

Przeliczanie wysokości do układu PL-EVRF2007-NH

# Porządkowanie wysokości



Jako końcowy termin stosowania w Polsce układu PL-KRON86-NH w rozporządzeniu wskazana jest data 31 grudnia 2019 r. To ważna przesłanka za jak najszybszym wdrożeniem układu wysokościowego PL-EVRF2007-NH. Jak należy przeliczać do niego wysokości obiektów terenowych?

**Wiesław Graszka**

**P**roblem stosowania lokalnych układów współrzędnych i układów wysokościowych w Polsce był wielokrotnie wskazywany w ostatnich latach jako czynnik utrudniający realizację dużych inwestycji ze względu na niemożność bezpośredniego wykorzystania materiałów geodezyjnych i kartograficznych znajdujących się w powiatowych ośrodkach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej. Starostowie odpowiedzialni za dostosowanie materiałów geodezyjnych i kartograficznych oraz baz danych przestrzennych do obowiązujących standardów usprawniali powstałe opóźnienia niewystarczającymi środkami finansowymi i brakiem szczegółowych przepisów technicznych.

W ocenie autora podnoszone przez starostów przeszkody

przestały mieć znaczenie, gdyż poczynając od 2007 r., pojawiła się możliwość wykorzystania środków finansowych z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego na realizację prac geodezyjnych, w tym związanych z modernizacją szczegółowych osnów geodezyjnych i zakładaniem cyfrowej mapy zasadniczej. Ponadto w 2012 r. zostały wydane rozporządzenia: *ws. państwowego systemu odniesień przestrzennych* oraz *ws. osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych*, a w 2013 r. roz-

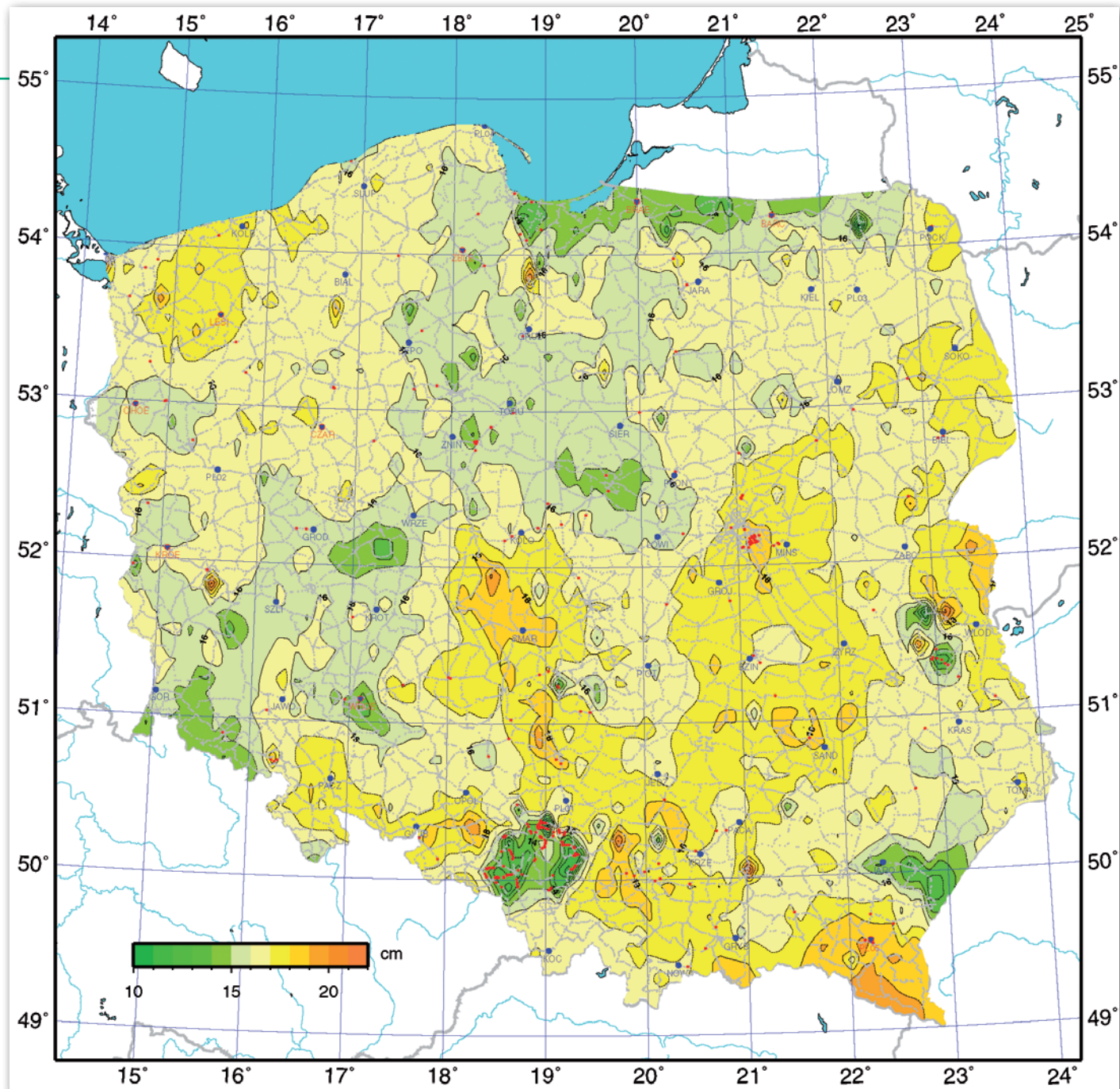
porządzenie *ws. bazy danych geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu, bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej* (znowelizowane w 2015 r.). Istnieją więc wszelkie obiektywne warunki do przejścia w całym kraju na jeden układ wysokościowy PL-EVRF2007-NH.

## • Różnice między układami

Przystępując do przeliczania wysokości obiektów terenowych z jednego układu wysokościowego do innego, należy

**Tabela 1. Kampanie pomiarów niwelacyjnych na punktach podstawowej wysokościowej osnowy geodezyjnej 1 klasy w Polsce**

| Wyszczególnienie            | 1. kampania                            | 2. kampania                            | 3. kampania                            | 4. kampania                            |
|-----------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Termin pomiarów             | 1926-1937                              | 1947-1955                              | 1974-1982                              | 1999-2003                              |
| Długość linii               | 10 046 km                              | 5778 km                                | 17 015 km                              | 17 516 km                              |
| Liczba poligonów            | 36                                     | 23                                     | 135                                    | 158                                    |
| Wysokości                   | Ortometryczne                          | Normalne                               | Normalne                               | Normalne                               |
| Poziom odniesienia          | Amsterdam                              | Kronsztad                              | Kronsztad/<br>Amsterdam                | Kronsztad/<br>Amsterdam                |
| System grawimetryczny       | Poczdham                               | Poczdham                               | Poczdham                               | Międzynarodowy                         |
| Dokładność                  | $\pm 1,04 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$ | $\pm 0,78 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$ | $\pm 0,91 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$ | $\pm 0,91 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$ |
| Nazwa układu wysokościowego | Amsterdam                              | Kronsztad60                            | Kronsztad86/<br>ULN2000                | PL-KRON86-NH/<br>PL-EVRF2007-NH        |



Rys. 1. Rozkład różnic wysokości pomiędzy układami wysokościowymi PL-EVRF2007-NH i Kronsztad86 na obszarze Polski

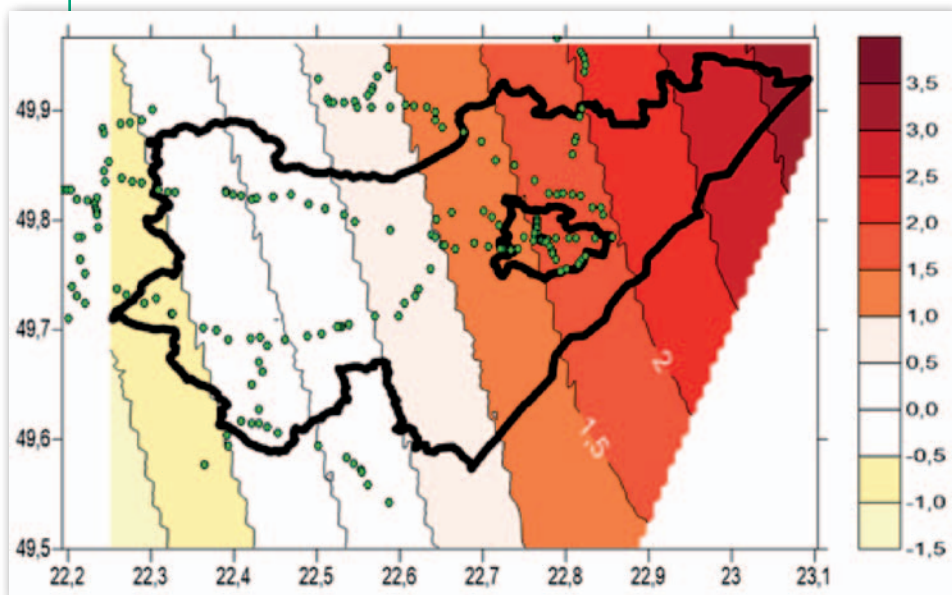
przede wszystkim mieć wiedzę, w jakim systemie wysokości i w jakim układzie wysokościowym zostały one wyznaczone. Chociaż w potocznym użyciu pojęcia systemu wysokości i układu wysokościowego są używane zamiennie, to w istocie znacząco różnią się.

Według istniejących definicji **system wysokości** stanowi zbiór pojęć, parametrów i stałych umożliwiających jednoznaczne przypisanie każdemu punktowi na powierzchni Ziemi wysokości nad określoną powierzchnią ekwipotencjalną. Natomiast **wysokościowy układ odniesienia** to wyznaczona z obserwacji (np. z niwelacji, grawimetrii, altimetrii czy GNSS) powierzchnia ekwipotencjalna potencjału siły ciężkości Ziemi  $W_0 = \text{const.}$  wraz z określoną skalą i jednostką pomiaru (np. liczby geopotencjalne czy wysokości normalne).

W Polsce obowiązują obecnie dwa układy wysokościowe: PL-KRON86-NH (tylko do 31 grudnia 2019 r.) oraz PL-EVRF2007-NH. Jak jednak na wstępie wspomniano, w praktyce stosowane są także różne inne układy wysokościowe, najczęściej Kronsztad86 i Kronsztad60, chociaż naktęć się można również na materiały geodezyjne odniesione do poziomu mareografów w Amsterdamie lub Trieście. W tabeli 1 zostały przedstawione podstawowe informacje dotyczące układów wysokościowych stosowanych w Polsce.

Z tabeli wynika, że układy wysokościowe: Kronsztad60, Kronsztad86, PL-KRON86-NH i PL-EVRF2007-NH wykorzystują system wysokości normalnych, jednak każdy z nich został opracowany w innym systemie płuwowym: układ Kronsztad60 – w systemie średniego płuwu, układy Kronsztad86 i PL-KRON86-

-NH – w systemie niepływowym, a układ PL-EVRF2007-NH – w systemie zerowego płuwu, co należy uwzględnić w obliczeniach. Przykładowo poprawki do wysokości z tytułu redukcji wysokości z systemu niepływowego do systemu zerowego płuwu osiągają w Polsce wartości od 20,7 mm na południu do 29,7 mm na północy kraju. Ponadto mogą występować niejednorodności w rozkładzie różnic wysokości między układami wysokościowymi wynikające z różnej struktury sieci niwelacyjnej, naturalnych i sztucznych ruchów skorupy ziemskiej oraz różnych metod obserwacji i opracowania wyników pomiarów niwelacyjnych. Dla przykładu na rys. 1 przedstawiony został rozkład różnic wysokości między układami wysokościowymi PL-EVRF2007-NH i Kronsztad86 na obszarze Polski.



Rys. 2. Rozbieżność między wynikami aproksymacji wysokości wielomianem pierwszego stopnia do układu PL-EVRF2007-NH w przypadku układu Kronsztad86 (3. kampania niwelacyjna) i PL-KRON86-NH (4. kampania niwelacyjna) na obszarze powiatu przemyskiego (ciężce warstwowe 0,5 cm)

Nie należy również utożsamiać, co często ma miejsce, układów wysokościowych Kronsztad86 i PL-KRON86-NH, gdyż są to różne układy. Na rys. 2 pokazane zostały różnice wysokości punktów osnowy podstawowej po przetransformowaniu wysokości do układu PL-EVRF2007-NH z układów Kronsztad86 i PL-KRON86-NH na obszarze powiatu przemyskiego. Pomyłka w przyporządkowaniu odpowiedniego układu wysokościowego wprowadziłaby na tym terenie błędy przeliczanych wysokości od -0,015 m do 0,035 m. Chociaż obszar ten jest przypadkiem skrajnym ze względu na występujący w rejonie Przemysła defekt podstawowej wysokości osnowy geodezyjnej, to w innych częściach kraju różnice też mogą osiągać istotną wielkość od -0,02 m do 0,02 m.

Mając na uwadze, że wymagana dokładność określenia wysokości punktów szczegółowej wysokości osnowy geodezyjnej wynosi 0,01 m, a dokładność wyznaczenia rzędnych przewodów i urządzeń kanalizacyjnych 0,02 m w stosunku do punktów nawiązania, to wykorzystanie niewłaściwego układu wysokościowego, a co za tym idzie – obliczenie błędnych parametrów transformacji, może wprowadzać błędy przekraczające wymaganą dokładność określenia wysokości szczegółów sytuacyjno-wysokościowych.

## • Materiały źródłowe do przeliczania wysokości

Wiarygodne wyznaczenie wysokości szczegółów terenowych w jakimś układzie wysokościowym może nastąpić je-

dynie na podstawie pomiarów wysokościowych wykonanych w tym układzie. Przeliczenie wysokości z jednego układu wysokościowego do innego będzie wykonane z pewnym przybliżeniem, a wynik w dużej mierze będzie zależał od dokładności materiałów źródłowych i przyjętej metody obliczeń. Przeliczenie wysokości jest możliwe, gdy znane są wysokości w jednym układzie wysokościowym i różnice wysokości obu układów. Możliwe jest również wyznaczenie różnicy wysokości pomiędzy dwoma układami przy wykorzystaniu trzeciego układu, jeżeli znane są różnice poziomów odniesienia między tymi układami. Z przypadkami takimi możemy mieć do czynienia przy przeliczaniu wysokości szczegółów terenowych z układów wysokościowych stosowanych w powiatach do układu PL-EVRF2007-NH.

Przeliczanie wysokości szczegółów terenowych do układu PL-EVRF2007-NH mieści się w definicji prac geodezyjnych zawartej w ustawie *Prawo geodezyjne i kartograficzne* i winno się odbywać z wykorzystaniem materiałów zgromadzonych w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym (dalej zaś – Głównymi źródłami materiałów geodezyjnych będą: dysponujący zasobem centralnym Główny Urząd Geodezji i Kartografii (do 31 grudnia 2017 r. był to Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Warszawie) oraz powiatowe (miejskie) ośrodki dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej (zaśob powiatowy).

W zasobie centralnym będą dostępne następujące materiały:

- wysokości normalne punktów podstawowej wysokości osnowy geodezyjnej w układzie PL-EVRF2007-NH i PL-KRON86-NH oraz w układach archiwalnych (mogące służyć jako punkty nawiązania), a także obserwacje i przewyższenia na odcinkach kontrolnych nawiązania w tych układach,
- szkice bazowej osnowy wysokościowej z zaznaczeniem linii (odcinków) niwelacyjnych adaptowanych i mierzonych,
- modele różnic wysokości pomiędzy układami wysokościowymi PL-EVRF2007-NH i PL-KRON86-NH oraz wysokości obowiązującej quasi-geoidy PL-geoid-2011.

W zasobie powiatowym powinny z kolei być dostępne:

- wysokości normalne punktów szczegółowej wysokości osnowy geodezyjnej, punktów pomiarowej osnowy wysokościowej i punktów sytuacyjno-wysokościowych,
- zbiory obserwacji wysokościowych (lub dzienniki pomiarów) albo przewyższenia i wartości poprawek (redukcji obserwacji),
- dane obserwacyjne GNSS wykonane na punktach osnowy wysokościowej i szczegółach sytuacyjnych.

Uzupełniającym materiałem źródłowym będzie wszelka dokumentacja geodezyjna zawierająca informacje o stanie punktów osnowy, różnicach wysokości pomiędzy układami wysokościowymi, sposobach i metodach obliczeń itd. Wymaganych informacji należy poszukiwać w katalogach lub zestawieniach punktów osnowy wysokościowej, sprawozdaniach technicznych, protokołach z czynności sprawdzenia stanu znaków geodezyjnych itp.

## • Sporządzenie projektu technicznego

Przy modernizacji szczegółowej wysokości osnowy geodezyjnej wymagany jest **projekt techniczny**, który należy sporządzić zgodnie z wymaganiami określonymi w rozporządzeniu *ws. osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych*. W przypadku przeliczania wysokości punktów pomiarowej osnowy wysokościowej lub wysokości szczegółów sytuacyjno-wysokościowych wskazane jest sporządzenie **założeń technicznych**.

Istotne jest, żeby przed sporządzeniem projektu technicznego lub założeń technicznych została przeprowadzona analiza istniejącej dokumentacji geodezyjnej pod kątem jakości (wiarygodności) i dokładności, a także zostały zidentyfikowane punkty wspólne oraz punkty przemieszczone lub wznowio-

ne bez należytego udokumentowania. Należy również zbadać, w jakich układach wysokościowych zostały wyznaczone wysokości reperów i szczegółów sytuacyjnych. Pewną wskazówkę, z jakim układem mamy do czynienia, może dać porównanie wysokości tych samych punktów – im układ wysokościowy jest starszy, tym wysokość będzie większa (niższy poziom odniesienia). Reguła ta nie dotyczy, niestety, lokalnych układów wysokościowych.

W zależności od rodzaju **szczególów terenowych** przeliczenie wysokości do układu wysokościowego PL-EVRF2007-NH na danym obszarze może odbywać się poprzez:

- modernizację i ściśle wyrównanie szczegółowej wysokościowej osnowy geodezyjnej w układzie PL-EVRF2007-NH na podstawie zachowanych archiwalnych obserwacji (wykazy przewyższeń) i nowych pomiarów niwelacyjnych wzmacniających konstrukcję sieci, a następnie transformację wysokości szczegółów sytuacyjno-wysokościowych (sposób zalecany),

- transformację matematyczną wysokości punktów pomiarowej osnowy wysokościowej i szczegółów sytuacyjno-wysokościowych z kontrolą źródłowych współrzędnych i wysokości (sposób dopuszczalny w przypadku braku archiwalnych danych obserwacyjnych).

Przyjęcie odpowiedniego trybu postępowania zależy od stanu i jakości szczegółowej wysokościowej osnowy geodezyjnej i materiałów kartograficznych na danym obszarze oraz od rozkładu różnic wysokości między stosowanym układem wysokościowym i układem PL-EVRF2007-NH. Możliwe jest wystąpienie następujących sytuacji (dla uproszczenia ograniczono się do szczegółowej wysokościowej osnowy geodezyjnej):

- na obszarze powiatu została przeprowadzona modernizacja osnowy wysokościowej dawnej III i IV klasy w nawiązaniu do punktów podstawowej wysokościowej osnowy geodezyjnej w układzie PL-KRON86-NH (z uwzględnieniem wyników 4. kampanii niwelacyjnej) – w takim przypadku możliwe jest wprowadzenie układu PL-EVRF2007-NH poprzez ponowne wyrównanie szczegółowej osnowy wysokościowej w tym układzie albo wykorzystanie modelu różnic wysokości pomiędzy układami PL-EVRF2007-NH i PL-KRON86-NH,

- na obszarze powiatu obowiązuje układ wysokościowy Kronsztad86 lub Kronsztad60, ale dostępne są archiwalne obserwacje i archiwalna dokumentacja geodezyjna – w takim przypadku możliwe jest adaptowanie linii niwelacyjnych dawnej III i IV klasy, jeżeli spełniają wymagania dotyczące stabilizacji znaków wysokościowych, dokładności pomiaru, geometrii sieci itd., a następnie zredukowanie obserwacji i wykonanie wyrównania osnowy w układzie PL-EVRF2007-NH,

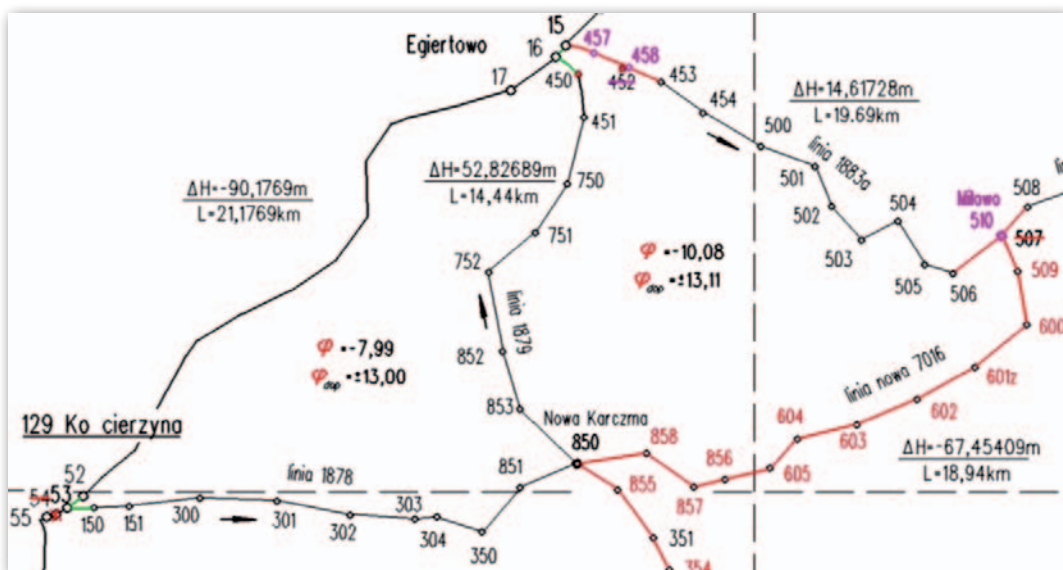
- na obszarze powiatu nadal występuje podział szczegółowej osnowy wysokościowej na III i IV klasę, a poszczególne klasy (lub części osnowy) zostały opracowane w różnych układach wysokościowych i brak jest archiwalnej dokumentacji geodezyjnej – w takim przypadku wymagane jest wykonanie modernizacji szczegółowej osnowy wysokościowej.

Planując wyrównanie szczegółowej wysokościowej osnowy geodezyjnej w układzie PL-EVRF2007-NH, należy zwrócić uwagę na identyczność punktów nawiązania. Dla wszystkich punktów nawiązania należy wykonać porównanie przewyższeń między sąsiadującymi punktami w stosowanym układzie wysokościowym i tych samych punktów w układzie PL-EVRF2007-NH. Różnice przewyższeń nie powinny przekraczać 0,02 m, z wyjątkiem układu PL-KRON86-NH, gdzie różnice przewyższeń powinny być sobie równe w granicach błędu zaokrąglenia. Przy podejrzeniu zmiany wysokości punktu nawiązania wykonuje się pomiar kontrolny na co najmniej jednym z odcinków linii niwelacyjnej osnowy podstawowej przylegających do punktu nawiązania. Różnica przewyższeń po-

między pomiarem kontrolnym a danymi katalogowymi nie powinna przekraczać wielkości określonej z zależności:  $6\sqrt{R}$ , gdzie R jest długością odcinka kontrolnego w kilometrach.

Prowadzone w Polsce inwestycje drogowe i budowlane (głównie ocieplanie budynków) mogły spowodować zniszczenie części punktów nawiązania szczegółowej osnowy wysokościowej (z przeprowadzonych przez GUGiK w latach 2014 i 2016 przeglądów podstawowej osnowy wysokościowej wynika, że zniszczeniu uległo prawie 23% znaków wysokościowych). W takim przypadku konieczne jest wykonanie pomiarów uzupełniających dowiązujących szczegółową osnowę wysokościową do nowych punktów podstawowej osnowy wysokościowej. Na rys. 3 przedstawiony został przykład szkicu podstawowej bazowej osnowy wysokościowej mogącego służyć do zaprojektowania nawiązania szczegółowej osnowy wysokościowej, na którym kolorem czerwonym zostały oznaczone mierzone odcinki niwelacyjne i nowe repy.

Wykonanie transformacji wysokości punktów pomiarowej osnowy wysokościowej i szczegółów sytuacyjno-wysokościowych z układu PL-KRON86-NH do układu PL-EVRF2007-NH możliwe jest zarówno z wykorzystaniem parametrów transformacji wyznaczonych na podstawie punktów wspólnych (łącznych), jak i modelu różnic wysokości dostępnego na stronie: <http://www.gugik.gov.pl/bip/prawo/modele-danych>. Natomiast wykonanie transformacji wysokości z układów lokalnych lub układów Kronsztad60 i Kronsztad 86 możliwe jest jedynie z wykorzystaniem parametrów transformacji wyznaczonych na podstawie zbioru punktów wspólnych.



Rys. 3. Szkic podstawowej bazowej osnowy wysokościowej (zasób centralny)

**Tabela 2. Dokładności pomiaru szczegółowej osnowy wysokościowej**

| Szczegółowa osnowa wysokościowa | według wytycznych technicznych G-2.2 (z 1983 r.) |          | według rozporządzenia ws. osnów |
|---------------------------------|--------------------------------------------------|----------|---------------------------------|
| Błąd pomiaru 1 km niwelacji     | III                                              | 4 mm/km  | 4 mm/km<br>$m_H \leq 10$ mm     |
|                                 | IV                                               | 10 mm/km |                                 |
| Różnica pomiaru na stanowisku   | III                                              | 2 mm     | 2 mm                            |
|                                 | IV                                               | 3 mm     |                                 |

## • Pomiaru uzupełniające

Z dotychczasowych doświadczeń związanych z modernizacją szczegółowej wysokościowej osnowy geodezyjnej 3 klasy wynika, że dostępne archiwalne dane obserwacyjne nie zawsze spełniają kryteria dokładnościowe określone dla takiej osnowy i wymagane są pomiary uzupełniające. Pomiary mogą być realizowane dla zagęszczenia (lub wzmocnienia) sieci niwelacyjnej lub weryfikacji punktów nawiazania. Celem wykonania pomiarów może być także wyznaczenie zbioru punktów kontrolnych.

Obowiązujące przepisy dopuszczają realizację pomiarów za pomocą systemów GNSS zarówno przy zakładaniu szczegółowej wysokościowej osnowy geodezyjnej, jak i przy zakładaniu pomiarowej osnowy wysokościowej oraz w przypadku szczegółów sytuacyjno-wysokościowych. Należy jednak pamiętać, że pomiary GNSS wykonywane są w odniesieniu do powierzchni elipsoidy. Wyznaczenie różnicy wysokości normalnych  $dh$  między dwoma punktami (przewyższenia) wymaga poprawienia obliczonej różnicy wysokości geodezyjnych  $dh$  o różnicę anomalii wysokości quasi-geoidy  $d\zeta$ , przy czym:

- różnicę wysokości geodezyjnych (elipsoidalnych)  $dh_{AB}^n$  wyznacza się, wykorzystując wektor przestrzenny uzyskany z pomiarów za pomocą GNSS,

- różnicę anomalii wysokości  $d\zeta_{AB}$  wyznacza się, wykorzystując obowiązujący model quasi-geoidy.

W tabeli 2 zostały podane wymagane dokładności pomiaru szczegółowej osnowy wysokościowej według wcześniejszych i obecnie obowiązujących przepisów.

## • Wyrównanie wysokościowej szczegółowej osnowy geodezyjnej

Obliczenie wysokości szczegółów terenowych w układzie wysokościowym PL-EVRF2007-NH odbywać się będzie zazwyczaj w dwóch etapach obejmujących:

- modernizację szczegółowej osnowy geodezyjnej,

- transformację wysokości punktów pomiarowej osnowy wysokościowej i szczegółów sytuacyjno-wysokościowych.

Jak wcześniej wspomniano, do wyrównania szczegółowej wysokościowej osnowy geodezyjnej 3 klasy w układzie wysoko-

ściowym PL-EVRF2007-NH kwalifikuje się tylko linie niwelacyjne spełniające wymagania dotyczące: lat wykonania pomiarów, dokładności pomiarów, długości odcinków i linii niwelacyjnych, geometrii sieci oraz typów stabilizacji znaków wysokościowych. Linie niwelacyjne niespełniające wymogów dokładnościowych podlegają pomiarowi uzupełniającemu lub w przypadku wystarczającej gęstości punktów – zakwalifikowaniu do pomiarowej osnowy wysokościowej.

Wyrównanie szczegółowej osnowy wysokościowej w układzie PL-EVRF2007-NH wykonuje się w sposób ścisły metodą najmniejszych kwadratów w nawiazaniu do punktów podstawowej osnowy wysokościowej przy założeniu bezbłędności punktów nawiazania. Średni błąd pomiaru 1 km podwójnej niwelacji po wyrównaniu nie powinien być większy niż 4 mm, a błąd wysokości punktu po wyrównaniu nie powinien przekraczać 10 mm.

Uwzględniając jednak to, że wyrównaniu podlegają obserwacje archiwalne, oraz w celu sprawdzenia poprawności punktów nawiazania wskazane byłoby wykonanie wyrównania w dwóch etapach. W pierwszym kroku wykonuje się wyrównanie swobodne (z nawiazaniem do jednego punktu) w celu wyznaczenia poprawek do przewyższeń i określenia błędów pomiaru, a także sprawdzenia, czy sieć niwelacyjna nie zawiera błędów grubych. W kolejnym kroku wykonuje się wyrównanie w układzie wysokościowym PL-EVRF2007-NH przy założeniu bezbłędności wszystkich punktów nawiazania. Jeżeli wielkości błędów i poprawek mieszczą się w dopuszczalnych granicach, proces wyrównania zostaje zakończony. Wystąpienie błędów przekraczających dopuszczalne wartości świadczy o deformacji sieci spowodowanej przez punkty nawiazania, które przyczyną mogą być błędy wysokości, błędy identyfikacji lub przemieszczenie się jednego lub kilku punktów nawiazania. Znalezienie i poprawienie (albo usunięcie) takich punktów będzie możliwe poprzez zastosowanie jednej z me-

tod wyrównania odpornych na wpływ odstających punktów nawiazania. Metody takie pozwalają na dopasowanie wyrównywanej sieci niwelacyjnej do jak największej liczby przystających punktów nawiazania w układzie PL-EVRF2007-NH.

## • Przeliczanie wysokości szczegółów terenowych

Transformację wysokości punktów pomiarowej osnowy wysokościowej i rzędnych punktów sytuacyjno-wysokościowych ze stosowanego układu wysokościowego do układu PL-EVRF2007-NH poprzedza się analizą rozkładu różnic wysokości pomiędzy obydwoma układami. W zależności od tego, czy występuje regularny rozkład różnic wysokości, czy zaburzony, dobiera się odpowiedni stopień wielomianu aproksymującego – pierwszego lub wyższych stopni.

Przybliżoną analizę różnic wysokości na obszarze danego powiatu można wykonać, wykorzystując różnice wysokości między układami wysokościowymi PL-KRON86-NH i PL-EVRF2007-NH. Wyniki takiej analizy przeprowadzonej dla obszarów powiatów: jaworskiego i przemyskiego zostały przedstawione na rys. 4 i 5.

W zależności od rozkładu różnic wysokości parametry transformacji wyznacza się wielomianem aproksymującym pierwszego lub drugiego stopnia, przy czym:

- **obliczenie parametrów transformacji wielomianem pierwszego stopnia wykonuje się dla powiatów o regularnym rozkładzie różnic między dotychczasowym układem wysokościowym i układem PL-EVRF2007-NH** – w przypadku, gdy na obszarze powiatu różnica różnic między stosowanym układem wysokościowym i układem PL-EVRF2007-NH (podwójna różnica) nie przekracza 0,02 m, można odstąpić od wyznaczania parametrów transformacji, a do przeliczenia wysokości wykorzystać średnią wartość różnicy wysokości,

- **obliczenie parametrów transformacji wielomianem aproksymującym drugiego stopnia wykonuje się dla powiatów o nieregularnym rozkładzie różnic między dotychczasowym układem wysokościowym i układem PL-EVRF2007-NH** – w przypadku występowania lokalnych zniekształceń może zająć także konieczność podziału obszaru powiatu na strefy, dla których będą wyznaczone oddzielne parametry transformacji.

Współczynniki wielomianów aproksymujących (parametry transforma-

