

Rozporządzenie
Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji
z dnia 24 marca 1999r. (Dz. U. Nr 30, poz. 297)
Wykaz standardów technicznych - poz. 5

INSTRUKCJA TECHNICZNA G-2

WYSOKOŚCIOWA OSNOWA GEODEZYJNA

WYDANIE CZWARTE

Warszawa 1988

SPIS TREŚCI

Str.

ROZDZIAŁ I	ZASADY OGÓLNE
ROZDZIAŁ II	PODSTAWOWA OSNOWA WYSOKOŚCIOWA
	- Postanowienia ogólne
	- Projekt techniczny sieci
	- Wywiad terenowy
	- Stabilizacja
	- Sprzęt pomiarowy
	- Pomiar
	- Opracowanie materiału polowego
	- Ocena dokładności i wyrównanie sieci
ROZDZIAŁ III	SZCZEGÓŁOWA OSNOWA WYSOKOŚCIOWA
	- Postanowienia ogólne
	- Opracowanie projektu sieci
	- Stabilizacja
	- Sprzęt pomiarowy
	- Pomiar
	- Opracowanie wyników pomiaru. Wyrównanie
ROZDZIAŁ IV	POSTANOWIENIA PRZEJŚCIOWE

ROZDZIAŁ I

ZASADY OGÓLNE

§ 1

Wysokościową osnowę geodezyjną stanowi usystematyzowany zbiór punktów, których wysokość w stosunku do przyjętej powierzchni odniesienia została określona, przy zastosowaniu techniki geodezyjnej.

§ 2

Ze względu na rolę i znaczenie dla opracowań geodezyjno - kartograficznych i gospodarki narodowej, osnowa wysokościowa dzieli się na osnowę podstawową, szczegółową i pomiarową.

1. Osnowę podstawową stanowią punkty wyznaczone w sieciach geodezyjnych o najwyższej dokładności, przy czym rozmieszczenie elementów tych sieci (linii niwelacyjnych) powinno być możliwe równomierne na obszarze całego kraju.
2. Osnowa szczegółowa, o niższej dokładności niż osnowa podstawowa, stanowi jej zagęszczenie, przy czym stopień zagęszczenia powinien być zróżnicowany w zależności od intensywności zagospodarowania terenu,.
3. Osnowa pomiarowa, o niższej dokładności niż osnowa szczegółowa, stanowi jej zagęszczenie. Tworzą ją - prócz punktów niwelacyjnych - również punkty osnowy poziomej, których wysokości zostały określone metodą niwelacji geometrycznej, trygonometrycznej lub tachimetrii. Dokładność, stopień zagęszczenia i sposób rozmieszczenia punktów powinny być dostosowane do konkretnych zadań geodezyjno - kartograficznych i przyjętej technologii ich realizacji.

§ 3

1. Niniejsza instrukcja zawiera przepisy techniczne i porządkowe ustalające zasady klasyfikacji, podstawowe kryteria dokładności i obligatoryjne wymagania technologiczne, obowiązujące przy zakładaniu podstawowej i szczegółowej geodezyjnej osnowy wysokościowej, zwanej dalej "osnową wysokościową". Zasady wyznaczania punktów osnowy pomiarowej ustalają instrukcje techniczne G-4 i G-3.
2. Niniejsze przepisy nie dotyczą obszarów o szczególnie intensywnych ruchach powierzchni (np. obszary kopalniane i inne), gdzie technologia pomiarów, okresowość ich powtarzania i inne elementy pomiaru i opracowania ich wyników mogą być różne od zalecanych tą instrukcją.

§ 4

Przyjmuje się następującą odpowiedniość między rodzajem osnowy, techniką jej pomiaru i klasą tego pomiaru:

Rodzaj osnowy	Technika pomiaru	Klasa
podstawowa	niwelacja precyzyjna	I II
szczegółowa	niwelacja techniczna ^{x)}	III IV
pomiarowa	niwelacja techniczna, niwelacja trygonometryczna, niwelacja tachimetryczna	

^{x)} W szczególnych przypadkach osnowa szczegółowa może być wykonana techniką pomiaru niwelacji precyzyjnej.

§ 5

Dokładność osnowy danego rodzaju i klasy charakteryzuje ogólnie średni błąd pomiaru niwelacji, po wyrównaniu (m_o).

Kryteria dopuszczalnej wielkości tego błędu są następujące:

Rodzaj osnowy	Klasa	m_o mm/km
podstawowa	I II	$\pm 1,0$ $\pm 2,0$
szczegółowa	III IV	± 4 ± 10
pomiarowa		± 20 lub $\pm 5\text{cm}$ dla m_H ^{x)}

^{x)} Dopuszczalna wartość średniego błędu wyznaczenia wysokości punktu m_H odnosi się do pozostałych technik pomiaru, poza niwelacją techniczną.
Średnie błędy osnowy (sieci) danej klasy wyznacza się przy założeniu bezbłędności punktów nawiązania.

§ 6

Osnowę wysokościową podstawową i szczegółową tworzą sieci zakładane jako jednorzędowe. Przypadki stosowania drugiego rzędu mogą być dopuszczone przy dodatkowych dogęszczeniach sieci, wykonywanych do czasu ponownego wyrównania całej sieci danej klasy w poligonie wyższej klasy.

§ 7

Sieci każdej klasy, prócz I klasy, powinny być nawiązywane wielopunktowo (minimum 3 - 4 punkty) do sieci wyższych klas, przy czym rozmieszczenie punktów nawiązania powinno być możliwie samodzielne, na obrzeżu sieci nawiązywanej.

§ 8

Wysokości punktów osnowy wysokościowej wszystkich klas odniesione są do poziomu zera mareografu w Kronsztadzie i wyznaczone w systemie wysokości normalnych. Poprawki wynikające z systemu wysokości normalnych wprowadzane są do wyników pomiarów osnowy podstawowej.

§ 9

Osnowę wysokościową tworzą sieci niwelacji, których elementami konstrukcyjnymi są:

- poligony niwelacyjne (zamknięte lub otwarte) utworzone z linii (ciągów) niwelacyjnych,
- linie (ciągi) niwelacyjne, utworzone z odcinków niwelacyjnych, łączące punkty węzłowe sieci,
- odcinki niwelacyjne, łączące dwa sąsiednie znaki wysokościowe danej linii niwelacyjnej.

§ 10

Wszystkie punkty podstawowej i szczegółowej osnowy wysokościowej powinny być stabilizowane w terenie trwałymi i stabilnymi znakami wysokościowymi, w sposób i w miejscach zapewniających ich długoletnie użytkowanie.

§ 11

Za niewłaściwą lokalizację należy uważać posadowienie znaku wysokościowego:

- a) w gruncie o nieodpowiedniej spoiistości (gliny marglowe, margle, gliny, glinki, mieszanina gliny i piasku, ziemie pochodzenia organicznego - ziemie próchnicowe i torfy oraz ily),
- b) tam, gdzie spodziewać się można występowania wysokiego poziomu wody gruntowej (powyżej głębokości 3 m),
- c) na stromym stoku (pochylenie większe niż 5 %)
- d) w pobliżu skarpy, tj. bliżej niż w odległości równej potrójnej (lub podwójnej - dla znaków niwelacji III i IV klasy) wysokości tej skarpy od jej podnóża (w przypadku osadzenia znaku poniżej skarpy) lub od górnej jej krawędzi (w przypadku osadzenia znaku ponad skarpy)
- e) w pobliżu torów kolejowych (bliżej niż 20 m. - dla znaków niwelacji I i II klasy),
- f) w koronie szosy,
- g) w pobliżu kopalń i hałd,
- h) w pobliżu dużych zakładów przemysłowych, ze względu na zmienne obciążenia statyczne i dynamiczne gruntu.

Znaki ścienne nie powinny być osadzone w ścianach budowli przed upływem 2 lat od zakończenia jej budowy, oraz w takich budowlach, których fundamenty są osadzone na głębokości mniejszej niż 1,3 m, a ściany są cieńsze niż 55 cm - w przypadku cegły, lub cieńsze niż 25 cm - w przypadku ściany z betonu zbrojonego.

Osadzona głowica reperu powinna umożliwiać ustawienie i odczytanie łąty.

§ 12

Trwale osadzone w terenie znaki wysokościowe powinny być przekazywane pod ochronę. Nie dotyczy to reperów przejściowych i roboczych.

§ 13

W osnowie wysokościowej rozróżnia się trzy zasadnicze rodzaje znaków wysokościowych:

- a) podziemne, stosowane w sieci podstawowej, w których osadzone repery - tj. właściwe punkty wysokościowe - znajdują się pod powierzchnią ziemi. Szczególnym rodzajem znaków podziemnych są tzw. znaki wiekowe, stabilizowane jako 3-punktowe grupy w sieci niwelacji I klasy,
- b) naziemne, stosowane w sieci podstawowej i szczegółowej, w których repery znajdują się nad powierzchnią ziemi, a podstawa znaku - na głębokości większej od głębokości zamarzania gruntu,

c) ścienne, stosowane w sieci podstawowej i szczegółowej, którymi są repery osadzone w ścianach budowli gwarantujących dobrą ich stabilność.

§ 14

Znaki wysokościowe osnowy podstawowej i szczegółowej powinny uzyskiwać współrzędne (x, y), jako szczegóły terenowe I grupy dokładnościowej (instrukcja techniczna O-1, rozdz. III, § 11; instrukcja techniczna G-4, rozdz. III, § 12 i 15), to jest z dokładnością ± 10 cm względem poziomej osnowy geodezyjnej. Dopuszcza się wyznaczanie współrzędnych w trakcie pomiarów sytuacyjnych.

§ 15

Dla każdego znaku powinien być sporządzony opis topograficzny umożliwiający:

- odnalezienie i zidentyfikowanie znaku,
- naniesienie punktu na mapę topograficzną (1:10 000).

§ 16

Do aktualnych pomiarów sieci, w zakresie osnów wysokościowych II, III i IV klasy, mogą być adaptowane pomiary dawne, odpowiadające pod względem charakterystyki dokładnościowej w momencie pomiaru oraz w zakresie rodzaju i lokalizacji znaków wysokościowych wymaganiom niniejszej instrukcji. Istotnym kryterium są odchyłki zamknięć poligonów utworzonych przez dawno i aktualnie pomierzone linie (kryterium jak dla aktualnego pomiaru), oraz kryterium rozbieżności wyników dawnych i aktualnych pomiarów odcinków kontrolnych ($\Delta h < 1.5 \zeta_{\text{dop.}} \sqrt{R}$).

§ 17

Stosowanie nie przewidzianych przez instrukcję struktur sieci, metod pomiaru, narzędzi i sprzętu, wynikających z postępu technicznego i technologicznego, jest dopuszczalne, pod warunkiem uzyskania określonych przez instrukcję dokładności opracowań wyników.

§ 18

Technologie stosowane przy zakładaniu osnowy wysokościowej powinny zapewniać możliwość dokonywania kontroli i samokontroli w poszczególnych etapach prac.

§ 19

1. Instrumenty i łąty niwelacyjne, używane przy pomiarze podstawowej i szczegółowej osnowy wysokościowej, powinny mieć przeprowadzone odpowiednie badania (standardowe - okresowe, doraźne) oraz posiadać właściwe dla nich aktualne świadectwo przydatności do pomiarów (metryka instrumentu, świadectwo atestacji lub komparacji).
2. Rodzaj i częstotliwość wykonywania badań podają szczegółowe przepisy, odnoszące się do określonych instrumentów i technologii pomiaru.

§ 20

Sieci niwelacyjne tworząca podstawową i szczegółową osnowę wysokościową powinny być zakładane w oparciu o zatwierdzone projekty techniczne.

§ 21

W miarę wykonywania prac związanych z założeniem i modernizacją osnowy wysokościowej, powinny być tworzone zbiory wyników pomiaru oraz przetworzonych danych geodezyjnych. Zbiory te powinny być zakładane na komputerowych nośnikach informacji, jako części składowe geodezyjnych podsystemów informatycznych, centralnego i regionalnych banków danych i podlegać stałej aktualizacji.

§ 22

Punkty osnowy wysokościowej podlegają ewidencji, którą prowadzą:

- a) centralny ośrodek dokumentacji geodezyjno - kartograficznej - w zakresie osnowy podstawowej kraju,
- b) wojewódzkie ośrodki dokumentacji geodezyjno - kartograficznej - w zakresie osnowy podstawowej i szczegółowej na obszarze województwa,
- c) rejonowe ośrodki dokumentacji geodezyjno - kartograficznej - w zakresie osnowy szczegółowej oraz zastabilizowanych punktów osnowy pomiarowej na obszarze objętym działaniem ośrodka.

§ 23

W celu utrzymania osnowy wysokościowej w stanie bieżącej gotowości użytkowej, wykonuje się okresowe przeglądy i konserwacje punktów; a także - w miarę potrzeby, podczas każdorazowego pomiaru, w zasięgu tego pomiaru.

§ 24

Aktualizacja dokumentów zasobu użytkowego powinna być wykonywana bezpośrednio po zakończeniu odnośnych robót geodezyjnych. Powinna ona obejmować zmiany, dotyczące danych geodezyjnych i innych

informacji odnoszących się do poszczególnych punktów, zaistniałe lub stwierdzone podczas pomiaru lub wykonywania przeglądu i konserwacji, a także zmiany zgłoszone przez terenowe organa służby geodezyjnej.

§ 25

Zasady kompletowania i przekazywania dokumentów powstałych w procesach wykonywanych robót geodezyjnych ustala instrukcja techniczna O-3, a zasady ich przechowywania - instrukcja techniczna O-4.

R O Z D Z I A Ł II PODSTAWOWA OSNOWA WYSOKOŚCIOWA

Postanowienia ogólne

§ 26

1. Podstawowa osnowa wysokościowa służy do wyznaczania wysokości punktów wykorzystywanych dla celów gospodarczych, obronnych i naukowo-badawczych.
2. Podstawowa osnowa wysokościowa, tj. sieć niwelacji I i II klasy, mierzona metodą niwelacji precyzyjnej, stanowi oparcie dla osnowy szczegółowej.

§ 27

Podstawowymi kryteriami dokładności pomiaru niwelacji są następujące średnie błędy:

1. Średni błąd pomiaru linii lub sekcji

$$m_1 = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[\frac{\zeta^2}{R} \right] \frac{1}{n_R}}$$

2. Średni błąd pomiaru sieci, przed wyrównaniem:

a) średni błąd przypadkowy

$$\eta = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[\frac{\zeta^2}{L} \right] - \left[\frac{R^2}{L} \right] \left[\frac{\mu^2}{L'} \right]}$$

b) średni błąd systematyczny

$$\sigma_\mu = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[\frac{1}{L} \right] \left[\frac{\mu^2}{L'} \right]}$$

c) średni błąd wyznaczony z odchyłek zamknięć poligonów

$$m_3 = \pm \sqrt{\left[\frac{\varphi^2}{F} \right] \frac{1}{n_F}}$$

3. Średni błąd sieci, po wyrównaniu

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{pv^2}{n_n}}$$

Przyjęte oznaczenia:

ζ - różnica przewyższeń wyznaczona dla odcinka z pomiarów w kierunku głównym i powrotnym, w mm,

R - długość odcinka, w km,

n_R - liczba odcinków,

L - długość linii lub sekcji, w km,

μ - różnica wysokości końcowych punktów linii prostej, tzw. linii wyrównującej, wyznaczonej jako aproksymacja wykresu wartości $[\zeta]$, dla linii, sekcji lub ich części, charakteryzującej się w przybliżeniu jednakowym wpływem błędu systematycznego, w mm,

L' - długość linii, sekcji lub ich części, odpowiadająca wyznaczonej wartości m , w km,

φ - odchyłka zamknięcia poligonu niwelacji precyzyjnej, w mm,

F - długość obwodnicy poligonu, w km,

n_F - liczba poligonów,

p - waga pomiaru linii niwelacyjnej,

v - poprawka z wyrównania do przewyższenia linii niwelacyjnej, w mm,

n_n - liczba spostrzeżeń nadliczbowych.

Powyższe oznaczenia stosowane są w całym tekście niniejszej instrukcji.

Wyżej wymienione średnie błędy nie powinny przekraczać następujących wartości:

Średnie błędy	Wartości dopuszczalne, w mm/km	
	I klasa	II klasa
m_1	± 0.40	± 0.50
η	± 0.40	± 0.50 ^{x)}
σ	± 0.10	± 0.20 ^{x)}
m_3	± 1.00	± 1.50
m_0	± 1.00	± 2.00

^{x)} W wypadku sieci II klasy na obszarze intensywnie zagospodarowanym (o krótszych liniach) kryterium błędu η i σ przestaje być obowiązujące.

§ 28

1. Sieć niwelacji I klasy tworzą linie sieci międzynarodowej (JWSN - Jednolita Wysokodokładna Sieć Niwelacyjna) oraz linie jej dogęszczenia o przeciętnej długości ok. 50 km i maksymalnej długości 90 km. Linie mogą być dzielone na sekcje, mierzone przez jeden zespół.
2. Sieć niwelacji II klasy tworzą linie nowo mierzone lub adaptowane o przeciętnej długości ok. 25 km i maksymalnej długości 35 km, a na terenach intensywnie zagospodarowanych o przeciętnej długości ok. 8 km i maksymalnej długości 12 km.
3. Długości odcinków niwelacji I i II klasy powinny wynosić:
 - na terenach intensywnie zagospodarowanych od 0,5 do 1 km,
 - na pozostałych terenach nie powinny być większe niż 3 km w przypadku znaków istniejących, a 2 km - w przypadku osadzania nowych znaków.

§ 29

1. Na liniach niwelacji I klasy wchodzących do sieci międzynarodowej, (JWSN) adaptowane zostają znaki wiekowe, podziemne, naziemne i ściennie uprzednio zastabilizowane, a należące do dawnych sieci niwelacji precyzyjnej.
2. Dla wszystkich pozostałych linii sieci niwelacji I i II klasy - nie wchodzących do JWSN - przyjmuje się ogólną zasadę adaptowania na punktach nawiązania, węzłowych i na punktach końcowych odcinków, zastabilizowanych podziemnych, naziemnych lub ściennych znaków niwelacji precyzyjnej. W przypadku ich braku zakładać należy wyłącznie repery ściennie, a gdzie to nie jest możliwe - znaki naziemne.
3. Nowe punkty węzłowe, z dala od możliwych do wykorzystania budowli, należy stabilizować znakami podziemnymi.
4. Ze względu na płytką stabilizację (głębokość posadowienia ok. 65 cm) nie zostają adaptowane dawne znaki - kamienie niwelacyjne z numerowanym bolcem. Znaki te powinny być pomierzone lecz nie wliczane do zagęszczenia punktów na linii (§ 28, p.3).

§ 30

1. Do wyników pomiarów niwelacji I klasy wprowadzane są następujące poprawki: poprawka łat, termiczna, ze względu na dobowe zmiany kierunku linii pionu spowodowane przez Księżyc i Słońce oraz oba człony poprawki normalne, tj. poprawki ze względu na nierównoległość powierzchni ekwipotencjalnych.
2. Do wyników niwelacji II klasy wprowadza się: poprawkę łat, termiczną i normalną, przy czym:
 - a) w przypadku adaptacji dawnych pomiarów, poprawka termiczna może nie być wyznaczona, jeśli brak jest danych wyjściowych dla jej wyznaczenia,
 - b) w uzasadnionych technicznie przypadkach w terenach nizinnych może nie być wprowadzany II człon poprawki normalnej.

Projekt techniczny sieci

§ 31

1. Projekt techniczny sieci I klasy powinien być opracowany dla całego obszaru państwa i zawierać przyjęte założenia oraz przedstawiać ogólny przebieg linii wraz z omówieniem.
2. Projekty techniczne sieci niwelacji II klasy powinny w zasadzie obejmować obszar poszczególnych poligonów niwelacji I klasy i zawierać linie projektowane do pomiaru i linie przewidziane do adaptacji z dotychczasowej państwowej sieci niwelacji precyzyjnej i sieci lokalnego znaczenia.

§ 32

Dokumentacja projektu sieci powinna zawierać następujące dane:

- rejony osadzenia znaków wiekowych.
- położenie punktów węzłowych,

- podział sieci na poligony,
- linie dograniczne i do mareografów,
- materiały analizy sieci istniejących pod kątem ew. adaptacji stabilizacji, pomiarów lub też obliczeń,
- mapy robocze, topograficzne, z projektem sieci,
- zestawienie punktów nawiazania,
- zestawienie długości poligonów i linii, z podziałem na linie istniejące lub nowo projektowane,
- opisy topograficzne i adresy punktów istniejących, leżących wzdłuż projektowanych linii niwelacyjnych,

§ 33

Projekt techniczny powinien zawierać:

- szkic projektu sieci,
- opis techniczny projektu, z uzasadnieniem projektu,
- protokół kontroli technicznej.

Wywiad terenowy

§ 34

Zadaniem wywiadu terenowego jest: sprawdzenie w terenie projektu technicznego, ocena znaków istniejących, ustalenie lokalizacji nowych znaków, a więc ostateczne opracowania projektu sieci, realizowanego następnie przez zespoły stabilizacyjne i pomiarowe. Prócz tego do zadań wywiadu powinny wejść w określonym zakresie czynności związane z inwentaryzacją, przeglądem terenowym oraz z konserwacją znaków (§ 23).

§ 35

1. Do zadań wywiadu terenowego, w odniesieniu do linii lub jej fragmentu, wchodzi:
 - w przypadku przewidzianej przez projekt techniczny adaptacji - sprawdzenie celowości tej adaptacji, biorąc pod uwagę możliwość poprawienia przebiegu trasy oraz odpowiedniość lokalizacji i rodzajów istniejących znaków,
 - w przypadku nowej trasy - zaprojektowanie jej, wraz z ustaleniem lokalizacji i rodzajów znaków.
2. Do zadań wywiadu terenowego, w przypadku adaptowania znaku istniejącego, należy m.in.:
 - stwierdzenie jakości stanu znaku,
 - dokonanie oceny lokalizacji znaku,
 - aktualizacja lub sporządzenie opisu topograficznego,
 - oznaczenie lokalizacji na mapie.
3. Do zadań wywiadu, w przypadku osadzania nowego znaku, należy m.in.:
 - oznakowanie miejsca osadzenia,
 - sporządzenie wstępnego szkicu sytuacyjnego z opisem i pomiarami,
 - oznaczenie lokalizacji na mapie.

§ 36

Wynikiem prac wywiadu terenowego powinna być dokumentacja zawierająca:

- ogólny szkic sieci na mapie w odpowiedniej skali,
- mapy robocze z naniesionymi punktami istniejącymi i zaprojektowanymi, na liniach głównych i ciągach bocznych,
- uaktualnione opisy topograficzne punktów,
- opis techniczny prac wywiadu terenowego,
- wykazy znaków (przyjętych istniejących, projektowanych, do renowacji, nie przyjętych do sieci),
- protokół kontroli technicznej.

§ 37

W przypadku istotnych zmian w projekcie, powstałych w wyniku wywiadu terenowego, tj. zmian przebiegu linii niwelacyjnych i układu geometrycznego sieci, zmiany te należy uzgodnić z jednostką zatwierdzającą projekt.

Stabilizacja

§ 38

Na podstawie projektu technicznego i prac wywiadu terenowego wykonywana jest stabilizacja nowych punktów wysokościowych, znakami podziemnymi, naziemnymi i ściennymi oraz sporządzane są opisy topograficzne tych punktów,

§ 39

Znaki podziemne i naziemne powinny być osadzone co najmniej na 6 miesięcy przed rozpoczęciem pomiaru niwelacji, najlepiej w roku poprzedzającym pomiar.

§ 40

Sposób przygotowania betonu na podstawie znaku podziemnego i naziemnego, sposób wykonania tej podstawy i osadzenia w niej słupa jest omówiony w odrębnych przepisach,

§ 41

Przy osadzaniu reperu (części metalowej) w słupie znaku podziemnego lub naziemnego, czy też jako znaku ściennego, stosuje się zaprawę cementową, w której ilość cementu do gruboziarnistego piasku, w stosunku objętościowym, ma się jak 1:2.

§ 42

Każdy osadzany znak powinien posiadać indywidualny numer, według ustalonego systemu numerowania, odlany lub wygrawerowany na głowicy reperu.

§ 43

Wyniki prac zestawiane są dla poszczególnych linii lub sekcji i dokumentowane przez:

- opisy topograficzne punktów,
- uzupełnione wykazy znaków i projekty wykonawcze na mapach,
- dokumenty przekazania znaków pod ochronę,
- zestawienia osadzonych znaków różnych rodzajów.

Sprzęt pomiarowy

§ 44

Zespoły pomiarowe powinny być wyposażone w sprzęt techniczny (zasadniczy i pomocniczy) zabezpieczający możliwość osiągnięcia wysokiej jakości pomiaru.

Do sprzętu zasadniczego zalicza się: niwelator precyzyjny ze statywem, łąty inwarowe oraz kliny stalowe i żabki.

§ 45

Samopoziomujący lub libelowy niwelator precyzyjny powinien posiadać:

- powiększenie lunety $\geq 40 \times$ dla I klasy i $\geq 30 \times$ dla II klasy,
- możliwość poziomowania osi celowej lunety ze średnim błędem przypadkowym $\leq 0,2''$.
- system odczytowy umożliwiający odczyt na łacie ze średnim błędem $< 0,05 \text{ mm}$,
- siatkę kresek umożliwiającą koincydencyjny i bisekcyjny sposób odczytywania łąty,
- dalmierz optyczny.

§ 46

Używany do pomiaru niwelator, w tym także egzemplarz nowy, powinien przed sezonem pomiarowym być poddany laboratoryjnym badaniom standardowym (dla atestacji) według ustalonego programu, otrzymując kwalifikację do określonej klasy niwelacji. Wyniki badań powinny być wpisywane do metryki instrumentu.

§ 47

Statyw niwelatora powinien być sztywny i umożliwiać obserwacje przy wysokości okularu niwelatora przynajmniej ok. 1,6 m nad powierzchnią terenu.

§ 48

Stosowana przy pomiarze para łąt do niwelacji precyzyjnej powinna posiadać taśmy inwarowe z podwójnym podziałem (zasadniczy i kontrolny) oraz libele sferyczne o przewodzie nie większej niż $20'$.

§ 49

Dla wyznaczenia długości średniego metra łąty, powinna ona być laboratoryjnie komparowana, przed i po sezonie pomiarowym.

Poprawka komparacyjna łąty powinna być wyznaczona ze średnim błędem $\leq 0,015 \text{ mm/m}$. Łata powinna mieć wyznaczony współczynnik rozszerzalności liniowej i być zakwalifikowana do określonej klasy niwelacji. Wyniki komparacji łąty powinny być wpisane do świadectwa komparacji.

§ 50

Komplet stalowych klinów dla ustawiania łąt powinien składać się z klinów do podłoża miękkiego, średniego i twardego. Kliny powinny mieć górną powierzchnię sferyczną.

§ 51

Używany w terenie sprzęt techniczny musi być sprawdzony, zrektyfikowany, zabezpieczony przed zniszczeniem lub uszkodzeniem i odpowiednio konserwowany.

§ 52

Sprawdzenie i rektyfikacja sprzętu powinny być przeprowadzane przed wyjazdem w teren, a w czasie pomiarów co 2 tygodnie.

§ 53

Sprawdzeniu i ewentualnej rektyfikacji podlegają:

1. pionowość siatki kresek niwelatora,
2. libela na łącie,
3. równoległość osi celowej do osi libeli niwelatora (w niwelatorze libelowym) lub systematyczny błąd poziomowania osi celowej (w niwelatorze samopoziomującym),
4. libela pomocnicza niwelatora,
5. stopka łąty.

§ 54

Codziennie przed pomiarem należy sprawdzić elementy podane w § 53, p. 2) i 3) oraz:

- sprawność działania wszystkich śrub i pokręteł niwelatora i statywu,
- powierzchnie sferyczne klinów,
- naciąg taśmy inwarowej łąt.

Pomiar

§ 55

Pomiar niwelacji precyzyjnej, a szczególnie pomiar niwelacji I klasy, powinien być wykonywany w odpowiednich warunkach atmosferycznych (temperatura od 0°C do +25°C, wiatr o prędkości mniejszej niż 6 m/s), przy dobrej widoczności spokojnego obrazu podziału łąt, po gruncie lub nawierzchni zapewniających stabilność statywu i łąt.

§ 56

1. Pomiar odcinka niwelacji polega na określeniu przewyższenia między dwoma reperami, stanowiącymi jego punkty końcowe. Jako punkty wiążące służą trzpienie klinów wbitych w ziemię (w wyjątkowych przypadkach - żabek), na których stawiane są łąty. Pomiar przewyższenia między kolejnymi, sąsiednimi punktami wiążącymi odpowiada jednemu stanowisku niwelacyjnemu.
2. Każdy odcinek mierzony jest dwukrotnie - w kierunku głównym (" tam ") i powrotnym (" z powrotem "). Pomiaru te powinny być wykonywane w różnych dniach, a należy też dążyć by w różnych porach dnia.

§ 57

Na danym stanowisku niwelacyjnym (w skrócie zwanym stanowiskiem), łąta stojąca - w stosunku do obserwatora - w kierunku zgodnym z kierunkiem pomiaru nosi nazwę łąty "w przód", a druga - łąty "wstecz". Ta sama łąta będąca na danym stanowisku łątą "w przód", na następnym powinna być łątą "wstecz" (i odwrotnie).

§ 58

Każdy odcinek powinien się składać z parzystej liczby stanowisk, tak by łąta wyjściowa - stawiana na reperze początkowym - była też obserwowana na reperze końcowym danego odcinka. Przy pomiarze odcinka w dwu kierunkach, łąty wyjściowe powinny być różne.

§ 59

1. Na kolejnych stanowiskach nogi statywu powinny być ustawiane w sposób przemienny (obrót o 180°).
2. Kliny powinny być osadzone co najmniej na 5 minut przed pomiarem danego stanowiska.
3. Długość celowej, tj. odległość od instrumentu do łąty, powinna być w zasadzie zawarta dla niwelacji I klasy w granicach od 8 do 35 m, a dla niwelacji II klasy - do 40 m. W warunkach terenu górzystego celowe nie mogą być krótsze od 5 m.
4. Różnica długości celowych na danym stanowisku nie może być większa niż 0,4 m dla niwelacji I klasy, oraz 0,5 m dla niwelacji II klasy.
5. Linia celowa powinna przebiegać na wysokości ok. 1,5 m nad powierzchnią terenu. W terenach falistych - minimum 0,8 m. Celowa nie powinna przebiegać blisko obiektów wydzielających ciepło (refrakcja, wibracja).

§ 60

Na każdym stanowisku przewyższenie powinno być wyznaczane dwukrotnie, korzystając z dwu podziałów łań.

§ 61

Na początku i końcu pomiaru odcinka, oraz w przypadku przerw w jego pomiarze, należy notować czas (godziny i minuty). Na pierwszym, a następnie na co czwartym stanowisku należy notować temperaturę powietrza. Dla niwelacji I klasy zaleca się jednocześnie wykonywać pomiar temperatury taśm łań.

§ 62

1. Różnica (s) między stałą łań teoretyczną i zaobserwowaną na stanowisku nie powinna być większa niż:

dla długości celowej	≤ 20 m	> 20 m
Wartość s I kl	0.12 mm	0.16 mm
Wartość s II kl	0.14 mm	0.20 mm

2. Różnica (n) między dwoma wyznaczeniami przewyższenia na stanowisku nie powinna być większa niż:

dla długości celowej	≤ 20 m	> 20 m
Wartość n I kl	0.16 mm	0.20 mm
Wartość n II kl	0.18 mm	0.24 mm

§ 63

Różnica (ζ) wyników dwukrotnego pomiaru odcinka niwelacyjnego, obliczona z pomiarów w kierunku głównym i powrotnym, nie powinna być większa niż:

klasa	I	II
ζ	$1.2 \sqrt{R}$ mm	$1.5 \sqrt{R}$ mm

§ 64

Suma różnic wyników dwukrotnych pomiarów odcinków ($\lambda = [\zeta]$), obliczona dla odcinków całej sekcji lub linii, nie powinna być większa niż:

klasa	I	II
$\lambda = [\zeta]$	$2.25 \sqrt{L}$ mm	$3 \sqrt{L}$ mm

§ 65

Odchyłka zamknięcia φ poligonu niwelacji I i II klasy, wyznaczona z wartości pomierzonych, powinna spełniać kryterium:

$$\varphi \leq 2 \sqrt{F} \text{ mm}$$

Dla poligonów rozwartych II klasy kryterium to wynosi:

$$\varphi \leq 3 \sqrt{F} \text{ mm}$$

§ 66

Dla każdej linii i sekcji kompletuje się dokumentację, zawierającą

- dzienniki polowe,
- wykaz znaków wysokościowych (ze współrzędnymi punktów: x, y),
- opisy topograficzne punktów,
- obliczenia polowe,
- sprawozdanie techniczne.

Opracowanie materiału polowego

§ 67

Na opracowanie materiału polowego składa się:

- opracowanie i analiza dokonywane przez obserwatora w trakcie pomiaru linii lub sekcji,
- opracowanie kameralne, obejmujące sprawdzenie obliczeń polowych, przygotowanie materiału do wyrównania i ocenę dokładności przed wyrównaniem.

§ 68

Wszystkie prace obliczeniowe wykonywane są niezależnie przez dwóch wykonawców. W przypadku obliczeń na EMC, przy stosowaniu sprawdzonego programu, dwukrotnemu niezależnemu obliczeniu podlegają tylko dane wyjściowe.

§ 69

Dane wyjściowe dla wyznaczenia poszczególnych poprawek niwelacyjnych do przewyższenia odcinka są następujące:

- a) dla poprawki z komparacji: wyniki przed i posezonowej komparacji łąt,
- b) dla poprawki termicznej: średnie temperatury powietrza i taśm łąt dla pomiaru odcinka w obu kierunkach, współczynnik termicznej rozszerzalności liniowej taśm łąt,
- c) dla poprawki ze względu na dobowe zmiany kierunku linii pionu spowodowane przez Księżyc i Słońce: długość i azymut odcinka, współrzędne geograficzne (φ, λ), czas rozpoczęcia i zakończenia pomiaru (dla pomiaru w obu kierunkach),
- d) dla poprawki normalnej: I człon - przybliżone wartości średnich wysokości odcinka, II człon - anomalie Faye'a.

§ 70

Odchyłka zamknięcia (φ) poligonu niwelacji I i II klasy, wyznaczona z przewyższeń po wprowadzeniu wszystkich przewidzianych poprawek, powinna spełniać kryterium:

$$\varphi \leq 1.8 \sqrt{F} \text{ mm}$$

Dla poligonów rozwartych II klasy kryterium to wynosi:

$$\varphi \leq 2.7 \sqrt{F} \text{ mm}$$

§ 71

Dla każdej sekcji i linii powinny być wyznaczane następujące średnie błędy: m_1 , σ i η oraz wykonany wykres wartości [ζ].

§ 72

Dokładność obliczeń i zapisu wartości przewyższeń i poprawek niwelacyjnych powinno wynosić 0,01 mm, a wyznaczanych średnich błędów 0,001 mm.

Ocena dokładności i wyrównanie sieci

§ 73

Dla całej sieci niwelacji I klasy, a także dla poszczególnych fragmentów sieci niwelacji II klasy w ramach poligonów niwelacji I klasy, dla oceny dokładności sieci powinny być stosowane wzory na średnie błędy: m_1 , m_3 , σ i η , a po wyrównaniu - wzór na m_0 (§ 27, p. 1 ÷ 3).

§ 74

Sieci niwelacji I i II klasy powinny być wyrównywane metodą ścisłą, przy zachowaniu warunku $[pv^2] = \min$. Wagi (p) wyników pomiaru poszczególnych linii powinny być odwrotnie proporcjonalne do kwadratu średniego błędu ich pomiaru, lub - przy podobnych wartościach średniego błędu 1 km linii - odwrotnie proporcjonalne do ich długości.

§ 75

Ostatecznym wynikiem niwelacji są wysokości wszystkich punktów mierzonej sieci zestawione jako dane katalogowe i podane z dokładnością do 0,1 mm oraz dane przygotowane dla podsystemów informatycznych.

§ 76

Końcowe sprawozdanie techniczne całości prac powinno zawierać m.in.:

- a) ogólną charakterystykę prac polowych,
- b) charakterystykę dokładnościową materiału niwelacji przed wyrównaniem (ew. adaptacje),
- c) charakterystykę wyrównania sieci,
- d) dane ilościowe odnośnie znaków wysokościowych,
- e) stwierdzenie czy przebieg prac był zgodny z warunkami technicznymi.

§ 77

Dokumentacja prac obliczeniowych zawiera:

- a) wytyczne odnośnie przeprowadzenia prac,
- b) szkic sieci,

- c) część obliczeniową,
- d) katalog wysokości punktów (ze współrzędnymi punktów: x, y),
- e) sprawozdanie techniczne,
- f) protokoły kontroli technicznej.

R O Z D Z I A Ł I I I
SZCZEGÓŁOWA OSNOWA WYSOKOŚCIOWA
Postanowienia ogólne

§ 78

Szczegółowa osnowa wysokościowa, tj. sieć niwelacji III i IV klasy, mierzona metodą niwelacji technicznej, stanowi oparcie dla osnowy pomiarowej i służy do wyznaczenia wysokości punktów wykorzystywanych dla celów gospodarczych i obronnych.

§ 79

Podstawowymi kryteriami dokładności pomiaru niwelacji są następujące średnie błędy:

1. Średni błąd pomiaru linii (ciągu)

$$m_1 = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left[\frac{\zeta^2}{R} \right] \frac{1}{n_R}}$$

2. Średni błąd pomiaru sieci, przed wyrównaniem, wyznaczony z odchyłek zamknięć poligonów

$$m_3 = \pm \sqrt{\left[\frac{f^2}{F} \right] \frac{1}{n_F}}$$

3. Średni błąd sieci, po wyrównaniu

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[pv^2]}{n_n}}$$

Oznaczenia przyjęte, jak w § 27, a ponadto f oznacza odchyłkę zamknięcia poligonu niwelacji technicznej, w mm.

Wyżej wymienione średnie błędy nie powinny przekraczać następujących wartości:

Średnie błędy	Wartości dopuszczalne, w mm/km	
	III klasa	IV klasa
m_1	± 2.5	± 6.0
m_3	± 3.5	± 8.0
m_0	± 4.0	± 10.0

§ 80

1. Sieci niwelacji III i IV klasy utworzone są z linii (ciągów) zagęszczających poszczególne poligony niwelacji II klasy, powstałych z nowych pomiarów lub adaptowanych pomiarów dawnych (sieci niwelacji państwowej i lokalnego znaczenia), o dopuszczalnej długości do 18 km, a na obszarach intensywnie zagospodarowanych do 6 km.
2. Dopuszczalne długości odcinków niwelacji III i IV klasy wynoszą:
 - dla pomiarów nowych do 1,5 km, w tym na obszarze intensywnie zagospodarowanym do 1 km,
 - dla pomiarów adaptacyjnych do 5 km w tym na obszarze intensywnie zagospodarowanym do 2 km.

§ 81

W sieci osnowy szczegółowej stosowane są naziemne i ścienne znaki wysokościowe (§ 13).

§ 82

Dla linii osnowy szczegółowej obu klas przyjmuje się ogólną zasadę adaptacji dotychczas osadzonych tam znaków, jeśli odpowiadają one zasadniczym cechom i wymogom podanym w § 10 i 11. Podstawa znaku naziemnego powinna być osadzana na głębokości nie mniejszej niż 130 cm, Przynajmniej do tej głębokości powinny też sięgać fundamenty budowli w których osadzone są znaki ścienne.

§ 83

Do wyników pomiarów niwelacji wprowadza się poprawkę łąt ze względu na długość średniego metra pary łąt stosowanej przy pomiarze, jeśli poprawka ta jest większa niż 0,25 mm/m przy pomiarze niwelacji III klasy i 0,35 mm/m przy pomiarze niwelacji IV klasy.

Opracowanie projektu sieci

§ 84

Projekt sieci powinien być w zasadzie opracowywany dla obszarów odpowiadających poligonom niwelacji wyższej klasy i zawierać linie przewidziane do pomiaru i adaptacji oraz punkty nawiązania.

§ 85

Dokumentacja projektu sieci obejmuje m.in.:

- materiały analizy dotychczasowych pomiarów (rodzaj znaków, dokładność pomiaru, sposób opracowania) i wnioski,
- wyniki wywiadu w terenie, w celu ustalenia stanu punktów, aktualizacji i opisów i potrzeb w zakresie stabilizacji,
- istniejącą osnowę wysokościową i usytuowanie linii (ciągów) i węzłów sieci projektowanej do pomiaru lub adaptacji oraz punktów na linii i punktów nawiązania, na mapie topograficznej w skali 1:10 000 lub 1:5 000,
- zestawie długości linii (ciągów),
- opisy topograficzne i adresy punktów nawiązań oraz punktów wzdłuż linii niwelacyjnych projektowanej sieci.

§ 86

Projekt sieci niwelacji powinien zawierać:

- szkic sieci,
- opis techniczny uzasadniający projekt,
- wykazy znaków (przyjęte, do renowacji, nie przyjęte, projektowane),
- protokół kontroli technicznej.

Stabilizacja

§ 87

Wymagania odnośnie czynności związanych z osadzaniem znaków wysokościowej osnowy szczegółowej są analogiczne jak dla wysokościowej osnowy podstawowej. Z tym jednak, że znaki naziemne osnowy szczegółowej powinny być osadzone co najmniej na 3-miesiące przed rozpoczęciem pomiaru niwelacji.

Sprzęt pomiarowy

§ 88

Zasadniczy sprzęt pomiarowy służący do niwelacji III i IV klasy powinien składać się z:

- niwelatora technicznego, samopoziomującego lub libelowego, o powiększeniu lunety $\geq 24 \times$, średnim błędzie przypadkowym poziomowania osi celowej $\leq 0,8''$, posiadającego dalmierz optyczny,
- statywu odpowiadającego danemu typowi niwelatora,
- dwu łąt 3-metrowych nie składanych o dwu podziałach centymetrowych (rewersyjne, dwustronne) o dopuszczalnym błędzie poszczególnych działek łąty nie większym niż 0,2 mm dla niwelacji III klasy i 0,3 mm dla niwelacji IV klasy. Dopuszczalne jest użycie łąt 3-metrowych nie składanych o jednostronnym podziale, pod warunkiem że pomiar niwelacji na stanowisku wykonany będzie dwukrotnie, przy zmianie wysokości instrumentu,
- żabek jednotrzpieniowych, o wadze ok. 5 kg.

§ 89

Przed rozpoczęciem pomiarów sprzęt należy dokładnie sprawdzić i zrektyfikować. Powinien on być też sprawdzany i rektyfikowany okresowo w czasie prac polowych. Łaty niwelacyjne powinny przynajmniej raz mieć wyznaczone poprawki do długości średniego metra, w oparciu o porównanie z jednometrowym metalowym kontrolnym przymiarem liniowym.

Poprawka łąty powinna być wyznaczona ze średnim błędem $\leq 0,15$ mm/m dla łąty do niwelacji III klasy i $\leq 0,20$ mm/m dla łąty o niwelacji IV klasy. Łaty powinny też mieć wyznaczony błąd miejsca zera.

Pomiar

§ 90

Pomiar niwelacji technicznej powinien być wykonywany w odpowiednich warunkach atmosferycznych, przy dobrej widoczności spokojnego obrazu podziału łąt, po gruncie lub nawierzchni zapewniających stabilność statywu i łąt.

§ 91

1. Pomiar odcinka niwelacji polega na określeniu przewyższenia między dwoma reperami, stanowiącymi jego punkty końcowe. Jako punkty wiążące służą trzpienie żabek, na których stawiane są łąty. Pomiar przewyższenia między kolejnymi punktami wiążącymi odpowiada jednemu stanowisku niwelacyjnemu.
2. Każdy odcinek mierzony jest dwukrotnie w kierunku głównym i powrotnym.

§ 92

Liczba stanowisk na odcinku powinna być parzysta, aby na obu punktach końcowych stawiana była ta sama łąta. Pomiar odcinka w dwu kierunkach powinien się zaczynać od obserwacji na innej łącie,

§ 93

1. Długość celowej na stanowisku nie powinna przekraczać 50 m. W szczególnych warunkach terenowych (np. przejścia przez rzekę) lub przy szczególnie dobrych warunkach obserwacyjnych (np. przy powiększeniu lunety niwelatora $\geq 30 \times$) maksymalna długość celowej może wynosić 75 m.
2. Różnica długości celowych na danym stanowisku nie może być większa niż 0,8 m.
3. Linia celowa powinna przebiegać minimum na wysokości 1 m nad powierzchnią terenu, a w terenie falistym - minimum 0,6 m.

§ 94

Pomiar przewyższenia na stanowisku należy wykonać dwukrotnie, obserwując oba podziały łąt rewersyjnych lub - przy łątach o jednym podziale - zmieniając ustawienie instrumentu.

§ 95

Różnica (n) między dwoma wyznaczeniami przewyższenia na stanowisku nie powinna być większa niż:

klasa	III	IV
n	2 mm	3 mm

§ 96

Różnica (ζ) wyników dwukrotnego pomiaru odcinka niwelacyjnego (R), obliczona z pomiarów w kierunku głównym i powrotnym nie powinna być większa niż:

klasa	III	IV
ζ	$6\sqrt{R}$ mm	$12\sqrt{R}$ mm

§ 97

Odchyłka zamknięcia (f) poligonu, wyznaczona z wartości pomierzonych, nie powinna być większa, niż:

klasa	III	IV
f	$6\sqrt{F}$ mm	$12\sqrt{F}$ mm

§ 98

Odchyłka nawiązania (f_i) linii (ciągów) do punktów wyższych klas nie powinna być większa niż:

klasa	III	IV
f_i	$4\sqrt{L}$ mm	$10\sqrt{L}$ mm

Opracowanie wyników pomiaru. Wyrównanie.

§ 99

Przed wyrównaniem sieci linii (ciągów) danej klasy należy wykonać obliczenia wstępne, na które składają się:

- sprawdzenie obliczeń polowych,
- obliczenie przewyższeń odcinków i linii,
- ewentualne wprowadzenie poprawek łąt (§ 83).

§ 100

Dokładność zapisu wartości przewyższeń, poprawek i średnich błędów pomiaru niwelacji powinna wynosić 0,1 mm.

§ 101

Sieci niwelacji III i IV klasy powinny być wyrównywane metodą ścisłą (§ 74), a ostateczne wartości katalogowe wysokości punktów podane z dokładnością do 1 mm dla niwelacji III klasy i z dokładnością do 1 cm dla niwelacji IV klasy.

§ 102

Dokumentacja prac obliczeniowych i sprawozdanie techniczne dla sieci szczegółowych powinno zawierać te same elementy jak dla sieci podstawowych (§§ 76, 77).

ROZDZIAŁ IV POSTANOWIENIA PRZEJŚCIOWE

§ 103

1. W okresie, w którym korzysta się z wysokości punktów wyznaczonych i sklasyfikowanych według uprzednio obowiązujących przepisów technicznych przyjmuje się:
 - 1) jako równorzędne punktom osnowy II klasy - następujące punkty sieci niwelacyjnych, charakteryzujących się średnim błędem pomiaru niwelacji po wyrównaniu nie większym od 2,5 mm/km: niwelacji państwowej 2 klasy 1-ej i 2-ej kategorii oraz niwelacji lokalnego znaczenia I i II klasy ,
 - 2) jako równorzędne punktom osnowy III klasy - następujące punkty sieci niwelacyjnych, charakteryzujących się średnim błędem pomiaru niwelacji po wyrównaniu nie większym od 4 mm/km: niwelacji państwowej 3 klasy i niwelacji lokalnego znaczenia III klasy.
 - 3) jako równorzędne punktom osnowy IV klasy - następujące punkty sieci niwelacyjnych, charakteryzujących się średnim błędem pomiaru niwelacji po wyrównaniu nie większym od 10 mm/km: niwelacji państwowej 4 klasy i niwelacji lokalnego znaczenia IV klasy.
 - 4) jako punkty nawiązania nowozakładanych sieci niwelacji II , III , IV klasy - punkty osnów wyższych klas oraz punkty przyjęte jako równorzędne punktom zakładanej sieci (pkt. 1, 2 i 3).
2. Przy pracach wynikających z postanowień ust. 1 nie mają zastosowania przepisy dotyczące długości linii (ciągów) oraz rzędów wyrównania, o których mowa w § 6, § 28 ust.2 i § 80 ust. 1.

§ 104

Po zmodernizowaniu sieci niwelacji I klasy i uzyskaniu ostatecznych wysokości punktów, należy sukcesywnie wyrównać dotychczasowe sieci niwelacyjne zaliczane do II, III i IV klasy oraz ostatecznie sklasyfikować punkty tych sieci.