

Podstawy geodezji i kartografii

**Proszę zapoznać się z materiałem „Triangulacja”
do dnia 22.05.2020r.**

. Najstarsze sieci geodezyjne w Polsce – sieć triangulacyjna na obszarze Staropolskiego Okręgu Przemysłowego

Pierwsze polskie osnowy geodezyjne, projektowane

Koniec XVIII i początek XIX wieku był przełomowym okresem w rozwoju europejskiej i oświatowej geodezji. Jednym z czynników przyspieszających rozwój prac teoretycznych i praktycznych było zakładanie sieci triangulacyjnych o zasięgu ogólnokrajowym, mających szczególne znaczenie dla nauki, gospodarki oraz wojskowych prac kartograficznych. Przykład Francji, która jako pierwsza doprowadziła do założenia na całym obszarze kraju sieci triangulacyjnej, stanowiącej podstawę wykonania pomiarów topograficznych, był inspiracją dla innych państw. Nowoczesne, francuskie rozwiązanie zostało podjęte również w odniesieniu do terytorium Polski. Pierwsze realne projekty założenia triangulacji w Polsce pochodzą z epoki Stanisława Augusta Poniatowskiego (Olszewicz, 1921; Kosiński, 1959a,b). Powstał wtedy ambitny plan opracowania mapy Polski, której podstawę stanowiłaby założona w tym celu sieć triangulacyjna, uzupełniona pomiarami niwelacyjnymi. Plan zakładał wyznaczenie współrzędnych geograficznych punktów pozwalających: na dokładne umieszczenie na mapie miast wojewódzkich i powiatowych, wykonanie badań hydrograficznych, orograficznych, a także studiów nad stanem rolnictwa, leśnictwa oraz zasobami naturalnymi Polski. Zrealizowanie tak szerokiego zakresu prac stawiałoby Polskę w tej dziedzinie w czołówce państw europejskich. Jednak historia spowodowała, że mimo zrozumienia i poparcia tej idei nie została ona zrealizowana i pozostała w sferze projektów.

Sieć triangulacyjna na obszarze Staropolskiego Okręgu Przemysłowego

Pierwsza sieć triangulacyjna obejmująca większy obszar Polski, zlecona i wykonana przez polskich geodetów, powstała w okresie Królestwa Kongresowego (1815-1832). Władze Królestwa prowadziły aktywną politykę gospodarczą zmierzającą do uporządkowania spraw własnościowych, w tym granic nieruchomości. Zlecane prace geodezyjne miały być podstawą opracowania map niezbędnych dla intensywnie rozwijających się obszarów kraju, a szczególnie dla obszarów przemysłowych. W wyniku tych prac powstała sieć triangulacyjna obejmująca obszar ówczesnego okręgu górniczego będącego częścią Staropolskiego Okręgu Przemysłowego (SOP) (Olszewicz, 1921; Berezowski, 1984). W 1827 roku Komisja Rządowa Przychodów i Skarbu – odpowiednik dzisiejszego ministerstwa, zleciła wykonanie pomiarów geodezyjnych: byłemu oficerowi artylerii Wojciechowi Niemyskiemu, wówczas rewizorowi generalnemu pomiarów w Wydziale Dóbr i Lasów Rządowych oraz geometrom: Józefowi Bojarskiemu i Karolowi Borowskiemu, wspieranych przez współpracowników i personel pomocniczy. Wykonanie pomiarów astronomicznych zlecono profesorowi Franciszkowi Armińskiemu – dyrektorowi Obserwatorium Astronomicznego w Warszawie.

Ogólna charakterystyka sieci

Sieć triangulacyjna SOP obejmowała 3080 trójkątów pomierzonych w latach 1829-1835 (Olszewicz, 1921, str.150). Liczba ta wydaje się być bardzo duża i wymaga weryfikacji. Jest to jednak bardzo trudne z uwagi na brak podstawowych danych Źródłowych pozwalających

ustalić pełny obszar objęty pomiarami i rozstrzygnąć wątpliwości dotyczące liczby punktów sieci. Z numeracji kilkunastu punktów zawartych w instrukcji „Przepisy obowiązujące przy pomiarach przestrzeni dóbr i lasów rządowych, także majątków pod opieką rządu zostających” (Przepisy, 1843; rys. 1). wynika, że sieć triangulacyjna SOP musiała liczyć co najmniej kilkaset punktów.

Sieć triangulacyjna była zakładana jako sieć trzy- lub czterorzędowa, składająca się z trójkątów głównych, pośrednich i podrzędnych. W trójkątach głównych i pośrednich mierzono wszystkie kąty, natomiast współrzędne punktów najniższych rzędów wyznaczano wcięciami w przód z trzech stanowisk lub wcięciami wstecz do czterech punktów. W sieci wyróżniano punkty stałe, to jest wieże kościelne lub wieżyczki budowli oraz pozostałe zabudowane

drewnianymi wieżami, sygnałami lub tylko stabilizowane znakiem ziemnym. Jako punkt główny sieci wybrano punkt leżący na wierzchołku góry Łysicy, zapewniający dobrą widoczność na otaczające tereny. Punkt ten stanowił początek układu współrzędnych prostokątnych, w którym jedna oś była styczna do południka punktu głównego, a druga do niej prostopadła. Położenie tego punktu zostało zabudowane w 1828 roku słupem murowanym, z którego później wykonano obserwacje astronomiczne.

Pomiary astronomiczne

Główny wykonawca pomiarów astronomicznych profesor Franciszek Armiński zdobył w Paryżu wykształcenie matematyczne i astronomiczne, miał także doświadczenie wynikające z kierowania Obserwatorium Astronomicznym w Warszawie. Posiadał także umiejętności obserwatora zdobyte w trakcie wykonywania prac astronomiczno-geodezyjnych zleczanych Obserwatorium przez Komisję Rządową Przychodów i Skarbu oraz władze wojskowe. Przygotowując się do pomiarów Armiński uzyskał zgodę na zabranie z Obserwatorium Warszawskiego: *18-calowego koła repetycyjnego Reichenbacha, zegara wahadłowego, chronometru,*

dwóch termometrów oraz na towarzyszenie mu pomocnika obserwacyjnego (Rybka, Rybka, 1983). Obserwacje astronomiczne zostały zaplanowane do wykonania latem 1828 roku, jednak niekorzystne warunki atmosferyczne znacznie opóźniły prace. Obserwacje zostały ostatecznie zakończone w październiku 1829 roku. Pomiary obejmowały okoreolenie poprawki zegara, azymutu geograficznego i szerokości geograficznej. Zrezygnowano natomiast z wyznaczenia długości geograficznej pomimo, że późniejsza instrukcja (Przepisy, 1843) przewidywała przy pomiarze „przestrzeni wielkich” tego rodzaju obserwacje, zalecając odnoszenie wyznaczanych długości do południka przechodzącego przez Obserwatorium Astronomiczne w Warszawie.

Profesor Armiński wyznaczył szerokość geograficzną punktu głównego na Łysicy, wynoszącą $\phi = 50^{\circ}53' 35,28''$. Z obserwacji przebiegu gwiazd przez południk wyznaczył na tym punkcie azymut kierunku dawnej, najwyższej wieży klasztoru Kościoła Oświętego Krzyża, „w stronie południowej” – wynoszący $71^{\circ}52' 06,75''$ (rys. 2). Azymut boku Łysica – Oświęty Krzyż zmierzony od kierunku północnego wynosił $108^{\circ}07' 56,87''$ (Przepisy, 1843; str. 602). Bok ten stanowił orientację układu współrzędnych i całej sieci triangulacyjnej. Również w 1829 roku geodeta Wojciech Niemyski wyznaczył położenie południka z obserwacji Słońca i gwiazd okoreolając azymut boku Łysica – Oświęty Krzyż ze Słońca $-71^{\circ}54' 30,44''$; z gwiazd $-71^{\circ}54' 05,87''$ (tamże str. 602). Punkt „Oświęty Krzyż” wraz z wieżą klasztorną został zniszczony w 1914 roku w wyniku działań wojennych. Na podstawie informacji

z PODGiK Kielce wiadomo, że po odbudowie w 2014 roku punkt geodezyjny nie został odtworzony.

Na podstawie azymutu obliczonego ze współrzędnych punktu na Łysicy i dostępnych współrzędnych punktu na OEwiąym Krzyżu, można stwierdzić, że do orientacji sieci triangulacyjnej

został wykorzystany azymut wyznaczony z obserwacji gwiazd przez profesora Armińskiego. Dodatkowo, na punkcie Łysica wyznaczono z 45 obserwacji zachodnią deklinację magnetyczną wynoszącą $\delta = 12^{\circ}38' 2''$ (Przepisy, 1843; str. 138 i 602).

Pomiar kątów

Pomiary kątów w sieci SOP były wykonywane teodolitami. Dla kątów w trójkątach głównych sieci pomiar powtarzano dziesięciokrotnie, dla kątów w trójkątach pośrednich pomiar powtarzano pięciokrotnie. Kąty w trójkątach podrzędnych mierzono jednorazowo. Pomiary kątów odczytywano na czterech noniuszach. Dopuszczalne różnice przy pomiarze kątów uzależniano od dokładności odczytów na noniuszach. Dla instrumentów pomiarowych, jakie „Komisja Rządowa” posiadała, dopuszczono różnice sumy kątów w trójkącie od 180 stopni nie większe niż:

- 5" w przypadku pomiarów powtarzanych 10 razy,
- 8" w przypadku pomiarów powtarzanych 5 razy,
- 15" w przypadku jednokrotnych pomiarów.

Zalecano wykonywanie pomiarów wszystkich kątów w trójkącie, ale dopuszczano, aby w trójkątach podrzędnych brakujący kąt został obliczony z dopełnienia sumy kątów do 180°. Zorientowanie sieci wykonano przez dowiązanie do wyznaczonego kierunku południka przez: pomiar kątów między kierunkiem południowej i północnej części południka punktu głównego a punktami sieci oraz kilkoma punktami stałymi, jakimi są na przykład kościoły.

Pomiar bazy

Sieć triangulacyjna SOP została oparta tylko na jednej bazie, której długość w przeliczeniu na metry wynosiła 5127,274 m. Baza została zlokalizowana w północnej części obszaru objętego triangulacją i włączona do sieci bezpośrednio, bez rozwinięcia, stanowiąc bok trójkąta: „Rzeczaków” – „Skraj wschodni” – „Skraj zachodni” (rys. 2). Obecnie to obszar styku granic powiatów radomskiego, szydłowieckiego i starachowickiego.

Do pomiaru bazy użyto zestawu pomiarowego skonstruowanego i wykonanego w Warszawie w 1829 lub 1830 roku przez mechanika Liebischa przy udziale geodety Niemyskiego.

Zmodyfikowali oni przyrządy do pomiaru bazy prętami platynowymi, używane w pomiarach części południka we Francji, w latach 1792-1798. W polskim zestawie bazowym użyto jako przymiarów łaty mierniczych, wykonanych z wysuszonego drewna sosnowego, moczonego w oleju i powleczonego pokostem. Zestaw bazowy charakteryzował się tym, że można nim było wygodnie przeprowadzać pomiary nie tylko w terenie równinnym. Określenie długości każdej łaty i podział na niej wykonano, porównując ówczesne miary polskie z „metrem normalnym francuskim”.

Długość łat mierniczych, używanych przez Niemyskiego przy pomiarze bazy triangulacyjnej wynosiła 10 stóp dziesiętnych, to jest jeden pręt nowy polski [pnp] równy 4,32 m, będący jedną z miar obowiązujących w myśl postanowienia namiestnika Królestwa Polskiego z dnia 13 czerwca 1818 roku (Kolberg, 1838).

Komparację łat wykonywano dwukrotnie przed rozpoczęciem pomiaru oraz dwukrotnie po jego zakończeniu; do pomierzonej długości każdego pręta wprowadzano poprawki redukcyjne

ze względu na temperaturę, zapisywaną z dokładnością do 0,1°C, oraz ze względu na pochylenie. Wyniki pomiaru bazy zredukowano do poziomu morza, opierając się na 50 obserwacjach barometru rtęciowego, wykonanych na obu skrajnych punktach bazy.

Stabilizacja, sygnalizacja i ochrona znaków

Punkt główny sieci „Łysica” został zastabilizowany w 1828 roku na podłożu skalnym w postaci wymurowanego z kamienia „postumentu czworokątnego” z płytą marmurową w górnej płaszczyźnie, posiadającą wyryty centr w kształcie krzyża” (Berezowski, 1984).

Nad postumentem zbudowano kopułę zdejmowaną na czas pomiarów oraz sygnał do celowania, zapewniający właściwy (ponad 4,5 m) nad powierzchnią ziemi przebieg celowej.

Znak ten został zniszczony w 1830 roku i odtworzony w 1834 roku w postaci kamiennej

„piramidy murowanej” zwieńczonej na szczycie żelaznym krzyżem.

Podobnie, skrajne punkty bazy zostały zastabilizowane słupkami z kamienia, posadowionymi na fundamencie murowanym; w górnej płaszczyźnie słupów osadzono płyty metalowe z wrytym krzyżykiem. Po zmierzeniu długości bazy, na jej końcach (ponad słupami) wzniesiono znaki murowane z kamienia z krzyżem żelaznym na wierzchu (rys. 3). Podobna stabilizacja zachowała się do dziś na punkcie „Lipowe Pole” w powiecie skarżyskim (Lipowe Pole, URL). Pozostałe punkty triangulacyjne, nie będące punktami stałymi, stabilizowano słupami drewnianymi o średnicy 24 cm, wkopanymi w ziemię na głębokość do 2,30 m oraz kopcami o średnicy 4,3 lub 2,2 m. Była to stabilizacja niezbyt trwała, bez możliwości dokład

adnego

wznowienia znaku (Berezowski, 1984).

Zabudowę punktów głównych i punktów bazowych wykonywano za pomocą wież, bądź sygnałów w postaci „piramidy z czterech lub trzech żerdzi”; wieże były niezależne. Na punktach pośrednich i podrzędnych stawiano maszty drewniane, żerdzie lub tyki, wkopane w ziemię lub nasadzane za pomocą odpowiedniego okucia żelaznego na słup stabilizacyjny znaku.