

Karolina Sadurska

Charakterystyka porównawcza tachimetrów elektronicznych firm : Leica, Nikon, Sokkia, Topcon, South

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 30, 107-119

2008

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.

Karolina Sadurska

CHARAKTERYSTYKA PORÓWNAWCZA TACHIMETRÓW ELEKTRONICZNYCH FIRM: LEICA, NICON, SOKKIA, TOPCON, SOUTH

W ostatnich latach można zauważyć znaczny postęp w unowocześnianiu konstrukcji tachimetrów elektronicznych. Od początku rozwój ten następował systematycznie i związany był przede wszystkim z podnoszeniem dokładności wykonywanych pomiarów, jak również ze zmniejszaniem rozmiarów oraz ciężaru tachimetrów. Postęp w rozwoju elektroniki, informatyki i mechaniki precyzyjnej spowodował, że tachimetry można nazywać instrumentami uniwersalnymi, przystosowanymi do wykonywania różnych prac geodezyjnych i inżynierskich. Główne zmiany w ich konstrukcji mają obecnie na celu podnoszenie efektywności oraz komfortu pracy. W ciągu dwóch ostatnich lat wzrósł znacząco zasięg pomiaru bezlustrwego, ale przede wszystkim pojawiły się innowacyjne instrumenty ściśle współpracujące lub zintegrowane z odbiornikiem GPS, a nawet modele wyposażone w kamerę cyfrową.

Tachimetr elektroniczny stanowi połączenie teodolitu optycznego lub elektronicznego, umożliwiającego wyznaczenie kątów poziomych i pionowych oraz dalmierza elektromagnetycznego, realizującego na drodze elektronicznej pomiar odległości. Oprócz typowej optyki lunety, podstawowymi modułami współczesnego tachimetru elektronicznego są: bateria, urządzenie kątomiercze, dalmierz elektrooptyczny, mikrokomputer, klawiatura numeryczna lub alfanumeryczna, wyświetlacz ciekłokrystaliczny, rejestrator, port do połączenia instrumentu z komputerem zewnętrznym w celu dwukierunkowej transmisji danych.

Tachimetr zawierający powyższe elementy, określane także angielskim wyrażeniem *total station*, stanowi połączenie teodolitu elektronicznego z fazowym dalmierzem elektrooptycznym, pracującym na podczerwieni. Poszczególne moduły instrumentu są umieszczone we wspólnej obudowie, tworząc jednolity system pomiarowo – obliczeniowy. Nowoczesne tachimetry elektroniczne zaopatrzone są w klawiaturę służącą do wprowadzania znaków alfanumerycznych, uruchamiania różnych funkcji i programów oraz ciekłokrystaliczny wyświetlacz, pełniący rolę monitora. Bogate oprogramowanie umożliwia wykorzystanie przyrządu do realizacji wielu zadań pomiarowych i obliczeniowych.

Zapisy danych obserwacyjnych w pamięci wewnętrznej instrumentu lub rejestratorze polowym mogą być następnie przekazywane w formie plików wejściowych do komputera za pośrednictwem kabla połączeniowego i portu umożliwiającego dwukierunkową wymianę informacji pomiędzy instrumentem a komputerem. Do wyposażenia tachimetrów elektronicznych dołączone są firmowe dyskietki z programami, służące do transmisji i zewnętrznego zarządzania danymi obserwacyjnymi za pomocą komputera połączonego do przyrządu. Przyrządy te umożliwiają także tworzenie nowych kodów i edycję istniejących, zapisanych w pamięci instrumentu w pliku bibliotek kodowych.

W dziedzinie produkcji tachimetrów elektronicznych na rynku światowym panuje bardzo duża konkurencja, dzięki czemu potencjalnym użytkownikom oferowane są coraz to nowsze modele instrumentów o zwiększonym zakresie zastosowania, oprogramowania i oprzyrządowania, wyższej dokładności oraz funkcjonalności pracy. Do najbardziej znanych w Polsce producentów tachimetrów elektronicznych należą m.in.: Leica, Sokkia, Topcon, Nikon i South.

Dane o instrumentach oparte są na parametrach podawanych przez producentów w oficjalnych prospektach, instrukcjach i informacjach technicznych. Zestawienia przedstawione poniżej obejmują m.in. dokładności pomiaru kąta i odległości, zasięg dalmierza, parametry optyki i zasilania oraz oprogramowanie instrumentu.

Najważniejszym parametrem charakteryzującym dokładność kąta jest odchylenie standardowe pomiaru kąta, jego wartość decyduje o klasie instrumentu. Dokładność pomiaru podaje się zgodnie z normą DIN 18723. Natomiast zasięg dalmierzy podawany jest dla dobrych warunków atmosferycznych. Każda firma oferuje w serii kilka modeli o różnej precyzji pomiarów kątowych. Obecnie zasięg bezlustrowego pomiaru 800 metrowy staje się powoli standardem, a ponad tysiąc metrowe budzą uznanie geodetów. Pomiar bezlustrze wspomagane są w większości modeli specjalnymi technologiami eliminującymi błędy wynikające z rozszczepienia wiązki lasera w narożnikach lub na krawędziach budynków czy przy ograniczonej widoczności celu.

Dokładność pomiaru odległości zależy od mierzonego dystansu i składa się z dwóch członów: stałego, wyrażonego w mm, oraz zmiennego, zależnego od odległości i wyrażonego w ppm, czyli milionowych częściach mierzonego odcinka. Dokładność dalmierzy podajemy dla precyzyjnego trybu pomiaru.

Czas pomiaru odległości w trybie pojedynczym dokładnym jest czasem tzw. pomiaru inicjalnego. W trybie repetycyjnym odstępy między kolejnymi pomiarami są z reguły krótsze. Czas pomiaru odległości w trybie trackingu podawany jest jako interwał między poszczególnymi pomiarami. Parametr „możliwość pomiaru bez lustra i folii pomiarowej” dotyczy odległości mierzonej bezpośrednio do obiektu. Pomiarów na znaczkach możemy dokonywać prawie każdym typem tachimetru, a zasięg zależy od wielkości znacznika.

Producenci z roku na rok rezygnują z montowania klawiatury kodowej, a rozmiar ekranu jest wciąż powiększany. Praktykowany jest także jednostronny wyświetlacz w najmniej dokładnych instrumentach serii. Ekran w tanich tachimetrach są z reguły monochromatyczne, a ich rozmiar pozwala na wyświetlanie podstawowych informacji pomiarowych. W bardziej zaawansowanych instrumentach spotyka się już duże kolorowe, dotykowe monitory, które znacznie ułatwiają korzystanie z rozbudowanego oprogramowania geodezyjnego.

Są trzy możliwości zapisywania obserwacji: w stałej pamięci instrumentu, na wymiennej karcie pamięci lub w zewnętrznym rejestratorze. Rejestrator posiada dużą pamięć oraz umożliwia wykorzystanie obserwacji tachimetrycznych natychmiast w innym instrumencie, ewentualnie w odbiorniku GPS.

Podstawowym portem komunikacyjnym jest szeregowy RS-232, dlatego każdy tachimetr go posiada. Wciąż niewiele modeli ma port USB, który zapewnia zdecydowanie szybszy transfer, a jedynie pojedyncze modele wykorzystują bezprzewodowe łącze IrDA lub Bluetooth.

Oprogramowanie w tachimetrach staje się coraz bardziej zaawansowane. Pozwalają na wykonywanie najtrudniejszych czynności pomiarowych i obliczeniowych bezpośrednio w terenie. Nawet najprostsze modele tachimetrów wyposażone są w aplikacje do wykonywania podstawowych prac drogowo-inżynierskich, a bardziej zaawansowane opcje dostępne są w droższych instrumentach.

Producenci określają własne warunki dla których opisują „żywość” baterii wewnętrznych. Jedni wyznaczają ten czas przy ciągłym pomiarze kątów i długości, inni przy pomiarze samej odległości co 5 sekund. Oczywiście w warunkach polowych nikt nie mierzy odległości w sposób ciągły. Zatem czas pracy w terenie z użyciem jednej baterii jest znacznie dłuższy niż podany w tabeli. W tachimetrach stosowane są szybkoładowalne baterie Ni-MH (niklowo-wodorkowe), Li-Ion (litowo-jonowe) lub Ni-Cd (niklowo-kadmowe).

Tabela 1 –modele:

MARKA	Leica	Nikon	Sokkia	South	Topcon
MODEL	TC403/405 /407,TCR(Power, ultra)403/405/ 407	DTM -652	SRX1/ SRX2/SRX3 /SRX5	NTS 352R /355R /3555SR	GPT-9001A/ 9003A/ 9003A/ 9005A
Data wprowadzenia na rynek	2003	2006	2007	2006	2007
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU Dokładność [lub α]	Fazowa 3 (10 ^{cc})/5 (15 ^{cc})/7 (20 ^{cc})	Przyrostów 1"	Absolutna 1"/2"/3"/5	Przyrostów 2"/5"	Absolutna 1"/(3 ^{cc})/3" (10 ^{cc})/3"/(10 ^{cc})/5"
Najmniejsza wyświetlana jednostka [lub α]	1 (5 ^{cc})	0,5"	0,5"/1" lub 1"/5"	1" lub 5" (ust.)	(15 ^{cc}) 1 ^{cc} /3 ^{cc} /3 ^{cc} /3 ^{cc}
Kompensator jedno/dwuosiowy, dokładność, zakres	Dwuosiowy, 1, 4	Dwuosiowy, 1", 3"	Dwuosiowy, 0,5", 3"	Jednoosiowy, 1", 3"	Dwuosiowy, 1", 6"
Luneta –powiększenie, średnica [mm]	30x,40	33x (21x lub 41x opcja), 45	30x, 45	30x, 50	30x,45
Minimalna ogniskowa [m]	1,7	1,3	1,3	1	1,3
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU Dokładność[mm+ppm]	Fazowa	Impulsowa	Fazowa	Fazowa	Fazowa
Z lustrem	2+2	2+2	1+2	2+2	2+2
Z tarczką celowniczą	2+2	2+2	3+2	–	2+2
Bez lustra	3+2	–	3+2	5+3	5,10+10(1)
Zasięg [m]	3500(10000*)	2700	5000	3000/2500 /2500	4000
Z jednym lustrem	5400	3600	6000	–	5300
Z trzema lustrami	250(1000*)	100	500	–	–
Z tarczką celowniczą	170*,300**	–	500	200	250,2000
Bez lustra					
Czas [s]					
W trybie dokładnym	1	1	1,7	3	1,2
W trybie trackingu	0,3	0,5	0,3	1	0,4
Pomiar bez lustra z plamką lasera	tak*	–	tak	nie	tak
SERWOMOTORY					
Wyszukiwanie, śledzenie lustra	Nie	Nie	Tak	Nie	Tak
Jednoosobowa stacja robocza	Nie	Nie	Tak	Nie	Tak
WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA					
Jedno.../ dwustronne	Dwustronne (opcje)	Dwustronne	Jednostronne	D/D/J	Jednostronne.
Rozmiar ekranu	6liniix31znaków	128x64 pikseli	–	4 linie	240x320 pikseli
Kolorowy/ dotykowy	Nie	Nie	Tak/tak	Nie	Tak
Liczba klawiszy	14	25	32	23	25

MARKA	Leica	Nikon	Sokkia	South	Topcon
REJESTRACJA DANYCH Pojemność pamięci wewnętrznej, liczba zbiorów Karta pamięci (typ) Porty wejścia -wyjścia	10000pkt,16 Nie RS-232	10000pkt,32 CF(typ I i II) RS-232, USB	Ok. 10000pkt, nieograniczona CF, USB Bateria zewn, wyjście do PC/ rejestratora	8000pkt,30 Nie RS-232	2x64MB, bez ograniczeń CF(typ/II RS-232, USB, Bluetooth (przez CF), moduł radio+ Bluetooth (opcja)
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE System operacyjny Funkcje pomiarowe i obliczeniowe Korzystanie z programów użytkownika Polska wersja językowa Aktualizacja oprogramowania fabrycznego Formaty wymiany danych	LEICA Tyczenie, wcięcie swobodne, powierzchnia, czołówki, wys. niedostępnych punktów, mimośród celu 3D,przeniesienie wysokości Nie Tak Tak GSI,DXF,MGEO, ASCII,użytkownika	NIKON Zakładanie stanowiska, tyczenie, domiary, pomiary mimośrodowe, czołówek, wys. pkt. niedostępnego, obliczenia, Nie Tak Tak ASCII	Windows CE Tachimetria, tyczenie, wcięcie, powierzchnie, czołówki, pomiar niedostępnej wysokości, rzut na linię bazową, tyczenie z linii bazowej + program EXPERT Nie Nie Tak SDR33	SOUTH Tyczenie i pomiar 3D, orientacja, pomiar czołówek, wys. Stacji, wys. Punktu niedostępnego, wcięcie wstecz, mimośrodowy, powierzchnia, rzutowanie Nie Tak Tak ASCII	Windows CE.NET 4.2 Pakiet programów drogowych, kodowanie, lista punktów, szkic na ekranie, wcięcia, przecięcia, ekscentryk rzutowanie, ciągi poligonowe, ruletka Tak Tak Tak Topcon bt, użytkownika, DXF, SHP, MOSS, LandXML
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ Ciągły pomiar kątów[h] Pomiar kątów i odległości [pkt lub h]	Ni-MH Ok.6 Ok.9000pkt	BC-80 28 10	BDC58 Ok.4 Ok.400pkt	Ni-MH 2,5-8 1,5-6	Li-Ion Brak danych 4,5h

MARKA	Leica	Nikon	Sokkia	South	Topcon
INNE					
Diody do tyczenia	Opcja	Tak	Opcja	Nie	Tak
Pionownik laserowy	Tak	Nie	Nie	Nie	Opcja
Waga instrumentu z baterią [kg]	5,2	5,1	ok.6,5	5,8	6,1
Norma pyło- i wodoszczelności	IP54	IP54	IP64	EN55024, EN60950	IP54
Temperatura pracy [⁰ C]	-20 do +50	-20 do +50	-10 do +50	-20 DO +45	-20 do +50
Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem)	2 baterie, okablowanie, ładowarka, lustro realizacyjne, pokrowiec, osłona na okular, miarka,	Bateria, ładowarka, pokrowiec, szelki, kabel do transmisji, instrukcja w jęz. Polskim, CF128MB	Oslona od słońca, kompas, okablowanie, ładowarka	Bateria, ładowarka, okablowanie	2 baterie, okablowanie, ładowarka, oprogramowanie, rysik, folia ochronna
Gwarancja [miesiące]	12 (opcja 48)	48	24	24	24
Cena netto zestawu standardowego [zł]	Od 22 500	42 990	–	Od 15990/od 14990-15990/	Brak danych
Informacja dodatkowa	Bateria comcorder lub 6Xlr6, *w modelach TCR400power, **w modelach TCR400ultra	Statyw, tyczka, lustro, ubezpieczenie gratis; najdłuższa gwarancja na rynku	–	–	Roczne ubezpieczenie, wpis do instrumentu danych właściciela, czek o wartości 1000zł netto na zakup akcesoriów, otwarta platforma Windows

Tabela 2 –modele:

MARKA	Leica	Nikon	Sokkia	South
MODEL	SmartStation	NPL-362/352/332	Set1030R3/ SET2030R3/ SET3030R3	NTS 662/663/665
Data wprowadzenia na rynek	2005	2004/2003/2003	2004	2005
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	Absolutna	Przyrostów	Absolutna	Absolutna
Dokładność [lub α]	1 ^{''} (3 ^{cc})/2 ^{''} (6 ^{cc})/3 ^{''} (9 ^{cc})/5 ^{''} (15 ^{cc})	3 ^{''} /5 ^{''} /5 ^{''}	1 ^{''} /2 ^{''} /3 ^{''}	2 ^{''} /3 ^{''} /5 ^{''}
Najmniejsza wyświetlana jednostka [lub α]	1 ^{''} (5 ^{cc})	1 ^{''}	0,5 ^{''} /1 ^{''} lub 1 ^{''} /5 ^{''}	1 ^{''} lub 5 ^{''} (ust.)
Kompensator jedno/dwuosiowy, dokładność, zakres	Dwuosiowy, 1 ^{''} , 4 [']	D/D/J, 1 ^{''} , 3 ^{''}	Dwuosiowy, 0,5 ^{''} , 3 [']	Jednoosiowy, 1 ^{''} , 3 ^{''}
Luneta –powiększenie, średnica [mm]	30x, 40	26X(16X lub 32X opcja), 40	30x, 45	30x, 50
Minimalna ogniskowa [m]	1,5	1,6	1,3	1

MARKA	Leica	Nikon	Sokkia	South
POMIAR ODLEGŁOŚCI -METODA POMIARU	Fazowa	Impulsowa	Fazowa	Fazowa
Dokładność [mm+ppm]				
✓ Z lustrem	2+2	3+2	2+2	2+2
✓ Z tarczką celowniczą	2+2	3+2	3+2	-
✓ Bez lustra	3+2(<500m), 5+2(>500m)*	5+2	3+2	Nie dotyczy
Zasięg [m]				
✓ Z jednym lustrem	3500	5000	5000	1800/1600/1400
✓ Z trzema lustrami	5400	5000	6000	2600/2300/2000
✓ Z tarczką celowniczą	250	300	500	brak danych
✓ Bez lustra	170**, 500***	210	350	nie dotyczy
Czas [s]				
✓ W trybie dokładnym	1,5	1,6	1,7	3
✓ W trybie trackingu	0,15	0,5	0,3	1
Pomiar bez lustra z plamką lasera	tak	Nie	Tak	Nie
SERWOMOTORY				
Wyszukiwanie, śledzenie lustra	TC(A)P(RA)RP	Nie	Nie	Nie
Jednosobowa stacja robocza	TC(A)PY(RA)RP	Nie	Nie	Nie
WYŚWIETLACZ I KŁAWIATURA				
Jednostronne/ dwustronne	Dwustronne (opcja)	D/D/J	Dwustronne	Dwustronne
Rozmiar ekranu	320x240 pikseli	128X64 pikseli	20znaków x 8linii	8 linii
Kolorowy/ dotykowy	Nie	Nie	Nie/nie	Nie
Liczba klawiszy	34	25	43	21
REJESTRACJA DANYCH				
Pojemność pamięci wewnętrznej, liczba zbiorów	32-256 MB, bez ograniczeń	10000 pkt, 32	ok. 10 000, nieograniczona	16MB (40000pkt), bez ograniczeń
Karta pamięci (typ)	CF	Nie dotyczy	CF	Nie
Porty wejścia -wyjścia	RS-232, Bluetooth, radiomodem	RS-232	Bateria zew., wyjście do PC/rejestratora	RS-232

MARKA	Leica	Nikon	Sokkia	South
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE				
System operacyjny	Leica	Nikon	DR-DOS	South
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	Bogate oprogramowanie wew., pakiet programów specjalistycznych	Zakładanie stanowiska (znane, wcięcie, nawiazanie wysokościowe), tyczenie, domiary, pomiary mimośrodowe, czołówek, wysokości pkt niedostępnego, obliczenia (współrzędnych, powierzchni, przecięć)	Tachimetria, tyczenie, wcięcie, powierzchnie, czołówki, pomiar niedostępnej wysokości, rzut na linię bazową, tyczenie z linii bazowej +program EXPERT	Tyczenie i pomiar 3D, orientacja, pomiar czołówek, wysokość stacji, punktu niedostępnego, wcięcie wstecz, mimośrody, powierzchnia, rzutowanie, projektowanie tras
Korzystanie z programów użytkownika	Tak	Nie	Nie	Nie
Polska wersja językowa	Tak	Tak	Tak	Tak
Aktualizacja oprogramowania fabrycznego	Tak	Tak	Tak	Tak
Formaty wymiany danych	GSI, IDX, MGEO, ASCII, użytkownika	ASCII	SDR33	ASCII
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	Li-Ion	Ni-MH	BDC35A	Ni-MH
Ciągły pomiar kątów [h]	Brak danych	27	8,5	8
Pomiar kątów i odległości [pkt lub h]	6-8h	7	600Ppkt	6

MARKA	Leica	Nikon	Sokkia	South
INNE				
Diody do tyczenia	Opcja	Nie	Tak	Nie
Pionownik laserowy	Tak	Nie	Nie	Nie
Waga instrumentu z baterią [kg]	7,2	5,5/5,5/5,3	5,9	6,0
Norma pyło- i wodoszczelności	IP67	IPX6	IP64	EN55024, EN60950
Temperatura pracy [°C]	-20 do +50	-20 do +50	-20 do +50	-20 DO +50
Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem)	2 baterie, okablowanie, ładowarka, karta pamięci	bateria, ładowarka, pokrowiec, szelki, kabel do transmisji, instrukcja w języku polskim	osłona od słońca, kompas, okablowanie, ładowarka	bateria, ładowarka, okablowanie
Gwarancja[miesiące]	12 (opcja 48)	48	24	24
Cena netto zestawu standardowego [zł]	Od 99 000	Od 24 990	40 990/ 37 990/ 34 990	Od 16 990/ od 14 990/ od 13 990
Informacja dodatkowa	*TCR, **PinPointR100 i ***R300, integracja z GPS/RTK, kompatybilny z GPS1200	Statyw, tyczka, lustro, ubezpieczenie gratis: najdłuższa gwarancja na rynku	Moduł Bluetooth	Brak danych

W powyższych tabelach znajdują się m.in. takie tachimetry, jak: Topcon GPT-9000A, Leica Smart Station, Nikon NPL-302/602, Sokkia SETx030R3 i South NTS662/663/665.

Topcon GPT-9000A jest to sprzęt z serwomotorami i dzieli się na modele lustrowe (900A) i bezlustrowe (9000A). Producent tych tachimetrów zrezygnował z modelu 2-sekundowego i oddaje do dyspozycji tachimetry 1-, 3- i 5-sekundowe. Serwomotory zainstalowane w tym sprzęcie sterują automatycznym obracaniem kół poziomego i pionowego oraz wspomagają ich manualne ustawienie. Śruby leniwe mają trzy płynne zakresy i w zależności od ich wychylenia zmienia się prędkość działania serwomotorów.

One-man-station składa się z tachimetru, lustra o zakresie 360⁰, specjalnego modułu RC-3 wspomagającego wyszukiwanie zwierciadła oraz nowego kontrolera FC-200. Tachimetr jest wyposażony w specjalny moduł komunikacyjny z radiomodemem 2,4 GHz. Radiomodem o takim samym zakresie podpięty jest do kontrolera. Posłużą one do przesyłania komend i danych od operatora do tachimetru i z powrotem. Topcon wymyślił przystawkę RC-3 montowaną na zwierciadle.

W momencie wyjścia lustra z pola widzenia tachimetru z RC-3 wysyłany jest sygnał, który pomaga w zgrubnym określeniu położenia lustra. Instrument nie musi już obracać się o 360^0 . Technologię tę nazwano X-TRAC (Extender Topcon Rapie Acquisition & Capture). Tachimetr ten został rozszerzony o jeszcze dwie funkcje: bezlustrowe skanowanie obiektów i monitorowanie punktów pomiarowych umieszczonych na obiektach inżynierskich. Posiada duży i mini port USB, standardowe łącze szeregowo RS-232, bezprzewodowy Bluetooth oraz czytnik kart CompactFlash. Obsługę portów wspomaga Windows CE.NET. Do dyspozycji jest również alfanumeryczna klawiatura, której Topcon po raz pierwszy dodał podświetlenie.

South to dalekowschodni producent sprzętu geodezyjnego, który rozpoczął swą działalność 18 lat temu, a na polski rynek wszedł w 2005 roku. W swojej ofercie South posiada zarówno instrumenty lustrze, jak i bezlustrze. Tachimetry serii NTS660 są nowoczesnymi instrumentami o wszechstronnym zastosowaniu w geodezji, budownictwie, przy budowie dróg i autostrad. Produkowane są w trzech klasach dokładności pomiaru kąta, odpowiednio są to modele: NTS665 (5"), NTS663 (3") i NTS662 (2"). Wyposażone są w zestaw programów użytkowych, rozbudowaną pamięć na 8000 punktów. Współpracują ze wszystkimi najczęściej używanymi programami obliczeniowymi Winkalk i C-Geo. Instrumenty te są pyło- i wodoszczelne. Programy i liczne funkcje obliczeniowe ułatwiają prowadzenie nawet skomplikowanych prac pomiarowych i inwentaryzacyjnych w terenie. Tachimetr NTS660 P posiada duży wyświetlacz pracujący w trybie graficznym, 8 linii tekstowych, podświetlane, przejrzyste menu zintegrowane z funkcjonalną klawiaturą alfanumeryczną.

Tachimetry serii NTS660 zapewniają łatwe wyznaczanie elementów tras, kłoidów, łuków, prostych, punktów. Funkcja EDIT pozwala na wygodną modyfikację elementów tras i dostosowywanie do oryginalnego projektu. Funkcja tyczenia ortogonalnego pozwala na szybkie wyznaczanie punktów brzegowych względem osi trasy, tyczenie nachylenia, trasy oraz wyświetlanie wysokości poszczególnych punktów. Instrumenty serii NTS660 ułatwiają pomiary inwentaryzacyjne przy odbiorze tras, sprawdzanie osi, sprawdzanie punktów brzegowych już ukończonego projektu.

Sokkia jest to japoński producent tachimetrów. Posiada oprogramowanie EXPERT, jest to zestaw kilkunastu funkcji pomiarowych i obliczeniowych, które są rzadziej spotykane w standardowych modelach tachimetrów, tj. pomiary topograficzne, wyrównanie poligonu, pomiar punktów niedostępnych poprzez definiowanie płaszczyzny odniesienia,

różnego rodzaju tyczenia, przecięcia, rzutowania punktów, transformacje i cały zestaw do obsługi prac drogowych. W serii SETx030R3 mamy do dyspozycji nową funkcję o nazwie SFX (Sokkia Field-info Xpress). Po podłączeniu do tachimetru telefonu komórkowego (z opcją łączenia się z internetem) można dane (obserwacje, współrzędne) wysyłać na skrzynkę e-mail, serwer FTP lub odbierać podobne informacje np. z biura. W tym modelu należy zwrócić uwagę na system pomiaru, dokładność i moc dalmierza. Sokkia stosuje tzw. RED-tech EDM (Electronic Distance Meter), który polega na określeniu odległości na podstawie trzykrotnego jej pomiaru na różnych częstotliwościach wiązki lasera. Symbol R3 w nazwie serii świadczy o zastosowaniu dalmierza silniejszego od standardowych. By oszczędzić energię, instrument przy pomiarach na lustro i bez lustra używa różnych mocy lasera. Podczas celowania, obserwator może sobie pomóc widzialną plamką lasera. Nadaje się ona do wykorzystania także w prostych pracach niwelacyjnych. Dzięki założonemu na okular specjalnemu filtrowi, użyty laser zakwalifikowany jest do I klasy bezpieczeństwa, tzn. jest całkowicie bezpieczny dla ludzkiego oka. Tachimetr ten obsługuje się za pomocą dwustronnej klawiatury, nazwy plików czy numery punktów można również wprowadzać za pomocą pilota SF14. Pilotem można również uruchomić pomiar. Poza tym system obsługuje karty do 128 MB. Najmocniejszą stroną tego sprzętu jest bogate oprogramowanie EXPERT oraz silny bezlustrowy dalmierz.

Nikon przedstawia tachimetry z unikalną i opatentowaną technologią bezlustrowego pomiaru odległości. Całkowicie eliminuje ona zakłócenia pochodzące od drobnych obiektów pojawiających się na drodze wiązki laserowej. Coaxial focusing system to współosiowy system ogniskowania, który służy w Nikonach serii NPL do pomiaru odległości bez użycia pryzmatu. Wiązka pomiarowa dalmierza po przejściu przez cały układ optyczny tachimetru, dociera i odbija się tylko od obiektu, na którym zogniskowany jest instrument. Drobne przeszkody, często pojawiające się na celowej i niewidoczne dla obserwatora, są eliminowane i nie wpływają na jego dokładność. Laser tego dalmierza jest całkowicie bezpieczny dla ludzkiego oka, gwarantuje pomiar odległości bez lustra do 210 m (do całkowicie białej powierzchni), a ze zwierciadłem – do 5000 m. Tachimetr ten posiada port USB oraz czytnik kart Compact Flash, co daje praktycznie nieograniczoną pojemność pamięci instrumentu w terenie. Oprogramowanie dalmierza w tym instrumencie to jeden z najmocniejszych punktów tego tachimetru. Posiada m.in. takie funkcje pomiarowe i obliczeniowe, jak: pomiar czołówek, tyczenie, pomiar współrzędnych, określenie niedostępnej

wysokości, pomiar współrzędnych przy różnych sposobach nawiązania, pomiary mimośrodowe z automatycznym korygowaniem obserwacji i współrzędnych, obliczenia odległości i azymuty ze współrzędnych, obliczenia współrzędnych z azymutu i odległości oraz domiarów prostokątnych, przecięć, powierzchni, obwodu. Instrument wyposażono w zegar rejestrujący czas i datę każdego pomiaru oraz elektroniczne libele.

Leica Smart Stadion bazuje na tachimetrach TPS1200, w których to montowano sensory GPS, rozbudowane o nowe opcje Smart Stadion posiadające *upgrade kit*. Jest to boczny panel z wyprowadzonymi na zewnątrz stykami, który służy do komunikacji wewnętrznego odbiornika GPS z anteną i radiomodemem. Dodatkowo w panel ten wbudowano moduł Bluetooth. Sensor GPS to kanałowy dwuczęstotliwościowy odbiornik przystosowany do pracy w trybie RTK.

Przy wykorzystaniu technologii SmartTrack, która zapewnia dużą dokładność i wiarygodność pomiaru w trudnych warunkach terenowych, można nim uzyskać dokładność 10mm+1ppm wyznaczania współrzędnych płaskich przy odległościach do 50 km od stacji referencyjnej. Do tachimetru przymocowane są jeszcze dwa elementy: radiomodem oraz antena ATX1230 SmartAntenna. Wszystko zasilane jest z akumulatora tachimetru. Elementy połączone są bezprzewodowo, a montaż zajmuje kilkadziesiąt sekund. Leica wprowadziła w nowych modelach opcjonalnie dotykowy ekran oraz zmieniła sposób jego podświetlenia. Po podłączeniu anteny do tachimetru, jego oprogramowanie rozpoznaje urządzenie, a w menu pojawiają się dodatkowe opcje sterujące GPS-em. Odbiornik pracuje w trybie RTK, musi więc mieć zapewnione odbieranie poprawek obserwacyjnych. Korekty mogą pochodzić z przenośnej stacji użytkowej we własnym zakresie lub też z sieci stacji permanentnych. Poprawki korekty odebrane przez telefon komórkowy są przekazywane do sensora GPS bezprzewodowo dzięki technologii Bluetooth. Oprogramowanie pozwala zapisać na tej samej karcie pamięci CompactFlash i w jednej bazie danych zarówno obserwacje kątowno-liniowe, jak również GPS. Zalet opisywanego sprzętu jest wiele, a najważniejszą jest modułowość.

Podsumowując, można stwierdzić, że tachimetry opisane powyżej posiadają bardzo ciekawe funkcje. Topcon 9000A to urządzenie, które posiada większość osiągnięć techniki, które można zastosować w nowoczesnym tachimetrze, a także pakiet programów drogowych, szkic na ekranie itp. Konkurencją dla Topcona w zakresie tachimetrów z serwowatorami jest Sokkia SRX. Do tej pory Sokkia nie miała w swoim katalogu zmotoryzowanego tachimetru z prawdziwego zdarzenia.

Namiastką była seria 230RM, która powoli wychodzi z produkcji. SRX, podobnie jak Topcon, to również sprzęt z najwyższej półki technologicznej. Model Sokkia sterowany jest przez dwustronną klawiaturę, tak jak i w modelu Nikon, Leica i South. Z pośród tych pięciu tachimetrów, jeżeli chodzi o zasięg pomiaru, to na pierwszym miejscu znajdują się modele Sokkia i Nikon -5000m, najgorzej wypadł tutaj model NTS South, pozostałe od 1400 do 1800m. Biorąc pod uwagę oprogramowanie wewnętrzne, to model SmartStation ma je najbogatsze oraz posiada pakiet programów specjalistycznych.

Pozostałe tachimetry mają takie funkcje obliczeniowe i pomiarowe, jak: tyczenie, pomiar niedostępnej wysokości, domiary, wcięcia, pomiar czołówek, pomiar 3D i projektowanie tras (South), obliczenia: współrzędnych, powierzchni i przecięć (Nikon), tyczenie z linii bazowej + program EXPERT i rzutowanie na linie bazową (Sokkia), pakiet programów drogowych i kodowanie (Topcon). Z roku na rok zwiększany jest także maksymalny zasięg pomiaru bez lustra, który dochodzi w tej chwili do 2000 m – Topcon 9000A. W pozostałych modelach waha się między 250m do 500m. Poprawiana jest dokładność tych dystansów oraz skracany jest czas pomiaru. We wszystkich przedstawionych tachimetrach prezentowana jest polska wersja językowa.

Producenci tachimetrów dążą do tego, by nowa linia była kompatybilna z poprzednią, a także współpracowała ze sprzętem GPS (Leica SmartStation) i niwelatorami cyfrowymi.

Bezlustrowe pomiary odległości teraz to już standard, a system operacyjny DOS to przeszłość.