

**Standard techniczny określający
zasady i dokładności pomiarów
geodezyjnych dla zakładania
wielofunkcyjnych znaków regulacji
osi toru Ig-7**

Warszawa, 2018

Załącznik do zarządzenia Nr 27/2012 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 19 listopada 2012 r.
zmieniony Uchwałą Nr 281/2018 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 16 kwietnia 2018 r.

Regulacja wewnętrzna spełnia wymagania określone w ustawie z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz. U. z 2007 r. Nr 16 poz. 94 z późn. zm.) w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa ruchu kolejowego

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Centrala Biuro Nieruchomości i Geodezji Kolejowej

ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa

(22) 473-20-68

www.plk-sa.pl, e-mail: igk@plk-sa.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja w celach komercyjnych, całości lub części przepisu, bez uprzedniej zgody PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. są zabronione

SPIS TREŚCI

Standard techniczny określający zasady i dokładności pomiarów geodezyjnych dla zakładania wielofunkcyjnych znaków regulacji osi toru Ig-7	1
§ 1. Słowniczek użytych pojęć	4
§ 2. Przepisy ogólne	5
§ 3. Znak regulacji osi toru.....	6
§ 4. Kolejowa podstawowa pozioma osnowa geodezyjna.....	7
§ 5. Kolejowa szczegółowa pozioma osnowa geodezyjna	8
§ 6. Kolejowa wysokościowa osnowa geodezyjna	10
§ 7. Pomiar z wykorzystaniem kolejowej osnowy geodezyjnej	10
§ 8. Odstępstwa od standardu	12

§ 1. Słowniczek użytych pojęć

Ilekcioć w standardzie jest mowa o:

1. Systemie ASG-EUPOS - rozumie się przez to uruchomioną w 2008 r. ogólnopolską sieć stacji referencyjnych zarządzanych przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii będących realizacją aktualnie obowiązującego geodezyjnego układu odniesienia;
2. GNSS - rozumie się przez to ogólnosiwiatowy system nawigacji (Global Navigation Satellite System);
3. Kronsztadt'86 - rozumie się przez to geodezyjny układ wysokościowy PL-KRON86-NH wprowadzony Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. 2012 poz. 1247);
4. PUWG2000 - rozumie się przez to układ współrzędnych prostokątnych płaskich wprowadzony rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 8 sierpnia 2000 r. (Dz. U. z 2000 r. Nr 70, poz. 821, załącznik 3);
5. Wytycznych Ig-6 - rozumie się przez to wytyczne dla osadzania znaków regulacji osi toru na konstrukcjach wsporczych (słupach) sieci trakcyjnej, wprowadzone do stosowania zarządzeniem nr 24/2011 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 18 lipca 2011 r.
6. Kolejowej osnowie geodezyjnej - rozumie się przez to usystematyzowany zbiór punktów geodezyjnych, dla których określono matematycznie ich wzajemne położenie i dokładność usytuowania; punkty kolejowej osnowy geodezyjnej stanowią nawiązanie dla wszystkich prac geodezyjnych na obszarach kolejowych;
7. Znakach (punktach) geodezyjnych - rozumie się przez to znaki z trwałego materiału, dla których określono współrzędne płaskie i wysokości w aktualnie obowiązującym geodezyjnym układzie odniesienia;
8. Regulacji osi toru - rozumie się przez to:
 - określenie nowych parametrów układu geometrycznego istniejącego toru (projektowanie);
 - wykonanie prac związanych z realizacją projektu układu geometrycznego (np. przy użyciu maszyn torowych - podbijarek);
9. Profilu podłużnym - rozumie się przez to pionowy przekrój linii kolejowej wzdłuż osi zawierający szczegóły wysokościowe i sytuacyjne usytuowane na linii kolejowej.

10. Znak regulacji osi toru - rozumie się przez to element wykonany z trwałych materiałów, osadzony w sposób trwały i stabilny na słupie trakcyjnym, służący do określenia położenia toru w płaszczyźnie poziomej i pionowej;
11. Kolejowej osnowie specjalnej (KOS) - rozumie się przez to zbiór punktów (w skład, których wchodzi znak regulacji osi toru zastabilizowane na słupach trakcyjnych), dla których matematycznie określono współrzędne płaskie i wysokościowe w przyjętym układzie współrzędnych. KOS wchodzi w skład kolejowej osnowy geodezyjnej;
12. Osnowie bazowej - rozumie się przez to osnowę, o której mowa w rozporządzeniu ministra administracji i cyfryzacji z dnia 14 lutego 2012 r. w sprawie osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych [Dz. U. z 2012 poz. 352].

§ 2. Przepisy ogólne

1. Standard techniczny Ig-7 określa:
 - 1) organizację, dokładność i zasady zakładania kolejowej podstawowej i szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej;
 - 2) organizację, dokładność i zasady zakładania kolejowej wysokościowej osnowy geodezyjnej;
 - 3) zasady pomiarów sytuacyjno-wysokościowych na obszarach kolejowych.
2. Instrumenty i przyrządy używane do zakładania kolejowych osnów geodezyjnych podlegają obowiązkowi okresowego sprawdzenia zgodnie z zasadami określonymi dla państwowych osnów geodezyjnych (Dz. U. z 2012 poz. 352, §7, ust. 2-6).
3. Współrzędne poziome i wysokości punktów kolejowych osnów geodezyjnych wyraża się w metrach z precyzją zapisu 0.001 m.
4. Przy wykonywaniu pomiarów do określenia współrzędnych poziomych i wysokości punktów kolejowych osnów geodezyjnych wyniki wyraża się z precyzją:
 - 1) pomierzone długości - 0.001 m;
 - 2) pomierzone kierunki i kąty - 1^o;
 - 3) pomierzone różnice wysokości - 0.0001 m.
5. Redukcje pomiarów i obliczenia prowadzi się z precyzją o jeden rząd większą od dokładności wyników końcowych.
6. Dokumentację techniczną z zakładania kolejowych osnów geodezyjnych przekazuje się

do Biura Nieruchomości i Geodezji Kolejowej Centrali PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w postaci ograniczonej do:

- 1) wykazu współrzędnych, szkicu osnowy i opisów topograficznych w przypadku punktów kolejowej podstawowej poziomej osnowy geodezyjnej i trwale zastabilizowanych punktów kolejowej szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej;
- 2) wykazu współrzędnych, szkicu osnowy i opisów znaków regulacji osi toru w przypadku punktów kolejowej osnowy specjalnej (KOS).

§ 3. Znak regulacji osi toru

1. Wprowadzony do stosowania wytycznymi Ig-6, jednolity dla wszystkich linii kolejowych znak regulacji osi toru jest znakiem wielofunkcyjnym, pełniącym dodatkowo funkcje:
 - 1) punktu kolejowej szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej;
 - 2) punktu kolejowej wysokościowej osnowy geodezyjnej.
2. Każdy znak regulacji osi toru musi mieć opracowany opis zawierający:
 - 1) numer znaku (według formatu: numer linii kolejowej_numer słupa trakcyjnego);
 - 2) numer linii kolejowej;
 - 3) kilometr linii kolejowej (zapisany z precyzją 0.001 km);
 - 4) współrzędne prostokątne płaskie X,Y w PUWG2000, a także w układzie mapy w przypadku stosowania innego układu niż PUWG2000;
 - 5) wysokości normalne H w układzie Kronsztadt'86, a także w innych układach wysokości, jeśli są stosowane w Ośrodkach Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej;
 - 6) odległość znaku od projektowanej osi toru;
 - 7) różnicę wysokości pomiędzy znakiem regulacji osi toru a projektowaną wysokością niwelety.
3. Zbiór znaków regulacji osi toru tworzy kolejową osnowę specjalną (KOS).
4. Szczegóły dotyczące sposobu stabilizacji i zasad stosowania znaku regulacji osi torów zawierają wytyczne Ig-6.
5. Do sygnalizacji punktów na znakach regulacji osi toru zaleca się stosowanie adapterów niosących reflektor zwrotny, które pozwalają na jednoznaczną sygnalizację (centrowanie

wymuszone) punktu wskazanego w §1 ust. 4 wytycznych Ig-6.

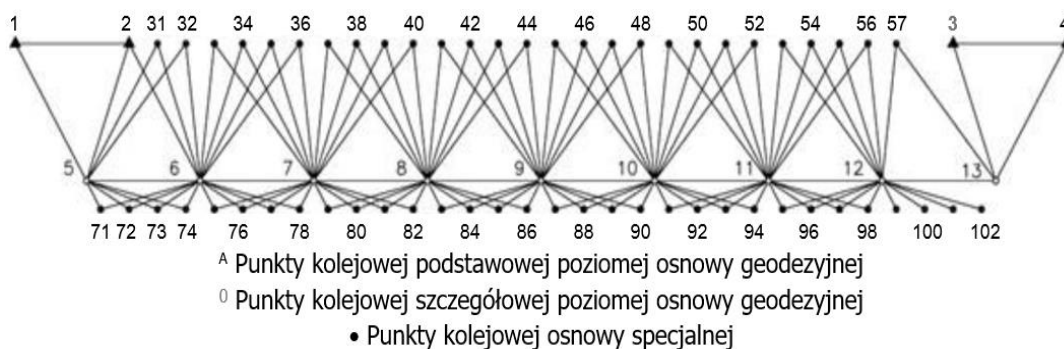
§ 4. Kolejowa podstawowa pozioma osnowa geodezyjna

1. Kolejową podstawową poziomą osnowę geodezyjną stanowi zbiór punktów przenoszący na obszary kolejowe aktualnie obowiązujący geodezyjny układ odniesienia i służących do nawiązania kolejowej szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej.
2. Punkty kolejowej podstawowej poziomej osnowy geodezyjnej zakłada się przy wykorzystaniu techniki GNSS, przy czym:
 - 1) średni błąd położenia poziomego punktu nie powinien przekraczać ± 0.01 m względem podstawowej bazowej osnowy poziomej;
 - 2) punkty zakłada się w postaci par punktów rozmieszczonych w odległościach co 2-2.5 km, przy czym pomiędzy punktami w parze musi być zachowana wizura a odległości pomiędzy nimi powinny wynosić od 150 m do 300 m;
 - 3) przy ustalaniu lokalizacji punktów należy uwzględnić uwagi dotyczące lokalizacji punktów szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej przewidzianych do pomiaru metodą satelitarną (Dz. U. z 2012 poz. 352, Załącznik 1, roz.6, ust. 10);
 - 4) punkty stabilizuje się jednopoziomowo w sposób trwały w postaci prefabrykowanych znaków geodezyjnych z głowicą metalową zapewniających jednoznaczność centrowania z błędem średnim mniejszym niż ± 1 mm oraz umożliwiającymi wykonanie pomiarów niwelacyjnych.
3. Przy pomiarze kolejowej podstawowej poziomej osnowy geodezyjnej techniką GNSS należy uwzględnić następujące warunki techniczne:
 - 1) pomiar powinien być wykonany technologią statyczną co najmniej dwuczęstotliwościowymi odbiornikami GNSS;
 - 2) pomiar powinien być przeprowadzony w nawiązaniu do punktów bazowej osnowy geodezyjnej z wykorzystaniem obserwacji na co najmniej trzech stacjach referencyjnych systemu ASG-EUPOS;
 - 3) każdy wyznaczany punkt musi posiadać obserwacje wykonane w co najmniej dwóch niezależnych sesjach obserwacyjnych;
 - 4) długość sesji obserwacyjnej musi być dostosowana do wymaganej dokładności i warunków terenowych na obserwowanych punktach, nie może być jednak krótsza niż 40 minut; minimalna liczba satelitów w czasie całej sesji obserwacyjnej nie może być mniejsza niż cztery;

- 5) pomiar sieci należy wykonać za pomocą zestawu co najmniej trzech odbiorników GNSS, przy czym na punktach tworzących pary, obserwacje satelitarne powinny być prowadzone jednocześnie przynajmniej w jednej sesji obserwacyjnej;
 - 6) czynności pomiarowe na punkcie należy udokumentować w dzienniku obserwacyjnym notując nazwę punktu, datę i czas obserwacji, pomierzoną wysokość anteny, typy i numery seryjne odbiornika i anteny oraz nazwisko obserwatora;
 - 7) w opracowaniu numerycznym uwzględnia się obserwacje dla co najmniej dwóch częstotliwości wykorzystując sygnały z satelitów znajdujących się powyżej 10° nad horyzontem.
4. Ścisłe wyrównanie, w zależności od rodzaju obserwacji między sąsiednimi punktami zakładanej osnowy, przeprowadza się jako wyrównanie niezależnych wektorów GNSS w układzie przestrzennym lub na powierzchni elipsoidy odniesienia.
 5. Współrzędne płaskie prostokątne punktów zakładanej osnowy, oblicza się z wyrównanych współrzędnych geocentrycznych lub geodezyjnych zgodnie z regułami odwzorowawczymi w obowiązującym państwowym systemie odniesień przestrzennych.

§ 5. Kolejowa szczegółowa pozioma osnowa geodezyjna

1. Kolejową szczegółową poziomą osnowę geodezyjną stanowi zbiór punktów służących do bezpośredniego nawiązania szczegółowych pomiarów geodezyjnych z zakresu pomiarów sytuacyjno-wysokościowych, profilu podłużnego, regulacji osi toru i pomiarów realizacyjnych.
2. Kolejową szczegółową poziomą osnowę geodezyjną tworzą:
 - 1) punkty rozwinięcia kolejowej podstawowej poziomej osnowy geodezyjnej;
 - 2) punkty kolejowej osnowy specjalnej (znaki regulacji osi toru).



Rys. Schemat rozmieszczenia punktów kolejowej osnowy geodezyjnej

3. Średni błąd położenia punktów kolejowej szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej po
4. Wyrównaniu nie powinien przekraczać ± 0.015 m względem kolejowej podstawowej poziomej osnowy geodezyjnej.
5. Zaleca się, aby punkty kolejowej szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej były stabilizowane trwale.
6. Punkty kolejowej szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej zakłada się w sieciach wykorzystujących klasyczne pomiary metodą poligonizacji i wcięć kątowno-liniowych.
7. Przy pomiarze kolejowej szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej należy uwzględnić następujące warunki techniczne:
 - 1) długości boków w ciągach powinny wynosić od 100 m do 300 m;
 - 2) ciągi poligonowe powinny być nawiązany obustronnie kątowno i liniowo;
 - 3) przy pomiarze ciągów poligonowych zalecana jest metoda trzech statywów;
 - 4) w przypadku wcięć kątowno-liniowych długości celowych nie powinny przekraczać 200 m, a każdy punkt wcinany powinien być mierzony z co najmniej z dwóch stanowisk naziemnych pomiarem kąta i długości;
 - 5) w pomiarach należy stosować instrumenty geodezyjne zapewniające średni błąd pomiaru kierunku mniejszy niż $\pm 10''$ oraz średni błąd pomiaru długości mniejszy niż $\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ mm/km})$;
 - 6) pomiar kątów wykonuje się w dwóch seriach, przy czym dopuszczalna różnica między seriami nie powinna przekraczać $15''$.
 - 7) pomiar długości w ciągach poligonowych wykonuje się w dwóch kierunkach; różnica pomierzonych długości w obydwu kierunkach nie powinna być większa niż 0.004 m.
8. Wyrównanie ściśle kolejowej szczegółowej poziomej osnowy geodezyjnej wykonuje się metodą pośredniczącą na płaszczyźnie odwzorowania w obowiązującym państwowym systemie odniesień przestrzennych.
9. Do wyników pomiarów przed wyrównaniem należy wprowadzić:
 - 1) poprawki ze względu na stałe błędy instrumentalne;
 - 2) poprawkę atmosferyczną;
 - 3) redukcję ze względu na pochylenie terenu;

- 4) redukcję ze względu na przyjęty system odniesień przestrzennych (np. redukcje na poziom elipsoidy i na płaszczyznę odwzorowania).

§ 6. Kolejowa wysokościowa osnowa geodezyjna

1. Kolejowa wysokościowa osnowa geodezyjna stanowi zbiór punktów służących do bezpośredniego nawiązania wysokościowych pomiarów geodezyjnych na obszarach kolejowych.
2. Kolejową wysokościową osnowę geodezyjną tworzą sieci niwelacyjne, zakładane metodą niwelacji geometrycznej, której elementami są linie niwelacyjne, składające się z odcinków niwelacyjnych.
3. Pomiary wykonuje się w liniach niwelacyjnych zamkniętych lub dwustronnie nawiązanych, których długości są zgodne z zasadami określonymi dla państwowej szczegółowej wysokościowej osnowy geodezyjnej (Dz. U. z 2012 poz. 352, Załącznik 1, rozdział 7, ust. 1320). Zaleca się, aby punktami końcowymi odcinków niwelacyjnych były znaki regulacji toru (punkty KOS).
4. W przypadku linii zamkniętych stabilność punktu nawiązania państwowej wysokościowej osnowy geodezyjnej należy sprawdzić poprzez wykonanie pomiarów kontrolnych na jednym z odcinków linii niwelacyjnych państwowej wysokościowej osnowy geodezyjnej wychodzących z punktu nawiązania.
5. Pomiary wykonuje się w nawiązaniu do państwowej podstawowej lub szczegółowej wysokościowej osnowy geodezyjnej.
6. Dane obserwacyjne niezbędne do ustalenia wysokości punktów kolejowej osnowy specjalnej (KOS) uzyskuje się w wyniku pomiaru w dwóch kierunkach, głównym i powrotnym, pomiędzy punktami końcowymi odcinka niwelacyjnego.
7. Dokładność kolejowej wysokościowej osnowy geodezyjnej charakteryzuje średni błąd pomiaru 1 km niwelacji lub średni błąd wyznaczenia wysokości, obliczone w procesie wyrównania sieci. Średni błąd pomiaru nie powinien przekraczać ± 4 mm/V km, a błąd wysokości punktu nie powinien przekraczać ± 0.01 m względem punktów nawiązania.

§ 7. Pomiar z wykorzystaniem kolejowej osnowy geodezyjnej

1. Geodezyjne szczegółowe pomiary z zakresu pomiarów sytuacyjno-wysokościowych, profilu podłużnego, regulacji osi toru i pomiarów realizacyjnych na obszarach kolejowych wykonuje się w oparciu o punkty poziomej i wysokościowej kolejowej osnowy geodezyjnej, a w szczególności w oparciu o znaki regulacji osi toru (punkty KOS).

2. Pomiary sytuacyjno-wysokościowe prowadzi się ze stanowisk swobodnych z wykorzystaniem tachimetrii.
3. Zaleca się nawiązanie stanowisk swobodnych do co najmniej trzech punktów kolejowej osnowy geodezyjnej z kontrolą dokładności wyznaczenia współrzędnych stanowiska. Średni błąd wyznaczenia położenia poziomego stanowiska swobodnego nie powinien przekroczyć ± 0.015 m, a średni błąd wysokości ± 0.01 m względem punktów nawiązania.
4. Przy pomiarze tachimetrycznym należy uwzględnić następujące warunki techniczne:
 - 1) celowe nie mogą być dłuższe niż 200 m;
 - 2) w pomiarach położenia poziomego szczegółów terenowych do wyników pomiarów należy wprowadzić poprawki, o których mowa w §5 ust. 8;
 - 3) w pomiarach wysokości szczegółów terenowych pomiar kątów należy wykonać w dwóch położeniach lunety, a wysokości instrumentu i tarczy celowniczej zmierzyć z dokładnością nie mniejszą niż $\pm 0,002$ m;
 - 4) różnice wysokości określone na podstawie pomiaru odległości i kąta pionowego należy skorygować ze względu na refrakcję oraz krzywiznę Ziemi.
5. Wysokości punktów układu torowego należy wyznaczać metodą niwelacji geometrycznej z błędem średnim nie gorszym niż ± 0.01 m w stosunku do punktów kolejowej wysokościowej osnowy geodezyjnej.
6. Dopuszcza się stosowanie do pomiaru układu torowego systemów pomiarowych opartych na wózkach pomiarowych, przy założeniu wykorzystania do pomiaru instrumentów o dokładności pomiaru, o której mowa w §5 ust. 6 pkt. 5.
7. Pomiar, o którym mowa w ust. 6, należy skontrolować metodą niwelacji geometrycznej łącznie na długości co najmniej 10% mierzonego odcinka, przy czym punkty kontrolne powinny być rozmieszczone równomiernie wzdłuż całego odcinka. Protokół z kontroli powinien być dołączony do operatu z pomiarów, o których mowa w ust. 6.
8. Do opracowania profilu podłużnego należy wykonać niwelację geometryczną profilu linii w nawiązaniu do znaków regulacji osi toru (punktów KOS).
9. Położenie punktów do regulacji osi toru należy wyznaczać z błędem średnim nie gorszym niż ± 0.002 m względem znaków regulacji osi toru (punktów KOS).
10. Precyzyjne pomiary długości jak i liniowe wielkości wykorzystywane do tyczenia powinny być redukowane ze względu na przyjęty system odniesień przestrzennych zgodnie

z wytycznymi G-1.10.

§ 8. Odstępstwa od standardu

1. Dopuszcza się stosowanie innych niż opisane w standardzie metod pomiaru, typów instrumentów pomiarowych i konstrukcji geometrycznych, w szczególności wynikających z postępu technicznego i technologicznego.
2. Zmiana metod pomiarowych oraz konstrukcji sieci geodezyjnej ma istotny wpływ na uzyskiwane wyniki, w przypadku występowania odstępstw od zasad ustalonych w standardzie technicznym należy wszelkie zmiany uzgodnić z Biurem Nieruchomości i Geodezji Kolejowej Centrali PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.