

SERIA WYDAWNICZA: BIBLIOTEKA POMOCY NAUKOWYCH
SERIA: MONOGRAFIE

WYŻSZA SZKOŁA GOSPODARKI KRAJOWEJ
W KUTNIE

TEMATYKA BADAŃ NAUKOWYCH W DYSCYPLINIE GEODEZJA I KARTOGRAFIA

**Praca zbiorowa pod redakcją
Stefana Przewłockiego**

KUTNO 2016

Praca zbiorowa pod redakcją prof. dr hab. Stefana Przewłockiego

TEMATYKA BADAŃ NAUKOWYCH W DYSCYPLINIE GEODEZJA I KARTOGRAFIA

Zespół recenzujący:

Prof. dr hab. inż. Wiesław Pawłowski - Politechnika Łódzka

Dr inż. Zdzisław Andrzejowski - Społeczna Akademia Nauk w Łodzi

Mgr inż. Sławomir Lubowiecki - Geodeta miasta Kutno

Redaktor: Zbigniew Białobłocki

Korekta: Aneta Moszczyńska

ISBN 978-83-63484-25-5

Skład i projekt okładki: Łukasz Różyński

Druk i oprawa

MCP Mazowieckie Centrum Poligrafii

ul. Słoneczna 3C, 05-270 Marki

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, przedrukowywanie i rozpowszechnianie całości lub fragmentów publikacji bez zgody wydawcy zabronione. © 2016 Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie

Spis treści

Fiodor Zabłocki, Mirosława Paziak, Stefan Przewłocki

Porównanie opóźnienia troposferycznego oraz jego składników otrzymanych z obserwacji GPS a radiosondaża meteorologicznego 5

Stefan Przewłocki, Kornelii Tretyak, Solomij Dosyn, Janusz Śledziński

Analiza określania prędkości pionowych ruchów skorupy wybrzeża europy metodami obserwacji: mareograficznymi i GNSS 12

Zdzisław Adamczewski, Piotr Zygadło

Analiza statystyczna różnic między odstępami elipsoidalnymi dwu polskich geoid: „urzędowej” GUGiK i „naturalnej” Kronsztadt’86 w punktach ASG-EUPOS 22

Stefan Przewłocki, Kornelii Tretyak, Ihor Savchyn, Mychailo Duma

Rozwój metody optymalizacji geometrycznej konfiguracji geodezyjnej sieci (na przykładzie bazowej GNSS sieci dniewostrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej) 31

Zdzisław Adamczewski, Luiza Larsen

Problem modelu deformacji zbiornika walcowego na paliwa płynne 41

Zdzisław Adamczewski

Ogólne rozwiązanie zadania Przewłockiego metodą najmniejszych kwadratów 49

P. I. Baran, K. O. Burak, L. Pitoń

Nowa metoda lokalizacji i połączenia kłotoidy z łukiem kołowym 54

Marian Czocharński, Joanna Dziubińska

Charakterystyka zasobu nieruchomości gruntowych skarbu państwa pokrytych powierzchniowymi wodami płynącymi na obszarze województwa łódzkiego 62

Marian Czocharński, Monika Jaroszevska

Wywłaszczanie nieruchomości w specustawach kolejowych Królestwa Polskiego 71

Marian Czocharński, Grzegorz Kowalski

Mapa ważniejszych zakładów przemysłowych miasta Łodzi w 1889 roku 79

Dr inż. arch. Renata Przewłocka-Sionek

Elementy identyfikujące zabudowę mieszkaniową z przełomu XIX/XX wieku w Brzezinach. 88

**Sprawozdanie z wyjazdu studentów VI semestru Wyższej Szkoły Gospodarki Krajowej w Kutnie
na ćwiczenia geodezyjne organizowane na Politechnice Lwowskiej. 107**

Fiodor Zabłocki, Mirosława Paziak, Stefan Przewłocki
Narodowy Uniwersytet "Lwowska politechnika"
Stefan Przewłocki, Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie

Porównanie opóźnienia troposferycznego oraz jego składników otrzymanych z obserwacji GPS a radiosondaż meteorologicznego

Wprowadzenie

Współczesny globalny system pozycjonowania (GPS - Global Positioning System) zajmuje dominującą rolę w geodezji i nawigacji. Pomiar GPS zapewniają wysoką dokładność położenia. Dokładność ta jest regulowana przez szereg błędów, których wielkość jest skorygowana albo wykluczona. Podstawowy błąd, który jest trudny do precyzyjnego określenia w pomiarach GPS jest błędem, który jest spowodowany wpływem atmosfery neutralnej (troposfery oraz stratosfery). Błąd ten jest nazywany opóźnieniem troposferycznym, który ma dwa składniki – hydrostatyczny (suchy) i mokry. Całkowita wartość opóźnienia troposferycznego zmienia się w zenitalnym (pionowym) kierunku od 2.2 do 2.6 m. Zaznaczmy, że pierwszy składnik hydrostatyczny lub suchy wynosi około 90% od całkowitej wartości opóźnienia troposferycznego.

W geodezji opóźnienie troposferyczne (przy osiągnięciu dokładnego wyniku pomiaru) jest wadą i powinno być usunięte lub poprawione. Ponieważ pierwsze podejście, jak z jonosferycznym opóźnieniem, jest niemożliwe, to pozostaje drugie – skorygować, czyli ograniczyć wielkość opóźnienia troposferycznego do minimum, który będzie zadowalać wymaganą dokładność. W związku z tym, szereg modeli analitycznych, przeznaczonych do rozwiązania tego problemu, został opracowany. Jednak, jak wiadomo, upragniony wynik nie został osiągnięty z powodu znacznej przestrzennej i czasowej zmiany zawartości pary wodnej w powietrzu, a zatem i mokrego składnika opóźnienia troposferycznego.

Dla meteorologii, w odróżnieniu od geodezji, te opóźnienie zawiera ważne informacje dotyczące całkowitej masy pary wodnej wzdłuż toru sygnału GPS.

Rozwiązanie tego jest w pracy naukowej [Bevis i in., 1992], gdzie wykazano, jak przy użyciu danych z obserwacji GPS można określić wielkość składnika mokrego a odpowiednio zawartość pary wodnej w troposferze.

Opóźnienie troposferyczne z obserwacji GPS

Rozpatrzmy kolejność określenia składnika mokrego opóźnienia troposferycznego na podstawie równania dla pseudoodległości kodowej z obserwacji GPS (Zablotskyi, 2013). Ono ma postać:

$$P_r^s = \rho_r^s + c \cdot \delta t_r + c \cdot dt_{r, syst} - c \cdot \delta t^s - c \cdot dt_{syst}^s + d_{trop} + d_{ion} + \delta \rho_{rel} + \delta \rho_{mul} + \dots + \Delta \quad (1)$$

gdzie P_r^s jest pseudoodległość kodowa pomiędzy satelitą a odbiornikiem;

ρ_r^s jest geometryczna odległość pomiędzy satelitą a odbiornikiem;

C jest prędkość światła w próżni;

δt_r jest poprawka zegara odbiornika;

$dt_{r, syst}$ są opóźnienia w odbiorniku i jego antenie;

δt^s jest poprawka zegara satelity;

dt_{syst}^s są opóźnienia w satelicie i jego antenie;

d_{trop} jest opóźnienie troposferyczne;

d_{ion} jest opóźnienie jonosferyczne;

$\delta \rho_{rel}$ jest poprawka relatywistyczna;

$\delta \rho_{mul}$ jest poprawka do efektu „multipath” – odbitych sygnałów satelitarnych;

Δ jest błąd pomiaru.

Geometryczna odległość pomiędzy satelitą a odbiornikiem jest zdefiniowana jako

$$\rho_r^s = \sqrt{(X^s - X_r)^2 + (Y^s - Y_r)^2 + (Z^s - Z_r)^2}, \quad (2)$$

gdzie X^s, Y^s, Z^s są współrzędne prostokątne satelity,

X_r, Y_r, Z_r są współrzędne prostokątne anteny odbiornika GPS.

Opóźnienie troposferyczne, zgodnie z równaniem (1) definiuje się w następujący sposób. Przede wszystkim wyrazy w prawej stronie równania są określone przez ten lub inny czynnik, który wyraża poprawki, opóźnienia lub błędy, a mianowicie:

- poprawka $c \cdot (\delta t_r - \delta t^s)$ wraz z opóźnieniem $c \cdot (dt_{r, syst} - dt_{syst}^s)$, spowodowana niesynchronizmem zegarów satelity i odbiornika, jest określona rozwiązaniem kombinacji pojedynczych i podwójnych różnic faz (pomiarów GPS);
- opóźnienie jonosferyczne d_{ion} usuwa je się za pomocą odbiorników GPS o podwójnej częstotliwości;
- poprawka relatywistyczna $\delta \rho_{rel}$ jest ustalona z modelowania;

- efektów spowodowanych odbiciem sygnałów radiowych $\delta\rho_{mul}$ unika się przez zastosowanie specjalnej technologii pomiarów na stacji;
- błąd obserwacji Δ , w uśrednionych wynikach jest stosunkowo mały i zazwyczaj pomijany (nie uwzględnia się).

Pseudoodległość P_r^{ts} , rozwiązana w ten sposób, ma postać:

$$P_r^{ts} = \rho_r^s + d_{trop} \quad (3)$$

stąd opóźnienie troposferyczne będzie:

$$d_{trop} = P_r^{ts} - \rho_r^s \quad (4)$$

Całkowite opóźnienie troposferyczne uzyskuje się ze wzoru (4), i odnosi się na ogół do kierunków nie zenitowych, to jest $z \neq 0^\circ$, czyli do kierunków o kątach elewacji $90^\circ \succ \varepsilon \succ 0^\circ$. Dalej wartość całkowitego opóźnienia troposferycznego redukują się do kierunku zenitalnego za pomocą zależności:

$$d_{trop}^z = \frac{d_{trop}}{m(\varepsilon)} \quad (5)$$

gdzie d_{trop}^z - zenitalne opóźnienie troposferyczne; $m(\varepsilon)$ - funkcja mapowania która służy do przejścia od pochyłych opóźnień troposferycznych do zenitowych opóźnień a odwrotnie. Wiadomo, że wielkość d_{trop}^z obejmuje składnik hydrostatyczny i składnik mokry

$$d_{trop}^z = d_h^z + d_w^z. \quad (6)$$

Składnik hydrostatyczny zenitalnego opóźnienia troposferycznego obliczany za wzorem:

$$d_h^z = 10^{-6} K_1 R_d \frac{P_0}{g_m}, \quad (7)$$

gdzie $K_1 = 77.624$ - współczynnik określony empirycznie; R_d - stała gazowa suchego powietrza P_0 - powierzchniowe ciśnienie atmosferyczne; g_m - przyspieszenie siły ciężkości w środku mas słupa pionowego powietrza, oblicza się według wzoru:

$$g_m = 9.784 \cdot (1 - 0.0026 \cos 2\varphi - 28 \cdot 10^{-6} H_0), \quad (8)$$

gdzie φ, H_0 - szerokość oraz wysokość punktu (m).

Więc składnik hydrostatyczny zenitalnego opóźnienia troposferycznego może być określony jedynie na podstawie wartości ciśnienia atmosferycznego, zmierzonego na poziomie anteny odbiornika GPS, za pomocą wzoru (7) lub wykorzystując formułę Saastamoinena [Mendes, 1999]:

$$d_h^z = \frac{0.002277 \cdot P_0}{(1 - 0.0026 \cos 2\varphi - 28 \cdot 10^{-8} H_0)}, \quad (9)$$

Biorąc pod uwagę wartość d_h^z , za pomocą równania (6) obliczają wartość składnika mokrego zenitalnego opóźnienia troposferycznego:

$$d_w^z = d_{trop}^z - d_h^z. \quad (10)$$

Wartość d_w^z , obliczona według wzoru (10), stanowi zenitalny składnik mokry używany z obserwacji GPS.

Równanie zenitalnego opóźnienia troposferycznego i jego składników dla radiosondaża meteorologicznego

Całkowite zenitalne opóźnienie troposferyczne oraz jego składniki można obliczyć całkowaniem danych radio sondowania atmosfery za pomocą równania (Zabłotyski, 2000):

$$d_{trop}^z = 10^{-6} \int_{H_0}^{H_d} K_1 \frac{P}{T} \left(1 - 0.378 \frac{e}{P}\right) \cdot dH + 10^{-6} \int_{H_0}^{H_w} [(K_2 - K_1 \cdot 0,622) \frac{e}{T} + K_3 \frac{e}{T^2}] \cdot Z_w^{-1} \cdot dH \quad (11)$$

gdzie H_d i H_w - górna granica suchej i wilgotnej atmosfery odpowiednio; dH - wysokość bieżącej warstwy atmosfery; $K_1 = 77.624$, $K_2 = 64.7$, $K_3 = 3.719$ są współczynniki, określone empirycznie; T - absolutna temperatura powietrza w kelwinach; e - częściowe ciśnienie pary wodnej; $Z_w^{-1} = 1 + 1650 \cdot \frac{e}{T^3} (1 - 0.01317 \cdot t + 1,75 \cdot 10^{-4} \cdot t^2 + 1,44 \cdot 10^{-6} \cdot t^3)$ - czynnik ściślności pary wodnej dla przejścia od gazów doskonałych do gazów rzeczywistych, t - temperatura powietrza w stopniach Celsjusza.

Oznaczmy że pierwszy wyraz równania (11) jest zenitalne opóźnienie hydrostatyczne, a drugi - zenitalne opóźnienie mokre.

Obliczenie opóźnienia troposferycznego i jego składników za pomocą danych radiosondaży atmosfery a danych GPS pomiarów

Zauważmy, że stacje radio-sondowania głównie zlokalizowane są na terenach portów lotniczych, dlatego dla nie wielu stacji GPS jest możliwość dobrać odpowiednie dane radiosondaży.

Dla określenia zenitalnych opóźnień troposferycznych oraz ich składników wykorzystaliśmy dwie stacje radio - sondowania [8]. Wybór tych stacji był uwarunkowany tym, że są one usytuowane prawie na tym samym równoleżniku. Również wybraliśmy dwie blisko odpowiednio stacje GPS, które są włączone do sieci EPN [6,7]. Dla każdej stacji radiosondaży wybrano dziesięć sondowań (0^h UT) w drugiej dekadzie stycznia i lipca 2013 r, a również pełne opóźnienia troposferyczne od dwóch stacji GPS, w ten że sam czas. Współrzędne stacji przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Współrzędne stacji radio sondowania a stacji GPS

Stacja radio sondowania lub stacja GPS	Nazwisko, numer	Państwo	Szerokość ° ' "	Długość ° ' "	Wysokość, m	Odległość, km
stacja radio sondowania	Poprad-Ganovce	Słowacja	49 01,8	20 18,6	706,0	0,7
	11952					
stacja GPS	GANP	Słowacja	49 01,8	20 19,2	745,2	
stacja radio sondowania	Praha - Libus	Czechy	50 00,0	14 27,0	303,0	26,3
	11520					
stacja GPS	GOPE	Czechy	49 54,6	14 47,4	592,6	

Ponieważ wysokości stacji Praha-Libus a GOPE różnią się prawie o 300 m, to parametry meteorologiczne granicy dolnej pierwszej stacji byli redukowane do dolnej granicy drugiej stacji.

Przy opracowywaniu danych obserwacji będziemy brać pod uwagę wyniki sondowania jako etalonowe. Dlatego składnik mokry zenitalnego opóźnienia troposferycznego jest obliczany za pomocą równania (11), porównujemy ze składnikiem mokrym otrzymanym z pomiarów GPS (10). Uśrednione wyniki obliczone po każdej stacji przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Uśrednione składniki hydrostatyczne i mokre (mm), 2013 r

	$d_h^z \text{ sond}$	$d_w^z \text{ sond}$	$d^z SA$	$\Delta d^z SA$	$d_{trop}^z GPS$	$d^z GPS$	$\Delta d^z GPS$
	1	2	3	4	5	6	7
Poprad-Ganovce i GANP							
<i>Styczeń</i>							
średnie	2095,9	64,4	2097,3	-1,4	2163,9	66,6	-2,1
	$s =$			1,2			4,2
<i>Lipiec</i>							
średnie	2131,2	119,6	2135,3	-4,1	2262,6	127,3	-7,7
	$s =$			0,5			16,9
Praga-Libus i GOPE							
<i>Styczeń</i>							
średnie	2135,1	43,9	2141,4	-3,3	2190,8	49,4	-5,6
	$s =$			3,6			2,4
<i>Lipiec</i>							
średnie	2168,9	117,0	2172,6	-3,7	2298,3	125,8	-8,7
	$s =$			4,7			13,5

W kolumnach tabeli 2 przedstawiono następujące wartości:

$d_h^z \text{ sond}$, $d_w^z \text{ sond}$ – składnik hydrostatyczny oraz składnik mokry zenitalnego opóźnienia troposferycznego otrzymane za pomocą danych radio sondowania atmosfery; $d_h^z SA$ – składnik hydrostatyczny zenitalnego opóźnienia troposferycznego, obliczany za formułą Saastamoinena; $\Delta d_h^z SA$ – różnica między składnikiem hydrostatycznym otrzymanym za pomocą danych radio sondowania a tym że składnikiem, obliczonym za formułą Saastamoinena; $d_{trop}^z GPS$ – całkowite zenitalne opóźnienie troposferyczne określone za pomocą danych pomiarów GPS; $d_w^z GPS$ – składnik mokry zenitalnego opóźnienia troposferycznego, uzyskany z obserwacji GPS; $\Delta d_w^z GPS$ – różnica między składnikiem mokrym, otrzymanym za pomocą danych radio sondowania a tym że składnikiem, uzyskanym z obserwacji GPS; s – odchylenie standardowe.

Analizując wyniki tabeli 2, zauważmy następujące.

Dla wszystkich stacji różnice uśrednione $\Delta d_h^z SA$ są w przedziale $-4.1 \div -1.4$ mm. Te różnice wyrażają uśrednione błędy składnika hydrostatycznego uzyskanego formułą Saastamoinena.

Należy zauważyć, że w lecie wartości $\Delta d_h^z SA$ są nieco większe niż zimą z uwagi na znacznie większą zawartość pary wodnej w troposferze. Oceniając dokładność składnika hydrostatycznego $\Delta d_h^z SA$, zanalizujemy odchylenie standardowe dla każdego masywa tych wartości. Tak więc, na stacjach Poprad-Ganovce i Praga-Libus wartości s są również mniejsze w okresie zimowym, co oznacza mniejsze rozpraszanie różnic $\Delta d_h^z SA$. Jest to również potwierdzone przez niższą zawartość pary wodnej zimą w troposferze.

Odnośnie uśrednionych różnic $\Delta d_w^z, GPS$ należy zauważyć, że na stacjach GPS GOPE (Praga) oraz GANP (Poprad) różnice te są również niższe w zimie niż w lecie, a ich wartości S są 4-5 razy niższe w zimie niż w lecie, co oznacza nie tylko obniżoną zawartość pary wodnej w atmosferze w zimie ale także jej słabszą dynamikę.

Wnioski

W rezultacie analizy danych opracowanych z trzech stacji radio-sondowania i trzech odpowiednio sąsiednich stacji GPS uzyskano wartości składnika mokrego zenitalnego opóźnienia troposferycznego oraz ich różnice $\Delta d_w^z, GPS$. Dokładność tych wartości jest zgodna z odpowiednimi ocenami przedstawionymi w literaturze naukowej (Schueler, 2002).

Ponadto naszym zdaniem, należy rozszerzyć takie badania przez wybór innych europejskich stacji radio-sondowania i odpowiednio stacji referencyjnych GPS, zlokalizowanych mniej więcej wzdłuż 50-go równoleżnika zarówno na wschód, jak i na zachód.

W celu uwzględnienia wpływu hydrostatycznego opóźnienia można wykorzystać formułę (7) lub model Saastamoinena (9), który jest założony w wielu programach dla opracowania pomiarów GPS.

Literatura

- [1] 1. Bevis, M., S. Businger, T.A. Herring, C. Rocken, R.A. Anthes, and R.H. Ware (1992). GPS meteorology: Remote sensing of atmospheric water vapor using the Global Positioning System/ Journal of Geophysical Research, Vol. 97, No. D14, pp.15,787-15,801.
- [2] 2. Mendes, V.B (1999). Modeling the neutral-atmosphere propagation delay in radiometric space techniques // Ph.D. dissertation, Department of Geodesy and Geomatics Engineering Technical Report № 199, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canada. – 353 pp.
- [3] 3. Schueler T (2002). Tropospheric Correction Services for GNSS Users / Schueler T. and Hein G.W - Concepts, Status and Future Prospects/ University FAF Munich, Germany. -9pp.
- [4] 4. Zablotskyj F.D (2000). Do vyznachennia zenitnoi troposfernoi zatrymky u GPS vymirakh/ Mizhvid. nauk.-tekh. zb. "Geodeziia, kartografiia i aerofotoznimannia".- Lviv: Vydavnytstvo Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika".-Vyp. 60.- S.33-38.
- [5] 5. Zablotskyj F.D (2013). GNSS meteorologija: navchalnyi posibnyk/ Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi Politekhniki, – 95 ss.
- [6] 6. EUREF Permanent GNSS Network / Internet resurs [Rezhyim dostupu]: http://www.epncb.oma.be/_networkdata/stationmaps.php
- [7] 7. GNSS Data Center / Internet resurs [Rezhyim dostupu]: <http://igs.bkg.bund.de/file/productsearch/>
- [8] 8. Sluzhba atmosferynh doslidzhen pry universyteti Vayoming / Internet resurs [Rezhyim dostupu]: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

Artykuł recenzowany

Stefan Przewłocki¹, Kornelii Tretyak², Solomij Dosyn², Janusz Śledziński

¹ Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie

² Uniwersytet «Politechnika Lwowska», Lwów, Ukraina.

Analiza określania prędkości pionowych ruchów skorupy wybrzeża europy metodami obserwacji: mareograficznymi i GNSS

Wstęp

Studiowanie współczesnych ruchów skorupy ziemskiej – jeden z aktualnych problemów nauki o Ziemi, która ma istotne teoretyczne i praktyczne znaczenie. Pod pionowymi ruchami skorupy ziemskiej (PRSZ) rozumiemy mechaniczne przemieszczenie punktów ziemskiej kory, wywołane litosferycznymi siłami, które prowadzą do jej deformacji.

Na dzień dzisiejszy istnieją rozmaite metody obserwacji ruchów ziemskiej kory, w szczególności, za pomocą geodezyjnych, geofizycznych, geomorfologicznych i oceanograficznych metod.

Pojawienie GNSS-stacji nadało możliwość przeprowadzenia badania PRSZ z dużą precyzją. Ich przestrzenne rozmieszczenie pozwala spełniać monitoring na globalnych i lokalnych poziomach.

Systematyczne obserwacje za pomocą mareografów pozwalają oceniać zmiany poziomu morza, co z kolei pozwala prognozować, z uwzględnieniem reliefu, zmianę brzegowej linii. Jednak, dany rodzaj badań ma swoją właściwość i złożoność. Polega na tym, że zapisy mareografów, które ustalają poziom morza, zawierają dwie składowe: oceanograficzną (związaną z zmianami w oceanie) i składową pionowego ruchu skorupy ziemskiej (ponieważ same przyrządy są rozmieszczone na lądzie).

W obecnej chwili obserwuje się globalny wzrost średniego poziomu morza, wywołany globalnym ociepleniem. Wzrost średniego poziomu morza utrwala się w zapisach mareografów i wynikach altymetrii satelitarnej i znajduje swoje odzwierciedlenie jako systematyczny błąd przy wyznaczeniu PRSZ. Czyli przypuszczamy, że istnieją rozbieżności w wyznaczeniu prędkości PRSZ z pomocą mareograficznych i GNSS-obszerności, liczbowe znaczenia których, bardzo prawdopodobnie, będą bliskimi do znaczeń wzrostu globalnego średniego poziomu morza. Dla każdego oddzielnie wziętego terytorium Europy prędkość wzrostu globalnego średniego poziomu morza jest różną,

o czym świadczą wyniki altymetrii satelitarnej [Nerem R., 2001; Albain M., 2015] i raporty NOAA.

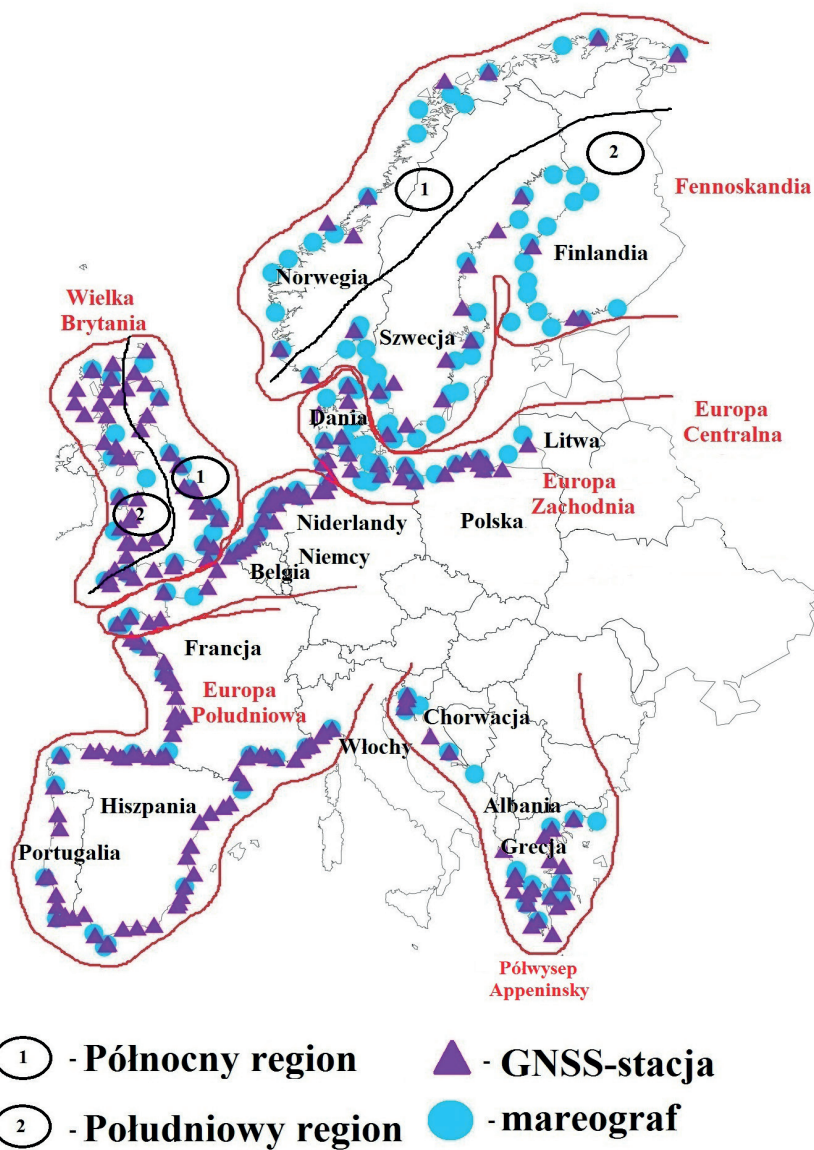
Przyczyną wzrostu poziomu morza są globalne ocieplenie, które już doprowadziło do kilku dostrzegalnych skutków, w szczególności wzrost średniej temperatury powierzchni Ziemi [Morice C., 2012], pojemności cieplna Oceanu [Levitus S., 2000; Hobbs W., 2013], topnienie morskiego lodu [Wadhams P., 2011] i lodowców [Cogley J., 2009; Gardner A., 2013], utrata lodowcowych mas Grenlandii i Antarktycznej lodowcowych tarcz [Shepherd A., 2012].

Chwilowej prędkości pionowych ruchów skorupy ziemskiej przeznaczono z pomocą mareograficznych obserwacje znacząco zmieniają się w czasie i mają niską dokładność ustalania rzeczywistego położenia poziomu morza. Dlatego tu docelowo mówić o uśrednieniu wyników, które pozwoli odfiltrować wpływy nietektonicznej przyrody. Na podstawie uśrednionych prędkości obserwacji za pewny odstęp czasu jest możliwość określać wiekowe ruchy skorupy ziemskiej, które mają, z reguły, tektoniczną przyrodę. Czym większy okres uśrednienia – tym dokładniejsze znaczenie wiekowych PRSZ [Tretyak K., 2014].

Przy analizie zdobytych wyników różnymi badaczami były ujawnione rozbieżności w wyznaczeniu PRSZ z pomocą mareograficznych i GNSS-obszawacji. Dlatego naszym celem jest analiza rozbieżności w wyznaczeniu PRSZ na podstawie mareograficznych i GNSS-obszawacji na brzegowej linii Europejskiego kontynentu i ustalić przyczyny i przyrodę takich rozbieżności w zależności od geograficznego rozkładu.

Przedmiotem badania była brzegowa linia Europy. Dane dla opracowywania czasowych serii i dobór mareografów przeprowadzały się z wykorzystaniem danych strony internetowej <http://www.psmsl.org>, a GNSS-stacji z wykorzystaniem danych strony internetowej Newadskiego geodezyjnego laboratorium NGL (Nevada Geodetic Laboratory) <http://geodesy.unr.edu/index.php>.

Nami dobrano stacje mareograficzne, na których prowadzą się obserwacje więcej 30 lat i mają bezustanne szeregi obserwacji. Wszystkie dobrane GNSS-stacje są rozmieszczone wzdłuż brzegowej linii. Minimalna długość obserwacji na GNSS-stacjach składa 4 lat. W trakcie opracowywania wyników przeprowadzała się filtracja dobranych mareograficznych i GNSS-stacji w razie, jeżeli ich prędkość nosiła anomalny charakter. Czyli wówczas gdy znacznie różnili się od prędkości innych stacji, które są rozmieszczone w pobliżu. Przyczyną tej anomalii mogą być lokalne geologo-morfologiczne umowy, technogenne faktory albo inne faktory, które wpływają na wyniki pomiarów. Duże za objętością brzegowe linie były rozdzielone na regiony zgodnie geologo-tektonicznych charakterystyk. Schematyczny rozkład dobranych stacji (mareografów i GNSS-stacji) na każdym z badanych terytoriów Europy przedstawiono na Rysunku 1.



Rys 1. Schemat rozkładu dobranych mareografów i GNSS-stacji na terytorium Europy

Metodyka badania

Dla przeprowadzenia badania nami była stworzona baza danych, która zawiera charakterystyki mareografów, a mianowicie: ich nazwy, współrzędne, średnią prędkość PRSZ, określone z pomocą mareograficznych obserwacji za cały okres ich obserwacji z oceną precyzji.

Średnia prędkość PRSZ, otrzymane za pomocą mareograficznych obserwacji V_{mar} to ich średnie kwadratowe błędy m_{mar} określały się za następującymi wyrazami (1) i (2):

$$h_{i_{\text{mar}}} = -V_{\text{mar}} t_{i_{\text{mar}}} + a_{\text{mar}}, \quad (1)$$

gdzie a_{mar} – niewiadomy współczynnik, V_{mar} – niewiadoma prędkość PRSZ, otrzymana według danych mareograficznych obserwacji, $h_{i_{\text{mar}}}$ – liczenie po mareografu na epokę $t_{i_{\text{mar}}}$.

Rozwiązanie tego systemu porównań metoda najmniejszych kwadratów pozwala wyznaczać prędkość ruchu skorupy ziemskiej V_{mar} i współczynnik a_{mar} . Precyzja m_{mar} wyznaczenie prędkości V_{mar} z czasowej serii obliczała się za pomocą równania (2):

$$m_{\text{mar}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{mar}}} [h_{i_{\text{mar}}} + V_{\text{mar}} t_{i_{\text{mar}}} - a_{\text{mar}}]^2}{n_{\text{mar}} - 1}}, \quad (2)$$

gdzie n_{mar} – ilość liczeń.

W tej bazie również mieszczą się wiadomości o GNSS-stacjach, które są rozmieszczone w pobliżu odpowiedniego mareografa, a mianowicie: ich nazwy, współrzędne, długość obserwacji, odległości do odpowiedniego mareografa, średnią prędkość PRSZ, określone z pomocą GNSS-obszacji za cały okres ich obserwacji z oceną precyzji.

Prędkość PRSZ, otrzymanej za pomocą GNSS-obszacji (V_{GNSS}), precyzji jej wyznaczenia (m_{GNSS}) obliczała się za formułami (3) i (4):

$$h_{i_{\text{GNSS}}} = V_{\text{GNSS}} t_{i_{\text{GNSS}}} + a_{\text{GNSS}}, \quad (3)$$

$$m_{\text{GNSS}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{GNSS}}} [h_{i_{\text{GNSS}}} - V_{\text{GNSS}} t_{i_{\text{GNSS}}} - a_{\text{GNSS}}]^2}{n_{\text{GNSS}} - 1}}, \quad (4)$$

Następny etap badania polega w interpolacji prędkości pionowych ruchów według danych mareograficznych i GNSS-obszacji w dowolnym punkcie brzegowej linii.

Dla tego była obliczalna odległość od początkowej stacji (mareografa czy GNSS-stacji, które były dobrane dla badania) do wszystkich następnych stacji (mareografów czy GNSS-stacji) wzdłuż brzegowej linii każdego oddzielnego bloku. Po to, żeby wyznaczyć prędkość pionowego ruchu w dowolnym punkcie nadbrzeża na zadaną epokę i jej średni kwadratowy błąd skorzystamy się wyrazami (5)-(6). Te rozliczenia przeprowadzają się oddzielnie: wyjątkowo według danych mareograficznych obserwacji i oddzielnie – według danych GNSS-obserwacji.

$$V^{nt} = \frac{\sum \frac{V \cdot \Delta t}{S \cdot (t - t_{sre})}}{\sum \frac{\Delta t}{S \cdot (t - t_{sre})}}, \quad (5)$$

$$m^{nt} = \frac{\sum \frac{m \cdot \Delta t}{S \cdot (t - t_{sre})}}{\sum \frac{\Delta t}{S \cdot (t - t_{sre})}}, \quad (6)$$

gdzie V – prędkość PRSZ, określona za pomocą mareograficznych (V_{mar}) czy GNSS-obserwacji (V_{GNSS}) (mm/rok);

Δt – okres obserwacji na mareograficznych czy GNSS-stacji (rok);

t – epoka, na którą określamy poszukiwane parametry;

t_{sre} – średnia epoka obserwacji na mareograficznych czy GNSS-stacji (rok);

S – odległość od początkowej stacji do mareografa czy GNSS-stacji (km);

m – średni kwadratowy błąd wyznaczenia prędkości PRSZ, otrzymanej z pomocą mareograficznych czy GNSS-obserwacji (mm/rok).

Aprobacja metodyki

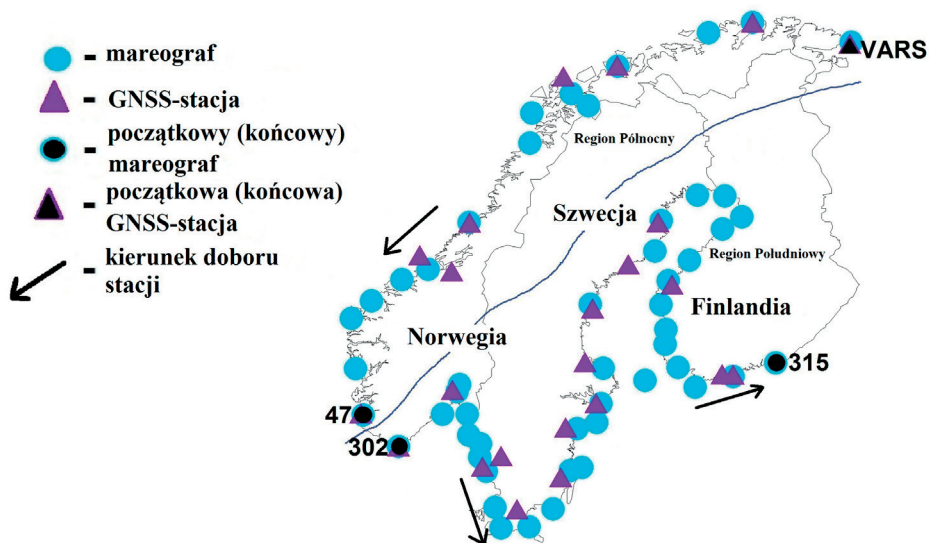
Wskutek przeprowadzenia badań, wykorzystując formuły (1)-(6) otrzymaliśmy dla całego terytorium Europy znaczenie prędkości PRSZ z pomocą mareograficznych (V_{mar}) i GNSS-obserwacji (V_{GNSS}) z ich średnimi kwadratowymi błędami (m_{mar} , m_{GNSS}), a także interpolowane znaczenia prędkości PRSZ z pomocą mareograficznych (V_{mar}^{nt}) i GNSS-obserwacji (V_{GNSS}^{nt}) przez każde 10 km wzdłuż brzegowej linii terytorium Europy z ich średnimi kwadratowymi błędami ($m_{V_{mar}^{nt}}$ i $m_{V_{GNSS}^{nt}}$). Fragment znaczeń prędkości PRSZ, określonych z pomocą mareograficznych i GNSS-obserwacji przedstawiono w Tabelicy 1.

Tablica 1. Fragment znaczeń prędkości PRSZ, określonych z pomocą mareograficznych i GNSS-observacji dla terytorium południowej Europy (średnia epoka – 2000 rok)

Stacja	Odstęłość, km	V_{GNSS} mm/rok	V_{mar} mm/rok	m_{GNSS} mm/rok	m_{mar} mm/rok	Interpolowa- na odstęp- łość, km	V_{GNSS}^{3nt} mm/rok	V_{mar}^{3nt} mm/rok	$m_{V_{GNSS}^{3nt}}$ mm/rok	$m_{V_{mar}^{3nt}}$ mm/rok
KONE	0	-0,15	-	0,08	-	10	-0,44	-2,05	0,06	0,30
PLOE	37,91	-0,71	-	0,03	-	20	-0,53	-2,11	0,05	0,31
1247	49,32	-	-2,65	-	0,34	30	-0,61	-2,21	0,04	0,31
SARZ	101,76	-0,18	-	0,07	-	40	-0,68	-2,37	0,04	0,32
MACH	196,72	-0,17	-	0,07	-	50	-0,58	-2,62	0,05	0,34
1747	250,29	-	-3,51	-	0,67	60	-0,52	-2,34	0,05	0,32

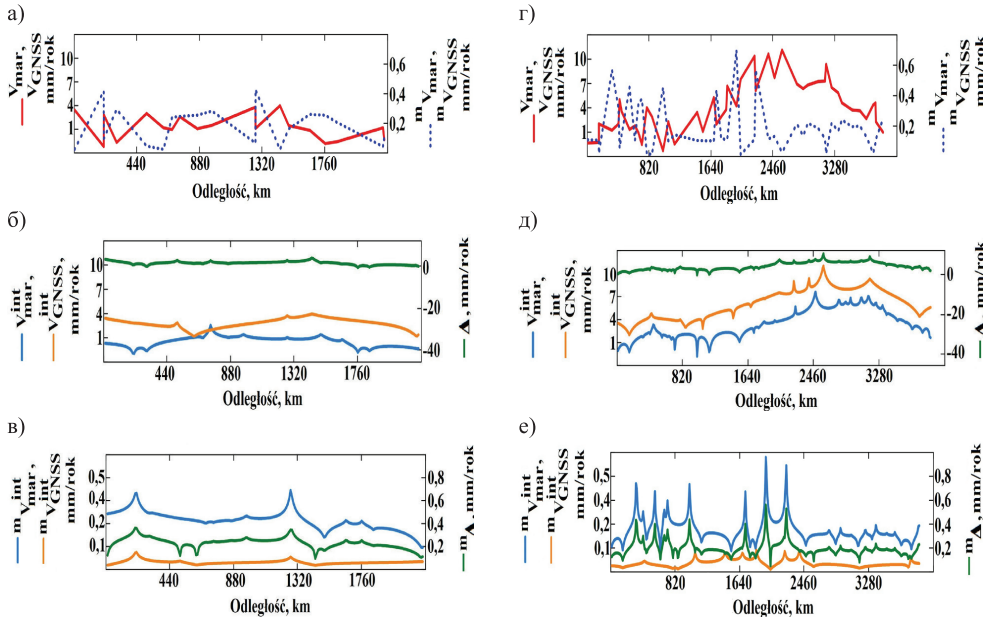
Dokładnie rozpatrzmy wyniki wyznaczenia prędkości PRSZ dla każdego z regionów Europy.

Fennoskandia była rozdzielona na dwa regiony – (Północny i Południowy) zgodnie swoich geologicznych właściwości [Plant J., 2003]. Pod blokiem Północny region Fennoskandii rozumiemy terytorium nadbrzeża Norwegii. Pod blokiem Południowy region Fennoskandii rozumiemy terytorium nadbrzeża Norwegii, Szwecji i Finlandii (Rys. 2). Jeszcze jednym faktorem, który wpływa na podział Fennoskandii jest to, że terytorium Norwegii wychodzi w Atlantycki ocean, a Szwecja i Finlandia – w zakryte Bałtyckie morze.



Rys. 2 Rozkładów dobranych dla badania mareografów i GNSS-stacji na nadbrzeżu Fennoskandii

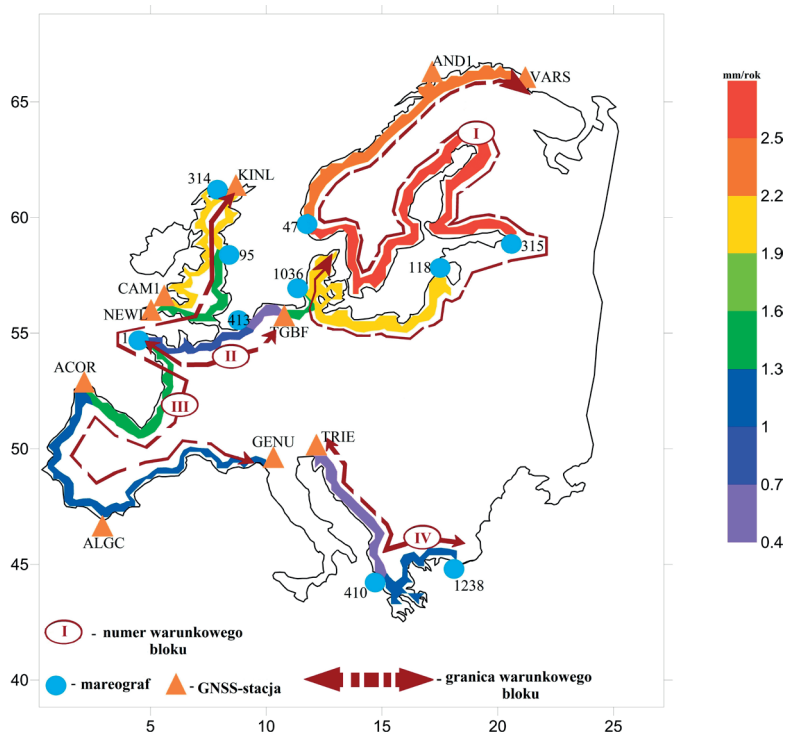
Na Rysunku 3 przedstawiono wyniki wyznaczenia V_{GNSS} , V_{mar} , V_{GNSS}^{3nt} , V_{mar}^{3nt} z ich średnimi kwadratowymi błędami ($m_{V_{GNSS}}$, $m_{V_{mar}}$, $m_{V_{GNSS}^{3nt}}$, $m_{V_{mar}^{3nt}}$) dla regionu Fennoskandii.



Rys. 3 Wyznaczenie V_{GNSS} , V_{mar} , V_{GNSS}^{3nt} , V_{mar}^{3nt} z ich średnimi kwadratowymi błędami $m_{V_{GNSS}}$, $m_{V_{mar}}$, $m_{V_{GNSS}^{3nt}}$, $m_{V_{mar}^{3nt}}$ dla regionu Fennoskandii

Za takim schematem były przeanalizowane wszystkie regiony Europy i wykonano rozliczenie średnich różnic Δ (mm/rok) między znaczeniami interpolowanej prędkości PRSZ, otrzymanych z pomocą GNSS-observacji i interpolowanej prędkości PRSZ, otrzymanych z pomocą mareograficznych obserwacji ($\Delta = V_{GNSS}^{3nt} - V_{mar}^{3nt}$) i doprowadzono ich ocenę precyzji (m_{Δ}) (mm/rok).

Na mapę terytorium Europy naniesiono Δ (mm/rok) (Rys. 4). Również pokazano cztery warunkowe bloki z ich znaczeniami średnich różnic Δ .



Rys. 4. Podział liczbowych znaczeń średnich różnic Δ (mm/rok) wzdłuż brzegowej linii Europy z wyodrębnionymi czterema warunkowymi blokami

Jak widać z analizy Rysunku 4, największe rozbieżności (do 2,5 mm/rok) w wyznaczeniu PRSZ za pomocą GNSS-observacji i mareograficznych observacji są obecne na północy nadbrzeża Europy, najmniejsze (do 0,6 mm/rok) – na nadbrzeżu terytorium Niderlandów, Chorwacji, Albanii, częściowo – Belgii, Włochy (północno-wschodnia część) i Grecji (północno-zachodnia część).

Wnioski

Na podstawie oddzielnego opracowywania wyników GNSS-observacji i mareograficznych observacji ujawniono różnicę Δ między prędkością wyznaczenia PRSZ. Przy analizie tych różnic ustalono, że ona jest charakterystyczna dla całej brzegowej linii terytorium Europy i jest zawsze dodatnia. Największego znaczenia Δ składa 2,6±0,8 mm/rok na brzegowej linii Fennoskandii (nadbrzeże Atlantycznego oceanu), najmniejszego – na brzegowej linii Niderlandów (0,6±0,2 mm/rok) i Półwyspu Apenińskiej (0,6±0,1 mm/rok) (nadbrzeże morza Śródziemnego). Czyli średnie

różnice zmieniają się w zasięgach od 0,6 do 2,6 mm/rok. m_{Δ} zmienia się w zasięgach od 0,1 do 0,9 mm/rok. Średnie znaczenie dla nadbrzeża Europy składa 1,8±0,5 mm/rok.

Wyniki wyznaczenia podziału Δ generalizuje do 4 warunkowych bloków – terytoriów, dla których obserwują się prawie jednakowe w granicach precyzji ich wyznaczenia znaczenia średnich różnic Δ .

Pierwszy blok (I) – to terytorium Fennoskandii i Centralnej Europy ($\Delta \pm m_{\Delta} = 2,4 \pm 0,6$ mm/rok), II – to terytorium Europy Zachodniej ($\Delta \pm m_{\Delta} = 0,7 \pm 0,2$ mm/rok), trzeci (III) – to terytorium Wielkiej Brytanii i Południowej Europy ($\Delta \pm m_{\Delta} = 1,5 \pm 0,3$ mm/rok), czwarty (IV) – to terytorium Półwyspu Apenińskiego ($\Delta \pm m_{\Delta} = 1,0 \pm 0,3$ mm/rok).

Różnice Δ mają systematyczny charakter i dodatne znaczenie. Ich trzeba uwzględniać przy wspólnym wyznaczeniu prędkości PRSZ, określonych z pomocą mareograficznych i GNSS-obszacji. Głównym faktorem, który sprawia pojawienie różnic Δ jest, oczywiście, wzrost absolutnego globalnego poziomu morza, a także wpływ słońca i wiatrów.

Literatura

- Ablain M., Cazenave A. et al. Improved sea level record over the satellite altimetry era (1993–2010) from the Climate Change Initiative project. *Ocean Sci.*, 11, 67–82, 2015. doi:10.5194/os-11-67-2015.
- Cogley, J. C. (2009), Geodetic and direct mass balance measurements: Comparison and joint analysis, *Ann. Glaciol.*, 2009(50), 96–100, doi:10.3189/172756409787769744
- Gardner, A. S., et al. (2013), A reconciled estimate of glacier contributions to sea level rise, 2003–2009, *Science*, 340, 852–857, doi:10.1126/science.1234532.
- Hobbs, W. R., and J. K. Willis (2013), Detection of an observed 135 year ocean temperature change from limited data, *Geophys. Res. Lett.*, 40, 2252–2258, doi:10.1002/grl.50370.
- Levitus, S., C. Stephens, J. I. Antonov, and T. P. Boyer (2000b), Yearly and year—Season upper ocean temperature anomaly fields, 1948–1998, NOAA Atlas NESDIS 40, Natl. Oceanic and Atmos. Admin., Silver Spring, Md. (Available at <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/PDF/ATLAS/nesdis40.pdf>)
- Morice, C. P., J. J. Kennedy, N. A. Rayner, and P. D. Jones (2012), Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: The HadCRUT4 data set, *J. Geophys. Res.*, 117, D08101, doi:10.1029/2011JD017187.
- Nerem, R. S., and G. T. Mitchum (2001), Observations of sea level change from satellite altimetry, in *Sea Level Rise: History and Consequences*, edited by B. C. Douglas, M. S. Kearney, and S. P. Leatherman, pp. 121–163, Academic, San Diego, Calif.

- Plant J. A., Whittaker A., Demetriades A., De Vivo B., Lexa J., The Geological and Tectonic Framework of Europe. In: Salminen R (ed) Geochemical Atlas of Europe. Part 1: background information, methodology and maps. Geological Survey of Finland, Espoo, Finland, 2003.
- Shepherd, A., et al. (2012), A reconciled estimate of ice-sheet mass balance, *Science*, 338(6111), 1183–1189, doi:10.1126/science.1228102.
- Wadhams, P., N. Hughes, and J. Rodrigues (2011), Arctic sea ice thickness characteristics in winter 2004 and 2007 from submarine sonar transects, *J. Geophys. Res.*, 116, C00E02, doi:10.1029/2011JC006982.
- Tretiak K., Dosyn S. Rekonstruktsiia vertykalnykh rukhiv zemnoi kory za danymy mareohrafichnykh sposterezhen. *Heodynamika*, 2(17)/2014, s. 7-29.

Artykuł recenzowany

Prof. dr hab. inż. Zdzisław Adamczewski
Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie

Mgr inż. Piotr Zygadlo
Zespół Szkół Budowlanych we Włocławku

Analiza statystyczna różnic między odstępami elipsoidalnymi dwu polskich geoid: „urzędowej” GUGiK i „naturalnej” Kronsztadt’86 w punktach ASG-EUPOS

Prezentowanie problemu

W Polsce ustanowiono aktem prawnym (w załączniku do rozporządzenia Rady Ministrów o systemach odniesień przestrzennych) geoidę w postaci tablicy liczbowej, zawierającej jej odstęp N od elipsoidy referencyjnej GRS’86 dla współrzędnych geodezyjnych B, L tablicowanych co 0.01° . Posiadamy też bardzo dobrą sieć niwelacji precyzyjnej I klasy (błąd średni 1 mm/km) oraz II klasy (błąd średni 2 mm/km). Sieć ta stanowi z kolei zbiór punktów odniesionych do geoidy w systemie wysokości PL-KRON86-NH. Wydaje się interesujące porównanie obydwu tych geoid i stwierdzenie jak one do siebie przylegają. Dokonamy tego statystycznie dla punktów ASG-EUPOS. Odpowiednie dane znajdujemy w Internecie i potraktujemy je behawioralnie, nie wnikając jakimi algorytmami zostały uzyskane.

W swej znakomitej książce „*Geodezja fizyczna i grawimetria geodezyjna*” [3] Barlik i Pachuta piszą tak (s.266): „*Oś pionowa instrumentu geodezyjnego pokrywa się z kierunkiem pionu stanowiska P, czyli jest styczna do linii siły ciężkości, przechodzącej przez ten punkt i jest zarazem prostopadła do powierzchni ekwipotencjalnej potencjału siły ciężkości W_P , na której leży P. Wynika z tego, że płaszczyzna limbosa teodolitu jest styczna do powierzchni ekwipotencjalnej. Także oś celowa niwelatora jest styczna do takiej powierzchni na stanowisku.*”

Z tego wywodu, wyrażonego po prostu, po inżyniersku, wynika wskazówka wyznaczenia geoidy metodą numeryczno-geometrycznego całkowania *naturalnego układu równań różniczkowych geoidy na określonym obszarze przez złożenie jej z uzyskanych empirycznie, różniczkowych platów, po odpowiedniej manipulacji, jak niekompletnej mozaiki*. W praktyce dokonuje się tego albo metodą *niwelacji astronomiczno-geodezyjnej*

(wykorzystując linie pionu), albo za pomocą precyzyjnej *niwelacji geometrycznej*. Może się okazać konieczne wprowadzanie odpowiednich tzw. redukcji ze względu na różne czynniki (szczególnie przy zastosowaniu niwelacji precyzyjnej).

W niniejszej pracy pokażemy behawioralnie, jak prawdopodobnie zastosowano tę drugą metodę (niwelacji geometrycznej) w celu wyznaczenia geoidy „urzędowej” na obszarze Polski. Badania także w szerszym aspekcie przeprowadził P.Zygadło [9]. W latach 80. ubiegłego stulecia wnikliwe badania statystyczne polskiej sieci niwelacji precyzyjnej przeprowadzili niezależnie J.Tyra [7] oraz T.Wyrzykowski [8].

Określenia użytych pojęć

Geoida urzędowa – tablica wartości odstępów N_{urz} geoidy od elipsoidy systemu GRS’86, podana jako załącznik do rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 15 października 2012r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. z 2012 r. poz.1247).

Geoida naturalna – zbiór wartości odstępów N_{nat} obliczanych jako różnice:

wysokość elipsoidalna minus wysokość w systemie PL-KRON86-NH,

$$\text{czyli} \quad N_{nat} = H_{WG86} - H_{KRON86} \quad (1)$$

$$\text{Różnica odstępów:} \quad \Delta_N = N_{nat} - N_{urz} \quad (2)$$

przyjęta do analizy jako zmienna losowa.

Baza danych do analizy statystycznej różnic Δ_N (tablica 1)

Dane zaczerpnięto ze stron internetowych:

1. segment odbiorczy polskiej sieci ASG-EUPOS zarządzanej przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK), http://www.asgeupos.pl/webpg/_syst_descr_ref_st/ASGEUPOS_PL-ETRF2000_e2011_20130603.txt
2. wysokości elipsoidalne H_{WG86} obliczane wg programu podanego w monografii [2] i sprawdzane pod względem ich zgodności z danymi w p.1) oraz dane z urzędowej tabeli odstępów elipsoidy od geoidy (model quasi-geoidy), http://www.gugik.gov.pl/_data/assets/text_file/0017/1844/gugik-geoid2011.txt (interpolacja wg programu prof. Z.Adamczewskiego *interbis* zamieszczonego w „Przeglądzie Geodezyjnym” 5/2015 s.20).

Tablica 1

Nazwa punktu	N_{nat} [m]	N_{urz} [m]	Δ_N [m]	Rodzaj osnowy
BOGI	30.7641	30.7636	0.0005	Fundamentalna
BOR1	35.4846	35.4839	0.0007	Fundamentalna
BPDL	28.6675	28.6657	0.0018	Fundamentalna
BYDG	30.7415	30.7411	0.0004	Fundamentalna
GWWL	36.3810	36.3817	-0.0007	Fundamentalna
JOZ2	31.5282	31.5283	-0.0001	Fundamentalna
KATO	40.9987	40.9989	-0.0002	Fundamentalna
KRA1	39.8628	39.8630	-0.0002	Fundamentalna
LAMA	29.3599	29.3603	-0.0004	Fundamentalna
LODZ	33.5884	33.5885	-0.0001	Fundamentalna
REDZ	31.8055	31.8067	-0.0012	Fundamentalna
SWKI	27.6206	27.6195	0.0011	Fundamentalna
USDL	35.0602	35.0613	-0.0011	Fundamentalna
WROC	40.2310	40.2310	0.0000	Fundamentalna
ZYWI	41.9277	41.9279	-0.0002	Fundamentalna
BART	27.9846	27.9842	0.0004	Bazowa
BIAL	28.0697	28.0688	0.0009	Bazowa
BILG	33.3315	33.3310	0.0005	Bazowa
BRSK	28.1779	28.1783	-0.0004	Bazowa
BUZD	37.0256	37.0238	0.0018	Bazowa
CBKA	31.1089	31.1095	-0.0006	Bazowa
CCHN	30.9080	30.9079	0.0001	Bazowa
CHEL	29.1761	29.1757	0.0004	Bazowa
CHNO	34.8598	34.8592	0.0006	Bazowa
CHOJ	30.9022	30.9013	0.0009	Bazowa
DRWP	34.4874	34.4858	0.0016	Bazowa
DZIA	30.5489	30.5488	0.0001	Bazowa
ELBL	29.0856	29.0855	0.0001	Bazowa
GDAN	29.4121	29.4119	0.0002	Bazowa
GIZY	28.2765	28.2770	-0.0005	Bazowa
GLOG	39.8708	39.8717	-0.0009	Bazowa
GNIE	33.2674	33.2664	0.0010	Bazowa
GOLE	35.3165	35.3193	-0.0028	Bazowa
GRAJ	28.4723	28.4711	0.0012	Bazowa
GRUD	28.9889	28.9858	0.0031	Bazowa
HAJN	28.2418	28.2460	-0.0042	Bazowa
HOZD	31.4744	31.4762	-0.0018	Bazowa
HRUB	29.5270	29.5241	0.0029	Bazowa
ILAW	29.6449	29.6447	0.0002	Bazowa
JLGR	42.4600	42.4582	0.0018	Bazowa
KALI	35.9377	35.9374	0.0003	Bazowa
KAM1	35.2679	35.2682	-0.0003	Bazowa
KEPN	38.5382	38.5371	0.0011	Bazowa

Nazwa punktu	N_{nat} [m]	N_{urz} [m]	Δ_N [m]	Rodzaj osnowy
KLCE	36.6307	36.6278	0.0029	Bazowa
KLDZ	43.0831	43.0839	-0.0008	Bazowa
KLOB	38.5763	38.5762	0.0001	Bazowa
KONI	33.0878	33.0878	0.0000	Bazowa
KOSC	30.5175	30.5169	0.0006	Bazowa
KOSZ	33.3381	33.3380	0.0001	Bazowa
KROL	-	-	-	Bazowa
KROS	35.8755	35.8750	0.0005	Bazowa
KROT	37.6960	37.6946	0.0014	Bazowa
KUTN	32.2824	32.2813	0.0011	Bazowa
LEGN	41.1559	41.1548	0.0011	Bazowa
LELO	38.3858	38.3835	0.0023	Bazowa
LESZ	38.5189	38.5188	0.0001	Bazowa
LOMZ	29.0565	29.0548	0.0017	Bazowa
LUBL	31.8150	31.8147	0.0003	Bazowa
MIES	-	-	-	Bazowa
MIMA	30.3964	30.3962	0.0002	Bazowa
MLCN	-	-	-	Bazowa
MYSZ	29.8336	29.8315	0.0021	Bazowa
NODW	31.3611	31.3613	-0.0002	Bazowa
NTML	36.7559	36.7553	0.0006	Bazowa
NWSC	38.6066	38.6064	0.0002	Bazowa
NWTG	41.0079	41.0076	0.0003	Bazowa
NYSA	41.5290	41.5281	0.0009	Bazowa
OLST	29.7083	29.7083	0.0000	Bazowa
OPLE	40.3173	40.3163	0.0010	Bazowa
OPLU	33.3882	33.3879	0.0003	Bazowa
OSMZ	29.2044	29.2035	0.0009	Bazowa
PITR	34.9303	34.9299	0.0004	Bazowa
POZN	35.0032	34.9564	0.0468	Bazowa
PPIL	33.6349	33.6334	0.0015	Bazowa
PROS	38.6261	38.6269	-0.0008	Bazowa
PRZM	33.4306	33.4311	-0.0005	Bazowa
RADM	34.1210	34.1218	-0.0008	Bazowa
RWMZ	33.1714	33.1703	0.0011	Bazowa
RYKI	32.0001	31.9998	0.0003	Bazowa
SIDZ	35.5544	35.5539	0.0005	Bazowa
SIED	29.2307	22.2306	0.0001	Bazowa
SIPC	30.6673	30.6667	0.0006	Bazowa
SOCH	31.8704	31.8672	0.0032	Bazowa
SOKL	27.8506	27.8508	-0.0002	Bazowa
STRG	29.5744	29.5744	0.0000	Bazowa
SWIB	38.1620	38.1614	0.0006	Bazowa
SZE2	32.9089	32.9077	0.0012	Bazowa
TABG	35.1906	35.1916	-0.0010	Bazowa
TAR1	-	-	-	Bazowa
TARG	40.4106	40.7085	0.0021	Bazowa

Nazwa punktu	N_{nat} [m]	N_{urz} [m]	Δ_N [m]	Rodzaj osnowy
TORU	26.9332	26.9326	0.0006	Bazowa
TRNW	37.0703	37.0705	-0.0002	Bazowa
WAT1	31.3450	31.3437	0.0013	Bazowa
WIEL	-	-	-	Bazowa
WLAD	29.1341	29.1328	0.0013	Bazowa
WLBR	42.7422	42.7415	0.0007	Bazowa
WLDW	28.3917	28.3913	0.0004	Bazowa
WLOC	30.9898	30.9890	0.0008	Bazowa
WODZ	42.0332	42.0339	-0.0007	Bazowa
WRKI	34.6351	34.6352	-0.0001	Bazowa
ZARY	40.6840	40.6848	-0.0008	Bazowa
ZIGR	39.5337	39.5332	0.0005	Bazowa

Stacja POZN została oznaczona kolorem czerwonym (pominięta w dalszych obliczeniach jako posiadająca wyraźnie odstającą wartość różnicy $\Delta_N=46.8$ mm).

Odstępy N_{nat} obliczane z wzoru (2) zawierają niedokładność numeryczną wynikającą z błędu zaokrąglenia do 3 miejsc dziesiętnych wysokości H_{KRON86} punktów sieci ASG-EUPOS w układzie PL-KRON86-NH. Nie staraliśmy się dotrzeć do źródłowych obliczeń tej sieci, w celu uzyskania czwartego miejsca dziesiętnego, by uniknąć mitręgi biurokratycznej. Zatem wysokości te (a także oczywiście odstępy N_{nat}) są obarczone błędem średnim zaokrąglenia równym 0.3 mm. Taki sam błąd numeryczny zawiera też zmienna Δ_N .

Analiza statystyczna

Parametry podane w tabelicy 2 określają rozkład zbioru wartości zmiennej losowej Δ_N . Zostały one wyznaczone na podstawie $n=96$ obserwacji ze zbioru ASG-EUPOS (tablica 1).

Dla kilku punktów ASG-EUPOS występują wartości zmiennej Δ_N przekraczające dwukrotne odchylenie standardowe, które wynosi $s=1.11$ mm. Są to punkty podane w tabelicy 3 dla $|\Delta_N|>1.8s$, czyli dla $|\Delta_N|>2.0$ mm. Wydaje się, że należało by wyjaśnić te różnice (w tym oczywiście znaczną różnicę w punkcie POZN).

Rozkład odchyłeń charakteryzujący przyleganie obydwu geoid ilustrują histogramy. Histogram ruchomy, przedstawiony na rysunku 1, został wykonany wg algorytmu podanego w monografii *Teoria błędów dla geodetów* (Adamczewski [1]) oraz za pomocą zamieszczonego tam programu *histo2.pas* (wykres wykonano programem Excel). W algorytmie tym nie stosuje się grupowania obserwacji w arbitralnie wybranych przedziałach, lecz wykorzystuje się fakt, że funkcja gęstości prawdopodobieństwa jest pochodną dystrybuanty. Funkcję gęstości uzyskuje się przez geometryczno-numeryczne różniczkowanie naturalnej dystrybuanty otrzymanej przez uszeregowanie standaryzowanych (czyli podzielonych przez odchylenie standardowe s) obserwacji wg ich wartości, od najmniejszej do największej.

Tablica 2

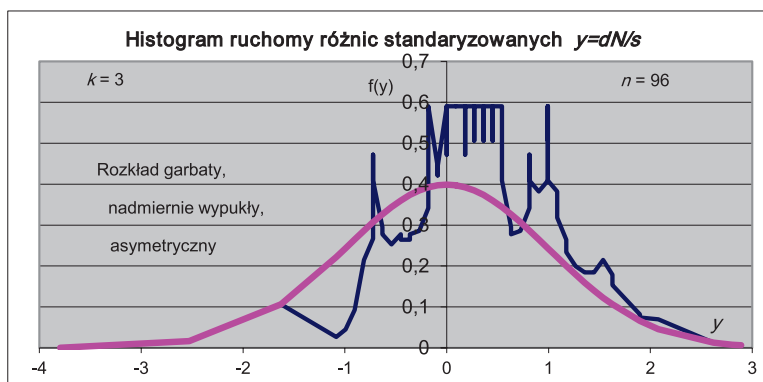
Parametr	Wartość
Liczba obserwacji	$n=96$
Wartość oczekiwana (średnia)	$x_{gr}=0.394$ mm
Odchylenie standardowe różnicy Δ_N	$s=1.11$ mm
Asymetria	$\gamma_1=-0.439$
Wypukłość	$\alpha=9.99$

Tablica 3

Sygnatura Punktu	Różnica $\Delta_N=N_{nat}-N_{urz}$ ($ \Delta_N > 1.8s$) [m]
POZN	0.0468
HAJN	0.0042
SOCH	0.0032
GRUD	0.0031
KLCE	0.0029
HRUB	0.0029
GOLE	-0.0028
LELO	0.0023
MYSZ	0.0021
TARG	0.0021

Wykonanie histogramu ruchomego polega na przesuwaniu punkt po punkcie lokalnej stycznej do dystrybuanty naturalnej, przeprowadzanej przez $2k+1$ punktów i wyznaczanej metodą najmniejszych kwadratów. Podobnie jak przy obliczaniu średniej ruchomej, „gubi się” wtedy z histogramu po k obserwacji na każdym jego końcu. Współczynnik kierunkowy lokalnej stycznej jest (jako pochodna brana w punkcie środkowym) wartością funkcji gęstości. Musi być ona odpowiednio wyskalowana, aby zachować warunek $\int f(y)\Delta y \cong 1$, gdzie y jest standaryzowaną zmienną losową. Na histogramie tym (rys.1) pokazano też kolorem czerwonym funkcję gęstości rozkładu normalnego.

Jak widać otrzymany rozkład znacznie odbiega od rozkładu normalnego, jaki otrzymalibyśmy, gdyby algorytmy generujące odstępów N_{nat} i N_{urz} na to pozwalały. Można przypuszczać, że algorytmy te realizują jakieś procedury aproksymacyjne, a nie wygładzające, np. metodą najmniejszych kwadratów. Stąd „dziwaczna” empiryczna funkcja gęstości $f(y)$ opisująca na środkowym odcinku równym $0.81s$ rozkład równomierny, oraz wskazująca charakterystyczne garby dla $y \cong \pm s$. Takie rozkłady otrzymuje się zwykle wtedy, gdy zbiór obserwacji pochodzi z jakiegoś przetworzenia numerycznego różnego od wyrównania metodą najmniejszych kwadratów (por. monografię [1]).



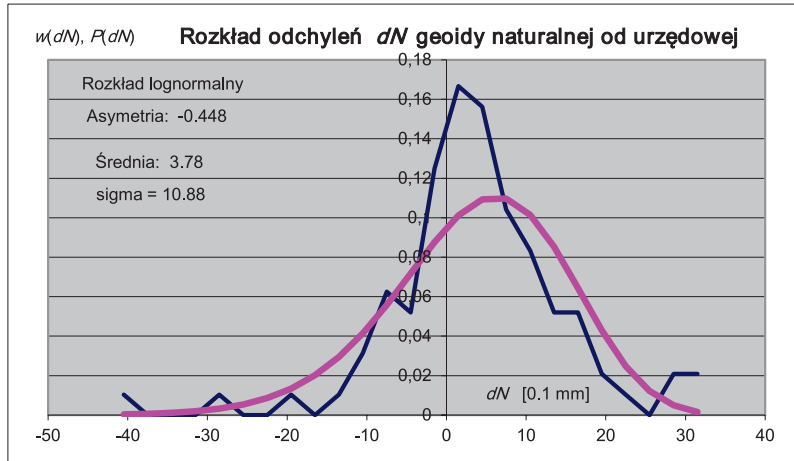
Rys.1

Wydaje się interesujące, że przy zastosowaniu algorytmu opisanego powyżej ujawnił się „naturalny” przedział występowania zmiennej losowej standaryzowanej będący wielokrotnością wartości $\Delta y = 0.03$, co najwyraźniej widać w środku wykresu dla wartości y bliskich zeru (zauważmy że jest to 27×0.03).

Jak wynika z tabelicy 2, analizowany zbiór ma rozkład asymetryczny. Funkcja gęstości jest nachylona w prawo (ujemny współczynnik asymetrii). Taki rozkład można zamodelować jako *lognormalny*. Algorytm zastosowania tego modelu podano w cytowanej już „Teorii błędów dla geodetów” [1]. Wymaga on odpowiedniego programu komputerowego, który został opracowany do tego celu trakcie opracowania cytowanej „Teorii błędów dla geodetów”. Jest w tej książce kilka przykładów jego zastosowania. W praktyce asymetrię mniejszą od $|0.5|$ można pominąć. W naszym przykładzie, gdzie „ocieramy się” o to kryterium, pokazaliśmy jej rzeczywisty wpływ na wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej i można by uznać, że w zbiorze ASG-EUPOS rozkład odchyleń Δ_N jest, zbliżony do normalnego, jednak z dużą wypukłością $\alpha = 10$ (dla rozkładu normalnego $\alpha \approx 7$) i z zaznaczającymi się garbami.

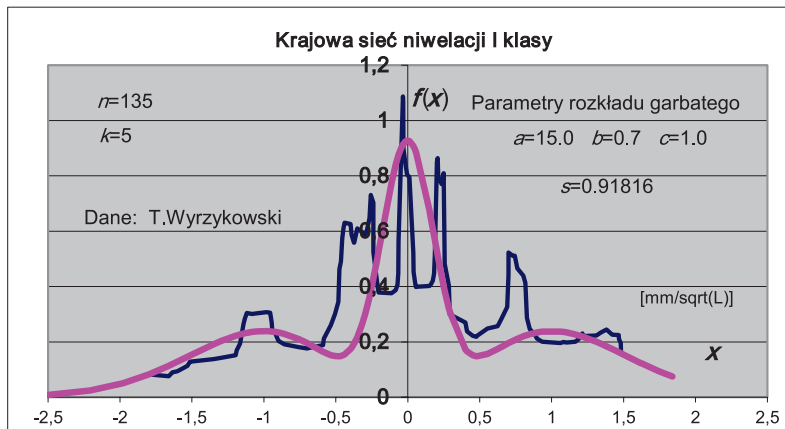
Nieznaczne różnice wartości parametrów rozkładu w tabelicy 2 i na rysunku 2 wynikają z tego, że te podane na rysunku były obliczane z danych grupowanych w przedziałach (do histogramu tradycyjnego), a nie bezpośrednio z bazy danych.

Analizę rozkładu lognormalnego przeprowadza się na tradycyjnym histogramie, „korygując” niejako ten histogram. Uwzględniając stwierdzony uprzednio „naturalny” przedział grupowania $\Delta_N = 0.3$ mm, zastosowaliśmy go w tradycyjnym histogramie. Wynik tej analizy ilustruje rysunek 2. Kolorem czerwonym pokazano asymetryczny (lognormalny) rozkład teoretyczny. Przedstawione rozważania statystyczne skłaniają do wniosku, że było by celowe przeprowadzenie dalszych badań w celu wyjaśnienia problemów, które się wyłoniły, np. źródła „dziwacznej” funkcji gęstości zmiennej Δ_N .



Rys.2

Dla poglądowej ilustracji modelowania rozkładu odchylek w ciągach niwelacji I klasy za pomocą garbatego rozkładu normalnego przytaczamy z monografii [1] stosowny wykres funkcji gęstości (rys.3). Dane zaczerpnięte z pracy T.Wyrzykowskiego [9].



Rys. 3.

Źródło: pozycja [1] bibliografii

Konkluzja

W niniejszej pracy pokazano statystycznie jak dokładnie „urzędowa” geoida GUGiK, załączona w postaci tabelarycznej do rozporządzenia Rady Ministrów RP w sprawie systemów odniesień przestrzennych, przylega do geoidy wyznaczonej w systemie wysokości

Kronsztadt'86. Dokonano tego na próbie złożonej z 96 punktów sieci ASG-EUPOS. Okazało się, że to przyleganie jest dokładne (błąd średni około 1mm). Która geoida jest „lepsza” można by stwierdzić wykonując badania terenowe na ciągach niwelacyjnych wg procedury badawczej zastosowanej w pracy B.Truszkowskiej [6], która to oryginalna procedura została zastosowana w ogóle po raz pierwszy i dała cenne wyniki. Jednakże wpięrow musiałyby być wyznaczona (analogiczna do „urzędowej”) geoida naturalna jako powierzchnia przechodząca przez punkty niwelacji I i II klasy, np. jako węzły wg jakiejś procedury aproksymacyjnej. Taka operacja obliczeniowa miałaby jednak tylko znaczenie naukowo-poznawcze. Obecna geoida jest wystarczająca dla celów technicznych (pozwala liniowo interpolować jej odstępny N od elipsoidy odniesienia).

Na podstawie histogramów przedstawionych na rysunkach 1 i 2 wydaje się celowe zbadanie źródeł różnic Δ_N przekraczających podwójne odchylenie standardowe. w niektórych punktach. W punkcie POZN zanotowaliśmy błąd grubo 47 mm.

Bibliografia cytowana

- [1] Adamczewski Z.: *Teoria błędów dla geodetów*” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej Warszawa 2005
- [2] Adamczewski Z.: *Grawimetria nowego typu i jej zastosowanie (krytyczny esej techniczny 2)*. Przegląd Geodezyjny 5/2015
- [3] Barlik M., Pachuta A.: *Geodezja fizyczna i grawimetria geodezyjna. Teoria i praktyka*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej Warszawa 2007
- [4] Czarnecki K.: *Geodezja współczesna w zarysie* Wyd. „Wiedza i Życie” 1997
- [5] Kadaj R.J.: *Skutki metryczne wprowadzenia układu PL-ETRF2000, w tym dotyczące kalibracji modeli quasi-geoidy* (Konferencja Komisji Geodezji Satelitarnej Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN, Kraków 2013, prezentacja referatu)
- [6] Truszkowska B.: *Weryfikacja terenowa możliwości wykorzystania quasi-geoidy „urzędowej” w technologii „niwelacji technicznej bez niwelatora”*. Przegląd Geodezyjny 11/2015
- [7] Tyra J.: *Analiza dokładności sieci niwelacji precyzyjnej metodami statystycznymi*. (rozprawa doktorska) Politechnika Warszawska Wydział Geodezji i Kartografii Warszawa 1982
- [8] Wyrzykowski T.: *Charakterystyka i analiza dokładności nowej krajowej sieci niwelacji I klasy (pomiar z lat 1974–1982)*. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii Tom XXXV, Zeszyt 2(81), 1988
- [9] Zygađło P.: *Analiza rozkładu różnic wysokości PL-KRON86-NH od wysokości ortometrycznych punktów ASG-EUPOS*. Praca magisterska. WSGK Kutno 2016

Artykuł recenzowany

Stefan Przewłocki¹, Kornelii Tretyak², Ihor Savchyn², Mychailo Duma²

1 – Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie

2 – Politechnika Lwowska, Lwów, Ukraina, 79013

Rozwój metody optymalizacji geometrycznej konfiguracji geodezyjnej sieci (na przykładzie bazowej GNSS sieci dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej)

Wprowadzenie

W 2003 roku w celu wspierania budowy i obserwacji deformacji schyłów była ustanowiona bazowa GNSS sieć Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej (Ukraina). Ustanowiona sieć składa się z 15 punktów warunkowo podzielonych na karkasowe i pracujący sieci, które miały odpowiednio 7 i 8 punktów [Tretyak, 2012; Sidorov, 2015]. Od 2004 roku na punktach tej sieci przeprowadzone okresowe statyczne pomiary satelitarne (cykle sezonowe). Analiza i przetwarzanie danych pomiarowych wykazały, że średni błąd kwadratowy (MSE) określania współrzędnych nie przekracza 2 mm - dla punktów centrowania przymusowego i 3 mm - dla punktów centrowania ze statywu [Tretyak, 2012]. Ten sposób jest uważany za klasyczne metody pomiarów satelitarnych, to znaczy że przeprowadzone jednoczesny pomiar dwóch lub większej liczby stałych odbiorników GNSS. Czas trwania obserwacji zależy od długości linii pomiarowych, liczba widocznych satelitów, typu odbiornika oraz wymaganej dokładności. Metoda ta jest powszechnie używany do monitorowania Kaniwskiej, Kremenczugskiej, Dniprowskiej, Średnio-Dniprowskiej elektrowni wodnych oraz Kyijwskiej elektrowni szczytowo-pompowej (wszystkie Ukraina) [Bisovetskiy, 2011]. Należy zauważyć, że w okresie badań dla danych stacji dokładność poziomego przemieszczenia wynosi 2 mm, a pionowe - 3 mm. W pracy [GPS Technology Used in Three Gorges Reservoir Landslide Deformation Monitoring, Liu *et al.*, 2008] przedstawiono zastosowanie tej metody do monitorowania przemieszczeń najpotężniejszej elektrowni wodnej Three Gorges (Chiny). Zastosowanie pomiarów satelitarnych metodą statyczną pozwoliło osiągnąć dokładności określenia współrzędnych - 1mm. Analiza potwierdza celowość codziennych pomiarów satelitarnych i ich późniejszego postprocessingu w specjalnym oprogramowaniu. Jednakże,

zastosowanie tej metody obserwacji narzuca pewne wymagania dotyczące geometrii sieci, zakładki punktów geodezyjnych i ich lokalizacji w terenie.

Bazowa GNSS sieć Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej była rozszerzona i zagęszczana w trakcie budowy stacji. W obecnej sytuacji sieć składa się z 43 punktów [Duma, 2016]. Jednak proces zagęszczania i rozszerzenia sieci przeprowadzono bez zastosowania metody projektowania i optymalizacji. Rezultatem jest to, że sieć jest znacznie wydłużony na północ wzdłuż Dniestru i nie jest zrównoważona; różna gęstość punktów; wiele punktów jest słabych, z powodu złej widoczności satelitów itp.

W związku z tym dla jakościowego wykrywania i rozważenia efektu danych czynników należy rozwój ram koncepcyjnych i propozycji w celu optymalizacji geometrycznej konfiguracji bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej oraz określenie sposobów poprawy dokładności pomiarów satelitarnych, aby osiągnąć najlepszy wynik ewentualnej kontroli.

Metoda

Jednym z głównych celów geodetów jest określenie przestrzennego położenia punktów umieszczonych na różnych obiektach. Zestaw punktów przeznaczonych dla określenia pozycji przestrzennego obiektu nazywa się siecią geodezyjną. Zgodnie z [Berne, 2004] wszystkie punkty w sieci geodezyjnej można podzielić na trzy grupy: deformacyjne, referentsne i orientacyjne. Położenie punktów każdej grupy zależy od kształtu, wielkości oraz cech topograficznych i geologicznych obiektu monitorowania. Zgodnie z [Grafarend 1974] cztery etapy projektowania i optymalizacji sieci geodezyjnej: *zerowy etap (Zero-Order Design)*: wybór optymalnego systemu odniesienia; *pierwszy etap (First-Order Design)*: wybór optymalnej konfiguracji sieci; *drugi etap (Second-Order Design)*: wybór optymalnych wag obserwacji; *trzeci etap (Third-Order Design)*: poprawa istniejącej sieci.

Dla przykładu, w [Amiri-Simkooei, 2001] przedstawiono algorytm optymalizacji geodezyjnej sieci monitoringu, który obejmuje pierwszy, drugi i trzeci etapy. Na pierwszym etapie jest zastąpienie „słabych” punktów sieci na „mocny”. Na drugim etapie jest zwiększenie ilości pomiarów nadmiarowych dla punktów umieszczonych na granicy sieci. Na trzecim etapie dodaje się pomiary odwrotne dla „słabych” linii w celu poprawy niezawodności. W [Amiri-Simkooei, 2007; Berne, 2004] przedstawiono algorytm optymalizacji geometrii położenia punktów w sieci. W pierwszym przypadku, przeprowadza się optymalizację parametru niezawodności, w drugim - z użyciem wyznacznika maczy kowariancyjnej. W dwóch przypadkach wybrano kształt geometrycznej sieci, w której dokładność i niezawodność pomiarów jest najlepsza.

Aby wybrać optymalne geometryczne pozycje dla nowych oraz istniejących punktów bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej była stworzona

specjalna metoda optymalizacji geometrycznej konfiguracji geodezyjnej sieci, polegającej na wyszukiwaniu pozycji punktów, w których znaczenie kryterium optymalizacji jest minimalne. W celu realizacji tej metody używamy oprogramowania MathCAD 14. Wcześniej przeprowadzono szczegółową analizę głównych kryteriów optymalizacji, a mianowicie: ślad macierzy kowariancyjnej – $A = \text{tr}(Q)$, wyznacznik macierzy kowariancyjnej – $D = \det(Q)$, maksymalna wartość własna macierzy kowariancyjnej – $E = \lambda_{\max}$ współzależność maksymalnej do minimalnej wartości własnej macierzy kowariancyjnej – $I = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}}$. W [Al-Zubaidy, 2012] przedstawione wykorzystanie D i A - kryteriów optymalizację mikro sieci geodezyjnej. Ustanowiono, że wykorzystanie tych kryteriów prowadzi do znacznej poprawy dokładności. Również D -kryterium wykorzystywane dla optymalizacji sieci monitoringu geodezyjnego Dniprowskiej, Dnistrowskiej i Kaniwskiej elektrowni wodnych (Ukraina) [Savchyn, 2015]. Użycie tego kryterium oraz uniwersalnej techniki optymalizacji pozwoliło w 1.5-2.8 razy poprawić dokładność wyników przetwarzania przy pogorszeniu niezawodności na 2.0-7.0%. Wiemy, że wyznacznik interpretuje objętość hiperelipsoidy błędów tworzonego macierzą kowariancyjną. Minimalizacja tego kryterium jest dobrym sposobem poprawienia dokładności sieci geodezyjnej, więc w tej metodzie, zdecydowano użycie tego kryterium.

Strukturalnie metoda optymalizacji geometrycznej konfiguracji geodezyjnej sieci składa się z 3 wzajemnie połączonych bloków.

Blok 1: Obliczania kryteriów optymalizacji. Ten blok przeznaczony do zrównoważenia pomiarów w sieci geodezyjnej metodą parametryczną oraz obliczenia wyznacznika macierzy kowariancyjnej. W tym bloku na podstawie danych wejściowych, formuje się macierza parametryczna A oraz macierza wagi P . Na podstawie otrzymanych rezultatów oblicza się macierza kowariancyjna $Q = (A^T P A)^{-1}$. Dalej oblicza się wyznacznik macierzy kowariancyjnej $D = \det(Q)$.

Blok 2: Obliczania kierunku dla każdego punktu, w którym obserwuje się spadek kryteriów optymalizacji. Dla wyszukiwania tego kierunku zastosowana metoda gradientu, która jest oparta na poszukiwaniu wzrostu wyznacznika macierzy kowariancyjnej:

$$\begin{aligned}\nabla x_i &= \frac{F(x_i + l, y_i) - F(x_i - l, y_i)}{2 \cdot l}, \\ \nabla y_i &= \frac{F(x_i, y_i + l) - F(x_i, y_i - l)}{2 \cdot l},\end{aligned}\tag{1}$$

gdzie x_i i y_i – początkowe współrzędne i -go punktu sieci; l – stałą, na którym zmienia się każda współrzędna (w tej metodzie używano 1 metr); $F(x, y)$ – funkcja dla obliczania wyznacznika macierzy kowariancyjnej.

W przyszłości na podstawie obliczonych gradientów będzie się przeprowadzać obliczania kierunku dla każdego punktu, w którym obserwuje się spadek kryteriów optymalizacji:

$$\operatorname{tg}(\alpha_i) = \frac{\nabla y_i}{\nabla x_i}. \quad (2)$$

Blok 3: Wyszukiwania globalnego minimum funkcji oraz wyjściowe współrzędne optymalnej sieci geodezyjnej. Ten blok przeznaczony jest do kolejnego ruchu punktów w danych kierunkach (3) oraz obliczenia kryteriów optymalizacji dla nowych pozycji punktów.

$$\begin{aligned} x_i^I &= x_i + S_i^I \cdot \cos(\alpha_i), \\ y_i^I &= y_i + S_i^I \cdot \sin(\alpha_i), \end{aligned} \quad (3)$$

gdzie S_i^I – odległość na którym punkt przesuwa się w danym kierunku. Ponieważ w danym kierunku można przesuwać punkt do nieskończoności, w tym przypadku, problem optymalizacji może stracić sens. W związku z tym, proces optymalizacji jest ograniczony (obszarem, w którym może poruszać punkt określany promieniem – R), w wyniku funkcja celu przybiera formę:

$$\Phi(x, y) = F(x, y) + k \begin{cases} (S_i^I - R_i) \leq 0 & \Rightarrow k = 0, \\ (S_i^I - R_i) > 0 & \Rightarrow k = (S_i^I - R_i) \cdot m, \end{cases} \quad (4)$$

gdzie m – stała, która zależy od ilości punktów w sieci geodezyjnej.

W końcu zrealizowane poszukiwanie globalnego minimum funkcji celu (4) oraz wyjście współrzędnych optymalnej sieci geodezyjnej.

Wyniki

W rezultacie inspekcji punktów w terenie, oraz szczegółowej analizy przeprowadzonych i przetworzonych pomiarów ustanowiono 3 główne problematyczne grupy punktów bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej.

Punkty z utrudnionym odbiorem sygnału satelitarne: GZ-10, GZ-11a, GZ-11b, GZ-12 (wszystkie nad systemem wylotu wody) PORTAL-2, NYZHNIY, OZS-1-1 i OZS-23-2 (wszystkie na północno-wschodnim schyle). Pomiary GNSS na tych punktach odbywają się w trudnych warunkach: zamknięcie horyzontu konstrukcjami technologicznymi, krajobrazem i roślinnością, oraz wysokiej multipath, rezultatem czego jest zwiększenie błędów określenia współrzędnych. Punkty te są zainstalowane na północno-wschodnim

schyle, są drugorzędne, ponieważ uważamy, że mogą być wyłączone z programów satelitarnych pomiarów, gdyż pogarszają dokładność całej sieci. Natomiast, punkty, które są zainstalowane nad systemem wylotu wody, wymagają stałej kontroli precyzyjnej, dlatego oferujemy określać ich przemieszczenie poziome wspólnymi pomiarami satelitarnymi i liniowo-kątowymi.

Punkty centrowania ze statywu: PP-221 i PP-100. Centrowanie ze statywu wprowadza dodatkowe systematyczne błędy współrzędnych. W celu poprawienia dokładności pożądzano zastąpić te punkty nowymi punktami centrowania przymusowego.

Punkty uszkodzone w trakcie budowy: OBRYW i OGZ-1. Punkt OBRYW został uszkodzony przez wzmocnienie schyłu w 2014 roku, a punkt OGZ-1 uszkodzony przez przemieszczenie drogi w 2016 roku. W celu poprawienia dokładności postanowiono zastąpić te punkty nowymi.

Oprócz punktów, które muszą być usunięte lub zastąpione w analizie zidentyfikowano dodatkowe obszary, które wymagają monitorowania. Alokowane cztery takie obszary (1-n na północno-zachodnim schyle; 1-n na północno-wschodnim schyle; 2-a na wschodniej stronie buforowego zbiornika wody) w których trzeba zainstalować nowe punkty do poprawy sztywności i dokładności. W opracowaniu obszaru uważano terytorium ograniczone okręgiem o promieniu, w każdym miejscu którego można zainstalować nowy punkt. Wielkość obszaru jest bezpośrednio zależna od warunków terenowych oraz dostępności pobliskich konstrukcji technologicznych, które miałyby negatywny wpływ na pomiary satelitarne.

Rysunek 3a przedstawia układ istniejących grup punktów oraz obszary które wymagają monitorowania.



a) przed optymalizacją

b) po optymalizacji

Rys. 3. Schemat bazowej GNSS sieć Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej (● – dobre punkty sieci; ● – złe punkty sieci; ● – punkty sieci które trzeba zastąpić; ● – obszary które wymagają monitorowania; ● – nowe punkty sieci)

W procesie analizy ustanowiono, że do poprawy sztywności i dokładności bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej potrzeba:

- A. wyłączyć z programów satelitarnych pomiarów 4 punkty (PORTAL-2, NYZHNYI, OZS-1-1 i OZS-23-2);
- B. wzmocnić wspólnymi satelitarnymi i liniowo-kątowymi pomiarami 4 punkty (GZ-10, GZ-11a, GZ-11b i GZ-12);
- C. zastąpić nowymi punktami 4 punkty (PP-221, PP-100, OBRYW i OGZ-1);
- D. zainstalować 4 nowe punkty (GZ-21, GZ-22, GZ-23 i GZ-24).

W tym zakresie wykazano, że wymaga optymalizacji 8 punktów (grupy C i D), bazowa GNSS sieć Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej. Dla optymalizacji używamy proponowaną metodę optymalizacji geometrycznej konfiguracji geodezyjnej sieci. Według proponowanej metody obszary zastąpienia istniejących i ustanowienia nowych punktów ograniczone są kręgami o danym promieniu. Ponieważ istniejące punkty, które należy wymienić (zastąpić) miały dobrą lokalizację, to dla nich zadano obszary z promieniem 10 metrów. Aby znaleźć najlepszą pozycję nowych punktów GZ-22, GZ-23 i GZ-24 wybrano obszary z promieniem 20 metrów, a dla punktu GZ-21 – z promieniem 30 metrów. Głównymi parametrami wyboru promienia były warunki terenowy oraz dostępności pobliskich konstrukcji technologicznych.

W wyniku optymalizacji ustanowiono nowy najlepszy (optymalnie) punkt pozycji bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej (rys. 3b).

W celu przetestowania zoptymalizowanej bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej przeprowadziliśmy aprioryczną ocenę dokładności.

Zgodnie z [Tretyak, 2005] satelitarne obserwacje w tej sieci zostały przeprowadzone cyklami sezonowymi, w każdym cyklu na każdym punkcie pomiarowym są 3 sesje. Oznacza to, że w każdym cyklu mierzy się około jednej trzeciej wszystkich możliwych wektorów. Biorąc pod uwagę, że wektory bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej nie przekraczają 10 km, długość pomiarów na każdym punkcie według dotychczasowych badań musi wynosić co najmniej 6 godzin [Tretyak, 2000; Galaganov, 2004].

W związku z tym, dla oceny apriorycznej ze wszystkich możliwych wektorów automatycznie wybraną ilość określa się zależnością $\frac{n \cdot s}{k} \cdot c$, gdzie n – ilość punktów w sieci;

s – ilość sesji na każdym punkcie pomiarowym; k – ilość dostępnych odbiorników GNSS; c – ilość wektorów mierzonych w jednej sesji. Ponieważ satelitarne obserwacje w tej sieci przeprowadzone są przy użyciu od 5 do 7 odbiorników GNSS, więc aprioryczną ocenę dokładności przeprowadzono dla takich ilości. Tabela 1 przedstawia aprioryczną MSE określania współrzędnych punktów sieci geodezyjnej przed i po optymalizacji

Tabela 1. Aprioryczna MSE określania współrzędnych punktów sieci geodezyjnej przed i po optymalizacji

Ilość odbiorników GNSS, szt	MSE określania współrzędnych punktów sieci geodezyjnej		Ulepszenia MSE określania współrzędnych punktów sieci geodezyjnej, %
	przed optymalizację, mm	po optymalizacji, mm	
5	2.4	2.2	8.3
6	2.2	2.0	9.1
7	2.0	1.8	10.0

Z analizy wyników przedstawionych w tabeli 1 można stwierdzić, że wartość aprioryczna MSE określania współrzędnych punktów sieci zmniejsza się po optymalizacji. Ustanowiono, że optymalizacja bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej poprawi dokładność w 8.3-10.0% w zależności od ilości wykorzystywanych odbiorników GNSS.

Ponieważ, bazowa GNSS sieć Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej wynosiła 43 punkty, a w procesie optymalizacji: 4 punkty wyłączone z programów satelitarnych pomiarów, 4 punkty wzmocnione wspólnymi satelitarnymi i liniowo-kątowymi pomiarami, 4 punkty zastąpione nowymi punktami, zainstalowano 4 nowe punkty, to otrzymane wyniki ulepszenia sieci geodezyjnej może być uważane za dobre.

Podsumowując można stwierdzić, że optymalizacja bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej w pełni potwierdza skuteczność metody optymalizacji geometrycznej konfiguracji geodezyjnej sieci. W związku z tym ta metoda może być stosowana do optymalizacji innych geodezyjnych sieci monitorowania.

Wnioski

Zaproponowano i opracowano nową metodę optymalizacji geometrycznej konfiguracji geodezyjnej sieci. Ta metoda została zastosowana dla optymalizacji bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej.

W rezultacie inspekcji punktów w terenie, oraz szczegółowej analizy przeprowadzonych i przetworzonych pomiarów ustanowiono 3 główne problematyczne grupy punktów bazowej GNSS sieć Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej: punkty z utrudnionym odbiorem sygnału satelitarnego, punkty centrowania ze statywu, punkty uszkodzone w trakcie budowy.

Aby zwiększyć dokładność bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej należy: wyłączyć z programów satelitarnych pomiarów 4 punkty (PORTAL-2, NYZHNYI, OZS-1-1 i OZS-23-2); wzmocnić wspólnymi satelitarnymi i liniowo-kątowymi

pomiarami 4 punkty (GZ-10, GZ-11a, GZ-11b i GZ-12); zastąpić nowymi punktami 4 punkty (PP-221, PP-100, OBRYW i OGZ-1); zainstalować 4 nowe punkty (GZ-21, GZ-22, GZ-23 i GZ-24).

Optymalizacja bazowej GNSS sieci Dniestrowskiej elektrowni szczytowo-pompowej poprawi dokładność w 8.3-10.0% w zależności od ilości wykorzystywanych odbiorników GNSS.

REFERENCES

- Al-Zubaidy R., Mahdi H.A., Hanooka H.S., Optimized Zero And First Order Design Of Micro Geodetic Networks, *Journal of Engineering Sciences*, 2012, vol.18, no.12, December, pp. 1344-1364.
- Amiri-Simkooei A. Analytical first-order-design of geodetic networks, *Iranian journal of engineering sciences*, 2007, no. 1(1), pp. 1-14.
- Amiri-Simkooei A. Strategy for designing geodetic network with high reliability and geometrical strength , A. Amiri-Simkooei, *Journal of surveying engineering*, 2001, pp. 104-117.
- Ayan T. Optimization of Geodetic Networks, Associate Professorship Thesis, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, 1981.
- Berne' J., Baselga S. First-order design of geodetic networks using the simulated annealing method, *Journal of Geodesy*, 2004, no. 78, pp. 47-54.
- Bisovetskiy Yu., Tretyak K., Shchuchik E. Avtomatizatsiya geodezicheskikh nablyudeniya za gidrotekhnicheskimi sooruzheniyami gidroelektrostantsiy Ukrhidroenergo [Automation of geodetic observations of hydraulic structures of «Ukrhydroenergo» hydroelectric power stations], *Gidroenergetika Ukraïni [Hydropower of Ukraine]*, 2011, no. 2, pp.45-51.
- Duma M., Savchin I. Optimizatsiya konfiguratsii ta rozmishchennya punktiv opornoï GNSS-merezhi Dnistrovskoï GAYeS [Optimizing configuration and placement of items GNSS reference network Dniester PSP], *Mizhnarodna Naukovo-Tyekhnichna Konfyeryentsiya Molodikh Vchyenikh «GeoTerrace-2016» [Conf. proc. International Scientific Conference of Young Scientists «GeoTerrace-2016»]*, 2016, pp.68-71.
- Galaganov O., Guseva T., Labuntsova L. Geodinamichniy monitoring iz zastosuvannyam suputnikovikh tekhnologiy deyakikh rayoniv AYES [Geodynamic monitoring using satellite technology some nuclear areas], *Zbirnik materialiv IKh-go mizhnarodnogo naukovo-tekhnichnogo simpoziumu "Geoinformatsiyniy monitoring navkolishnogo seredovishcha [Proceedings of the IX-th International scientific and technical symposium "Geoinformation monitoring of environment]*, 2004. – pp. 46-48.
- Grafarend E. Optimization of geodetic networks, *Bolletino di Geodesia a Science Affini*, 1974, no. 33, pp. 351 – 406.
- Liu H., He C., Zhang A., Liu H-x. GPS Technology Used in Three Gorges Reservoir Landslide Deformation Monitoring, *Journal of Yangtze River Scientific Research Institute*, 2008, no. 25, pp. 33-35.

- Savchyn I. Optimizatsiya aktivnikh geodezichnikh merezh monitoringu inzhenernikh sporud gidroelektrostantsiy [Optimization of active geodetic monitoring networks Hydropower engineering structures] Associate Professorship Thesis, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, 2015.
- Sidorov I., Periy S., Sarnavskiy V. Vyznachennya rukhiv zemnoï poverkhni v rayoni Dnistrovskoï GAYES suputnikovimi ta nazemnimi metodami [Determination of the earth surface movements in areas of Dniester GNSS using satellite and ground geodetic methods], Geodinamika [Geodynamics], 2015, no.pp.15-25.
- Tretyak K. Planuvannya ta optimizatsiya GPS - vimiriv u geodezichnikh merezhakh [Planning and optimization of GPS - measurements in geodetic networks], Visnik geodezii ta kartografii [Journal of Geodesy and Cartography], 2000, no. 3(18), pp.7-13.
- Tretyak K., Sidorov I. Optyimizacija pobudovy geodezychnoi' merezhi Dnistrovs'koi' GAES suputnykovymy radionavigacijnymy tehnologijamy [Optimization of building geodetic network of the Dniester HPPS satellite radio navigation technologies]. Suchasni dosjagnennja geodezychnoi' nauky ta vyrobnytva [Modern achievements in geodetic science and industry]. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2005, pp. 207–219.
- Tretyak K., Sidorov I. Sumisne opratsyuvannya suputnikovikh i nazemnikh geodezichnikh vimiriv visokotochnoi' merezhi budivnitstva Dnistrovskoï GAYES [Co-processing of satellite and ground-based measurements of high precision geodetic network construction of the Dniester PSP], Visnik geodezii ta kartografii [Journal of Geodesy and Cartography], 2012, no. 3(78), pp.6-9.

Artykuł recenzowany

Prof. dr hab. inż. Zdzisław Adamczewski
Politechnika Warszawska
Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie
Europejski Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa

Dr fil. mgr inż. Luiza Larsen
ACI Worldwide, UK
Europejski Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa

Problem modelu deformacji zbiornika walcowego na paliwa płynne

Streszczenie. *Autorzy rozważają problem deformacji płaszcza oraz stopy zbiornika walcowego na paliwa płynne. Po dokonaniu odpowiedniej analizy harmonicznej stwierdzają zgodność charakteru tych deformacji z regułą de Broglie'a. Dochodzą do wniosku, że przyczyną tego zjawiska mogą być drgania własne zbiorników, co byłoby istotną informacją dla konstruktorów i eksploatorów tych obiektów.*

Deformation model of a cylindrical fuel tank

Abstract. *The authors consider the problem of the deformations of the walls and floor of a cylindrical liquid-fuel tank. After performing appropriate harmonic analysis, they demonstrate that the character of the deformations corresponds with de Broglie's law. The authors conclude that the origin of this phenomenon might be the normal modes (free oscillations) of the fuel tanks, which may be important information for those who design, construct and maintain these objects.*

Przedstawienie problemu

Inspiracją zajęcia się modelem deformacji zbiornika walcowego na paliwa płynne był dla nas artykuł [1] opublikowany w Serii wydawniczej: *Biblioteka Pomocy Naukowych* Wyższej Szkoły Gospodarki Krajowej w Kutnie. Autorzy tej pracy: Adam Żurowski i Janusz Żurowski opisują prace geodezyjne związane z montażem i inwentaryzacją zbiorników wspomnianego typu. Szczególnie interesujące jest stwierdzone przez pomiary

geodezyjne charakterystyczne, faliste formowanie się ściany (płaszcza) zbiornika walcowego w trakcie jego eksploatacji. Analiza harmoniczna deformacji oparta na modelu de Broglie'a może prowadzić do wniosku, że formowanie to zależy od drgań własnych zbiornika, interferujących z czynnikiem zewnętrznym (np. z działaniem dominującego wiatru, czy drgań gruntu). Zajmiemy się również problemem falistego, pionowego kształtowania się stopy zbiornika, co – jak sądzimy – ma to samo źródło.

Oczywiście jesteśmy dalecy od arbitralnego przesądzania o przesłankach zjawisk zaobserwowanych geodezyjnie przez autorów cytowanej pracy [1] i od zbyt rozległych uogólnień. Do formułowania uogólnień trzeba dysponować bogatym materiałem empirycznym. Tym niemniej uważamy, że przedstawienie zauważonych przez nas prawidłowości może być interesujące zarówno z praktycznego jak i poznawczego punktu widzenia. Z praktycznego – ponieważ może pomóc w zwiększeniu bezpieczeństwa eksploatacji zbiorników, zaś z poznawczego – ponieważ może pomóc w wyjaśnieniu mechanizmu falistego formowania się płaszcza i stopy zbiornika walcowego. Dodatkowym interesującym zjawiskiem jest podobieństwo uformowania ściany zbiornika do wygładzonego równoleżnika ziemskiego (por. np. [4]). Zauważmy, że napełniony płynem zbiornik może być w dużym uproszczeniu porównywany do równoleżnikowego pasa skorupy ziemskiej. Jednak ten problem wykracza poza nasze niniejsze rozważania.

Model de Broglie'a Regułą de Broglie'a nazywa się czasem w fizyce zjawisko „zamykania się” oscylacji w zamkniętym przedziale, który może być wyskalowany jako 2π , liczbą wymiernych okresów. Zjawisko to zauważyli też inni znamienici fizycy. W najprostszym przypadku mogą to być liczby 2, 3, 4,... W przypadkach złożonych będą to liczby ułamkowe, a w naturalnych warunkach – ich wymierne przybliżenia. Dysponując tymi okresami można skonstruować szereg trygonometryczny, który nazwalismy *szeregiem de Broglie'a* [4]. Załozymy, że odchylenie v ściany (płaszcza) zbiornika na ustalonej wysokości h , wyrażone tym szeregiem będzie miało postać

$$v = x_1 + x_2 t + \sum_{i=1}^m x_{2i+1} \sin\left(\frac{2\pi}{P_i} t + x_{2i+2}\right) \quad (1)$$

gdzie:

$P_i, i=1,2,\dots,m$ – okresy,

$x_j, j=1,2,\dots,n$ – parametry (liczba parametrów: $n=2m+2$),

$t_k, k=1,2,\dots,q$ – zmienna bieżąca (w naszych przykładach – numer kolejnej obserwacji wykonywanych w równych odstępach poziomego przekroju ściany zbiornika).

Wyrażenie (1) będzie zatem naszym *modelem matematycznym* odchylenia v ściany zbiornika od pionu w określonym punkcie przekroju.

Analiza harmoniczna pomierzonego przekroju zbiornika na poziomie 16 m

Algorytm analizy zrealizujemy w następujących trzech krokach:

1. wyznaczenie okresów P_i metodą sinusoidy ruchomej [2] i wybór okresów do modelu (1)
2. wyznaczenie parametrów x_i nieliniową metodą najmniejszych kwadratów,
3. wyznaczenie odchyłeń wygładzonych v_i z modelu (1).

Wyznaczenie okresów P_i

Wyniki pomiaru przekroju ściany zbiornika w $q=68$ punktach, podane w pracy [1], zostały zilustrowane rysunkiem 1. Odchylenia v od pionu są graficznie znacznie powiększone, ponieważ zostały wyskalowane w ich przedziale zmienności. Zgodnie z podanym powyżej algorytmem dokonaliśmy analizy spektralnej, której rezultat przedstawiono na rysunku 2.

Otrzymaliśmy dwa dominujące okresy: $P_1=13.76$, $P_2=21.51$ (w jednostkach numeru obserwacji). Pozostałe okresy posiadają o wiele mniejszą amplitudę A , zaś okresy zbyt bliskie elementarnemu okresu 1.00 nie mogą być brane, ponieważ powoduje to perturbacje numeryczne. Można zauważyć, że reguła de Broglie'a została w przybliżeniu spełniona:

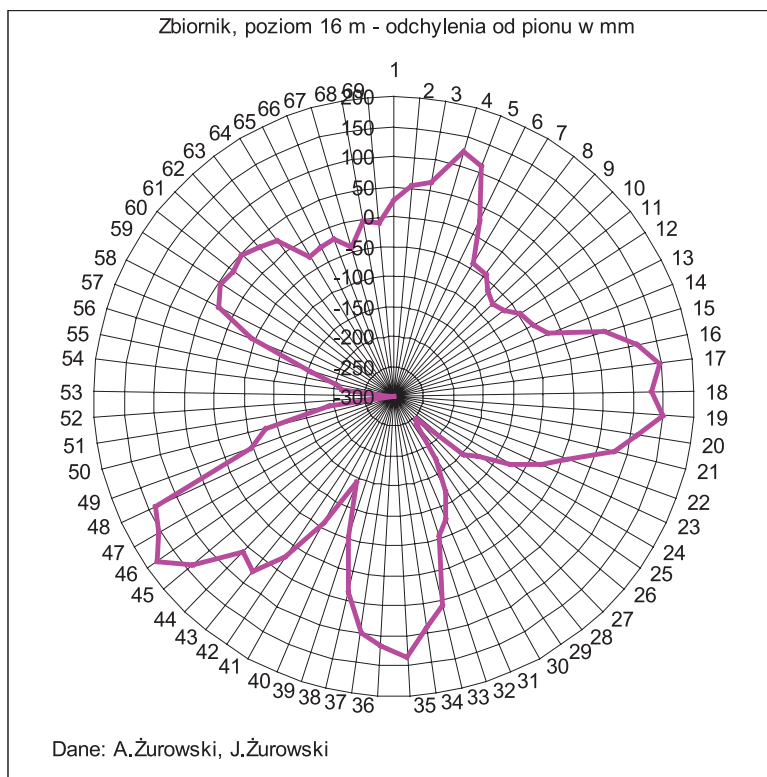
$$P_1 \approx 67/5 = 13.40 \text{ (odchylenie od wymierności 2.6\%)},$$

$$P_2 \approx 67/3 = 22.33 \text{ (odchylenie od wymierności 3.8\%)}.$$

Powyższe dwa okresy zastosujemy do wyznaczenia przybliżonego trendu zbioru obserwacji.

Wyznaczenie parametrów x_i

Stosujemy tu nieliniową parametryczną metodę najmniejszych kwadratów, realizowaną algorytmem *Quick Seidel*, opisaną m.in. w monografii [4]. Jak widać, nie potraktowaliśmy okresów jak parametrów w tej metodzie, ponieważ przy większej liczbie niewiadomych w równaniach obserwacyjnych typu (1) występuje zjawisko *substytucji niewiadomych*, w szczególności – okresu i fazy w składnikach sinusoidalnych tych równań. Okresy wyznacza się dokładnie w małych układach równań obserwacyjnych, w dużych układach okresy stają się niewiadomymi, które mają słabą zbieżność w procesie iteracyjnym. Ponadto mogą się zbiegać do nierealnych wartości „zastępując” w procesie iteracyjnym fazę.



Rys. 1.

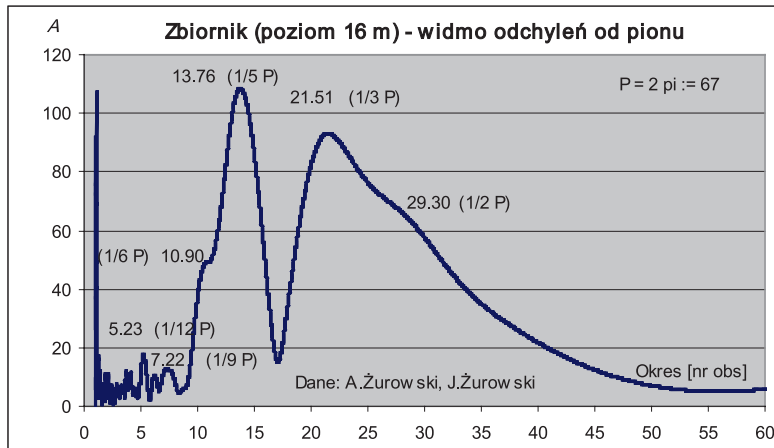
Pierwsze wygładzenie odchyleń (wraz z oceną adekwatności modelu)

Po podstawieniu otrzymanych wartości okresów i parametrów do równania (1) otrzymujemy wygładzone odchylenia oraz residua dv . Do oceny modelu zastosowaliśmy *błąd standardowy modelu*

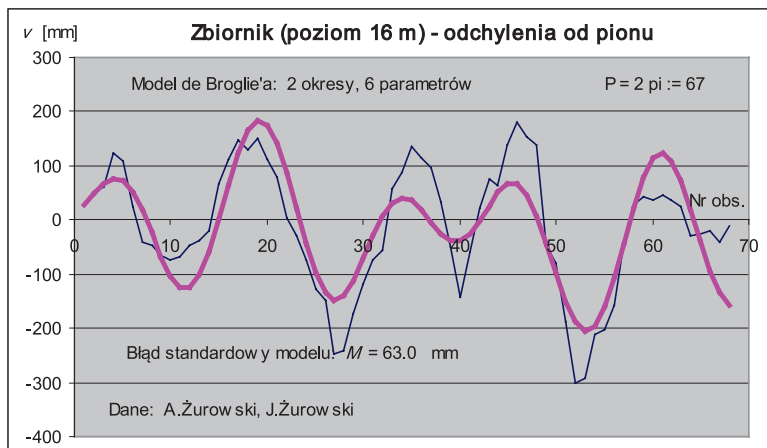
$$M = \sqrt{\frac{[dvdv]}{q}} \quad (2)$$

Nie stosujemy tu pojęcia liczby stopni swobody (obserwacji nadliczbowych), lecz liczbę obserwacji q ponieważ wyrażenie (2) nie służy nam do oceny statystycznej, lecz pragmatycznej. Ponadto – zważywszy, że okresy są wyznaczone z analizy spektralnej – w dużych zbiorach, po przyjęciu dużej liczby okresów, mogłaby wystąpić ujemna liczba stopni swobody [2].

Wynik pierwszego wygładzenia odchyleń v przedstawiono na rysunku 3 stanowiącym wykres liniowy, nie radialny.



Rys.2



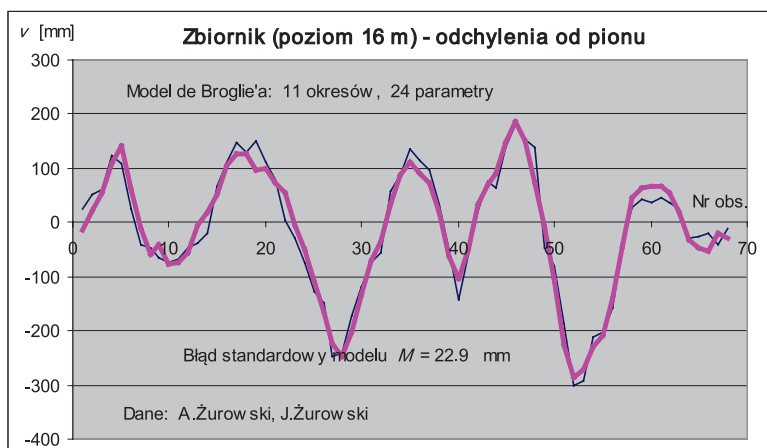
Rys. 3

Model przybliżony, przedstawiony na rysunku 3, posiada duży błąd standardowy $M=63.0$ mm. Zwiększenie liczby parametrów przez uwzględnianie kolejnych okresów zmniejsza błąd standardowy modelu. Wobec tego powiększymy liczbę okresów do 11, uwzględniając amplitudy $A>10$ i ślady okresów $1/6$ i $1/2$.

Drugie wygładzenie

Zastosujemy dalej *modelowanie quasi-dokładne* opisane w naszej pracy [2]. Po uwzględnieniu 11 okresów liczba parametrów x_i wzrosła do $2+11 \cdot 2=24$. Nie stanowi to jednak problemu w realizacji algorytmu *Quick Seidel*. Na podstawie wyznaczonych parametrów $x_i, i=1,2,\dots,24$ otrzymujemy wygładzony model przedstawiony na rysunku 4.

Błąd standardowy modelu $M = 22.9$ mm wyniósł około jednej trzeciej błędu modelu z pierwszego przybliżenia. Odchylenia od tego modelu potraktujemy jako przypadkowe.



Rys.4

Następne zwiększanie w modelu liczby małych okresów (wszystkie zidentyfikowane okresy dla $A > 10$ mm zostały zastosowane) nie zmniejsza w sposób istotny standardowego błędu modelu. Do modelowania dokładnego można też użyć algorytmu *eliminacji trendów* [3], co również zastosowaliśmy. Jednak dla poglądowego przedstawienia problemu bardziej użyteczne jest opisanie w tej pracy tylko zastosowania algorytmu quasi-dokładnego [2].

Należy ponadto podkreślić, że dla dużej liczby okresów (i parametrów) wartości modelowe są adekwatne do obserwacji w punktach obserwacji. Na odcinkach elementarnych między obserwacjami mogą niekiedy wystąpić zafalowania modelu (por. [2])

Analiza harmoniczna deformacji pionowych stopy zbiornika

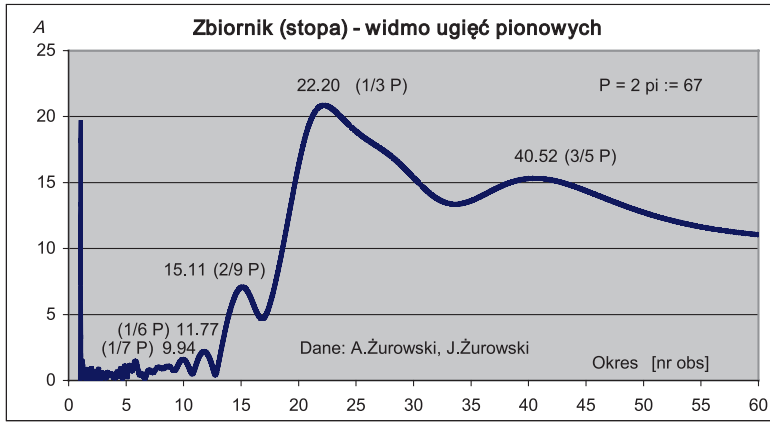
Pomierzone [1] deformacje pionowe (ugięcia) z_i , $i=1,2,\dots,68$ stopy zbiornika („rozwinętej” w prostą linię wykresu) są łatwiejsze do modelowania, ponieważ ich wykres jest bardziej regularny. Na rysunku 5, przedstawiającym widmo deformacji, zaznacza się wyraźnie deterministyczny składnik w postaci 3 dominujących okresów (amplituda $A > 5$):

$$P_1 \approx 67 \cdot 2/9 = 14.89 \text{ (odchylenie wymierności 1.5\%)},$$

$$P_2 \approx 67/3 = 22.33 \text{ (odchylenie wymierności 0.6\%)},$$

$$P_3 \approx 67 \cdot 3/5 = 40.20 \text{ (odchylenie wymierności 0.9\%)}.$$

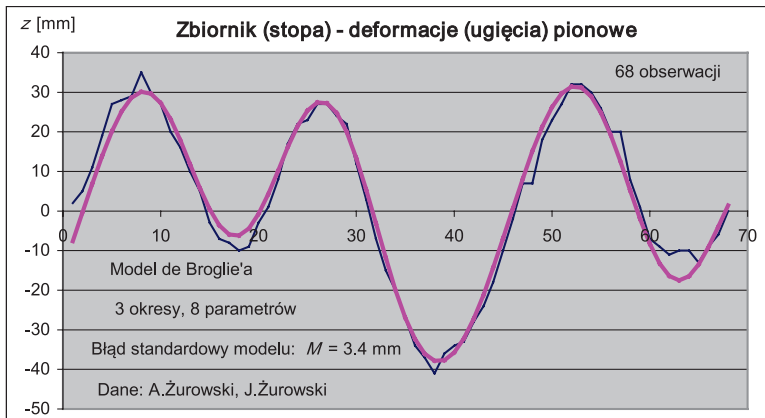
Po wyznaczeniu parametrów otrzymujemy model przedstawiony na rysunku 6, z błędem standardowym $M=3.2$ mm. Odchylenia od tego modelu uznamy za przypadkowe.



Rys.5

Konkluzja

Przedstawione powyżej analizy harmoniczne deformacji zbiornika walcowego (ściany-płaszczka zbiornika oraz stopy) mogą naszym zdaniem stanowić przyczynek do głębszych, introspektywnych, nie tylko behawioralnych, badań zachowania się zbiorników na paliwa płynne. W szczególności interesujący z poznawczego i aplikacyjnego punktu widzenia jest problem zależności obserwowanych falistych deformacji od drgań własnych zbiornika. Problem ten może być rozważany w sposób analogiczny do badania drgań własnych metodami sejsmologicznymi. Wyznaczenie obertonów tych drgań mogłoby być istotną informacją dla konstruktorów zbiorników.



Rys.6

Wydaje się [1], że metody geodezyjne zostały już efektywnie spożytkowane w pomiarach realizacyjnych i inwentaryzacyjnych rozważanych zbiorników i opracowano stosowne technologie. Można jednakże zauważyć pewien niedostatek w metodologii i algorytmach opracowania obserwacji, co nie ukazuje pełnych możliwości zastosowania geodezyjnych metod pozyskiwania i opracowania danych pomiarowych. Stąd pojawiła się inspiracja przedstawienia niniejszej pracy.

Bibliografia cytowana

- [1] Żurowski A., Żurowski J.: *Geodezyjne pomiary realizacyjne i inwentaryzacyjne podczas budowy zbiorników walcowych na paliwa płynne*. Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie. Seria Wydawnicza: Biblioteka Pomocy Naukowych. Seria: Monografie. Praca zbiorowa pod redakcją Stefana Przewłockiego: „Współczesne kierunki badań naukowych w dyscyplinie geodezja i kartografia”. Kutno 2010.
- [2] Adamczewski Z., Larsen L.: *Modelowanie quasi-dokładne ciągów obserwacyjnych jako algorytm heurystycznej penetracji zbiorów obserwacji*. Przegląd Geodezyjny 2/2010
- [3] Adamczewski Z., Pierzchała R.: *Analiza introspektywna czasowych ciągów obserwacyjnych metodą eliminacji trendów*. Materiały VI Sympozjum – Współczesne problemy podstawowych sieci geodezyjnych. Warszawa 1998
- [4] Reports on Geodesy No.3(70),2004 (Monography)

Artykuł recenzowany

Zdzisław Adamczewski

Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie

Ogólne rozwiązanie zadania Przewłockiego metodą najmniejszych kwadratów

Wstęp i sformułowanie problemu

W pracy [1] nazwałem podział wieloboku zamkniętego wielobokiem otwartym, w określonej proporcji, *zadaniem Przewłockiego*. Rozważany tam konkretny przypadek pozwalał na wygodną parametryzację. W tym artykule podamy bardzo prosty formalnie algorytm ogólny, polegający na ułożeniu i rozwiązaniu metodą ekstremalizacji [2], s.140 (z zastosowaniem metody najmniejszych kwadratów) odpowiedniego układu równań nieliniowych. Okazuje się, że może się to okazać proste po zastosowaniu odpowiedniego nieliniowego algorytmu iteracyjnego o bardzo dobrej zbieżności.

Zastosowanie metod iteracyjnych stało się szczególnie użyteczne obecnie, wobec dostępności i łatwości użycia szybkich komputerów. Projektowaniem działek o zadanych powierzchniach zajmujemy się w geodezji na co dzień, stąd warto podać także nietrywialne rozwiązania tych zadań, jakie mogą się nam przytrafić. Tak np. swój program o charakterze iteracyjnym projektowania działek o granicach równoległych podaje werbalnie kolega Stanisław Lisiewicz (PG 5/2011), które to zadanie da się jednak rozwiązać nieiteracyjnie.

Algorytm

Ogólne rozwiązanie zadania Przewłockiego „przećwiczymy” na sześcioboku (obwodnicy) z przykładu podanego w pracy [1]. Współrzędne płaskie X, Y punktów obwodnicy dzielonej działki są dane. Należy podzielić tę działkę na pół linią prostą prostopadłą do boku 44-55 (oczywiście, ogólnie biorąc może być żądanie innego podziału, w jakiejś proporcji t).

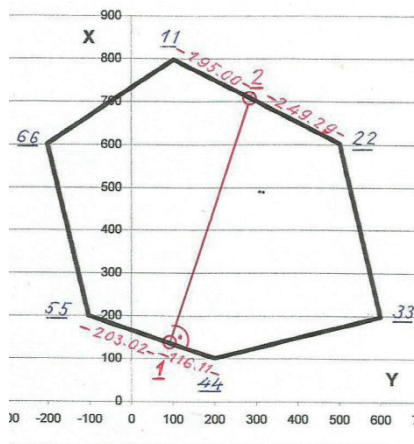
Założmy, że dzielona działka (vide załączony rysunek) widnieje na mapie zasadniczej lub ortofotomapie i mogliśmy oszacować „na oko”, że końce odcinka dzielącego leżą na bokach 44-55 i 11-22 (gdyby to oszacowanie było nietrafne, musielibyśmy dokonać następnej próby). Należy obliczyć współrzędne końców tego odcinka i z tych współrzędnych – odpowiednie czołówki do wyniesienia podziału na grunt.

Formalnie zadanie jest „dziecinnie” proste. Mamy cztery niewiadome współrzędne punktów 1,2 („czerwonych” na rysunku): x_1, y_1, x_2, y_2 . Musimy zatem ułożyć układ czterech równań i go rozwiązać. Skorzystamy z następujących zależności:

1. punkt 1 leży na odcinku 44-55,
2. punkt 2 leży na odcinku 11-22,
3. azymut dzielącego odcinka 1-2 jest różny od azymutu boku 44-55 o 90° ,
4. powierzchnia wieloboku 1,2,22,33,44 jest znana.

Oczywiście równania ułożone z powyższych zależności będą nieliniowe (trzy pierwsze zawierają niewiadome w ilorazie lub dla prostoty formalnej – w funkcji arcus tangens, w czwartym zaś występują w sumie iloczynów).

Równania te są zapisane w załączonym programie w języku algorytmicznym Pascal jako podprogram *function e real*, zanurzonym w innym podprogramie *procedure trzypun* [2]. Rezygnujemy z zapisu tradycyjnego. Język Pascal jest nieco zmodyfikowanym językiem Algol, który był ułożony do zapisywania nie tylko formuł matematycznych, ale również algorytmów obliczeniowych (sposobów postępowania z tymi formułami). Zarówno Algol jak i Pascal są to języki „przyjazne”; dają się stosunkowo łatwo odczytywać.



Program

```

program podzial4;
type real=extended;
var i,j,iter: integer;
    t,p0,pp,s,ex,q,
    xx1,yy1,xx2,yy2,
    x1,y1,x5,y5,x6,y6,
    c1,c2: real;
    XX,YY: array[0..8] of real;
    X: array[1..4] of real;
    res: text;

procedure enter;
begin
    write('Kliknij ENTER');
    readln
end;

function e: real;
var sum,v1,v2,v3,v4: real;
begin
    begin
        v1:=arctan((YY[5]-X[2])/(XX[5]-X[1]))
            -arctan((YY[5]-YY[4])/(XX[5]-XX[4]));
        v2:=arctan((YY[2]-X[4])/(XX[2]-X[3]))
            -arctan((YY[2]-YY[1])/(XX[2]-XX[1]));
        v3:=-arctan((X[4]-X[2])/(X[3]-X[1]))+pi/2
            +arctan((YY[5]-YY[4])/(XX[5]-XX[4]));

        XX[0]:=X[1];
        YY[0]:=X[2];
        XX[1]:=X[3];
        YY[1]:=X[4];
        XX[5]:=X[1];
        YY[5]:=X[2];
        XX[6]:=X[3];
        YY[6]:=X[4];
        q:=0.0;
        for i:=1 to 5 do q:=q+XX[i]*(YY[i+1]-YY[i-1]);
        q:=q/2;

        XX[1]:=x1; YY[1]:=y1;
        XX[5]:=x5; YY[5]:=y5;
        XX[6]:=x6; YY[6]:=y6;

        v4:=pp-q; v4:=v4/10000;
        sum:=v1*v1+v2*v2+v3*v3+v4*v4;
    end;
    e:=sum;
end;

procedure trzypun;
var i: integer;
    e1,e2,e3: real;
begin
    for i:=1 to 4 do
        begin
            e2:=e; X[i]:=X[i]-s; e1:=e; X[i]:=X[i]+s+s; e3:=e;

```

```

            X[i]:=X[i]-s-s*(0.5+(e1-e2)/(e1-2*e2+e3));
        end
    end;

begin {Wykaz wspolrzednych}
    XX[1]:=798.26; YY[1]:=102.12;
    XX[2]:=603.25; YY[2]:=501.33;
    XX[3]:=198.93; YY[3]:=599.20;
    XX[4]:=101.18; YY[4]:=200.32;
    XX[5]:=200.00; YY[5]:=-103.13;
    XX[6]:=602.13; YY[6]:=-201.26;
    XX[0]:=XX[6]; YY[0]:=YY[6];
    XX[7]:=XX[1]; YY[7]:=YY[1];
    xx1:=120.0; yy1:=110.0;
    xx2:=735.0; yy2:=200.0;

    assign(res,'podzial4.txt'); rewrite(res);

    {Obliczenie powierzchni}
    t:=0.5;
    iter:=1000;
    p0:=0.0;
    for i:=1 to 6 do p0:=p0+XX[i]*(YY[i+1]-YY[i-1]);
    p0:=p0/2;
    writeln; writeln(res);
    writeln('P = ',p0:12:4); writeln(res,'P = ',p0:12:4);
    writeln('t = ',t:4:5); writeln(res,'t = ',t:4:6);

    pp:=t*p0; writeln('Pprojekt = ',pp:12:4);
    writeln(res,'Pprojekt = ',pp:12:4);

    x1:=XX[1]; y1:=YY[1];
    x5:=XX[5]; y5:=YY[5];
    x6:=XX[6]; y6:=YY[6];

    s:=1.0;
    X[1]:=xx1; X[2]:=yy1; X[3]:=xx2; X[4]:=yy2;

    for j:=1 to iter do trzypun;

    writeln; writeln(res);

    {Druk wyników}
    writeln; writeln(res);
    for i:=1 to 4 do
        begin
            writeln('X[',i,',] ',X[i]:7:3);
            writeln(res,'X[',i,',] ',X[i]:7:5)
        end;
    ex:=e;
    writeln('ex = ',e:7:10);
    writeln(res,'ex = ',e:7:10);
    writeln(q-pp:7:4); writeln(res,q-pp:7:4);
    writeln('Wynik masz w pliku podzial4.txt');
    close(res);
    enter;
end.

```

Wyniki

```

P = 386521.2586
t = 0.500000
Pprojekt = 193260.6293

X[1] 137.13280
X[2] 89.91460
X[3] 712.67109
X[4] 277.33400
Ex = 0.0000000002
dp [m2] = -0.0001

```

Komentarz

Ułożone 4 równania są traktowane jak *równania obserwacyjne w nieliniowej metodzie najmniejszych kwadratów*, z „poprawkami”. Kiedy doprowadzi się ich sumę kwadratów do zera, czyli zrealizuje się zadanie będzie rozwiązane, ponieważ 4 niewiadome $x_1=X[1]$, $y_1=X[2]$, $x_2=X[3]$, $y_2=X[4]$ spełnią zidentyfikowane uprzednio 4 zależności.

Aby uzyskać rozwiązanie praktycznie dokładne (ściśle) zastosowaliśmy 1000 iteracji (praktycznie wystarczyłoby ich o wiele mniej), przy czym i tak czas liczenia był niezauważalny organoleptycznie. Otrzymane wartości niewiadomych podaliśmy z nadmiarem dokładności ze względów formalnych. Obliczone czołówki do wyniesienia podziału na grunt podane są na rysunku.

Propozycja do „Kącika zadań geodezyjnych” kolegi doktora Grodzickiego

Jak wiadomo, przed Kartezjuszem nie używano współrzędnych kartezjańskich i różne skomplikowane zadania też rozwiązywano. Proponuję do „Kącika zadań geodezyjnych” rozwiązanie podanego powyżej zadania Przewłockiego bez użycia jakichkolwiek współrzędnych ortokartezjańskich, nawet w jakimś układzie lokalnym (nawet powierzchnię ogólną należy obliczyć bez współrzędnych). Podana będzie jedynie obwódca w postaci poligonu zamkniętego. Ci z pomysłem i wytrwali, którzy tego dokonają, otrzymają moją monografię „*Nieliniowe i nieklasyczne algorytmy w geodezji*” Warszawa 2002 oraz podręcznik „*Rachunek wyrównawczy w 15 wykładach*” (z dedykacją). I przy okazji sprawdzą, czy moje obliczenie było poprawne.

Specjalnym listem pochwalnym będzie uhonorowany ten, kto obliczy błędy średnie czołówek do wyniesienia na grunt, przy założeniu, że błąd średni położenia punktu obwódca wynosi 5 cm.

Bibliografia cytowana

- [1] Adamczewski Z.: *Podział wieloboku zamkniętego na dwie części wielobokiem zorientowanym, jednostronnie domkniętym (uogólnione zadanie Przewłockiego)*. Przegląd Geodezyjny 7/2016
- [2] Adamczewski Z.: *Rachunek wyrównawczy w 15 wykładach*. Oficyna Wydawnicza PW Warszawa 2014
- [3] Lisiewicz S.: *Wyznaczanie granicy działki o zadanym polu powierzchni*. Przegląd Geodezyjny 5/2011

Artykuł recenzowany

P. I. Baran, K. O. Burak, L. Pitoń

Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie

Nowa metoda lokalizacji i połączenia klotoidy z łukiem kołowym

Podczas ruchu po torze zakrzywionym pojawia się siła odśrodkowa równoważąc siły występujące na krzywej, jest to jednostronny poprzeczny profil z nachyleniem do środka krzywej. W tym celu używana jest krzywa przejściowa, promień takich krzywych ciągle się zmienia od nieskończoności na początku, do promienia łuku kołowego na końcu, co prowadzi do stopniowego zmniejszenia wartości przyspieszenia odśrodkowego.

Równanie krzywej przejściowej, w szczególności klotoidy ma postać

$$\rho = RL/l = C/l, \quad (1)$$

gdzie: ρ – promień krzywej przejściowej; R – promień łuku kołowego; L – długość krzywej przejściowej; l – odległość krzywej od punktu początkowego; $C=RL$ – stała krzywej przejściowej.

Według rozporządzenia drogowego DBN V.2.3-4-2000 długość krzywej przejściowej zaleca się przyjmować od 35 do 130 metrów z promieniem krzywej w zakresie od 50 do 2000 metrów. Na drogach kolejowych, według DBN V.2.3-19-2008, długość krzywych zawiera się w zakresie od 20 do 300 metrów, a w przypadku metra, według DBN V.2.3-7-2010 – od 20 do 80 metrów.

Matematyczna klotoida stosowana na Ukrainie i w wielu krajach Europy opisuje zależność

$$l^2 = 2C\varphi_l; \quad C = RL, \quad (2)$$

gdzie: φ_l – kąt pomiędzy osią odciętych a styczną do krzywej w punkcie P, odległym od jej początku o długość l ; L – długość krzywej przejściowej; R – promień łuku kołowego.

Teoria krzywych przejściowych jest opisana w wielu źródłach [1-11], w których jest ona rozmieszczona symetrycznie do początku lub końca krzywej obwodowej, co prowadzi do przemieszczenia krzywej do środka krzywizny i zmniejszenia promienia

$$p \approx L^2 / 24R. \quad (3)$$

Aby zająć się tym problemem stosując drugą metodę [2, 4, 8, 9] jednocześnie przesunięciu ulega krzywa obwodowa i zostaje przeniesiony środek jej krzywizny, pozostawiając niezmienny promień. Pomimo tego, zasadniczą wadą lokacji krzywej przejściowej jest przemieszczenie krzywej obwodowej ze swojego początkowego (projektowanego) położenia, prowadząc do znacznych komplikacji w metodzie obliczania parametrów krzywej jak i ich rozmieszczenia w planie.

Opracowano nowy, efektywny sposób określania położenia krzywej przejściowej i jej połączeń z łukiem kołowym, co jest oparte na jego dyslokacji wzdłuż krzywej aż do jej końca. Parametry klotoidy spełniają wymagania SBR i pozostają takie same dla obydwu metod.

Położenie punktów klotoidy wyznaczają współrzędne prostokątne wyznaczone ze znanych wzorów.

$$x = l \left(1 - \frac{l^4}{40C^2} \left(1 - \frac{l^4}{86,4C^2} \right) \right); \quad y = \frac{l^3}{6C} \left(1 - \frac{l^4}{56C^2} \left(1 - \frac{l^4}{125,7C^2} \right) \right); \quad C = RL. \quad (4)$$

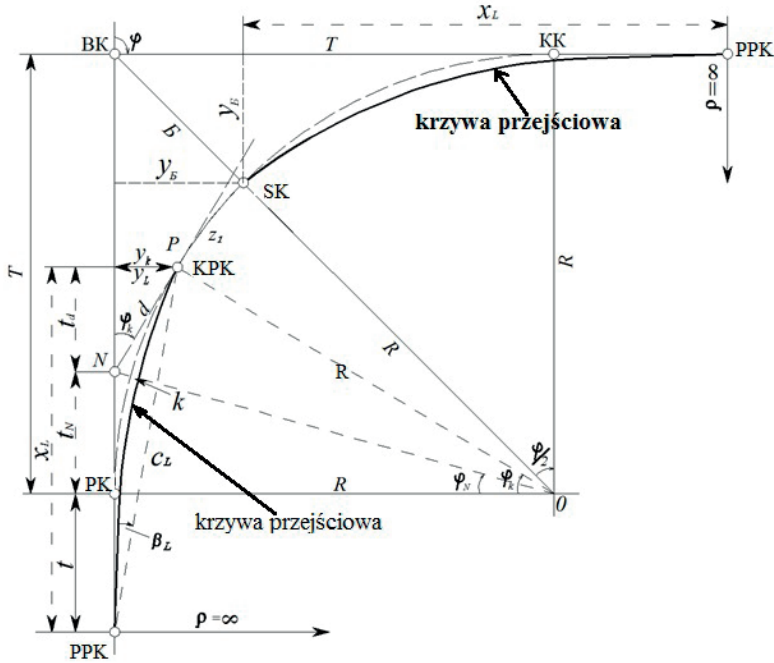
Współrzędne końca klotoidy obliczone za pomocą tych wzorów mają postać :

$$x_L = L \left(1 - \frac{L^2}{40R^2} \left(1 - \frac{L^2}{86,4R^4} \right) - \dots \right); \quad y_L = \frac{L^2}{6R} \left(1 - \frac{L^2}{56R^2} \left(1 - \frac{L^2}{125,7R^4} \right) - \dots \right). \quad (5)$$

Położenie klotoidy i jej połączenie z łukiem kołowym przedstawiono na rys. 1. Aby określić położenie końca klotoidy trzeba wyznaczyć wierzchołek kąta obrotu a następnie odcięte i współrzędne łuku kołowego w punkcie KPK względem początku krzywej PK.

$$\varphi_k = \frac{180^\circ k}{\pi R} = \frac{k}{R}; \quad x_k = R \sin \varphi_k; \quad y_k = R(1 - \cos \varphi_k) \approx \frac{k^2}{2R} \left(1 - \frac{k^2}{12R^2} + \frac{k^4}{360R^4} - \dots \right), \quad (6)$$

Gdzie kąt jest podawany w radianach



Rys.1 Położenie krzywej przejściowej

Współrzędne prostokątne punktu KPK względem początku krzywej przejściowej wyznacza się według wzorów (3).

W ten sposób, pod koniec krzywej przejściowej powinien być spełniony warunek $y_L = y_k$ albo

$$\frac{L^2}{6R} \left(1 - \frac{L^2}{56R^2} \left(1 - \frac{L^2}{125,7R^2} \right) - \dots \right) = \frac{k^2}{2R} \left(1 - \frac{k^2}{12R^2} \left(1 - \frac{k^2}{30R^2} \right) - \dots \right) \quad (7)$$

Jest to łatwe do określenia, zależy od długości klotoidy lub odwrotnie długość L od K, a mianowicie:

$$k = \frac{\frac{L}{\sqrt{3}} \sqrt{1 - \frac{L^2}{56R^2} \left(1 - \frac{L^2}{125,7R^2} \right) - \dots}}{\sqrt{1 - \frac{k^2}{12R^2} \left(1 - \frac{k^2}{30R^2} \right) - \dots}} \approx \frac{L}{\sqrt{3}}; \quad (8)$$

$$L = \frac{k \sqrt{3 \left(1 - \frac{k^2}{12R^2} \left(1 - \frac{k^2}{30R^2} \right) - \dots \right)}}{\sqrt{1 - \frac{L^2}{56R^2} \left(1 - \frac{L^2}{125,7R^2} \right) - \dots}} \approx k\sqrt{3}.. \quad (9)$$

Pierwsza formuła jest używana przy połączeniu łuku kołowego z krzywą a druga formuła gdy krzywa jest zastąpiona klotoidą.

Aby obliczyć dokładne (do 1 mm) wartości należy najpierw określić przybliżone wartości $k' \approx L / \sqrt{3}$ lub $L' \approx k\sqrt{3}$ oraz metodą iteracji obliczyć wartości mianowników ww. wzorów. Tak więc, na przykład jeśli $L_0 = 90,000\text{m}$ to obliczona wartość orientacyjna $k' \approx 51,9615\text{ m}$ lub $51,9565$ w liczniku, następnie w mianowniku $0,9995497$ – dokładna wartość wynosi $k = 51,980\text{ m}$.

Jeśli to konieczne, należy ustawić wartości tak aby zwiększyć lub zmniejszyć optymalne warunki dla lokalizacji krzywych.

Mniejsze odchylenie od krzywej przejściowej ma miejsce w pierwszej połowie strefy PK (do SPK) a większe w drugiej połowie (do KPK) gdzie obie krzywe pokrywają się. Średnia całkowita przemieszczenia krzywych na długości krzywej przejściowej wynosi,

$$\Delta\bar{y} = \frac{L^2}{104R}, \quad (10)$$

które dla powyższych krzywych wynosi tylko $0,15\text{m}$.

Poprzez takie zbliżenie krzywych, punkty końcowe wykonane podczas badań ulegają obniżeniu o wartość

$$\Delta P = 0,577211(L_1 + L_2) + (K_1 + K_2) - K, \quad (11)$$

która zazwyczaj nie przekracza - 50mm .

Takim sposobem można określić położenie krzywej z promieniem krzywizny $\rho = R$.

Wzór (8) jest najbardziej skuteczny ponieważ badania wykonywane są w laboratorium lub w warunkach polowych z początkową wartością promienia wyznaczającą elementu łuku kołowego, w tym jego długości K , a następnie po wybraniu długości krzywej

prześciowej należy obliczyć jej podstawowe elementy ustalające położenie krzywych w geometrii drogi, łącznie z wykorzystaniem tablic z wartościami R i L.

Inne parametry klotoidy wymagane dla widoku układu określane są według wzorów:

$$t_k = x_k = R \sin \varphi_k; \quad t = x_L - t_k; \quad c_L = \sqrt{x_L^2 + y_L^2}; \quad \beta_L = \arctg(y_L / x_L), \quad (12)$$

Gdzie: t_k – odcięta punktu KPK od PK; t – odcięta PK w stosunku do PPK.

Rozmieszczenie punktów pośrednich zależy od ich współrzędnych prostokątnych, które oblicza się według wzoru (4) z wykorzystaniem odległości od punktu PPK lub wybranych tabel krzywych. Jednocześnie obliczana jest odległość od PPK do klotoidy PK i jej rzędnej.

$$l_{\text{PK}} = t / \sqrt{\left(1 - \frac{t^2}{40C^2} \left(1 - \frac{t^2}{86,4C^2}\right) - \dots\right)}; \quad y_{\text{PK}} \approx \frac{l_{\text{PK}}^3}{6C}, \quad (13)$$

W razie potrzeby za pomocą wzoru (4) można obliczyć odciętą i rzędną w połowie klotoidy SPK.

Dla widoku pozostałego łuku kołowego wyznacza się metodą współrzędnych prostokątnych lub biegunowych początkowy punkt N, który umieszczony jest w odległości od punktu PK.

$$t_N = \frac{y_L}{\operatorname{tg} \varphi_k}; \quad d = \sqrt{t_N^2 + y_L^2} = \frac{y_L}{\sin \varphi_k}. \quad (14)$$

Należy zauważyć, że umieszczanie krzywej przejściowej może być wykonane w warunkach

$$k_1 + z_1 + z_2 + k_2 \leq K \quad \text{a} \quad \text{b} \quad \frac{L_1 + L_2}{\sqrt{3}} + z_1 + z_2 \leq K, \quad (15)$$

gdzie: z_1, z_2 – pozostałe łuki kołowe, których suma ma odpowiednią długość (20-40m) w zależności od typu budynku. Jeśli to wymaganie nie jest spełnione, należy zwiększyć standardowy zakres wartości, a co za tym idzie, obwodową długość krzywej K.

Ilustracji praktycznego zastosowania tej metody jest podana w oparciu o krzywą obwodową z takimi danymi źródłowymi do obliczenia jego elementów:

$$\varphi = 26^\circ 16'; \quad R = 500; \quad T = 116,660; \quad K = 229,220; \quad B = 13,429 \quad \text{i} \quad D = 4,101 \text{ m}$$

Długość krzywej przejściowej przyjmowana jest jako 90,000m i obliczane są odpowiednie wartości krzywej w obszarze:

$$\begin{aligned} k' &\approx 51,962 : k = 51,980; \varphi_k = 5^\circ 57' 23,2''; x_k = t_k = 51,886; \\ y_k &= 2,6984; x_L = 89,927; y_L = 2,6984 \text{ (kontrolaobliczen)}; \\ t &= x_L - x_k = 38,041; c_L = 89,968; \beta_L = 1^\circ 43' 07,4''; y_{\text{ПК}} = 0,204; \\ t_N &= 25,863; d = 26,003 \text{ m}; \varphi_k = 5^\circ 57' 23,3'' \text{ (kontrolaobliczen)}. \end{aligned}$$

Jak widać, dobrana długość klotoidy 90m zapewnia połączenie z łukiem kołowym w połowie jego długości co pozwala na zwiększenie klotoidy do 20-30m. Analogicznie umieszczona jest krzywa w drugiej połowie krzywej (symetryczne krzywe przejściowe) lub klotoidy o różnych długościach (asymetryczna krzywa przejściowa). Oczywiście w pierwszym przypadku pozostałe odcinki krzywej mają taką samą długość, a w drugim – różne długości w asymetrycznym rozstawie.

Elementy krzywej z asymetrycznymi klotoidami obliczane są według wzorów.

$$\begin{aligned} T_{\Pi_1} &= T + t_1; T_{\Pi_2} = T + t_2; K_{\Pi} = L_1 + z_1 + z_2 + L_2; \\ B_{\Pi} &= B; D_{\Pi} = (2T + t_1 + t_2) - (L_1 + z_1 + z_2 + L_2), \end{aligned} \quad (16)$$

gdzie: T, K, B, D – elementy łuku kołowego.

Analiza zmiennych pokazuje, że dolna część krzywej przejściowej (42%) zajmuje obszar prostej (do PK), a większość (58%) – obszar łuku kołowego. Ponadto, te elementy są tak skorelowane, że $k \div 0,73k$ (suma współczynników proporcjonalności wynosi $\sqrt{3}$). Przypomnijmy, że w tradycyjnym systemie wprowadzania klotoidy stosowanym obecnie w praktyce, krzywa ta dzieli PK na dwie połowy, co doprowadziło do znacznych komplikacji w technologii widoku układu krzywej. W nowej metodzie przemieszczenie SPK w stosunku do PK wynosi $\Delta x_{\text{СПК}} = 0,0772L$ ze znaczącym techniczno-ekonomicznym efektem. W naszym przykładzie $x_{\text{СПК}} = 44,988; y_{\text{СПК}} = 0,338 \text{ m}$, a odległość SPK od PK wzdłuż stycznej wynosi 6,947 m.

Dla **symetrycznych krzywych klotoidalnych** $L_1 = L_2 = L_3$ i zgodnie z założeniami $y_k = B \cos \varphi / 2$ długość dwusiecznej łuku kołowego na pionowej osi klotoidy ustalana jest według wzoru (9)

$$L = \frac{\sqrt{6R B \cos \varphi / 2}}{\sqrt{1 - \frac{L^2}{56R^2} \left(1 - \frac{L^2}{12R^2}\right)}} \approx \sqrt{6R B \cos \varphi / 2}. \quad (17)$$

Zauważono, że krzywe klotoidy są połączone w środku krzywej SK i są symetryczne bez pozostałych łuków kołowych.

Zgodnie z przedstawionym przykładem dla $B=13,429$; $y_k = 13,077$ i $R=500\text{m}$ uzyskano wartość ułamkową $L= 198,353\text{m}$. Dla kontroli wyznaczenia L ze wzoru (5) można obliczyć wartość y_L .

Jest oczywistym, że promień łuku kołowego klotoidy w punkcie SK jest równy normalnemu promieniowi łuku kołowego.

Wnioski

1. Przesunięcie środka krzywej przejściowej od początku łuku kołowego o wartość $0,772 L$ zapewnia proste połączenie krzywych bez przemieszczenia łuku kołowego z pierwszego położenia, wybranego w procesie projektowania lub badań polowych.
2. Metoda zapewnia maksymalnie (do 0,5m) przybliżenie krzywej przejściowej i łuku kołowego, co praktycznie nie zmienia pikietażu.
3. W konsekwencji prostego połączenia krzywej przejściowej i łuku kołowego znacznemu uproszczeniu ulega metoda rozmieszczenia krzywych na drogach kolejowych i zmniejsza się liczba osi w liniowym transporcie zabudowanym, zwłaszcza w tunelach.

Literatura

- [1] *Baran, P.I.* До теорії та практики розпланування сучасних перехідних кривих / P.I. Baran // Вісн. геодез. та картогр.– 1998.–№3.– str.20-26.
- [2] *Baran, P.I.* Інженерна геодезія / P.I. Baran.– К.: Віпол. – 2012. – str.618.
- [3] *Белятынский, А.А.* Таранов А.М. Применение кривых нового типа при проектировании закруглений автомобильных дорог/ А.А. Белятынский, А.М. Таранов // Строительство и архитектура.– 1981.– №2.–str.104-106.
- [4] *Бобков, В.Ф.* Дорожные условия и безопасность движения / В.Ф. Бобков: учеб. для вузов.– М.,Транспорт: 1993.–str.271.
- [5] *Бойчук, В.С.* Довідник дорожника /В.С.Бойчук.–К.:Урожай,2002,– str.560.
- [6] *ДБН В.2.3-4-2000.* Автомобільні дороги. К.: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2000, – str.100.
- [7] *Каменецкий, Б.И.* Автомобильные дороги /Б.И. Каменецкий, И.Г.Кошкин.–М.:Транспорт,1979.– str.144.
- [8] *Левчук, Г.П., Новак В.Е., Лебедев Н.Н.* Прикладная геодезия /Г.П. Левчук, В.Е. Новак, Н.Н. Лебедев.– М.: Недра, 1983.– str.400.
- [9] *Сокол, Э.Н.* Кривые переменного радиуса и их применение на трубопроводном транспорте. Э.Н. Сокол.– Л.: Вища школа, Изд-во при Львов. ун-те, 1984,– str.88 .

- [10] Цилль, В. Инженерная геодезия (перевод с 6-го немецкого издания) / В.Цилль. – М.:Недра, 1974. – str. 430.
- [11] Geodezja inżynieryjna. Tom 1 – Warszawa, PPWK. – 1979. – str.638.
- [12] Baran, P.I. Новий спосіб розміщення клотоїди та її з'єднання з незміщеною коловою кривою / P.I.Baran, K.O.Бурак // Вісн. геодез. та картогр. – 2013. – №3. – str.11-14.

Artykuł recenzowany

Marian Czochański

Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie

Joanna Dziubińska

*Wojewódzki Zarząd Melioracji
i Urządzeń Wodnych w Łodzi*

Charakterystyka zasobu nieruchomości gruntowych skarbu państwa pokrytych powierzchniowymi wodami płynącymi na obszarze województwa łódzkiego

Opiniodawca:

Grunty pokryte powierzchniowymi wodami płynącymi tworzą odrębny zasób nieruchomości będących własnością Skarbu Państwa, dla którego według ustawy Prawo wodne, nie stosuje się przepisów ustawy o gospodarce nieruchomościami. W artykule zaprezentowano strukturę ilościową i jakościową gruntów pod wodami rzek województwa łódzkiego.

Wprowadzenie

Ustawa *Prawo wodne* oprócz wielu aspektów związanych z gospodarką wodną, reguluje również sprawy własności wód oraz gruntów pokrytych wodami, a także zasady gospodarowania tymi składnikami w odniesieniu do majątku Skarbu Państwa. Na podstawie art. 5 ust. 1 ustawy *Prawo wodne* [11] podstawowy podział wód, to wody powierzchniowe i podziemne. Wody z wyjątkiem wód morza terytorialnego i morskich wód wewnętrznych, są wodami śródlądowymi.

Śródlądowe wody powierzchniowe dzielą się następnie na płynące i stojące.

Do wód płynących zalicza się wody:

- w ciekach naturalnych, kanałach oraz w źródłach, z których cieki biorą początek,
- znajdujące się w jeziorach oraz innych naturalnych zbiornikach wodnych o ciągłym bądź okresowym naturalnym dopływie lub odpływie wód powierzchniowych,
- znajdujące się w sztucznych zbiornikach wodnych usytuowanych na wodach płynących.

Wody stojące znajdują się w jeziorach oraz innych naturalnych zbiornikach wodnych niezwiązanych bezpośrednio, w sposób naturalny, z powierzchniowymi wodami płynącymi.

Cieki naturalne stanowią rzeki, strugi, strumienie, potoki i inne wody płynące w sposób ciągły lub okresowy, naturalnymi lub uregulowanymi korytami. Cechą charakterystyczną cieku naturalnego jest posiadanie przez niego źródeł (zlewni) oraz grawitacyjnego spływu wody wyżłobionymi korytami. Ciek naturalny nie zmienia swojego statusu, nawet w przypadku gdy na pewnym odcinku został on przykryty lub zabudowany w formie kanału [4].

Przez kanały rozumie się sztuczne koryta prowadzące wodę w sposób ciągły lub okresowy.

Śródlądowe wody płynące i wody podziemne stanowią własność Skarbu Państwa, natomiast wody stojące znajdujące się w granicach nieruchomości gruntowej stanowią własność właściciela tej nieruchomości. Jedynie śródlądowa woda powierzchniowa płynąca, ale będąca ciekami naturalnymi wykazanim w rozporządzeniu Rady Ministrów w sprawie śródlądowych wód powierzchniowych lub ich części stanowiących własność publiczną [13], przesądza o posiadaniu przez Skarb Państwa prawa własności do gruntu, przez który przepływa. Prawa właścicielskie w stosunku do tych śródlądowych wód płynących i gospodarowanie gruntami nimi pokrytymi, wykonują: Prezes Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej, dyrektor parku narodowego oraz marszałek województwa, jako zadanie z zakresu administracji rządowej, wykonywane przez samorząd województwa. Z wejścia w życie ustawy *Prawo wodne* [11], czyli z dniem 1 stycznia 2002 r. stanowiące własność Skarbu Państwa wody oraz grunty pokryte tymi wodami przeszły w trwałe zarząd odpowiednio – regionalnych zarządów gospodarki wodnej, parków narodowych i marszałków województw.

Regulacje prawne dotyczące gruntów pokrytych powierzchniowymi wodami płynącymi

Grunty pokryte powierzchniowymi wodami płynącymi, będącymi ciekami naturalnymi, stanowiącymi własność Skarbu Państwa, są zasobem nieruchomości Skarbu Państwa, do którego nie stosuje się przepisów ustawy *o gospodarce nieruchomościami* i nie podlegają obrotowi cywilnoprawnemu. Użytkowanie gruntów pod wodami płynącymi jest jedyną, zgodną z przepisami *Prawo wodne* [11], formą przekazania praw do gruntu.

Przejęcie gruntów pokrytych powierzchniowymi wodami płynącymi do zasobu nieruchomości Skarbu Państwa, oraz ich wykreślenie z zasobu stwierdza w drodze decyzji, na wniosek organu lub jednostki gospodarującej gruntem, właściwy starosta realizujący zadanie z zakresu administracji rządowej.

W myśl przytaczanej ustawy [11] przez grunty pokryte powierzchniowymi wodami płynącymi rozumie się grunty:

- tworzące dna i brzegi cieków naturalnych, jezior oraz innych naturalnych zbiorników wodnych,
- w granicach określonych linią brzegu,
- grunty wchodzące w skład sztucznych zbiorników wodnych stopni wodnych oraz jezior podpiętrzonych, będące gruntami pokrytymi wodami powierzchniowymi przed wykonaniem urządzeń piętrzących.

Natomiast według rozporządzenia Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa w sprawie ewidencji gruntów i budynków [12] użytek gruntowy określany jako grunt pod wodami powierzchniowymi płynącymi obejmuje oprócz przedmiotowego zasobu gruntów Skarbu Państwa, wszystkie grunty pokryte śródlądowymi powierzchniowymi wodami płynącymi, również płynącymi w kanałach jak również w sztucznych zbiornikach wodnych usytuowanych na wodach płynących. W ewidencji gruntów i budynków, w przypadku sztucznych zbiorników wodnych, stopni wodnych i jezior podpiętrzonych, grunt pod wodą płynącą jest niejednokrotnie znacznie większy, gdyż wyznacza go linia zasięgu wody. Grunt pokryty powierzchniową wodą płynącą, będący własnością Skarbu Państwa, powinien obejmować jedynie grunt pierwotnego koryta rzeki, który był pokryty wodami przed wykonaniem urządzeń wodnych i przed zalaniem wodą gruntów przyległych.

W przepisach rozporządzenia w sprawie ewidencji gruntów i budynków [12] brak jest rozdzielenia podgrupy rejestrowej 1.4: „organy administracji publicznej gospodarujące zasobem nieruchomości Skarbu Państwa” na zasób nieruchomości wodnych, tworzony na podstawie *Prawa wodnego* i na zasób nieruchomości lądowy tworzony na podstawie przepisów ustawy o gospodarce nieruchomościami [8]. W chwili obecnej grunty pokryte powierzchniowymi wodami płynącymi powinny być wpisywane do następujących podgrup rejestrowych 1.3 lub 1.4 gruntów Skarbu Państwa.

Sieć rzeczna w województwie łódzkim

Województwo łódzkie, ze względu na uwarunkowania antropogeniczne i naturalne charakteryzuje się niewielkimi zasobami wodnymi. Przez środkową część województwa przebiega dział wodnym I rzędu, czyli linii rozdzielającej dorzecza Wisły i Odry. Znajdują się tu obszary źródłowe Bzury (dorzecze Wisły) oraz Neru (dorzecze Odry). Największe rzeki płyną w jego peryferyjnych częściach, nierzadko wyznaczając nawet jego granice. Są nimi: Bzura i Ner na północy, Pilica na wschodzie oraz Warta na południu i zachodzie województwa. Sieć rzeczna jest rzadka i charakteryzuje się wyjątkowo dużym udziałem

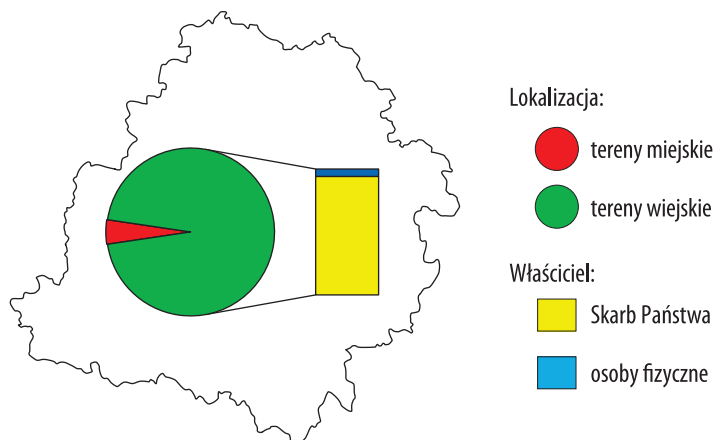
cieków małych oraz niosących wodę tylko okresowo. Największą gęstością sieci rzek cechuje się obszar między Łęczycą i Łowiczem, który odwadnia Bzura wraz z szeregiem dopływów m.in.: Moszczenicą, Maliną, Mrogą, Słudwią i Ochnią. Na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie *śródlądowych wód powierzchniowych lub ich części stanowiących własność publiczną* [13] w województwie łódzkim zostało wyszczególnione 222 śródlądowe wody powierzchniowe lub ich części, stanowiące własność publiczną, zaliczone do wód istotnych dla regulacji stosunków wodnych na potrzeby rolnictwa, w stosunku do których wykonywanie uprawnień Skarbu Państwa powierza się marszałkom województw. Z powodu niedoborów wody na terenie województwa łódzkiego utworzono zbiorniki retencyjne, do których zalicza się m.in. Jezioro Sulejowskie i Jezioro.

Charakterystyka gruntów pokrytych wodami w województwie łódzkim

Źródłem danych do analiz są materiały Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urzędzeń Wodnych w Łodzi oraz zestawień zbiorczych ewidencji gruntów i budynków wg stanu na dzień 1.01.2010 r. wykonywanych dla jednostek ewidencyjnych wchodzących w skład powiatów województwa łódzkiego.

Biorąc pod uwagę dane ewidencyjne wszystkie grunty pokryte powierzchniowymi wodami płynącymi zajmują 8 521 ha zaewidencjonowanych gruntów, czyli ok. 0,5 % powierzchni województwa łódzkiego. Jest to niewiele w porównaniu z użytkami rolnymi (71,3 %), gruntami leśnymi, zadrzewionymi i zakrzewionymi (21,7%) oraz gruntami zabudowanymi i zurbanizowanymi (5,1%). Nieruchomości posiadające użytek wody płynące znajdują się przede wszystkim na terenach wiejskich (88,2%). Największy obszar wody płynące stanowią w powiecie piotrkowskim, tomaszowskim i poddębickim, a najmniejszy w powiecie miejskim Skierniewice, brzezińskim i łódzkim wschodnim. Charakterystyka ilościowa działek ewidencyjnych pod wodami płynącymi w województwie łódzkim została przedstawiona na rys.1.

We własności Skarbu Państwa (podgrupy rejestrowe 1.3 i 1.4) znajduje się 97,7% gruntów pod wodami powierzchniowymi płynącymi, 1,3% należy do osób fizycznych (podgrupy rejestrowe 7.1 i 7.2), a 0,5% do gmin i związków międzygminnych (podgrupy rejestrowe 7.1 i 7.2). Zbiorcze dane dotyczące gruntów pod wodami pod względem struktury własnościowej nie ukazują rangi istniejących problemów.



Rys. 1. Charakterystyka ilościowa działek ewidencyjnych pod wodami płynącymi w województwie łódzkim (opracowanie własne na podstawie [14])

Fig. 1. Quantitative characteristic of land parcels placed above running surface water in Lodz's Province (own work based on [14])

Dokonując analizy oznaczeń dotyczących poszczególnych działek ewidencyjnych można wymienić następujące nieprawidłowości:

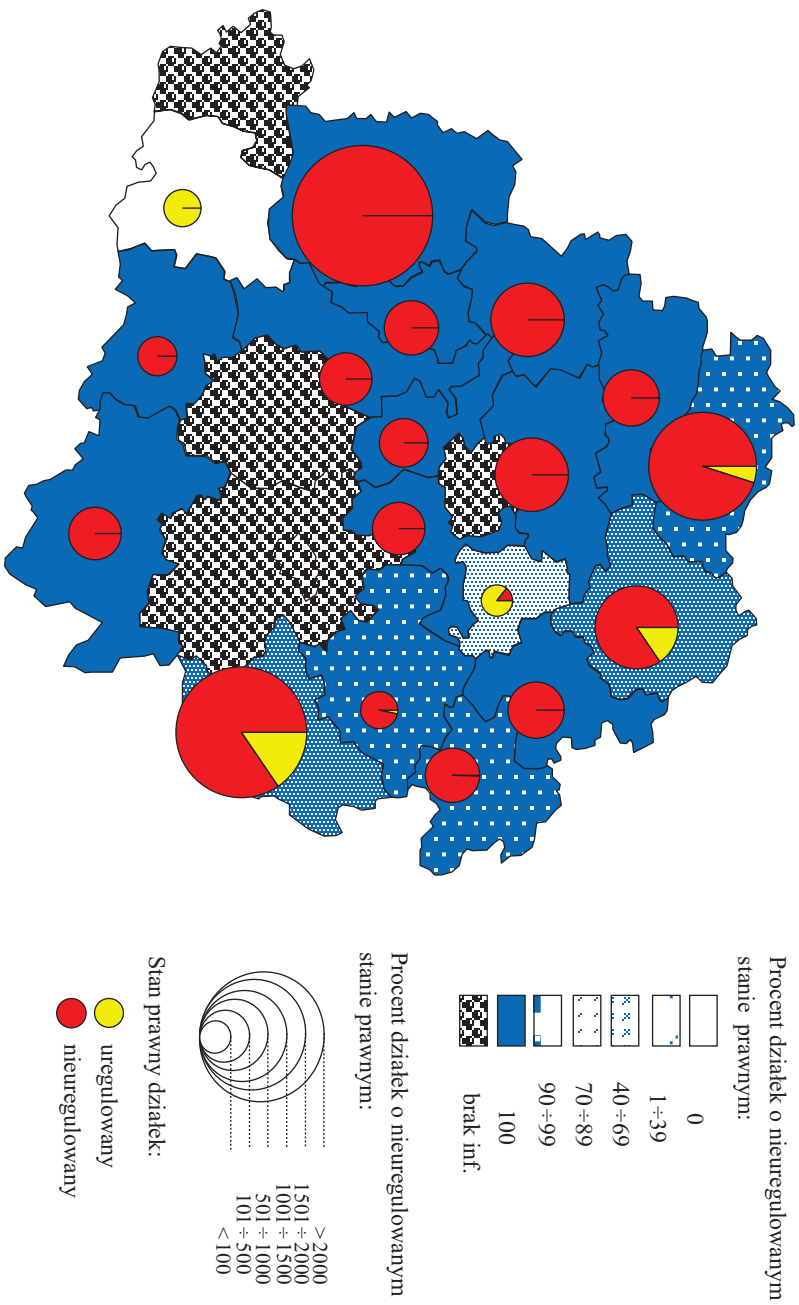
- faktyczny przebieg rzeki inny niż stan ewidencyjny,
- brak wydzielonych gruntów pokrytych wodami z nieruchomości gruntowych nie będących własnością Skarbu Państwa,
- brak wydzielenia pierwotnego koryta rzeki w obrębie sztucznych zbiorników wodnych,
- wydzielenie z gruntów pokrytych powierzchniowymi wodami płynącymi nieruchomości znajdujących się w pasie drogowym,
- nieprawidłowe oznaczenie użytku gruntowego,
- błędna nazwa rzeki,
- nieprawidłowo określona jednostka gospodarująca gruntami,
- brak założonej księgi wieczystej bądź innych dokumentów potwierdzających tytuł własności do gruntu.

Wyżej wymienione błędy wynikają ze zmian tras koryt cieków naturalnych w wyniku trwałych zajęć przez wody gruntów przyległych bądź powstania w latach ubiegłych budowli regulacyjnych. Nadrobienie wieloletnich zaniedbań utrudniają nieprecyzyjne przepisy ustawowe dotyczące gospodarowania gruntami pod wodami. *Prawo wodne*

[11] wykluczając możliwość stosowania przepisów ustawy o *gospodarce nieruchomościami* [9], nie rozwiązuje wielu istotnych zagadnień związanych z gospodarowaniem nieruchomościami należących do zasobu gruntów Skarbu Państwa. Nie bez znaczenia jest fakt, braku przepisów regulujących sposób sporządzania dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej, służącej do ustalenia linii brzegu śródlądowych wód powierzchniowych płynących. Wskazane jest, aby linia brzegu będąca informacją o środowisku naturalnym, oprócz opisu hydrologicznego dotyczącego konkretnego odcinka ciekłu, jednocześnie została określona przez dane o charakterze przestrzennym.

Grunty pokryte powierzchniowymi wodami płynącymi dotyka również problem regulacji stanu prawnego nieruchomości, do których nikt nie wykazał swojego tytułu własności, a będące niejako „od zawsze” własnością Skarbu Państwa. Grunty pokryte powierzchniowymi wodami płynącymi, w większości stanowią nieruchomości o nieuregulowanym stanie prawnym, o którym mowa w art. 113 ustawy o *gospodarce nieruchomościami* [9], to znaczy takie, dla których ze względu na brak księgi wieczystej, zbioru dokumentów albo innych dokumentów nie można ustalić osób, którym przysługują prawa rzeczowe. Rozkład przestrzenny procentowej liczby działek ewidencyjnych o nieuregulowanym stanie prawnym przedstawiono na rys. nr 2.

Przedstawione problemy dotyczące nieruchomości gruntowych pokrytych powierzchniowymi wodami płynącymi są również utrudnieniem w realizacji inwestycji prowadzonych na obszarze województwa łódzkiego.



Rys. 2. Charakterystyka stanu prawnego działek pod wodami płynącymi w powiatach województwa łódzkiego (opracowanie własne na podstawie [15])

Fig. 2. The characteristic of legal status of land parcels placed above running surface water in districts of Lodz's Province (own work based on [15])

Podsumowanie

Wody powierzchniowe mają duże znaczenie gospodarcze i silnie oddziałują na przestrzeń. Najkorzystniejszym rozwiązaniem konfliktów przestrzennych byłoby sukcesywne regulowanie stanów prawnych gruntów pokrytych powierzchniowymi wodami płynącymi, poprzez ustalanie linii brzegów rzek, w ramach prowadzonych, przez starostów powiatowych, modernizacji ewidencji gruntów i budynków. Wskazane jest, aby organy gospodarujące gruntami pod wodami aktualizowały dane dotyczące lokalizacji, nazewnictwa, oznaczenia rodzaju wód i oznaczeń ewidencyjnych, we współpracy z ośrodkami dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej. Znacznie usprawniłoby działania stosownych organów przyjęcie szeregu rozwiązań legislacyjnych zarówno w zakresie *Prawa wodnego* [11] oraz *Prawa geodezyjnego i kartograficznego* [10].

Literatura

- [1] Dziedzictwo przyrodnicze. <http://www.przyroda.lodzkie.pl/przyroda/topMenu>
- [2] Kowalski K., Majewska A.: Powierzchniowe wody płynące w ewidencji gruntów i budynków. Nowy użytek Geodeta. Magazyn geoinformacyjny Nr 1 (176) styczeń 2010
- [3] Kucharzak S., Kowalski K.: Geodezyjny aspekt ustalenia linii brzegu Gospodarka wodna nr 9/2009
- [4] Osuch –Chacińska L.: Regulacje prawne ustawy Prawo wodne dotyczące własności wód i gruntów pokrytych wodami jak również gospodarowania innym mieniem związanym z gospodarką wodną. <http://www.ekoportal.pl/jetspeed/portal/portal/artykuly/Woda>
- [5] Osuch –Chacińska L.: Zasób nieruchomości Skarbu Państwa w gospodarce wodnej Gospodarka wodna, nr 3/2008
- [6] Pitula M., Kowalski K.: Zarządzanie zasobem gruntów skarbu państwa pokrytych powierzchniowymi wodami płynącymi Gospodarka wodna, nr 11/2009
- [7] Szachułowicz J.: Prawo wodne. Komentarz. LexisNexis. Warszawa 2007
- [8] Wolny B.: Sporządzenie geodezyjnej dokumentacji projektowej linii brzegu morskich wód wewnętrznych oraz śródlądowych wód powierzchniowych. Przegląd Geodezyjny. Rok LXXX.2008 Nr 4
- [9] Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomości (Dz.U. z 2004 nr 261 poz. 2782)
- [10] Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz.U. z 2005 nr 240 poz. 2027)
- [11] Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2005 Nr 239 poz. 2019)
- [12] Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków. (Dz.U. z 2001 Nr 38 poz. 454)
- [13] Rozporządzenie Rady Ministrów z 17 grudnia 2002 roku w sprawie śródlądowych wód powierzchniowych lub ich części stanowiących własność publiczną (Dz.U. z 2005 Nr 239 poz. 2019)
- [14] Zestawia zbiorcze ewidencji gruntów i budynków wg stanu na dzień 1.01.2010 r. wykonywanych dla jednostek ewidencyjnych wchodzących w skład powiatów województwa łódzkiego.
- [15] Materiały Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi.

The characteristic of property resources owned by state treasury placed above running surface water in lodz` s province.

Summary

The lands placed above running surface water, create separate property resources which are owned by State Treasury. The acts of property management can not be applied to those lands according to the water law. This article presents the structure of quantity and quality of properties above the rivers in Lodz` s Province.

Artykuł recenzowany

Marian Czochański, Monika Jaroszevska
Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie

Wywłaszczanie nieruchomości w specustawach kolejowych Królestwa Polskiego

Opiniodawca:

W pracy omówiono pryncypia procedur wywłaszczania nieruchomości w świetle postanowień Rady Administracyjnej Królestwa Polskiego z 1840 oraz 1844 roku.

Wprowadzenie

Szczególne zasady oraz warunki przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych, linii kolejowych o znaczeniu państwowym, lotnisk użytku publicznego, inwestycji związanych z EURO 2012, znajdują swoje umocowania prawne w specjalnych, tak zwanych, „specustawach”. Przewidywana specustawa dotycząca inwestycji hydrotechnicznych sprawia, że problematyka wywłaszczania nieruchomości w takim trybie jest ciągle aktualna.

Warto w tym kontekście zwrócić uwagę na rozwiązania obowiązujące w Królestwie Polskim.

Wywłaszczanie nieruchomości w przepisach Królestwa Polskiego

W warunkach rozwoju gospodarczego kraju następuje wzrost zapotrzebowania na tereny niezbędne do realizacji inwestycji użytku publicznego. Problematyka wywłaszczania nieruchomości pod takie inwestycje regulowana jest stosownymi przepisami wydanymi przez władze Królestwa Polskiego.

Przepisy ogólne

Uchwalona 14(27) listopada 1815 roku *Ustawa Konstytucyjna Królestwa Polskiego* [3] w artykule 26 gwarantuje ochronę własności, stanowiąc, że *Wszelaka własność jakiegokolwiek nazwiska i rodzaju, czyli się znajduje na powierzchni czyli we wnętrznościach ziemi, do kogokolwiek należąca, Żadna władza nie ma prawa jej naruszyć pod jakimkolwiek pozorem. Ktokolwiek nachodzi cudzą własność, za gwałciciela bezpieczeństwa publicznego uważanym i jako taki karanym będzie.*

W artykule 27 zawiera jednak przesądzenia dotyczące *odstąpienia własności, z powodu użyteczności publicznej*:

Artykuł 27

Rząd wszelako ma prawo wymagać od każdego odstąpienia własności, z powodu użyteczności publicznej, za sprawiedliwym i poprzednim wynagrodzeniem. Prawo oznaczy formy i przypadki do których powyższe prawidło będzie się mogło stosować.

Na podstawie tej delegacji Rada Administracyjna Królestwa Polskiego, na posiedzeniu w dniu 24 sierpnia 1816 roku stwierdza: *Nim stosownie do artykułu 27 Ustawy Konstytucyjnej, Prawo postanowi formy i przypadki, w których własność prywatna na użyteczność publiczną zajęta być może: chcąc ażeby w zdarzeniu gdzie Rząd takowego zdjęcia żądać byłby przymuszonym; słuszno wynagrodzeniem Właścicielowi było zapewnione* [4] i ustanawia tymczasowe przepisy regulujące kompleksowo tryb postępowania administracyjnego dotyczącego wywłaszczenia nieruchomości. Przepisy te, składające się z 10 artykułów, zostają ogłoszone Dzienniku Praw Królestwa Polskiego dnia 30 września 1816 roku [4] i obejmują między innymi:

- artykuł 1, ustanawiający cele publiczne, do których stosują się przepisy o wywłaszczeniu nieruchomości,
- artykuł 6, ustanawiający zasady wyceny wartości odszkodowania na rzecz osoby wywłaszczonej.

Dnia 12 października 1820 roku *Izba Senatorska i Izba Poselska* uchwaliły akt prawny mający rangę ustawy oznaczającej *w jakich wypadkach Rząd może wymagać odstąpienie własności prywatnej, oraz formę według jakiej wartość nieruchomości odstąpionej ma bądź ustanowioną* [5]. Ustawa *Prawo o odstąpieniu własności prywatnej z powodu użyteczności publicznej*. składało się z 18 artykułów i *jako mające wszelką moc obowiązującą*, ogłoszone zostało w Dzienniku Praw Królestwa Polskiego dnia 24 listopada 1820 roku [5], precyzując odpowiednio:

- w artykule 2 cele publiczne, do których stosują się przepisy o wywłaszczeniu nieruchomości,
- w artykule 11 zasady wyceny wartości odszkodowania na rzecz osoby wywłaszczonej.

Należy podkreślić, że zarówno postanowienia z 1816 roku, jak i ustawa z 1820 roku honorują, aktualne także w obecnie obowiązujących przepisach ustalenia, że procedury wywłaszczeniowe są przewidywane tylko tam *gdzie zachodzić będzie potrzeba ze strony Rządu odstąpienia własności prywatnej na użyteczność publiczną, a gdzie Rząd o jej nabycie z właścicielem przez dobrowolną zgodę nie mógłby się ułożyć*.

Specustawy kolejowe

Ustawa *Prawo o odstąpieniu własności prywatnej z powodu użyteczności publicznej* uchwalone dnia 12 października 1820 roku [5], ustalając w artykule 2 cele publiczne, do których stosują się przepisy o wywłaszczaniu nieruchomości (*regulowanie traktów głównych, dróg publicznych; zakładanie i regulowanie ulic w miastach; zakładanie kanałów splawnych, albo sprostowanie i obwarowanie rzek splawnych lub uprzątńcie z nich zawad; założenie twierdz i warowni, obozów wojskowych*) [2] nie uwzględniła istotnego w niedalekiej przyszłości, a wynikającego z postępu technicznego celu, jakim była budowa linii kolejowych.

Już 18 lat później, w roku 1838 tworzyć się zaczęło, pod opieką Rządu, *Towarzystwo Akcjonariuszów na wybudowanie drogi żelaznej od Warszawy do granicy Austriackiej, w kierunku Oświęcimia* [11].

Władze reagują stosownymi przepisami, publikując „specustawy” dotyczące inwestycji w zakresie linii kolejowych o znaczeniu państwowym. *Skorowidz czyli zbiór dekretów, ukazów, uchwał, ustaw i postanowień rządu w Dzienniku praw od 1807, do włącznie 1856 roku umieszczonych, chronologicznie, i alfabetycznie, przedmiotami ułożony* [9] wymienia dwa takie przepisy, odpowiednio z lat 1840 i 1844 (tabela 1).

Na posiedzeniu Rady Administracyjnej, dnia 27 Września (9 Października) 1840 roku stwierdzono: *Zważywszy, że przy założeniu drogi żelaznej od Warszawy do granicy Austriackiej, jako w przedmiocie użyteczności publicznej, może być, stosownie do Ustawy z dnia 12 Października 1820, wymagane odstąpienie własności prywatnych, na ten cel potrzebnych...* i przyjęto *Postanowienie, nakazujące zajęcie na użytek publiczny własności prywatne, przez które przechodzić będzie musiała droga żelazna z Warszawy do granicy Austriackiej* [6].

Tabela 1. Przepisy wywłaszczeniowe według [9]

Table 1. Expropriation provisions by [9]

Mat: 35

Droga żelazna

Nr kolejny	TYTUŁ AKTU	Data			Jest w dzienniku			TREŚĆ
		dnia	Miesiąca	Roku	W To- mie	od stronicy	do	
1	<i>Postanowienie Rady Adminis: Królestwa</i>	27/9	Września/ Październik:	1840	XXIV	30	39	1. Zajęcia prywatnej własności na budowę drogi żelaznej jako na użytek publiczny, gdyby się oto Właściciele dobrowolnie nie zgodzili, dozwala
2	dto.	10/22	Marca	1844	XXXIII.	132	137	2. Powyższe postanowienie zajmowania prywatnej własności, rozciągnięto i dla nowego Zarządu budowy drogi żelaznej

Według [9]

Postanowienie zostało ogłoszone dnia 23 listopada (5 grudnia) 1840 roku a wykonanie, artykuł 4, Kommissyom Rządowym, w czym do której należy polecał.

Postanowienie to [6] stanowiło, że:

Artykuł 1.

Własności prywatne, których potrzeba okaże się na wybudowanie drogi żelaznej od Warszawy do granicy Austriackiej, jeżeli o ich nabycie z właścicielem dobrowolna umowa nie będzie mogła nastąpić, zajęte być mają na użytek publiczny.

Artykuł 2

Właściciele, którzy się dobrowolnie o odstąpienie nie ułożą, nie będą mogli tamować, Towarzystwu drogi żelaznej od Warszawy do granicy Austriackiej, robot około tejże drogi, skoro:

a) szacunek własności, zajęciu prawnemu z tego powodu ulec mającej, zostanie tymczasowo ocenionym, przez Komisarza właściwego Obwodu, podług wymiaru i obrachowania, tak Inżyniera Obwodu, jako Inżyniera Towarzystwa, robotami kierującego, w obecności lub za przywołaniem wywłaszczyć się mającego właściciela, lub właściwego Wójta Gminy, z zachowaniem względu na prawo: o zajęciu własności prywatnej, z powodu użyteczności publicznej;

b) skoro summa odpowiednia takowemu szacunkowi do depozytu Banku Polskiego w gotowiźnie złożoną. – i c) stosowny dowód składu respective właścicielowi będzie doręczonym.

Artykuł 3

Postępowanie, powyższym artykułem oznaczone, jako tymczasowe, w niczem niema ubliżać postępowaniu, które następnie, stosownie do Prawa z dnia 12 Października roku 1820 o wywłaszczeniu na użytek publiczny, rozwinięte zostanie.

Jednakże mimo wytknięcia linii i rozpoczęcia robót, Towarzystwo nie rozprzedawszy ilości akcyz statutom zakreślonej, do skutku nie doszło, a Rząd zwróciwszy poczynione zaliczenia, wraz z procentem po 4% (poręczenie sumy na budowę potrzebnej – przyp. aut) budowę drogi żelaznej wziął na siebie [11].

W związku z zaistniałą sytuacją, 10 (22) marca 1844 roku Rada Administracyjna przyjmuje *Postanowienie, przepisujące Zarządowi budowy drogi żelaznej Warszawsko – Wiedeńskiej, przy zajęciu własności prywatnych pod tęż drogę w razie potrzeby, zastosowanie się do postanowienia Rady Administracyjnej z dnia 27 Września (9 Października) 1840 roku.* Postanowienie to, znajdujące się w spisie treści tomu 26 Dziennika Praw z 1844 roku, tom ten nie zawiera [5]. Warto zwrócić uwagę, że tom ten zawierał również ustanowione na posiedzeniu Rady Administracyjnej w dniu 8(20) lutego 1844 roku,

wymienione w spisie treści, *Postanowienie, przepisujące, aby wszelkie obwieszczenia, dotyczące zajęcia nieruchomości na sprzedaż w drodze przymuszonej, podawane były do powszechnej wiadomości przez Gazetę Rządową Królestwa* [7].

Rozpoczętą przez prywatne Towarzystwo budowę drogi żelaznej Warszawsko – Wiedeńskiej z odnogą od Skierniewic do Łowicza, Rząd Królestwa w latach 1844/8 dokonał [10].

Wywłaszczenia nieruchomości pod kolejne realizacje inwestycji kolejowych – odnogi Ząbkowicko – Katowickiej drogi żelaznej Warszawsko – Wiedeńskiej w roku 1858/9; drogi Warszawsko – Bydgoskiej w latach 1860/62; drogi Petersbursko – Warszawskiej, z odnogą od m. Wilna przez Kowno do granicy Pruskiej otwartej w roku 1862; odnogi od stacji Koluszki drogi Warszawsko – Wiedeńskiej do miasta Łodzi w 1865 roku [10] – realizowane już były na podstawie ustawy z 1852 roku, zawierającej *Przepisy: o zajęciu własności, sposobem przymuszonego wywłaszczenia, na użytek publiczny*, która w artykule 3 precyzującym *przypadki zajęcia własności, sposobem przymuszonego wywłaszczenia na rządowy lub inny publiczny użytek uwzględnia już stacje i przystanki drogi żelaznej*.

Na rysunku 1 przedstawiono *Mapkę dróg żelaznych guberni Królestwa Polskiego* z roku ca 1860, ilustrującą układ sieci kolejowej Królestwa w tym okresie. Oryginał tego opracowania znajduje się w Bibliotece Archidiecezjalnego Wyższego Seminarium Duchownego w Białymstoku, zaś zdigitalizowany jej obraz znajduje się na stronie Podlaskiej Biblioteki Cyfrowej [13].

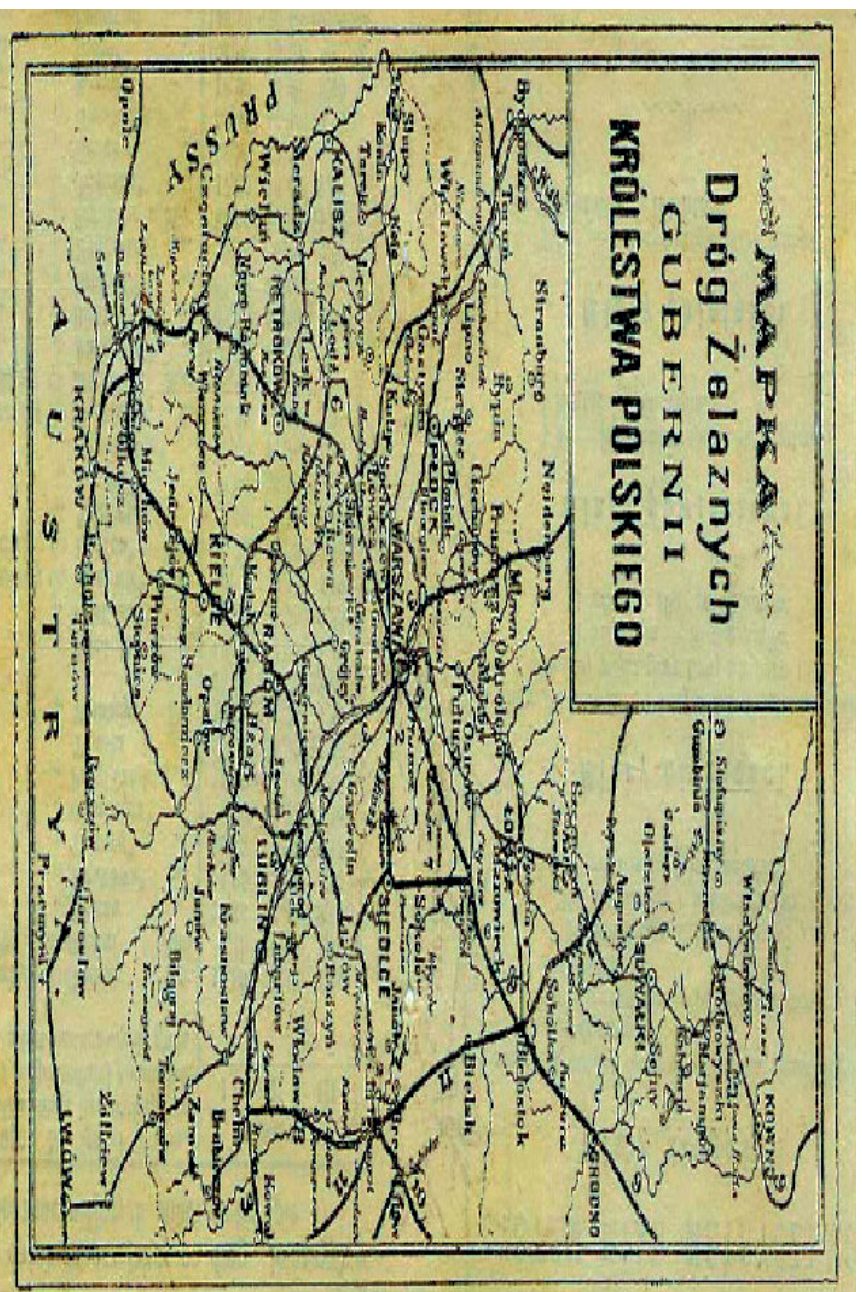
Podsumowanie

Szczegółowa analiza ustaw, postanowień i rozporządzeń administracyjnych Królestwa Polskiego dotyczących problematyki wywłaszczeń nieruchomości i przyrównanie tych przepisów do współcześnie obowiązujących ustaleń w tym zakresie zawartych w ustawie z 1997 roku o gospodarce nieruchomościami [14] oraz obecnych specustawach [15,16,17,18] pozwala stwierdzić relatywną niezmienną w czasie podstawowych pryncypiów tej problematyki.

Porównywalne są cele wywłaszczeń nieruchomości, pryncypia zasad wyceny wartości odszkodowania na rzecz osoby wywłaszczonej, przystające w wielu aspektach są etapy i procedury postępowania administracyjnego w zakresie:

- wszczynania, prowadzenia i finalizowania procesu wywłaszczania nieruchomości przez właściwe organy,
- zapłaty odszkodowania za wywłaszczone nieruchomości z uwzględnieniem przypadków szczególnych,
- ewentualnych zwrotów wywłaszczonych nieruchomości lub ich części, gdy stają się one na cel określony w decyzji o wywłaszczeniu.

Analiza i porównanie tych etapów i procedur postępowania właściwych organów administracyjnych przekracza jednak ramy niniejszego opracowania.



Rys. 1. Mapa sieci kolejowej Królestwa Polskiego [ca 1860]. . Oryginał w Bibliotece Archidiecezjalnego Wyższego Seminarium Duchownego w Białymstoku [13]

Fig. 1. Map of the railway network of the Polish kingdom ca 1860 years. The original in the library AWSD in Białystok [13]

Literatura

- [1] Czochański M., Kośka T., Kowalski G.: *Zarys dziejów geodezji w Łodzi*. Monografie Politechniki Łódzkiej. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2008
- [2] Czochański M., *Wyłaszczanie nieruchomości w Królestwie Polskim*. Praca złożona do druku w Zeszytach Naukowych Politechniki Łódzkiej
- [3] Dziennik praw Królestwa Polskiego. T.1. Warszawa 1815. Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku, Podlaska sygn. Ke 77257. Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [4] Dziennik praw Królestwa Polskiego. T.2. Warszawa 1816. Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku, sygn. Ke 148261. Podlaska Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [5] Dziennik praw Królestwa Polskiego. T.7. Warszawa 1820. Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku, sygn. Ke 140629. Podlaska Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [6] Dziennik praw Królestwa Polskiego. T.26. Warszawa 1840. Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku, sygn. 054. Podlaska Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [7] Dziennik praw Królestwa Polskiego. T.34. Warszawa 1844. Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku, sygn. Ke 77288. Podlaska Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [8] Dziennik praw Królestwa Polskiego. T.45. Warszawa 1852. Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku, sygn. Ke 116712. Podlaska Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [9] Skorowidz czyli zbiór dekretów, ukazów, uchwał, ustaw i postanowień rządu w Dzienniku praw od 1807, do włącznie 1856 roku umieszczonych, chronologicznie, i alfabetycznie, przedmiotami ułożony przez Sawickiego Alojzego. Warszawa 1857. Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku, sygn. I-011. Podlaska Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [10] Zbiór przepisów administracyjnych Królestwa Polskiego: Wydział Komunikacji Lądowych i Wodnych. T. 1, Organizacja i atrybucje zarządu komunikacji oraz przepisy ogólne administracyjne i techniczne. Warszawa 1866, Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku, sygn. Ke 86406. Podlaska Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [11] Zbiór przepisów administracyjnych Królestwa Polskiego: Wydział Komunikacji Lądowych i Wodnych. T. 2, Komunikacje lądowe. Warszawa 1866, Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku, sygn. Ke 86407. Podlaska Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [12] Zbiór przepisów administracyjnych Królestwa Polskiego: Wydział Komunikacji Lądowych i Wodnych. T. 3, ks. 2. Komunikacje lądowe. Warszawa 1866, Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku. Podlaska Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [13] *Mapka Dróg Żelaznych Gubernii Królestwa Polskiego*. Biblioteka Archidiecezjalnego Wyższego Seminarium Duchownego w Białymstoku [ca 1860]. Digitalizacja Biblioteka Uniwersytecka im. Jerzego Giedroycia w Białymstoku. Podlaska Biblioteka Cyfrowa [oai:pbc.biaman.pl:5125](http://pbc.biaman.pl). Podlaska Biblioteka Cyfrowa. <http://pbc.biaman.pl>
- [14] Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 roku o gospodarce nieruchomościami. Dz.U. 1997 Nr 115 poz.741

- [15] Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz. U. z 2007 r. Nr 16, poz. 94, z późn. zm.10));
- [16] Ustawa z dnia 10 kwietnia 2003 r. o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych (Dz. U. z 2008 r. Nr 193, poz. 1194 i Nr 199, poz. 1227 oraz z 2009 r. Nr 72, poz. 620);
- [17] Ustawa z dnia 12 lutego 2009 r. o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie lotnisk użytku publicznego (Dz. U. Nr 42, poz. 340 i Nr 161, poz. 1281);
- [18] Ustawa z dnia 8 lipca 2010 r. o szczególnych zasadach przygotowania do realizacji inwestycji w zakresie budowli przeciwpowodziowych (Dz. U. Nr 143, poz. 963).

Expropriation of property for railway in the Polish Kingdom

Summary

The paper discusses the principles of expropriation procedures in the regulations of 1840 and 1846 years of the Polish Kingdom.

Artykuł recenzowany

Marian Czochański

Wyższa Szkoła Gospodarki Krajowej w Kutnie

Grzegorz Kowalski

Katedra Geodezji, Kartografii Środowiska

i Geometrii Wykreślnej

Politechniki Łódzkiej

Mapa ważniejszych zakładów przemysłowych miasta

Łodzi w 1889 roku

Opiniodawca:

W opracowaniu przedstawiono mapę zawierającą charakterystykę ilościową i rodzajową ważniejszych zakładów przemysłowych w Łodzi, sporządzoną na podstawie danych z planu Hilarego Majewskiego z 1889 roku.

Wprowadzenie

Miasto Łódź w 1793 roku. „Było tu wtedy 44 dm. 190 mk. Ludność żyła z pracy rolnej (...) Przemysł rękodzielniczy reprezentowało 8 stelmachów, dwóch garbarzy, ślusarz, krawiec, szewc, stolarz. (...) Istniał (...) młyn wodny...” [2].

W 1806 roku Łódź przechodzi na własność rządu. W 1820 roku, postanowienie namiestnika królewskiego z 18 września, zalicza Łódź do rzędu miast fabrycznych. „W 1820 r. liczono tu 112 dm. 1799 mk. Kasa miejska ma 2577 zł. dochodu, a skarb z opłat konsumpcyjnych 3754” [2].

Następuje żywiołowy rozwój miasta. „Przedstawić za pomocą ścisłych cyfr zarys zdumiewającego rozwoju Ł. Jest rzeczą niemożliwą, bo sama szybkość, bujność i zmienność cechujące objawy gorączkowego życia tego zbiorowiska ludzkiego, zrastającego się powoli i z trudnością w organiczną całość, nie pozwalają skontrolować i ustalić cyfrowo czynników ni rezultatów tego życia. Zarówno cyfry ludności, jak i produkcji przemysłowej są nieścisle i przybliżone tylko.” [3].

Rok 1880. W wydanym w tym roku tomie V „Słownika Geograficznego Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich” [3] przeczytać można o Łodzi: „Obszar całego terytorium wynosi 4440 mr., z których 2100 pod ulicami i budynkami, a 2340 zajmują ogrody i grunta orne. Liczba posesji hipotecznych wynosi 2026, z tych 1129

murowanych, 897 drewnianych. Ludność stała dochodzi do 54,000, niestała 53,000, ogółem 107,000 (według ksiąg meldunkowych), niezameldowanych jest zapewne około 10,000 ...”

Wydawnictwo to charakteryzuje także przyczyny takiego rozwoju miasta pisząc: „Podstawą bytu i świetności obecnej Ł. Jest przemysł tkacki polegający głównie na przeróbce bawełny. Zajmuje on 264 wielkich i małych fabryk, zatrudnia przeszło 26,000 robotników i dochodzi obecnie w swej rocznej prod. do 50,000,000 rubli (...) Prócz tego około 3,000 rzemieślników produkuje w ogóle za 8,000,000 rs. rocznie i do 2,000 rodzin tkaczy, tak zwanych lonwebrów, pracujących na domowych ręcznych warsztatach dla składników i kupców produkuje rozmaitych wyrobów za kilka milionów rubli.” [3].

W tabeli 1 scharakteryzowano asortyment produkcji przemysłu tkackiego w tym okresie na terenie miasta Łodzi.

Tabela 1. Przemysł tkacki w Łodzi w 1880 roku

Asortyment	Liczba zakładów
wyroby bawełniane	157
wyroby przędzy bawełny	18
wyroby wełniane	61
wyroby przędzy wełny	18
wyroby jedwabne i pół jedwabne	5
wyroby lniane i konopne	5

Opracowanie własne na podstawie [3]

Charakteryzując te zakłady przemysłowe wydawnictwo konstatuje: „Z fabryk tych pierwsze miejsce zajmują wielkie zakłady Karola Scheiblera w czterech oddzielnych grupach rozmieszczone i zatrudniające przeszło 5,000 robotników. Po nich idą zakłady sukcesorów Ludwika Geyera (przędzalnia, tkalnia i apreturnia), przędzalnia Ludwika Grohmana, przędzalnia i tkalnia Izraela Poznańskiego, tkalnie: Juliusza Heintzla, Ludwika Meyera i Edwarda Haentechla.” [3].

Prócz tego posiada już w tym czasie miasto Łódź rozwiniętą strukturę przemysłową, obejmującą wiele innych zakładów przemysłowych. Ich charakterystykę przedstawiono w tabeli 2, obejmującej asortyment, liczbę zakładów produkcyjnych, liczbę zatrudnionych robotników oraz wartość produkcji rocznej w rublach srebrem.

Tabela 2. Zakłady produkcyjne Łodzi w 1880 roku

Zakład	Liczba		Wartość produkcji w rs.
	zakładów	robotników	
farbiarnie	12	160	1,000,000
pończoszarnie	10	47	37,500
młyny i wiatraki	56	109	900,000
piekarnie	120	275	1,000,000
browary	4	77	300,000
destylarnie wódek	2	18	120,000
fabryki octu	4	22	35,000
olejarnie	2	9	20,000
fabryki miodu	2	4	4,000
garbarnie	4	37	100,000
fabryki mydła i świec	5	45	26,000
zakłady stolarskie	110	336	700,000
cegielnie parowe	2	54	100,000
fabryki wyrobów żelaznych	4	337	363,000
fabryka gazu	1	77	122,000
Razem			

Opracowanie własne na podstawie [3]

Miasto w 1887 roku. „*L. miała wedle urzędowego obliczenia 117,431 mk., w rzeczywistości zaś około 150,000 (...). Posesyi było 2068, z tych 967 drewnianych (...). Obszar ogólny obliczano na 2057 dz. 1537 saż., z tego było własnością gminy miejskiej 899 dz. roli, 32 łąk i 481 dz. lasu (...)* istniało tu około 200 większych zakładów fabrycznych, zatrudniających do 30,000 robotników (...) Z większych fabryk 131 używało 169 motorów parowych lub gazowych o sile 16,000 koni, zużywających dla wyrobienia pary w 233 kotłach około 120 wagonów węgla dziennie. W pozostałych 69 zakładach posługiwano się siłą rąk” [3].

W niniejszym opracowaniu podjęto próbę zobrazowania rozkładu przestrzennego zakładów przemysłowych w tym okresie.

Opracowanie kartograficzne z 1889 roku

W czasie kwerendy prowadzonej w Archiwum Państwowym w Łodzi (zbiór kartograficzny 1600 – 1980) zwrócono uwagę na opracowanie kartograficzne zatytułowane „*Планъ горда Лодзи съ уканиемъ значительныхъ фабрикъ и проектируемаго*

подъездного рельсового пути” oznaczone sygnaturą XXX (rysunek 1). W lewym dolnym narożniku arkusza znajduje się odręczny dopisek „в Лодзь 28 ноября 1889. Архитектура в Лодзи. Академик И. Маевский”.

Opracowanie to na tle treści podkładowej, obejmującej elementy hydrograficzne, siatkę ulic z ich nazwami, granice działek oraz zabudowę (z rozróżnieniem barwnym budynków murowanych i drewnianych) zawiera informacje interesujące z punktu widzenia niniejszego opracowania. Czarnym kolorem zostały wyróżnione budynki, w których znajdują się „ważniejsze”, zdaniem Autora tego opracowania kartograficznego, zakłady przemysłowe z tego okresu. Przy każdym wyróżnionym zakładzie, czarnym tuszem, piśmem odręcznym, podano charakterystykę rodzajową obiektu, w większości przypadków podając również nazwisko ich właściciela.

Opracowanie Hilarego Majewskiego, stanowiące środek przekazu istotnej informacji jest trudne w odbiorze z uwagi na przyjęty sposób graficznego przekazu tej informacji. Prezentacja treści tematycznej (zakłady przemysłowe) w skali jednobarwnej oraz stan zachowania oryginału mapy, utrudnia odbiór oraz dokonywanie analiz przekazywanych danych ilościowych i jakościowych opisujących to zjawisko.



Rys. 1. Opracowanie I. Majewskiego z 1889 roku . Ze zbiorów Archiwum Państwowego w Łodzi. Zbiór kart. APŁ, sygn. (Fig. 1)

3. OPRACOWANIE WŁASNE

Szczegółowa analiza przedstawionego na rysunku 1 planu z 1889 roku pozwoliła zidentyfikować ogółem 161 obiektów wyróżnionych przez Hilarego Majewskiego, jako ważniejsze zakłady przemysłowe. Charakterystykę ilościową i rodzajową tych obiektów przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Zestawienie zakładów przemysłowych wyróżnionych na planie I. Majewskiego

Nr	Nazwa zakładu	Liczba
1	przędzalnia	37
2	tkalnia	49
3	apreturownia	17
4	bielnik	1
5	farbiarnia	26
6	drukarnia tkanin	2
7	tkalnia jedwabiu	1
8	postrzygalnia wełny	1
9	fabryka guzików	2
10	fabryka warsztatów tkackich	1
11	fabryka kapeluszy	1
12	fabryka mydła	1
13	fabryka wyrobów miedzianych	1
14	fabryka zegarów	1
15	młyn parowy	1
16	tokarnia	1
17	gazownia	1
18	browar	4
19	rzeźnia	1
20	fabryka niezidentyfikowana	1
21	fabryka nieopisana	10
Ogółem		161

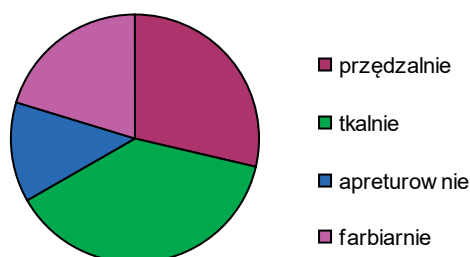
Opracowanie własne na podstawie planu Hilarego Majewskiego

Wśród wyróżnionych na planie kolorem czarnym 161 fabryk, 151 obiektów zostało opisanych przez Autora czarnym tuszem w języku rosyjskim, 10 obiektów nie posiada takiego opisu.

Dla 150 opisanych zakładów przemysłowych (99,3% obiektów) ustalono charakterystykę rodzajową, zgodnie z nomenklaturą przyjętą przez Autora planu. Dla 1 fabryki (0,7 % wszystkich obiektów opisanych) ze względu na niewyraźne pismo odręczne oraz mały

rozmiar napisu nie udało się dokonać jednoznacznej identyfikacji rodzajowej. Zakład taki uwzględniono w powyższej tabeli jako niezidentyfikowany.

Spośród wyróżnionych przez Hilarego Majewskiego 151 fabryk, aż 85,4% (129 obiektów) to przędzalnie, tkalnie, apreturowanie i farbiarnie. Na rysunku 2 przedstawiono strukturę ilościowo – rodzajową tych fabryk, zgodnie z danymi z tabeli 1.



Rys. 2. Struktura dominujących zakładów w 1889 roku (Fig. 2)

Dla zidentyfikowanych 161 zakładów ustalono współrzędne środka geometrycznego każdego obiektu w układzie współrzędnych miasta Łodzi.

Wykorzystując tak zdefiniowaną lokalizację zakładów oraz ich zestawienie i charakterystykę przedstawioną w tabeli 1, opracowano przy wykorzystaniu programu ArcView GIS 3.2 mapę w skali 1:25000, przedstawiającą, na tle aktualnego zagospodarowania terenu miasta (siatka ulic, ciek, tereny zielone, linie kolejowe) rozkład przestrzenny „ważniejszych” – wyróżnionych przez Hilarego Majewskiego - zakładów przemysłowych Łodzi w 1889 roku, z uwzględnieniem ich charakterystyki ilościowo – rodzajowej.

Fragment mapy obejmujący obszar miasta, na którym występują takie zakłady, przedstawiono na rysunku 3.

MAPA
WAŻNIEJSZYCH ZAKŁADÓW
PRZEMYSŁOWYCH
MIASTA ŁODZI
W 1889 ROKU

Zakłady przemysłowe
w 1889 roku:

- przędzalnia
- tkalnia
- apreturownia
- bielnik
- farblarnia
- drukarnia tkanin
- tkalnia jedwabiu
- postrzygalnia węgry
- fabryka guzików
- fabryka warstwardów kaskich
- fabryka kapeluszy
- fabryka mydła
- fabryka wyrobów miedzianych
- fabryka zegarów
- młyn parowy
- tkalnia
- gazownia
- browar
- rzeźnia
- ▲ fabryka niezidentyfikowana
- ▲ fabryka nieopisana

--- granica miasta z 1840 roku

Elementy współczesnego
zagospodarowania terenu:

- ulice
- cieleki
- ▨ tereny zielone
- ▨ tereny kolejowe



SKALA
1:25000

Rys. 3. Mapa ważniejszych zakładów przemysłowych miasta Łodzi w 1889 roku (opracowanie własne na podstawie planu Hilarego Majewskiego)(Fig. 3.)

Podsumowanie

Opisane procedury wpisują się w prowadzone badania obejmujące dzieje geodezji w Łodzi [1]. Wskazują na potencjał informacyjny opracowań znajdujących się w archiwach różnych instytucji oraz możliwości ich współczesnej interpretacji. Uzyskane wyniki mogą zaś być przyczynkiem do badań historii miasta Łodzi.

Literatura

- [1] Czochoński M., Kośka T., Kowalski G.: Zarys dziejów geodezji w Łodzi. Monografie Politechniki Łódzkiej. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2008
- [2] *Słownik Geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich*. Wydany pod redakcją Filipa Sulimierskiego, redaktora Wędrowca, magistra nauk fizyczno-matematycznych b. Szkoły Głównej Warszawskiej Bronisława Chlebowskiego, magistra nauk filologiczno-historycznych b. Szkoły Głównej Warszawskiej, Władysława Walewskiego, obywatela ziemskiego, kandydata nauk dyplomatycznych Uniwersytetu Dorpackiego. .Skład Główny i administracja u Juliusza Walewskiego D-ra Praw, Długa 47. Tom V. Nakładem Filipa Sulimierskiego i Władysława Walewskiego Druk „Wiek” Nowy Świat Nr. 59. Warszawa 1880. http://dir.icm.edu.pl/pl/Slownik_geograficzny/Tom_V/3
- [3] *Słownik Geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich* Wydany pod redakcją Bronisława Chlebowskiego, przy współudziale, od połowy tomu VI, Józefa Krzywickiego, Według planu Filipa Sulimierskiego. Nakładem Władysława Walewskiego do końca tomu X, Od tomu XI z zasiłku Kasy pomocy dla osób pracujących na polu naukowym imienia D-ra Mianowskiego. Skład Główny w w Księgarni Gebethnera i Wolffa. Tom XV, część II. Druk „Wiek” Nowy Świat Nr. 61. Warszawa, 1902. http://dir.icm.edu.pl/pl/Slownik_geograficzny/Tom_XV_cz.2/

Artykuł recenzowany

Dr inż. arch. Renata Przewłocka-Sionek
Politechnika Łódzka

Elementy identyfikujące zabudowę mieszkaniową z przełomu XIX/XX wieku w Brzezinach.

Streszczenie:

Architektura budynków mieszkalnych stanowi jeden z najbardziej trwałych składników krajobrazu miasta. Zabudowa mieszkaniowa Brzezin pochodząca z przełomu XIX/XX wieku to głównie domy i kamienice czynszowe, które licznie powstawały w miejscu starej, drewnianej zabudowy lub na wolnych, niezabudowanych jeszcze placach. Ich fasady reprezentowały różne style. Trudno odnaleźć czyste stylowo domy, zazwyczaj w obrębie jednej fasady łączono kilka stylów i wówczas powstawały budynki eklektyczne. Tych w Brzezinach możemy odnaleźć najwięcej. W zabudowie mieszkaniowej Brzezin również odnajdziemy budynki, które reprezentują styl neobarokowy i neogotycki. Początek XX wieku to czas, kiedy zaczynają powstawać kamienice utrzymane w stylu wczesno modernistycznym, jednakże jest ich stosunkowo nie wiele. Trudno natrafić jest też na obiekty reprezentujące styl secesyjny, gdyż tak naprawdę powstało ich bardzo mało, a te które powstały wykazują tylko niewielkie podobieństwo detalu do secesji poprzez użycie w elewacjach dekoracji w postaci ornamentyki przedstawiającej motywy roślinne lub zwierzęce oraz formy krzywolinijne i zgeometryzowane kształty np. w balustradach balkonów. Do elementów, które nadają fasadzie określonego stylu zalicza się między innymi: specjalne elementy plastyczne, do których należą balkony, wykusze, wieże, loggie a także opracowanie otworów w ścianach czyli okna, portale i bramy oraz detal architektoniczny czyli dekoracja rzeźbiarska, malarska, stiukowa i inna, która często pojawia się w fasadach budynków. Te wszystkie elementy składają się na wygląd fasad kamienic brzezińskich, które były interesujące pomimo oszczędnej dekoracji.

Dzisiejsze oblicze architektoniczne miasta Brzeziny w dużej mierze zostało ukształtowane na przełomie XIX/XX wieku. O charakterze stylowym decyduje często wyłącznie charakter fasady, a dokładniej charakter jej detalu architektonicznego. Domy i kamienice powstające w tym okresie zazwyczaj były budynkami jedno i dwupiętrowymi, często połączonymi z oficynami sytuowanymi w głębi podwórza. Inwestorami budowlanymi tych domów najczęściej byli Żydzi, którzy masowo napływali w tym

okresie do Brzezin¹. Kamienice czynszowe, które powstawały przy głównych ulicach miasta miały staranniej opracowaną elewację niż te przy ulicach bocznych, drugorzędnych. Kamienice sytuowane w centrum miasta miały fasady, w których pojawiały się detal architektoniczny w postaci czy to ozdobnych naczółków czy rzeźbiarskiej ornamentyki, pilastrów bądź ozdobnych zworników.

Natomiast kamienice na obrzeżach miasta posiadały elewacje skromne z oszczędnym detalem architektonicznym, który często ograniczał się do boniowania lica ściany czy kamiennej opaski okiennej. Tylne elewacje wszystkich kamienic, zarówno tych w centrum miasta jak i tych przy bocznych ulicach były skromnie opracowane. Formy architektoniczne elewacji podwórzowych ograniczały się najczęściej tylko do podziałów między piętrowych i prostych obramień okiennych a zasadniczy akcent w ścianach tych elewacji stanowił wyłącznie pion klatki schodowej zamknięty w ryzalicy ściany. W Brzezinach zabudowa mieszkaniowa reprezentuje dwa nurty. Jeden nurt to neorenesansowy w postaci eklektycznej. Są to budynki, które przedstawiają kilka stylów w obrębie jednej fasady, przy czym przeważa dekoracja nawiązująca do renesansu włoskiego. Drugi nurt to wczesny modernizm. Można również spotkać kamienice nawiązujące do tzw. stylu secesji prostolinijnej oraz budynki nawiązujące do neobaroku i neogotyku, ale są to sporadyczne przypadki. Przykładami zabudowy mieszkaniowej wykazującej cechy eklektyczne są np. kamienice usytuowane przy ulicy: św. Anny 1, 13 i 16 (d. 15 Grudnia), Piłsudskiego 18 (d. Świerczewskiego), Staszica 1 (d. Rawska) a także Mickiewicza 10,12 (d. Górki), Sienkiewicza 6/8, 10 i 13, (d. Rogowska) Kościuszki 2 (d. Farna) czy Joselewicza 2 (d. Bożnicza). Pod koniec XIX wieku powstawały kamienice historyzujące, nawiązujące do architektury klasycznej i innych stylów. Przykładami takich kamienic mogą być budynki znajdujące się przy ulicy Sienkiewicza 11 (d. Rogowska) bądź Traugutta 12 (d. Górki). Neobarokowe formy przedstawiają kamienice usytuowane przy ulicy Staszica 8a oraz Traugutta 1. Oczywiście nie są to czyste stylowo budynki a ich fasady oprócz cech neobarokowych noszą cechy jeszcze innych styli. Neogotyckie reprezentują dwa ciekawie rozwiązane budynki w mieście. Są nimi: dawny dom gminy ewangelickiej usytuowany przy ulicy Wojska Polskiego 2 oraz dawny dom własny Karola Kleibera znajdujący się przy ulicy Piłsudskiego 49. Przykładami reprezentującymi styl wczesno modernistyczny i secesyjny mogą być np. kamienice usytuowane przy ulicy: Mickiewicza 7, 13, 22, Sienkiewicza 2, czy Kościuszki 18.

W 1882 roku powstała narożna, eklektyczna kamienica z cechami neorenesansu przy ulicy św. Anny 1 (zdz. 1 i 2). Została ona zaprojektowana przez architekta A. Wesołowskiego². Kamienica jest budynkiem jednopiętrowym, gdzie w parterze pojawiają

¹ Bergman E., Giżejewska J., *Studium Historyczno-Urbanistyczne* (maszynopis) opracowane na zlecenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Skierniewicach, Warszawa 1983, s.49.

² Bergman E., Giżejewska J., *Studium Historyczno-Urbanistyczne* (maszynopis) opracowane na zlecenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Skierniewicach, Warszawa 1983, s.26.

się prostokątne okna usytuowane we wnękach zwieńczonych półkoliście. Ponad tymi oknami pojawiają się owalne medaliony.

Na pierwszym piętrze natomiast znajdują się okna prostokątne poszerzone płaskimi lizenami i zwieńczone trójkątnymi naczółkami. Pionowe podziały też kondygnacji podkreślają doryckie pilastry usytuowane pomiędzy oknami. W ścietym narożniku budynku, w parterze pojawia się wejście, które podkreślone zostało balkonem pierwszego piętra z żeliwną balustradą. Obie kondygnacje budynku są boniowane. Oddziela je wyraźny gzyms, biegnący w połowie wysokości kamienicy. Innym przykładem eklektycznej kamienicy wykazującej również cechy neorenesansowe może być budynek usytuowany na tej samej ulicy pod numerem 13 (zdj.3 i 4). Tym razem jest to jednopiętrowa kamienica z bramą przejazdową na osi budynku, która powstała w 1901 roku według projektu architekta K. Kleibera³. Elewacja kamienicy jest siedmioosiowa, ze środkowym ryzalitem zwieńczonym tzw. „tremplem” czyli ścianką kolankową poddasza doświetlającą je i będącą zarazem najprostszym sposobem wentylacyjnym⁴. Na piętrze kamienicy pojawiają się prostokątne okna otoczone opaskami kamiennymi z załamaniem profili. Okna te zostały zwieńczone prostym gzymsem podtrzymywanym przez ozdobne konsolki. Jedno z okien, te nad bramą przejazdową zwieńczone zostało trójkątnym naczółkiem. W drugiej i szóstej osi elewacji, w parterze, pojawiają się wejścia do budynku a nad nimi, na wysokości pierwszego piętra, balkony z żeliwnymi balustradami.



Zdj. 1. Kamienica narożna – św. Anny 1
i Jana Pawła II, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 2. Elewacja kamienicy od
ul. Św. Anny 1, Brzeziny
(archiwum autora)

³ Bergman E., Giżejewska J., *Studium Historyczno-Urbanistyczne* (maszynopis) opracowane na zlecenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Skierniewicach, Warszawa 1983, s.26.

⁴ Bergman E., Giżejewska J., *Studium Historyczno-Urbanistyczne* (maszynopis) opracowane na zlecenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Skierniewicach, Warszawa 1983, s.73.



Zdj. 3. Kamienica – św. Anny 13, Brzeziny

(archiwum autora)



Zdj. 4. Elewacja tylna kamienicy- św. Anny 13, Brzeziny

(archiwum autora)

Przy ulicy św. Anny 28 znajduje się kamienica eklektyczna, dwupiętrowa o bardzo wąskiej, dwuosiowej elewacji frontowej (zdz.5 i 6) . Powstała ona na początku XX wieku w latach 1903-1013⁵. Jest to kamienica dwupiętrowa o boniowanych kondygnacjach. Parter jest silnie boniowany natomiast wyższe kondygnacje mają już delikatniejsze bonie. Okna pierwszego i drugiego piętra są prostokątne i ujęte zostały kamiennymi opaskami z załamaniami profili. Naroża budynku, na wysokości pierwszego piętra flankowane są przez żłobkowane pilastry doryckie. Całość budynku wieńczy wydatny gzyms. Wejście do kamienicy znajduje się w elewacji bocznej. Kolejny przykład eklektycznego budynku, tym razem przy ulicy Kościuszki 2, stanowi kamienica wybudowana w latach 90-tych XIX wieku według projektu architekta A. Sroki (zdz.7 i 8). Początkowo stanowiła ona jednopiętrowy budynek, który został nadbudowany o drugie piętro w 1913 roku według projektu architekta K. Kleibera⁶. Elewacja tej kamienicy jest jedenastoosiowa z bramą przejazdową przesuniętą z osi budynku w bok. Parter kamienicy jest boniowany. Na piętrze znajdują się prostokątne okna flankowane parami pilastrów korynckich, zwieńczone prostym gzymsem wspieranym przez ozdobne konsole. W osiach tych okien, pod gzymsem wieńczącym pojawiają się motywy dekoracyjne w postaci lwich głów. Jedno z okien balkonowych pierwszego piętra posiada półkolisty naczółek, pod którym również pojawia się element dekoracyjny w postaci głowy lwa.

⁵ Bergman E., Giżejewska J., *Studium Historyczno- Urbanistyczne* (maszynopis) opracowane na zlecenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Skierniewicach, Warszawa 1983, s.28.

⁶ Bergman E., Giżejewska J., *Studium Historyczno- Urbanistyczne* (maszynopis) opracowane na zlecenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Skierniewicach, Warszawa 1983, s.32.



Zdj. 5. Elewacja frontowa – św. Anny 27,
Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 6. Kamienica – św. Anny 27, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 7. Kamienica – ul. Kościuszki 2,
Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 8. Elewacja tylna kamienicy –
Kościuszki 2, Brzeziny
(archiwum autora)

Przykładem jednej z najwyższych kamienic mieszkalnych w Brzezinach jest kamienica eklektyczna usytuowana przy ulicy Mickiewicza 10 (zdj.9 i 10). Została ona zbudowana

w 1905 roku, o czym świadczy data wykluta w murze, znajdująca się nad oknem balkonowym ostatniej kondygnacji zaokrąglonego narożnika kamienicy. Jest to kamienica narożna, czterokondygnacyjna o nieregularnym planie, połączona z trzypiętrową oficyną.

Elewacje kamienicy są boniowane. Na pierwszym, drugim i trzecim piętrze pojawiają się prostokątne okna w kamiennych opaskach o załamanych profilach i ze zwornikami w osiach. Parter budynku został przebudowany w latach 70-tych XX wieku. Kamienica posiada zaokrąglony narożnik, w parterze którego pojawia się portal wejściowy zwieńczony prostym gzymsem, a na wyższych kondygnacjach balkony z żeliwnymi balustradami. Całość budynku wieńczy żeliwna attyka, poprzedzielana betonowymi słupkami. Elewacja tylna kamienicy jest surowa, otynkowana bez detalu architektonicznego. Jedyne pion klatki schodowej został podkreślony ryzalitem zwieńczonym trójkątnym szczytem. W ryzalicie tym na wysokości drugiego i trzeciego piętra znajdują się półkoliście zwieńczone okna, poniżej zaś okno prostokątne a w parterze portal wejściowy zwieńczony prostym gzymsem. Niezwykle ciekawym przykładem kamienicy eklektycznej z elementami neorenesansowymi jest budynek usytuowany na dwóch scalonych posesjach przy ulicy Piłsudskiego 18 (zdj. 11 i 12). Powstał on w 1905 roku o czym świadczy data wyryta w szczycie narożnika budynku. Jest to narożna, jednopiętrowa kamienica, której parter jest boniowany. Na pierwszym piętrze znajdują się prostokątne okna dekoracyjnie opracowane. Niektóre z nich zostały ujęte w kamienne opaski o załamanych profilach i zwieńczone prostym gzymsem, inne zaś otrzymały trójkątne naczółki, a w ich osiach pojawiły się motywy dekoracyjne w postaci głowy kobiecej lub zwierzęcej. W części środkowej dłuższej elewacji kamienicy, od strony ulicy Piłsudskiego, znajduje się ryzalit, gdzie na wysokości pierwszego piętra usytuowany został balkon z żeliwną balustradą, której pręty tworzą powyginane wzory ornamentyki roślinnej. W ścietym, boniowanym narożniku znajduje się wejście prowadzące do pomieszczeń handlowych parteru. Okna parteru są duże, prostokątne pozbawione dekoracji i obramień. Pod okapem dachu widoczne są owalne, niewielkie okna doświetlające pomieszczenia poddasza oraz ozdobne konsole usytuowane pomiędzy nimi. Elewacja tylna jak w większości brzezińskich kamienic pozbawiona detalu, otynkowana.



Zdj. 9. Kamienica narożna - Mickiewicza 10,
Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 10. Elewacja tylna- Mickiewicza
10, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 11. Narożna kamienica – Piłsudskiego
18, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 12. Elewacja tylna – Piłsudskiego 18,
Brzeziny
(archiwum autora)

Do jednej z głównych ulic Brzeziny należy ulica Staszica, przy której powstało na przełomie XIX/XX wieku dużo eklektycznych kamienic. Jedną z nich jest kamienica usytuowana przy ulicy Staszica 1 (zdj. 13). Powstała ona w miejscu dawnego, drewnianego domu z murowanymi, sklepiionymi piwnicami, należącego w końcu XVIII wieku do hrabiny J. Ogińskiej⁷. Jest to jednopiętrowy budynek z użytkowym poddaszem, w elewacji którego zastosowano stopniowanie mocy boniowania. Elewacja frontowa kamienicy jest długa, trzynastoosiowa z ryzalitem środkowym zwieńczonym ozdobnym szczytem. W nim znajduje się okno zwieńczone półkoliście. Pozostałe okna pojawiające

⁷ Bergman E., Giżejewska J., *Studium Historyczno-Urbanistyczne* (maszynopis) opracowane na zlecenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Skierniewicach, Warszawa 1983, s.61.

się w kamienicy są prostokątne. Na pierwszym piętrze okna posiadają kamienne opaski z załamanyymi profilami i zworniki w osiach. Portal wejściowy znajduje się w ryzalicie i zwieńczony został łukiem koszowym. Nieopodal, na ulicy Staszica 8a usytuowana została eklektyczna kamienica z elementami neobarokowymi (zdj.14).

Jest ona budynkiem dwupiętrowym z użytkowym poddaszem o sześciosiowej elewacji. Parter budynku jest boniowany. Okna pierwszego piętra są flankowane parami żłobkowanych, korynckich pilastrów. Okna te zwieńczone zostały przez półkoliste naczółki które wypełnia ornamentyka w kształcie muszli. Natomiast w przestrzeniach między naczółkiem a oknem pojawiają się dodatkowe dekoracje w kształcie lwich głów. Jedynie dwa środkowe okna tej kondygnacji nie posiadają naczółków i zostały zwieńczone prostym gzymsem. Okna ostatniej kondygnacji opatrzone zostały kamiennymi opaskami a ich zwieńczenia stanowią proste gzymсы wsparte na ozdobnych konsolach. Pod gzymsem dachu kamienicy biegnie rząd niewielkich, prostokątnych okienek doświetlających poddasze. Kolejny przykład kamienicy eklektycznej z elementami neobarokowymi to budynek usytuowany przy ulicy Traugutta 1 (zdj.15). Jest to dwupiętrowa kamienica o pięćosiowej elewacji z ryzalitem środkowym. W ryzalicie tym, w parterze, znajduje się portal wejściowy ze zwornikiem na osi, a na wyższych kondygnacjach pojawiają się prostokątne okna ujęte w kamienne opaski o załamanych profilach. Takie same okna znajdują się na całej długości pierwszego i drugiego piętra elewacji. Oś ryzalitu podkreśla trempel wieńczący ryzalit, na którym ustawiono dekoracyjne wazy. W narożach budynku, a także w ryzalicie, na wysokości ostatniej kondygnacji pojawiają się żłobkowane pilastry korynckie. Do kamienicy eklektycznych zaliczyć można również kamienicę usytuowaną przy ulicy Sienkiewicza 6/8, która powstała w 1897 roku według projektu architekta A. Sroki (zdj.16). Pierwotnie była ona kamienicą jednopiętrową, lecz w 1901 roku została nadbudowana o dodatkowe piętro według projektu architekta K. Kleibera i stała się kamienicą dwupiętrową⁸. Elewacja frontowa tej kamienicy posiada trzy ryzality, jeden środkowy z bramą przejazdową w osi oraz dwa boczne z dwoma portalami przechodnimi po bokach. W ryzalitech pojawiają się też balkony z żeliwnymi balustradami na wysokości pierwszego i drugiego piętra. Okno balkonowe pierwszego piętra w ryzalicie środkowym zostało zwieńczone falistym naczółkiem wypełnionym ornamentyką roślinną. Pozostałe okna tego piętra otrzymały trójkątne naczółki, a niektóre z nich zostały zwieńczone prostym gzymsem. Okna drugiego piętra są prostokątne, zwieńczone prostym gzymsem oprócz okna w ryzalicie środkowym, które zostało obramione lizenami ze zwornikiem w osi. Parter budynku oraz ryzality są boniowane.

⁸ Bergman E., Giżejewska J., *Studium Historyczno-Urbanistyczne* (maszynopis) opracowane na zlecenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Skierniewicach, Warszawa 1983, s.65.



Zdj. 13. Kamienica – Staszica 1, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 14. Kamienica- Staszica 8a, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 15. Kamienica – Traugutta 1,
Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 16. Kamienica – Sienkiewicza 6/8, Brzeziny
(archiwum autora)

Dwoma niezwykle interesującymi przykładami budynków eklektycznych z cechami neogotyckimi są: dawny dom gminy ewangelickiej przy ulicy Wojska Polskiego 2 (zdj.17) oraz dawny dom własny architekta K. Kleibera przy ulicy Piłsudskiego 49 (zdj.18). Pierwszy z nich był pierwotnie domem należącym do gminy ewangelickiej i stanowił budynek składający się z części parterowej i piętrowej. Powstał w latach 1901-1904 według projektu K. Kleibera jako budynek murowany z cegły, częściowo otynkowany. Obie części elewacji posiadają po trzy osie, z których środkowa jest ryzalitem zwieńczonym trójkatnym szczytem. Prostokątne, dwudzielne okna w elewacjach posiadają ceglany półkolisty detal ze zwornikiem w osi. Fasady pokryte są kremowym tynkiem z wyraźnie zakcentowanymi ceglanymi narożnikami i nadprożami. W ryzalicie niższym pojawiają się pilastry oraz ciekawy akcent w postaci ceglanego fryzu arkadowego.

Natomiast w drugiej części domu, tej wyższej, z boku pojawia się wejście do budynku. Drugim obiektem eklektycznym noszącym cechy neogotyckie jest dawny dom własny architekta Kleibera, który powstał według jego projektu przy współpracy z Z. Wojciechowskim w latach 1902-1903. Dom powstał na wzór neogotyckich pałacików myśliwskich w angielskim stylu. Obiekt ten stanowi swoistą miniaturę obronnych zamków gotyckich epoki średniowiecza⁹. Podobnie jak budynek poprzednio opisywany, dom ten jest murowany z cegły i po części jest parterowy a po części piętrowy z dwupiętrową wieżą dominującą na bryłę budynku. Dom był własnością architekta powiatowego Karola Kleibera, spod którego ręki wyszło większość projektów realizowanych na przełomie XIX/XX wieku w Brzezinach. Obecnie budynek ten jest siedzibą Muzeum Regionalnego i należy do najbardziej interesujących budynków w mieście¹⁰.



Zdj. 17. Dawny dom gminy ewangelickiej – Wojska Polskiego 2, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 18. D. dom K. Kleibera – Piłsudskiego 49
(archiwum autora)

Początek XX wieku to okres, w którym zaczęły powstawać również kamienice nawiązujące do stylu wczesnego modernizmu i tzw. secesji prostolinijnej. Jednym z przykładów może być kamienica usytuowana przy ulicy Mickiewicza 7 (zdz. 19 i 20). Została ona wybudowana na początku XX wieku jako kamienica wczesnomodernistyczna z elementami secesji. Jest budynkiem dwupiętrowym z dwoma bocznymi, trzypiętrowymi ryzalitami. Ryzality zostały zwieńczone trójkątnymi szczytami, w których pojawiają się półkolistie zwieńczone okna ze zwornikami w osiach.

Natomiast poniżej, na wysokości drugiego piętra, znajdują się trójdzielne okna zwieńczone łukiem koszowym, a na pierwszym piętrze okna zwieńczone prosto. W części

⁹ Kołodziej J. *Romantyczny pałacyk*, Kwartalnik Krajoznawczy RPK PTTK w Łodzi, Wędrownik, Rok XLV, I (367) Łódź 2001, s.29.

¹⁰ Praca zbiorowa pod red. K. Badziaka, *Brzeziny, dzieje miasta do 1945 roku*, wyd. Kwadrat, Łódź- Brzeziny 1997, s.208.

środkowej fasady okna drugiego piętra są zwieńczone łukowo. Elewacja kreowana jest za pomocą dwóch odcieni tynku oraz rzeźbionych linearnych wzorów geometrycznych w górnych kondygnacjach, w części ryzalitowej. Parter budynku jest boniowany. Elewacja tylna została otynkowana z wyraźnie zaznaczonym pionem klatki schodowej znajdującej się w ryzalicie zwieńczonym trójkątnym szczytem pozbawionym dekoracji. Przy ulicy Mickiewicza 22, w 1912 roku powstała kolejna wczesnomodernistyczna kamienica o długiej, piętnastoosiowej elewacji (zdz.21 i 22). Fasada tego budynku posiada środkowy ryzalit, w parterze którego pojawia się barma przejazdowa zwieńczona półkoliście, zaś na piętrach znajdują się balkony z żeliwnymi balustradami. Parter kamienicy jest boniowany. Ścianę elewacji pomiędzy prostokątnymi oknami pokrywają płaszczyzny z wyrobionymi w tynku figurami geometrycznymi. Elewacja od strony podwórza jest gładko otynkowana z zaznaczonym ryzalitem klatki schodowej, w którym pojawiają się na pierwszym i drugim piętrze okna zwieńczone półkoliście. Kolejnym ciekawym przykładem kamienicy modernistycznej z elementami secesyjnymi jest budynek usytuowany przy ulicy Sienkiewicza 2 (zdz.23). Jest to kamienica dwupiętrowa o elewacji siedmioosiowej, która powstała w 1910 roku. Posiada ona dwa ryzality boczne, w których na wysokości pierwszego i drugiego piętra pojawiają się po dwa balkony połączone jedną balustradą żeliwną wypełnioną krzywoliniowymi prętami z elementami form roślinnych. Parter kamienicy jest boniowany z bramą przejazdową na osi. Natomiast powierzchnie ścian wyższych kondygnacji pomiędzy prostokątnymi oknami zostały ciekawie opracowane w dwukolorowym, zielono szarym tynku. Innym przykładem kamienicy utrzymanej w tym samym stylu wczesnomodernistycznym z elementami secesyjnymi może być budynek usytuowany przy ulicy św. Anny 27 (zdz.24). Tym razem jest to kamienica jednopiętrowa z użytkowym poddaszem o dziewięcioosiowej elewacji z portalem wejściowym usytuowanym na osi budynku. Kamienica ta posiada środkowy ryzalit, w którym na wysokości pierwszego piętra pojawia się ornamentyka linearna nawiązująca do secesji. Parter budynku jest boniowany. Zarówno w parterze jak i na piętrze pojawiają się rzędy rytmicznie rozstawionych dużych, prostokątnych okien zwieńczonych prosto. W drugiej i ósmej osi budynku, na wysokości pierwszego piętra pojawiają się balkony z żeliwnymi balustradami o krzywoliniowych wzorach.



Zdj. 19. Kamienica – Mickiewicza 7,
Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 20. Elewacja tylna – Mickiewicza 7,
Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 21. Kamienica – Mickiewicza 22,
Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 22. Elewacja tylna – Mickiewicza 22,
Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 23. Kamienica – Sienkiewicza 2,
Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 24. Kamienica – Św. Anny 27,
Brzeziny
(archiwum autora)

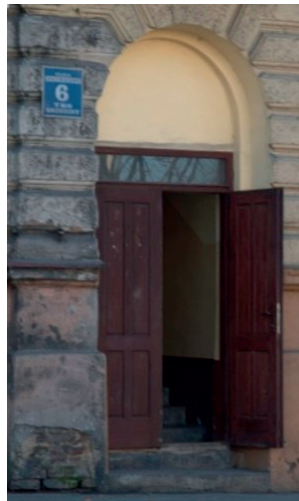
Określonego charakteru i stylu nadają fasadom budynków takie elementy jak: opracowanie otworów w ścianach, specjalne elementy plastyczne, zwieńczenia i detal architektoniczny. Portale i bramy stanowią jeden z najbardziej wyodrębnionych elementów architektonicznych budynku, spełniając rolę praktyczną jako element zamknięcia, a także jako otwór wprowadzający światło i powietrze do wnętrza. Dodatkową funkcją jest rola estetyczna, którą portal lub brama spełnia jeśli otrzyma bogate, dekoracyjne opracowanie. Jednakże w brzezińskich kamienicach z przełomu XIX/XX wieku przeważają portale i bramy o oszczędnej dekoracji. Zazwyczaj zwieńczone są one prostym gzymsem, łukiem koszowym bądź odcinkowym, rzadziej występują zwieńczenia półkoliste. Bardzo często jedyną ich dekoracją stanowi pojawiający się zwornik na osi lub boniowane lico ściany, w której się znajdują. Na zdjęciach 25, 26, 27, 28, 29, 30 zostały przedstawione przykładowe bramy i portale spotykane w zabudowie mieszkaniowej z przełomu XIX/XX wieku.



Zdj. 25. Portal –
Sienkiewicza 3, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 26. Portal – św. Anny
16/18, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 27. Portal –
Sienkiewicza 6, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 28. Brama –
Sienkiewicza 2
(archiwum autora)



Zdj. 29. Brama –
Sienkiewicza 1, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 30. Brama – Sienkiwicz
6, Brzeziny
(archiwum autora)

Nie mniej ważnym elementem architektonicznym, stanowiącym otwór w ścianie, który spełnia funkcje wprowadzenia światła i powietrza jest okno, które często stanowi również element dekoracyjny dzięki różnorodnym jego opracowaniom. W kamienicach brzezińskich najczęściej spotykanym oknem jest okno prostokątne opatrzone kamienną opaską z załamanymi profilami. Można również spotkać okna, które zwieńczone są przez trójkątne lub półkoliste naczółki. Zdarza się, że przestrzenie między okienne czasami wypełnia rzeźbiarska ornamentyka, a po bokach okno flankują dwa pilastry. Okna o zwieńczeniach półkolistych występują sporadycznie. Dość często można spotkać w brzezińskich kamienicach okna zwieńczone prostym gzymsem, który wspierany jest przez konsole. W osiach okien zazwyczaj spotyka się zworniki, czasami zdobione dodatkowym motywem w postaci maski głowy ludzkiej lub zwierzęcej lub nawiązującym do form roślinnych. Na zdjęciach 31, 32, 33, 34, 35 i 36 pokazano różne przykłady okien spotykanych w brzezińskich kamienicach.



Zdj. 31. Okno – Sienkiewicza
8, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 32. Okno – Piłsudskiego
18
(archiwum autora)



Zdj. 33. Okno – Staszica 8,
Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 34. Okno – Piłsudskiego
18, Brzeziny
(archiwum autora)



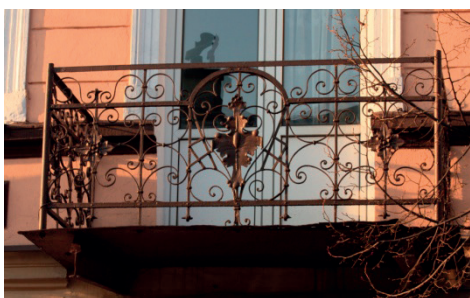
Zdj. 35. Okno – św. Anny
16/18, Brzeziny
(archiwum autora)



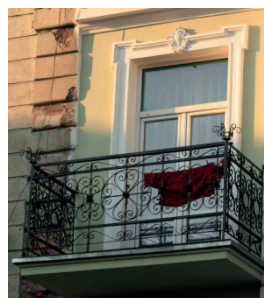
Zdj. 36. Okno – Staszica 8a,
Brzeziny
(archiwum autora)

Do specjalnych elementów plastycznych ścian można zaliczyć balkony i wykusze. W brzezińskiej zabudowie mieszkaniowej nie spotkamy wykuszy, natomiast dość często pojawiają się w elewacjach balkony. Są one niezwykle ważnym elementem budynku, który zarówno pod względem praktycznym jak i estetycznym odgrywa szczególną rolę w zabudowie mieszkaniowej. Dzięki balkonom możliwy jest bezpośredni kontakt użytkownika z otoczeniem. Estetyczna rola balkonu polega na rzucaniu cienia na ścianę fasady, zróżnicowanego zależnie od plastycznego ukształtowania części składowych balkonu. Specyficzny charakter balkonom nadaje materiał z jakiego są wykonane, rodzaj

podparcia a także rodzaj zabezpieczenia czyli balustrady¹¹. W zabudowie mieszkaniowej Brzezin, powstałej na przełomie XIX/XX wieku można wyróżnić jeden podstawowy typ balkonu. Jest to balkon zakładany na planie prostokąta, wsparty zazwyczaj na konsolach, posiadający żeliwne balustrady. Jedynie wzory balustrad są różnorodne i często wykazują dekoracyjne formy nawiązując do ornamentyki roślinnej lub przyjmując zgeometryzowane kształty. Na zdjęciach 37, 38, 39 i 40 pokazano różne przykłady balkonów występujących w zabudowie mieszkaniowej Brzezin.



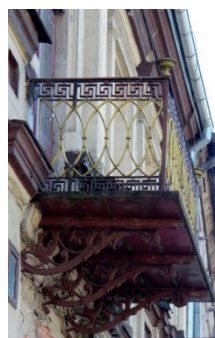
Zdj. 37. Balkon – Staszica 1, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 38. Balkon- Sienkiewicza 1, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 39. Balkon – Sienkiewicza 2, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 40. Balkon – Joselewicza 2, Brzeziny
(archiwum autora)

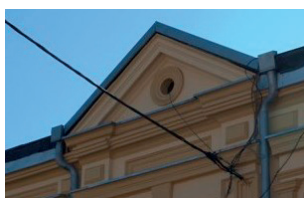
Ciekawym elementem budynków są ich szczyty, czyli dekoracyjne zwieńczenia elewacji budynku lub jego elementów. Szczyt najczęściej podkreśla oś budynku, albo wieńczy ryzality występujące w jego fasadzie. W większości kamienic brzezińskich elementem wieńczącym budynek był zazwyczaj tzw. trempel czy ścianka kolankowa poddasza. Jednakże można spotkać również trójkątne szczyty, które wieńczą ryzality

¹¹ Mączyński Z. , *Elementy i detale architektoniczne w rozwoju historycznym*, wyd. Arkady, Warszawa 1956, s.201-202.

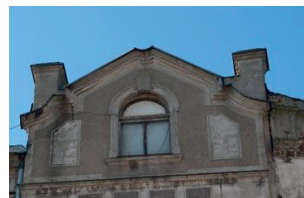
będkź podkreślają oś fasady. Rzadkością są szczyty przyjmujące krzywolinijne formy. Wśród brzezińskich kamienic można odnaleźć i takie, których szczyty stanowią ciekawe rozwiązane zwieńczenia w formie żeliwnej attyki. Na zdjęciach 41, 42, 43, 44 i 45 pokazane zostały przykłady różnych szczytów spotykanych w budynkach mieszkalnych w Brzezinach.



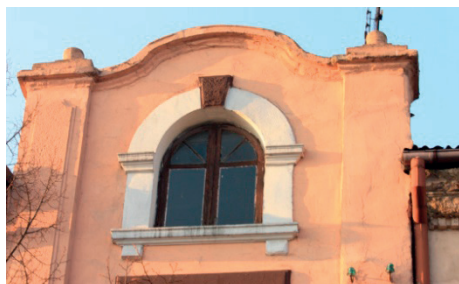
Zdj. 41. Szczyt – św. Anny
13, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 42. Szczyt – Traugutta
12, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 43. Szczyt- Mickiewicza
7, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 44. Szczyt – Staszica 1, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 45. Szczyt – Sienkiewicza 11, Brzeziny
(archiwum autora)

Przy kamienicach można odnaleźć również ciekawe elementy małej architektury w postaci odboi czy studzienek, które pojawiają się przy bramach lub w podwórzach. Mogą one być powiązane z budynkiem lub stanowić element wolnostojący. W Brzezinach do obecnych czasów przetrwało ich nie wiele. Dla miasta Brzeziny na przełomie XIX i XX wieku niezwykle istotną sprawą było zaopatrzenie mieszkańców w wodę.

Rzeka Mrożyca i jej mało zasobne w wodę dopływy nie spełniały wymogów sanitarnych, dlatego dbano o budowę i utrzymanie studni publicznych. W 1898 roku czynnych było 8 studni publicznych, z czego cztery były murowane. Oprócz tego istniało kilkanaście studni prywatnych¹². Jedną z zachowanych do dziś studni prywatnych jest ta, widoczna

¹² Praca zbiorowa pod red. K. Badziaka, *Brzeziny, dzieje miasta do 1945 roku*, wyd. Kwadrat, Łódź- Brzeziny 1997, s.204,

na zdjęciu 46, która znajduje się w podwórzu przy ulicy św. Anny 13. Innym przykładem małej architektury, spotykanym w bramach kamienic czynszowych były odboje. Stanowiły one element zabezpieczający mur budynku, poprzez ograniczenie możliwości odchylenia się skrzydła bramy. Mogły być budowane z kamienia albo odlewane z żeliwa. Przyjmowały różnorodne formy, w Brzezinach raczej były one proste i nieskomplikowane. Na zdjęciach 47, 48 i 49 pokazano przykładowe odboje występujące przy kamienicach brzezińskich pochodzących z przełomu XIX/XX wieku.



Zdj. 46. Studnia – św. Anny 13, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 47. Odbój – Sienkiewicza 2, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 48. Odbój - Sienkiewicza 1, Brzeziny
(archiwum autora)



Zdj. 49. Odbój- Traugutta 1, Brzeziny
(archiwum autora)

Reasumując, kamienice czynszowe, które powstały na przełomie XIX/XX wieku w Brzezinach w znacznym stopniu wpłynęły na indywidualny charakter tego miasta. Usytuowane głównie w granicach centrum miasta sprawiły, że stały się wizytówką

i chlubą Brzezin. Fasady kamienic, a zwłaszcza elementy architektoniczne, które się w nich pojawiają takie jak okna, portale i ich obramienia a także szczyty, balkony oraz detal architektoniczny składają się w harmonijną całość elewacji kamienicy. Dziś wiele z nich zostało odremontowanych i godnie reprezentuje czasy wzmożonego ruchu budowlanego przypadającego na przełom XIX/XX wieku, kiedy to większość drewnianej wówczas zabudowy została zastąpiona murowanymi kamienicami. Niestety istnieje jeszcze nadal wiele kamienic, które wymagają remontu. Są one zaniedbane, w bardzo złym stanie technicznym i wizualnym. Spowodowane jest to najczęściej zaniedbaniami właścicieli oraz nieodpowiednią gospodarką komunalną. Te zabytkowe kamienice pochodzące z przełomu XIX/XX wieku stanowią dziedzictwo służące celom współczesnym, służące celom kreowania wizerunku i pamięci oraz tożsamości historycznego miasta. Zatem warto o nich pamiętać, przypominać i dbać.

Literatura

- [1] Bergman E., Giżejewska J., *Studium historyczno-urbanistyczne*, opracowanie na zlecenie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Skierniewicach, Warszawa, 1983.
- [2] Kołodziej J., *Romantyczny pałac*, Kwartalnik Krajoznawczy RPK PTTK w Łodzi, Wędrownik, Rok XLV, I (367) Łódź, 2001.
- [3] Mączyński Z., *Elementy i detale architektoniczne w rozwoju historycznym*, wyd. Arkady, Warszawa 1956.
- [4] Praca zbiorowa pod red. K. Badziaka, *Brzeziny- dzieje miasta do 1945 roku*, wyd. Kwadrat, Łódź- Brzeziny, 1997.

Artukuł recenzowany

Sprawozdanie z wyjazdu studentów VI semestru Wyższej Szkoły Gospodarki Krajowej w Kutnie na ćwiczenia geodezyjne organizowane na Politechnice Lwowskiej

W dniach 13-15 maja 2016 roku, w ramach wymiany międzynarodowej i międzyuczelnianej realizującej postanowienia współpracy mającej charakter zarówno dydaktyczny, jak i naukowy w zakresie geodezji i kartografii, zorganizowano wyjazd studentów VI semestru Wyższej Szkoły Gospodarki Krajowej w Kutnie do Lwowa. Odwiedziliśmy Politechnikę Lwowską, gdzie uczestniczyliśmy w ćwiczeniach laboratoryjnych i terenowych z zakresu współczesnych technologii w geodezji, podstaw geodezji dynamicznej oraz poznawaliśmy tajniki satelitarnych technik pomiarowych.

W wyjeździe, obok mnie, prowadzącego z ramienia uczelni - Dziekana Wydziału Nauk Technicznych mgr inż. Roberta Przewłockiego, wzięli udział także inni pracownicy WSGK w Kutnie tj. mgr inż. Grażyna Obara-Lubowiecka oraz dr inż. Renata Przewłocka-Sionek.

Z Kutna wyjechaliśmy 13 maja 2016 roku w godzinach popołudniowych (16.00). Po całonocnej podróży dotarliśmy na miejsce, gdzie zostaliśmy zakwaterowani w domach studenckich Politechniki Lwowskiej.

14 maja, po śniadaniu, udaliśmy się do Instytutu Geodezji Politechniki Lwowskiej, gdzie wszystkie zajęcia prowadził współpracujący z Wyższą Szkołą Gospodarki Krajowej w Kutnie, prof. Kornely Tretyak.

Początek dnia rozpoczęliśmy od wykładu prof. Tretyaka nt. głównych kierunków badań naukowych Politechniki Lwowskiej, poznaliśmy także strukturę organizacyjną fakultetu Geodezji, a także zapoznaliśmy się z profilem kształcenia geodetów, gdzie szczególny nacisk kładziony jest na monitoring kosmiczny.

Następnie, jeden z współpracowników profesora scharakteryzował i pokazał wszystkim zainteresowanym zestaw aparatury pomiarowej będący na wyposażeniu laboratorium satelitarnych technik pomiarowych i laboratorium geodynamiki.

Po południu, dzięki uprzejmości kadry naukowej Politechniki Lwowskiej, udaliśmy się w/w laboratoriów, gdzie mogliśmy zapoznać się z instrumentami do wyznaczania wartości przyspieszenia ziemskiego. Dodatkowo mogliśmy pracować na najnowszych urządzeniach technologii satelitarnej DGPS i RTK.

Kolejnym, bardzo ciekawym etapem wizyty, była możliwość współpracy z kadram naukową Politechniki Lwowskiej. Poobiednie spotkanie miało charakter „burzy mózgów”, połączonej z zajęciami praktycznymi. Wspólnie zapoznawaliśmy się z obsługą i technikami pomiarów, wykorzystując w/w instrumenty geodezyjne.

Wieczorem, w ramach integracji międzynarodowej, wzięliśmy udział, wraz ze studentami Politechniki Lwowskiej, we wspólnej kolacji. Spotkanie miało charakter mniej formalny i dało możliwość bliższego poznania kolegów z zagranicy, stało się także podstawą do wymiany poglądów na temat programów studiów w Wyższej Szkole Gospodarki Krajowej w Kutnie, jak i na Politechnice Lwowskiej. Spotkanie pozwoliło także na wymianę doświadczeń odnośnie tematów związanych z geodezją.

Kolejny dzień, tj. 15 maja 2016 roku upłynął nam na poligonie Fakultetu Geodezji, gdzie odbył się pokaz technik monitoringu geodezyjnego z kosmosu. W ramach ćwiczeń mieliśmy możliwość korzystania ze skanera laserowego do inwentaryzacji obiektu sakralnego. Poza tym naukowcy Politechniki Lwowskiej zaprezentowali nam wykorzystanie samolotu bezzałogowego z kamerą fotogrametryczną do wykonania zdjęć fragmentu powierzchni topograficznej w/w poligonu. Następnie zdjęcia te wykorzystano do wykonania mapy ortofotogrametrycznej oglądanego terenu.

Zwieńczeniem pobytu były, po raz kolejny, ćwiczenia praktyczne, tym razem na poligonie, które zakończyły się o godzinie 14.00.

Zarówno my tj. organizatorzy, jak i studenci z Wyższej Szkoły Gospodarki Krajowej w Kutnie, uznaliśmy wyjazd za bardzo interesujący. Przede wszystkim zwróciliśmy uwagę na sprawną organizację zajęć, bogate i nowoczesne wyposażenie laboratoriów Politechniki Lwowskiej, bardzo ciekawy i nowoczesny program studiów na kierunku „geodezja”, pomocny i intrygujący zestaw ćwiczeń laboratoryjnych i terenowych. Szczególnie pozytywnie oceniliśmy wszelką pomoc ze strony kadry naukowej i osobiste zaangażowanie prof. K. Tretyaka.

Pomimo napiętego harmonogramu znaleźliśmy także czas na krótki spacer po centrum Lwowa. Przeszliśmy się traktem od opery do pomnika Adama Mickiewicza, podziwiając m.in. urokliwe kamienice, kontemplując przy tym atmosferę przyjaznego turystom miasta.

Poza niewygodami związanymi z kilkugodzinnym postojem na granicy, wyjazd okazał się bardzo udany i stanowił niewyczerpane źródło doświadczeń dla wszystkich zainteresowanych.

Robert Przewłocki