskich przez okupanta niemieckiego. Wszystkie mapy wydawane w okresie międzywojennym przez WIG, a także przez niemiecki Sztab Generalny (reprinty map polskich), zawierały nadruk siatki współrzędnych w układzie „Borowa Góra” (IGiK, 2004).

Powojenne zmiany terytorialne kraju spowodowały konieczność opracowania map obejmujących nowy obszar Polski. Postanowiono zachować ten sam układ odniesienia („Borowa Góra”) zmieniając odwzorowanie z quasi-stereograficznego na Gaussa-Krügera. Do tego celu wykorzystano wszystkie dotychczasowe opracowania geodezyjno-kartograficzne zarówno polskie jak i niemieckie. W pierwszym etapie należało powiązać niemieckie podstawowe osnowy geodezyjne z polskimi. Istniejące sieci triangulacyjne na ziemiach odzyskanych były opracowywane w odniesieniu do tej samej elipsoidy, co w Polsce, ale z innym punktem przyłożenia (Poczdum: $\varphi=52^{\circ}22'54.81''$, $\lambda=13^{\circ}04'01.72''$). Wyrównanie sieci niemieckich i polskich zrealizowano oddzielnie. Uzyskano przez to wyższe dokładności współrzędnych na obu obszarach kosztem niezgodności w miejscach ich stykania. Tak opracowana osnowa geodezyjna stanowiła podstawę do opracowania map. (Cisak, Sas, 2004)

W 1947 r. przyjęto do tego celu zmodyfikowane odwzorowanie Gaussa-Krügera w 3° pasach odwzorowawczych, z południkami środkowymi: $\lambda_0 = 15^{\circ}, 18^{\circ}, 21^{\circ}, 24^{\circ}$ i ze skalą na południku środkowym $m_0 = 0.999935$. Pasy te ponumerowano cyframi od 1 do 4 i nadano im odpowiednie nazwy. Numeracja nawiązywała do trzystopniowych i sześciostopniowych pasów południkowych przyjętych w byłym Związku Radzieckim, w układzie słupów Międzynarodowej Mapy Świata w skali 1:1000000 (tab. 1). Współrzędne X,Y obliczano jako cechowane wg wzorów dla zmodyfikowanego odwzorowania Gaussa-Krügera:

$$\begin{cases} X = x + C_X \\ Y = y + C_Y \end{cases}, \quad C_Y = c_0 + \frac{\lambda_0 - \Delta\lambda + 3^\circ}{\Delta\lambda} \cdot 10^6 \text{ m} \quad (2)$$

gdzie: C_X, C_Y – cechy dla współrzędnej X i Y, w tym przypadku $C_X=0$,
 c_0 – stała równa 500 000 m,
 λ_0 – długość geodezyjna południka środkowego w $[\circ]$,
 $\Delta\lambda$ – szerokość pasa w $[\circ]$

Tabela 1. Numeracja pasów w odwzorowaniu Gaussa-Krügera w układzie „Borowa-Góra”

Nr słupa wg numeracji Międzynarodowej Mapy Świata	Wg podziału przyjętego w dawnym ZSRR		Numeracja pasów polskich	λ_0	C_y [m]
	Nr 6° pasa odwzorowania Gaussa-Krügera	Nr 3° pasa odwzorowania Gaussa-Krügera			
33	3	5	1-szczeciński	15°	5500000
		6	2-bygdoski	18°	6500000
34	4	7	3-warszawski	21°	7500000
		8	4-białostocki	24°	8500000
35	5	9	-	27°	9500000

Od 1949 roku to odwzorowanie funkcjonowało ze skalą $m_0=1.0$ (z zachowaniem dotychczasowej szerokości pasów). Układ współrzędnych „Borowa Góra” stanowił podstawę dla wielu nowych układów miejskich. Obecnie wykorzystanie układu „Borowa Góra” jest niewielkie. Do materiałów geodezyjnych i kartograficznych sporządzonych w tym układzie sięgają np. specjaliści z zakresu geologii i SIG. Korzystanie z tego źródła danych wymaga jednak odpowiedniego algorytmu przeliczenia współrzędnych do nowszych układów np. układu „1942”. Doświadczenia w tym zakresie wskazują, że przeliczenie takie można zrealizować z dokładnością kilku pojedynczych metrów (Cisak, Sas, 2004). Przyczyną tego są obok niejednorodności danych pomiarowych (triangulacja niemiecka i polska) również niekonsekwencje w wyborze południków i równoleżników stanowiących linie podziału arkuszy map oraz stwierdzone na niektórych mapach przesunięcie współrzędnej Y

o 50 m na wschód (pas południka $\lambda_0 = 21^\circ$ na mapach w skali 1:50000 i 1:100000 wydawane w okresie 1947-54) (Cisak, Sas, 2004).

3.2 Układ współrzędnych „1942”

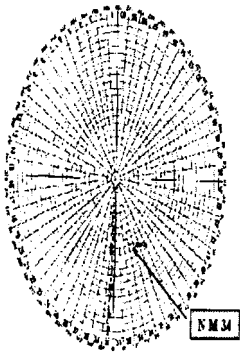
W 1952 roku, w związku z unifikacją układów odniesienia państw należących do „Układu Warszawskiego”, wprowadzono w Polsce układ odniesienia „Pułkowo 1942”¹ (funkcjonujący już od dziesięciu lat w byłym ZSRR). Zmieniono powierzchnie odniesienia z elipsoidy Bessela (1841) na elipsoidę Krasowskiego (1940). Orientacja elipsoidy Krasowskiego realizowana zbyła poprzez punkt w Obserwatorium w Pułkowie (Petersburg) o współrzędnych $\varphi = 59^\circ 46' 18.55''$, $\lambda = 30^\circ 19' 42.0''$, oraz orientację wg azymutu Pułkowo-Bugry $\alpha = 121^\circ 40' 38.79''$. Układ odniesienia „Pułkowo 1942” oficjalnie funkcjonował w Polsce do końca XX w., kiedy został zastąpiony układem odniesienia związanym z elipsoidą GRS80 (GUGiK, 2000). Z układem odniesienia „Pułkowo 1942” związane były trzy układy współrzędnych płaskich: układ „1942” obowiązujący do połowy lat 60. oraz układ „1965” i „GUGiK-80”. Układ „1942” służył głównie do opracowania map dla celów wojskowych i gospodarczych. Zastosowania cywilne tego układu ze względu na jego tajny charakter były mocno ograniczone:

W układzie „1942” zastosowano dwie wersje zmodyfikowanego odwzorowania Gaussa-Krügera:

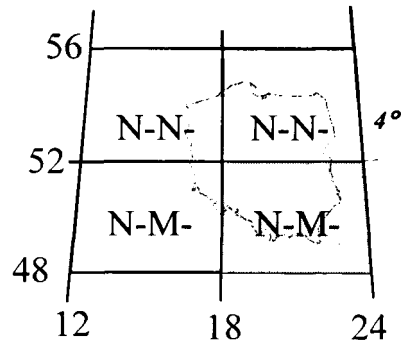
- a) odwzorowanie w 6° pasach południka 15° i 21° (oznaczane często 1942/15 i 1942/21) służyło do sporządzania map średnio i małoskalowych (skale od 1:10000 do 1:500000). W tym odwzorowaniu do 1959 r. opracowano mapę w skali 1:25000 pokrywającą cały obszar Polski. W 1955 r. przystąpiono do opracowania mapy w skali 1:10000
- b) odwzorowanie w 3° pasach południka 15°, 18°, 21° i 24° (oznaczane często 1942/15(3), 1942/18(3), 1942/21(30 i 1942/24(3),) służyło do sporządzania map wielkoskalowych (skale od 1:5000 i większe).

¹ Użyta w nazwie układu liczba „1942” jest datą zastąpienia w byłym ZSRR elipsoidy Bessela elipsoidą Krasowskiego.

W obu wersjach skala na południkach środkowych pasów odwzorowawczych wynosiła $m_0=1.0$. Z chwilą wprowadzenia nowego układu współrzędnych płaskich „1965”, układ „1942” stał się układem wyłącznie wojskowym. Mapy w układzie „1942” sporządzane są w podziale sekcyjnym południkowo-równoleżnikowym. Podział i godła arkuszy ustalane są wg zasad obowiązujących dla Międzynarodowej Mapy Świata. Obecnie mapy topograficzne w tym układzie, wydawane są dla tych obszarów kraju, dla których nie ma pokrycia odpowiednimi mapami w układzie „1992”. Mapy te są obecnie wzbogacone o siatkę geograficzną w układzie elipsoidy GRS80 oraz znaczniki siatki topograficznej z układu „1965”.



a)



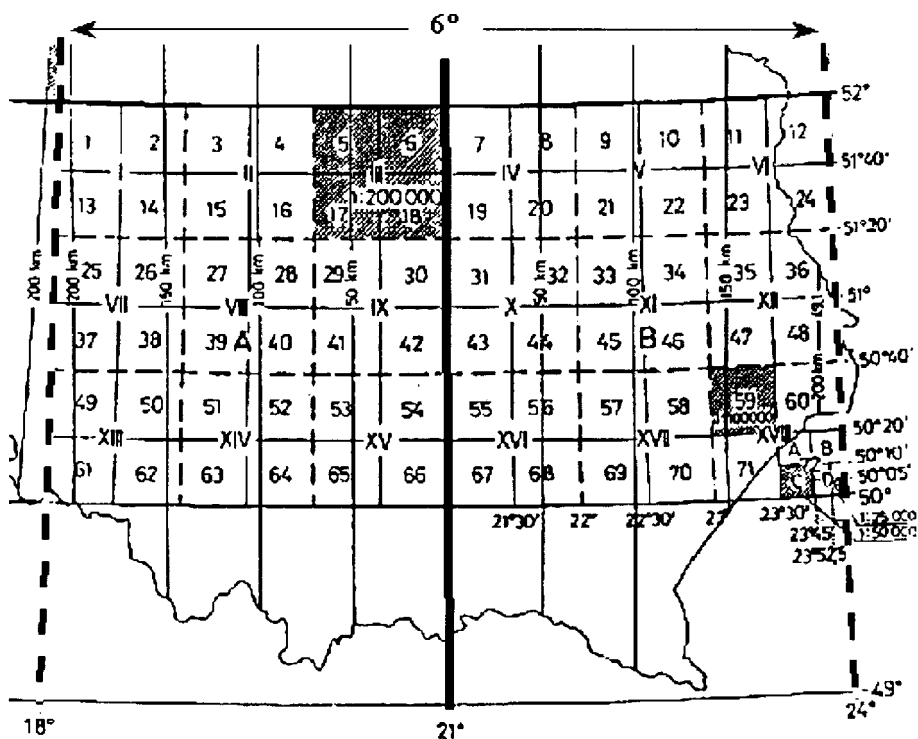
b)

Rys. 1 Podział na arkusze w skali 1:1000000 w nomenklaturze Międzynarodowej Mapy Świata wykorzystany w układach współrzędnych „1942” i „1992” .

a) lokalizacja jednego z arkuszy N-M-34 z obszaru Polski; b) arkusze mapy w skali 1:1000000 na obszarze Polski

Przeprowadzane w latach 80. modernizacje osnów triangulacyjnych i ponowne ich wyrównania realizowane w ramach JSAG (Jednolita Sieć Astronomiczno-Geodezyjna byłych krajów socjalistycznych) skutkowały powstaniem nowej wersji układu oznaczonego symbolem „1942-83”. Zakres jego stosowania ograniczony został do obliczania współrzędnych punktów osnów podstawowych a nazwa „1942-83” odróżniała je od „starych” współrzędnych w układzie „1942”. Wprowadzone w latach 90-

tych zmiany układu odniesienia z „Pułkowa 1942” na ETRF89 spowodowały marginalizację tej wersji układu odniesienia (GUGiK, 2000).

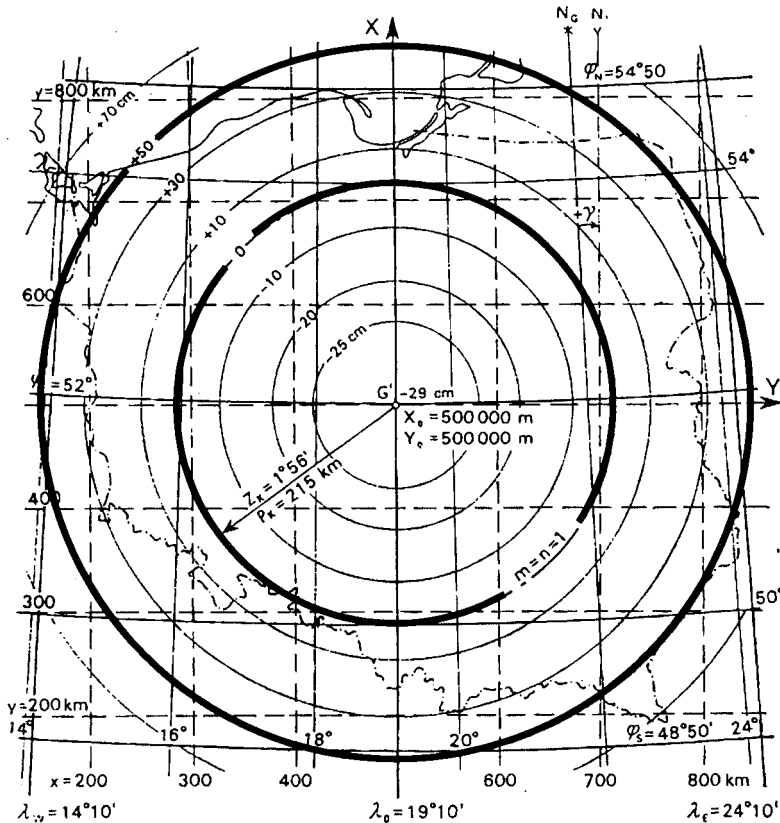


Rys. 2 Fragment arkusza N-M-34 z podziałem na arkusze w skalach 1:500000 do 1:25000 w układzie „1942” (odzworowanie w pasach 6°)

Przeliczenie współrzędnych geodezyjnych φ, λ i płaskich X,Y w układzie „1942” w obu wariantach podziału na pasy można zrealizować za pomocą odpowiednich programów (np. TRANSPOL, COGiK, 1988) lub po zrealizowaniu wzorów odwzorowania Gauss-Krügera

3.3 Układ współrzędnych „GUGiK-80”

W drugiej połowie lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku rozpoczęto w Polsce prace nad konstrukcją jednolitej mapy topograficznej w skali 1:100000. Funkcjonujący już kilka lat układ „1965” nie nadawał się do tego celu, ze względu na niezależny podział każdej strefy na arkusze tej mapy. Na stykach pięciu stref tego układu występowały zarówno niezgodności współrzędnych jak i przesunięcia ramek sąsiednich arkuszy mapy. W związku z tym należało opracować nowy, jednolity dla całego kraju układ współrzędnych. W założeniach nowego układu znalazł się m.in. warunek, aby przyjęte odwzorowanie mogło być zastosowane do sporządzania map w skalach od 1:10000 do 1:1000000 (Grygorenko, 1985). Pod uwagę wzięto stosowane już w Polsce odwzorowanie quasi-stereograficzne WIG (Biernacki F., Słomczyński J., 1932), tym bardziej, że nadaje się ono szczególnie do zobrazowania niedużych obszarów takich jak Polska, o kształcie zbliżonym do koła. Ze względu na inne położenie granic Polski w stosunku do tego z okresu międzywojennego, odwzorowanie WIG należało zmodyfikować. Od czasów stosowania WIG zmianie uległ także układ odniesienia z „Borowej Góry” na „Pułkowo 1942”. W ustalaniu szczegółowych parametrów nowego quasi-stereograficznego odwzorowania starano się zminimalizować zniekształcenia długości i zrównoważyć ich rozkład na obszarze całego kraju. W związku z tym punkt główny znalazł się w centrum kraju. Pierwotnie przyjęto następujące jego współrzędne: $\varphi_0=52^\circ$, $\lambda_0=19^\circ 10'$ (Grygorenko, 1985). W wersji układu zastosowanego do opracowania map przyjęto zmienione współrzędne punktu głównego: $\varphi_0=52^\circ 10'$, $\lambda_0=19^\circ 10'$. Skalę sieczności obliczono po zmniejszeniu powierzchni odniesienia (elipsoidy Krasowskiego) w stosunku 1/3500. Skala wyniosła zatem $m_0=3499/3500$ ($m_0\approx 0.999714$). Okrąg sieczności wyznaczający punkty o zerowych zniekształceniach długości miał w związku z tym promień 215 km (odpowiada to odległości sferycznej $\approx 1^\circ 56'$) (rys. 3).



Rys. 3 Rozkład zniekształceń w odwzorowaniu „GUGiK-80”. Siatka topograficzna (linie przerywane), obraz siatki geograficznej (linie ciągłe), zbieżność południków γ (N_G – północ geograficzna) (Grygorenko, 1985)

Początek układu współrzędnych płaskich pokrywał się z obrazem punktu głównego, przy czym osią X był obraz południka punktu głównego, zwrot osi na północ. Aby otrzymać dodatnie współrzędne X,Y na obszarze całego kraju przyjęto następujące cechy (współrzędne punktu początkowego): $C_X=C_Y=+500000$ m. Tak zdefiniowane odwzorowanie nazwano odwzorowaniem quasi-stereograficznym „GUGiK 1980” (Grygorenko, 1985).

Maksymalne zniekształcenia długości wystąpiły na północno-zachodnich i południowo-wschodnich krańcach Polski. Wyniosły one +70 cm/km i objęły niewielkie powierzchnie. Niemal cały obszar Polski znalazł się w zakresie zniekształceń od -29 cm/km w punkcie głównym

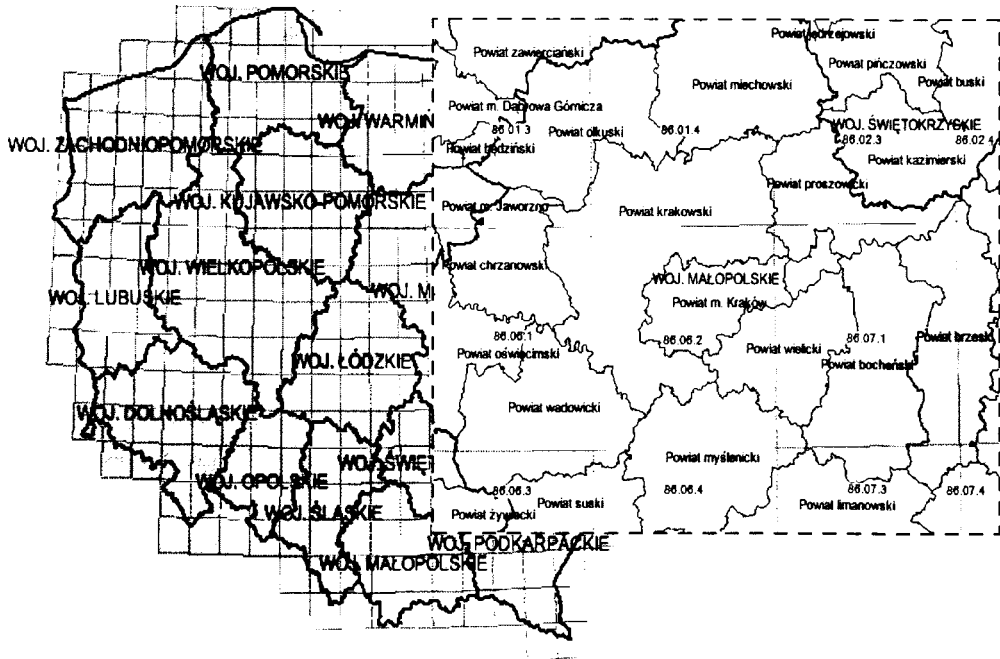
do +50 cm/km na krańcach (rys. 3). Pod względem zniekształceń odwzorowanie to wypada korzystniej niż odpowiadające mu jednostrefowe odwzorowanie Gaussa-Krügera zastosowane w układzie „1992”.

Tabela 2. Podział mapy w układzie „GUGiK-80” na arkusze w większych skalach (w nawiasach podano inne niż w założeniach parametry podziału na arkusze, przyjęte do wydanej w latach 1980-84 mapy w skali 1:100000)

Mapa w skali	Skala arkusza	Liczba arkuszy	Numery arkuszy	Przykładowe godło arkusza	Rozmiar arkusza	
					$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
1 : 1 000 000	1 : 500 000	9 (6)	81 ÷ 89 (81 ÷ 86)	86	2°	3°20' (5°)
1 : 500 000	1 : 200 000	6 (15)	1 ÷ 6 (01 ÷ 15)	86.3 (86.03)	40'	1°40' (1°)
1 : 200 000	1 : 100 000	4	1 ÷ 4	86.32 (86.03.2)	20'	50' (30')
1 : 100 000	1 : 50 000	4	1 ÷ 4	86.32.3 (86.03.23)	10'	2.5' (15')
1 : 50 000	1 : 25 000	4	1 ÷ 4	86.32.34 (86.03.234)	5'	12.5' (7.5')
1 : 25 000	1 : 10 000	4	1 ÷ 4	86.32.344	2.5'	6.25' (3.75')

Podstawy odwzorowania w układzie „GUGiK-80” zostały tak opracowane, aby można było sporządzać w nim mapy topograficzne z pełnego szeregu skalowego tj. w skalach od 1:10000 do 1:1000000. Opracowano również szczegółowy plan podziału na arkusze w kolejnych skalach poczynając od arkusza wyjściowego w skali 1:1000000. Jednak już na wstępie funkcjonowania układu, jego założenia konstrukcyjne zostały zmodyfikowane. W związku z tym dla wydanej w latach 1980-84 mapy w skali 1:100000 przyjęto inny podział na arkusze (tab. 2) (Grygorenko, 1985).

Przeliczenie współrzędnych geodezyjnych φ, λ i płaskich X, Y w układzie „GUGiK-80” można zrealizować za pomocą odpowiednich programów (np. TRANSPOL, UNITRANS) lub po zrealizowaniu wzorów odwzorowania quasi-stereograficznego.



Rys. 4 Skorowidz arkuszy map w układzie „GUGiK-80” w skali 1:100000 (obok powiększony fragment skorowidzu z obszaru województwa małopolskiego z numeracją odpowiednich arkuszy)

Literatura:

1. Baran Wł., Gajderowicz I., Banasik P., Beluch J., 1999: *Propozycja zmian odwzorowań map wielkoskalowych*, Biuletyn Naukowy nr 6, Warszawa, 1999.
2. Biernacki F., 1934: *W sprawie współrzędnych katastralnych w Małopolsce*, Wiadomości Służby Geograficznej, Z.4, Warszawa, 1934.
3. Biernacki F., Słomczyński J., 1932: „Odwzorowanie quasi-stereograficzne Wojskowego Instytutu Geograficznego”, WIG, Warszawa
4. Cisak M., Sas A., 2004, *Transformacja współrzędnych punktów z układu „Borowa Góra” do układu „1942”*, Prace IGiK Vol. L, No 108, Warszawa

5. COGiK, 1988: *Wytyczne techniczne G-1.10. Poprawki odwzorowawcze państwowego układu współrzędnych*, Warszawa
6. Grygorenko W., 1985: *Układ współrzędnych i krój map topograficznych do celów gospodarczych w odwzorowaniu quasi-stereograficznym GUGiK-1980*, Polski Przegląd Kartograficzny, t.17, Warszawa
7. GUGiK, 2000: *Rozporządzenie RM z 8.08.2000 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych*, Dz.U. Nr 70, poz.821
8. GUGiK, 2008: *Projekt nowelizacji Rozporządzenia RM w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych z dnia 10.01.2008*, www.gugik.gov.pl
9. GUGiK, 1992: *Skorowidz Map Topograficznych – podział międzynarodowy dla map w skalach 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000*, Warszawa
10. IGiK, 2004: *Nowe obowiązujące niebieskie i ziemskie systemy i układy odniesienia oraz ich wzajemne relacje*, Seria monograficzna nr 10 pod redakcją J.Kryńskiego, IGiK, Warszawa
11. Kadaj R, 2000.: *Rady na układy*, Geodeta 9/2000
12. Łyszkowicz A., Łyszkowicz S., 1995: *Układy współrzędnych geodezyjnych w Polsce i ich transformacje*, Przegląd Geologiczny, T.43, nr 5.
13. 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
14. Różycki J., 1950: *Odwzorowania kartograficzne stosowane do robót geodezyjnych i map topograficznych szczegółowych na obszarze Polski*, Geodezja i Kartografia, T.I, Z.3, Warszawa
15. Różycki J., 1950: *Odwzorowanie Gaussa-Krügera i jego zastosowanie w Polsce*, Prace Geodezyjnego Instytutu Naukowo-Badawczego, Warszawa
16. Różycki J., 1973: *Kartografia matematyczna*, PWN, Warszawa
17. SG WP, 1996: *Wojskowe mapy topograficzne dostosowane do standardów NATO*, Sztab Generalny WP, Zarząd Topograficzny, Warszawa
18. Szpunar W., 1982: *Podstawy geodezji wyższej*, PPWK, Warszawa