

Badania możliwości wykorzystania materiałów byłego katastru pruskiego w pracach geodezyjnych i kartograficznych

# Z KOMPUTEREM DO ARCHIWUM

Przeliczenie współrzędnych punktów osnów katastralnych założonych przed 1945 r. do obecnych układów państwowych w Polsce otwiera drogę do wykorzystania pruskich map katastralnych, zarysów i szkiców granicznych zachowanych w archiwach Pomorza Środkowego.

ZBIGNIEW KALITA,  
WŁADYSŁAWA KALITA

Większość regulacyjnych prac geodezyjnych i kartograficznych w zakresie ewidencji gruntów i budynków (EGiB) wykonanych w latach 50. i 60. na terenie Pomorza Środkowego bazowała na pruskich mapach katastralnych. Były one przekształcane, przerysowane, a liniowe pomiary uzupełniające były odnoszone do punktów jednoznacznie zidentyfikowanych na tych mapach.

Wraz z rozwojem informatyki pojawiły się możliwości ponownego zastosowania danych pruskiego katastru poprzez:

- transformację współrzędnych punktów osnów geodezyjnych,
- wpasowywanie rastrów map katastralnych,
- lokalizację zasięgu zarysów granic, szkiców polowych i innych materiałów z zasobu archiwalnego.

Pruskie materiały archiwalne można dzisiaj wykorzystywać m.in. do:

- korekty numerycznej bazy EGiB,
- wzbogacenia obecnego operatu EGiB o dane katastralne,
- odszukiwania adaptowanych punktów granicznych pochodzenia przedwojennego,

Koord.-System	Koordinaten-Nullpunkt	östl. Greenwich		Länge östl. Ferro		Breite			
		o	r	o	r	o	r	"	
1	Kucklinsberg	21	57	39	37	18,3505	54	27	36,8055
2	Paulinen	20	43	38	23	59,3555	54	17	21,1583
3	Markushof I	19	22	37	02	24,369	54	03	31,728
4	Thurnberg	18	07	35	47	32,4975	54	13	31,8753
5	Kauernick I	19	35	37	15	53,1757	53	23	21,5951
6	Thorn, Rathausurm, Steinwürfel	18	36	36	16	26,1154	53	00	42,5371
7	Heinrichsthal	17	29	35	09	48,3641	53	42	46,4118
8	Gollenberg, Denkmal, Kreuzmitte	16	13	33	53	46,4441	54	12	30,8584
9	Gnesen, südl. Domturm, Knopfmittle	17	35	35	15	40,2180	52	32	17,5346
10	Josefsberg	16	12	33	52	01,5980	51	59	15,6770
11	Schroda, kath. Kirche, Nagel	17	16	34	56	40,6334	52	13	52,9454
12	Pschow, östl. Kirchturm, Helmstange	18	23	36	03	45,9849	50	02	31,4356
13	Rummelsberg, Auss.-Turm	17	06	34	46	44,4210	50	42	12,6833
14	Gröditzberg I	15	45	33	25	40,5751	51	10	41,4963
15	Kaltenborn	14	39	32	19	43,6659	51	55	44,5335
16	Bahn I	14	42	32	22	05,2034	53	06	06,6450
17	Greifswald, Nikolaikirche, Turmknopf	13	22	31	02	43,7053	54	05	49,1594

Rys. 1. Punkty główne pruskich układów katastralnych na terenie Polski

● analiz historycznych zagospodarowania terenu.

Niemożliwe jest w wielu przypadkach działanie jednostkowe (dla analizy konkretnej granicy) bez wglądu w całość operatu katastralnego. Jakość pruskich materiałów katastralnych jest różnorodna. Pierwsze pomiary były wykonane jako związki liniowe, oparte na pojedynczych bazach. Z czasem założono układy współrzędnych w odwzorowaniu Soldnera-Cassiniego, gdzie granice mierzono na podstawie dowiązanej do sieci triangulacyjnej. W latach 30. XX w. wprowadzono jako obowiązujący układ państwowy oparty na odwzorowaniu Gaussa-Krügera, podobny do naszego układu 2000.

● PRUSKIE UKŁADY LOKALNE

W miarę postępu prac związanych z określeniem współrzędnych geodezyjnych metodami triangulacji w XIX w. zaczęto definiować układy kartezyjskie płaskie X, Y oraz zakładać osnowę poligonową do pomiarów parcel i działek. Na terenie dzisiejszej Polski założono w zaborze pruskim kilkanaście układów lokalnych (rys. 1).

Po 1918 roku, w Polsce niepodległej, wykorzystano i dalej użytkowano dane katastralne oraz pruskie układy lokalne do czasu zdefiniowania państwowego układu 1942, później 1965. Materiały pruskie obecnie są często poniszczony i zdekompletowane, ale nawet to, co się

zachowało, może być jeszcze ważnym źródłem danych katastralnych. Badając geodezyjne zasoby archiwalne znajdujące się w powiatowych ośrodkach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej (PODGIK-ach) Pomorza Środkowego, można spotkać różnorodne dane przedwojenne, m.in. dotyczące pruskiego układu współrzędnych Gollenberg (Góra Chełmska). Współrzędne geograficzne punktów głównych układów i punktów triangulacyjnych były określane na elipsoidzie Bessela, w stosunku do południka Ferro na Wyspach Kanaryjskich. W zależności od ćwiartki układu współrzędnych kartezjańskich X, Y były w opracowaniach pruskich przyjmowane tak, aby na mapie nie występowały ich ujemne wartości. Po rozeznaniu, w której ćwiartce są określone dane współrzędne, można było uzyskać ich wartości odniesione do punktu głównego o współrzędnych  $X = 0,00$  i  $Y = 0,00$ .

Punkt początkowy układu Gollenberg stanowił krzyż na pomniku poświęconym poległym w wojnach napoleońskich (rys. 2). Jego współrzędne geograficzne względem południka Ferro wynoszą:

$$B = 54^{\circ} 12' 30,8584''$$

$$L = 33^{\circ} 53' 46,4441''$$

Punkt ten jest także początkiem układu lokalnego obowiązującego obecnie dla Koszalina ( $x = 10\,000,00$  i  $y = 10\,000,00$ ). Z katalogu osnowy wynika, że został on zdefiniowany jako ekscentr 9 nieistniejącego już punktu triangulacyjnego I klasy nr 18. Jego współrzędne w układzie 1965 (dane z katalogu z 1979 r.) wynoszą:

$$X = 6\,068\,721,12, Y = 34\,501\,774,63.$$

Do wstępnych przeliczeń położenia punktów układu Gollenberg autorzy posłużyli się programem TRANSDAT niemieckiej firmy C.Killet Softwareentwicklung Gbr, którego wersja testowa jest dostępna w internecie [1]. Program przelicza współrzędne m.in. z pruskich układów lokalnych na współrzędne w układach obecnie obowiązujących.

Zapoznanie się z tym programem pozwoliło ustalić, że układ współrzędnych X, Y Gollenberg jest projekcją współrzędnych geodezyjnych B, L w odwzorowaniu Soldnera-Cassiniego. Dla potrzeb badawczych autorzy pozyskali współrzędne w układzie Gollenberg dla 176 punktów triangulacyjnych niemieckiej sieci państwowej i lokalnego znaczenia oraz dla 1740 punktów osnowy poligonowej. W ślad za tymi pracami można pozyskać szkice katastralne z pomiaru granic i udostępnić je przy ustalaniu granic, a także przy modernizacji EGIB. Podczas

analiz okazało się, że dla pewnych obrębów ewidencyjnych obecnie obowiązujące mapy ewidencyjne 1:5000 powstały na zasadzie „przeróbki” map pruskich, sporządzonych często w dokładniejszych skalach 1:2000.

## • UKŁAD SOLDNERA-CASSINIEGO

Istota współrzędnych płaskich X, Y katastru pruskiego polega na tym, że w każdym obowiązującym układzie lokalnym przez początek układu  $P_0$  przeprowadza się południk (rys. 3). Elipsoidalny łuk tego południka – od punktu  $P_0$  do kierunku północy – uważa się za oś odciętych X. W celu określenia współrzędnych prostokątnych punktu  $P_1$  przeprowadza się przez ten punkt przekrój normalny, prostopadły do płaszczyzny południka zerowego. Elipsoidalny łuk (linię geodezyjną)  $X_1$  uważa się za płaską odciętą X, a elipsoidalny łuk  $Y_1$  – za płaską rzędną Y.

Odwzorowanie Soldnera powstało w XVIII wieku w Niemczech i dotyczyło kuli. Dopiero Cassini zdefiniował je dla elipsoidy obrotowej. W przypadku katastru pruskiego wykorzystano elipsoidę obrotową Bessela o półosiach:  $a = 6377397,1550$  m,  $b = 6356078,9632$  m. Południk zerowy Ferro znajdował się na Wyspach Kanaryjskich. Różnica pomiędzy południkami Greenwich i Ferro LA (Landesaufnahme) wynosi  $17^{\circ} 39' 59,414''$ .

Jednakże do przeliczeń na Greenwich Niemcy przyjęli w roku 1920 różnicę zaokrągloną, wynoszącą  $17^{\circ} 40'$ . Tak powstał południk Greenwich LA, który jest położony na wschód od astronomicznego południka Greenwich o  $0,586''$ . Ponadto układ współrzędnych geograficznych pruskich LA jest skręcony o  $1,82''$  na wschód od południka astronomicznego. W tym samym czasie w Niemczech został zmieniony punkt przyłożenia układu z Rauenberg na Helmersturm. Różnica długości geograficznej tych punktów wynosi  $0,1184''$ . Obydwa te punkty znajdują się w Poczdamie koło Berlina, na wysokości ok. 45 m.

Obliczenia wartości współrzędnych x, y w układzie Soldnera-



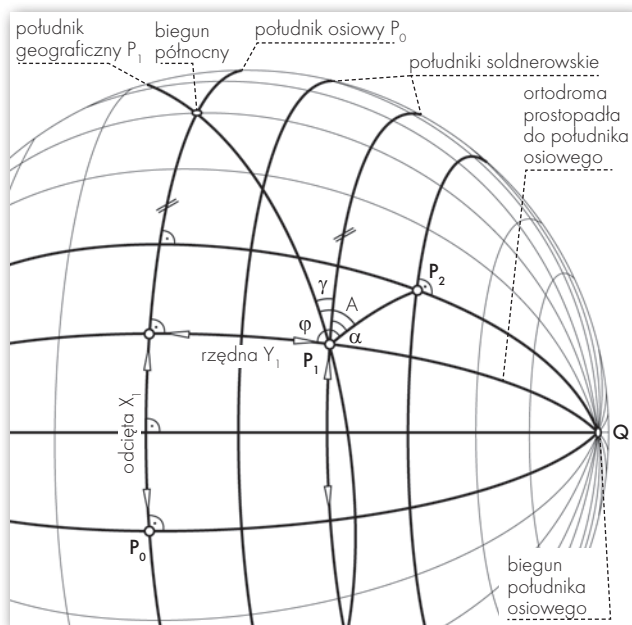
Rys. 2. Punkt początkowy układu Gollenberg (krzyż)

Cassiniego dokonywane przez geodetów pruskich dotyczyły punktów triangulacji państwowej, których współrzędne geograficzne B i L były podane w katalogach. Geodeta stosował wzory i tablice logarytmiczne, bazując na tablicach Lipsa, w których interpolowano je w konkretnych punktach siatki. Obecnie można wykonać obliczenia, stosując znane wzory [2].

## • OCENA PRUSKICH MATERIAŁÓW DOTYCZĄCYCH OSNOWY

W powiatach koszalińskim i świdwińskim zachował się w PODGIK-ach bardzo bogaty zbiór danych katastralnych, zawierający:

- operaty założenia i obliczenia sieci poligonowej wraz z punktami węzłowymi zakładanymi metodami triangulacyjnymi,
- wykazy współrzędnych x, y w układzie Gollenberg,
- pomiary granic, podstawowe i uzupełniające, w formie tomów (*Felbuch*),
- mapy katastralne w układzie Gollenberg, najczęściej w skali 1:2000,
- szkice osnow poligonowych,
- szczegółowe zarysy pomiarowe.



Rys. 3. Odwzorowanie Soldnera na kuli



**TAB. 1. WYNIKI 4-PARAMETROWEJ TRANSFORMACJI 2D 21 PKT ŁĄCZNYCH**

Nr punktu	X <sub>Bessel</sub>	Y <sub>Bessel</sub>	X <sub>Krasowski</sub>	Y <sub>Krasowski</sub>	m <sub>x</sub>	m <sub>y</sub>	m <sub>p</sub>
Exc 9/18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,16	0,16
32313320	-6525,04	12878,14	-6525,056	12878,125	-0,09	-0,04	0,10
323142750/1	308,46	31190,16	308,304	31190,493	-0,09	-0,14	0,15
32224322	-5453,484	-3505,967	-5453,487	-3506,017	-0,02	-0,17	0,17
32242214	-10181,36	5906,21	-10181,552	5906,233	0,08	-0,17	0,18
322222353	8510,057	-1031,377	8510,214	-1031,551	-0,04	0,04	0,05
322224451	5299,61	1238,38	5299,717	1238,339	-0,03	-0,08	0,08
322241714	-1950,367	-3084,145	-1950,368	-3084,347	0,02	0,00	0,00
3222341164	-3975,53	-18132,25	-3975,555	-18132,655	0,09	0,03	0,09
3233111078	-12416,79	9827,07	-12416,866	9826,981	-0,08	-0,02	0,08
3233121073	-9444,04	18714,70	-9444,063	18714,457	-0,15	-0,24	0,28
32331211	-10387,37	15805,98	-10387,252	15805,786	-0,28	0,16	0,32
322232521	-2928,44	-16259,04	-2928,403	-16259,497	0,03	0,11	0,11
323332551	-23328,14	14494,76	-23328,57	14494,534	0,13	0,11	0,17
332322350	-52704,19	-27741,19	-52704,72	-27741,873	0,11	-0,03	0,11
33241110	-53739,52	-24656,98	-3739,894	-24657,606	-0,07	-0,06	0,09
33241211	-49573,36	-17359,30	-49573,677	-17359,873	-0,12	-0,01	0,11
332412152	-53042,63	-14246,37	-53043,091	-14246,869	-0,03	-0,07	0,07
33241112	-50611,14	-12090,64	-50611,542	-12091,075	-0,07	-0,10	0,11
332234652	-47514,38	-14296,12	-47514,908	-14296,866	0,10	0,20	0,22
32333318	-24090,28	10244,08	-24090,934	10243,741	0,37	0,17	0,40

**TAB. 2. PUNKTY ŁĄCZNE POZYSKANE Z KATALOGÓW PUNKTÓW**

Punkty triangulacyjne Nazwa	dane pruskie		dane polskie	
	x	y	X	Y
1. Vorhülle 2580-24	-22291,11	36556,51	6046034,06	3486478,01
2. Arnsberg 2580-31	-23958,01	36985,84	6044362,88	3486888,73
3. Steinberg 323.342-21	-23137,80	34700,70	6045208,00	3484613,39
4. Espenberg 2580-17	21458,11	34917,37	6046884,50	3484848,43
5. S31 2580-1506	-19995,21	35947,49	6048335,80	3485894,40

Punkty triangulacyjne nr 1, 2, 4 są punktami IV klasy, punkt 5 jest punktem V klasy, punkt 3 odpowiada punktowi I klasy.

W powiecie koszalińskim znajdują się dane dla osnów poligonowych w układzie Gollenberg dla obszarów:

- miasto Koszalin,
- miasto Bobolice,
- obręb: Manowo, Dargiń, Sucha Koszalińska, Wierzchominko, Jatynia, Przydargiń, Glinka, Rekowo, Drzewiany, Krag, Karsinka, Chociwle, Nowosiółki, Kłani-no, Gostkowo-Żydowo.

W powiecie świdwińskim przeanalizowano obręby Redło i Kluczewo.

Nie wszędzie została w czasach pruskich przeprowadzona modernizacja katastru polegająca na założeniu osnowy poligonowej oraz pomiarze granic i budynków, a także użytków. Wiele obrębów ewidencyjnych (*Gemarkung*) posiada pomiary liniowe lub osnowę lokalną w formie poligonu zamkniętego. Najstarsze materiały i szkice pochodzą z roku 1850, gdzie jednostką miary liniowej był pręt pruski (1 pręt pruski = 1 rute = 3,766242 m), a powierzchnię obliczano w morgach (mórg pruski = 180 rute<sup>2</sup> = 0,25532 ha, 1 rute<sup>2</sup> = 14,18458 m<sup>2</sup>).

Operat poligonizacji w układzie Gollenberg geodeta tworzył następująco:

● pozyskiwał współrzędne geograficzne punktów triangulacyjnych,

● za pomocą tablic Lipsa i tablic logarytmicznych obliczał współrzędne tych punktów w układzie Gollenberg, używając formularzy i procedur określonych w pruskiej instrukcji katastralnej nr IX z 1881 r.,

● dokonywał pomiarów, zakładając triangulację lokalnego znaczenia metodą wcięć kątowych, obliczaną i wyrównywaną w układzie płaskim,

● zakładał i mierzył ciągi i sieci poligonowe, wyrównywane metodami przybliżonymi,

● sporządzał szkic osnowy i wykaz współrzędnych punktów nawiązania oraz punktów poligonowych,

● obliczał i opracowywał wykaz współrzędnych punktów posiłkowych (*kleine punkt*), wynikających z zakładanych linii pomiarowych przy pomiarach granic.

W obrębach można spotkać współrzędne mieszane, zarówno lokalne (np. pomiar drogi, szlaku kolejowego czy rzeki), jak też w układach Gollenberg i Gaussa-Krügera. W ramach obrębu punkty poligonowe były numerowane w sposób ciągły od 1, bez względu na to, czy były obliczane w układzie lokalnym obrębu, czy w układzie Gollenberg. Następne numery nadawano punktom posiłkowym.

Nie licząc miasta Bobolice, gdzie układ Gollenberg jest do dzisiaj użytkowany, dla powiatu koszalińskiego można wyszukać z zasobu jeszcze od 500 do 1000 punktów poligonowych w tym układzie. W zasobie katastru pruskiego znajdują się doskonale pomierzone sieci lokalne, obrębowe, w formie poligonów zamkniętych, często z miarami do budynków, punktów triangulacyjnych lub innych szczegółów. Przykładem takiego pomiaru jest poligonizacja wsi Niedalino, obliczona w układzie współrzędnych sąsiedniego obrębu Bardzolino. W tym operacie uwzględniono pomierzony metodą domiarów punkt triangulacyjny obecnej II klasy osnowy szczegółowej. Mając bazę numeryczną i opracowane dane analityczne do budynków i obecnych granic, można wpasować tę osnowę do istniejących danych w układzie obecnym, błędem mniejszym niż 0,5 m.

Duża liczba pruskich punktów została adaptowana do polskiej sieci triangulacyjnej jako punkty IV i V klasy.

● TRANSFORMACJE 2D Z UKŁADU GOLLENBERG NA UKŁAD 1965

W.C. Hu z Hongkongu [3] uporządkował i opisał sześcioparametrową transformację 2D, zaproponowaną przez Greenfelda, uzyskując końcowy wzór na taką transformację:

$$X = a + S_x x \cos\varphi - S_y y \sin(\varphi+\varepsilon)$$

$$Y = b + S_x x \sin\varphi + S_y y \cos(\varphi+\varepsilon)$$

**TAB. 3. PARAMETRY TRANSFORMACJI Z SYSTEMU DHDN NA ETRS**

Parametr	Transf. 1 (5 m)	Transf. 2 (3 m)	Transf. 3 (Nord)
Przesunięcie wzdłuż osi X	+582 m	+598,1 m	+590,5 m
Przesunięcie wzdłuż osi Y	+105 m	+73,7 m	+69,5 m
Przesunięcie wzdłuż osi Z	+414 m	+418,2 m	+411,6 m
Obrót wokół osi X	+1,04"	+0,202"	-0,796"
Obrót wokół osi Y	+0,35"	+0,045"	-0,052"
Obrót wokół osi Z	-3,08"	-2,455"	-3,601"
Zmiana skali	+8,3 ppm	+6,70 ppm	+8,30 ppm

**Transformacje:** 1. Parametry określone w 1995 r. na podstawie 69 pkt obejmujących całe Niemcy, dokładność 3-5 m.  
2. Parametry określone w 2001 r. na podstawie 109 pkt obejmujących całe Niemcy, dokładność do 3 m.  
3. Parametry określone w 2001 r. na podstawie 21 pkt dla części ptn. Niemiec.

gdzie  $a$  i  $b$  to wektory przesunięcia,  $\varphi$  – kątem obrotu,  $\varepsilon$  – odchyłką od kąta prostego pomiędzy osiami  $x'$  i  $y'$  w jednym z układów,  $S_x$ ,  $S_y$  – współczynniki skali różne dla osi  $x$  i  $y$ .

Przeliczenie współrzędnych z układu Gollenberg na układ 1965 autorzy wykonali według poniższego schematu:

1. Obliczenie dla punktów łącznych współrzędnych w układzie Soldnera-Cassiniego z punktem głównym Gollenberg na elipsoidzie Krassowskiego.

2. Obliczenie współczynników transformacji 2D pomiędzy dwoma układami, tj. Gollenberg (elipsoidalna Bessela) i Gollenberg (elipsoidalna Krasowskiego).

3. Obliczenie współrzędnych transformowanych punktów  $X, Y$  i  $B, L$  na elipsoidzie Krasowskiego.

4. Obliczenie współrzędnych punktów pruskiej osnowy w układzie 1965 (analogiczne obliczenia można przeprowadzić dla elipsoidy GRS 80 i układu 2000).

Dla badanych 21 punktów łącznych (tab. 1) uzyskano następujące współczynniki czteroparametrowej transformacji 2D (deformacje odwzorowawcze dla tego samego odwzorowania redukują się):

$$a = +0,02 \text{ m}, b = -0,16 \text{ m},$$

$$S (\text{skala}) = 1,000010868$$

$$\varphi = 0,00030268^{\circ}$$

Dużo lepsze wyniki można uzyskać przy przeliczeniu lokalnym z układu Gollenberg na układ 1965, wykorzystując punkty łączne pozyskane z katalogów punktów triangulacyjnych w ramach obrębu (patrz tab. 2). Współczynniki transformacji współrzędnych obliczono metodą najmniejszych kwadratów dla 6 parametrów, ponieważ są to dwa różne układy współrzędnych kartezjańskich. Błąd transformacji wynosi 0,076 m. Współczynniki wynoszą:

$$a = 6068717,74 \text{ m}, b = 3450178,03 \text{ m},$$

$$S_x \cos\varphi = 0,999657434,$$

$$S_y \cos(\varphi + \varepsilon) = 0,99970032,$$

$$S_y \sin(\varphi + \varepsilon) = 0,010949765,$$

$$S_x \sin\varphi = 0,011019697.$$

## • TRANSFORMACJA 3D Z UKŁADU PRUSKIEGO GOLLENBERG

Do przeliczenia pruskiej triangulacji i osnów poligonowych można przeprowadzić transformację 3D z elipsoidy Bessela na elipsoidę GRS 80. Schemat obliczeń winien wyglądać następująco:

1. Obliczenie współrzędnych  $B$  i  $L$  na elipsoidzie Bessela na podstawie współrzędnych  $x, y$  Gollenberg, przy czym punkt początkowy układu należy określić według południka Greenwich:

$$B = 54^{\circ} 12' 30,8584'' = 54^{\circ},20857178$$

$$L = 33^{\circ} 53' 46,4441'' - 17^{\circ} 39' 59,414'' = 16^{\circ} 13' 47,0301'' = 16^{\circ},22973058.$$

2. Pozyskanie współrzędnych  $XYZ$  dla punktów łącznych na elipsoidzie GRS80.

3. Obliczenie  $XYZ$  dla punktów łącznych na elipsoidzie Bessela.

4. Obliczenie regionalnych parametrów transformacji 3D.

5. Obliczenie współrzędnych punktów w układzie państwowym.

Do przeliczeń pomiędzy elipsoidą Bessela a elipsoidą GRS 80 przyjęto w Niemczech [4] siedem parametrów (patrz tab. 3, transformacja 1):

$$d_x = 582 \text{ m}, \omega_x = -1,04'',$$

$$d_y = 105 \text{ m}, \omega_y = -0,35'',$$

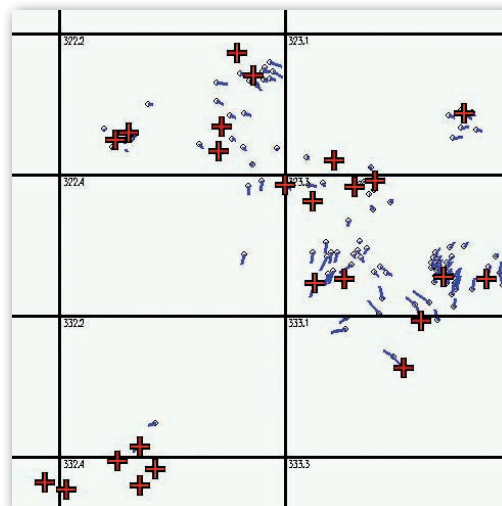
$$d_z = 414 \text{ m}, \omega_z = 3,08'',$$

$$m = 8,3 \cdot 10^{-6},$$

gdzie  $d_x, d_y, d_z$  – przesunięcia wzdłuż osi układu;  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  – obroty wokół osi układu;  $m$  – współczynnik skali.

W konkluzji opracowania [4] stwierdzono, że globalne obliczenie jest wykonane z dokładnością 5 m, zaś regionalne przeliczenia dają błędy średnie od 2 do 23 cm.

Dla wybranych punktów autorzy artykułu dokonali obliczeń lokalnych para-



Rys. 4. Graficzne przedstawienie odchyłek transformacji 3D

metrów przejścia z układu Gollenberg-Bessel na GRS 80, które wynoszą:

$$d_x = 497,046 \text{ m}, \omega_x = 2,05074'',$$

$$d_y = -11,954 \text{ m}, \omega_y = -3,94626'',$$

$$d_z = 484,062 \text{ m}, \omega_z = 1,496234'',$$

$$m = 10,078092 \cdot 10^{-6}.$$

Błąd średni obliczony z różnic współrzędnych punktów łącznych wynosi 0,09 m dla każdej osi.

Na rys. 4 przedstawiono graficzny obraz uzyskanych odchyłek dla wybranych punktów osnowy I i II klasy, a także punktów triangulacji IV i V klasy, na tle sekcji w skali 1:50 000. Krzyżykiem oznaczono położenie punktów łącznych. Z różnic  $\Delta x$  i  $\Delta y$  przeskalowano wektory odchyłek zaznaczone kolorem niebieskim. Maksymalne wielkości wektorów w tym obliczeniu wynoszą 0,5 m. Na rysunku widać duże wektory w gminach Polanów i Bobolice, natomiast w pobliżu punktów łącznych (powiat Świdwin, okolice Koszalina, gmina Manowo) odchyłki wynoszą ok. 0,25 m. W pobliskich ODGiK-ach znajduje się kilkadziesiąt operatów z założenia osnów poligonowych. Zawierają one kilka tysięcy współrzędnych punktów poligonowych w wykazach współrzędnych i dziennikach obliczeń.

## • TRIANGULACJA W UKŁADZIE GAUSSA-KRÜGERA

Sieć triangulacyjna w Niemczech była zakładana od roku 1870 do roku 1950 jako kombinacja kilkadziesiątu pomiarów podstawowych. Występuje pod nazwą DHDN – Deutschen Hauptdreiecksnetzes z centralnym punktem w Rauenberg w Poczdamie. Triangulacja była obliczana na elipsoidzie Bes-

TAB. 4. WYBRANE PUNKTY ŁĄCZNE W UKŁADZIE GAUSSA-KRÜGERA I 1965					
Nr punktu	$x_{gk5}$	$y_{gk5}$	$x_{65}$	$y_{65}$	Nazwa
33233419	5964819,64	5568924,55	6024679,78	3437634,31	Lutzig I Buślary
33214322	5963502,74	5539902,34	6024183,73	3408592,35	Schonefeld Bełtno
33221412	5974945,99	5569121,16	6034794,04	3438117,01	Lankow Biała Góra
32242211	5959338,22	5563717,26	6019348,97	3432275,58	Zuchen Toporzyk
322241714	6007204,72	5577164,50	6066805,02	3447069,55	Kościół MP Koszalin
32243218	5989599,94	5566877,98	6049502,57	3436290,03	Kasterntz I Kosciernica
322233600	6003645,87	5561000,59	6063705,72	3430814,61	Schmolenhagen
32222214	6019400,51	5584531,64	6078784,20	3454778,57	Iwięcino I
32242416	5993790,98	5584699,85	6053185,95	3454219,55	Rosnow I
32244219	5989178,87	5580885,50	6048684,89	3450276,96	Zebelsberg I
3331141003	5975083,88	5600453,85	6034046,07	3469432,70	tr35 Łozice
332213201	5970861,09	5558019,55	6031025,81	3426906,87	Batyn
323321305	5996696,45	6410162,45	6055825,3	3476009,84	Rotzog I Rosocha

sela, początkowo w stosunku do południka zerowego Ferro. Współrzędne geograficzne B i L były przeliczane na poszczególne układy lokalne, takie jak Gollenberg. W latach 30. przeprowadzono zmiany, mające na celu ujednoczenie katastru w Niemczech. Zmieniono zasady i instrukcje katastralne pamiętające czasy Gaussa oraz wprowadzono jednolity układ państwowy Gaussa-Krügera, w pasach trójstopniowych, bardzo podobny do naszego układu 2000. Zmieniono południk zerowy na Greenwich. Na obszarach obrębów Łozice, Krępa, Wyszewo, Jamno, Chmielno zachowały się dane w układzie państwowym G-K, strefa 15 lub 18°.

Na oficjalnej stronie internetowej Bundesamt für Kartographie und Geodäsie [5] przedstawiono parametry różnych transformacji z systemu DHDN na ETRS (patrz tab. 3). Spośród danych niemieckich i katalogowych w układzie 1965 autorzy wybrali w powiecie koszalińskim 13 punktów łącznych do dalszych analiz (tab. 4). Następnie obliczyli współrzędne na elipsoidzie GRS 80 według parametrów transformacji z tabeli 3 oraz różnice w stosunku do obliczeń katalogowych przeprowadzonych programem GEONET (tab. 5).

## • Z ELIPSOIDY BESSELA NA ELIPSOIDĘ GRS 80

Mając współrzędne kartezjańskie tych samych punktów  $X_1, Y_1, Z_1$  na elipsoidzie Bessela oraz  $X, Y, Z$  na elipsoidzie GRS80, można wyznaczyć transformację 7-parametrową:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_x \\ d_y \\ d_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & k & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix},$$

gdzie  $d_x, d_y, d_z$  współczynniki macierzy translacji, natomiast  $k, \omega_x, \omega_y, \omega_z$  – współczynniki macierzy rotacji,  $m$  – współczynnik skali wyrażony w ppm ( $k = 1 + m$ ).

Innym sposobem przeliczeń współrzędnych kartezjańskich 3D jest formuła transformacji afinicznej 12-parametrowej, określonej następującymi związkami liniowymi pomiędzy układem pierwotnym a układem wtórnym:

$$\begin{aligned} X &= X_1 + \Delta x + d_{11} \cdot X_1 + d_{12} \cdot Y_1 + d_{13} \cdot Z_1 \\ Y &= Y_1 + \Delta y + d_{21} \cdot X_1 + d_{22} \cdot Y_1 + d_{23} \cdot Z_1 \\ Z &= Z_1 + \Delta z + d_{31} \cdot X_1 + d_{32} \cdot Y_1 + d_{33} \cdot Z_1 \end{aligned}$$

Posługując się parametrami wyjściowymi oraz znając współrzędne kartezjańskie XYZ na elipsoidzie GRS80 dla wybranych punktów łącznych, można estymować parametry przekształcenia. Obliczenia przeprowadzono metodą naj-

mniejszych kwadratów, w programie Excel, stosując 5-6 iteracji. Obliczone regionalne parametry transformacji 7-parametrowej dla tych samych co poprzednio punktów łącznych (tab. 6) są inne od oficjalnych (tab. 3). W tym przeliczeniu najgorszy wynik uzyskano dla punktu nr 32223600  $m_p = 0,71$  m. Słabsze wyniki otrzymano też dla punktów 32222214 i 3331111003,  $m_p$  kolejno: 0,60 m i 0,56 m. Błąd średni wynosi 0,23 m.

Stosując drugi sposób obliczeń (transformację 12-parametrową), dla tych samych punktów łącznych uzyskano współczynniki jak w tab. 7, w której zawarto również obliczone według nich wartości współrzędnych kartezjańskich oraz różnice. Najgorsze wyniki uzyskano dla tych samych punktów, jednak wartości błędów średnich są mniejsze i wynoszą odpowiednio: 0,47 m, 0,27 m i 0,25 m (rys. 5).

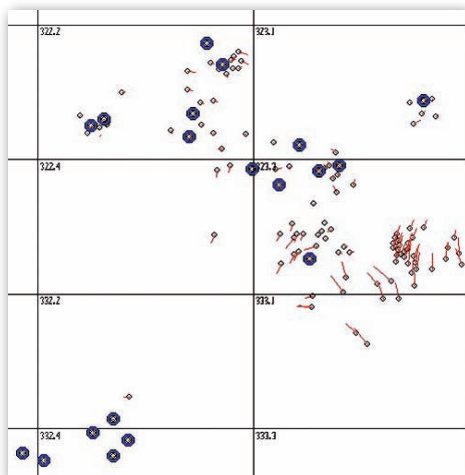
**TAB. 5. WSPÓLRZĘDNE NA ELIPSOIDZIE GRS 80 PRZELICZONE Z G-K WG PARAMETRÓW TRANSFORMACJI 5 M, 3 M ORAZ NORD**

Nr punktu	X(5 m)	Y(5 m)	Z(5 m)	$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta z$
33233419	3627316,16	1043152,762	5124310,157	0,08	0,39	-0,31
33214322	3635994,24	1015434,012	5123731,847	-0,20	-0,04	-0,52
33221412	3619365,13	1041225,907	5130280,054	-0,26	0,42	-0,33
32242211	3632966,43	1039276,252	5121115,847	0,22	0,19	-0,32
333241714	3592007,77	1042221,881	5149142,043	-0,31	0,10	-0,92
32243218	3608512,31	1035995,972	5138917,926	-0,38	0,36	-0,65
322233600	3599076,65	1027383,664	5147200,974	-1,22	-0,29	-0,40
32222214	3580488,77	1046761,355	5156191,055	-0,18	-0,08	-1,16
32242416	3600503,46	1052298,15	5141206,819	-0,26	0,25	-0,50
32244219	3605124,89	1049588,142	5138539,691	-0,27	0,26	-0,45
31141003	3610913,35	1071393,746	5130025,61	0,62	0,88	-0,49
332213201	3625488,38	1031374,401	5127961,83	-0,10	0,22	-0,49
			<b>średnia</b>	<b>-0,19</b>	<b>0,22</b>	<b>-0,54</b>
			<b>odch. stand.</b>	<b>0,43</b>	<b>0,29</b>	<b>0,26</b>
	X(3 m)	Y(3 m)	Z(3 m)			
33233419	3627315,72	1043151,6	5124307,283	-0,36	-0,77	-3,18
33214322	3635993,87	1015432,917	5123729,1	-0,57	-1,13	-3,27
33221412	3619364,7	1041224,748	5130277,167	-0,69	-0,74	-3,21
32242211	3632966	1039275,1	5121113,003	-0,21	-0,96	-3,16
333241714	3592007,35	1042220,714	5149139,081	-0,73	-1,07	-3,88
32243218	3608511,9	1035994,823	5138915,031	-0,79	-0,79	-3,54
322233600	3599076,27	1027382,534	5147198,086	-1,60	-1,42	-3,29
32222214	3580488,35	1046760,174	5156188,047	-0,60	-1,27	-4,17
32242416	3600503,01	1052296,96	5141203,842	-0,71	-0,94	-3,48
32244219	3605124,45	1049586,959	5138536,735	-0,71	-0,92	-3,40
31141003	3610912,85	1071392,512	5130022,588	0,11	-0,36	-3,51
332213201	3625487,97	1031373,267	5127958,995	-0,50	-0,91	-3,33
			<b>średnia</b>	<b>-0,61</b>	<b>-0,94</b>	<b>-3,45</b>
			<b>odch. stand.</b>	<b>0,40</b>	<b>0,27</b>	<b>0,30</b>
	X(Nord)	Y(Nord)	Z(Nord)			
33233419	3627317,3	1043153,71	5124305,54	1,23	1,34	-4,92
33214322	3635995,32	1015434,933	5123727,494	0,88	0,88	-4,87
33221412	3619366,26	1041226,929	5130275,439	0,87	1,44	-4,94
32242211	3632967,58	1039277,157	5121111,275	1,36	1,10	-4,89
333241714	3592008,87	1042223,14	5149137,365	0,78	1,36	-5,59
32243218	3608513,41	1035997,098	5138913,336	0,73	1,49	-5,24
322233600	3599077,72	1027384,887	5147196,443	-0,15	0,94	-4,93
32222214	3580489,86	1046762,705	5156186,315	0,92	1,27	-5,90
32242416	3600504,59	1052299,316	5141202,069	0,88	1,42	-5,25
32244219	3605126,03	1049589,272	5138534,973	0,87	1,39	-5,17
31141003	3610914,56	1071394,787	5130020,71	1,83	1,92	-5,39
332213201	3625489,49	1031375,387	5127957,314	1,01	1,21	-5,01
			<b>średnia</b>	<b>0,93</b>	<b>1,31</b>	<b>-5,18</b>
			<b>odch. stand.</b>	<b>0,46</b>	<b>0,27</b>	<b>0,32</b>



TAB. 6. WYNIKI 7-PARAMETROWEJ TRANSFORMACJI 3D

Nr punktu	X <sub>obl</sub>	Y <sub>obl</sub>	Z <sub>obl</sub>	Δx	Δy	Δz	parametry
33233419	3627316,01	1043152,55	5124310,39	-0,07	0,18	-0,07	d <sub>x</sub> = 501,0186 m
33214322	3635994,36	1015434,00	5123732,35	-0,07	-0,05	-0,01	d <sub>y</sub> = -17,1229 m
33221412	3619365,16	1041225,71	5130280,46	-0,23	0,22	0,08	d <sub>z</sub> = 528,2203 m
32242211	3632966,24	1039276,07	5121116,04	0,03	0,01	-0,13	ω <sub>x</sub> = 2,34257"
322241714	3592008,29	1042221,67	5149142,93	0,21	-0,11	-0,03	ω <sub>y</sub> = -4,6817"
32243218	3608512,62	1035995,81	5138918,61	-0,06	0,20	0,04	ω <sub>z</sub> = 0,685696"
322233600	3599077,28	1027383,56	5147201,97	-0,59	-0,39	0,59	k = 1,000004257
32222214	3580489,44	1046761,11	5156192,08	0,49	-0,33	-0,13	
32242416	3600503,66	1052297,87	5141207,40	-0,05	-0,03	0,08	
32244219	3605125,06	1049587,88	5138540,23	-0,10	0,00	0,09	
3331141003	3610913,06	1071393,32	5130025,70	0,33	0,45	-0,40	
332213201	3625488,45	1031374,27	5127962,28	-0,03	0,09	-0,04	
323321305	3592153,68	1072533,98	5142854,52	0,15	-0,24	-0,04	
							m <sub>p</sub> = 0,23



Rys. 5. Uzyskane odchyłki transformacji 3D

## • MAPY KATASTRALNE W SKALI 1:2000

Znając zależności transformacyjne, można wpasować mapy katastralne (kolor niebieski) i porównać z rysunkiem obecnej mapy ewidencji gruntów i budynków (rys. 6). Natomiast dane ze szkiców katastralnych i pruskie zarzysy pomiarowe winny stanowić użytkowy zasób uzupełniający do powojennych pomiarów podstawowych, o ile granice nie uległy zmianie.

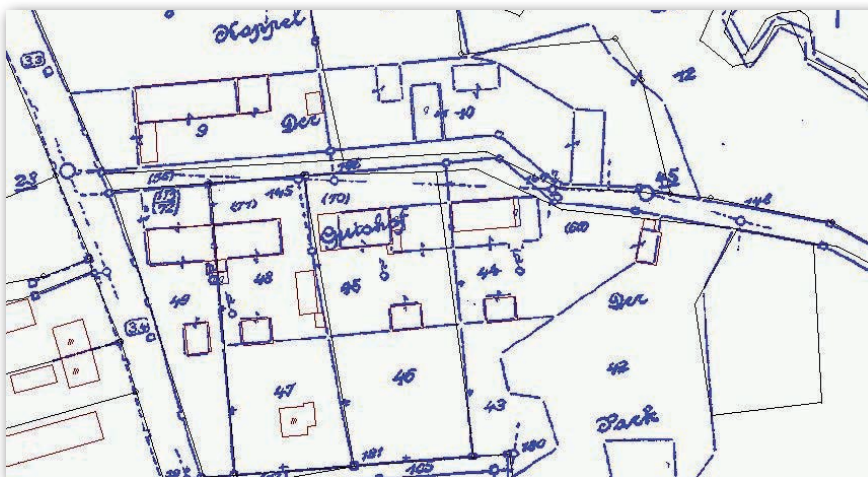
Mapy można wpasować w przetransformowaną do obecnego układu państwowego siatkę kwadratów. Siatka kwadratów w pruskich mapach ewidencyjnych w skali 1:2000 jest opisana współrzędnymi w układzie lokalnym lub w odwzorowaniu Gaussa-Krügera. We wpasowaniu biorą udział wszystkie kwadraty. Jeżeli mapa jest zniszczona, dobrze dokonać wpasowania metodą afiniczną. Niektóre z tych map były pierworysami przy zakładaniu w okresie powojennym map klasyfikacji ewidencji gruntów i budynków. Na

uwagę zasługuje fakt, że wiarygodność i dokładność danych pruskich jest dużo lepsza od pomiarów powojennych.

## • OD OSNÓW PRUSKICH DO ASG

Podwaliny polskiej ewidencji gruntów na terenie Pomorza Środkowego tworzono bezpośrednio po wojnie na bazie kata-

stru pruskiego. W całości wykorzystano tu mapy w skalach 1:5000, 1:2000 i inne; w mniejszym zakresie – szkice polowe i zarzysy pomiarowe, ze względu na odmienny państwowy układ odniesienia i braki w tych materiałach. Wykonując pomiar pierwotny obrębu dla potrzeb ewidencji gruntów, geodeta albo zakładał



Rys. 6. Fragment wpasowanej mapy katastralnej na tle danych numerycznych z ODGiK

TAB. 7. WYNIKI 12-PARAMETROWEJ TRANSFORMACJI 3D

Nr punktu	X <sub>obl</sub>	Y <sub>obl</sub>	Z <sub>obl</sub>	Δx	Δy	Δz	parametry
33233419	3627316,08	1043152,33	5124310,47	0,01	-0,04	0,01	Δ <sub>x</sub> = -18843,9390602
33214322	3635994,40	1015434,12	5123732,38	-0,04	0,07	0,01	Δ <sub>y</sub> = 13606,6295964
33221412	3619365,31	1041225,54	5130280,42	-0,07	0,05	0,04	Δ <sub>z</sub> = 12252,1365741
32242211	3632966,28	1039275,88	5121116,16	0,07	-0,18	-0,01	d <sub>11</sub> = 0,00172296448
322241714	3592008,31	1042221,86	5149142,79	0,23	0,08	-0,17	d <sub>12</sub> = 0,00049172874
32243218	3608512,82	1035995,80	5138918,45	0,13	0,19	-0,13	d <sub>13</sub> = 0,00248224805
322233600	3599077,42	1027383,80	5147201,72	-0,45	-0,15	0,34	d <sub>21</sub> = -0,00121909635
32222214	3580489,21	1046761,52	5156192,03	0,26	0,08	-0,19	d <sub>22</sub> = -0,00035250159
32242416	3600503,68	1052297,83	5141207,36	-0,04	-0,07	0,04	d <sub>23</sub> = -0,00171441609
32244219	3605125,13	1049587,79	5138540,17	-0,02	-0,09	0,04	d <sub>31</sub> = -0,00105982161
3331141003	3610912,80	1071393,11	5130026,01	0,06	0,24	-0,09	d <sub>32</sub> = -0,00030306633
332213201	3625488,61	1031374,18	5127962,23	0,14	0,00	-0,09	d <sub>33</sub> = -0,00149036713
323321305	3592153,28	1072534,03	5142854,78	-0,25	-0,19	0,22	
							m <sub>p</sub> = 0,16

osnowę poligonową w układzie lokalnym (pomiaru PGR), albo pracował na mapie katastralnej w terenie, odkładając tylko miary liniowe. Obecnie, gdy mamy powszechny dostęp do komputerów, programów informatycznych, skanerów, gdy posiadamy numeryczną bazę EGIB oraz ortofotomapę, można sięgać do materiałów pruskich i dokonywać analiz ich przydatności do naszych celów.

Okazuje się, że można odszukać punkty łączne, które były pruskimi punktami triangulacyjnymi, a obecnie są

punktami osnowy podstawowej i szczegółowej. Na tej podstawie można dokonywać transformacji współrzędnych pruskich do układu państwowego. A co za tym idzie, można korzystać z map w skali 1:2000, szkiców katastralnych i zarysów. Po przeanalizowaniu pewnej grupy materiałów okazuje się, że obecne przebiegi granic często zgadzają się z pruskimi danymi katastralnymi lub na ich podstawie można te granice lepiej odtworzyć.

Oprócz pełnego dostępu do zasobu geodezyjnego potrzebne są odpowiednie programy informatyczne, pozwalające na wpasowywanie i generowanie rastrów, analizę numerycznej bazy ewidencji gruntów i budynków oraz możliwości różnych transformacji współrzędnych. Potrzebna też jest wiedza o algorytmach obliczeniowych programów.

Punkty graniczne posiadają atrybut dokładnościowy błąd położenia punktu. Musimy dla naszych celów wiedzieć, jak określono ten atrybut, jaka jest jego wartość. Krytycznie należy podejść do wszelkich metod obliczeniowych związanych z transformacjami afinicznymi, które mogą w pewnych obszarach zniekształcać wyniki obliczeń.

Opracowując bazy numeryczne w latach 70. i 80., pominięto element istotny, który można nazwać „ewidencją osnowy geodezyjnej”. W dobie budowania sieci ASG i nowoczesnych technologii pomiarów GPS-RTK konieczne jest sięgnięcie wstecz i uporządkowanie tego, co mamy. Rozwiązaniem wydaje się rzetelne zebranie informacji dotyczących osnów. Głównie chodzi tu o osnowy katastru pruskiego, osnowy Lasów Państwowych, osnowy pomiarów PGR i terenów wiejskich. Dla osnowy III klasy i osnowy pomiarowej dowiązanej do niej, do prac polowych wystarczą geodetom współrzędne i opisy topograficzne. Im mniej dokładna jest osnowa, tym większa potrzeba znajomości jej atrybutów, np. wektora przesunięcia w stosunku do osnowy III klasy.

ZBIGNIEW KALITA,  
PUGK Geodet w Koszalinie;  
WŁADYSŁAWA KALITA,  
Politechnika Koszalińska

#### Literatura:

- [1] C.Killet Softwareentwicklung Gbr killet@killetosft.de;
- [2] Geodezja wyższa i astronomia geodezyjna. Zadania i przykłady, PWN, Warszawa 1988 r.;
- [3] W.C. Hu, Efficient least squares coordinate transformation for arbitrary number of parameters, „Journal Surveying engineering”, maj 2003;
- [4] J. Cai, The systematic analysis of the transformation between the German geodetic reference system (DHDN i DHHN) and ETRF System (DREF91), 2000 r.;
- [5] <http://crs.bkg.bund.de>

# LISTY PROJEKTÓW ZWERYFIKOWANE

Projekt Geoportal 2, za którego realizację będzie odpowiedzialny GUGiK, znalazł się na zweryfikowanej przez MRR indywidualnej liście projektów indywidualnych (tzw. kluczowych) do Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.

**P**odczas konferencji prasowej 1 lutego minister rozwoju regionalnego Elżbieta Bieńkowska tłumaczyła jednak, że umieszczenie projektu na liście projektów kluczowych nie oznacza gwarancji uzyskania dofinansowania. Gwarancją jest podpisanie umowy o dofinansowanie. Miejsce na tej liście oznacza jedynie, że projekt jest ważny dla strategii rozwoju kraju. Minister zapowiedziała, że przegląd i weryfikacja list będą przeprowadzane co pół roku i projekty, które nie będą gwarantowały dotrzymania terminów realizacji, będą z nich usuwane.

**M**inisterstwo przeprowadziło weryfikację listy projektów kluczowych nie tylko dla PO Innowacyjna Gospodarka, ale także dla PO Infrastruktura i Środowisko oraz PO Rozwój Polski Wschodniej. Tłumacząc powody weryfikacji list opracowanych przez poprzednie kierownictwo resortu w 2007 r., minister Bieńkowska wyjaśniła, że powstały one przed ostatecznym zatwierdzeniem programów przez Komisję Europejską. Istniała więc obawa, że projekty nie są spójne z zapisami programowymi. Podkreśliła też, że przy weryfikacji list brano pod uwagę wyłącznie kryteria merytoryczne. Obecnie na listach są 433 projekty o orientacyjnej całkowitej wartości 166,448 mld złotych, a szacunkowa wartość ich dofinansowania to 104,841 mld złotych. Jak poinformowano, w wyniku weryfikacji łączna liczba projektów indywidualnych do PO IG i PO IiŚ (podstawowych oraz rezerwowych) na listach zmniejszyła się o 49%. Lista projektów kluczowych w ramach PO RPW nie uległa zmianie.

**W** wykazie indywidualnych projektów kluczowych dla PO Innowacyjna Gospodarka (VII oś priorytetowa „Społeczeństwo informacyjne – budowa elektronicznej

administracji”) na liście podstawowej znalazły się m.in.:

- **Geoportal 2** (za realizację odpowiada: GUGiK/orientacyjny koszt całkowity: **89,84 mln zł**/przewidywany okres realizacji: 2008-2012),

- **Informatyzacja wydziałów ksiąg wieczystych** (Ministerstwo Sprawiedliwości/**37,01 mln zł**/2008-2010),

- **Rozbudowa dziedziczonej platformy elektronicznej Ministerstwa Sprawiedliwości**, w tym uruchomienie usług dla przedsiębiorców i osób fizycznych na portalu dostępowoinformacyjnym – dostęp elektroniczny do wydziałów ksiąg wieczystych, które prowadzą księgi wieczyste w formie elektronicznej, KRK, Biura Monitora Sądowego i Gospodarczego (Ministerstwo Sprawiedliwości/**16,89 mln zł**/2008-2011);

- **System Informacyjny Statystyki Publicznej** (GUS/**114,9 mln zł**/2009-2013) – poprzednio na liście projektów rezerwowych.

**Z** listy podstawowej Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka opracowanej przez poprzednie kierownictwo resortu „wypadł” projekt ● Budowa dziedziczonego portalu usług prawnych – portali informacyjnych notariuszy, radców prawnych, komorników, adwokatów (Ministerstwo Sprawiedliwości). To samo spotkało projekty z listy rezerwowej 2007, takie jak: ● Modernizacja i rozbudowa Rejestru Gospodarstw oraz LPIS/GIS (ARiMR), ● Budowa platformy informatycznej do obsługi kontroli na miejscu (ARiMR), ● Ogólnopolski Portal Rynku Nieruchomości (Ministerstwo Budownictwa). Z kolei na liście rezerwowych projektów do realizacji w ramach PO IiŚ poprzednio był ● projekt utworzenia Centrum Geodezyjnego Akademii Rolniczej w Krakowie (AR w Krakowie). Na zweryfikowanej liście już go nie ma.

ANNA WARDZIAK