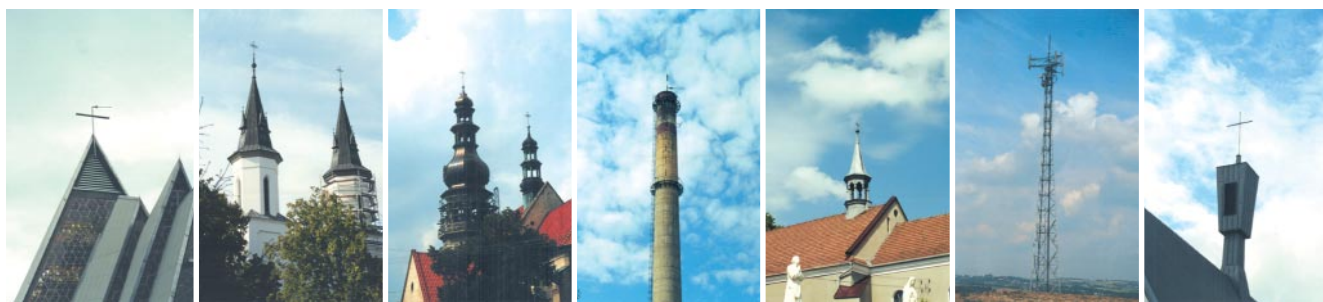




Wykorzystanie obiektów wysokich do zagęszczenia terenu punktami poziomej osnowy geodezyjnej (na przykładzie powiatu brzeskiego)

Czy warto mierzyć tak wysoko

STANISŁAW LATOŚ

Po reformie administracyjnej starostowie przejęli realizację osnów jako zadania własne. Jednak większości powiatów w najbliższych latach nie będzie stać na założenie osnów w postaci zgodnej z obowiązującymi standardami. Powstaje więc dylemat, czy realizować je sukcesywnie przez wiele lat, czy też zdecydować się na szybkie jednorazowe zagęszczenie istniejących punktów osnów na obszarze całego powiatu, poprzez włączenie do nich istniejących w terenie i dobrze widocznych obiektów wysokich – budowli sakralnych, masztów, kominów czy słupów.

W zakresie typowych geodezyjnych osnów poziomych obowiązuje w Polsce podział na: podstawowe I klasy, szczegółowe klasy II i III oraz pomiarowe ([1], [2] i [7]). Osnowy szczegółowe ([1], [3] i [7]) powinny mieć charakter sieci powierzchniowych o stosunkowo dużym standardzie zagęszczenia (rzędu 1 punkt na 1-8 km² * – dla klasy II oraz 1 punkt na 10-100 ha – dla klasy III, w zależności od sposobu i stopnia zainwestowania danego terenu) oraz o wysokiej dokładności wyznaczenia położenia ich punktów ($m_p \leq 0,05$ m – dla klasy II oraz $m_p \leq 0,10$ m – dla klasy III). Podstawowym zadaniem tych osnów, a w szczególności klasy III, jest uzbrojenie terenu w punkty geodezyjne stanowiące bazę do założenia osnowy pomiarowej lub wprost do wykonywania z nich pomiarów szczegółowych. Położenie punktów tych osnów jest wyznaczane zarówno techniką satelitarną, jak i na podstawie wyników bezpośrednich pomiarów

geodezyjnych lub – obecnie najczęściej – z wykorzystaniem obu tych technik łącznie. Jednak niezależnie od stosowanej techniki, zakładanie osnów w postaci sieci powierzchniowych jest pracochłonne i kosztowne. W najbliższych latach większości starostów nie będzie stać na założenie takich osnów na obszarze całego powiatu. Staną więc przed dylematem, czy realizować je sukcesywnie przez szereg lat, zgodnie z obowiązującymi standardami [1] i [3], czy też zdecydować się na szybkie jednorazowe zagęszczenie istniejących punktów osnów I, II i ewentualnie III klasy na obszarze całego powiatu, poprzez włączenie do nich i potraktowanie jako punkty III klasy istniejących w terenie i dobrze widocznych z różnych miejsc obiektów wysokich – budowli sakralnych, różnego rodzaju masztów, kominów czy słupów. Każde z tych rozwiązań posiada określone zalety i wady. Wybór uzależniony jest





głównie od wysokości nakładów finansowych przeznaczonych na ten cel w budżetach poszczególnych powiatów. Ostatnio geodeci powiatowi dysponujący niewielkimi środkami coraz częściej decydują się na rozwiązanie drugie, dokonując zagęszczenia terenu punktami osnowy III klasy, niejako na skróty. Decyzję taką podjął między innymi geodeta powiatu brzeskiego, a jej realizacją zajęli się wykonawcy z Małopolskiej Grupy Geodezyjno-Projektowej S.A. w Tarnowie we współpracy z autorem niniejszego artykułu.

Uwarunkowania terenowe

Powiat brzeski zajmuje obszar około 600 km². Tworzy go 7 gmin, w tym dwie miejsko-wiejskie (Brzesko i Czchów) oraz pięć wiejskich, zamieszkałych przez około 90 tysięcy mieszkańców. Zabudowa wiosek rozlokowana jest wzdłuż szlaków komunikacyjnych. Najważniejsze z nich to: droga nr 4 (Zgorzelec–Medyka), nr 768 (Brzesko–Szczerzowa–Kielce) oraz nr 99 (Brzesko–Nowy Sącz–Krynica). Przez środek powiatu z zachodu na wschód przebiega linia kolejowa Kraków–Przemyśl–Medyka.

Powiat brzeski obejmuje dwie odmiennie krainy geograficzne i fizjograficzne – Kotlinę Sandomierską (na północy) i Pogórze Wiśnickie (na południu). Część północna to tereny równinne i lekko faliste, o wysokościach 80-200 m n.p.m., zaś południowa to tereny mocno pagórkowate,

o wysokościach 150-500 m n.p.m. Granicę północną powiatu wyznacza Wisła, a południową – Dunajec. Z południa na północ przepływa rzeka Uszwa.

Niewielkie fragmenty powiatu, głównie w części południowej i środkowej, zajmują lasy. Na pozostałym obszarze znajdują się tereny rolnicze, na których przeważają małe gospodarstwa rodzinne. W części środkowej rozwija się drobny przemysł i usługi, w południowej – turystyka i rekreacja, a w całym powiecie – dość intensywnie budownictwo mieszkaniowe i rekreacyjno-wypoczynkowe.

Rozwój gospodarczy tych obszarów wymaga prowadzenia prac geodezyjnych, te zaś są niemożliwe bez uzbrojenia terenu w punkty poziomej osnowy geodezyjnej. Tymczasem w powiecie brzeskim i jego bezpośrednim sąsiedztwie istnieje około 120 punktów osnowy I i II klasy, z któ-

bardzo nierównomiernie (duże tylko na terenie miasta i gminy Brzesko).

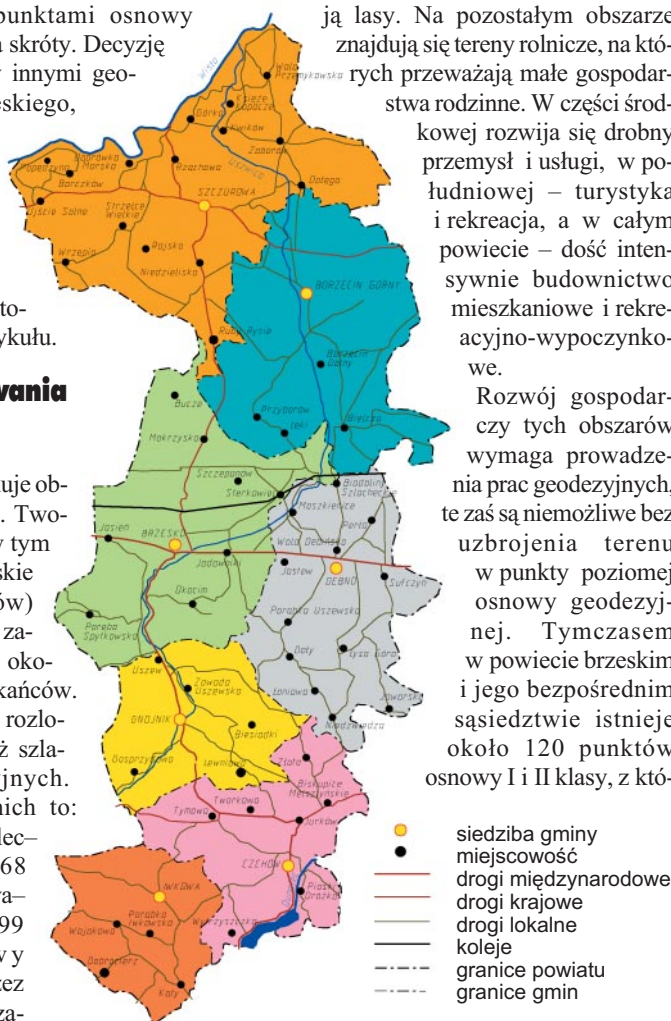
Ponadto ukształtowanie pionowe i zagospodarowanie terenu oraz jego pokrycie szczegółami naturalnymi i sztucznymi, duże rozdrobnienie oraz znaczny obrót nieruchomości w tym rejonie i niedostępność dużej części punktów osnowy klasy I i II powodują, że ich liczba jest niewystarczająca do prowadzenia pomiarów szczegółowych.

Z tego względu wykorzystuje się istniejące punkty dawnych osnów założonych przed 1978 rokiem głównie metodą poligonową. Dokładność i stopień jednorodności tych sieci są trudne do oszacowania (szacuje się, że błąd wyznaczenia położenia punktu waha się od kilkunastu centymetrów do 0,5 metra). W praktyce bardzo często występują dodatkowe trudności w korzystaniu z tych punktów przy pomiarach szczegółowych ze względu na brak możliwości ich katowego nawiązania.

Koncepcja i projekt techniczny osnowy

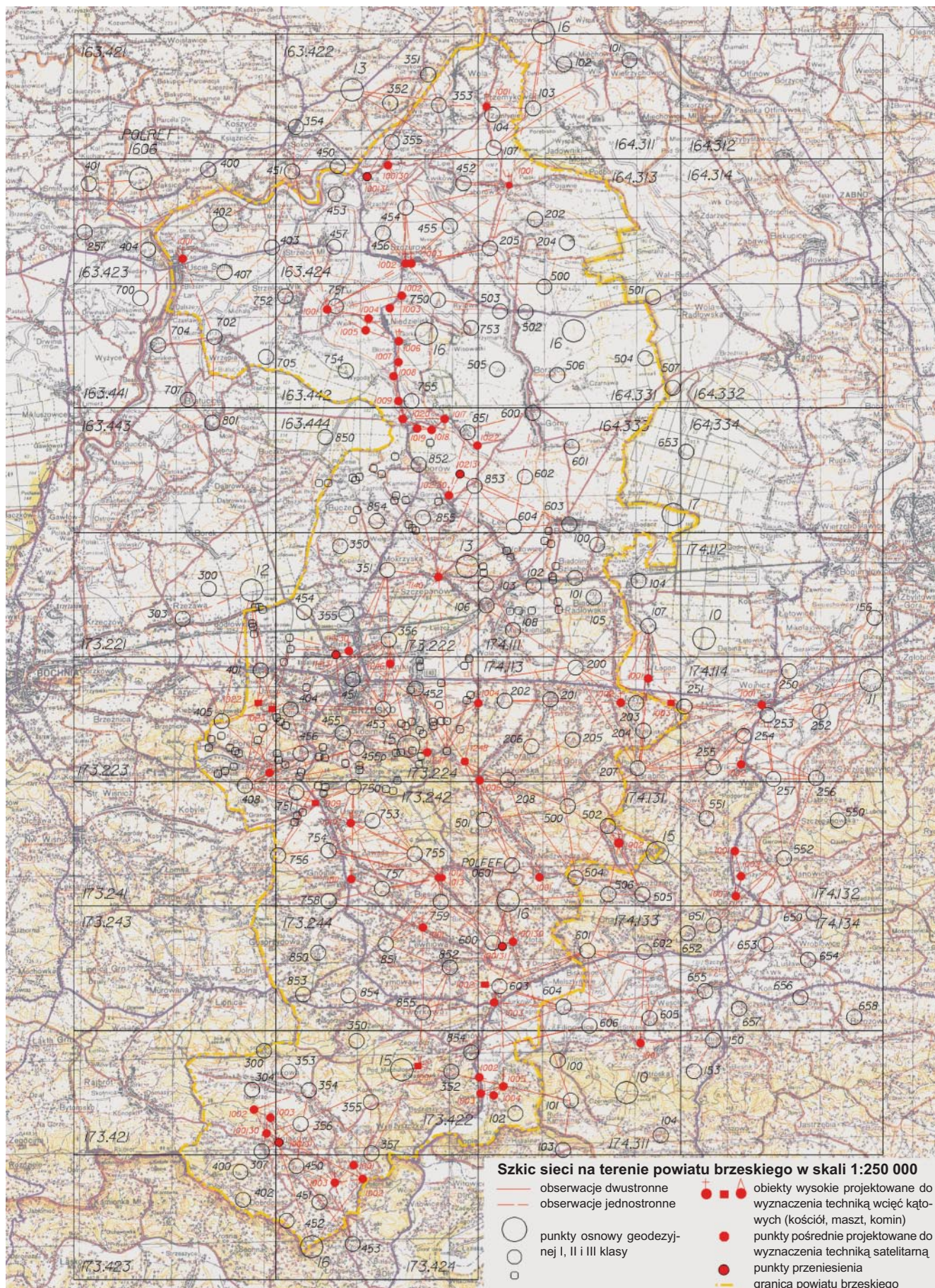
W prezentowanej koncepcji przyjęto założenie, że współrzędne obiektów wysokich wyznaczone zostaną metodą wcięć katowych w przód z istniejących w terenie punktów osnów, głównie I i II oraz niekiedy III klasy. W przypadku braku wymaganej liczby odpowiednich punktów – w bliższym lub dalszym sąsiedztwie wyznaczanych obiektów zaprojektowano założenie korzystnie zlokalizowanych punktów dodatkowych (pośrednich). Położenie tych punktów zamierzano określić metodą satelitarną lub przy zastosowaniu wcięć geodezyjnych z istniejących punktów I, II i III klasy, z dokładnością nie mniejszą niż przewidziana dla punktów osnowy klasy III.

Projekt rozwiązania rozpatrywanej osnowy przedstawiono na mapach topograficznych w skali 1:25 000, oznaczając na nich: ■ położenie wszystkich 120 istniejących na terenie opracowania punktów osnów I i II klasy oraz możliwych do wykorzystania punktów osnowy klasy III,



Mapa administracyjna powiatu brzeskiego

rych spora część jest trudna lub nawet niemożliwa do wykorzystania (z powodu lokalizacji na obszarach leśnych lub zakrzewionych), oraz około 650 punktów klasy III założonych w latach 1995-98 na terenie miasta i gminy Brzesko. Daje to wprawdzie przeciętne zagęszczenie rzędu 1 punkt/0,78 km², ale niestety jest ono





- położenie 41 punktów wysokich, których współrzędne mają być wyznaczone (34 kościołów i kaplic, 7 masztów oraz 1 komina),
- położenie punktów pośrednich projektowanych do wyznaczenia metodą satelitarną lub wcięć geodezyjnych, niezbędnych do wykonania wcięć obiektów wysokich,
- przewidywaną lokalizację punktów przeniesienia projektowanych do założenia w pobliżu wybranych obiektów wysokich,
- konstrukcję geometryczną sieci projektowanych do wyznaczenia współrzędnych zarówno punktów pośrednich, obiektów wysokich, jak i punktów ich przeniesienia.

W czasie wywiadu terenowego opracowana koncepcja została zweryfikowana pod względem:

- celowości i możliwości włączenia do sieci każdego z istniejących w terenie obiektów wysokich,
- oceny możliwości i sposobu wykorzystania istniejących w terenie punktów osnowy I, II i III klasy, po ich przeglądzie i konserwacji,
- ustalenia poprawności lokalizacji projektowanych punktów pośrednich,
- wyboru optymalnej lokalizacji punktów przeniesienia,

- doboru optymalnych konstrukcji geometrycznych do wyznaczenia współrzędnych zarówno punktów wysokich, jak i punktów przeniesienia,
- wyboru i jednoznacznego określenia tych elementów konstrukcyjnych obiektów wysokich, których współrzędne będą wyznaczone.

W wyniku przeprowadzonego wywiadu terenowego opracowano projekt techniczny rozwiązania rozpatrywanej osnowy (szkielet na poprzedniej stronie). Ostatecznie sieć tworzy: 99 punktów osnowy I i II klasy, 41 punktów wysokich, 9 punktów osnowy III klasy wyznaczonych wcześniej techniką satelitarną oraz 21 punktów pośrednich przewidywanych do wyznaczenia metodą satelitarną i 5 punktów przeniesienia współrzędnych.

Wszystkie nowo zakładane punkty planowano utrwalić znakami naziemnymi typu 42b. Obserwacje na punktach projektowanych do wyznaczenia techniką satelitarną miały być wykonane metodą *Rapid Static*, w nawiązaniu do wybranych punktów POLREF oraz punktów osnowy państwowej I i II klasy. Punkty wysokie należało wyznaczyć metodą wcięć kątowych w przód

z wybranych punktów I i II klasy oraz wyznaczonych wcześniej metodą satelitarną punktów pośrednich i III klasy, w ilości zapewniającej uzyskanie obserwacji nadliczbowych. Pomiar kierunków w sieci miał być wykonany metodą kierunkową w 3 seriach instrumentem o dokładności odczytu 1" (2^{cc}), a centrowanie sprawdzonymi pionami optycznymi.

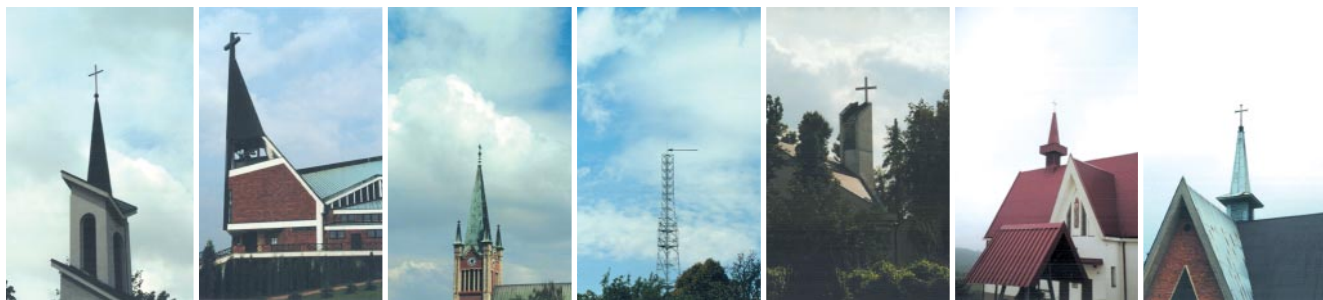
Wyniki wszystkich pomiarów należy uzgodnić (wyrównać) w sposób ścisły w układzie „1965”, strefa I. W wyniku tego opracowania powinno się uzyskać współrzędne płaskie wszystkich wyznaczanych punktów oraz błędy średnie tych wyznaczeń.

Realizacja projektu

Sieć zrealizowano w całości w drugiej połowie 2000 roku – zgodnie z projektem zarówno w zakresie sposobu utrwalenia jej punktów, jak i pomiaru oraz analitycznego opracowania wyników. Pomiar wszystkich kierunków wykonano w trzech seriach instrumentem Elta Rec 15 firmy Zeiss (z błędem średnim określonym na podstawie wyrównania stacyjnego na 2-19^{cc}). Nie zrealizowano projektowanych obserwacji na stanowisku nr 1741600 (z powodu zniszczenia znaku wraz z podcentrem) oraz na stanowisku 1732854 (z powodu braku wizury na punkt nawiązania o numerze 1732855). Obserwacje satelitarne przeprowadzono metodą *Rapid Static* w 45-minutowych sesjach pomiarowych. Wykorzystano cztery odbiorniki Geodimeter firmy Spectra Precision. Wszystkie obserwacje wykonano przy korzystnych warunkach pogodowych. Wyniki pomiarów opracowano w sposób ścisły. Dla punktów wyznaczonych metodą satelitarną uzyskano średni błąd ich położenia na poziomie ± 3 cm, zaś dla punktów na obiektach wysokich analogiczny błąd waha się od 2 do 10 cm (przeciętnie 6 cm). Wartości tych błędów wyznaczone dla poszczególnych obiektów wysokich, łącznie z ich charakterystyką konstrukcyjną, podano w tabeli. Uzyskana dokładność wyznaczenia położenia wszystkich punktów sieci, zgodnie z kryterium podanym w [1], pozwala zaliczyć je w całości do poziomej osnowy szczegółowej III klasy.

Nr punktu	1634231001	1634241001	1634241002	1634241003	1634421001	1634421006
Rodzaj obiektu	kościół	kościół	kościół	kościół	kościół	kościół
błąd m_p [m]	0,064	0,063	0,036	0,036	0,018	0,024
Nr punktu	1634441020	1634441021	1643111001	1643131001	1732221140	1732221141
Rodzaj obiektu	kościół	kościół	kościół	kościół	kościół	kościół
błąd m_p [m]	0,018	0,065	0,069	0,059	0,070	0,069
Nr punktu	1732231002	1732231023	1732231024	1732241246	1732241247	1732421009
Rodzaj obiektu	maszt	maszt	kościół	komin	kościół	maszt
błąd m_p [m]	0,061	0,060	0,041	0,076	0,064	0,057
Nr punktu	1732421010	1732421011	1732421012	1732421013	1732441001	1734211001
Rodzaj obiektu	kościół	kościół	kościół	kościół	kościół	kościół
błąd m_p [m]	0,043	0,068	0,047	0,053	0,062	0,043
Nr punktu	1734221001	1734241003	1741131001	1741131002	1741131003	1741131004
Rodzaj obiektu	maszt	kościół	kościół	kościół	maszt	kościół
błąd m_p [m]	0,099	0,035	0,058	0,069	0,046	0,071
Nr punktu	1741131005	1741141001	1741141002	1741311001	1741311002	1741321003
Rodzaj obiektu	kościół	kościół	kościół	kościół	kościół	kościół
błąd m_p [m]	0,041	0,040	0,030	0,058	0,055	0,071
Nr punktu	1741331001	1741331002	1741331003	1743111001	1743111005	
Rodzaj obiektu	kościół	maszt	kościół	kościół	kościół	
błąd m_p [m]	0,076	0,076	0,084	0,067	0,009	

Tabela. Wykaz punktów wysokich i błędów średnich ich położenia



Uwagi końcowe

Z przeliczeń arytmetycznych parametrów osnowy powiatu brzeskiego można by wnioskować, że nie poprawiła ona znacząco funkcjonalności dotychczasowej osnowy. Wprawdzie na obszarze całego powiatu ogólna liczba punktów osnowy powiększyła się o 67, ale dotychczasowy standard zagęszczenia terenu punktami tej osnowy (1 pkt/0,78 km²) poprawił się zaledwie do 1 pkt/0,71 km². Okazuje się jednak, że prosta analiza tego parametru w praktyce jest złudna, nie ma ona bowiem bezpośredniego przełożenia na funkcjonalność takiej osnowy. Dzieje się tak, ponieważ 41 punktów wysokich, dobrze widocznych nawet z dużych odległości, odgrywać może rolę kilkakrotnie większej liczby punktów o stabilizacji naziemnej. Punkty te mogą być z powodzeniem wykorzystywane przede wszystkim jako punkty nawiązania przy zakładaniu osnów pomiarowych czy prowadzeniu pomiarów szczegółowych. Sposób ten przyczynić się może do kontroli i zwiększenia dokładności punktów istniejących osnów pomiarowych, zakładanych przed 1980 rokiem. Należy zauważyć, że funkcjonalność ta jeszcze wzrosłaby, gdyby w najprostszy sposób zasygnalizować w terenie punkty pośrednie lub

osnowy III klasy oraz – położone najczęściej na wzgórzach i dobrze widoczne z różnych miejsc powiatu – punkty osnów I i II klasy.

Problemem nadal otwartym przy realizacji tego typu osnowy pozostaje jednak określenie stateczności konstrukcji obiektów wysokich, szczególnie masztów i kominów, przy dużej zmienności warunków atmosferycznych w czasie pomiaru (parcie wiatru, zmiany termiczne). Dla eliminacji lub ograniczenia wpływu czynników atmosferycznych, zarówno przy wyznaczaniu pozycji tych obiektów, jak i przy korzystaniu z nich należy unikać prowadzenia obserwacji w ekstremalnych warunkach meteorologicznych (silne wiatry i duże zróżnicowanie temperatur).

Dla zapewnienia punktom wysokim odpowiedniej dokładności wyznaczenia położenia istotna jest również jednoznaczna identyfikacja wybranego na nich punktu właściwego (celu). Ma to szczególnie istotne znaczenie przy celowaniu na krzyże kościołów o niesymetrycznej konstrukcji. Dlatego punkt ten powinien być w takim przypadku bardzo precyzyjnie określony i oznaczony na opisie (zdjęciu) strzałką lub wybrany inny, odpowiednio zasygnalizowany na budowli włączonej do sieci osnowy III klasy.

Należy przewidywać, że efektywność i fun-

kcjonalność tak realizowanej osnowy okaże się jeszcze większa wtedy, kiedy na podstawie tych punktów (wysokich) i innych istniejących (I, II i III klasy) przystąpimy do tworzenia osnowy pomiarowej nowego typu – w postaci punktowej.

Autor jest profesorem w Katedrze Informacji o Terenie AGH

* W rozważaniach pominięto tereny zwartych kompleksów leśnych, na których wskaźnik ten może być rzędu nawet 12 km².

Literatura:

1. Instrukcja techniczna G-I, Warszawa 1984;
2. Instrukcja techniczna O-I, Warszawa 1984;
3. **Latoś S.**, *O potrzebie i kierunkach zmian niektórych przepisów w zakresie poziomych osnów geodezyjnych i szczegółowych pomiarów sytuacyjnych*, „Przegląd Geodezyjny” nr 1/2000;
4. **Latoś S., Maślanka J., Preweda E.**, *Analiza dokładności poziomych osnów geodezyjnych zakładanych metodą poligonową z wykorzystaniem tachimetrów elektronicznych*, „Geodezja” tom 3, Kraków 1997;
5. **Latoś S., Preweda E.**, *Kryteria zakładania poziomych osnów pomiarowych w dobie powszechnego stosowania tachimetrów elektronicznych*, „Biuletyn Naukowy” nr 6, Olsztyn 1999;
6. Ustawa z 17 maja 1989 r. *Pgik*,
7. *Wytyczne techniczne G-I.5*, Warszawa 1984.

CHCESZ MIEĆ PROFESJONALNY PROGRAM GEODEZYJNY W TERENIE ?

POTRZEBNY CI PRZENOŚNY KOMPUTER W MIEJSCU PRACY ?

JEST CI NIEZBĘDNA MAPA NUMERYCZNA ?

POTRZEBUJESZ REJESTROWAĆ DANE ?

ROZWIĄZANIEM JEST **TerMap**

MAPTERNET

tel.: (022) 862-34-12, 0600-365-276
www.mapternet.com.pl, e-mail: mapternet@mapternet.com.pl