

**WSPÓLPRACA WYDZIAŁU GEODEZJI GÓRNICZEJ I INŻYNIERII
ŚRODOWISKA AGH W KRAKOWIE Z WŁADZAMI SAMORZĄDOWYMI
POLSKI POŁUDNIOWEJ PRZY ZAKŁADANIU SZCZEGÓŁOWEJ POZIOMEJ
OSNOWY GEODEZYJNEJ III KLASY**

**COOPERATION BETWEEN AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY IN KRAKOW, FACULTY OF MINING SURVEYING
AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND SOUTHERN POLAND LOCAL
AUTHORITIES DURING ESTABLISHING 3RD CLASS HORIZONTAL CONTROL**

Stanisław Latoś

Katedra Geomatyki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie

SŁOWA KLUCZOWE: szczegółowa pozioma osnowa geodezyjna III klasy

STRESZCZENIE: W artykule zaprezentowano efekty prawie 30-letniej pracy pracowników Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska podczas zakładania geodezyjnej poziomej osnowy szczegółowej III klasy na obszarze Polski południowej. Działalność ta obejmowała analizy, badania i eksperymenty przeprowadzane w celu wyboru optymalnej technologii rozwiązania postawionego zadania w specyficznych warunkach terenowych (górzyste, o mocno rozdrobnionej strukturze gruntów). W efekcie końcowym opracowano oryginalną metodę rozwiązania postanowionego zadania, zwaną niekonwencjonalną, wykorzystującą w tym celu bardzo dużą ilość wybudowanych w tych rejonach obiektów wysokich, dobrze widocznych z różnych miejsc obszaru pomiarów. Dzięki powszechnemu stosowaniu opracowanej metody, przy współpracy z władzami samorządowymi (starostami i geodetami poszczególnych powiatów tych regionów), przy kreatywnej roli autora niniejszego opracowania, jego koncepcji oraz konsultacji i nadzorze podczas ich realizacji, na przedmiotowym obszarze podczas przeprowadzonej kampanii pomiarowej, za kwotę rzędu 10 milionów złotych założono około 50 tysięcy punktów tych osnów, na terenie o powierzchni 16 150 km², co stanowi około 5,2% ogólnej powierzchni całej Polski.

Według zgodnej opinii wykonawców wszystkich prac geodezyjnych prowadzonych na rozpatrywanym obszarze liczba i rozłożenie punktów tak założonych osnów pozwala w każdym przypadku na optymalne i efektywne wykonywanie tych prac, bez potrzeby angażowania w tym celu specjalnych, dodatkowych środków finansowych i czasu pracy.

1. WPROWADZENIE

1.1. Wstęp

O ile co do znaczenia jak i zadania geodezyjnych osnów, zarówno w przeszłości jak i w chwili obecnej, nikt nie może mieć najmniejszej wątpliwości, o tyle: podejścia, techniki (sposoby) ich zakładania i konserwacji - historycznie biorąc, podlegały i podlegają nadal ciągłej ewolucji w czasie. Nie ulega wątpliwości, że prowadzenie racjonalnej gospodarki otaczającej nas przestrzeni wymagało i nadal wymaga istnienia odpowiedniego systemu i jego baz, które pozyskiwane były najczęściej w oparciu o punkty tych osnów podczas prowadzenia pomiarów geodezyjnych. Osnowy te przyjmowały różne konstrukcje i układy przy czym tworzyły je najczęściej odpowiednio rozmieszczone i najczęściej utrwalone na powierzchni Ziemi lub na obiektach poza nią skupiska, (zespoły) punktów, których położenie w przyjętym układzie odniesień przestrzennych wyznaczano określoną techniką geodezyjną.

1.2. Przewidywane trendy w rozwoju rozpatrywanych osnów

Uwzględniając i doceniając istotną rolę osnowy geodezyjnej w pozyskiwaniu informacji o obiektach i związkach między nimi, głównie poprzez prowadzenie pomiarów geodezyjnych oraz istniejące już i przewidywane w najbliższych latach możliwości rozwiązywania i funkcjonowania tej osnowy, powodowane gwałtownym postępem występującego w jej ostatnich latach rozwoju technicznego, należało przewidywać, że już w ciągu najbliższych i przyszłych lat pojawią się nowe techniki rozwiązywania i funkcjonowania rozpatrywanych osnów, głównie w zakresie geodezyjnych osnów poziomych.

Wyprzedzając niejako skutki tych efektów i zjawisk autor niniejszej pracy już w roku 1967 przedstawił pierwsze opracowanie w którym zaprezentował wizję i możliwości rozwiązywania wspomnianego problemu w Polsce w najbliższych latach [14, 15]. W latach następnych rozpoczęte prace były kontynuowane z gronem współpracowników wspomnianego Wydziału przez szereg lat systematycznie doprowadzając do opracowania coraz to nowych i lepszych procedur oraz technik rozwiązywania omawianego problemu, generalnie biorąc na terenie całej Polski, ale głównie na jej części południowej.

Pierwsze prace dotyczące konkretnie wspomnianego problemu na terenie Polski głównie południowej zostały przeprowadzone przez ich autora już w roku 1976 i dotyczyły opracowania modernizacji osnowy geodezyjnej miasta Krakowa.

1.3. Nieco o historii zakładania i funkcjonowania rozpatrywanych osnów geodezyjnych w Polsce i wynikające z niej wnioski

Abstrahując od szczegółowej analizy historii rozwoju stanu i funkcjonowania rozpatrywanych osnów pochodzących z przed końca XIX i początku XX wieku należy zauważyć, że do czasu uzyskania przez Polskę niepodległości sytuacja w tej dziedzinie na ziemiach polskich była zróżnicowana, uzależniona ściśle od standardów obowiązujących w tej dziedzinie w państwach zaborczych. Położenie punktów osnów geodezyjnych

wyznaczano zarówno analitycznie (najczęściej metodą triangulacyjną lub poligonową) jak i graficznie (metodą stolikową). Pomiary szczegółowe w oparciu o punkty tych osnów wykonywano głównie metodą domiarów prostokątnych lub metodą stolikową. Sytuacja taka wynikała z istniejącego i stosowanego powszechnie w produkcji w tym okresie sprzętu pomiarowego i obliczeniowego.

Wydarzeniem istotnym w historii rozwoju geodezyjnych osnów w Polsce było zakończenie w latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia prac nad założeniem nowej państwowej sieci triangulacyjnej, którą tworzyła sieć astronomiczno-geodezyjna, wypełniająca i zagęszczająca [23]. Punkty tych sieci o zagęszczeniu jeden punkt na obszar od 4 do 16 km², dogęszczane później w miarę potrzeb sieciami triangulacji lokalnego znaczenia, stworzyły podstawę i możliwości zakładania na terenie całego kraju osnowy poligonowej. Ze względu na rodzaj, sposób realizacji i przeznaczenie rozpatrywane osnowy w tym okresie dzielono na triangulacyjne, poligonowe i inne.

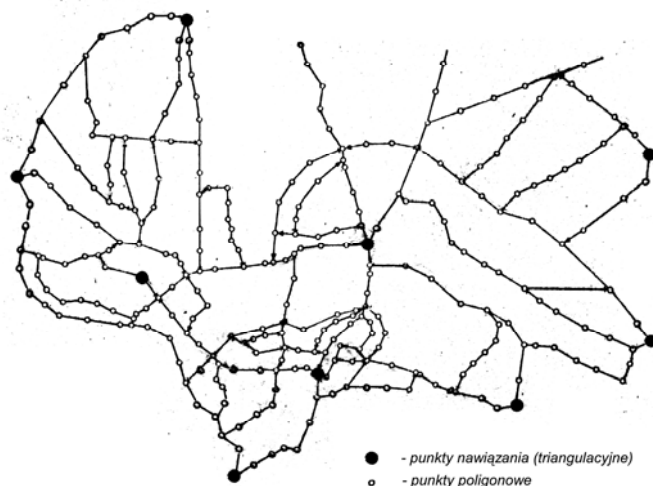
Zakończenie prac nad założeniem osnowy triangulacyjnej było impulsem bujnego rozwoju funkcjonujących jeszcze do dziś, już jako osnowy pomiarowe, sieci poligonowych różnych klas i rzędów, zgodnie z obowiązującymi ówczesnie przepisami pomiarowymi. Niestety osnowę poligonową z tego okresu tworzyła bardzo duża liczba punktów trwale stabilizowanych w terenie, o stosunkowo niskiej dokładności. Istnienie tak dużej liczby tych punktów na pewnym etapie przekroczyła już możliwości dokonywania ich konserwacji, okresowych przeglądów i uzupełnień. Szacuje się, że pod koniec lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku liczba tych punktów w Polsce osiągnęła ponad 6 milionów, co przy powierzchni obszaru Polski około 312 tys. km², dawało przeciętne zagęszczenie nimi terenu na poziomie 1 jej punkt na około 5 ha, zaś dokładność wyznaczenia położenia większości z nich była rzędu od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Stwierdzono, że co roku około 200 tys. tych punktów ulegało niszczeniu lub uszkodzeniu, ale prawie tyle samo, albo i więcej było nadal nowo zakładanych. Tymczasem, stosowane w tym okresie coraz częściej w produkcji nowoczesne przyrządy pomiarowe nie wymagały już aż tak dużego zagęszczenia terenu punktami rozpatrywanej osnowy, ale za to okazało się niezbędnym zwiększenie dokładności wyznaczenia ich położenia i trwałości.

Analizując geometrię istniejących sieci poligonowych z tego okresu stwierdzono, że była ona bardzo często skomplikowana i niekorzystna dla dokładnego wyznaczenia położenia jej punktów (rys. 1).

Z tego względu przystąpiono do badań nad ustaleniem optymalnego standardu zagęszczenia terenu punktami rozpatrywanej osnowy oraz opracowaniem właściwej technologii konstrukcji i dokładności ich wyznaczenia. Przy określeniu parametrów geometrycznych i kryteriów dokładnościowych pomiaru elementów tworzących sieci geodezyjne kierowano się możliwościami, jakie przy zakładaniu tych osnów i prowadzeniu w oparciu o jej punkty pomiarów szczegółowych stwarzał stosowany coraz częściej w produkcji nowoczesny sprzęt pomiarowy.

Równocześnie prowadzono prace nad poszukiwaniem najlepszego znaku i sposobu jego utrwalania, mając na uwadze zapewnienie tym punktom trwałości w przestrzeni i czasie w sytuacji znacznego ograniczenia ich liczby [17].

Autor niniejszego opracowania uczestniczył w badaniach nad rozwiązywaniem tych problemów, od samego początku ich pojawienia się przedstawiając wyniki swych prac w wielu publikacjach z tego zakresu.



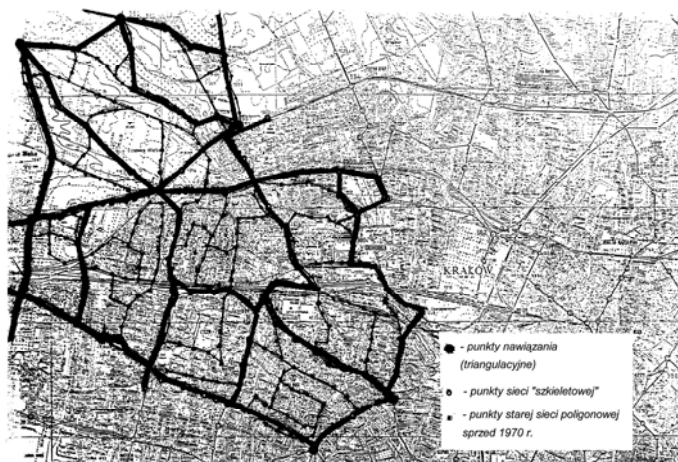
Rys. 1. Sieć poligonowa sprzed 1970 r.

Bezpośrednim powodem jego aktywnego zaangażowania się w rozwiązywanie omawianego problemu było zatrudnienie go jako konsultanta naukowego w Krakowskim Przedsiębiorstwie Geodezyjnym przy okazji zlecenia mu w latach 1974-1975 konserwacji osnowy poligonowej istniejącej na terenie miasta Krakowa. Konsultant wykorzystując wyniki dotychczasowych badań w rozpatrywanym zakresie zaproponował odstąpienie od dotychczasowego rozwiązywania tego problemu, polegającego na przeglądzie, konserwacji i wznawianiu czy uzupełnianiu wszystkich istniejących punktów tej osnowy, z zachowaniem dotychczasowej jej konstrukcji, utworzonej z dużej liczby ciągów o krótkich bokach i zastąpienie jej siecią rozrzedzoną, nowego typu, o długich bokach.

Osnowę tą w okresie jej realizacji (lata 1974-76) nazwano „siecią zerową” lub „szkieletową”, a po pewnym okresie przekornie i żartobliwie „Latosiówką”. Fragment szkicu takiej sieci na tle sieci istniejącej pokazano na rysunku 2, a projekt jej konstrukcji przedstawiono w [12].

Podkreślić należy, że było to pierwsze w Polsce tak zaprojektowane rozwiązanie rozpatrywanej osnowy, wyprzedzające o kilka lat tego typu konstrukcje, zalecane jako obligatoryjne w wydanych w latach 1978-84 instrukcjach pomiarowych, obowiązujących do chwili obecnej. W rozwiązaniu tym większość punktów istniejącej osnowy, położonych wzdłuż projektowanych ciągów sieci szkieletowej, po ich inwentaryzacji zostało włączone do tej sieci jako punkty adoptowane.

Położenie reszty punktów, w miarę możliwości, planowano wyznaczyć jako punkty bliskie, z punktów zaprojektowanej osnowy szkieletowej. Punkty pozostałych istniejących ciągów, nie włączonych do projektowanej sieci szkieletowej, potraktowano jako punkty trwale stabilizowanej osnowy pomiarowej. Ze względów ekonomicznych odstąpiono jednak przy tym od dokonywania ich inwentaryzacji już na etapie realizacji rozpatrywanej osnowy.



Rys. 2. Fragment szkicu sieci „szkieletowej”

Zaprojektowaną w ten sposób osnowę miasta Krakowa i terenów do niego przyległych tworzyło łącznie około 3500 punktów, połączonych ciągami poligonowymi, o długościach boków w ciągu od 120 m do 600 m, przeciętnie około 300 m i ich liczbie w poszczególnych ciągach mniejszej niż 10. Takie rozwiązanie pozwoliło na pięciokrotne zmniejszenie liczby punktów projektowanej dla tego obszaru osnowy¹⁾. W późniejszych pracach nad modernizacją istniejących osnów rozwiązanie takie zostało uznane jako standard w obowiązujących do dziś przepisach pomiarowych, w przypadku zakładania poziomej geodezyjnej osnowy szczegółowej III klasy metodą poligonową.

Bliższe dane i szczegóły techniczne przyjęte w projekcie realizacji tej osnowy znaleźć można w [12]. Efekty uzyskane po jej założeniu potwierdziły możliwość zapewnienia wyznaczenia położenia punktów tak zrealizowanej osnowy z dokładnością wyższą niż 0,10 m.

Należy podkreślić, że obok opisanych powyżej prac prowadzonych przez autora niniejszego opracowania, prowadzone były równolegle badania nad rozpatrywanym problemem w ramach tematu resortowego 124-13, koordynowanego przez IGiK pod tytułem „Opracowanie zasad i technologii zakładania szczegółowych osnów geodezyjnych z zastosowaniem nowoczesnego sprzętu”, w którym autor brał czynny udział jako kierownik zespołu wykonawców z AGH. Efektem tych prac było przygotowanie materiałów dla opracowania instrukcji i wytycznych technicznych zakładania poziomych geodezyjnych osnów szczegółowych²⁾.

¹⁾ Zaproponowane rozwiązanie przedstawione pod nazwą „Projekt poligonizacji m. Krakowa i terenów przyległych” zostało wyróżnione w Konkursie Jakości Robót Geodezyjnych zorganizowanym przez SGP w roku 1976.

²⁾ Za prace z tego zakresu pt. „Metoda powierzchniowych, nieregularnych sieci kąto-liniowych zakładania szczegółowej osnowy poziomej” zespół wykonawców otrzymał w roku 1979 nagrodę zespołową Prezesa Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii.

2. STAN OBECNY I STANDARDY OBOWIĄZUJĄCE AKTUALNIE W ZAKRESIE ROZPATRYWANYCH OSNÓW

W wyniku wykonanych, wspomnianych powyżej prac w latach 80-tych i późniejszych dokonano modernizacji i zmiany dotychczasowej struktury, dokładności i funkcjonowania rozpatrywanej osnowy.

2.1. Struktura, dokładność i przeznaczenie rozpatrywanych osnów oraz techniki ich zakładania

Ze względu na technikę zakładania oraz charakterystykę dokładnościową, ważność i przeznaczenie, geodezyjne osnowy poziome podzielono na trzy klasy, a mianowicie:

- Podstawowe, zawierające osnowy I klasy, obejmujące na terenie Polski łącznie około 7 tysięcy punktów, rozmieszczonych równomiernie na obszarze całego kraju (przeciętnie 1 punkt na około 45 km²). Dla około 360 tych punktów ich położenie zostało wyznaczone metodą satelitarną, ze średnim błędem w granicy od 1 cm do 3 cm;
- Szczegółowe dzielone na osnowę II i III klasy, których błąd wyznaczenia położenia nie przekracza:
 - 5 cm – w wypadku punktów osnowy II klasy,
 - 10 cm – w wypadku punktów osnowy III klasy.

Łączna liczba punktów II klasy szacowana jest na obszarze Polski na około 60 000, co łącznie z punktami I klasy daje zagęszczenie nimi terenu rzędu 1 punkt na około 5 km². Liczba punktów osnowy III klasy w chwili obecnej jest trudna do dokładnego oszacowania, gdyż jest ona nadal systematycznie powiększana w miarę jej ciągłej realizacji na poszczególnych fragmentach obszaru kraju. Obecną liczbę punktów tej osnowy szacuje się na około kilkaset tysięcy, co daje zagęszczenie terenu jej punktami, łącznie z punktami I i II klasy, na poziomie od około jeden punkt takiej osnowy na obszar od 10 ha do 100 ha, w zależności od panujących warunków terenowych.

Problem zakładania punktów osnów I i II klasy na terenie Polski w tym czasie uznać należało za zakończony. Od pewnego czasu na obszarze Polski południowej pozostał więc do rozwiązania tylko problem założenia pozostałych około 9 tysięcy punktów osnów szczegółowych III klasy na obszarze około 135 000 km², o specyficznych warunkach terenowych i rozdrobnionej strukturze działek. Zadaniu temu począwszy od 1985 r. do chwili obecnej autor niniejszego opracowania poświęcił głównie dalszą część swojej działalności, prowadząc ją przy współpracy ze starostami i geodetami powiatowymi tego obszaru.

2.2. Cechy charakterystyczne i technologie rozwiązywania omawianych osnów

W wyniku dokonania modernizacji i zmiany dotychczasowej struktury rozpatrywanej osnowy dla rozważanych w niniejszym opracowaniu osnów szczegółowych III klasy powinny być zachowane niektóre najważniejsze ich cechy i kryteria, do których zaliczyć należy powierzchniowy charakter sieci, o stosunkowo dużym standardzie zagęszczenia terenu ich punktami (rzędu 1 punkt na obszar o powierzchni od około 10 ha do 50 ha – w zależności od sposobu i stopnia zainwestowania danego terenu) oraz ustalonym błędzie

wyznaczenia położenia ich punktów (przyjmowana na poziomie 0,10 m i mniejszym).

Podstawowym zadaniem punktów wszystkich tych osnów, było i jest nadal uzbrojenie terenu w punkty geodezyjne o odpowiedniej dokładności stanowiące bazę wykonywania w oparciu o nie wszystkich pomiarów szczegółowych, w ilości pozwalającej na racjonalne prowadzenie tych pomiarów w określonych warunkach terenowych.

2.3. Etapy i technologie rozwoju prac nad rozwiązaniem rozpatrywanego problemu

Analizując wcześniej omówione fakty, nietrudno zauważyć, że generalnie biorąc przy rozpracowywaniu omawianego problemu wyróżnić można dwa zasadnicze etapy, a mianowicie:

- pierwszy, w którym dążono przede wszystkim do podnoszenia wartości technicznych tych osnów, głównie przez wykorzystanie, przy ich rozwiązywaniu i konserwacji, najnowszych zdobyczy technik pomiarowych oraz
- drugi, w którym przy ustalonych już kryteriach dokładnościowych i parametrach geometrycznych dążono do podniesienia ich funkcjonalności, głównie poprzez obniżenie kosztów ich zakładania i wykorzystywania.

Wyniki analiz i badań przeprowadzonych w obu tych etapach miały na celu:

- dokonanie wyboru i ustalenie optymalnej technologii (procedury i konstrukcji geometrycznych) możliwych do zastosowania przy rozwiązywaniu omawianych osnów, z zastosowaniem rozwiązań już znanych z tego zakresu lub
- opracowanie nowych rozwiązań pozwalających na realizację rozpatrywanych osnów w sposób oryginalny, opartych głównie na pomiarach satelitarnych.

W każdym przypadku efektem finalnym miało być:

- zapewnienie zakładanym osnowom odpowiednich kryteriów i standardów ich zakładania,
- zapewnienie możliwości wykorzystywania efektów tych opracowań w sposób optymalny, w występujących uwarunkowaniach terenowych.

Dla lepszego, dogłębszego naświetlenia rozpatrywanego problemu, przypomnijmy na wstępie i zdefiniujmy przedmiot dokonywanych rozważań, analiz i badań.

2.4. Podstawowe wiadomości o technikach oraz uwarunkowaniach zakładania i funkcjonowania poziomej osnowy geodezyjnej w Polsce

3. Definicja poziomej osnowy geodezyjnej

Abstrahując od konieczności zdefiniowania w sposób mniej lub bardziej ścisły przedmiotu rozważań (poziomej osnowy geodezyjnej) można postawić tezę, że pozioma osnowa geodezyjna stanowić będzie zawsze zespół zainstalowanych w sposób mniej lub bardziej trwały (lub wyznaczonych tylko w sposób analityczny), punktów których położenie w przyjętym systemie odniesień przestrzennych zostaje wyznaczone za pomocą co najmniej pary współrzędnych x , y , określonych na podstawie geodezyjnych klasycznych

technik pomiarowych, metod satelitarnych czy nawet innych analitycznych procedur i rozwiązań teoretycznych. Tak postawiona definicja osnowy obejmować więc będzie wszystkie istniejące lub wyznaczane punkty których układ, kształt geometryczny sieci i dokładności wyznaczenie ich położenia spełniać będą wymagane od nich standardy techniczne.

4. Wpływ cech i parametrów wymaganych od osnów oraz istniejących warunków terenowych na technologię ich zakładania i funkcjonowania

Przytoczone powyżej cechy i parametry całej przestrzeni rozpatrywanego działania (zakładania i funkcjonowania) omawianych osnów geodezyjnych, łącznie z cechami charakterystycznymi panujących na nich warunków terenowych, wskazują w jaki sposób tereny te uzbrajać można w punkty rozpatrywanej osnowy geodezyjnej oraz jakimi technologiami powinny być one realizowane. Wynika z nich, że punkty tych osnów powinny:

- spełniać wymagane ich wartości i standardy techniczne (odpowiednia trwałość i dokładność ich punktów oraz optymalny wskaźnik zagęszczenia nimi terenów zainteresowania i łatwy do nich dostęp podczas pomiaru),
- powinny być funkcjonalne i tanie, zarówno w ich realizacji jak i przy wykonywaniu w oparciu o nie wszystkich typowych pomiarów szczegółowych.

Z dotychczasowych rezultatów analiz, eksperymentów i badań wynika, że w chwili obecnej, biorąc pod uwagę stan techniczny sprzętu pomiarowego, rozpatrywane osnowy mogą być zakładane każdą ze znanych technologii wykorzystującej:

- znane dotychczas techniki geodezyjnych pomiarów klasycznych,
- klasyczne i zmodyfikowane pomiary satelitarne, łącznie z wprowadzanymi powszechnie stacjami ASG,
- metody zwane niekonwencjonalnymi, w tym głównie oparte na wykorzystaniu obiektów wysokich.

Wyniki postawionych powyżej wniosków zostały potwierdzone na drodze analiz i badań statystycznych, wykonanych na wybranych kilkuset sieciach modelowych, o parametrach zbliżonych do warunków naturalnych, istniejących w terenie. Ostateczne efekty tych prac zostały szczegółowo przedstawione w [14]. Cechy i parametry geodezyjne oraz warunki terenowe do tych badań odczytano z istniejących z tego zakresu map geodezyjnych i topograficznych tego terenu.

Z uzyskanych wieloletnich rezultatów dokonanych analiz eksperymentów i badań wynika, że w chwili obecnej, biorąc pod uwagę stan techniczny używanego sprzętu pomiarowego, rozpatrywane osnowy mogą być zakładane każdą ze znanych, wymienionych powyżej technologii. Problemem zasadniczym pozostaje teraz kształtowanie się kosztów finansowych zakładania czy modernizacji tych osnów, które zgodnie z zasadami rachunku finansowego powinny być jak najniższe, a ich praktyczna przydatność jak największa.

5. PRÓBA OCENY WYBORU I UZASADNIENIA METODY NIEKONWENCJONALNEJ JAKO NAJBARDZIEJ EKONOMICZNEJ I FUNKCJONALNEJ ZAKŁADANIA OSNÓW SZCZEGÓŁOWYCH III KLASY W WARUNKACH POLSKI POŁUDNIOWEJ

5.1. Wprowadzenie

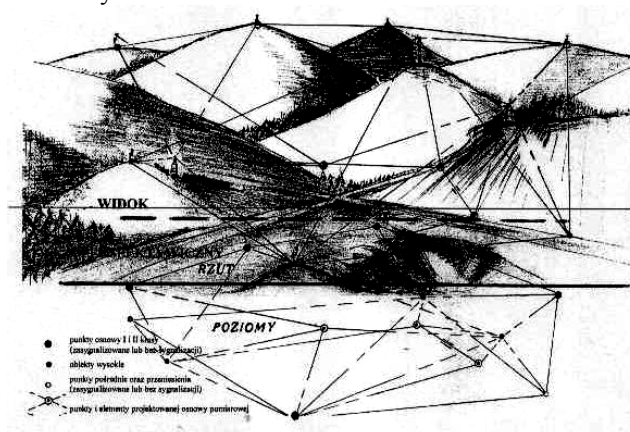
Z pośród trzech wymienianych powyżej technologii zakładania rozpatrywanych osnów, po wnikliwej obserwacji zmian jakie już zaszły i nadal intensywnie zachodzą w otaczającej nas przestrzeni, za najbardziej optymalną i ekonomiczną już w tym okresie na obszarze Polski południowej uznać należało metodę niekonwencjonalną. Jej zalety wynikają zarówno z możliwości jakie stwarza ona w zakresie zerowych kosztów stabilizacji i konserwacji jej punktów jak i minimalnych kosztów realizacji takich osnów.

5.2. Dlaczego metoda (technika) niekonwencjonalna i co dalej

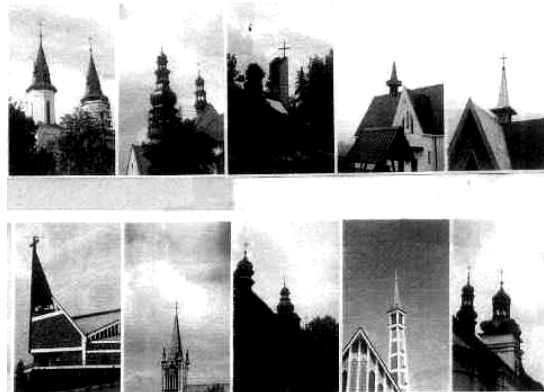
Dla bystrego obserwatora zmieniającej się dynamicznie sytuacji terenowej na obszarze Polski południowej, szczególnie w zakresie rozwoju budowy dużej liczby obiektów wysokich, wynika niezbitcie, że obiekty te powinny być wykorzystane jako punkty zakładanych osnów, poprzez włączenie wybranych ich elementów konstrukcyjnych i potraktowanie ich jako znaki geodezyjne pełnowartościowych punktów tych osnów. W rozpatrywanych terenach w okresie tym zauważa się dalszy burzliwy rozwój budowy dużej liczby w/w obiektów wysokich: o charakterze sakralnym (kościół, kaplice, klasztory, cerkwie – rys. 4), architektoniczno-zabytkowych (ratusze, zamki, pałace, baszty – rys. 5), wieżowych (RTV, GSM, widokowe, obserwacyjne, wyciągowe – rys. 6), wysmukłych przemysłowych (kominy, iglice, anteny, czy nawet słupy trakcji przesyłowych wysokiego napięcia – rys. 7). Nasunęło to myśl włączenia tych obiektów do sieci jako w pełni wartościowych ich punktów. Liczba tych obiektów na obszarach niektórych powiatów czy gmin wspomnianego województwa już dziś dochodzić może niekiedy nawet do stu i może być równorzędna prawie z ilością niezbędnych punktów nawiązań I i II klasy, a możliwość korzystania z nich - ze względu na ich dobrą widoczność w terenie - nawet kilkanaście razy większa. Często dla zwiększenia liczby obiektów wysokich i funkcjonalności zakładanej osnowy niektóre dobrze widocznie w terenie punkty o znanych współrzędnych sygnalizuje się trwale, z pomocą specjalnie ustawianych na nich mimośrodowo sygnałów pojedynczych lub zrekonstruowanych, istniejących jeszcze niekiedy w terenie na niektórych punktach trójnogów betonowych, w sposób przedstawiony na rysunku 8. Zauważyć należy, że wszystkie te punkty w terenie są trwale zabudowane i zasygnalizowane tak, że korzystanie z nich zarówno podczas wyznaczania ich położenia (współrzędnych) jak i przy wykorzystywaniu jako punktów nawiązań (bazowych) nie wymaga ustawienia na nich żadnych przyrządów pomiarowych, a tym samym przez wysyłania specjalnie w tym celu pracowników z takim sprzętem, przenoszonym przez nich często na duże odległości, co szczególnie w terenach górzystych pochłania sporo czasu i kosztów wykonawców tych pomiarów. Szczególnie korzystne efekty przy wykorzystywaniu tak założonych punktów widoczne są przy wykonywaniu pomiarów szczegółowych prowadzonych w terenach górzystych z wykorzystaniem dziś powszechnie do tego celu w produkcji geodezyjnej tachimetrów elektronicznych.

5.3. Schematyczna zasada konstrukcji, zakładania i funkcjonowania osnów niekonwencjonalnych oraz ich rozwój i procedury zastosowań

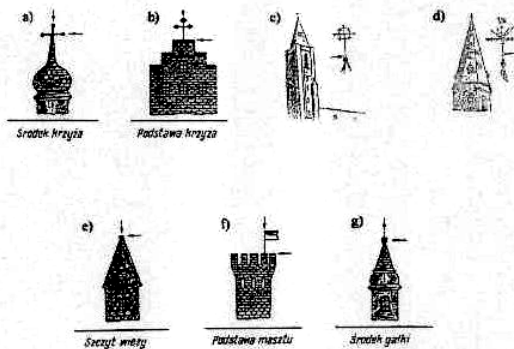
W sposób schematyczny zasadę konstrukcji i funkcjonowania osnów niekonwencjonalnych, zakładanych z wykorzystaniem obiektów wysokich przedstawiono na rysunku 3, zaś kształt i wygląd zewnętrzny najczęściej wykorzystanych w terenie obiektów wysokich – na rysunkach od 4 do 8. W sposób plastyczny zobrazowanie rozmieszczenia architektoniczno - przestrzennego tych obiektów w zakładanych sieciach pokazano przykładowo na rysunku od 9.



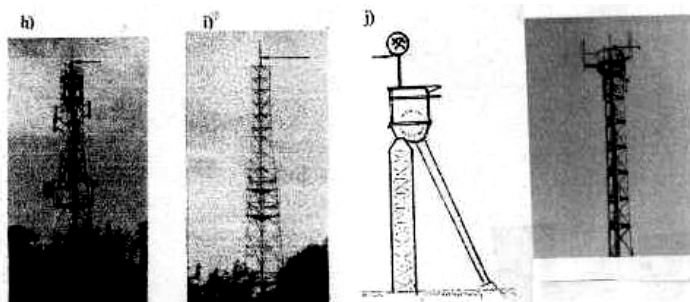
Rys. 3. Szkic schematyczny obrazujący zasadę zakładania i funkcjonowania osnów niekonwencjonalnych



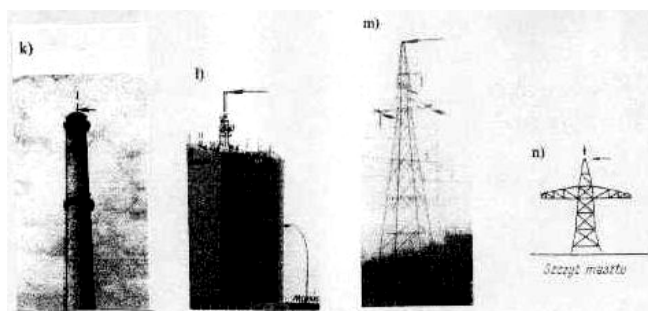
Rys. 4. Kształt i wygląd zewnętrzny najczęściej spotykanych w terenie obiektów sakralnych



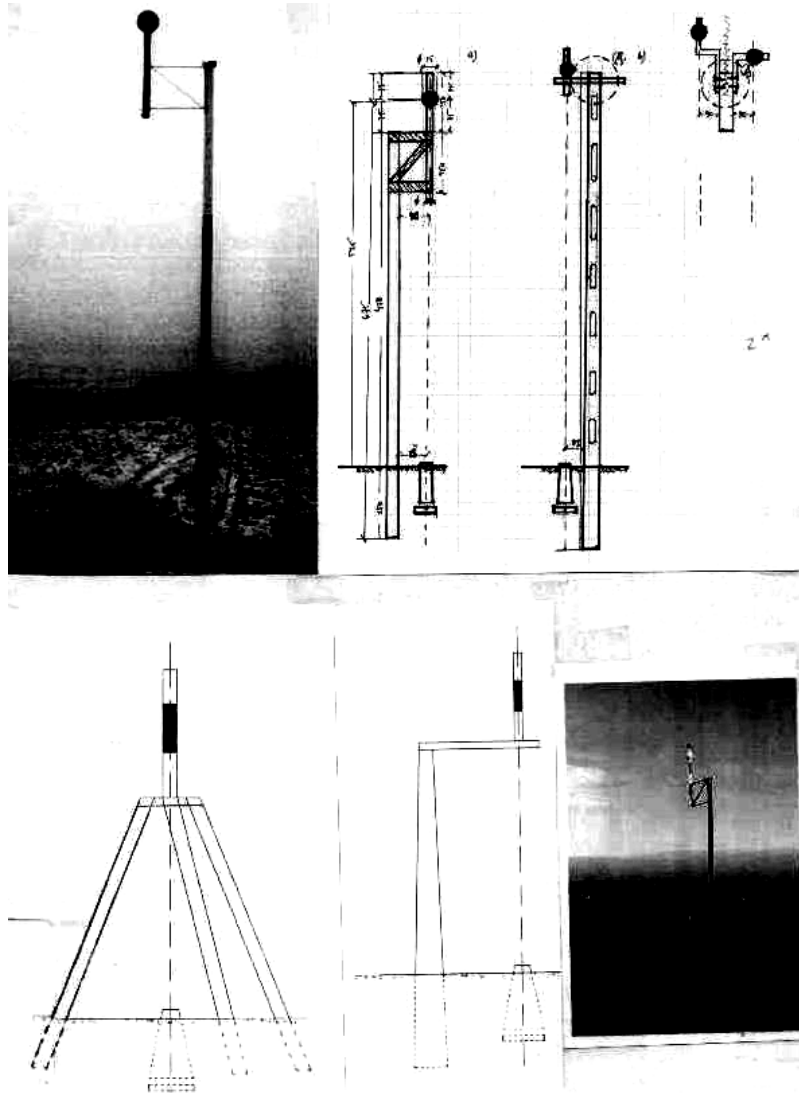
Rys. 5. Kształt i wygląd zewnętrzny najczęściej spotykanych w terenie obiektów architektoniczno-zabytkowych



Rys. 6. Kształt i wygląd zewnętrzny najczęściej spotykanych w terenie obiektów wiezowych



Rys. 7. Kształt i wygląd zewnętrzny najczęściej spotykanych w terenie wysokich obiektów przemysłowych



Rys. 8. Kształt i wygląd zewnętrzny słupów i sygnałów do trwałej sygnalizacji wybranych punktów sieci w miejscach dobrze widocznych w terenie

Począwszy od połowy lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku, kiedy to opracowano i po raz pierwszy w/w metodę na szeroką skalę zastosowano do zakładania geodezyjnych osnów szczegółowych III klasy, rozpoczęto coraz częściej stosować ją do tego celu, obejmując systematycznie całe powiaty lub wydzielone gminy, głównie województwa małopolskiego.



Rys. 9. Mapa plastyczna rozmieszczenia obiektów wysokich na terenie powiatu tarnobrzegi

W latach późniejszych objęto nimi również dwa powiaty województwa śląskiego (Cieszyn i Żywiec, o powierzchni odpowiednio 730 km² oraz 1050 km²) oraz powiat stalowowolski województwa podkarpackiego, o powierzchni około 850 km².

Dla wszystkich tych prac autor niniejszej publikacji opracowywał koncepcje ich rozwiązania oraz konsultował i nadzorował ich realizację.

Najczęściej przy wyznaczaniu położenia punktów tych osnów metodą niekonwencjonalną, chociaż uznano ją za podstawową, w niektórych fragmentach obszarów zastępowano ją metodą poligonową lub satelitarną. Niezależnie od zastosowanych technologii wyznaczania położenia punktów omawianych osnów wyniki każdej z nich były zawsze uzgadniane łącznie w sposób ścisły, z zastosowaniem zasad rachunku statystycznego (wyrównawczego), a cała sieć w taki sam sposób była wyrównywana i obliczana w całości jako sieć klasycznie – satelitarna.

Podkreślić jeszcze należy, że mimo tego iż celem właściwym prowadzonych przedmiotowych robót było założenie poziomej osnowy szczegółowej w celu wyznaczenia współrzędnych płaskich x , y ich punktów w obowiązującym układzie współrzędnych prostokątnych, to dzięki zastosowanej i przestrzeganej procedurze postępowania podczas tych prac niejako przy okazji, bez specjalnych dodatkowych prac przy jej zakładaniu uzyskiwano ich wysokości H . Powstawała więc przy okazji osnowa wysokościowa, która posiada wprawdzie cechy wysokościowej osnowy pomiarowej, ale jest w pełni wystarczająca do prowadzenia w oparciu o jej punkty pomiarów wysokościowych wymaganych przy opracowaniu podkładów sytuacyjno-wysokościowych, niezbędnych podczas prowadzeniu wszelkich prac projektowych.

Należy zauważyć, że w wyniku wykonania na rozpatrywanym obszarze omawianych prac powstało tysiące dokumentów geodezyjno-prawnych, skompletowanych w setkach operatów pomiarowych, zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami pomiarowymi, przekazanych jako materiały urzędowe do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, gromadzonego we właściwych terenowo Powiatowych Ośrodkach Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej.

6. EFEKTY PRAKTYCZNE REZULTATÓW PRZEPROWADZONYCH PRAC ORAZ REFLEKSJE I WNIOSKI KOŃCOWE

W wyniku prowadzonych systematycznie w okresie około 25 lat prac nad modernizacją omawianych osnów, w tym głównie przez autora niniejszego opracowania, przy zaangażowaniu się w tą pracę starostów i geodetów powiatowych Polski południowej, założono na tym obszarze w pełni wartościową osnowę III klasy, o wymaganych standardach i parametrach dokładnościowych, dobrze funkcjonującą na obszarze 16150 km², za łączną kwotę rzędu 10 milionów złotych. Objęła ona kilkanaście powiatów i gmin województwa małopolskiego, o łącznej powierzchni 13 500 km², oraz trzy powiaty spoza tego województwa, o powierzchni łącznej 2 650 km². W ten sposób dzięki prowadzeniu w sposób systematyczny omawianych prac na rozpatrywanym obszarze łączna liczba założonych punktów rozpatrywanych osnów zbliżyła się do około 10 000 sztuk. Daje to przeciętne zagęszczenie terenu jej punktami na poziomie 1 jej punkt na obszar od 15 ha do 25 ha (przeciętnie na około 20 ha). Podkreślić przy tym należy, że jest to teren o bardzo niekorzystnej, mocno rozdrobnionej strukturze (szachownicy) działek, obejmujący około 5,2% powierzchni całej Polski.

Na zakończenie wypada jeszcze zaznaczyć, że wykonane opracowania obejmują nie tylko rozpracowywanie omawianej problematyki od strony geodezyjnej. Graficzne wyniki

tych prac przedstawione w postaci plastycznych map przestrzennych zawierają nie tylko cenne informacje geodezyjne ale i architektoniczno-zabytkowe. Przedstawiają one bowiem przestrzenne i geometryczne informacje nie tylko o punktach i konstrukcjach punktów które te osnowy tworzą, ale stanowią cenną informację o walorach architektonicznych obiektów zabytkowych i historycznych istniejących na tym terenie zabytków architektury murowanej i drewnianej włączonych do tak założonych sieci, które stanowić mogą przewodnik turystyczno-krajoznawczy przy zwiedzaniu tych obiektów. Przykładem tego jest sytuacja zobrazowana na rysunku 9.

W końcu najistotniejsze refleksje i opinie sumujące, wynikające z wykonania niniejszych robót. Według zgodnej opinii wszystkich wykonawców robót geodezyjnych na rozpatrywanym obszarze, pomiary prowadzone w oparciu o punkty założonych tam osnów, pozwalają w każdym przypadku, na optymalne ich wykonywanie, bez angażowania w tym celu specjalnych dodatkowych środków finansowych. Daje to satysfakcję autorom tych robót, że wykonaną pracę zrealizowano z pożytkiem i pełnym sukcesem dla społeczeństwa.

7. LITERATURA

1. Baran W., Oszczak S.: Geodezyjny, wielofunkcyjny system stacji permanentnych GPS w Polsce. Materiały z III Konferencji nt. „Ośrodki Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej jako Centrum SIT. Elbląg, kwiecień 2000
2. Beluch J.: Szczegółowe sytuacyjno-wysokościowe osnowy geodezyjne wyznaczone w przestrzennym układzie umownym. Zeszyty Naukowe AGH, nr 69, Kraków 1981 (praca habilitacyjna)
3. Beluch J.: Accuracy aspect of the densification of geodetic network by means of free stations. Geodezja i Kartografia, t.XLVIII, z. 1-2, Warszawa 1999
4. Czaja J.: *Nowa propozycja oceny mocy konstrukcji geodezyjnych*. Prace Komisji Górniczo-Geodezyjnej PAN, Oddział w Krakowie, z. Geodezja, nr 28, Kraków 1980
5. Czaja J.: *Modele statystyczne w informacji o terenie*. Wydawnictwa AGH, Kraków 1996
6. Instrukcja techniczna G-1. Warszawa 1978
7. Instrukcja techniczna G-1. Warszawa 1986
8. Latoś S.: Czy warto mierzyć tak wysoko. Geodeta. Magazyn geoinformatyczny, nr 11(78), Warszawa 2001
9. Latoś S.: Geodezyjne osnowy poziome - stan obecny, kierunki i tendencje rozwoju oraz nowe koncepcje rozwiązań. ZN AGH, Geodezja z.63, Kraków 1981
10. Latoś S.: Koncepcja rozwiązania poziomej geodezyjnej osnowy szczegółowej III klasy na terenie byłego województwa tarnowskiego. Przegląd Geodezyjny Nr 8. Warszawa 1999
11. Latoś S.: O potrzebie i kierunkach zmian niektórych przepisów w zakresie poziomych osnów geodezyjnych i szczegółowych pomiarów sytuacyjnych. Przegląd Geodezyjny nr 3/2000. Warszawa 2000
12. Latoś S.: Projekt poziomej szczegółowej osnowy geodezyjnej m. Krakowa. Przegląd Geodezyjny, Nr 10.1977. Warszawa

13. Latoś S.: Stan aktualny oraz proponowana koncepcja zmian struktury i technologii rozwiązywania szczegółowych osnów geodezyjnych poziomych w Polsce. Przegląd Geodezyjny, Nr 8.1976. Warszawa
14. Latoś S.: Szczegółowe poziome osnowy geodezyjne – przeszłość, stan aktualny i przyszłość w zakresie ich zakładania i funkcjonowania. Półrocznik AGH. Geodezja. Tom 9 z. 2/3. Kraków 2003
15. Latoś S.: Sur les possibilites de l'application des telemetres electromagnetiques de petite portee pour l'etablissement des reseaux geodesiques de grande etendue. Academie Polonaise des Sciences. Varsovie, 1967
16. Latoś S. : Wysokie widocznie z daleka. Magazyn Geoinformacyjny. Marzec 2004
17. Latoś S., Maślanka J.: Kierunki i tendencje w rozwiązywaniu problemu utrwalania punktów osnów geodezyjnych. ZN AGH, Geodezja, t. 1, Kraków 1995
18. Latoś S., Maślanka J.: Kierunki i tendencje prac nad modernizacją poziomych osnów geodezyjnych i wykonywania pomiaru szczegółów w aspekcie systemów informacji o terenie. VIII Sesja Naukowo-Techniczna pt. „Aktualne problemy naukowe i techniczne prac geodezyjnych”. Olsztyn 1995
19. Latoś S., Maślanka J., Preweda E.: Analiza dokładności poziomych osnów geodezyjnych zakładanych metodą poligonową z wykorzystaniem tachimetrów elektronicznych. Rocznik AGH Geodezja, t. 3, Kraków 1997
20. Latoś S., Preweda E.: Badania nad ustaleniem metod i kryteriów zakładania geodezyjnych, poziomych osnów pomiarowych. Półrocznik AGH Geodezja, t. 4, z. 1, Kraków 1998
21. Latoś S., Preweda E.: Ustalenie kryteriów dokładnościowych wyznaczania położenia punktów poziomej osnowy pomiarowej przy wykorzystaniu tachimetrów elektronicznych. Półrocznik AGH Geodezja, t. 5, z. 1, Kraków 1999
22. Rao. C. R.: Modele liniowe statystyki matematycznej. PWN, Warszawa 1982
23. Włodarczyk R.: Nowa triangulacja polska. Geodezja i Kartografia, t. VIII, z.1-2, Warszawa 1959

**COOPERATION BETWEEN AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND
TECHNOLOGY IN KRAKÓW, FACULTY OF MINING, SURVEYING AND
ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND SOUTHERN POLAND LOCAL
AUTHORITIES DURING ESTABLISHING 3RD CLASS HORIZONTAL CONTROL**

KEY WORDS: horizontal control of 3rd class

SUMMARY: This paper presents effects of almost 30 years of work by staff of the Faculty of Mining, Surveying and Environmental Engineering during establishing 3rd class horizontal control on the territory of southern Poland. That activity contained analyses, researches and experiments, carried out in order to choose the optimum technology for the project, executed under specific field conditions (mountainous territory of strong dispersed structure of lands). As a final result, an original method of solving the assignment, called the non-traditional one, has been worked out. The method utilizes a lot of high structures existing in the region, which are well visible from different places of the measurement area. Thanks to the widespread application of the method, in cooperation with local authorities on the county levels and with county surveyors, with the creative role of the author of this paper, his ideas, consultations and supervision, some 50 thousand control points have been established in the course of measurements performed in the said region of the surface area of 16,150 km², that is some 5.2% of the territory of Poland. The cost of those measurements amounted to 10 million Polish zlotys. According to the uniform opinion of professionals performing all types of surveying tasks in the region, both the number and the arrangement of established control points enable in any case an optimum and effective performance of those works without needs of providing additional funds and time.

Prof. dr hab. inż. Stanisław Latoś
Tel. +12 6377427