

Katarzyna Krzowska

Przykłady tachimetrów bezlustrowych

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 34, 23-38

2010

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Katarzyna Krzowska

Przykłady tachimetrów bezlustrzowych

1. Wprowadzenie

Tachimetr, czyli teodolit wyposażony w dalmierz został wynaleziony w 1839r. przez włoskiego inżyniera, optyka i geodetę Ignazio Porro. Tachimetry tego typu umożliwiają pomiar dowolnych powierzchni, jednak w zależności od usytuowania i rodzaju mierzonego celu może dochodzić do znacznego rozpraszania lub pochłaniania wiązki promieniowania laserowego, co znajduje odzwierciedlenie w skutecznym zasięgu tych instrumentów. Pierwszy taki instrument łączący pomiar kąta z pomiarem odległości za pomocą fal elektromagnetycznych o nazwie RegElta 14 firmy Zeiss został wypuszczony na rynek dopiero w roku 1968 [1],[2].

Tachimetr elektroniczny jest dzisiaj podstawowym instrumentem wykorzystywanym przez geodetę w terenie. W ostatnich latach obserwuje się szybki rozwój instrumentów wykorzystujących pomiar odległości bez konieczności stosowania lustra. Obecnie na rynku istnieje wiele firm, które oferują sprzedaż tachimetrów z możliwością pomiaru bezlustrzowego. Do najpopularniejszych firm należą: Topcon, Nikon i Sokkia[1], [2].

2. Serie tachimetrów bezlustrzowych oferowanych przez firmę

Topcon

- GPT-7000i
- GPT-7000i 3
- GPT-7000i 4
- GPT-7500 2
- GPT-7500 3
- GPT-9000A

2.1 Seria tachimetrów bezlustrzowych GPT-7000i

Jest to pierwsza seria bezlustrzowych tachimetrów Topcona pracująca pod kontrolą systemu operacyjnego Microsoft Windows CE.NET. W instrumentach tych został zainstalowany polskojęzyczny TopSURV doskonale znany użytkownikom odbiorników GPS Topcona.

Zawiera on między innymi:

- programy związane z pomiarami klasycznymi, w tym bardzo rozbudowane kodowanie punktów, łączenie ich w grupy, tworzenie łańcuchów itp.,

- programy do wytyczeń punktów z wyświetlaniem mapy tyczonych punktów w różnych skalach oraz z możliwością tyczenia bezpośrednio ze szkiców,
- pełen pakiet programów obliczeniowych wraz z kalkulatorem,
- przeglądarkę internetową Internet Explorer, program do obsługi poczty e-mail.

Obsługa instrumentu odbywa się za pomocą kolorowego dotykowego ekranu i alfanumerycznej klawiatury. Uruchomienie aplikacji odbywa się poprzez dotknięcie rysikiem odpowiedniej ikony na dotykowym ekranie wyświetlacza.

Topcon zaproponował instrument który charakteryzuje mnogość funkcji , pozwala zrealizować w terenie nawet najbardziej złożone zadanie.

2.2 Seria tachimetrów bezlustrzowych GPT-7000i 3

Tachimetry elektroniczne serii GPT-7000i są przełomem w pomiarach geodezyjnych. Są to pierwsze na świecie instrumenty łączące najnowszą cyfrową technologię obrazu z tachimetrem elektronicznym. To, co na co dzień możemy obserwować przez lunetę instrumentu, tutaj widzimy na jego wyświetlaczu. Nie tylko ułatwia to wycelowanie na żądany punkt pomiaru, ale dzięki tej technologii, w miejsce tradycyjnego szkicu pomierzonych punktów otrzymujemy pomierzone przez nas punkty i linie na tle rzeczywistego obrazu terenu. Możemy uchwycić stan faktyczny poprzez zapisanie cyfrowego obrazu wraz z danymi pomiarowymi.

Powyższe rozwiązanie ma następujący wpływ na dotychczasowe metody pomiaru:

- pozwala na łatwą identyfikację mierzonych punktów zarówno w trybie pomiaru lustrowego jak i bezlustrzowego,
- ułatwia wycelowanie lunetą na mierzone punkty
- umożliwia pomiar tych punktów, które dotychczas można było pomierzyć wyłącznie przy użyciu okularu łamiącego
- ułatwia wizualizację zarówno już pomierzonych punktów jak i pomaga w odszukaniu tych które zostały przez nas przeoczone,
- przed wytyczeniem mamy możliwość obejrzeć tyczne punkty na tle rzeczywistej sytuacji terenowej, wybrać punkt do tyczenia bezpośrednio z obrazu a po wytyczeniu łatwo możemy określić, czy nie brakuje nam jakiś punktów,
- punkty osnowy nie tylko są mierzone ale również mogą być zarejestrowane w postaci zdjęcia, co pozwoli w przyszłości na łatwiejsze ich odnalezienie,

- dzięki zarejestrowaniu cyfrowego obrazu mierzonego terenu szereg prac biurowych przebiegnie zdecydowanie szybciej,
- nie musimy tracić czasu na wykonanie szkicu terenu, bo pomierzone punkty możemy zapamiętać na tle cyfrowego zdjęcia terenu, osoba opracowująca pomiar dzięki zdjęciom ma pogląd o sytuacji terenowej,
- dzięki zdjęciom z kamery umieszczonej w lunecie możemy przeprowadzać kontrolę poprawnego wyboru mierzonych punktów oraz poprawność celowania.

2.3 Seria tachimetrów bezlustrzowych GPT-7000i 4

Tachimetry bezlustrzowe serii GPT-7000i posiadają szereg funkcji takich jak:

- System kodowania punktów, łączenia punktów w łańcuchy wraz z wizualizacją
- Automatyczne wykrywanie krawędzi oraz narożników
- Pomiar ekscentryczne (kąta) bezpośrednio na obrazie obiektu np. naroże, drzewo
- Funkcja zmiany powiększenia - zoom
- Możliwość integracji pomierzonych punktów wraz ze zdjęciami do budowy modelu 3D obiektu

Parametry użytkowe

- Dokładność pomiaru kąta w tachimetrze GPT-7003i wynosi 3" (10cc). Dalmierz umożliwia pomiar odległości na jeden przyzmat do 4 km z dokładnością 2mm+2ppm oraz pomiar bez lustra na odległość 250m z dokładnością +/-5mm.
- Dbając o bezpieczeństwo użytkowników zamontowano w tachimetrze laser klasy 1 (do pomiaru odległości – jest to laser bezpieczny dla oka).
- Pomiar odległości na przyzmat z dokładnością 1cm trwa 0,7s, a z dokładnością 1mm – 1,2s, a w trybie bezlustrzowym z dokładnością 1cm trwa 0,5s, a z dokładnością 1mm – 1,2s.
- Nowością jest możliwość wymiany danych z komputerem aż na cztery sposoby. Oprócz klasycznego portu RS-232C instrumenty mają wbudowane złącze kart Compact Flash, port USB oraz możliwość komunikacji bezprzewodowej Bluetooth.
- Model ten posiada dwuosiowy kompensator i podobnie jak inne nowe instrumenty firmy Topcon standardowo wyposażone są w diody do tyczenia.
- W serii tej zastosowano sprawdzoną już w innych modelach znakomitą optykę o 30 krotnym powiększeniu i 45mm średnicy układu optycznego.

- Nowy, bardzo wydajny układ zasilania stanowi litowo-jonowa bateria BT-61Q pozwalająca na ciągły pomiar kątów i odległości przez minimum 5 godzin.

Dzięki wszystkim tym cechom seria tych instrumentów jest znakomitym narzędziem pracy nawet dla bardzo skomplikowanych i precyzyjnych zadań geodezyjnych, ale nie tylko.

2.4 Seria tachimetrów bezlustrzowych dalekiego zasięgu GPT-7500 2

Jest to następca pierwszej serii bezlustrzowych tachimetrów Topcona pracująca pod kontrolą systemu operacyjnego Microsoft Windows CE.NET. W instrumentach tych został zainstalowany polskojęzyczny program TopSURV doskonale znany użytkownikom odbiorników GPS Topcon.

Zawiera on między innymi:

- programy związane z pomiarami klasycznymi, w tym bardzo rozbudowane kodowanie punktów, łączenie ich w grupy, tworzenie łańcuchów itp
- programy do wytyczeń punktów z wyświetlaniem mapy tyczonych punktów w różnych skalach oraz z możliwością tyczenia bezpośrednio ze szkiców
- pełen pakiet programów obliczeniowych wraz z kalkulatorem
- zaawansowany moduł drogowych wspomagający geodezyjną obsługę obiektów liniowych
- obsługa instrumentu odbywa się za pomocą kolorowego dotykowego ekranu i podświetlanej, alfanumerycznej klawiatury.
- po obu stronach instrumentu (z wyjątkiem modelu GPT-7505) zamontowany jest duży 3,5 calowy kolorowy wyświetlacz o rozdzielczości 240x320 pikseli.
- wprowadzenie numerów punktów oraz opisów może odbywać się poprzez wygodną klawiaturę znajdującą się z boku ekranu lub dzięki klawiaturze wirtualnej uruchomionej na ekranie.

2.5 Seria tachimetrów bezlustrzowych dalekiego zasięgu GPT-7500 3

Seria tachimetrów GPT-7500 składa się z trzech modeli różniących się dokładnością pomiaru kąta, GPT-7501 – 1" (3cc), GPT-7503 – 3" (10cc) i GPT-7505 – 5" (15cc).

- We wszystkich instrumentach zamontowany jest dalmierz umożliwiający pomiar odległości na jeden przyzmat do 4000 m z dokładnością 2mm+2ppm oraz pomiar bez lustra na odległość 250m z dokładnością +/-5mm oraz aż do 2000 m. Pomiar odległości z

dokładnością 1cm trwa 0,5s, a z dokładnością 1mm – 1,2s. Ciągły pomiar odległości trwa 0,3s.

- Nowością jest możliwość wymiany danych z komputerem aż na pięć sposobów. Oprócz klasycznego portu RS-232C oraz mini-USB instrumenty mają wbudowane złącze kart Compact Flash, port USB umożliwiający podłączenie pendriva oraz możliwość komunikacji bezprzewodowej Bluetooth.

2.6 Seria tachimetrów bezlustrowych GPT-9000A

Wszelkoniomnie wyposażone instrumenty najnowszej generacji serii GPT-9000A to sześć precyzyjnych tachimetrów elektronicznych najnowszej generacji, pracujących pod kontrolą systemu operacyjnego MS-Windows® CE na wbudowanym palmtopic.

- Wszystkie wyposażone są standardowo w szybkie serwomotory. Mają duży, kolorowy, dotykowy ekran LCD.
- Bardzo dobre parametry dokładnościowe (zarówno pomiaru odległości jak i kąta) sprawiają, że instrumenty z tej serii są doskonałym narzędziem do wykonywania nawet bardzo precyzyjnych pomiarów. Dokładny i silny dalmierz umożliwia pomiar na odległość do 4000 m, a pomiar bez lustra aż na 2000 m. Dzięki temu pomiary pozostają komfortowe nawet podczas mgły, mżawki czy gdy lustro znajduje się np. w krzakach, a także gdy mierzy się do ciemnych i chropowatych powierzchni.
- Każdy model posiada wewnętrzną rejestrację danych i może być wyposażony w bogate profesjonalne oprogramowanie geodezyjne TopSURV (w jęz. polskim).
- Wszystkie modele spełniają międzynarodową normę IP54. Można dokończyć pracę mimo pogarszającej się pogody.
- Zasięg dalmierza aż do 2000 m daje możliwość pomiaru na duże odległości oraz na ciemne i chropowate powierzchnie.
- Duży, dotykowy, kolorowy wyświetlacz LCD o przekątnej 3,5 cala oraz elektroniczna libela ułatwiają i przyspieszają pracę. Nowy kompensator o zasięgu 6' sprawia, że nie trzeba poprawiać spoziomowania instrumentu w czasie pomiaru.
- Komunikacja może odbywać się na trzy sposoby: poprzez Bluetooth, za pomocą łącza optycznego lub łączności radiowej. Ta ostatnia daje użytkownikowi możliwość pracy jednoosobowej w promieniu 1000 metrów od instrumentu.
- Maksymalna szybkość śledzenia pryzmatu wynosi 15° na sekundę. Dzięki szybkiemu wyszukiwaniu pryzmatu (obszar szukania pryzmatu

wynosi $\pm 5^\circ$) nawet przy zgrubnym wycelowaniu na pryzmat za pomocą kolimatora instrument natychmiast odnajduje lustro. Bardzo szybkie odnalezienie lustra przez instrument umożliwia innowacyjna funkcja X-TRAC. Ponowne odszukanie lustra zajmuje tylko chwilę, a instrument zużywa mniej energii, bo nie wykonuje pełnego obrotu wokół osi w celu odnalezienia lustra.

- Instrument wyposażony jest w serwomotory o siedmiu stopniach prędkości pozwalające na obrót z maksymalną szybkością do 85° na sekundę. Zmiana koła, przy jakim pracuje instrument, trwa około 4 s.
- Wbudowana pamięć 128 MB umożliwia założenie dowolnej liczby zbiorów oraz zapisanie tysięcy punktów. Dodatkowo można używać kart pamięci Compact Flash, które zwiększają dostępną pamięć i umożliwiają łatwą wymianę danych. Wszystkie instrumenty z serii GPT-9000A mają złącze USB. Pendrive, który można podłączyć bezpośrednio do instrumentu, widoczny jest w systemie jako dodatkowy dysk. Takie rozwiązanie umożliwia łatwe rozszerzenie pamięci oraz przenoszenie robót pomiędzy różnymi instrumentami oraz pomiędzy tachimetrem a komputerem.

Nowością w instrumencie jest rozszerzone oprogramowanie pomiarowe. Instrumenty mogą posiadać zainstalowane rozbudowane polskojęzyczne oprogramowanie pomiarowe TopSURV. W tachimetrach serii GPT-9000A zostało ono wzbogacone o nowe praktyczne elementy: funkcję automatycznego skanowania powierzchni w celu uzyskania danych przestrzennych oraz opcję automatycznego monitorowania wybranych punktów obiektów[2],[3],[4],[8].

3. Tachimetry bezlustrze firmy Nikon

- Nikon NPL 632
- Nikon NPR- 332
- Nikon DTM-652

3.1 Tachimetr bezlustrzy Nikon NPL 632

Tachimetry serii NPL-602 wyposażone są w unikalny system pomiaru bezlustrzego w którym wiązka laserowa przechodzi poprzez układ ogniskujący. Instrument mierzy odległość jedynie do obiektów na których jest zogniskowany. System ten z jednej strony pozwala uniknąć błędów powstałych w wyniku odbicia wiązki pomiarowej od przeszkód pomiędzy instrumentem, a obiektem mierzonym takich jak np. liście drzew lub zarośla, z drugiej strony poprawia dokładność pomiaru (szczególnie do obiektów ustawionych ukośnie do osi celowej). Rozmiar plamki laserowej uwidocznił się w postaci kółka na krzyżu nitek. Pomimo dużego zasięgu pomiaru bezlustrzego instrumenty Nikon serii NPL 602 posiadają laser o 1 klasie bezpieczeństwa.

- Centrum zarządzania pomiarami

Cechą charakterystyczną instrumentów Nikon jest łatwy i szybki dostęp do funkcji nawiazania, wyzwolenia pomiaru i pozostałych typowych operacji, poprzez jedno naciśnięcie klawisza w podstawowym trybie pomiarowym. Dwa programowane klawisze USB dają bezpośredni dostęp do innych często wykorzystywanych funkcji i pomiarów.

- Łatwiejsze rejestrowanie danych

Rejestrowane dane mogą być przechowywane w maksymalnie 32 oddzielnych plikach. Dane w pliku mogą być łatwo sprawdzane, edytowane, usuwane, wprowadzane i wyszukiwane bezpośrednio w instrumencie. Ponadto punkty osnowy mogą zostać umieszczone w osobnym pliku dostępnym z poziomu wszystkich innych plików. W pamięci instrumentu mieści się 10000 rekordów danych. Dodatkowo istnieje możliwość poszerzenia pamięci poprzez użycie pamięci CompactFlash i USB.

- Łatwe wprowadzanie kodów

W instrumentach serii NPL-602 możliwe jest korzystanie z różnych metod wprowadzania kodów. Ma to na celu zwiększenie szybkości i efektywności pracy w przypadku rejestracji w terenie bardzo dużej ilości punktów. Oprócz wyboru kodów z listy oraz wyboru spośród kodów wcześniej wykorzystywanych, możliwe jest zdefiniowanie szybkiego kodowania dla 10 klawiszy. Dodatkowo instrument pozwala na stworzenie listy kodów przez użytkownika. Szybkie kodowanie polega na przypisaniu najczęściej wykorzystywanych kodów do klawiszy cyfrowych od 0 do 9. Po przypisaniu kodów, jedno naciśnięcie klawisza powoduje uruchomienie pomiaru i rejestrację danych z odpowiednim kodem.

- Domiary

W instrumencie dostępne jest wiele metod wykonywania domiarów, między innymi domiar kierunkowy oraz prostokątny.

- Transmisja danych

Wyniki pomiarów mogą być przesyłane bezpośrednio do popularnych programów geodezyjnych. Użytkownik ma możliwość przesłania do instrumentu własnej listy kodów i listy przedrostków numerów punktów. Instrument przesyła dane w postaci tekstu ASCII co ułatwia współpracę z programami produkowanymi przez firmy trzecie.

- Dokładność pomiaru kąta 2",
- Dokładność pomiaru odległości do lustra - $\pm(3 + 2 \text{ ppm} \times D)$ mm,
- Konstrukcja pyło- i wodoodporna - IP54,
- Klawiatura alfanumeryczna,
- Rozbudowane i praktyczne oprogramowanie.

3.2 Tachimetr bezlustrowy Nikon NPR – 332

Jest to najnowszy model tachimetru, który cechuje duży zasięg pomiaru bezlustrowego przy zachowaniu optymalnego bezpieczeństwa (posiada laser o 1 klasie bezpieczeństwa). Model ten zastępuje dotychczasową linię modeli serii NPL-302.

Oprogramowanie tych tachimetrów jest poza funkcjami związanymi z pomiarem bezlustrowym identyczne jak w serii DTM-302 jak i jego poprzedniku NPL-302. Przejrzystość MENU, łatwość nawigacji, konfiguracja klawiszy poprzez użytkownika, łatwość wprowadzania znaków alfanumerycznych to tylko kilka cech wpływających na komfort pracy.

Wyjątkowymi cechami tego tachimetru są:

- możliwość pomiaru bez lustra do 300 m ,
- dokładność pomiaru odległości - $\pm 2 + 2$ ppm,
- wysoka wodoszczelność - IP56,
- wysokiej jakości luneta o zwartej konstrukcji i 33 krotnym powiększeniu (21x/41x opcja),
- czas pomiaru 1.5 sek w trybie dokładnym (1mm),
- bardzo długi czas pracy na 1 baterii – 16 h (ciągły pomiar odległości),
- libela elektroniczna ułatwiająca poziomowanie instrumentu,
- szybki Pomiar Kodowy – efektywny pomiar z szybkim kodowaniem pikiet,
- klawisze [USR], których funkcja jest definiowana przez użytkownika, pozwalające na dostęp do najczęściej używanych funkcji poprzez pojedyncze ich naciśnięcie,
- klawiatura zaprojektowana w sposób ergonomiczny, zapewniający możliwość bezpośredniego wprowadzania liczb, z klawiszami funkcyjnymi wygodnymi do użycia w terenie,
- funkcja 100% odtworzenia stanu instrumentu po wyłączeniu i ponownym włączeniu,
- funkcja "Wygaszacz" oszczędzająca zasilanie,
- potężne i praktyczne wbudowane oprogramowanie w języku polskim,
- sortowanie pomiarów z podziałem na stanowiska,
- współpraca z popularnym oprogramowaniem: Winkalk, C-GEO.

3.3 Tachimetr bezlustrowy Nikon DMT – 652

Jest to kolejny model tachimetru bezlustrowego zaproponowany przez firmą Nikon, posiadający bogate oprogramowanie, które pozwala na:

- różne sposoby zakładania stanowiska (znane stanowisko, wcięcie, nawiązanie wysokościowe, kontrola nawiązania),
- rejestrację wszystkich parametrów nawiązania,

- wykonywanie pomiarów mimośrodowych (domiary prostokątne, pomiar z kątowym mimośrodem celu, pomiar typu „Dwa lustra na tyczce”, „Linia+”, „Narożnik”, „SD+”, „Koło”),
- dwa sposoby pomiaru czołówek (ciągły i radialny),
- pomiar wysokości niedostępnej,
- rzutowanie punktów na prostą i łuk,
- realizację prostych równoległych i odcinków na prostej,
- różne sposoby tyczenia (ze współrzędnych, biegunowe, osi, na płaszczyźnie pionowej/skośnej).

Cechą charakterystyczną instrumentów Nikon jest łatwy i szybki dostęp do funkcji nawiązania, wyzwolenia pomiaru i pozostałych typowych operacji, poprzez jedno naciśnięcie klawisza w podstawowym trybie pomiarowym. Dwa programowalne klawisze USB dają bezpośredni dostęp do innych często wykorzystywanych przez użytkownika funkcji i programów.

Pamięć wewnętrzna ma pojemność 10 000 rekordów z możliwością założenia 32 niezależnych zbiorów. Istnieje możliwość wgrania zbioru z punktami osnowy, utworzenia listy kodów i przedrostków punktów oraz sprawdzenia powtarzalności numeracji punktów. Instrument rejestruje datę i godzinę pomiaru.

Podstawowe parametry to:

- Wysoka dokładność pomiaru kąta
- Gwarantowana niezawodność
- Szybki pomiar dalmierzem
- Unikalny system pomiaru bezlustrowego NPL, w którym wiązka laserowa przechodzi przez układ ogniskujący
- Dioda do tyczenia w wyposażeniu standardowym
- Możliwość zapisu w pamięci USB i CompactFlash
- Port komunikacyjny USB
- Załączona karta pamięci CompactFlash
- Wytrzymałe baterie
- Zwarta i lekka konstrukcja zgodna z normą IP 54
- Wysokokontrastowy wyświetlacz graficzny LCD i klawiatura alfanumeryczna po obu stronach instrumentu z możliwością podświetlenia
- Pierwsza klasa bezpieczeństwa lasera
- Bogate oprogramowanie
- Opcja szybkiego kodowania[2],[3],[5],[6].

4. Tachimetry firmy Sokkia

Można tu wymienić następujące rodzaje tachimetrów bezlustrowych:

- Sokkia SRX5

- Sokkia SET 530RK3
- Sokkia SET 3130R3T

4.1 Tachimetr elektroniczny Sokkia SRX5

Tachimetry Sokkia serii SET SRX to zmotoryzowane tachimetry bezlustrowe typu „ONE MAN STATION”. Jest to nowa linia precyzyjnych tachimetrów typu high-end firmy SOKKIA. Tachimetry te umożliwiają w maksymalnie komfortowy i niezawodny sposób wyszukanie, śledzenie i pomiarzenie pozycji.

Cechy i zalety nowego tachimetru SRX:

- pełna bezprzewodowa technologia Bluetooth umożliwiająca komunikację między lustrem a tachimetrem oraz między kontrolerem na tyłce i jednostką komunikacji,
- nowy bezlustrowy dalmierz RED-tech-EX o rozszerzonym zasięgu pomiaru bezlustrowego 500m i fazowej metodzie pomiaru,
- cyfrowy enkoder systemu servo,
- samokalibracja kół odczytowych,
- unikalna technologia wyszukiwania na żądanie,
- wyszukiwanie celu do 800m (Auto-Pointing) zarówno na lustro jak i na tarczki,
- wygodna wymiana danych – porty USB i kart Compact Flash,
- specjalny przycisk z boku uruchamiający funkcje wyszukiwania,
- wygodna klawiatura z szybkim dostępem do najważniejszych punktów,
- kolorowy, dotykowy ekran z systemem operacyjnym Windows CE,
- program EXPERT w nowej wersji na Windows CE,
- dokładność pomiaru kąta 5”,
- norma pyło- i wodoszczelności IP64 pozwala na spokojną pracę nawet w lekkim deszczu.

Ten nowoczesny tachimetr posiada bogate oprogramowanie standardowe, co pozwala na bardzo duże możliwości obliczeniowe w terenie. Są to między innymi funkcje:

- tyczenia,
- pomiar i rejestracja współrzędnych i obserwacji,
- pomiar czołówek,
- wcięcia,
- obliczania pole powierzchni,
- rzutowania na linie bazową,
- tyczenia z linii bazowej,
- specjalne oprogramowanie typu EXPERT, w którym dodatkowo są:
- transformacje Helmerta,
- transformacje liniowe,

- wcięcia wstecz i w przód,
- programy do tras,
- tyczenia łuków itp.

Tachimetr SRX posiada technologia wyszukiwania na żądanie (Control On-Demand), co pozwala na szybkie "zażądanie" od instrumentu aby wykonał pomiar, dodatkowo instrument może pracować w trybie Auto-Pointing (samocelowania) na zwykłe lustro lub na tarczki.

Dalmierz bezlustrowy RED Tech EX (Extended - rozszerzony) ma zasięg pomiaru bezlustrowego ponad 500m co daje komfort pomiaru bezlustrowego nawet dalekich obiektów lub obiektów. Technologia pomiaru fazowego zapewnia dużą dokładność i pewność oraz krótki czas pomiaru.

Bardzo duża pamięć (karty pamięci) oraz łatwy import i export danych (karty pamięci, pen drive'y, funkcja przesyłu danych za pomocą transmisji GPRS - SFX ułatwiają pracę.

W wersji najpełniejszej (ONE MAN STATION) kontroler ALLEGRO komunikuje się z jednostką RC za pomocą technologii Bluetooth, jednostka RC komunikuje się za instrumentem za pomocą Bluetooth dużego zasięgu. Instrument może śledzić cel, więc osoba z lustrem może być szybko pomierzona lub wytyczona.

4.2 Tachimetr elektroniczny Sokkia SET 530RK3

Tachimetry Sokkia serii SETx30RK/RK3 to rozwinięcie bardzo popularnej serii tachimetrów bezlustrowych SETx30R/R3 – pierwszych bezlustrowych instrumentów Sokkia. Do solidnej konstrukcji, bardzo dobrze zabezpieczonej przed wpływem warunków zewnętrznych i bardzo dobrego dalmierza bezlustrowego dodano klawiaturę alfanumeryczną oraz jeszcze dopracowano dalmierz i oprogramowanie. Cechuje go:

- znakomita optyka o powiększeniu 30x oraz szybki (1.3sek.) i precyzyjny (3mm+2ppm) dalmierz bezlustrowy REDTech II o zasięgu bez lustra do 350m (przy dobrych warunkach pogodowych faktyczne zasięgi są o 30-50% większe),
- dokładność: na lustro w trybie dokładnym 2mm+2ppm, w trybie zgrubnym 5mm+2ppm, na tarczki w trybie dokładnym 3mm+2ppm, w trybie zgrubnym 6mm+2ppm, bezlustrowy w trybie dokładnym 3mm+2ppm, w trybie zgrubnym 8mm+10ppm,
- możliwość pomiaru odległości na tarczki dalmiercze do 500m (tarczki typu RS 9x9cm)
- dwuosiowy kompensator (3'),
- dokładność pomiaru kąta 5"(15cc),
- rozdzielczość wyświetlania kąta 1"/5", (2cc/10cc) – wybierane,

- wydajna bateria litowo-jonowa BDC46A o pojemności 1800mAh; pozwala ona na ponad 800 pomiarów odległości,
- prace w trudnych warunkach umożliwia spełnianie normy wodo- i pyłoszczelności IP66,
- podświetlane klawisze alfanumerycznej klawiatury,
- libella elektroniczna ułatwiająca poziomowanie,
- bogate oprogramowanie uproszczające oraz przyspieszające prace,
- duży, przejrzysty, wyjątkowo podświetlony LCD umożliwiający łatwy i szybki odczyt wyświetlanych informacji.

Instrumenty serii SETx30RK posiadają znakomitą optykę o powiększeniu 30x oraz szybki i precyzyjny dalmierz o zasięgu 5000m. Tachimetry te posiadają możliwość pomiaru odległości na tarczki do 500m (tarczki typu RS 9x9cm). Wszystkie wyposażone są w dwuosiowy kompensator oraz litowo – jonową wydajną baterię BDC46A o pojemności 1800mAh, która pozwala na ponad 800 pomiarów odległości. Spełnienie normy wodo- i pyłoszczelności IP66 umożliwia prace w trudnych warunkach.

Przy wadze 5.4 kg, ergonomicznym kształcie i solidnym uchwycie instrumenty serii SETx30RK zapewniają wygodę transportu i przenoszenia na kolejne stanowiska. Instrumenty posiadają zdejmowaną spodarkę, która umożliwia przy pomiarze osnów przeniesienie instrumentu na kolejne stanowiska bez konieczności ponownego centrowania. Komfort pracy z instrumentem podnosi duży wysokorozdzielczy (192x80) wyświetlacz, dwustronny.

Tachimetr posiada różnorodne i zaawansowane funkcje obliczeniowe, które pozwalają wykonać większość obliczeń w terenie. Są to:

- tyczenie odległości, współrzędnych i wysokości. Po wytyczeniu punkt możemy pomierzyć i zarejestrować aby porównać współrzędne wytyczone z nominalnymi,
- pomiar i rejestracja współrzędnych X, Y, Z,
- rejestracja stanowisk, pomiarów kąta, pomiarów kąta i odległości (danych do obliczenia pikiet), rejestracja jednocześnie obserwacji + współrzędnych,.
- pomiar czołówek – umożliwia pomiar od punktu bazowego, od kolejnych punktów, podaje pochylenie w procentach między kolejnymi punktami,
- pomiar pola powierzchni – SETx30RK umożliwia obliczenie powierzchni zarówno z uzyskanych wcześniej współrzędnych jak i z mierzonych na bieżąco punktów (bez nawiązania). Można pomierzyć powierzchnie zarówno skośne jak i zredukowane,

- pomiar niedostępnej wysokości (PNW) – pozwala na pomiar wysokości budynków, słupów, drzew itp. na podstawie pomierzonej do obiektu (za pomocą lustra) odległości i zmierzonego kąta pionowego,
- wcięcie - można wykonać pomiaru kierunku i odległości na 2 – 10 punktów o znanych współrzędnych. Instrument wykonuje ścisłe wyrównanie metodą najmniejszych kwadratów podając błąd średni położenia punktu oraz błędy na poszczególnych mierzonych punktach,
- tyczenie z linii bazowej – umożliwia tyczenie punktów i linii z dowolnej linii bazowej, której współrzędne posiadamy poprzez podanie miary bieżącej i domiaru. Można to wykonać z dowolnego miejsca o znanych współrzędnych,
- rzutowanie na linię bazową – pozwala na rzut dowolnego punktu na zdefiniowaną linię bazową (odległość od punktu początkowego i od linii). Można to wykonać z dowolnego miejsca o znanych współrzędnych,
- tyczenie łuku (definiujemy łuk, orientujemy instrument, tyczymy łuk z zadany skokiem i offsetem (łuk równoległy)),
- poligon (pomiar i wyrównanie poligonu metodą przybliżoną),
- przecięcia (przecięcia 2 linii zdefiniowanych za pomocą 2 punktów i azymutu lub 2 punktów i 2 odległości od tych punktów – wcięcie liniowe wprzód),
- możliwość wprowadzenia poprawki na poziom morza ,
- wykonanie nawiazania (orientacji) w trybie rejestracji,
- możliwość wstawienia wysokości celu w funkcji CZOŁÓWEK,
- procedura wyszukiwania punktów (np. po jednej literze).

4.3 Tachimetr elektroniczny Sokkia SET 3130R3T

Tachimetr posiada różnorodne i zaawansowane funkcje obliczeniowe, które pozwalają wykonać większość obliczeń w terenie. Dzięki bogatemu oprogramowaniu możliwy jest między innymi:

- rejestracja pomiaru tachimetrycznego 3D (rejestracja stanowisk, nawizań, kątów, odległości, współrzędnych, jednocześnie współrzędnych+obserwacji, notatek),
- tyczenie 3D,
- pomiar czołówek (czołówki 1-2,1-3,1-4..., czołówki 1-2,2-3,3-4..., spadek między punktami),
- pomiar wcięć (możliwość użycia do wcięcia od 2 do 10 punktów, pełne wyrównanie ścisłe),
- pomiar mimośrodków (kątowych i liniowych),
- pomiar pola powierzchni,

- pomiar niedostępnej wysokości (obliczenie wysokości obiektu niedostępnego przez pomiar do niego odległości poziomej i kąta pionowego),
- tyczenie z linii odniesienia (orientujemy instrument, definiujemy linie odniesienia, podajemy od punktu początkowego linii bieżącą i domiar, instrument przelicza domiary na miary biegunowe),
- rzutowanie na linię bazową (orientujemy instrument, definiujemy linie odniesienia, podajemy od punktu początkowego linii bieżącą i domiar, instrument przelicza domiary na miary biegunowe),
- pomiar ciągły poligonu,
- obliczanie przecięć,
- tyczenie z łuku.

Unikalne cechy tego tachimetru to:

- Znakomita optyka o powiększeniu 30x,
- Nowoczesny dalmierz bezlustrowy klasy 3R o zasięgu do 350 m bez lustra,
- Moduł komunikacji Bluetooth do bezprzewodowej wymiany danych,
- Możliwość zabezpieczenie instrumentu hasłem – przy każdorazowym włączeniu instrumentu należy wprowadzić hasło,
- Zasięg pomiaru na pojedyncze lustro w dobrych warunkach 5000m,
- Dokładność pomiaru kąta 3''(10cc),
- Dokładność pomiaru odległości: na lustro w trybie dokładnym 2mm + 2ppm xD, w trybie zgrubnym 5mm+5ppm xD, na tarczki w trybie dokładnym 4mm+3ppm xD, w trybie zgrubnym 5mm+5ppm xD, bezlustrowy w trybie dokładnym 3mm+2ppm xD (do 350m),
- Dwuosiowy kompensator (zakres 3'),
- Pamięć wewnętrzna 10 000 punktów (10 zbiorów),
- Absolutne enkodery kół – brak konieczności inicjalizowania,
- Wydajna bateria litowo-jonowa BDC35A, która pozwala na ponad 600 pomiarów,
- Spełnienie normy IP64,
- Libella elektroniczna ułatwiająca poziomowanie,
- Zdejmowana spodarka,
- Bogate oprogramowanie w języku polskim uproszczające oraz przyspieszające prace,
- Podświetlane klawisze alfanumerycznej klawiatury,
- Duży, dwustronny, przejrzysty, wysokorozdzielczy wyświetlacz (192x80 pikseli) umożliwiający łatwy i szybki odczyt wyświetlanych informacji,
- 36 miesiące gwarancji.

Wszystkie dane dotyczące opracowania punktów 2,3 i 4 - przygotowano na podstawie [2], [3], [6], [7], [8].

5. Zakończenie

Obecnie pomiar bezlustrawy jest dla większości geodetów czymś naturalnym, bez czego nie wyobrażają sobie pracy. W tachimetrach elektronicznych funkcja ta pojawiła się około 10 lat temu.

Pomiar bezlustrawy jest właściwie potrzebny : po pierwsze, ponieważ możemy pracować jednoosobowo , po drugie, możemy np. pomierzyć obiekt na zamkniętej posesji – a to oznacza oszczędność czasu. Nie musimy drugi raz przyjeżdżać w teren i nie ryzykujemy spotkania z psami broniącymi domu.

Na rynku dostępne są tachimetry kilku firm, wśród których znajdują się: Topcon, Nikon i Sokkia.

Firma Topcon posiada bogaty asortyment tachimetrów bezlustrawych. Cechuje je praktycznie największy zasięg pomiaru bezlustrawego w porównaniu do konkurencyjnych firm. Zasięg ten wynosi od 300 - 2000 m. w najbardziej zaawansowanych modelach. Instrumenty te posiadają także bogate oprogramowanie TopSurv, które wykorzystywane jest również w systemach pomiarowych GPS.

Firma Nikon oferuje tachimetry z unikalną i opatentowaną technologią bezlustrawego pomiaru odległości. Eliminuje ona całkowicie zakłócenia od drobnych obiektów, które pojawiają się na drodze wiązki lasera. Instrumenty te oznaczone są symbolem NPL. Maksymalny zasięg bezlustrawy tachimetrów wynosi 300 m.

Kolejną firmą, która posiada bogatą ofertę tachimetrów bezlustrawych jest firma Sokkia. Seria tachimetrów SRX to podobnie jak Topcon sprzęt z wyższej półki. Instrumenty te wyposażone są w dalmierz bezlustrawy, który bez problemu zmierzy odległość do 500 m.

Widzimy więc, że obecnie na rynku największy zasięg pomiaru bezlustrawego uzyskała firma Topcon. Producenci firm wciąż zwiększają zasięg pomiaru bez lustra, a na rynek wypuszczane są nowe modele instrumentów.

Literatura:

1. Lenda G., *Badanie zasięgu i dokładności dalmierzy bezzwierciadlanych*, „Geodezja” Półrocznik Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. t. 9, z. 1, Kraków 2003.
2. „Geodeta” Miesięcznik Geoinformacyjny . Tachimetry. Grudzień 2006 Nr 12 (139).
3. „Geodeta” Miesięcznik Geoinformacyjny. Tachimetry. Grudzień 2007 Nr 12 (151).

4. www.geodezja.pl = www.geodezja.net
5. www.geoforum.pl
6. www.apogeo.com.pl
7. www.sokkia.net.pl
8. www.topcon.com.pl