

Terenowe procedury testowania niwelatorów

Arkadiusz Kampczyk

Tematem artykułu jest sprawdzenie niwelatora cyfrowego Sprinter 50 według uproszczonej procedury testowej przewidzianej normą PN-ISO 17123-2, w celu wyznaczenia oraz porównania parametrów mówiących o jego dokładności. W pracy przedstawiono warunki pomiaru, wyniki pomiarów autorskich wg ww. normy, wykonano obliczenia i przeprowadzono analizę i ocenę, dzięki którym określono jego docelową przydatność. Artykuł przedstawia terenowe procedury przeprowadzenia testu instrumentu geodezyjnego, jakim jest niwelator, który aktualnie stanowi podstawę wykonawstwa geodezyjnego w strukturach geodezyjnych i diagnostycznych w infrastrukturze transportu kolejowego. Praca została wykonana w ramach badań statutowych nr AGH 11.11.150.005.

Artykuł recenzowany zgodnie z wytycznymi MNiSW

data zgłoszenia do redakcji: 07.01.2013

data akceptacji do druku: 30.04.2013



dr inż. Arkadiusz Kampczyk
AGH Akademia
Górnictwo-Hutnictwo Kra-
ków
a.kampczyk@neostrada.pl

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie możliwości wykonywania testów niwelatorów: libellowych, samopoziomujących, cyfrowych oraz ich wyposażenia, używanych w pomiarach inżynierskich i geodezyjnych w oparciu o standard PN-ISO 17123-2. Według zaleceń i wymagań Instrukcji o dokonywaniu pomiarów, badań i oceny stanu torów Id-14 (D-75) [2], pomiary bezpośrednie wykonywane są przenośnymi przyrządami pomiarowymi, do których należą też m.in. niwelatory. Zgodnie z tą instrukcją, przyrządy pomiarowe służące do pomiarów torów muszą być przynajmniej raz w roku sprawdzane pod względem dokładności pomiarowej, zaś szczegółowe zasady sprawdzania regulują odrębne wytyczne. Dodatkowo Standard techniczny Ig-7 [6] również zaleca i wymaga, oraz mówi wprost, że instrumenty i przyrządy używane do zakładania kolejowych osnów geodezyjnych podlegają obowiązkowi okresowego sprawdzania. Zastosowanie niwelatorów w infrastrukturze kolejowej jest ogromne, wynika to nie tylko z prac określonych w Instrukcji D-19 [3], ale także z Instrukcji Id-4 (D-6) [7] w odniesieniu do wykonywania pomiarów rozjazdów, dróg rozjazdowych podczas badań technicznych rozjazdów w profilu. Integracja Polski z Unią Europejską (UE) niesie ze sobą dostosowanie przepisów prawnych w wielu dziedzinach życia. Norma ISO 17123 składa się z kilku części, część 2 dotyczy niwelatorów. Uzyskane pomiary sprawdzenia niwelatora cyfrowego Sprinter 50, stanowiące podstawę późniejszych obliczeń zostały wykonane w miejscowości Rusino-

wice, gmina Koszęcin, w pobliżu linii kolejowej 143 Kalety – Wrocław Mikołajów. Wyniki prac pozwalają określić czy dokładność danego sprzętu niwelacyjnego mieści się w granicach określonych dozwolonym odchyleniem.

ISO (Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna, International Organization for Standardization) jest ogólnosiwiatową federacją krajowych jednostek normalizacyjnych (organizacji członkowskich ISO). Prace związane z przygotowaniem norm międzynarodowych są zwykle wykonywane przez komitety techniczne ISO. ISO ściśle współpracuje z Międzynarodową Komisją Elektrotechniczną (IEC – International Electrotechnical Commission) we wszystkich zagadnieniach dotyczących normalizacji w elektrotechnice. Norma ISO 17123 składa się z następujących części pod wspólnym tytułem: Optyka i instrumenty optyczne – Terenowe procedury testowania instrumentów geodezyjnych i pomiarowych (Optics and optical instruments – Field procedures for testing geodetic and surveying instruments):

- Part 1: Theory – Teoria,
- Part 2: Levels – Niwelatory,
- Part 3: Theodolites – Teodolity,
- Part 4: Electro – optical distance meters (EDM instruments) – Dalmierze elektrooptyczne,
- Part 5: Electronic tachometers – Tachimetry elektroniczne,
- Part 6: Rotating lasers – Lasery wirujące,
- Part 7: Optical plumbing instruments – Pionowniki optyczne.

Załącznik A, części normy ISO 17123 ma tylko charakter informacyjny. Poszczególne części obejmują:

1. PN-ISO 17123-1 Optyka i instrumenty optyczne. Terenowe procedury do badania instrumentów geodezyjnych i pomiarowych. Część 1: Teoria,
2. PN-ISO 17123-2 Optyka i instrumenty optyczne. Terenowe procedury do badania instrumentów geodezyjnych i pomiarowych. Część 2: Niwelatory,
3. PN-ISO 17123-3 Optyka i instrumenty

optyczne. Terenowe procedury do badania instrumentów geodezyjnych i pomiarowych. Część 3: Teodolity,

4. PN-ISO 17123-4 Optyka i instrumenty optyczne. Terenowe procedury do badania instrumentów geodezyjnych i pomiarowych. Część 4: Dalmierze elektrooptyczne (instrumenty EDM),
5. PN-ISO 17123-5 Optyka i instrumenty optyczne. Terenowe procedury testowania instrumentów geodezyjnych i pomiarowych. Część 5: Tachimetry elektroniczne,
6. PN-ISO 17123-6 Optyka i instrumenty optyczne. Terenowe procedury testowania instrumentów geodezyjnych i pomiarowych. Część 6: Lasery wirujące,
7. PN-ISO 17123-7 Optyka i instrumenty optyczne. Terenowe procedury testowania instrumentów geodezyjnych i pomiarowych. Część 7: Pionowniki optyczne.

Norma ISO 17123 określa terenowe procedury, które powinny być przyjmowane tam, gdzie określa się i ocenia dokładność instrumentów geodezyjnych i ich wyposażenia uzupełniającego, używanych w pomiarach budowlanych i geodezyjnych. Testy te są przeznaczone do terenowych sprawdzeń parametrów nietypowego instrumentu użytego do realizacji nagłego zadania wykonywanego od ręki oraz spełnienia wymogów innych norm.

W specyfikacjach technicznych instrumentów geodezyjnych i pomiarowych renomowanych producentów, często można zauważyć zapis stwierdzający zgodność z ww. normami. Jednakże wielokrotnie zdarzają się takie specyfikacje, które w ogóle nie informują użytkownika i nabywcy o ich zgodności z ww. normami czy też z normami typu IP (International Protection Rating), czyli tzw. stopniami ochrony aparatu, urządzenia elektrycznego przed penetracją czynników zewnętrznych. Wielokrotnie autor zwracał uwagę na specyfikację techniczną, czy instrukcję obsługi elektronicznych toromierzy samorejestrujących, w których nie ma informacji o ich zgodności z normą IP.

Terenowe procedury testowania niwelatorów

Terenowe procedury testowania niwelatorów, służą do określania i szacowania dokładności niwelatorów: libellowych, samopoziomujących, cyfrowych oraz ich wyposażenia, używanych w pomiarach inżynierskich i geodezyjnych. Zadaniem testów jest terenowe sprawdzenie przydatności poszczególnych instrumentów do określonego zadania. Zadaniem tych testów nie jest: odbiór instrumentów, i stwierdzenie ich możliwości technicznych, gdyż w tym zakresie przeznaczone są testy dużo bardziej obszerne. W niepewności wyników pomiaru można wyróżnić wiele czynników, do których m.in. należą:

- powtarzalność wyników,
- odtwarzalność (w ramach dziennej powtarzalności) oraz
- staranne oszacowanie wszystkich możliwych źródeł błędów pomiaru.

Przystępując do prac pomiarowych należy zbadać, czy dokładność użytkowa sprzętu pomiarowego jest odpowiednia do zamierzonego – celowego zadania pomiarowego. Dla instrumentów geodezyjnych opracowane zostały dwie niezależne procedury testowe, tj. uproszczona i pełna. Ich zadania są odmienne, co znajduje swoje odzwierciedlenie w organizacji bazy testowej, następnie w zakresie wykonywanych pomiarów oraz sposobie opracowania wyników. Podstawowe zadania powyższych procedur można ująć następująco:

- uproszczona procedura testowania (UPT) – stwierdzenie, czy dokładność danego instrumentu geodezyjnego zawiera się w granicach wynikających z wymagań dokładnościowych przypisanych określone- mu zadaniu pomiarowemu [9],
- pełna procedura testowania (PPT) – określenie najwyższej możliwej do uzyskania dokładności danego instrumentu geodezyjnego w konkretnych warunkach terenowych planowanej inwestycji budowlanej.

Na wyniki przeprowadzonego testu mają wpływ warunki meteorologiczne, a w szczególności tzw. gradient temperatury. Gradient temperatury w atmosferze zależy od zjawisk zachodzących w atmosferze, od pory roku, wilgotności powietrza i pory dnia. W wielu sytuacjach parametr ten jest wielkością niezależną od wysokości, dlatego znajomość tego parametru umożliwia obliczenie temperatury panującej na określonej wysokości. W meteorologii, przy analizie ruchu powietrza zakłada się, że powietrze wznosząc się lub opadając podlega przemianie adiabatycznej. Występujący w takiej sytuacji gradient zależy od wilgotności powietrza. W zależności od niej, może wystąpić:

- suchoadiabatyczny gradient temperatury – równy około $1\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, ma miejsce gdy powietrze ma wilgotność na tyle małą, że

nie zachodzi w nim skraplanie ani parowanie kropelek wody.

- wilgotnoadiabatyczny gradient temperatury – równy około $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, ma miejsce gdy powietrze jest nasycone parą wodną a podczas wznoszenia zachodzi skraplanie pary wodnej; jest on mniejszy od gradientu suchoadiabatycznego, ponieważ rozprężające się wraz ze wzrostem wysokości powietrze pobiera ciepło skraplania od pary wodnej przemieniającej się w kropelki wody.

Najkorzystniejsze warunki pomiaru występują podczas zachmurzonego nieba. Przewodząc pomiar należy zanotować aktualne warunki meteorologiczne oraz pokrycie terenu, w którym wykonuje się pomiar. Test należy wykonywać w warunkach, jakich oczekuje się podczas wykonywania pomiarów. Niwelator oraz sprzęt pomocniczy powinny być zrezyfikowane i używane wraz ze statywami i łątami niwelacyjnymi zalecanymi przez producenta. O wyborze danej procedury terenowej decyduje wykonawca w zależności od tego która to jest bardziej odpowiednia dla prowadzonego zadania.

Uproszczona procedura testowania (UPT)

Procedura ta pozwala oszacować, czy dokładność danego sprzętu niwelacyjnego mieści się w granicach określonych dozwolonym odchyleniem. Procedura uproszczona jest zasadniczo przeznaczona do sprawdzenia dokładności niwelatora optycznego używanego w tych pomiarach, gdzie częsta jest konieczność stosowania nierównych długości celowych np.: tereny budowy, przemysł, infrastruktura wokół kolejowa itp. UPT jest procedurą bazującą na ograniczonej liczbie pomiarów. Dlatego nie można uzyskać miarodajnego odchylenia standardowego. Gdy jest konieczność uzyskania dokładniejszej oceny w warunkach polowych, zaleca się wówczas wykonanie testu wg PPT.

Uproszczona procedura polega na wyznaczeniu różnicy wysokości pomiędzy dwoma punktami, odległymi o około 60 m. Różnica wysokości między dwoma punktami pomierzona przy nierównej długości celowych i różnica określona z pomiaru przy równej długości celowych, uznawana jako prawdziwa, jest miarą spełniania przez niwe-

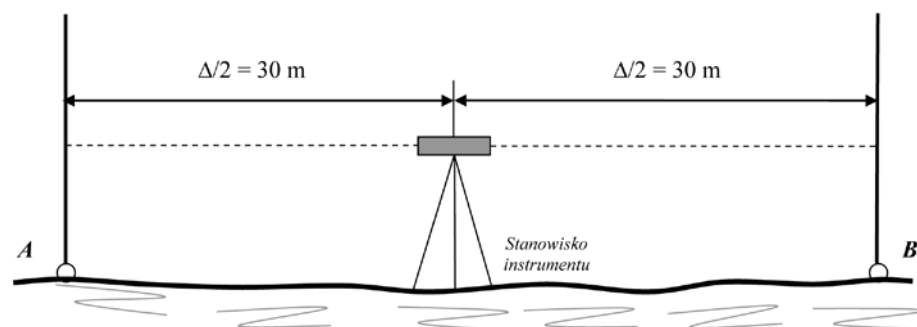
lator warunków przyjętych dla wykonania planowanego zadania pomiarowego.

Wybrany do przeprowadzenia testu teren (linia testowa), powinien być płaski, tak aby wpływ refrakcji był najmniejszy. Punkty podlegające niwelowaniu A i B, powinny być wybrane w odległości około $\Delta = 60\text{ m}$ od siebie lub w takiej odległości, jaka będzie stosowana podczas prac pomiarowych. Dla przeprowadzonych pomiarów autorskich odległość pomiędzy niwelowanymi punktami wynosiła około $\Delta = 60\text{ m}$. W chwili prowadzenia pomiarów temperatura otoczenia wynosiła $+8,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, stan pogody był pochmurny, ciśnienie 1014 hPa . W celu zagwarantowania poprawnych wyników, łąty niwelacyjne były ustawione stabilnie w trakcie całego testu.

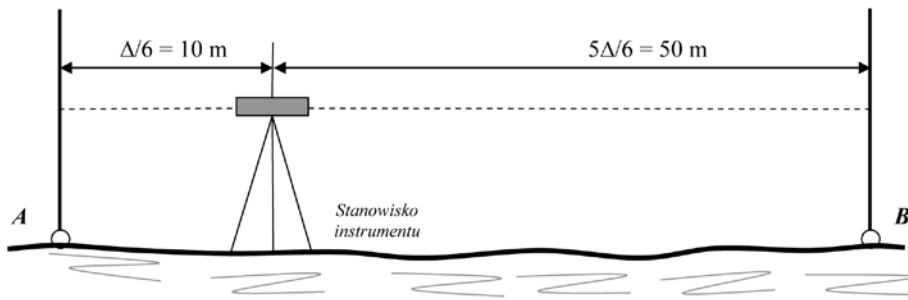
Instrument przed rozpoczęciem prac pomiarowych uzyskał temperaturę zewnętrzną, panującą w danych warunkach otoczenia pomiaru. Wymagany czas aklimatyzacji to około $2 \div 3$ minut na każdy jeden stopień Celsjusza różnicy temperatury. Przed przystąpieniem do prac związanych z testem, należy dokonać sprawdzenia błędu nachylenia osi celowej.

Wskazane jest wykonanie dwóch serii odczytów (co było wykonane podczas testu). Pierwsza seria jest wykonywana przy ustawieniu niwelatora w równych w przybliżeniu odległościach od punktów A i B ($\Delta/2 = 30\text{ m}$). Stosując takie ustawienie niwelatora minimalizuje się: wpływy refrakcji oraz zmiany nachylenia osi celowej (rys. 1) (Tab. 1). W ramach każdej serii wykonuje się 10 pomiarów, z których każda składa się z odczytu wstecz, x_{A_j} , na łącie na punkcie A, oraz odczytu w przód x_{B_j} , na łącie na punkcie B ($j = 1 \dots 10$) (rys. 1). Pomiedzy każdą z par odczytów należy zmienić ustawienie niwelatora, poprzez jego nieznaczne podniesienie i ponowne ustawienie w nieco innej pozycji. Po wykonaniu pięciu pomiarów ($x_{A_1}, x_{B_1}, \dots, x_{A_5}, x_{B_5}$) należy zmienić kolejność odczytów wstecz i w przód dla następnych pięciu pomiarów ($x_{B_6}, x_{A_6}, \dots, x_{B_{10}}, x_{A_{10}}$).

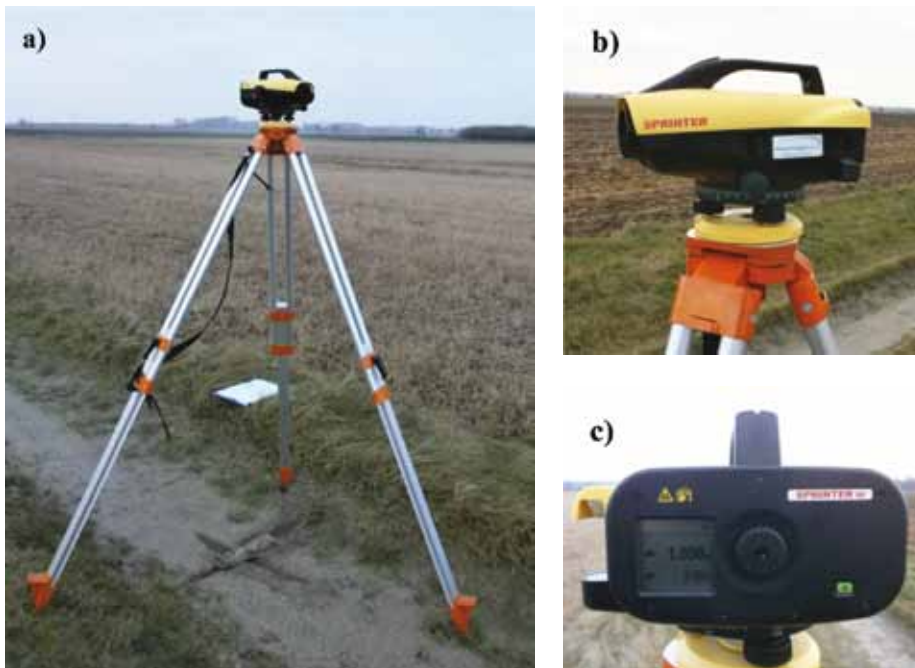
W drugiej serii odczytów, niwelator (rys. 3) ustawia się w odległości w przybliżeniu $\Delta/6 = 10\text{ m}$ od punktu A oraz $5\Delta/6 = 50\text{ m}$ od punktu B (rys. 2). W etapie następnym przeprowadzamy dziesięć kolejnych pomiarów ($x_{A_{11}}, x_{B_{11}}, \dots, x_{B_{20}}, x_{A_{20}}$), w taki sam sposób jak w pierwszej serii pomiarowej ($j = 11, \dots, 20$) (Tab. 1).



1. Układ linii testowej pierwszej serii pomiarów uproszczonej procedury testowania UPT



2. Układ linii testowej drugiej serii pomiarów uproszczonej procedury testowania UPT



3. Niwelator cyfrowy Sprinter 50: a) widok ogólny, b) widok z boku c) wyświetlacz LCD z pomiarem odległości i wysokości

Etapy obliczeń w UPT

Wyniki pomiarów testu wraz z obliczeniami przedstawia tabela 1 Uproszczona procedura testowania. Obliczenie mierzonych różnic wysokości $d_j \div d_{20}$, wykonano zgodnie z równaniem (1):

$$d_j = x_{A_j} - x_{B_j} \quad ; \quad j = 1 \div 20 \quad (1)$$

gdzie:

d_j różnica pomiędzy odczytem wstecz, x_{A_j} i odczytem w przód, x_{B_j} .

W następnym etapie, stosując równania (2) i (6) obliczono sumę różnic zmierzonych wysokości:

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{10} d_j}{10} = 708,8 \text{ mm} \quad (2)$$

gdzie:

\bar{d}_1 średnia arytmetyczna różnic wysokości, d_j , z pierwszej serii pomiarów.

Różnica $\bar{d}_1 - \bar{d}_2$ wynosi -3 mm. Przyjmując się, że \bar{d}_1 jest wartością prawdziwą różnicy wysokości pomiędzy niwelowanymi punktami A i B. Poprawki r_j różnic wysokości d_j , z pierwszej serii pomiarowej są obliczone z równania (3). Następnie oblicza się sumę kwadratów poprawek pierwszej serii pomiarów r_j^2 :

$$r_j = \bar{d}_1 - d_j \quad ; \quad j = 1 \div 10 \quad (3)$$

gdzie:

r_j poprawka odpowiedniej pomierzonej różnicy wysokości d_j w pierwszej serii pomiarowej pomiędzy punktami A i B.

Sprawdzeniem obliczeń jest spełnienie warunku (4), że suma poprawek w pierwszej serii pomiaru powinna być równa zero (pomijając błędy zaokrągleń):

$$\sum_{j=1}^{10} r_j = 0 \quad (4)$$

Estymator odchylenia standardowego s , oblicza się zgodnie z równaniem (5):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} r_j^2}{v}} = \sqrt{\frac{3,60}{9}} = 0,6 \text{ mm} \quad (5)$$

gdzie:

$\sum_{j=1}^{10} r_j^2$ suma kwadratów poprawek r_j w pierwszej serii pomiarów;

$v = 10 - 1 = 9$ liczba stopni swobody;

s estymator odchylenia standardowego różnicy wysokości, d_j , określone z pomiarów w pierwszej serii;

$$\bar{d}_2 = \frac{\sum_{j=11}^{20} d_j}{10} = 711,8 \text{ mm} \quad (6)$$

gdzie:

\bar{d}_2 średnia arytmetyczna różnic wysokości, d_j , z drugiej serii pomiarów.

Różnica $\bar{d}_1 - \bar{d}_2 = -3$ mm jest większa niż $2,5 \times s = 2,5 \times 0,6 = 1,5$ mm. Ten wynik oznacza, że występują oznaki przekroczenia niepewności wyników pomiaru wynikających z refrakcji, zmian położenia osi celowej, jak i błędów odczytów. Pomiar był wykonany z zastosowaniem niwelatora cyfrowego. System niwelatora cyfrowego obejmuje:

- stację czynną czyli sam instrument niwelatora tzw. właściwy przyrząd pomiarowy,
- stację bierną czyli łąkę kodową.

Dokładność pomiaru elektronicznego zależy głównie od dokładności wyznaczenia pozycji względnej i skali obrazu łąki kodowej, której to dokładność z kolei zależy od jakości tego obrazu. Podczas prowadzonych prac pomiarowych, autor zauważył, że ważnym czynnikiem dla pracy z zastosowaniem niwelatora cyfrowego jest prawidłowe oświetlenie łąki kodowej, a to znajduje swoje odzwierciedlenie w przypadku zmiany oświetlenia np.: zmierzchu albo przemienne zachmurzenie chwilowe.

Różnica $\bar{d}_1 - \bar{d}_2$ powinna mieścić się w określonym, dopuszczalnym zakresie $\pm p$ (zgodnie z ISO 4463 - 1) zależnym od rodzaju pomiarów, dla których wykonuje się test. Gdy wielkość p nie jest podana, różnica ta powinna wynosić: $|\bar{d}_1 - \bar{d}_2| < 2,5 \times s$, gdzie s jest odchyleniem standardowym obliczonym z równania (5).

Jeżeli różnica $|\bar{d}_1 - \bar{d}_2|$ jest zbyt duża, oznacza to nadmierną niepewność wyników pomiarów dla dłuższej celowej (50 m), wynikającą z błędów odczytu, refrakcji i zmian położenia osi celowej. W tym przypadku należy:

- sprawdzić błąd położenia osi celowej zgodnie z instrukcją obsługi niwelatora,
- zmniejszyć maksymalną odległość niwelatora od łąki.

Pełna procedura testowania (PPT)

Procedura ta powinna być stosowana w celu określenia najwyższej możliwej do osiągnięcia dokładności za pomocą badanego niwelatora, użytego wraz ze sprzętem pomocniczym w warunkach polowych, wykonując pomiary przy równej długości celowych (maksymalne odchylenie 10%). PPT, jest przewidywana dla prób terenowych niwelatorów używanych do bardziej precyzyjnej niwelacji, niwelacji podłużnej oraz pomiarów wymagających większej pewności, np. pomiarów inżynierskich. PPT może być używana do wyznaczenia:

- miary dokładności użytkowej niwelatora wraz z przypisanym mu sprzętem pomocniczym podczas niwelacji wykony-

Tab.1: Uproszczona procedury testowania

Dziennik zawiera w kolumnach od 1 do 3 oraz od 7 do 9 dwadzieścia odczytów w przód i wstecz (pomierzone wartości x_{Aj} , x_{Bj})

Obserwator: Arkadiusz Kampczyk
 Pogoda: pochmurnie, +8,8 o C
 Typ i numer instrumentu: Sprinter 50; 1101689
 Data: 18 listopada 2012 r.
 Lokalizacja: Rusinowice (Linia kolejowa nr 143, km 12,600)

1 j	2 x_{Aj}	3 x_{Bj}	4 d_j	5 r _j	6 r _j ²	7 j	8 x_{Aj}	9 x_{Bj}	10 d_j
	mm	mm	mm	mm	mm ²		mm	mm	mm
1	1827	1117	710	-1.2	1.44	11	1638	927	711
2	1851	1142	709	-0.2	0.04	12	1645	930	715
3	1828	1119	709	-0.2	0.04	13	1644	933	711
4	1824	1115	709	-0.2	0.04	14	1644	931	713
5	1837	1128	709	-0.2	0.04	15	1625	914	711
6	1844	1136	708	0.8	0.64	16	1574	863	711
7	1856	1148	708	0.8	0.64	17	1583	872	711
8	1881	1172	709	-0.2	0.04	18	1661	950	711
9	1875	1167	708	0.8	0.64	19	1646	934	712
10	1797	1088	709	-0.2	0.04	20	1650	938	712
Σ	18420	11332	7088	0.0	3.60	Σ	16310	9192	7118

wanej przez konkretny zespół pomiarowy w określonym czasie,

- miary dokładności użytkowej większej liczby niwelatorów w celu porównania ich indywidualnej dokładności, osiąganych w podobnych warunkach terenowych,
- miary dokładności użytkowej danego instrumentu w dłuższym okresie czasu.

Zalecana długość celowych wynosi 30 m. Długości celowych ponad 30 m mogą być stosowane w teście dokładności użytkowej wówczas, gdy wynika to z warunków, w których niwelator ma być użyty, lub w przypadku określania dokładności pomiaru niwelatorem przy różnych długościach celowych. Należy zwrócić uwagę na fakt, że PPT jest wykonywana wyłącznie dla równej długości celowych. Przy jej użyciu zmiana położenia osi celowej niwelatora nie może być wykryta. Jednak przy celowych równej długości błąd położenia osi celowej nie ma wpływu na estymator odchylenia standardowego, podobnie jak różnica miejsc zer łąt niwelacyjnych. Miara dokładności użytkowej jest wyrażona za pomocą odchylenia standardowego na 1 km podwójnej niwelacji (7): $s_{ISO-LEV}$ (estymator odchylenia standardowego dla 1 km podwójnej niwelacji):

$$s_{ISO-LEV} = \frac{s}{\sqrt{2}} \times \sqrt{\frac{1000 \text{ m}}{60 \text{ m}}} = s \times 2,89 \quad (7)$$

Podstawowym zadaniem testu jest pozyskanie obiektywnych danych do stwierdzenia czy dokładność danego instrumentu (niwelatora optycznego, teodolitu, dalmierza elektrooptycznego, tachimetru elektronicznego, niwelatora laserowego, pionownika optycznego) wraz z jego wyposażeniem pomocniczym jest odpowiednia do wymagań dokładnościowych zapisanych w specyfikacji planowanego zadania pomiarowego.

Podsumowanie

W ramach ISO opracowano dla każdego z ww. instrumentów dwie różne procedury terenowe tj. uproszczona i pełną, z których wykonawca prac pomiarowych powinien zawsze wybrać tą, która jest bardziej właściwa dla określonego zadania pomiarowego. Zadaniem podstawowym procedur testowych jest:

1. w procedurze uproszczonej - stwierdzenie, czy dokładność danego instrumentu i jego wyposażenia pomocniczego, mieści się w granicach dokładności wynikających z odchylenia dopuszczalnego dla wybranego zadania pomiarowego (zgodnie z normą PN- ISO 4463-1),
2. w procedurze pełnej - określenie najwyższej, możliwej do uzyskania dokładności danego instrumentu i jego wyposażenia pomocniczego, w konkretnych warunkach terenowych.

Pewną wadą powyższych procedur testowych jest niewątpliwie to, że nie obejmują one odbiorników GPS w zastosowaniach geodezyjnych. Taka sytuacja, jeśli chodzi o Polską Normę niebawem ulegnie zmianie, gdyż w ramach ISO opracowano już i przyjęto standard ISO 17123-8 „GNSS field measurement systems in real - time kinematic (RTK)”.

Wymagania dotyczące zakładanego docelowo poziomu bezpieczeństwa transportu kolejowego w skali UE nie są jeszcze do końca określone jakościowo ani ilościowo, jak podano w [8]. Wymagania te obejmują:

- wspólne wskaźniki bezpieczeństwa (CSI Common Safety Indicators),
- wspólne metody zapewnienia bezpieczeństwa (CSM Common Safety Methods),
- wspólne cele bezpieczeństwa (CST Common Safety Targets).

Poprawa bezpieczeństwa w transporcie kolejowym musi obejmować dwa jego aspekty [8]:

- bezpieczeństwo ruchu kolejowego, wynikające z cech transportu kolejowego jako procesu technicznego i zależące przede wszystkim od parametrów technicznych wykorzystywanych urządzeń i systemów,
- bezpieczeństwo przewozu, w odniesieniu do osób określane także terminem bezpieczeństwa podróży.

Zasadniczą rolę w zakresie bezpieczeństwa transportu szynowego odgrywa diagnostyka transportu szynowego, w tym nawierzchni i podtorza kolejowego. Ta z kolei czerpie informacje o stanie nawierzchni, podtorza oraz elementów infrastruktury kolejowej na podstawie pomiarów geodezyjnych. ◀

Materiały źródłowe

- [1] ISO 2007 - International Organization for Standardization- International Standard ISO 17123-8 ISO copyright Office Case postale 56. CH-1211 Geneva 20.
- [2] Id-14 (D-75). Instrukcja o dokonywaniu pomiarów, badań i oceny stanu torów. (Stan na dzień 1 marca 2010 r.). Wydawca PKP PLK S.A. Centrala Biuro Dróg Kolejowych. Warszawa, 2005 r.
- [3] D-19. Instrukcja o organizacji i wykonywaniu pomiarów w geodezji kolejowej. Warszawa 2000 r.
- [4] Id-8. Instrukcja diagnostyki nawierzchni kolejowej. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Biuro Dróg Kolejowych. Kolejowa Oficyna Wydawnicza sp. z o. o. Warszawa 2005 r.
- [5] Ig-6. Wytyczne dla osadzania znaków regulacji osi toru na konstrukcjach wsporczych (słupach) sieci trakcyjnej. Wydawca PKP PLK S.A. Centrala Biuro Nieruchomości i Geodezji Kolejowej. Warszawa, 2011 r.
- [6] Ig-7. Standard techniczny określający zasady i dokładności pomiarów geodezyjnych dla zakładania wielofunkcyjnych znaków regulacji osi toru. Wydawca PKP PLK S.A. Centrala Biuro Nieruchomości i Geodezji Kolejowej. Warszawa, 2012 r.
- [7] Id-4 (D-6). Instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Biuro Dróg Kolejowych. Warszawa 2005 r.
- [8] Master Plan dla transportu kolejowego w Polsce do 2030 roku. Opracowanie współfinansowane ze środków Unii Europejskiej, w ramach Projektu Funduszu Spójności nr 2004 / PL / 16 / C / PA / 001 „Pomoc techniczna dla sektora transportu w Polsce”. Niniejszy projekt pomaga zmniejszyć gospodarcze i społeczne nierówności między obywatelami Unii Europejskiej. Ministerstwo Infrastruktury. Warszawa, sierpień 2008.
- [9] http://suw.biblos.pk.edu.pl/resources/i1/i3/i3/i5/r1335/PawlowskiW_ProceduryOceny.pdf 04.01.2013 r., 19.10.