

NIEZBĘDNIK MIESIĘCZNIKA **GEODETA**

TACHIMETRY

75 SERII 15 MAREK 11 NOWOŚCI

LUTY 2023



W ROLACH GŁÓWNYCH:

R180 - ULTRA SZYBKI I DOKŁADNY ROBOT Z KAMERĄ
OBRÓT 180°/5 | 1" LUB 0,5" | 1MM + 1PPM

R120 - UNIWERSALNY ROBOT DO CODZIENNEJ PRACY
ANDROID LTE | 1" | 1MM + 1,5 PPM | HYBRYDA

WWW.STONEX-POLSKA.PL

TS | GNSS | UAV | SLAM | LIDAR

SPRZĘT

Z drugiej strony lunety s. 4

Tachimetry do pomiarów jednoosobowych budzą wśród polskich geodetów coraz większe zainteresowanie. Wyjaśniamy zatem, jakie są korzyści z użytkowania tego sprzętu oraz jaki model wybrać

Znacznie wydajniej, ale jakim kosztem? ... s. 14

Testujemy Leica AP20 AutoPole, czyli pierwszy system na rynku, który kompensuje wychylenie tyczki podczas pomiarów tachimetrycznych

Pierwsza odłona: zaskakujący Stonex ... s. 22

Czerski Trade Polska prezentuje kompletnie nową rodzinę tachimetrów włoskiej firmy Stonex

Plusy jednego systemu s. 26

Firma GPS Global Solutions przedstawia androidowe nowości marki Stonex w zakresie tachimetrów

PROJEKT

Pomiary torów w ciągłym ruchu s. 10

Tomasz Ziętkowski z firmy GEO-Instruments Polska prezentuje bazujący na tachimetrach automatyczny system monitoringu geodezyjnego stacji Warszawa Zachodnia

WYWIAD

Pomiary z asekuracją s. 18

Rozmawiamy z Karolem Dąbrowskim – geodetą uprawiającym wspinaczkę górską, właścicielem firmy Grawitacja, w której świadczą usługi geodezyjne z wykorzystaniem technik alpinistycznych

Robot przyjaciele s. 24

Inżynier Sebastian Łuczak opowiada o wykorzystaniu tachimetrów robotycznych GeoMax Zoom 90 i Zoom 95 oraz oprogramowania polowego X-Pad Ultimate w firmie POI Format

ZESTAWIENIE

Androidy i roboty s. 28

Analizujemy trendy na rynku tachimetrów elektronicznych. Co łączy 15 nowości, jakie trafiły w ostatnim roku na polski rynek?

Przegląd tachimetrów elektronicznych s. 30

Zestawiamy specyfikację 75 serii instrumentów według 55 cech

Miesięcznik geoinformacyjny GEODETA.

Wydawca: Geodeta Sp. z o.o.

Redakcja: 02-541 Warszawa, ul. Narbutta 40/20,
tel. (22) 849-41-63, 646-87-44

e-mail: redakcja@geoforum.pl, www.geoforum.pl

Zespół redakcyjny: Katarzyna Pakuła-Kwiecińska (redaktor naczelny), Jerzy Królikowski (redaktor prowadzący Geoforum.pl), Damian Czekaj (sekretarz redakcji), Jerzy Przywara, Anna Wardziak, Bogdan Grzechnik

Opracowanie graficzne: Andrzej Rosołek

Druk: Mazowieckie Centrum Poligrafii Sp. z o.o.

Nakład do 2 tys. egzemplarzy

Niezamówionych materiałów redakcja nie zwraca. Zastrzegamy sobie prawo do dokonywania skrótów oraz do własnych tytułów i śródtytułów. Za treść ogłoszeń redakcja nie odpowiada

Copyright©Geodeta Sp. z o.o.

Wszystkie prawa zastrzeżone (łącznie z tłumaczeniami na języki obce)

Prenumerata tradycyjna GEODETY 2023 (geoforum.pl)

● Roczna z dostępem do internetowego Archiwum GEODETY – 531,36 zł, w tym 8% VAT.

● Pojedyncze wydanie – 44,28 zł, w tym 8% VAT.

Prenumeratę można wykupić na dowolną liczbę miesięcy. W każdym przypadku prenumerata obejmuje koszty wysyłki.

Egzemplarze archiwalne można zamawiać do wyczerpania nakładu.

Warunkiem realizacji zamówienia jest otrzymanie przez redakcję potwierdzenia z banku o dokonaniu wpłaty na konto:

04 1240 5989 1111 0000 4765 7759.

Najwygodniej złożyć zamówienie, korzystając z formularza w zakładce Prenumerata na portalu Geoforum.pl.

Realizujemy również zamówienia składane:

● mailowo: prenumerata@geoforum.pl

● telefonicznie: tel. (22) 646 87 44, (22) 849 41 63 (7.00-15.00)

● listownie: Geodeta Sp. z o.o., ul. Narbutta 40/20, 02-541 Warszawa.

Po upływie okresu prenumeraty automatycznie wystawiamy i przesyłamy mailem kolejną fakturę pro forma na taki sam okres. O ewentualnej rezygnacji z przedłużenia prenumeraty prosimy poinformować redakcję listownie, telefonicznie lub mailowo, najlepiej przed upływem okresu prenumeraty. Dokonanie wpłaty na prenumeratę oznacza akceptację Regulaminu prenumeraty GEODETY.

Prenumerata GEODETY cyfrowego 2023 (egeodeta24.pl)

● Roczna z dostępem do internetowego Archiwum GEODETY – 318,64 zł, w tym 8% VAT.

● Półroczna – 173,56 zł, w tym 8% VAT.

● Kwartalna – 93,51 zł, w tym 8% VAT.

● Pojedyncze wydanie – 33,48 zł, w tym 8% VAT.

GEODETĘ cyfrowego można zamawiać w serwisie egeodeta24.pl

działającym 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu. Użytkownik zakłada w serwisie konto, na którym składa zamówienia,

dokonyje płatności elektronicznych i odbiera zakupione wydania. Zamawiać można prenumeratę oraz/lub pojedyncze wydania.

Zakupione wydania są dostępne zaraz po dokonaniu płatności elektronicznej.

Jeśli użytkownik nie chce skorzystać z płatności elektronicznej, może wybrać wystawienie faktury pro forma i opłacenie jej przelewem bankowym. Po otrzymaniu płatności redakcja wystawia fakturę i udostępnia opłacone wydania. O kolejnych zmianach statusu zamówienia, w tym o nowych opublikowanych wydaniach, użytkownik jest na bieżąco informowany drogą mailową.

Istnieje możliwość zamówienia tylko wybranych wydań zawierających określone treści. Wyszukiwarka uwzględniająca autorów, tytuły oraz słowa kluczowe pozwala łatwo odnaleźć artykuły odpowiadające potrzebom użytkownika.

.....
We wszelkich sprawach związanych z prenumeratą GEODETY prosimy o kontakt na adresy mailowe: prenumerata@geoforum.pl lub egeodeta24@geoforum.pl

.....
Więcej o korzystaniu z internetowego Archiwum GEODETY – na portalu Geoforum.pl w zakładce Archiwum GEODETY.

.....
GEODETĘ i GEODETĘ cyfrowego można również kupić w sieciach kolporterów prasy: ● Garmond, ● Kolporter, ● Ruch oraz ● eKiosk (tylko GEODETA cyfrowy).

.....

Radzimy, jak wybrać tachimetr do pomiarów jednoosobowych

Z drugiej strony lunety

Niektórzy z czytelników już na samym początku artykułu mają być może ochotę przeskoczyć do kolejnego tematu. „Nie stać mnie na taki sprzęt, a poza tym nie jest mi potrzebny” – powie niejeden geodeta. Zachęcamy jednak, by jeszcze chwilę kontynuować lekturę, bo to się może opłacić!

Jerzy Królikowski

Moda na tachimetry zrobotyzowane (obsługiwane od strony tyczki z lustrem i rejestratorem) na dobre dotarła już do Polski. Zainteresowany zakupem geodeta musi jednak stawić czoło wielu obcym nazwom „najlepszych” technologii. MagDrive, PowerSearch, GeoTRAIL, ATR+, Ultrasonic Direct Drive – to zaledwie próbka terminów, jakie znajdziemy w broszurach producentów „robotyków”. Z jednej strony dystrybutorzy będą nas zapewniać, że te unikatowe technologie wyróżniają ich sprzęt na tle konkurencji. Z drugiej zaś sceptyczni geodeci mogą uznać, że to tylko marketingowe hasła, bo tak naprawdę wszystkie tego typu instrumenty robią z grubsza to samo. Kto ma rację i jak w tym terminologicznym gąszczu dokonać mądrego wyboru?

• Dlaczego tak drogo?

Faktycznie, tachimetry jednoosobowe nie są tanie. Cena

kompletnego zestawu zaczyna się od niecałych 50 tys. zł. Czasem można nieco zbić tę kwotę, trafiając na promocję lub kupując dodatkowo odbiornik GNSS. Natomiast najwyższej klasy tachimetry z opcją skanowania i obrazowania w podstawowych wersjach kosztują od stu kilkudziesięciu tysięcy złotych w górę. Krajowi dystrybutorzy sprzętu pomiarowego nie pozostawiają też wątpliwości: w najbliższych latach nie ma co liczyć na znaczne przeceniny. Jak tłumaczy jeden z nich, zaawansowanie tej kategorii

Oferta tachimetrów jednoosobowych w Polsce

- Carlson Software: CRx
- GeoMax: Zoom75, Zoom95
- Leica Geosystems: TS13, TS16, TS60, MS60
- Spectra Geospatial: Focus 35
- Stonex: R80
- Topcon: DS-2001, GT-600/1200, GT-500/1000, GTL-1000
- Trimble: S5, S7, S9, SX10, SX12

sprzętu zapewnia czołowym producentom istotną przewagę na międzynarodowym rynku. Raczej nie będą oni zatem skorzy, by się tej przewagi pozbywać, np. sprzedając swoją technologię chińskim firmom. Na marginesie zwróćmy uwagę, że producenci z Państwa Środka od lat nie są w stanie wypuścić własnego tachimetru zrobotyzowanego, choć z pewnością bardzo by chcieli.

Jednak paradoksalnie to właśnie kwestie finansowe sprawiają, że coraz więcej polskich geodetów decyduje się na zakup tego typu instrumentów. Kalkulacja jest prosta: skoro „robotyk” może być obsługiwany jednoosobowo, to pozwala oszczędzić niekiedy nawet cały etat. Przy szybko rosnących kosztach zatrudnienia sprawia to, że rata leasingu za ten sprzęt może okazać się niższa niż wynagrodzenie pomiarowego.

Dystrybutorzy, z którymi rozmawialiśmy, zgodnie potwierdzają, że dla wielu rodzimych firm geodezyjnych to kluczowy argument. Ale – jak zaraz dodają – korzyści z posiadania tachimetru

jednoosobowego jest więcej. Bodaj najważniejszą jest zwiększona wydajność pracy, szczególnie odczuwalna przy pomiarze lub tyczeniu wielu punktów. Dodatkowym atutem jest możliwość łatwego łączenia różnych technologii pomiarowych (o czym szerzej w dalszej części artykułu). Liczy się również to, że geodeta – mając pełną kontrolę nad przebiegiem pomiarów – obniża ryzyko popełnienia błędów.

Na Zachodzie powyższe argumenty od lat są oczywistością, ale i u nas zaczęły trafiać na podatny grunt. – Obecnie zdecydowana większość naszej sprzedaży tachimetrów dotyczy instrumentów jednoosobowych – mówi Przemysław Wilbik z firmy TPI będącej dystrybutorem sprzętu Topcon. – Nie powinno to jednak dziwić. Tachimetr jest przecież urządzeniem, które służy przez wiele lat. Wymiana zużytego na nowszy, ale podobny model nie daje wielkich korzyści. Natomiast przejście na instrument jednoosobowy to już duży krok w rozwoju firmy – tłumaczy.

• Liczby niewiele mówią

Krajowi dystrybutorzy oferują obecnie 19 serii tachimetrów jednoosobowych 7 różnych marek (patrz ramka). Chcąc wybrać optymalny zestaw, wielu geodetów w pierwszej kolejności zajrzy do specyfikacji sprzętu. Niestety, jeśli chodzi o serwomotory i związane z nimi funkcje, broszury niewiele powiedzą.

Jedynym parametrem powtarzającym się u wszystkich producentów jest prędkość obracania się instrumentu. Dystrybutorzy nie mają wątpliwości, że nie jest to najważniejsza cecha „robotyków”. – Przy parametrach oferowanych obecnie na rynku nawet Usain Bolt nie byłby w stanie uciec z pola widzenia tachimetru – żartuje Przemysław Wilbik z TPI. – Co nam po imponującej szybkości obrotu, jeśli tachimetr może łatwo „gubić” lustro – dodaje Michał Przytuła z firmy Leica Geosystems. Odmienne patrzy na to zagadnienie Kamil Ciuraj z firmy Geotronics Dystrybucja, która oferuje sprzęt marki Trimble. – Jeśli porównamy czas pomiaru punktu w dwóch położeniach lunety (razem z obrotem), to model Trimble S6 jest szybszy od starszego S3 o pół sekundy. To niby niewiele, ale np. przy złożonym systemie monitoringu przekłada się na wymierne oszczędności czasowe – podkreśla.

W specyfikacjach sprzętu często mowa jest też o zasięgu działania pomiaru jednoosobowego. Tu należy rozróżnić dwie rzeczy. Pierwsza to zasięg funkcji wyszukiwania lustra, który w najlepszych tachimetrach przekracza kilometr. Na przykład Trimble deklaruje, że w przypadku jego technologii FineLock Long Range wartość ta wynosi nawet 2,5 km. Analizując ten parametr, trzeba jednak mieć na uwadze, że – podobnie jak w tachimetrach obsługiwanych dwuosobowo – faktyczny zasięg pomiaru zależy od rodzaju przyzmatu oraz aktualnych warunków terenowych. Drugi aspekt dotyczy komu-



Tachimetr Leica TS16 w zestawie SmartPole

nikacji między tachimetrem a rejestratorem. Najczęstszym rozwiązaniem jest Bluetooth dalekiego zasięgu działający na dystansie do kilkuset metrów. Bardziej rozbudowane modele oferują zaś komunikację radiową pozwalającą pracować na znacznie większych odległościach.

Tu można jednak zadać pytanie, czy śrubowanie tego parametru jest w ogóle istotne, skoro i tak mało kto odważy się odejść od tak cennego sprzętu dalej niż 200–300 metrów? W ocenie Jakuba Krzysztonia z firmy NaviGate (będącej dystrybutorem marki Spectra Geospatial) znacznie ważniejsza jest stabilność połączenia. – W rozmowach z klientami często słyszę, że w niektórych konkurencyjnych rozwiązaniach bywa z tym spory problem. Po niedawnych zmianach w modelu Spectra Focus 35 kwestia ta jest już u nas bardzo dobrze dopracowana – podkreśla.

Innym parametrem pojawiającym się w broszurach jest czas odnajdywania lustra. Choć wydaje się on przydatny, to również do niego należy podchodzić z dystansem. Podobnie jak w przypadku czasu „łapania fiksa” w odbiornikach GNSS wiele zależy bowiem od konkretnych warunków pomiarowych. Zresztą, co nam po tym parametrze, skoro publikuje go tylko

dwóch producentów? Nawiasem mówiąc, podobnie skąpo jest z informacjami o takich cechach, jak: precyzja/dokładność celowania, najkrótszy dystans szukania czy minimalny odstęp między przyzmatami dla określonej odległości. Skoro zatem broszury niewiele nam mówią, pora zajrzeć do wnętrza instrumentów.

• Co zapewnią kocie ruchy?

Można by sądzić, że zdalne poruszanie instrumentem nie stanowi przy współczesnych technologiach problemu. Ale

gdyby tak było, wybór „robotyków” byłby nieporównanie większy! Głównym wyzwaniem jest tu zapewnienie wysokiej precyzji działania serwomotorów oraz ich bezawaryjności. Dlatego większość producentów jednoosobowych tachimetrów montuje we wszystkich swoich modelach tylko jeden typ serwomotorów, a ewentualne różnice między nimi wynikają wyłącznie z ograniczeń zdefiniowanych w oprogramowaniu. Wyjątkiem jest Leica Geosystems.



Robotyki warto testować w okolicy drzew (na fot. Spectra Geospatial Focus 35)



Tak tachimetr robotyczny „widzi” pryzmat (na przykładzie technologii Leica ATR+)

Podstawowym typem są serwomotory mechaniczne. Jeszcze na początku XXI wieku były one standardem, dziś znajdziemy je w sprzęcie marek Spectra Geospatial, GeoMax, Carlson i Stonex oraz w wybranych modelach Leica Geosystems (TS13 i TS16). Główną zaletą instrumentów z tego typu komponentami jest niższa cena.

Ale w bardziej zaawansowanych modelach Leiki oraz we wszystkich zmotoryzowanych seriach Trimble’a i Topcona montowane są serwomotory działające na zupełnie innej zasadzie. W ocenie Michała Przytuły serwomotory piezo-

elektryczne, które znajdziemy w modelach Leica MS60, TS60, są nie tylko szybsze, ale mają też wydłużony interwał międzyserwisowy.

Topcon stawia z kolei na serwomotory ultrasoniczne. Na rynku pojawiła się już ich III generacja. – Przede wszystkim pozwoliły one znacznie zmniejszyć rozmiary i wagę tachimetru – wyjaśnia Przemysław Wilbik. – Zużywają ponadto mniej energii, co pozwala wydłużyć czas pracy i zmniejszyć rozmiar akumulatorów. Oferują szybszy czas reakcji. Świetnie radzą sobie chociażby ze śledzeniem pryzmatu przy wibrującym powietrzu, gdy muszą wykonywać dużo drobnych ruchów. Ale najważniejsze, że są mniej awaryjne, a czas ich życia jest dłuższy. Żeby nie być gołosłownym, Topcon obejmuje swoje serwomotory aż 5-letnią gwarancją, podczas gdy dla samych tachimetrów wynosi ona 3 lata – wyjaśnia przedstawiciel TPI. Do innych zalet serwomotorów Topcon należy możliwość regulowania trybu działania przez samego użytkownika. – Pozwala to dostosować reakcje instrumentu do własnych przyzwyczajeń oraz typu wykonywanej pracy – mówi Przemysław Wilbik.

Na kwestię mniejszych wymiarów i wzrostu bezawaryjności zwraca uwagę również Kamil Ciuraj. – W sprzęcie Trimble’a montowane są serwomotory magnetyczne, których działanie inspirowane jest pociągami typu Maglev. W dużym skrócie za obra-

canie instrumentu odpowiada pole elektromagnetyczne wyzwalane przez prąd, a prąd, jak wiadomo, się nie psuje. W efekcie tylko 2% awarii tachimetrów Trimble’a związane jest z serwomotorami – podkreśla przedstawiciel Geotronics Dystrybucja. Radzi, by kupując sprzęt pomiarowy, zwracać uwagę na całkowity koszt inwestycji. Wprawdzie cena tachimetru z lepszymi serwowatorami może okazać się wyższa, ale później oszczędzimy na naprawach i przeglądach oraz na związanych z tym przejazdach. Wśród innych zalet sprzętu Trimble’a Kamil Ciuraj wymienia technologię SurePoint wykorzystującą odmienną budowę instrumentów Trimble. System zmiany położenia osi lunety działa tu niezależnie od systemu odczytu wartości kąta poziomego i pionowego. W praktyce technologia automatycznie kompensuje wychylenie rozpozniomowującego się instrumentu (tj. gdy instrument sam fizycznie zmienia oś celową) przy zachowaniu prawidłowej wartości kąta poziomego i pionowego w trakcie celowania/tyczenia punktu. SurePoint utrzymuje orientację stanowiska, a nawet pozwala na dpopoziomowanie instrumentu w trakcie prac bez utraty orientacji. Kiedy to się może przy przydać? Choćby przy zapadaniu się nóg statywu czy podczas pracy przy silnym wietrze.

Z argumentem, że serwomotory mechaniczne są bardziej awaryjne, nie zgadza się Michał Przytuła. – Mając uniikatową możliwość porównywania ich z piezoelektrycznymi, możemy stwierdzić,

że są one równie niezawodne i bezawaryjne w użytkowaniu – zapewnia przedstawiciel Leica Geosystems.

● Śledzić każdy może, trochę lepiej lub trochę gorzej

Jeśli zapytać dystrybutorów, co jest głównym atutem tachimetrów jednoosobowych, zgodnie odpowiadają: mechanizmy wyszukiwania i śledzenia lustra. W sprzyjających warunkach wszystkie działają podobnie, ale gdy w polu widzenia instrumentu znajdują się inne pryzmaty bądź elementy silnie odbijające światło (czasem wystarczy kamizelka odbłaskowa), na jaw wychodzą spore różnice. Oczywiście wszyscy dystrybutorzy zapewniają, że ich sprzęt świetnie sobie z tymi wyzwaniami radzi. Kolejnym utrudnieniem jest chwilowe przesłonięcie pryzmatu np. przez gałąź czy przejeżdżający samochód. Tachimetr szybko z powrotem go odnajdzie czy będzie marnował cenne sekundy na skanowanie całego otoczenia?

Producenci oferują różne technologie, które pomagają rozwiązywać te problemy. Na przykład Jakub Krzysztoń z firmy NaviGate zwraca uwagę, że w tachimetrze Spectra Focus 35 za śledzenie lustra odpowiada kamera pracująca z częstotliwością 109 Hz, a więc instrument jest w stanie nadążać nawet za gwałtownymi ruchami tyczki. W sprzęcie Trimble’a częstotliwość jest jeszcze wyższa i wynosi 330 Hz, choć – jak podkreśla Kamil Ciuraj – śledzenie lustra odbywa się na innej zasadzie niż u konkurencji. – W instrumentach innych marek pryzmat wykrywany jest na podstawie informacji o intensywności odbicia wiązki lasera wspieranej obrazem z kamery. Tymczasem tachimetrie Trimble’a wykorzystują tylko intensywność. Dzięki temu skuteczność śledzenia nie jest ograniczona rozmiarami ma-

trycy kamery. W praktyce pozwala to np. pracować z minipryzmatem na większych odległościach bądź skutecznie śledzić zwykły pryzmat mimo jego częściowego przesłonięcia – wyjaśnia przedstawiciel firmy Geotronics Dystrybucja.

Michał Przytuła z Leica Geosystems zachwala z kolei technologię ATR+, która czyni instrumenty tej marki „pierwszymi samouczącymi się tachimetrami na rynku”. Co kryje się za tą frazą? Otóż według zapewnień producenta modele z ATR+ samodzielnie analizują otoczenie w poszukiwaniu obiektów, które mogłyby pomylić z pryzmatem, by w późniejszej pracy je pomijać. Automatycznie dostosowują ponadto parametry śledzenia do otoczenia (np. warunków oświetleniowych), dzięki czemu użytkownik nie musi każdorazowo przed rozpoczęciem pracy ręcznie definiować ustawień. Geodeta może ponadto określać różnorodne filtry (np. odległości czy azymutu), które uniemożliwią „zapięcie” się tachimetru na niewłaściwy pryzmat. Przedstawiciel Leica Geosystems zwraca ponadto uwagę na dwie technologie: PowerSearch mającą przyspieszać odnalezienie lustra oraz DynamicLock, która automatycznie wyszuka i zablokuje się na pryzmacie – nawet jeśli cel jest w ruchu.

– Podczas gdy większość producentów skupia się jedynie na funkcjach wyszukiwania ze względu na częste gubienie pryzmatu, Topcon koncentruje się na sposobach nieprzerwanego śledzenia – zapewnia Przemysław Wilbik. – Weźmy na przykład zgubienie lustra za gałęzią podczas poruszania się z tyczką. W starszych wersjach algorytmy Topcon po prostu zakładały dalszy ruch jednostajny, teraz są o wiele bardziej złożone i skuteczniejsze – wyjaśnia przedstawiciel TPI. Uwagę zwraca też na możliwość wyboru przez użytkownika trybu wyszu-

kiwania lustra. – Przykładowo, jeden lepiej sprawdzi się na terenie płaskim, a inny okaże się szybszy przy większych deniwelacjach – tłumaczy. Do zalet sprzętu Topcon zalicza technologię UltraTrac pozwalającą osiągnąć dokładność docelowania na poziomie 0,1 mm. W broszurach Topcon znajdziemy ponadto termin Smooth Drive Control. – Technologia ta pozwala osiągnąć częstotliwość pomiaru na poziomie nawet 10 Hz. Umożliwia to rzeczy, które dotychczas były dla tachimetrów nieosiągalne, np. śledzenie pryzmatów zamontowanych na dronach – mówi przedstawiciel TPI.

By uzyskać absolutną pewność, że tachimetr będzie celował wyłącznie na ten jeden właściwy pryzmat, Topcon oferuje tzw. lustro aktywne emitujące wiązkę lasera o określonych parametrach. W ocenie Przemysława Wilbika urządzenie sprawdzi się w miejscu, gdzie jednocześnie pracuje wiele pasywnych lusterek. Chwali w nim ponadto możliwość wyzwalania pomiaru przy użyciu specjalnego przycisku, bez konieczności używania rejestratora, co znakomicie usprawnia wy-



Pryzmat aktywny Trimble’a wyposażony jest w dwa rzędy diod

znaczenie współrzędnych dużej liczby punktów. Kolejną właściwością lustra aktywnego jest możliwość pracy na większych odległościach. Przedstawiciel TPI szczerze przyznaje jednak, że popularność tego produktu nie jest duża. – Gdy przedstawiamy pryzmat aktywny naszym klientom, większość jest pod wrażeniem, ale ostatecznie uznają, że w ich pracy jest zbędny. Mechanizm śledzenia lusterek pasywnych Topcon jest już bowiem wystarczająco skuteczny – podkreśla.

Pryzmaty aktywne oferuje również Trimble, choć dzia-

łają one w innej technologii. – Bazują na układzie niewielkich diod, które pozwalają skutecznie śledzić lustro nawet przy jego częściowym przesłonięciu. Ponadto na pryzmacie można zamontować odbiornik GNSS – tłumaczy Kamil Ciuraj.

Z pryzmatów aktywnych nie korzystają natomiast instrumenty Leica Geosystems. – Producent ten świadomie nie wprowadza do swojej oferty pryzmatów wymagających dodatkowego zasilania, a tym samym zwiększających ciężar zestawu pomiarowego. Technologia ATRplus nadaje



Aktywny pryzmat Topcon wraz z przyciskiem do wyzwalania pomiaru



Topcon GT-600 w zestawie do pracy hybrydowej

pryzmatowi wirtualny identyfikator, a w pamięci instrumentu zapisywane są wszystkie informacje dotyczące go: informacja o prędkości poruszania się, odległość od tachimetru czy siła odbicia sygnału – wyjaśnia Michał Przytuła.

Innym rozwiązaniem, które znakomicie usprawnia wyszukiwanie lustra, jest wykorzystanie wskazań odbiornika GNSS zamontowanego na tyczce. Rozwiązanie takie oferuje: Topcon, Trimble, Spectra Geospatial, Carlson, Stonex i GeoMax. Co ważne, w przypadku tych pierwszych trzech marek wcale nie potrzebujemy instrumentu RTK – wystarczy zwykły GPS wbudowany w rejestrator. Paweł Grabowski z Carlson Software zwraca z kolei uwagę na rozbudowaną integrację TS–GNSS w oprogramowaniu SurvCE oraz SurvPC – to chociażby funkcje Backup Tracking (prezentacja pozycji nieaktywnego odbiornika), Smart Lock (automatyczne blokowanie się na lustrze, gdy tyczka zwalnia) czy Follow Me (ciągłe śledzenie tyczki na podstawie wskazań GNSS).

Co niektórych może zdziwić, śledzenia tyczki z wyko-

rzystaniem odbiornika GNSS nie znajdziemy w sprzęcie marki Leica. Dlaczego? – Możliwości technologii PowerSearch i SpeedSearch pozwalają wyszukać pryzmat nawet tam, gdzie może być to kłopotliwe dla odbiornika GNSS, np. w hali, pod stropem czy w tunelu – odpowiada Michał Przytuła.

• Skanery, kamery, softy, satelity

Skoro o odbiornikach satelitarnych mowa, zdecydowana większość jednoosobowych tachimetrów oferuje integrację z instrumentami GNSS-RTK. Choć rozwiązanie funkcjonuje pod różnymi nazwami (Leica określa je jako SmartPole, Topcon – pomiary hybrydowe, a Trimble – pomiary zintegrowane), w gruncie rzeczy chodzi o to samo, czyli o obsługę dwóch różnych instrumentów z poziomu jednego rejestratora. Pozwala to nie tylko sprawnie wyznaczyć współrzędne stanowiska tachimetru czy – jak wspomnieliśmy wcześniej – odnaleźć pryzmat, ale także prowadzić pomiary w miejscach niewidocznych dla tachimetru. To z kolei umo-

żliwia zredukowanie liczby stanowisk. Ale praktycznych zastosowań tej technologii jest więcej – część punktów możemy np. pomierzyć szybciej metodą satelitarną, a tam, gdzie wymagana jest wysoka dokładność, przechodzimy na tachimetrię.

Jest tu tylko jeden drobny haczyk – i tachimetr, i odbiornik GNSS muszą być tej samej marki. Chcąc poszerzyć możliwości swojego tachimetru o współpracę z odbiornikiem GNSS, można go dokupić w dowolnym momencie, bez konieczności dodatkowej, płatnej aktualizacji oprogramowania.

Niezmiernie ważnym kryterium przy wyborze tachimetru jednoosobowego jest oprogramowanie polowe, które pozwala wycisnąć z tego typu instrumentów znacznie więcej niż tylko prosty pomiar i tyczenie. Jednym z wielu przykładów jest pomiar interwałowy, przydatny np. przy kontroli powierzchni płaskich.

Generalnie wszyscy producenci „robotyków” oferują bardzo zaawansowane software, łatwy do rozbudowania o dodatkowo płatne moduły. Można by o tym napisać oddzielny obszerny artykuł, w tym miejscu zwrócimy uwagę jedynie na intuicyjność obsługi. Skomplikowana aplikacja nie tylko obniża wydajność, ale może nawet sprawić, że o dostępności pewnych przydatnych narzędzi w ogóle nie będziemy mieli pojęcia. Aspekt ten mają na uwadze dystrybutorzy. Kamil Ciuraj z Geotronics Dystrybucja podkreśla, że w oprogramowaniu Trimble Access „klikologię” ograniczono do minimum. Michał Przytuła z Leica Geosystems zwraca uwagę, że pracę z aplikacją Captivate ułatwiają intuicyjne objaśnienia poszczególnych funkcji – tekstowe i rysunkowe. Przemysław Wilbik z TPI zaznacza z kolei, że pełnię możliwości oprogramowania Magnet pozwala zgłębić seria filmów

udostępnionych na YouTube. Natomiast Jakub Krzysztoń z NaviGate zauważa, że aplikacja Spectra SurveyPro jest na bieżąco dostosowywana do sugestii napływających od jej użytkowników.

Możliwości tachimetru jednoosobowego znacznie poszerza praca na obrazie z wbudowanej kamery – znajdziemy ją w instrumentach serii Leica TS16, MS60 i TS60, Trimble S7, S9, SX10 i SX12 oraz Topcon DS. Dzięki niej możemy np. bez podchodzenia do instrumentu prowadzić pomiary bezlustrze, wyświetlać wyniki pracy na zdjęciach, dokumentować pomiary czy upewniać się, że tachimetr celuje na pryzmat, a nie np. na kamizelkę.

Na najwyższej półce znajdują się natomiast tachimetry skanujące (Trimble S9, SX10 i SX12, Leica MS60, a także Topcon GTL-1000 z dołączonym modułem skanującym). To istne kombajny pomiarowe, mierzące nawet do 30 tys. pkt/s, które znacząco skracają listę zadań niemożliwych do wykonania. Jak podkreśla Kamil Ciuraj, dopiero ta kategoria sprzętu robi pełny użytek z potencjału serwowatorów. O konkretnych moglibyśmy napisać wiele. W tym miejscu zasygnalizujemy jedynie, że każdy z tych trzech producentów rozwija swoje tachimetry skanujące według innych technologii, z czym wiąże się zarówno pewne zalety, jak i ograniczenia (np. co do dokładności i zasięgu pomiaru).

• Pamiętaj o akcesoriach

Na wydajność pracy z tachimetrem jednoosobowym duży wpływ mają akcesoria. Najważniejszy jest rejestrator. Oczywiście każdy geodeta ma tu własne preferencje, choć np. Kamil Ciuraj poleca urządzenia z pełną klawiaturą QWERTY, które zapewniają wysoką wydajność pracy niezależnie od warunków pogodowych. Ponadto w jego ocenie spory wpływ na wydajność daje pancer-

ny tablet wyposażony w system Windows pozwalający korzystać z zaawansowanych funkcji oprogramowania biurowego również w terenie.

Przemysław Wilbik zauważa z kolei, że dla początkujących użytkowników „robotyków” wyzwaniem może być jednocześnie trzymanie tyczki i obsługa rejestratora – tu sporym ułatwieniem okazują się specjalne szelki na kontroler. Radzi, by zadbać o takie detale, jak odpowiedni uchwyt na rejestrator, który nie zasłania kamery i portów. Podobnie jak inni dystrybutorzy zaleca ponadto, by zastanowić się nad zakupem minipryzmatu, który dzięki swojej lekkości znakomicie usprawnia pracę w niewielkiej odległości od tachimetru.

Kwestią wartą rozważenia jest też wyświetlacz w tachimetrze – w niektórych „robotykach” już w ogóle go nie ma, ale w niektórych jest oferowany jako dodatkowo płatna opcja. Na moduł ten powinniśmy się zdecydować, jeśli mimo niewątpliwych zalet pomiaru jednoosobowego chcemy pozostawić sobie możliwośći bezpośredniej obsługi instrumentu.

• Przezorny zawsze ubezpieczony

Z pewnością nie brak geodetów, dla których argumentem przeciwko zakupowi „robotyka” są obawy o bezpieczeństwo. No bo jak na nieogrodzonym terenie pozostawić sprzęt wart przynajmniej kilkadziesiąt tysięcy złotych? Odpowiadając na te obawy, część producentów przygotowała specjalne rozwiązania. W Trimble’u to Locate2Protect, a w modelach Leica – LOC8 (analogiczną usługę Topcon TSschiold zamknęto 31 października br.). Rozwiązania te pozwalają, po pierwsze, zlokalizować instrument. Jest to przydatne nie tylko do odnalezienia skradzionego instrumentu, ale i do zarządzania większą liczbą tachimetrów. Po drugie, techno-



Spory wpływ na wydajność pracy z „robotykiem” ma wybór rejestratora. Na fot. Trimble TSC7

logie te umożliwiają zdalne zablokowanie urządzenia.

Cóż nam jednak po nawet najbardziej zaawansowanych funkcjach, skoro kilka dni od kradzieży nasz tachimetr znajdzie się – dajmy na to – w Kongu? Dlatego w ocenie Przemysława Wilbika najbardziej sprawdzonym rozwiązaniem jest po prostu ubezpieczenie swoich instrumentów pomiarowych. Nie jest to wielki koszt, a pozwala spać spokojnie.

• Kryteria wyboru

Powyższe wywody prowadzą do jednego prostego wniosku. Nie da się wybrać tachimetru jednoosobowego tylko na podstawie lektury broszur i porównywania suchych parametrów. Konieczne jest przetestowanie interesujących nas instrumentów w terenie. Tylko jak to zrobić, szczególnie jeśli nie mamy doświadczenia w ich obsłudze?

– Najlepiej pojechać tam, gdzie zazwyczaj pracujemy. Wtedy odczujemy różnicę w wydajności względem klasycznego tachimetru – radzi Jakub Krzysztoń z firmy NaviGate. Przemysław Wilbik z TPI rekomenduje zaś, by wybrać teren, na którym dużo się dzieje – wizurę przesłaniają drzewa, jest spory ruch maszyn budowlanych i pracow-

ników budowy, nie brakuje też odblaskowych powierzchni. Spróbujmy na różne sposoby zgubić lustro. – Każdy, nawet najlepszy tachimetr w końcu to robi. Wtedy zwróćmy uwagę, jak szybko i skutecznie instrument odszuka pryzmat – przekonuje Michał Przytuła.

W ocenie Jakuba Krzysztonia warto przyjrzeć się stabilności połączenia tachimetru z rejestratorem oraz przetestować, jak radzi sobie z minipryzmatem. Dobrze ponadto upewnić się, że dystrybutor udostępnił nam do testów akurat taki model, jaki nas interesuje, a nie np. jego bardziej rozbudowaną (a więc i droższą) wersję.

Kamil Ciuraj przede wszystkim radzi, by decyzyjnie o zakupie „robotyka” bardzo dobrze przemyśleć, bo oznacza ona poważne konsekwencje na wiele lat. Dlatego oprócz testów terenowych warto uważnie przeczytać opisy technologii publikowane przez poszczególnych producentów. – To tam, a nie w broszurach, wypatrzymy spore różnice – przekonuje przedstawiciel Geotronics Dystrybucja. Jak podkreśla, w praktyce wybór jednoosobowego tachimetru na lata przywiązuje nas do konkretnego producenta oprogramowania, rejestratora czy współpracującego z tachime-

trem odbiornika GNSS) oraz przyjętej przez niego ścieżki rozwoju. Warto się także przyjrzeć kosztom użytkowania sprzętu. Czy w okresie gwarancji wymagane są obowiązkowe przeglądy? Ile kosztują usługi serwisu? Może się okazać, że tańszy sprzęt jest paradoksalnie droższy. A skoro o pieniądzach mowa, warto też sprawdzić, jak szybko tracą na wartości używane „robotyki” poszczególnych marek.

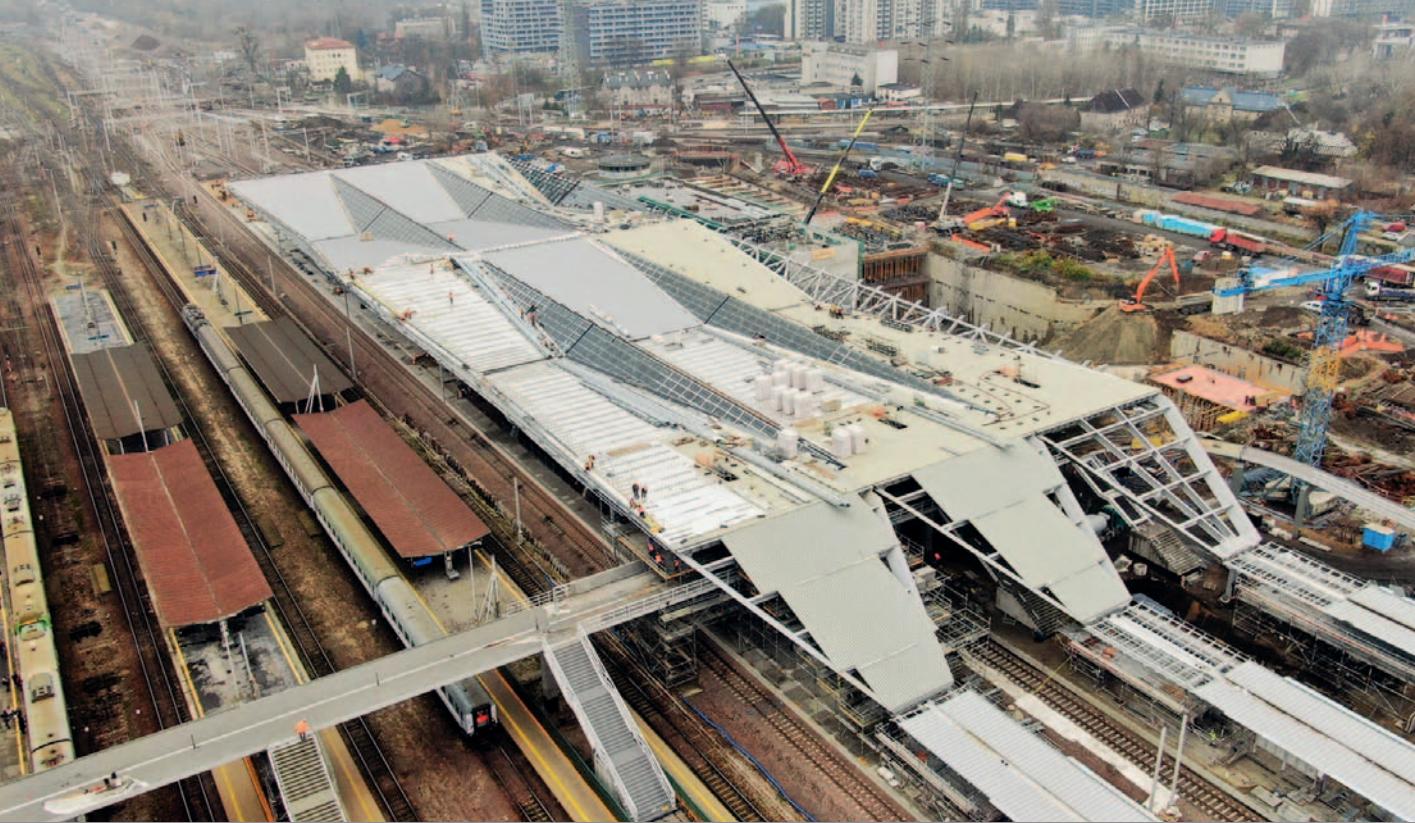
Mając za sobą wiele godzin rozmów z dystrybutorami oraz pokazy ich sprzętu, nie wątpię, że wybór pierwszego tachimetru jednoosobowego może przyprawić o ból głowy. Najpierw wydaje się, że wszystkie instrumenty robią z grubsza to samo, ale po wgrzyzieniu się w temat na jaw wychodzą spore różnice nie tylko między poszczególnymi producentami, ale nawet między modelami jednej serii. Decyzyjnie o zakupie „robotyka” warto więc spokojnie przeanalizować, choć z pewnością nie ma co odkładać jej w nieskończoność. Przykład krajów zachodnich dobitnie pokazuje bowiem, że tachimetr zrobotyzowany może nasz geodezyjny biznes mocno pchnąć do przodu.

Tekst i zdjęcia Jerzy Królikowski

Artykuł został opublikowany w GEODECIE 11/2021



Tachimetr skanujący Trimble SX10 mierzy nawet 26 tys. pkt/s



Fot. Artur Lewandowski/RNP PLK

Automatyczny monitoring geodezyjny stacji Warszawa Zachodnia

Pomiary torów w ciągłym ruchu

Przebudowa stacji Warszawa Zachodnia to spore wyzwanie nie tylko ze względu na rozległy zakres prac, ale także realizację bez zamykania ruchu kolejowego. Kluczem do zachowania bezpieczeństwa jest zatem odpowiednio zaprojektowany monitoring geodezyjny.

Tomasz Ziętkowski

Warszawa Zachodnia jest jedną z największych i najbardziej ruchliwych stacji kolejowych w Polsce. Każdego dnia korzysta z niej średnio tysiąc pociągów (to rekord w skali kraju) i 60 tys. pasażerów (miejsce VI). De-

cydując się na przebudowę, inwestor uznał, że przy tak dużej randze obiektu trzeba uniknąć jego całkowitego zamknięcia na długie miesiące. Z tego względu prace podzielono na kilka etapów. Północna część stacji to obecnie jeden wielki plac budowy, natomiast po południowej stronie, gdzie znajdują się istniejące torowiska,

nadal poruszają się pociągi podmiejskie i dalekobieżne. Tuż obok powstaje zupełnie nowy Dworzec Zachodni z nowoczesnym zadaszeniem oraz innowacyjną instalacją fotowoltaiczną, która pozwoli na pozyskiwanie wprost ze słońca około 30% energii potrzebnej do zasilania obiektów dworca, tj. hali, przejścia pod-

ziemnego oraz budynku wielofunkcyjnego. Od 19 grudnia 2021 r. pasażerowie mogą korzystać już z nowego peronu 6, z którego odjeżdżają m.in. pociągi pendolino.

Taka organizacja placu budowy stanowi nie lada wyzwanie dla inżynierów związanych z przebudową. By zapewnić bezpieczeństwo

zarówno podróżnym, jak i ekipom budowlanym, firma Budimex jako generalny wykonawca kontraktu zdecydowała się na prowadzenie stałego monitoringu geodezyjnego. Wyzwania związanego z jego wdrożeniem i bieżącą obsługą podjęła się firma GEO-Instruments należąca do globalnej Grupy Keller – światowego lidera w geotechnice. Spółka posiada oddziały w Stanach Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii, Francji oraz Niemczech, a w Polsce ma biura w Białymostku, Jędrzejowie oraz Ożarowie Mazowieckim. Swoim klientom oferuje rozwiązania z zakresu monitoringu konstrukcji, próbnych obciążeń oraz badań fundamentów głębokich, kładąc nacisk na wykorzystanie systemów automatycznych.

Globalny charakter firmy sprawia, że posiada ona bogate doświadczenie. Razem z pozostałymi oddziałami obsługuje kilkadziesiąt stacji monitorujących bazujących na tachimetrach (AMTS – Automated Motorized Total Stations) działających m.in. na znanych i skomplikowanych inwestycjach kolejowych.

Za przykład mogą posłużyć projekty Cross Rail w Wielkiej Brytanii czy California High Speed Rail w Stanach Zjednoczonych. Ale na ich tle Warszawa Zachodnia wcale nie jest „płótką”. Dla GEO-Instruments to obecnie jeden z największych geodezyjnych projektów monitoringowych. Do krajowych przedsięwzięć o podobnej skali zaliczyć można również budowę obejścia Węgierskiej Górki w ciągu drogi ekspresowej S1, gdzie firma nadzoruje geodezyjny monitoring skarp, konstrukcji oporowych oraz obiektów mostowych.

• Nie tylko tachimetr

Podstawą systemu wdrożonego na stacji Warszawa Zachodnia jest zmotoryzowany tachimetr Topcon MS1AXII zamontowany poza strefą oddziaływania robót budowlanych. Urządzenie posiada dokładność kątową 1" oraz dokładność pomiaru odległości rzędu 0,5 mm. Serce systemu stanowi skrzynka komunikacyjna Delta Link. Jest ona odpowiedzialna za proces sterowania instrumentem, gromadzenie danych po-

miarowych oraz komunikację pomiędzy serwerem a tachimetrem za pomocą wi-fi, sieci komórkowej bądź tradycyjnego połączenia kablowego. Urządzenie posiada wbudowany sensor meteorologiczny, który na bieżąco pozyskuje aktualne dane (temperatura, ciśnienie oraz wilgotność) – na ich podstawie wyznaczone są następnie poprawki dla pomiarów odległości.

Cały system charakteryzuje się wysoką odpornością na trudne warunki zewnętrzne, jak deszcz czy niskie temperatury. Projektując go, pod uwagę wzięto nawet ewentualną utratę zasilania. Zarówno tachimetr, jak i cały osprzęt zasilany jest prądem 230 V z sieci budowy. Jeśli to źródło ulegnie awarii, SMS-em wysyłany jest stosowny alert, tachimetr przechodzi zaś na zasilanie rezerwowe z akumulatora, podczas gdy pracownicy GEO-Instruments usuwają przyczynę braku zasilania.

Software'owym sercem całego układu jest oprogramowanie Topcon Delta Watch. Jako że zainstalowano je na zewnętrznym serwerze FTP,

system pracuje niezawodnie przez 24 godziny, 7 dni w tygodniu. Program odpowiada za konfigurację wstępną, a następnie na podstawie założonych parametrów przetwarza i wyrównuje pozyskiwane dane pomiarowe w celu wyznaczania całkowitych przemieszczeń punktów w każdej sesji pomiarowej.

• Sprawnie i precyzyjnie

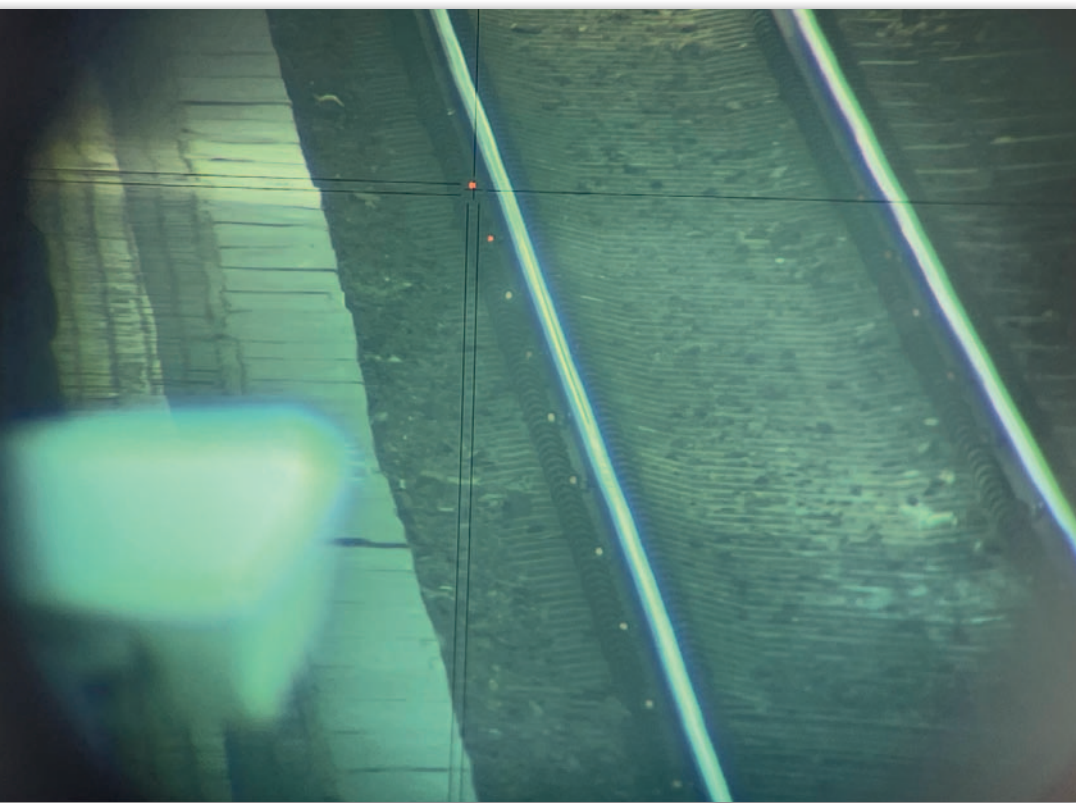
Instalację systemu rozpoczęto wiosną 2021 r., co pechowco zbiegło się z kolejną falą pandemii w Polsce. Początkowy montaż oraz konfigurację rozwiązania wykonano przy wsparciu geodetów firmy Budimex. Po zainstalowaniu przyrządów na torowisku, jeszcze przed rozpoczęciem robót budowlanych, ruszyło zbieranie danych. W porozumieniu z generalnym wykonawcą cały system pracował w trybie testowym, aby przy tak złożonym projekcie oraz intensyfikacji prac towarzyszących zawczasu zidentyfikować ewentualne problemy w jego pracy.

Docelowy monitoring ruszył wraz z rozpoczęciem wykupu podstropowego pod



Fot. Geo-Instruments

Stanowisko pomiarowe AMS – widok w kierunku zachodnim



Widok przez lunetę tachimetru Topcon MS1AXII na pryzmat zamontowany na torowisku

przyszły tunel, a więc latem 2021 r. Od tego momentu system pracuje nieprzerwanie, pozwalając na kontrolę i określanie parametrów torowiska w czasie rzeczywistym. Zgodnie z wymaganiami zamawiającego oraz generalnego wykonawcy monitoring obejmuje najbardziej newralgiczną część torowiska – fragment toru nad przyszłym tunelem zlokalizowanym pod stacją. W tym celu zamontowano 50 pryzmatów (25 na każdy tok) na odcinku 120 metrów w przekrojach co 5 metrów. W przypadku punktu na torach najdłuższe celowe wynoszą 200 metrów, ale dla całego systemu sięgają nawet 300 metrów. Dotyczy to punktów zamontowanych na stałe na okolicznych budynkach, już poza strefą oddziaływania robót. Do ich montażu wykorzystano specjalne pryzmaty, które charakteryzują się dużą średnicą oraz wysokim współczynnikiem odbicia.

Czas pomiaru wszystkich punktów (nawiązania oraz monitorowanych) uzależniony jest od panujących warunków, jednak średnio trwa około 15 minut. W zależności od

potrzeb pozwala to wykonać maksymalnie 3 sesje pomiarowe w ciągu godziny.

W celu zapewnienia najwyższej dokładności oraz precyzji wszystkie punkty referencyjne wyrównane zostały razem z osnową realizacyjną budowy. Następnie wyrównano sieć złożoną już ze wszystkich punktów wchodzących do procesu pomiarowego deformacji i przemieszczeń. Po uwzględnieniu wyznaczonych na bieżąco poprawek meteorologicznych oraz odczytów z libelli instrumentu możliwe jest osiągnięcie dokładności pomiaru przemieszczeń nawet poniżej 1 mm.

Zgodnie z harmonogramem prace przy przebudowie stacji potrwać do przyszłego roku. W oczywisty sposób będą one wymuszały modyfikacje systemu monitoringu. Obecnie zainstalowane urządzenie z powodzeniem realizuje pomiary pryzmatów zamontowanych na torze 4 przy peronie 5. Ale w dalszych fazach budowy monitoringiem objęte będą dwa odległe torowiska w tym samym czasie, konieczne więc będzie wykorzystanie drugiego instrumentu.

• Złożone dane w przystępnej formie

Przy tak dużej częstotliwości pomiarów oraz ilości zbieranych danych próba ich manualnego przetworzenia skończyłaby się niepowodzeniem – człowiek po prostu nie jest w stanie od razu skorelować ze sobą otrzymywanych surowych obserwacji. W celu szybkiego i intuicyjnego przeglądania danych firma GEO-Instruments wdrożyła na potrzeby tego kontraktu platformę monitoringową DeltaLive. Pozwala ona na interaktywne i zaawansowane przeglądanie wyrównanych już pomiarów. Ponadto powiadamiania użytkownika przez SMS lub/i e-mail o przekroczeniu progów alarmowych.

Dane prezentowane na platformie są zabezpieczone przed dostępem osób trzecich, a klient otrzymuje możliwość tworzenia dowolnej liczby kont dostępowych. Atutem takiego rozwiązania jest to, że wyniki trafiają na platformę niezwłocznie po przetworzeniu w oprogramowaniu Delta Watch. Klient może więc analizować dane

w czasie rzeczywistym i podglądać poszczególne punkty na mapie. Dostępna jest również opcja generowania własnych zestawień w formie wykresów, pobierania danych tabelarycznych czy tworzenia raportów i zestawień. Program umożliwia zarządzanie wieloma kontraktami jednocześnie – nie ma znaczenia, gdzie w danym momencie znajdują się urządzenia pomiarowe. W czasach pandemii funkcja ta stała się szczególnie cenna.

Na potrzeby kontraktów kolejowych firma GEO-Instruments implementuje również moduł Delta Rail, który pozwala na wyświetlanie bieżących parametrów torowiska, takich jak: profil toru, rozstaw, przechyłka czy skrócenie, a więc danych pozyskiwanych dotąd manualnie przy wykorzystaniu np. toromierzy. Poszczególne wartości są przeliczane na podstawie zdefiniowanych wcześniej parametrów torowiska i na bieżąco aktualizowane. Oprogramowanie działa w modelu SaaS (*Software as a service*), pozwalającym na szybką i stabilną pracę usługi. Obsługa platformy odbywa się przez dedykowaną stronę WWW z dowolnego miejsca z dostępem do internetu.

• Spory ruch, spore wyzwania

Rozmach projektu sprawia, że nie brak na nim wyzwań. Te pojawiły się już na początkowym etapie prac firmy GEO-Instruments. Tereny kolejowe mają bowiem to do siebie, że występuje na nich dużo infrastruktury towarzyszącej (semaforów, bramownic, słupów trakcyjnych itp.), którą trzeba uwzględnić podczas projektowania systemu monitoringu. Dobór odpowiedniego stanowiska oraz rozmieszczenie poszczególnych pryzmatów są kluczowe dla nieprzerwanego monitoringu w trakcie budowy.

Dodatkowych komplikacji dostarcza konieczność pracy na czynnym torowisku. Ze



Fot. Geo-Instruments

Widok z Warszawy Zachodniej w stronę centrum

względu na wyłączenie części północnej stacji, poddawanej obecnie przebudowie, zwiększyła się częstotliwość kursowania pociągów na pozostałych torowiskach. Montaż pryzmatów na szynach trzeba więc było wykonywać pod presją czasu oraz okiem sygnalistów. Wymagało to dużej precyzji i koordynacji, stanowiąc nie lada wyzwanie pod kątem BHP.

Ruch pociągów komplikuje również bieżącą pracę syste-

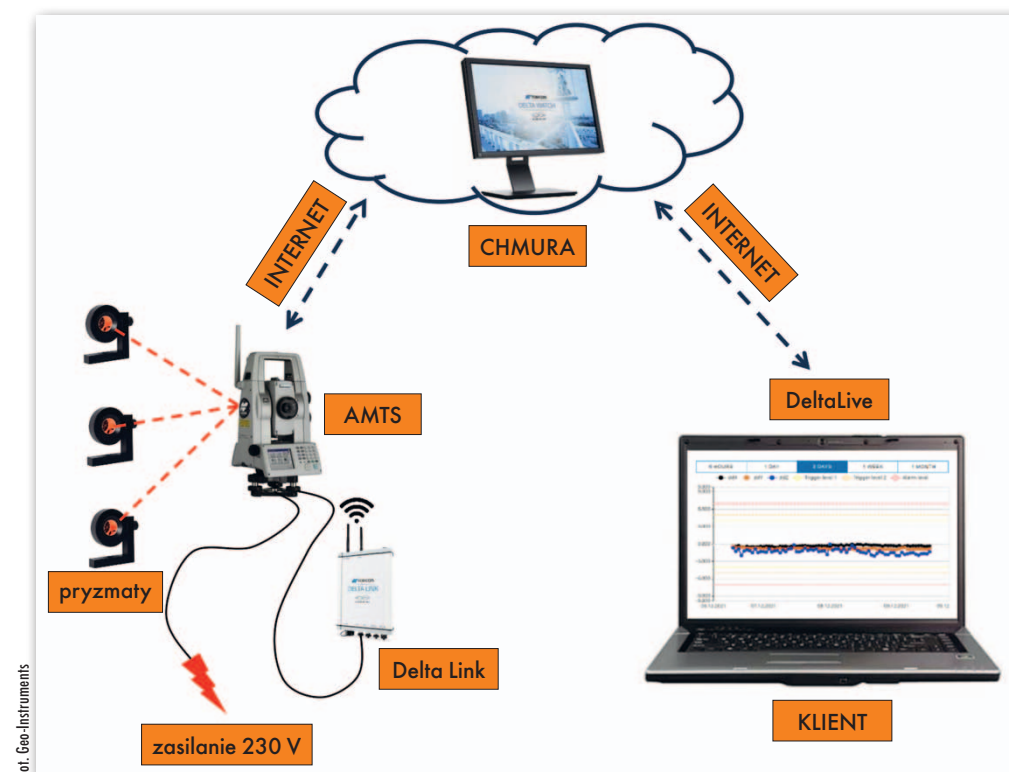
mu, czasowo ograniczając widoczność niektórych pryzmatów. Firma GEO-Instruments stosuje jednak kilka usprawnień, które pozwalają zachować ciągłość prac. Po pierwsze, analizuje rozkład jazdy pociągów w celu wybrania dla sesji pomiarowych, aby w miarę możliwości wykluczyć wjazd pociągu na stację w trakcie sesji. Po drugie, określany jest najdogodniejszy sposób pomiaru oraz licz-

ba powtórzeń w momencie, gdy brak jest wizury do danego punktu. W przypadku czasowego zasłonięcia punktu system przechodzi do kolejnego, a po wykonaniu pełnego cyklu ponawia pomiar niepomierzonych pryzmatów. Pociągi z reguły zatrzymują się na stacji na kilka minut, a więc zasłonięcie pryzmatów jest chwilowe. Wszystko to pozwala zminimalizować wpływ ruchu kolejowego na pomiary.

• Cenne doświadczenie dla użytkownika i producenta

Kolejne projekty monitoringowe z wykorzystaniem AMTS pozwalają firmie GEO-Instruments zbierać cenne doświadczenie. Na tej podstawie wprowadzane są coraz nowsze rozwiązania przy ścisłej współpracy z producentem systemu – firmą Topcon. Ta wzajemna współpraca nie skupia się jedynie na rozwoju oprzyrządowania, ale także oprogramowania, owocując pełnym wsparciem oraz rozwojem Delta Watch na naszym rynku. Każdy projekt dostarcza cennych wskazówek, pozwalając na wprowadzenie nowych niezawodnych funkcji, dzięki czemu pomiary deformacji konstrukcji stają się szybsze i dokładniejsze. Dodatkową zaletą rozwiązań z serii Delta jest możliwość zarządzania pomiarami wykonywanymi przez inne sensory, np. czujniki geotechniczne, odbiorniki GNSS czy niwelatory precyzyjne. Pozwala to oferować szeroką gamę usług pomiarowych na różnych kontraktach infrastrukturalnych zarówno w naszym kraju, jak i za granicą.

Tomasz Ziętkowski
kierownik projektów monitoringowych
w GEO-Instruments Polska



Fot. Geo-Instruments

Schemat ogólny systemu monitoringowego AMTS firmy GEO-Instruments

Artykuł został opublikowany
w GEODECIE 3/2022

Testujemy Leica AP20 AutoPole

Znacznie wydajniej, ale jakim kosztem?



Najświeższa premiera sprzętowa szwajcarskiej firmy Leica Geosystems to ciekawy przykład tego, że połączenie technologii dobrze znanych w geodezji może zapewnić całkiem nowe korzyści.

Jerzy Królikowski

Unikatowość AP20 AutoPole przejawia się choćby tym, że nie bardzo jeszcze wiadomo, jak fachowo określić ten typ sprzętu. Producent ochrzcił go po prostu jako „automatyczną tyczkę”. Technicznie rzecz biorąc, to nie tylko zmodyfikowana tyczka umożliwiająca pracę z pryzmatem, ale również niewielki moduł wyposażo-

ny w kompensację wychylenia bazującą na inercyjnej jednostce pomiarowej (IMU) w pełnym zakresie wychyleń, a także odbiornik czujnika wysokości tyczki, moduł identyfikacji celu i moduł komunikacji Bluetooth. AutoPole przeznaczona jest do współpracy z tachimetrami zrobotyzowanymi, a jej głównym zadaniem jest zwiększenie wydajności pomiaru poprzez szeroko rozumianą oszczędność czasu oraz ograniczenie prawdopodobieństwa popełnienia błędu. Cel ten realizują trzy funkcje: PoleHeight, Kompensacja wychylenia oraz TargetID.

• Pomiar w biegu

Bodaj najważniejsza jest funkcja Kompensacji wychylenia bazująca na wspomnianej jednostce IMU. Zalety płynące z jej wykorzystania są już dla sporej części geodetów oczywiste, wszak w zestawach GNSS-RTN sensor ten stał się niemal oczekiwanym standardem, do tego w całkiem przystępnej cenie. Po pierwsze, brak konieczności pionowania tyczki znacząco zwiększa wydajność pomiaru. Jak mówi Jerzy Pacześniak z firmy Leica Geosystems, w praktyce AP20 pozwala mierzyć punkty niemal bez zatrzymywania się, co przecież przy pracy z tachimetrem było dotychczas niemożliwe. Dlatego rozwiązanie to – jak ocenia polski oddział Leica Geosystems – świetnie sprawdzi się chociażby przy inwestycjach drogowych. Po drugie, pozwala na wyznaczanie współrzędnych punktów, nad którymi nie da się spionować tyczki, jak np. naroża budynków, drzewa czy miejsca schowane pod samochodem. Po trzecie, eliminuje ewentualny błąd pomiaru związany z niepionowym ustawieniem tyczki lub błędem libelli.

W tym miejscu powstaje pytanie, dlaczego dopiero teraz (po blisko 5 latach od premiery pierwszego odbiornika z IMU) ktoś wpadł na tak oczywisty zdawałoby się



AutoPole można zamontować zarówno na szczycie tyczki...



...jak i na dole

pomysł kompensacji wychylenia w pomiarach tachimetrycznych? Żadna firma oficjalnie tego nie komentuje, choć można domniemywać, że wszystko rozbija się o rodzaj IMU i postęp technologiczny. Dla przeciętnego odbiornika GNSS z IMU błąd rzędu 5 cm to wynik satysfakcjonujący, ale w przypadku tachimetru nasze oczekiwania są wyższe. Co udało się w tej materii osiągnąć Szwaj-

carom, pokazujemy w ramce obok. Jak widać, niepewność pomiaru w trybie Kompensacji jest zależna od wysokości tyczki oraz jej wychylenia. Łatwo obliczyć, że przy wysokości 2 metrów i wychyleniu 10° wartość niepewności wynosi 1,1 cm, co w najbardziej wymagających zastosowaniach może okazać się niesatysfakcjonujące.

Warto jednak wspomnieć, że błąd związany z wysokością tyczki można łatwo zmniejszyć przez montaż AP20 z pryzmatem u dołu tyczki zamiast u góry (fot. obok). Dla wspomnianych wcześniej 10° pozwala to zredukować niepewność do 2 mm. Takie rozwiązanie nada się do pomiarów wymagających większej precyzji, a dodatkowo pozwoli na wygodną pozycję przy tyczce. Jego pewnym ograniczeniem jest zaś to, że pryzmat może się wówczas stać dla „robotyka” gorzej widoczny.

• Bierzemy tyczkę w obroty

Użycie w oficjalnej specyfikacji terminu „niepewność pomiaru” samo w sobie może budzić wśród użytkowników pewną niepewność. Wolelibyśmy wiedzieć konkretnie, z jaką dokładnością możemy mieć do czynienia, pracując w trybie Kompensacji wychylenia. Postanowiliśmy sprawdzić to w prostym teście. Najpierw pomierziliśmy kilka punktów z wyłączonym IMU i przy poprawnie spionowanej tyczce o wysokości 2,1 m i 1,6 m. Następnie porównaliśmy otrzymane wyniki z pomiarami w różnych wychyleniach. Nim przejdziemy do omówienia wyników, warto przypomnieć, że – fachowo rzecz biorąc – różnic tych nie należy utożsamiać z błędem pomiaru.

Pierwsze, co rzuca się w oczy przy analizie otrzymanych rezultatów, to zdecydowanie większa zgodność współrzędnych H niż XY przy niedużych wychyleniach. Dla wysokości średnia różnica z 15 pomiarów wynosi 3 mm, a dla skła-

Podstawowa specyfikacja AP20

Funkcja PoleHeight

- dokładność: ±1 mm

Funkcja Kompensacja wychylenia

- niepewność pomiaru 2D dla określonej wysokości tyczki:
- 1 mm + 0,1 mm/° dla 0,23 m
- 3 mm + 0,6 mm/° dla 1,6 m
- 4 mm + 0,7 mm/° dla 2,0 m
- kątowy zakres pracy: 180°
- zasięg: 300 m

Funkcja TargetID

- liczba identyfikatorów: 16
- zasięg: 150 m

dowych poziomych już 2,6 cm. Zgodnie z oczekiwaniami największe różnice odnotowaliśmy dla najdłuższej tyczki. Średnia różnica współrzędnych XY dla 2,1 m wyniosła 3,3 cm, a dla 1,6 m – 1,5 cm. W wynikach dobrze widać też wpływ wychylenia tyczki. Przy największym wychyleniu i tyczce 2,1 m różnica sięgnęła 4,0 cm sytuacyjnie, ale po skróceniu jej do 1,6 m wartość ta spadła raptem do 0,9 cm.

Choć – jak na nasze oczekiwania dotyczące pomiarów tachimetrycznych – niektóre przytoczone wartości mogą wydawać się spore, podkreślimy, że nie odbiegają od specyfikacji sprzętu i błędów klasycznych technik pomiarowych. Warto chociażby wziąć pod uwagę, że użycie tradycyjnej libelli również może wiązać się z pewnym spadkiem dokładności. Przykładowo dla libelli 17-minutowej ruch pęcherzyka powietrza o 2 mm oznacza przemieszczenie szczytu 2-metrowej tyczki o blisko centymetr. Jeśli zatem, pracując z AP20, zależy nam na wyższych dokładnościach, powinniśmy pracować z krótką tyczką oraz przy możliwie niewielkich wychyleniach. Przy pomiarach z tyczką 1,6 m oraz przy wychyleniach do 40° stwierdzone przez nas różnice nie przekraczały 1 cm sytuacyjnie. Wniosek stąd taki, że przed zaprzęgnięciem AP20 do codziennej pracy nowy użytkownik powinien się



Urządzenie umożliwia także pomiar z odwróconą tyczką

z nią wyczerpująco zapoznać i na tej podstawie dostosowywać sposób wykorzystania do wymagań dokładnościowych projektu (jak zresztą w przypadku wdrożenia każdej nowej technologii). W jednych będzie można pracować bez żadnych ograniczeń, a w innych konieczne stanie się wzięcie pod uwagę wysokości tyczki oraz jej wychYLENIA bądź zamontowanie AP20 z pryzmatem u dołu tyczki.

Unikatową zaletą Kompensacji wychYLENIA w AP20 jest jej dostępność w pełnym zakresie wartości wychYLENIA (dla porównania: w przeciętnych odbiornikach GNSS to 60°). Dzięki temu grot tyczki możemy kierować nie tylko w dół, ale również w górę. W ten

sposób pomiar na pryzmat wykonamy np. dla obiektów umieszczonych na suficie, fasadzie czy ścianie (fot. powyżej). Z jaką dokładnością możemy się wówczas liczyć? By to sprawdzić, pomierzylismy kilka punktów na fasadzie pobliskiego budynku, a następnie porównaliśmy je z pomiarem bezlusterkowym. Współrzędne różniły się raptem o pojedyncze milimetry. Nie powinno to jednak dziwić, bo kompensacja działa przecież tak, że im tyczka jest bardziej pionowo – nawet „do góry nogami” – tym mierzymy dokładniej. Ten nietypowy jeszcze sposób pomiaru może w niektórych sytuacjach znacznie ograniczyć liczbę stanowisk.

• Bez lęku wysokości

Druga unikatowa funkcja to PoleHeight, której zasada funkcjonowania jest bardzo prosta. Tyczka przeznaczona dla AP20 posiada zatrzaskowe blokady wysokości co 5 cm wraz z czujnikami rozpoznającymi i udostępniającymi jej wartość. Informacja o zmianie wysokości tyczki automatycznie przesyłana jest do oprogramowania polowego, które uwzględnia ją w obliczeniach współrzędnych. Gdy w trakcie pomiaru zmienimy wysokość tyczki, informacja ta zostanie zaktualizowana – bez zbędnych ręcznych zmian w oprogramowaniu.

Zalety PoleHeight są oczywiste. Po pierwsze, przyspiesza pomiar, co może być

szczególnie odczuwalne, gdy w terenie musimy wielokrotnie zmieniać wysokość tyczki. Po drugie, pozwala uniknąć błędów związanych z odczytem i ręcznym wpisywaniem wartości lub zastosowaniem niewłaściwej wartości lub jej brakiem. PoleHeight dobrze uzupełnia pod tym względem zaprezentowaną już w 2018 r. technologię AutoHeight, która automatycznie mierzy wysokość tachimetru.

Pewnym ograniczeniem automatycznego działania PoleHeight są 5-centymetrowe interwały. Choć tyczkę możemy ustawić również np. na 177 cm, ale wówczas wartość tę trzeba wpisać do oprogramowania ręcznie. Powiedzmy sobie jednak szczerze: takie przypadki będą należeć do rzadkości. Z drugiej strony producent zwraca uwagę, że zastosowany w AP20 mechanizm zatrzasków pomaga skutecznie unikać przypadkowych zmian wysokości tyczki.

• Lustreczko, powiedz przecie...

Gdy w ubiegłym roku przygotowywaliśmy artykuł o tachimetrach zmotoryzowanych (GEODETA 11/2021), Leica Geosystems – w przeciwieństwie do swoich głównych konkurentów, czyli Trimble i Topcon – nie oferowała jeszcze tzw. fizycznych aktywnych pryzmatów. Pokrótkę wyjaśnimy, że pozwalają one tachimetrom identyfikować poszczególne fizyczne lustra, dzięki czemu mamy pewność, że śledzone są tylko te właściwe. Leica zamiast tego miała do tychczas technologię ATRplus przechowującą historię odbić wiązki lasera, w tym m.in. pryzmatów, i w ten sposób unikała śledzenia niepożądanych celów. Premiera AP20 dodała do technologii ATRplus kolejne rozszerzenie. Urządzenie wyposażono bowiem w funkcję TargetID, która pozwala nadawać pryzmatom identyfikator od 1 do 16 i wyszukiwać oraz śledzić tylko te zdefiniowane. Taka opcja może być szczegó-

nie istotna, gdy na małym obszarze pracuje kilka zestawów zrobotyzowanych, a czas i poprawność wykonania zadania stanowią istotną wartość.

Pewnym ograniczeniem TargetID może być roboczy zakres jej działania. Według oficjalnej specyfikacji wynosi on 150 metrów. Choć w większości dzisiejszych zadań taka odległość jest wystarczająca, to – dla porównania – w najbardziej rozbudowanych instrumentach u konkurencji wartość ta sięga 800 metrów.

• Kwestia pieniędzy i dokładności

Leica AP20 AutoPole to niewątpliwie innowacja, która wzbudzi żywe zainteresowanie wielu geodetów. W stworzonych dla tego rozwiązania zastosowaniach znakomicie poprawi wydajność pomiarów i tyczeń oraz zredukuje czas ich wykonywania. Istotnie eliminuje ponadto wpływ błędów związanych ze złym określeniem wysokości tyczki oraz jej nieprawidłowym pionowaniem. Oczywiście doświadczony geodeta bez problemu ich unika, ale przecież nawet najlepszym może zdarzyć się chwila dekoncentracji.

Do listy zalet AutoPole dopiszemy też kompaktowość i niewielką wagę (0,5 kg) oraz szczelną obudowę spełniającą wysoką normę IP67. Warto także pochwalić intuicyjność obsługi. W połączeniu z oprogramowaniem polowym Leica Captivate, które wybrane czynności wyjaśnia na czytelnych obrazkach, obsługa wszystkich funkcji AP20 AutoPole nie powinna być problemem nawet dla niegeodetów.

AP20 dostępny jest w czterech wariantach, tj. tylko z jedną z technologii: TargetID (wersja ID), PoleHeight (H) bądź Tilt (T), albo jako „full wypas”. Rozwiązanie jest kompatybilne ze wszystkimi kontrolerami i tachimetrami

Jedną z wielu sytuacji, w której przyda się funkcja Kompensacji wychYLENIA

zrobotyzowanymi wyposażeniami w technologię śledzenia ATRplus.

Pora odpowiedzieć na nurtujące wszystkich pytanie: ile to wszystko kosztuje? Otóż cena najtańszego wariantu wynosi około 13 tys. zł netto, zaś w wersji „full wypas” jest oczywiście wyraźnie wyższa. Czy jednak aby nie za wysoko? Na to pytanie każdy użytkownik musi odpowiedzieć sobie sam. Wcześniej trzeba się zastanowić, jak często będziemy korzystali z danej funkcji, biorąc pod uwagę zarówno jej dokładność, jak i oferowane przez nią potencjalne redukcje naszych błędów oraz oszczędności

czasowe. A czas to – jak wiadomo – pieniądź, zaś błąd to dodatkowy koszt. Leica Geosystems zapewnia, że ma już pierwsze zamówienia na ten system, co zdaje się świadczyć, że dla niektórych polskich geodetów bilans tego rachunku wychodzi na plus.

Niezależnie od tego, czy AP20 AutoPole okaże się sprzedażowym hitem, niewątpliwie namiesza na rynku instrumentów pomiarowych. Na usta ciśnie się pytanie, czy konkurencja odpowie na ten wynalazek równie szybko, jak w przypadku IMU w odbiornikach GNSS (w tym przypadku w 2 lata)? To z pewnością wyraźnie obniżyłoby

ceny tego sprzętu. Ale Maciej Bornowski z firmy Leica Geosystems odradza takie czekanie. Po pierwsze – jak tłumaczy – AutoPole to efekt wieloletnich prac badawczo-rozwojowych. Po drugie, rynek „robotyków” jest jednak zdecydowanie mniejszy i trudniejszy technologicznie niż w przypadku odbiorników GNSS. Niezależnie od dalszych ruchów konkurencji premiera AutoPole dobitnie pokazuje, że nudny już – zdawałoby się – świat tachimetrów wciąż może zaskakiwać.

Tekst i zdjęcia Jerzy Królikowski

Artykuł został opublikowany w GEODECIE 5/2022



Pomiary z asekuracją

Rozmawiamy z **KAROLEM DĄBROWSKIM** – geodetą od 25 lat uprawiającym wspinaczkę górską, właścicielem firmy Grawitacja z Kielc, w której świadczy usługi geodezyjne z wykorzystaniem technik alpinistycznych



Fot. ze zbiorów Karola Dąbrowskiego

DAMIAN CZEKAJ: Połączenie geodezji i technik alpinistycznych (TA) w pana przypadku nie dziwi.

KAROL DĄBROWSKI: Wspinaczka górską to nieodłączny element mojego życia, więc zastosowanie TA w niektórych pracach pojawiło się zupełnie naturalnie. Zaczęłam się wspinąć w pierwszej klasie szkoły średniej, to były lata 1997–1998. Następnie wykonywałem różne prace na wysokościach – myłem okna szklanych wieżowców, malowałem wysokie konstrukcje czy kominy. W ten sposób dorabiałem, studiując w latach 2001–2006 geodezję na Akademii Rolniczej w Krakowie (obecnie Uniwersytet Rolniczy). Stawki były sporo wyższe niż w jednym z krakowskich przedsiębiorstw geodezyjnych, gdzie pracowałem od IV roku studiów. W 2008 r. otworzyłem własną działalność w zakresie geodezji. W większości realizujemy „zwykłe” prace geodezyjne, ale co jakiś czas zdarzają się zlecenia, w których musimy wykorzystać techniki linowe. Pierwszym zleceniem tego typu było badanie pionowości 10-piętrowego szybu windowego.

Jakie czynności ułatwiają techniki linowe?

Wykorzystujemy je do montażu luster, tarcz jako punktów osnowy czy do monitoringu. W tych przypadkach często stosujemy zjazdy na

Pracownik firmy Grawitacja Piotr Czyż wykonuje pomiar niwelacyjny podczas montażu toru podsuwnicowego



Fot. ze zbiorów Karola Dąbrowskiego

Karol Dąbrowski wspinają się w Tatrach podczas Memoriału Bartka Olszańskiego

linach z dachu budynku. Są to np. prace związane z montażem toru podsuwnicowego czy wspomniane już badanie pionowości szybów windowych. Generalnie TA znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie nie da się wykorzystać pomiaru bezlusterkowego – gdy mierzony element pozostaje dla instrumentu niewidoczny.

Najtrudniejszą naszą realizacją była obsługa budowy kościoła we Włoszczowie – musieliśmy wynieść projekt sklepienia łukowego na szalunkach. Kłopoty sprawiło nam wówczas założenie asekuracji, a także duża liczba elementów konstrukcji zasłaniających wizurę. Z kolei jedną z najciekawszych prac – ze względu na miejsce jej wykonywania – było badanie pionowości i deformacji ścian Nagrzewnic Cowpera w Muzeum Przyrody i Techniki w Starachowicach w 2012 r. Odwiedzających tę okolicę zachęcam do obejrzenia tej stosunkowo nowej placówki, gdzie na powierzchni 8 hektarów są zlokalizowane obiekty dwóch chronologicznie następujących po sobie zakładów wielkopiecowych. Korzystaliśmy tam z pionownika optycznego, stosując technikę zjazdu na linie.

Rocznie zdarzają się może ze dwa zlecenia z wykorzysta-

niem TA. Wynika to ze specyfiki regionu, gdzie głównie działamy – województwa świętokrzyskiego. Nie ma tu za dużo przemysłu ciężkiego, a więc i prac, w których można wykorzystać techniki alpinistyczne.

W jaki sposób pozyskujemy zlecenia związane z TA? Zlecający już sami się do was zwracają?

Wygląda to nieco inaczej. Zlecenia są standardowe. Jeżeli nie ma takiej konieczności, nie stosujemy technik linowych. Czasami dopiero w terenie okazuje się, jak trudna jest sytuacja – brak wizury, dużo sprzętu budowlanego, słabe oświetlenie itp. I wówczas, żeby ułatwić sobie, przyspieszyć albo w ogóle wykonać zlecenie, stosujemy TA. Posiadając umiejętności z zakresu technik alpinistycznych, możemy zrealizować pomiary szybciej, pewniej, z większą precyzją.

Jaki sprzęt jest konieczny do wykonywania tego typu prac?

Podstawowe wyposażenie to: kask, liny statyczne, uprząż asekuracyjna, pętle, karabinki, przyrządy do zjazdu, a także przyrządy zaciskowe do wychodzenia po linie. Jednocześnie chciałbym podkreślić, że sprzęt to mimo wszystko sprawa dru-

gorzędna – najważniejsza jest wiedza oraz myślenie. Świadomość, co robimy, aby się zabezpieczyć przed upadkiem z wysokości. Poza tym

wymagane są badania lekarskie oraz szkolenie BHP. Nie ma jednak żadnych certyfikatów czy konieczności odbycia specjalistycznych kur-



Fot. ze zbiorów Karola Dąbrowskiego

Badanie ścian Nagrzewnic Cowpera w Starachowicach z wykorzystaniem pionownika



Karol Dąbrowski podczas wspinaczki po granitowej ścianie w Andach w rejonie Cochamo w Chile

sów. Oczywiście warto takie szkolenie z prac na wysokości odbyć – na rynku jest wiele ofert. Później trzeba pamiętać o utrwalaniu wiedzy praktycznej, najlepiej poprzez regularne wykorzystywanie technik alpinistycznych. W przeciwnym razie mocno zwiększamy prawdopodobieństwo wypadku.

Sprzęt też czasem „idzie w górę”?

Najczęściej stoi na ziemi, choć zdarza się, że trzeba roz-

stawić tachimetr czy niwelator na wysokości. Przyznaję, że jest to stresujące. Przykładowo przy pomiarach torów podsuwnicowych, gdzie nie ma możliwości postawienia instrumentu na ziemi, stosujemy specjalny statyw przymocowywany do bocznej ściany słupa hali. Przy zabezpieczaniu zarówno osób, jak i sprzętu jako podstawową stosujemy zasadę dwóch punktów asekuracji. Nie możemy dopuścić do tego, by-

śmy znaleźli się na wysokości bez asekuracji.

Czy po 25 latach wspinaczka już trochę pana nie nudzi?

Cały czas mam wrażenie, że jeszcze się w życiu nie „nawspinałem” (śmiech). Każdą wolną chwilę staram się temu poświęcić. W sezonie 2018/2019 udało mi się nawet wygrać Puchar Polski w Drytoolingu [rodzaj wspinaczki zimowej – red.]. Jestem też prezesem Świętokrzyskiego Klubu Alpinistycznego

oraz instruktorem Polskiego Związku Alpinizmu, choć obecnie w stanie spoczynku – praca oraz inne obowiązki nie pozostawiają czasu na szkolenia kursantów.

Wspinam się w Polsce i za granicą, w wyższych górach jak Tatry i Alpy, latem i zimą – wtedy konieczne jest wykorzystanie dodatkowego sprzętu: czekanów czy raków. Najdalszy wyjazd to były Andy – rejon Cochamo w Chile, granitowe ściany po około 1000 m. Wspinam się już dość długo, więc przywykłem do wysokości i ekspozycji, nie jest to dla mnie czynnik paraliżujący. To bardzo ważne przy wykonywaniu pomiarów geodezyjnych na wysokości. W górach często ma się 200–300-metrową „lufę” [przepaść – red.] pod nogami, więc te 20–30 metrów na dachach budynków nie robi żadnego wrażenia.

Wspina się też pana pracownik.

Zdecydowanie lepiej wykonywać prace w zespole. Chodzi głównie o bezpieczeństwo. Założenie asekuracji wymaga wielu rąk, sprzętu alpinistycznego jest dużo i nie jest on lekki. Mój kolega i od kilku lat pracownik Piotr Czyż też się wspina i ma pojęcie o robocie, dzięki czemu wszystko idzie szybciej i lżej. Nie trzeba niczego tłumaczyć.

Rozmawiał Damian Czekaj



Prace na wysokościach podczas budowy kościoła we Włoszczowie. Na fot. Karol Dąbrowski

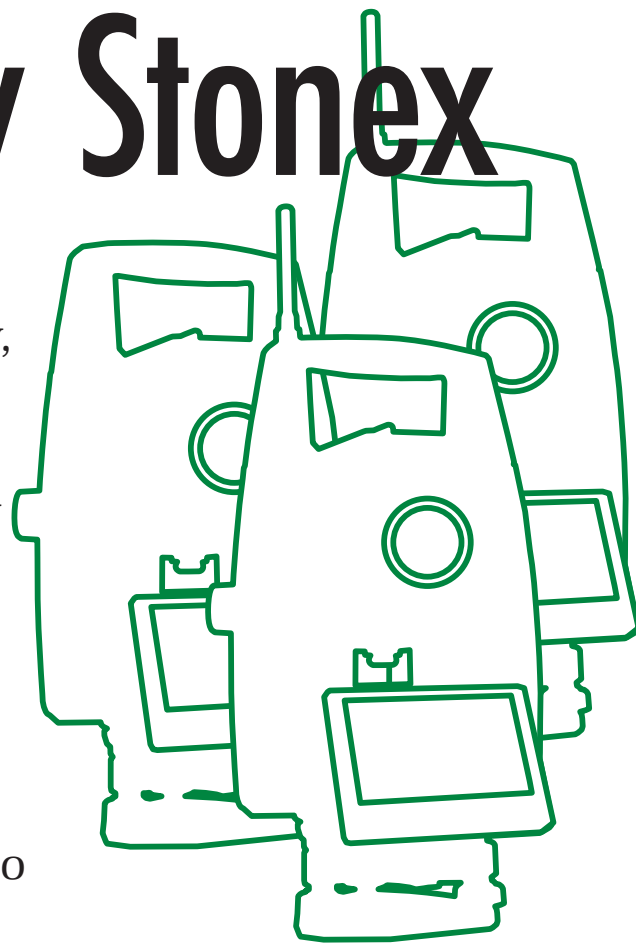
PATRZ SZEROKO PRZEŁAMUJ STEREOTYPY



Stonex zmienia filozofię tachimetrów – efekty już na horyzoncie

Pierwsza odłona: zaskakujący Stonex

Choć na razie nie jesteśmy w stanie zdradzić zbyt wiele, to myślimy, że i tak wystarczająco, aby zachęcić potencjalnych klientów. Włoski Stonex po wypuszczeniu systemów GNSS na najwyższym światowym poziomie, równających się ze szwajcarskimi czy amerykańskimi rozwiązaniami, wprowadza kompletnie nową rodzinę tachimetrów. Trzy różne modele – choć mają dużo wspólnego, każdy jest wyjątkowy.



Gdy w 2008 r. w dodatku TACHIMETRY pisaliśmy o pierwszym tachimetrze marki Stonex, czuliśmy ekscytację, że przychodzi coś nowego – dwa wyświetlacze i klawiatury numeryczne oraz bezlusterowy dalmierz o zasięgu 300 m w standardzie, bogate oprogramowanie itp. Przez te lata wiele się zmieniło – pojawiły się dalmierze bezlusterowe do 1000 m, leniwki z zaciskami i bez – do wyboru, wyświetlacze kolorowe i monochromatyczne, łączność bezprzewodowa... Czy zatem coś jeszcze można poprawić?

Odpowiadając nieco przewrotnie – zmienić można

wszystko, ale z zachowaniem tego, co najważniejsze. Mamy tu na myśli dokładności pomiarów – zarówno kątów, jak i odległości, bo to podstawowa cecha tachimetru – oraz funkcjonalności.

Zanim przejdziemy do omawiania wspomnianych funkcjonalności, przyjrzyjmy się dokładnościom. I tu już dochodzimy do pierwszej z przełomowych informacji. Chcąc utrzymać przewagę technologii tachimetrycznej nad GNSS w tym zakresie, wszystkie nowe modele z wchodzącej linii będą dostępne w wersji jednosekundowej. Tak – nawet manualne

tachimetry będą mogły mierzyć z dokładnością 1". Nierobotyczny Stonex R60 w wersji podstawowej będzie co prawda dwusekundowy, ale wersja jednosekundowa też będzie dostępna. Ponadto wyposażony zostanie w bezlusterowy dalmierz o zasięgu 1000 m i dokładności 3 mm + 2 ppm.

Jego starszy brat – R120, już zmotoryzowany – to 1" w standardzie i ten sam dalmierz. Co ciekawe, głowa rodziny – R180 – będzie dostępna w wersji 0,5" i 1" oraz wyposażona w bezlusterowy dalmierz o zasięgu 1000 m i dokładności 2 mm + 2 ppm. W trybie lusterowym dokładność wzrośnie do 1 mm + 1 ppm. To bar-

dzo precyzyjny instrument z przeznaczeniem do najbardziej precyzyjnych prac.

Co do samych funkcjonalności – czyli elementów łączących nową rodzinę – to podstawą jest jedna filozofia pracy. Po ponad 5 latach doświadczenia z nową platformą oprogramowania Stonex Cube-a możemy z przyjemnością ogłosić, że zadebiutowała ona również w tachimetrach. Cube-a to rozwiązanie na system Android, które łączy wszystkie nowe tachimetry – zmotoryzowane i nie. Podobnie jak systemy GNSS, pracują one w tym samym środowisku. Wszystkie

mają możliwość korzystania z pracy w chmurze czy przesyłania danych mailem.

Kto z nas nie musiał kiedyś wracać do biura, bo zapomniał czegoś przygotować lub w trakcie dnia zmieniała się koncepcja pracy. Teraz wystarczy uruchomić pocztę i wszystko odebrać. Możemy też na bieżąco przekazywać dane kameralistom – nawet na drugim końcu Polski. Praca z danymi CAD, rastrami czy modelami jest codziennością.

Dzięki nowym modułom pozwalającym na pracę na WMS-ach możemy pobierać dane z systemów krajowych lub powiatowych, a także wykorzystywać własne usługi. Jednocześnie producent nie zamyka środowiska tachimetru. Brakuje Ci jakiegoś narzędzia? Możesz je doinstalować, jeśli jest dostępne na system Android! To filozofia, która zmieni podejście do geodezji. Pomoże jeszcze lepiej łączyć wykorzystanie systemów GNSS z tachimetrami poprzez pracę w jednym śro-

dowisku. Nie tylko zwiększa to szybkość pracy, ale również podnosi jej komfort dzięki zastosowaniu dużego i intuicyjnego ekranu dotykowego.

Wiemy już, co łączy rodzinę tachimetrów. A co je wyróżnia? Mechaniczny Stonex R60 to narzędzie uniwersalne do pracy klasycznej z dalmierzem bezlusterowym 1000 m, bazujące na systemie Android 11. Dostępny będzie w dwóch wersjach – dwusekundowej z bezzaciskowymi leniwkami („nieskończonymi”) oraz jednosekundowej z zaciskami na leniwkach. Oczywiście posiadać będzie opcję połączenia bezprzewodowego i, choć producent tego nie potwierdził, to można domniemywać, że będzie dostępna zarówno praca z WMS, jak i pakiet 3D dla Cube-a z rozwiązaniami drogowymi i modelami.

Drugi w nowej rodzinie to Stonex R120. Spodziewamy się, że ten model będzie cieszył się największym zainte-

resowaniem – to taki koń roboczy. R120 dostępny będzie tylko w jednej odmianie – jednosekundowej i z dalmierzem o dokładności, jak wynika z nieoficjalnych informacji, 1 mm + 1,5 ppm. Ten robotyczny tachimetr wyposażony został 5-calowy kolorowy, dotykowy wyświetlacz oraz oprogramowanie Cube-a. Dzięki serwowatorom z prędkością obrotu 45°/s i systemowi wykrywania lustra będzie szybki i wydajny, a przy tym ma być atrakcyjny cenowo.

Na szczycie naszych możliwości znajdzie się Stonex R180 – model wyposażony w bezszelustne serwomotory i o niesamowitej prędkości obrotu 180°/s. To obecnie najwyższa klasa serwowatorów i technologii wśród wszystkich światowych producentów. R180 dostępny będzie w dwóch wersjach: 1" i 0,5". Obydwie wyposażone zostaną w precyzyjny dalmierz o dokładności 1 mm + 1 ppm, pozwalający na pomiar bezlusterowy do 1000 m.

Możliwości sprzętu dopełnia duży 6-calowy ekran dotykowy i system Android. Za dodatkowe funkcjonalności terenowe i obsługę wbudowanej w obiektyw kamery odpowiada Stonex Cube-a. Narzędzia CAD, możliwość wgrania rastrów czy WMS-ów to dopiero początek. Ten sprzęt będzie kierowany do najbardziej wymagających klientów i zastosowań.

Warto też dodać, że zarówno R120, jak i R180 dostępne będą jako systemy jednoosobowe oraz zestawy hybrydowe z GNSS, w tym m.in. z odbornikiem IMU Stonex S900A.

Może w momencie publikacji tego artykułu nie wszystkie modele będą dostępne, ale większość prac została już ukończona. Tachimetry czeka premiera na przełomie I i II kwartału 2023 r. Tak więc wiosna przyniesie nam nie tylko ciepło i słońce, ale również nowe możliwości sprzętowe.

Tomasz Czerni
Stonex Polska,
Czerski Trade Polska Sp. z o.o.



Stonex R60 – uniwersalny tachimetr mechaniczny, dostępny w wersji jedno- lub dwusekundowej, wyposażony w dalmierz bezlusterowy 1000 m



Stonex R120 – wydajny tachimetr robotyczny z szybkim wyszukiwaniem lustra, wbudowanym modelem 4G. Działa w systemie Android



Stonex R180 – robotyczny tachimetr precyzyjny (dokładności: 0,5 sek. i 1 mm + 1 ppm) z serwowatorami o prędkości obrotu 180°/s, gotowy do pracy hybrydowej

Robot przyjacielem

Inżynier SEBASTIAN ŁUCZAK opowiada o wykorzystaniu tachimetrów robotycznych GeoMax Zoom 90 i Zoom 95 oraz oprogramowania polowego X-Pad Ultimate w firmie POI Format

TOMASZ KUŹNAR, przedstawiciel firmy Geoline – autoryzowanego dealera produktów GeoMax na Polskę: Na naszych instrumentach zjedliśmy przysłowiowe zęby, realizując bardzo skomplikowane pomiary.

SEBASTIAN ŁUCZAK: W firmie POI Format zajmujemy się szeroko pojętą geodezją inżynieryjno-przemysłową, obsługą budów. Mamy też doświadczenie w zakresie fotogrametrii, skanowania laserowego oraz BIM-u. Nasza przygoda z instrumentami GeoMax rozpoczęła się w 2017 r. Potrzebowaliśmy wtedy tachimetru o bardzo wysokiej dokładności i korzystnym stosunku jakości do ceny. Zdecydowaliśmy się na Zoom 90 w wersji R1000 1". Przejście na instrument zrobotyzowany wymagało przyswojenia nowej wiedzy, ale urządzenie i oprogramowanie do niego okazały się na tyle intuicyjne, że nauka nie zajęła nam wiele czasu. Pierwszą funkcją w Zoomie, która zrewolucjonizowała naszą pracę, był system SCOUT.

Czyli automatyczne znajdowanie lustra w trybie pasywnym, niewymagające naprowadzenia radiowego lub satelitarnego. Przejdźmy do pierwszej pracy, jaką wykonałeś tachimetrem Zoom 90.

Obsługiwaliśmy budowę konstrukcji stalowej, na której został osadzony kocioł. Za budowę tę odpowiadała firma ZRE Katowice. Czuwaliśmy nad każdym etapem inwestycji i za pomocą oprogramowa-

nia polowego X-Pad mogliśmy w terenie wykazywać różnice między zrealizowanymi a projektowanymi elementami. Bardzo pomocny w tej pracy okazał się moduł pakietu obliczeniowego COGO w oprogramowaniu polowym, a także funkcje SCOUT i AIM w instrumentcie.

AIM to automatyczne docelowanie na lustro.

Poza tym mogłem wczytać polilinię 3D i sprawdzać w rzeczywistości przestrzenne ułożenie elementu podłużnego konstrukcji. On-line podawałem odczyty – wyniki pomiarowe – inspektorowi bądź majstrowi budowy w celu szybkiej korekty ułożenia

konstrukcji płaszcza pieca. Warto wspomnieć, że mierzył on ponad 70 m i składał się z kilku poziomów. To bardzo skomplikowany obiekt, na którym gołym okiem ciężko było znaleźć małe lustro realizacyjne. Dzięki funkcji SCOUT operator miał ułatwione zadanie i jedynie dokonywał kontroli, jeżeli była taka potrzeba. Opisywana praca była też bardzo wymagająca pod kątem dokładnościowym, dlatego też zdecydowaliśmy się na Zooma jednosekundowego.

Instrument ten spełnił nasze oczekiwania, dlatego po 2017 r. kupiliśmy kolejne „roboty” GeoMaxa. Teraz mamy

ich już 5. Są to tachimetry zarówno serii Zoom 90, jak i nowszej Zoom 95.

Jakie różnice dostrzegasz między tymi seriami?

Wyda mi się, że Zoom 95 jest instrumentem nieco większym i cięższym.

Na pewno jest większy. Wynika to z zamontowania większego wyświetlacza o szybszej reakcji panelu dotykowego. Z kolei waga podawana przez producenta jest identyczna – 5 kg bez baterii. Z ciekawości sam je zważę (śmiech).

Jeśli chodzi o oprogramowanie, to widzimy kilka różnic w szybkości działania. Nowy soft jest też jeszcze bardziej intuicyjny. Tachimetr Zoom 95 przy pracy on-board (z poziomu instrumentu) nie ma zacięć, które zdarzały się poprzednikowi.

Silnik obsługujący pracę oprogramowania w tachimetrze został zmieniony, co w sposób ewidentny poprawiło płynność działania on-board. Przejdźmy teraz do kolejnej inwestycji.

Jest to inżynieryjna kontrola ustawienia kolei linowej w Zakopanem – budowlę specyficznej, przebiegającej linowo na obszarze o dużych przewyższeniach. Okazało się, że szereg elementów konstrukcyjnych wymaga cyklicznej kontroli i rektyfikacji. Warunki do wykonania dokładnej inwentaryzacji są utrudnione i wymagają ścisłego wyrównania osnowy, aby uzyskać najwyższą dokładność. Nam udało się zamknąć ciąg XYH na poziomie 5 mm, co na długości 1,5 km jest wynikiem znakomitym. Niejednokrotnie celowe przekraczały 350 m, a mi-

mo to systemy SCOUT i AIM współpracowały z lustrem GRZ122 360° wzorcowo. Po założeniu osnowy kilkakrotnie kontrolowaliśmy ustawienie baterii i rolek tej kolei i za każdym razem powtarzalność pomiarów mieściła się w zakresie kilku milimetrów.

Bazujecie na pomiarach bezlustrowych?

Wszystko zależy od mierzonego elementu i dostępności. W pracy tej wykorzystujemy lustra realizacyjne, lustra kulowe neomagnetyczne oraz w sytuacjach skrajnych pomiar bezlustrowy w dwóch położeniach lunety z funkcją trzykrotnego pomiaru uśredniającego.

Jakaś funkcja oprogramowania polowego okazała się szczególnie przydatna?

Tak – mnogość możliwości określania współrzędnych stanowiska. Tych opcji w oprogramowaniu polowym jest wystarczająco dużo, aby w każdej sytuacji dokładnie określić orientację przed pomiarem zasadniczym.

Jakiś konkretny przykład?

Oprócz często używanego wcięcia wstecz z kontrolą po każdym namierzeniu punktu referencyjnego mam do dyspozycji np. wcięcie 3D. Jest też wcięcie z kontrolą punktu o znanych współrzędnych, nad którym stoję. Ponadto używam zwykłej orientacji bez obliczeń terenowych – wtedy konieczny jest post-processing w biurze.

A funkcja niezależnego określenia wysokości osi celowej po przeprowadzonej orientacji wcięcia wstecz?

Jest znakomita, bo daje nam dodatkową kontrolę wysokości – to tzw. kontrola reperu robocznego.

Kolejny temat to...

...obsługa torowisk tramwajowych na całym Śląsku w 2020 r. Było to zlecenie, gdzie wykorzystywaliśmy moduł objętości i DTM oraz tyczenie polilinii 3D w X-Pad. Przy dobrze zamodelowanej powierzchni płyt nie musimy wyliczać współrzędnych ich początku i końca. Dzięki temu



Inżynieryjna kontrola ustawienia kolei linowej w Zakopanem

możemy wgrać cały projekt do oprogramowania X-Pad i mamy kompletny korytarz w formie DTM. Ta funkcja zmieniła technologicznie całą obsługę tej budowy. Wykorzystaliśmy ją również przy rozbudowie płyty postojowej na lotnisku w Pyrzowicach. W efekcie uzyskujemy pełną kontrolę każdego poziomu w każdym miejscu oraz raport odchyłek od projektu w banalnie prostej formie.

Został nam ostatni projekt.

W 2022 r. uczestniczyłem w kontroli konstrukcji stalowej o wadze ponad 120 ton. Aby ją unieść, potrzeba było aż czterech potężnych dźwigów.

120 ton? To tyle, co dwa czołgi M1 Abrams!

Było to imponujące i emocjonujące przedsięwzięcie. Firma, która wykonała tę konstrukcję, potrzebowała informacji o odkształceniu po jej podniesieniu. Sama praca polegała na inwentaryzacji stanu 3D w pozycji leżącej, a później w pozycji docelowej po podniesieniu jej na stopy. Wykorzystaliśmy tutaj skaner laserowy oraz tachimetr Zoom 95, który posłużył nam do założenia dokładnej osnowy. Wykorzystaliśmy ją później do składania chmur punktów ze skanera w jeden obiekt.

Jak bardzo zmienił się kształt konstrukcji?

Rozciągnęła się na 20 cm (rozstaw stóp), ale konstruktor przewidział taki wynik. Dzięki technologii łączonej – Zoom 95 i skaner laserowy – otrzymaliśmy dokładność geometrii całej konstrukcji po pomiarze na poziomie 1 mm.

W tym miejscu chciałbym zaznaczyć, że od niedawna wykorzystujemy oprogramowanie X-Pad do tworzenia szkiców elektronicznych. Kolega z firmy Format Paweł Dobrodziej zgłębił temat i obecnie po pomiarze sytuacyjno-wysokościowym dostajemy gotowy elektroniczny szkic polowy wraz z pełną informacją kodową. Później wystarczy go zgrać w formacie DXF i mamy blisko godzinę zaoszczędzoną w biurze. Chwalimy sobie również wszystkie opcje obliczeniowe umożliwiające pomiar punktów niedostępnych, tryby wychylonej tyczki X-TILT czy offsety – są w terenie wykorzystywane codziennie.

X-TILT doceniamy zwłaszcza przy pracy jednoosobowej. Nie musimy robić wcięć lub pomiarów od linii, aby zmierzyć punkt niedostępny.

Co z kwestią importu i eksportu danych w oprogramowaniu X-Pad?

Korzystamy ze wszystkich dostępnych funkcji – po kablu, Bluetooth czy też wi-fi. Ponadto wymieniamy dane bezpośrednio w chmurze. Oczywiście na budowie często zachodzi po-

trzeba importu czy eksportu z wykorzystaniem zwykłego pendrive'a USB. Wszystko to można znaleźć w produktach GeoMax, więc mamy pełną dowolność transmisji danych.

Pamiętasz najdłuższy ciągły pomiar tachimetrem Zoom 95 albo Zoom 90?

Wykonywany był na dwie zmiany i trwał 18 godzin. Wystarczyły do tego dwie baterie, jak pamiętam. To był Zoom 90. Zoomem 95 jeszcze tak długo nie pracowaliśmy, ale sądzę, że wynik byłby zbliżony.

Rozmawiał Tomasz Kuźnar



Kontrola 120-tonowej konstrukcji stalowej

Obsługa budowy konstrukcji stalowej z wykorzystaniem Zoom 90

Plusy jednego systemu

W ostatnim roku na rynku tachimetrów pojawiły się nowe modele z systemem Android. Z zapowiedzi wynika, że będzie ich jeszcze więcej. Duże ekrany instrumentów i zunifikowane oprogramowanie zdają się być rozwijającym się trendem.

Włoski Stonex postanowił całkowicie zmienić oblicze branży geodezyjnej, wprowadzając do sprzedaży aż trzy nowe tachimetry – w tym dwa robotyczne bazujące na systemie Android – zaprojektowane i zbudowane zupełnie od

720 x 1280 pikseli! Dla porównania w starszym modelu było jedynie 320 x 240 pikseli.

Sprawną komunikację z urządzeniami zewnętrznymi zapewniają: Bluetooth dalekiego zasięgu, moduł wi-fi oraz fizyczne gniazda, w tym nowość: USB-C. Kolejna istot-

temem Android. Ma wszystkie funkcje modelu R60 plus dodatkowe udogodnienia do pracy jednoosobowej. Dokładność przy pomiarze bezlusterkowym – zwiększona w stosunku do poprzednika R80 – wynosi 2 mm + 2 ppm. Ponadto znacznie przyspieszona została praca silników obracających tachimetrem – w R120 prędkość obrotu to 45 stopni na sekundę. Użytkownicy nowego instrumentu mogą korzystać z 64 GB pamięci wewnętrznej. Z racji bardziej zaawansowanych funkcji oraz pracy jednoosobowej również tutaj zwiększona została pojemność baterii do 5400 mAh.

Model **R180** to przełomowy, najbardziej zaawansowany tachimetr jednoosobowy w rodzinie włoskiego Stonexa. Występuje w wersjach pół- i jednosekundowej. Całkowicie zautomatyzowany, wyposażony jest w większy ekran niż jego „młodszy bracia”, bo aż sześciocalowy. Co więcej, nowoczesna konstrukcja oraz technologia wykorzystana w silnikach pozwala na prawie całkowicie bezgłośny obrót o 180 stopni w ciągu jed-

nej sekundy. Bardzo szybkie automatyczne wyszukiwanie lustra (pryzmat 360° w każdym zestawie), Bluetooth dalekiego zasięgu, integracja z GNSS, dwustronny ekran, a także wbudowana kamera – to kolejne zalety R180. Do tego zwiększona dokładność – 1 mm + 1 ppm przy pomiarze na lustro i 2 mm + 2 ppm przy bezlusterkowym (z zasięgiem do 1000 m).

Wszystkie te trzy modele wprowadzają codzienne czynności na wyższy poziom. Stonex dąży do tego, aby jak najbardziej usprawnić pracę i uprościć obsługę. Bez względu na to, jaki model klient wybierze, dzięki zastosowaniu systemu Android i zunifikowanemu oprogramowaniu bezproblemowo będzie mógł pracować na plikach wektorowych, wymieniać dane z odbiornikami GNSS, pracować skutecznie w systemie One Pole Station (R120 i R180).

GPS GLOBAL SOLUTIONS jako autoryzowany dystrybutor marki Stonex gwarantuje pełne wsparcie techniczne, szkolenia u klienta oraz serwis w siedzibie GGS. Z każdym modelem tachimetru klient otrzymuje również przegląd zerowy i certyfikat wykonania testów poprawności działania.

Po więcej informacji zapraszamy do kontaktu oraz do sklepu gpsglobalsolutions.com
Zespół GPS GLOBAL SOLUTIONS

podstaw w najnowszej technologii. Do tej pory na rynku dostępne były jedynie klasyczne tachimetry z Androidem. Stonex poszedł zatem o krok dalej, tworząc urządzenia z tym systemem do pracy jednoosobowej z pięcio- i sześciocalowymi ekranami dotykowymi.

Pierwsza z nowości Stonexa to **R60** – klasyczny tachimetr o zasięgu pomiaru bezlusterkowego wynoszącym 1000 m, dostępny w wersjach jedno- i dwusekundowej. Duży kolorowy i dotykowy ekran z systemem Android pozwala na bardzo komfortową pracę. To aż

na modyfikacja to zwiększenie aż o 45% pojemności baterii (do 5200 mAh), co pozwala na wydłużenie czasu pracy na jednym ładowaniu.

Zastosowanie Androida w tachimetrach wprowadza pracę na wyższy poziom. Przekłada się na łatwość obsługi, prostotę wymiany danych pomiędzy tachimetrami a odbiornikami GNSS, szybkość działania, a także elastyczną pracę na dużych plikach DXF lub SHP.

Jednosekundowy robotyczny **R120** charakteryzuje się pięciocalowym ekranem dotykowym z sys-



STONEX

NOWA ERA TACHIMETRÓW



GPS GLOBAL SOLUTIONS®

gpsglobalsolutions.com

Przegląd nowości na rynku tachimetrów elektronicznych

Androidy i roboty

Wraz z rozwojem technologii pomiarowych tachimetry stają się coraz prostsze w obsłudze i tańsze oraz bardziej automatyczne i wszechstronne. Tylko czy te zmiany są na tyle istotne, że warto inwestować w wymianę sprzętu?

Jerzy Królikowski

Bodaj najbardziej sensacyjnej nowości ostatnich miesięcy nie znajdziemy w tabelach naszego niezbędnika. Wszystko dlatego, że to nie tachimetr, ale... tyczka. I to nie byle jaka, bo „inteligentna”. Mowa o systemie AutoPole AP20 szwajcarskiej firmy Leica Geosystems, który zapewnia użytkownikom ta-

kę w tzw. aktywny pryzmat. System SmartPole jest z pewnością niezwykle praktyczny, na usta ciśnie się jednak pytanie, czy inwestycja w tak drogie rozwiązanie ma szansę się zwrócić. Podpowiedzią może być artykuł, który publikujemy [na s. 14](#).

Inna ciekawa nowość, której nie znajdziemy w tabelach na następnych stronach, to seria instrumentów robotycznych Trimble Ri. Jej nieobec-

rowych to zupełna nowość. Na czym konkretnie polega? Po prostu dostępne dla użytkownika parametry pomiarowe są zależne od wykupionej subskrypcji. W praktyce przy mniej wymagającym projekcie geodeta może zatem zdecydować się na najtańszą ofertę, a przy bardziej ambitnej inwestycji sięgnie po tę z wyższej półki. Pomysł z pewnością oryginalny, ale czy ma biznesowy sens? Jeśli konkurencja wkrótce pójdzie w ślady Trimble'a, to owszem.

A jakie ciekawe trendy można dostrzec w tachimetrach, które prezentujemy na następnych stronach? Pierwszym jest popularyzacja instrumentów wyposażonych w system operacyjny Android. W połączeniu z kolorowym i dotykowym ekranem sprawia to, że tachimetr staje się niejako smartfonem. Podstawową zaletą takiego rozwiązania jest znacznie sprawniejsza wymiana danych między biurem a terenem, choć korzyści płynące z użycia Androida można wymienić więcej. To chociażby szerszy wybór programów pomiarowych czy możliwość instalowania aplikacji, które nie służą wprawdzie bezpośrednio do pomiarów, ale mogą istotnie wspomóc pracę w terenie.

Na razie tachimetry z Androidem oferują cztery marki: Kolida, Ruide, South i od niedawna również Sto-

nex. Niektórych może dziwić, dlaczego tego typu innowacji nie wprowadzili liderzy rynku, jak Trimble czy Leica. Otóż firmy te poszły w zupełnie innym kierunku, a mianowicie w obsługę tachimetru z poziomu wydajnego tabletu. Opcja może i droższa, ale sprawia, że jeden komputer można użytkować i w biurze, i w terenie.

Drugi wyraźny trend to dalsza popularyzacja tachimetrów z serwowatorami. Tu warto zwrócić uwagę chociażby na nowy model Stonex R180, który w najlepszej wersji oferuje dokładność pomiaru kąta na poziomie aż 0,5 sekundy, a do tego jego prędkość obrotu sięga 180 stopni na sekundę.

Należy ponadto odnotować, że na rynku „robotyków” zadebiutowała marka South. Wygląda zatem na to, że po latach oczekiwań wreszcie i chińskie firmy zaczynają oferować tego typu sprzęt. Wiadomość o tyle ważna, że powinna zwiastować rychłą obniżkę cen tej kategorii instrumentów. A przecież ich wysoki koszt jest dla wielu geodetów głównym argumentem przeciwko inwestycji w „robotyka”. Stawiamy zatem dolary przeciwko orzechom, że liczba tachimetrów zmotoryzowanych w ofercie krajowych dystrybutorów będzie w następnych latach już tylko rosła. ■



chimetrów trzy nowatorskie funkcje. Pierwszą jest znana dotychczas z odbiorników GNSS kompensacja wychyleń tyczki. Druga to PoleHeight służąca do automatycznego odczytywania i wprowadzania do oprogramowania polowego wysokości pryzmatu. Trzecim rozwiązaniem jest zaś TargetID, który zamienia tycz-

ność spowodowana jest tym, że sprzęt ten nie trafił jeszcze na polski rynek. Co w nim unikatowego? Przede wszystkim „skalowalność”, a – będąc precyzyjnym – użytkowanie urządzenia w modelu subskrypcyjnym. Wprowadzenie na rynku oprogramowania GIS-owego to nic nowego, ale w instrumentach pomia-

GEODETA

*w wersji papierowej
lub cyfrowej*

papier 531,36 zł



cyfra 318,64 zł

*prenumeruj i czytaj,
jak wolisz*

cena brutto prenumeraty na rok 2023

TACHIMETRY

MARKA	Carlson	E-Survey	GeoMax		GeoMax	GeoMax	GeoMax	GeoMax
MODEL	CRx	E3, E3L	Zoom 10		Zoom 25	Zoom 40	Zoom 50	Zoom 75
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2021	2021	2019		2018	2018	2018	2021
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna, diamentryczna, ciągła	absolutna	absolutna, diamentryczna, ciągła		absolutna, diamentryczna, ciągła	absolutna, diamentryczna, ciągła	absolutna, diamentryczna, ciągła	absolutna, diamentryczna, ciągła
Dokładność	1″, 2″, 3″ lub 5″	2″	2″		1″, 2″ lub 5″	2″ lub 5″	1″, 2″ lub 5″	1″, 2″ lub 3″
Najmniejsza wyświetlana jednostka	0,1″	1″	1″		0,1″	1″	0,1″	0,1″
Kompensator; dokładność; zakres	podwójna kompensacja każdej osi; 0,5-1,5″; 4´	dwuosiowy; 1″; 3´	podwójna kompensacja każdej osi; 1″; 3´		podwójna kompensacja każdej osi; 0,5-1,5″; 4´	podwójna kompensacja każdej osi; 0,5-1,5″; 4´	podwójna kompensacja każdej osi; 0,5-1,5″; 4´	podwójna kompensacja każdej osi; 0,5-1,5″; 4´
Luneta – powiększenie; średnica [mm]	30x; 40	30x; 50	30x; brak danych		30x; 40	30x; 40	30x; 40	30x; 40
Minimalna ogniskowa [m]	1,7	1,5	1,5		1,7	1,7	1,7	1,7
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	fazowa	fazowa	fazowa		fazowa	fazowa	fazowa	fazowa
Dokładność [mm + ppm]								
●z lustrem	1 + 1,5	2 + 2	2 + 2		2 + 2	2 + 2	2 + 2	1 + 1,5
●z tarczką celowniczą	5 + 2	brak danych	2 + 2		2 + 2	2 + 2	2 + 2	1 + 1,5
●bez lustra	2 + 2	3 + 2	3 + 2		2 + 2	2 + 2	2 + 2	2 + 2
Zasięg [m]								
●z jednym lustrem	do 3500	5000	3000		3500	3500	3500-10 000	3500-10 000
●z trzema lustrami	brak danych	5000	6000		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
●z tarczką celowniczą	brak danych	500	800		brak danych	brak danych	brak danych	800
●bez lustra	500 lub 1000	800	350		500	500	A5: 500; A10: 1000	A5: 500; A10: 1000
Czas [s]								
●w trybie dokładnym (inicjalny)	2,4	0,3	1,5		2,4	2,4	2,4	2,4
●w trybie trackingu	0,15	0,2	0,5		2,0	0,5	1,0	0,15
Tryb skanowania (prędkość)	brak	brak	brak		brak	brak	brak	brak
SERWOMOTORY								
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	tak	nie	nie		nie	nie	nie	tak
Jednoosobowa stacja robocza	tak	nie	nie		nie	nie	nie	tak
Szybkość [st./s]	45	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	45
WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA								
Jednostronna/dwustronna	dwustronna (opcja)	dwustronna	dwustronna (opcja)		dwustronna (opcja)	dwustronna (opcja)	dwustronna (opcja)	dwustronna (opcja)
Rozmiar	800 x 480 px (5 cali WVGA)	160 x 90 px (monochromatyczny z podświetleniem)	160 x 96 px		280 x 160 px	320 x 240 px (Q-VGA)	320 x 240 px (Q-VGA)	5 cali, 800 x 480 px (WVGA LED)
Kolorowy; dotykowy	tak; tak	tak; tak	nie; nie		nie; nie	tak; tak	tak; tak	tak; tak
Liczba klawiszy	25	30	28		24	24	24	25
REJESTRACJA DANYCH								
Pojemność pamięci wewnętrznej	2 GB	>50 000 pkt	20 000 pkt		50 000 pkt	2 GB	50 000 pkt	2 GB
Typ pamięci zewnętrznej	SD, USB	pendrive	SD		pendrive	pendrive	pendrive	SD, pendrive
Wymiana danych	RS-232, USB, SD, Bluetooth dalekiego zasięgu	RS-232, miniUSB, karta SD, Bluetooth	RS-232, miniUSB		RS-232, USB, Bluetooth	USB, miniUSB, Bluetooth	RS-232, USB, Bluetooth	RS-232, USB, SD, Bluetooth
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE								
System operacyjny	Windows EC 7.0	E-Survey	Windows Embedded CE		Windows Embedded CE	Open Windows CE	Windows Embedded CE	Windows EC 7.0
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	pomiar, wcięcia, tyczenie, pomiar pkt niedostępnego, pomiar mimośrodowy, czółówki, linia referencyjna, COGO, rysowanie CAD, obsługa rastrów, moduł drogowy	obliczanie odległości skośnej, poziomej i wysokości, wcięcia, obliczanie powierzchni, tyczenie punktów i linii, projektowanie tras, nawiązania, liczenie pkt niedostępnych, COGO i inne	pomiar, wcięcia, tyczenie, tyczenie od prostej, COGO, czółówki		pomiar, wcięcia, tyczenie, tyczenie od prostej, wysokość niedostępna, pomiar mimośrodowy, czółówki, powierzchnia i objętość, linia referencyjna, łuk bazowy, COGO	pomiar, wcięcia, tyczenie osi, pomiar pkt niedostępnego, pomiar mimośrodowy, czółówki, tyczenie, linia referencyjna, COGO, rysowanie CAD, obsługa rastrów, moduł drogowy i pomiary objętości (opcja)	pomiar, wcięcia, tyczenie, tyczenie od prostej, wysokość niedostępna, pomiar mimośrodowy, czółówki, powierzchnia i objętość, linia referencyjna, łuk bazowy, COGO, moduł drogowy	pomiar, wcięcia, tyczenie osi, pomiar pkt niedostępnego, pomiar mimośrodowy, czółówki, tyczenie, przeniesienie wysokości, linia referencyjna, COGO, rysowanie CAD, obsługa rastrów DXF, aktywne tyczenie z mapy CAD, moduł drogowy i pomiary objętości (opcja)
Formaty wymiany danych	RWS, ASCII, WinKalk, C-Geo, Carlson X-Port, Carlson Survey, inne	TXT, WinKalk, C-Geo	GSI, ASCII, IDX, WinKalk, C-Geo, inne		GSI, ASCII, IDX, WinKalk, C-Geo, inne	GSI, ASCII, IDX, WinKalk, C-Geo, inne	GSI, ASCII, IDX, WinKalk, C-Geo, inne	GSI, ASCII, IDX, WinKalk, C-Geo, inne
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	Li-Ion	2 Li-Ion (2900 mAh)	Li-Ion		Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion
Ciągły pomiar kątów [h]	do 8	brak danych	16		16	8	16	10
Pomiar kątów i odległości [h]	brak danych	2 (2 baterie)	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
INNE								
Praca na obrazie z kamery	nie	nie	nie		nie	nie	nie	nie
Diody do tyczenia	tak	tak	nie		nie	nie	nie	tak
Pionownik laserowy	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
Waga instrumentu z baterią [kg]	5,3	5,5	5,3		4,5	5,3	4,5	5,3
Norma pyło- i wodoszczelności	IP55	IP55	IP54		IP55	IP54	IP55	IP55
Temperatura pracy [°C]	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50		-20 do 50 (opcja: od -30)	-20 do 50	-20 do 50 (opcja: od -30)	-20 do 50
Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem)	bateria, ładowarka sieciowa i samochodowa, kabel USB, Bluetooth dalekiego zasięgu, zestaw narzędzi, spodarka z pionownikiem optycznym	2 baterie, ładowarka, wodoszczelny pokrowiec	bateria, ładowarka, kabel USB, zestaw narzędzi, pion sznurkowy, osłona przeciwsłoneczna, pendrive		bateria, ładowarka sieciowa i samochodowa, kabel USB, zestaw narzędzi, pion sznurkowy, osłona przeciwsłoneczna, pendrive	bateria, ładowarka sieciowa i samochodowa, kabel USB, zestaw narzędzi, pion sznurkowy, osłona przeciwsłoneczna, pendrive	bateria, ładowarka sieciowa i samochodowa, zestaw narzędzi, pion sznurkowy, osłona przeciwsłoneczna, pendrive	2 baterie, ładowarka sieciowa i samochodowa, kabel USB, tyczka z lustrem 360°, Bluetooth dalekiego zasięgu ZRT, zestaw narzędzi, osłona przeciwsłoneczna, karta SD lub pendrive
Gwarancja [miesiące]	24	12	do 36		do 36	do 36	do 36	do 36
Cena netto zestawu standardowego [zł]	brak danych	brak danych	od 10 990		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
Informacje dodatkowe	STReAM360 (Scout, TRack, AiM), X-Motion Hybrid Drives, accXess EDM, NavLight, GeoTRail, obsługa przez SurvCE/SurvPC/Layout	-	współpraca z oprogramowaniem Xpad		-	współpraca z oprogramowaniem Xpad, Field Genius, SurvCE	-	technologie: Servo, Track 360°, AiM, GeoTrail, integracja z GNSS, X-Pole
Dystrybutor	Carlson Software	Art-Geo	Geoline		Geoline	Geoline	Geoline	Geoline

TACHIMETRY								
MARKA	GeoMax	Hi-Target	Hi-Target		Hi-Target	Hi-Target	Kolida	Kolida
MODEL	Zoom 95	HTS-420R	HTS-521L10		ZTS-320R	ZTS-360R	CTS-661/CTS-662R10	KTS-472R10Lc/472R20L
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2021	2018	2022		2019	2019	brak danych	brak danych
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna, diometryczna, ciągła	absolutna	absolutna		absolutna	absolutna	absolutna	absolutna
Dokładność	1″, 2″ lub 3″	2″	2″		2″	2″	1″/2″	2″/5″
Najmniejsza wyświetlana jednostka	0,1″	1″	1″		1″	1″	0,1″/1″	0,1″
Kompensator; dokładność; zakres	podwójna kompensacja każdej osi; 0,5-1,5″; 4´	dwuosiowy; 1″; 3´	dwuosiowy; 1″; 3´		dwuosiowy; 1″; 3´	dwuosiowy; 1″; 3´	dwuosiowy; 1″; 6´	dwuosiowy; 1″; 3´
Luneta – powiększenie; średnica [mm]	30x; 40	30x; 45	30x; 45		30x; 45	30x; 45	30x; 45	30x; 45
Minimalna ogniskowa [m]	1,7	1,2	1,5		1,2	1,2	1,0	1,0
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	fazowa	fazowa	fazowa		fazowa	fazowa	fazowa	fazowa
Dokładność [mm + ppm]								
● z lustrem	1 + 1,5	2 + 2	2 + 2		2 + 2	2 + 2	2 + 2	2 + 2
● z tarczką celowniczą	1 + 1,5	2 + 2	2 + 2		2 + 2	2 + 2	3 + 2	2 + 2
● bez lustra	2 + 2	3 + 2	3 + 2		3 + 2	3 + 2	3 + 2 (<300 m), 5 + 2 (300-600 m), 10 + 2 (>600 m)	3 + 2
Zasięg [m]								
● z jednym lustrem	3500-10 000	3000 (dobre warunki)	5000 (dobre warunki)		3000 (dobre warunki)	3000 (dobre warunki)	3500	5000
● z trzema lustrami	brak danych	6000 (dobre warunki)	6000 (dobre warunki)		6000 (dobre warunki)	6000 (dobre warunki)	5000	brak danych
● z tarczką celowniczą	800	800	1000		800	800	1000	1000
● bez lustra	A5: 500; A10: 1000	600	1000		600	600	1000	1000/2000
Czas [s]								
● w trybie dokładnym (inicjalny)	2,4	1,5	0,5		1,5	0,8	0,35	0,3
● w trybie trackingu	0,15	0,5	0,3		0,5	0,3	0,25	0,1
Tryb skanowania (prędkość)	brak	brak	brak		brak	brak	brak	brak
SERWOMOTORY								
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	tak	nie	nie		nie	nie	nie	nie
Jednoosobowa stacja robocza	tak	nie	nie		nie	nie	nie	nie
Szybkość [st./s]	45	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA								
Jednostronna/dwustronna	dwustronna (opcja)	dwustronna	dwustronna		dwustronna	dwustronna	dwustronna	dwustronna
Rozmiar	5 cali, 800 x 480 px (WVGA LED)	280 x 160 px (6 linii x 25 znaków)	240 x 320 px (8 linii x 28 znaków)		192 x 96 px (6 linii x 25 znaków)	192 x 96 px (6 linii x 12 znaków)	320 x 240 px	640 x 480 px
Kolorowy; dotykowy	tak; tak	nie; nie	tak; nie		nie; nie	nie; nie	tak; tak	tak; tak
Liczba klawiszy	25	28, w tym 8 funkcyjnych	29, w tym 4 funkcyjne i Quick Trigger		24, w tym 4 funkcyjne	28, w tym 8 funkcyjnych i Quick Trigger	30	28
REJESTRACJA DANYCH								
Pojemność pamięci wewnętrznej	2 GB	20 000 pkt	80 000 pkt		20 000 pkt	20 000 pkt	98 MB	512 MB
Typ pamięci zewnętrznej	SD, pendrive	SD	pendrive		SD, pendrive (opcja)	pendrive	SD	SD
Wymiana danych	RS-232, USB, SD, Bluetooth	RS-232, microUSB, Bluetooth	RS-232, USB, Bluetooth		RS-232, microUSB, SD, Bluetooth, USB (opcja)	RS-232, USB, miniUSB, Bluetooth	RS-232, miniUSB, karta SD, Bluetooth	RS-232, miniUSB, karta SD, Bluetooth
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE								
System operacyjny	Windows EC 7.0	Hi-Target	Hi-Target		Hi-Target	Hi-Target	Kolida DOS	Windows CE 6.0
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	pomiar, wcięcie, tyczenie osi, pomiar pkt niedostępnego, pomiar mimośrodowy, czołówki, tyczenie, przeniesienie wysokości, linia referencyjna, COGO, rysowanie CAD, obsługa rastrów DXF, aktywne tyczenie z mapy CAD, moduł drogowy i pomiary objętości (opcja)	ergonomiczna budowa menu zapewniająca funkcjonalność oprogramowania ZTS-320R/360R poszerzoną o zaawansowane funkcje tyczenia, pomiary zwisu i przedłużenie prostych, hybryda (GPS + tachimetr), możliwa obsługa z poziomu kontrolera GPS (Android)	tachimetria, tyczenie punktów i linii, pomiar czołówek, pomiar mimośrodowy (kątowy i liniowy), pomiar wysokości niedostępnego celu, pomiar powierzchni, wcięcie, rzutowanie, moduł drogowy, hybryda (GPS + tachimetr), możliwa obsługa z poziomu kontrolera GPS (Android)		tachimetria, tyczenie punktów i linii, pomiar czołówek, pomiar mimośrodowy (kątowy i liniowy), pomiar wysokości niedostępnego celu, pomiar powierzchni, wcięcie, rzutowanie, moduł drogowy, hybryda (GPS + tachimetr), możliwa obsługa z poziomu kontrolera GPS (Android)	tachimetria, tyczenie punktów i linii, pomiar czołówek, pomiar mimośrodowy (kątowy i liniowy), pomiar wysokości niedostępnego celu, pomiar powierzchni, wcięcie, rzutowanie, moduł drogowy, hybryda (GPS + tachimetr), możliwa obsługa z poziomu kontrolera GPS (Android)	tyczenie, pomiar punktu na linii, przekrój poprzeczny, ciągi z wyrównaniem, pomiar niedostępnej wysokości, pomiar powierzchni, pomiar czołówek, pomiar punktów mimośrodowych, wcięcie wstecz, moduł drogowy	tyczenie, pomiar punktu na linii, przekrój poprzeczny, ciągi z wyrównaniem, pomiar niedostępnej wysokości, pomiar powierzchni, pomiar czołówek, 4 rodzaje pomiarów mimośrodowych, wcięcie wstecz
Formaty wymiany danych	GSI, ASCII, IDX, WinKalk, C-Geo, inne	ASCII, WinKalk, C-Geo	ASCII, WinKalk, C-Geo		ASCII, WinKalk, C-Geo	ASCII, WinKalk, C-Geo	brak danych	brak danych
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	Li-Ion	2 Li-Ion (7,4 V, 3000 mAh)	2 Li-Ion (7,4 V, 3000 mAh)		2 Li-Ion (7,4 V, 3000 mAh)	2 Li-Ion (7,4 V, 3400 mAh)	2 Li-Ion (3100 mAh)	2 Li-Ion (3100 mAh)
Ciągły pomiar kątów [h]	10	2 x 16	2 x 18		2 x 16	2 x 16	2 x 6	2 x 6
Pomiar kątów i odległości [h]	brak danych	2 x 10	2 x 8		2 x 10	2 x 10	2 x 5	2 x 5
INNE								
Praca na obrazie z kamery	nie	nie	nie		nie	nie	nie	nie
Diody do tyczenia	tak	nie	nie		nie	nie	opcja	nie
Pionownik laserowy	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
Waga instrumentu z baterią [kg]	5,3	5,5	5,5		5,5	3,7	5,2	6,0
Norma pyło- i wodoszczelności	IP55	IP65	IP65		IP65	IP66	IP65	IP55
Temperatura pracy [°C]	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50		-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50
Wypożazenie standardowe (poza pudełkiem)	2 baterie, ładowarka sieciowa i samochodowa, kabel USB, tyczka z lustrem 360°, Bluetooth dalekiego zasięgu ZRT, zestaw narzędzi, osłona przeciwsłoneczna, karta SD lub pendrive	2 baterie, ładowarka, kabel RS-232/USB, narzędzia rektyfikacyjne, pokrowiec przeciwdeszczowy	2 baterie, ładowarka, kabel RS-232/USB, narzędzia rektyfikacyjne, pokrowiec przeciwdeszczowy		2 baterie, ładowarka, kabel RS-232/USB, narzędzia rektyfikacyjne, pokrowiec przeciwdeszczowy	2 baterie, ładowarka, kabel RS-232/USB, narzędzia rektyfikacyjne, pokrowiec przeciwdeszczowy	2 baterie, ładowarka, kable RS-232 i USB, oprogramowanie, zestaw narzędzi	brak danych
Gwarancja [miesiące]	do 36	24	24		24	24	24	24
Cena netto zestawu standardowego [zł]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
Informacje dodatkowe	technologie: Servo, Scout 360°, Track 360°, AiM, GeoTrail, integracja z GNSS, X-Pole	europejski serwis w Polsce, wsparcie techniczne 7 dni w tygodniu	europejski serwis w Polsce, wsparcie techniczne 7 dni w tygodniu		europejski serwis w Polsce, wsparcie techniczne 7 dni w tygodniu	europejski serwis w Polsce, wsparcie techniczne 7 dni w tygodniu	zegar, kalendarz, libella elektroniczna, czujnik ciśnienia i temperatury	zegar, kalendarz, libella elektroniczna, czujnik ciśnienia i temperatury
Dystrybutor	Geoline	Apogeo Kraków	Apogeo Kraków		Apogeo Kraków	Apogeo Kraków	Geoprzyrnat	Geoprzyrnat, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis

TACHIMETRY








MARKA	Kolida	Leica	Leica		Leica	Leica	Leica	Leica
MODEL	KTS-552R15	MS60	TM60		TS03 FlexLine	TS07 FlexLine	TS10 FlexLine	TS13
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2022	2020	2020		2018	2018	2018	2020
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna, ciągła	absolutna, ciągła, czteropunktowa	absolutna, ciągła, czteropunktowa		absolutna, ciągła, dwupunktowa	absolutna, ciągła, dwupunktowa	absolutna, ciągła, dwupunktowa	absolutna, ciągła, dwupunktowa
Dokładność	2″	1″	0,5″ lub 1″		2″, 3″ lub 5″	1″, 2″, 3″, 5″ lub 7″	1″, 2″, 3″ lub 5″	1″, 2″, 3″ lub 5″
Najmniejsza wyświetlana jednostka	0,1″	0,1″; 0,1 ^{cc}	0,1″; 0,1 ^{cc}		0,1″	0,1″	0,1″	0,1″
Kompensator; dokładność; zakres	dwuosiowy; 1″; 4′	scentralizowana kompensacja podwójna dla każdej osi; 0,5″; 4′	scentralizowana kompensacja podwójna dla każdej osi; 0,5″; 4′		scentralizowana kompensacja podwójna dla każdej osi; 0,5, 1,0, 1,5 lub 2″; 4′	scentralizowana kompensacja podwójna dla każdej osi; 0,5, 1,0, 1,5 lub 2″; 4′	scentralizowana kompensacja podwójna dla każdej osi; 0,5, 1,0, 1,5 lub 2″; 4′	scentralizowana kompensacja podwójna dla każdej osi; 0,5, 1,0, 1,5 lub 2″; 4′
Łuneta – powiększenie; średnica [mm]	30x; 45 (EDM: 50)	30x (opcja: 42x); 40	30x (opcja: 42x); 40		30x (opcja: 42x); 40	30x (opcja: 42x); 40	30x (opcja: 42x); 40	30x (opcja: 42x); 40
Minimalna ogniskowa [m]	1,2	1,7	1,7		1,55	1,55	1,55	1,7
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	fazowa	WFD (wave form digitizing)	fazowa		fazowa	fazowa	fazowa	fazowa
Dokładność [mm + ppm]								
● z lustrem	2 + 2	1 + 1,5	0,6 + 1		1 + 1,5	1 + 1,5	1 + 1,5	1 + 1,5
● z tarczką celowniczą	brak danych	1 + 1,5	1 + 1		1 + 1,5	1 + 1,5	1 + 1,5	1 + 1,5
● bez lustra	3 + 2	2 + 2 (<500 m), 4 + 2 (>500 m)	2 + 2 (<500 m), 4 + 2 (>500 m)		2 + 2 (<500 m), 4 + 2 (>500 m)	2 + 2 (<500 m), 4 + 2 (>500 m)	2 + 2 (<500 m), 4 + 2 (>500 m)	2 + 2 (<500 m), 4 + 2 (>500 m)
Zasięg [m]								
● z jednym lustrem	5000	0,9 do 3500; >10 000 (tryb dużego zasięgu)	0,9 do 3500; >10 000 (tryb dużego zasięgu)		1,5 do 3500	1,5 do 3500	1,5 do 3500	0,9 do 3500; > 10 000 (tryb dużego zasięgu)
● z trzema lustrami	brak danych	>10 000	5400		5400	5400	5400	5400
● z tarczką celowniczą	brak danych	370	250		250	250	250	250
● bez lustra	800 lub 1500 (opcja: 2000)	2000	1000		500	500 lub 1000	500 lub 1000	500 lub 1000
Czas [s]								
● w trybie dokładnym (inicjalny)	0,3	2,4	2,4		2,4	2,4	2,4	2,4
● w trybie trackingu	0,1	<0,15	<0,15		<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Tryb skanowania (prędkość)	brak	30 000 pkt/s	brak		brak	brak	brak	brak
SERWOMOTORY								
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	nie	technologia ATR Plus	technologia ATR Plus dużego zasięgu		nie	nie	nie	technologia ATR
Jednoosobowa stacja robocza	nie	LOCK, PowerSearch, filtr uczący, DynamicLock	LOCK		nie	nie	nie	tak, opcja: LOCK i SpeedSearch
Szybkość [st./s]	nie dotyczy	180 (czas szukania pryzmatu zwykle 5 s)	180		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	45 (czas szukania pryzmatu zwykle 7 s)
WYŚWIETLACZ I KŁAWIATURA								
Jednostronna/dwustronna	dwustronna	dwustronna	dwustronna (opcja)		jednostronna	dwustronna (opcja)	dwustronna (opcja)	dwustronna (opcja)
Rozmiar	5 cali, 720 x 1280 px (TFT LCD)	5 cali (WVGA)	5 cali (WVGA)		3,5 cali (QVGA)	3,5 cali (QVGA)	5 cali (WVGA)	5 cali (WVGA)
Kolorowy; dotykowy	tak; tak	tak; tak	tak; tak		nie; nie	tak; tak	tak; tak	tak; tak
Liczba klawiszy	brak danych	37 podświetlanych	37 podświetlanych		28	28 podświetlanych	25 lub 37 podświetlanych	4 klawisze i 4 diody; opcja: 25 podświetlanych
REJESTRACJA DANYCH								
Pojemność pamięci wewnętrznej	RAM 3 GB; ROM 32 GB	2 GB	2 GB		2 GB flash	2 GB flash	2 GB	2 GB
Typ pamięci zewnętrznej	TF	SD, pendrive	SD, pendrive		SD, pendrive	SD, pendrive	SD, pendrive	SD, pendrive
Wymiana danych	seryjny (6-Pin), USB-C, TF, 4G LTE, Bluetooth 4.0, wi-fi	RS-232, USB, Bluetooth (opcja: dalekiego zasięgu), WLAN	RS-232, USB, Bluetooth (opcja: dalekiego zasięgu), WLAN		RS-232, USB	RS-232, USB, Bluetooth (opcja: dalekiego zasięgu), WLAN, opcja: modem LTE	RS-232, USB, Bluetooth (opcja: dalekiego zasięgu), WLAN, modem LTE	RS-232, USB, Bluetooth (opcja: dalekiego zasięgu), WLAN
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE								
System operacyjny	Android 6.0	Windows EC7	Windows EC7		Windows EC7	Windows EC7	Windows EC7	Windows EC7
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	możliwość połączenia z GNSS, tyczenie linii, pomiary i kody, tyczenie punktów, linie odniesienia, domiary, obliczanie powierzchni i objętości, pełne COGO	Captivate: ustawienia stanowiska; pomiary 3D z kodowaniem, atrybutami pkt, kreśleniem linii; widok 3D z podglądem pkt, linii, osiowań, skanów, modeli DTM, obrazów w tle; tyczenia 3D; obliczenia COGO; opcje: automat. tyczenie pkt; pomiary/tyczenia linii/polilinii 3D; tyczenie DTM; ciąg poligonowy; moduły drogowy, tunelowy i kolejowy; pomiar i skanowanie płaszczyzn i siatek; inspekcja powierzchni; pomiar pkt w seriach (monitoring); prowadzenie maszyn/echosond; kontrola zagęszczenia mas i kształtów stalowych; pomiary sportowe			FlexField: ustawienia stanowiska, tachimetria z kodowaniem, tyczenie, tyczenie osi, punkt ukryty, czołówka, przeniesienie wysokości, offsety (standardowy i walec), opcje: obliczenia COGO, płaszczyzna odniesienia, łuk odniesienia, droga 2D	FlexField: ustawienia stanowiska, tachimetria z kodowaniem, tyczenie, tyczenie osi, punkt ukryty, czołówka, przeniesienie wysokości, offsety (standardowy i walec – pionowość), obliczenia COGO, płaszczyzna odniesienia, łuk odniesienia, droga 2D, droga 3D (opcja)	Captivate: ustawienia stanowiska; pomiary 3D z kodowaniem, atrybutami pkt i kreśleniem linii; widok 3D z podglądem pkt, linii, osiowań, skanów, modeli DTM, obrazów w tle; tyczenia 3D; obliczenia COGO; opcje: automat. tycz. pkt; pomiary/tyczenia linii/polilinii 3D; tyczenie DTM; ciąg poligonowy; tyczenia i sprawdzania modeli DROGA/KOLEJ/TUNEL z generatorem profili; pomiar i skanowanie płaszczyzn i siatek; inspekcja powierzchni; pomiar pkt w seriach; monitoring z wizualizacją danych; prowadzenie maszyn/echosond; kontrola zagęszczenia mas; kontrola kształtów stalowych; linia pionu; pomiary sportowe	
Formaty wymiany danych	brak danych	ASCII, ASCII użytkownika (Civil 3D, mgeo, GSI, EW Mapa, C-Geo Leica XML), DXF, FBK/RW5/RAW, XML, XSL, SHP			ASCII, ASCII użytkownika (mgeo), GSI, DXF, XML	ASCII, ASCII użytkownika (mgeo), GSI, DXF, XML	ASCII, ASCII użytkownika (Civil 3D, mgeo, GSI, EW Mapa, C-Geo Leica XML), DXF, FBK/RW5/RAW, XML, XSL, Shape	
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion		Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion
Ciągły pomiar kątów [h]	8-10	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	do 19	brak danych
Pomiar kątów i odległości [h]	8-10	do 9 (1 bateria) z możliwością ład. podczas pracy	do 9 (1 bateria)		do 30	do 15 (mała bat.) lub do 30 (duża bat.)	do 9 (mała bat.) lub do 18 (duża bat.)	do 8 (1 bateria)
INNE								
Praca na obrazie z kamery	nie	tak	opcja		nie	nie	opcja	nie
Diody do tyczenia	nie	tak	nie		nie	opcja	opcja	tak
Pionownik laserowy	tak	tak oraz moduł AutoHeight do pom. wys. instrumentu	tak		tak	tak oraz moduł AutoHeight do pom. wys. instrumentu	tak oraz moduł AutoHeight do pom. wys. instrumentu	tak
Waga instrumentu z baterią [kg]	5,7	7,7	7,3		4,3	4,3-4,5	4,4-4,9	5,3
Norma pyło- i wodoszczelności	IP55	IP65	IP65		IP66	IP66	IP66	IP55
Temperatura pracy [°C]	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50		-20 do 50	-20 do 50 (Arctic: -35 do 50)	-20 do 50 (Arctic: -35 do 50)	-20 do 50
Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem)	brak danych	2 baterie, ładowarka	2 baterie, ładowarka		bateria, ładowarka, mini pryzmat	bateria, ładowarka, mini pryzmat	bateria, ładowarka, mini pryzmat	2 baterie, ładowarka
Gwarancja [miesiące]	24	24 (opcja: 48)	24 (opcja: 48)		12 (opcja: 60)	12 (opcja: 60)	12 (opcja: 60)	12 (opcja: 36)
Cena netto zestawu standardowego [zł]	brak danych	od 175 000	od 130 000		od 25 000	od 30 000	od 36 000	od 45 000
Informacje dodatkowe	podwójny laser EDM – silniejszy sygnał zwrotny, podświetlany krzyż nitek, ultraszybki pomiar, microSIM, 8-rdzeniowy procesor, mikrofon i głośnik	kamera szerokokątna, telekamera, autofokus, DynamicLock – dynamiczna blokada na pryzmacie w ruchu; LOC8 – system antykradzieżowy (opcja); skanowanie do 30 tys. pkt/s, pełna sfera w 12 min., kompatybilność z Leica SmartPole, rozbudowa do SmartStation	kamera szerokokątna i telekamera (opcja); LOC8 – system antykradzieżowy określający położenie we wnętrzach i na zewnątrz (opcja); rozbudowa do SmartStation; instrument przeznaczony do monitoringu, np. współpracy z systemem i usługami GeoMoS		LOC8 – system antykradzieżowy określający położenie we wnętrzach i na zewnątrz (opcja)	modem LTE (opcja); LOC8 – system antykradzieżowy określający położenie we wnętrzach i na zewnątrz (opcja)	modem LTE; kamera szerokokątna (opcja); LOC8 – system antykradzieżowy określający położenie we wnętrzach i na zewnątrz (opcja)	LOC8 – system antykradzieżowy określający położenie we wnętrzach i na zewnątrz (opcja); kompatybilny z technologią pomiarów zintegrowanych z GNSS Leica SmartPole, rozbudowa do SmartStation; łatwa rozbudowa bez konieczności wymiany podzespołów
Dystrybutor	GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis	Leica Geosystems	Leica Geosystems		Leica Geosystems	Leica Geosystems	Leica Geosystems	Leica Geosystems

TACHIMETRY							
MARKA	Leica	Leica	Nikon		Nikon	Nikon	Nikon
MODEL	TS16	TS60	K		N	NPL-322+	NPL-322+ (P) 2018
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2020	2020	2020		2020	2016	2018
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna, ciągła, dwupunktowa	absolutna, ciągła, czteropunktowa	przyrostów		przyrostów	przyrostów	absolutna
Dokładność	1″, 2″, 3″ lub 5″	0,5″	2″ lub 5″		2″ lub 5″	2″ lub 5″	1″, 2″, 3″ lub 5″
Najmniejsza wyświetlana jednostka	0,1″	0,1″; 0,1 ^{cc}	1″		1″	1″	0,01″
Kompensator; dokładność; zakres	scentralizowana kompensacja podwójna dla każdej osi; 0,5, 1,0, 1,5 lub 2″; 4´	scentralizowana podwójna dla każdej osi; 0,5″; 4´	dwuosiowy; brak danych; 3´		dwuosiowy; brak danych; 3´	dwuosiowy; 1″; 3´	dwuosiowy; 1″; 3´
Luneta – powiększenie; średnica [mm]	30x (opcja: 42x); 40	30x (opcja: 42x); 40	30x (opcja: 18x lub 36x); 45		30x (opcja: 18x lub 36x); 45	30x (opcja: 18x lub 36x); 45	30x (opcja: 18x lub 36x); 45
Minimalna ogniskowa [m]	1,7	1,7	1,5		1,5	1,5	1,5
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	fazowa	fazowa	impulsowa		impulsowa	fazowa	fazowa
Dokładność [mm + ppm]							
• z lustrem	1 + 1,5	0,6 + 1	2 + 2		2 + 2	2 + 2	2 + 2
• z tarczką celowniczą	1 + 1,5	1 + 1	3 + 2		3 + 2	3 + 3	2 + 2
• bez lustra	2 + 2 (<500 m), 4 + 2 (>500 m)	2 + 2 (<500 m), 4 + 2 (>500 m)	nie dotyczy		3 + 2	3 + 3	3 + 2
Zasięg [m]							
• z jednym lustrem	0,9 do 3500; >10 000 (tryb dużego zasięgu)	0,9 do 3500; >10 000 (tryb dużego zasięgu)	4000		4000	3000	5000
• z trzema lustrami	5400	5400	4000		4000	brak danych	5000
• z tarczką celowniczą	250	250	300		300	200	300
• bez lustra	500 lub 1000	1000	nie dotyczy		600	400	800
Czas [s]							
• w trybie dokładnym (inicjalny)	2,4	2,4	1,1		1,1	1,1	1,4
• w trybie trackingu	<0,15	<0,15	0,4		0,4	0,8	0,3
Tryb skanowania (prędkość)	brak	brak	brak		brak	brak	brak
SERWOMOTORY							
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	technologia ATR Plus	technologia ATR Plus	nie		nie	nie	nie
Jednoosobowa stacja robocza	LOCK, PowerSearch, filtr uczący, opcja: DynamicLock	LOCK, PowerSearch, filtr uczący, DynamicLock	nie		nie	nie	nie
Szybkość [st./s]	45 (czas szukania pryzmatu zwykle 5 s)	180 (czas szukania pryzmatu zwykle 5 s)	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
WYŚWIETLACZ I KŁAWIATURA							
Jednostronna/dwustronna	dwustronna (opcja)	dwustronna	dwu- lub jednostronna		dwu- lub jednostronna	dwu- lub jednostronna	dwustronna
Rozmiar	5 cali (WVGA)	5 cali (WVGA)	128 x 64 px		128 x 64 px	128 x 64 px	640 x 480 px
Kolorowy; dotykowy	tak; tak	tak; tak	nie; nie		nie; nie	nie; nie	tak; tak
Liczba klawiszy	37 podświetlanych	37 podświetlanych	5´: 25, 2´: 25 + 25		5´: 25, 2´: 25 + 25	25	14 + 14
REJESTRACJA DANYCH							
Pojemność pamięci wewnętrznej	2 GB	2 GB	50 000 pkt		50 000 pkt	50 000 pkt	4 GB
Typ pamięci zewnętrznej	SD, pendrive	SD, pendrive	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	pendrive
Wymiana danych	RS-232, USB, Bluetooth (opcja: dalekiego zasięgu), WLAN	RS-232, USB, Bluetooth (opcja: dalekiego zasięgu), WLAN	RS-232, Bluetooth, NFC		RS-232, Bluetooth, NFC	RS-232, Bluetooth	RS-232C, 2 x USB (host + klient), Bluetooth dalekiego zasięgu
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE							
System operacyjny	Windows EC7	Windows EC7	Nikon		Nikon	Nikon	Windows Embedded Compact 7
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	Captivate: ustawienia stanowiska; pomiary 3D z kodowaniem, atrybutami pkt i kreśleniem linii; widok 3D z podglądem pkt, linii, osiowań, skanów, modeli DTM, obrazów w tle; tyczenia 3D; obliczenia COGO; opcje: automat. tycz. pkt; pomiary/tyczenia linii/po-linii 3D; tyczenie DTM i wiele innych	Captivate: pom. 3D z kodowaniem, atrybutami pkt, kreśleniem linii; widok 3D; tyczenia 3D; obliczenia COGO; opcje: automat. tyczenie pkt; pomiary/tyczenia linii/polilinii 3D; tyczenie DTM; ciąg poligonowy; moduły drogowy, tunelowy, kolejowy i inne	stanowiska (znane, wcięcie, nawiązanie wysokościowe), tyczenia, domiary, pomiary mimośrodowe, czołówki, wysokość punktu niedostępnego, obliczenia (współrzędnych, powierzchni, przecięć)		stanowiska (znane, wcięcie, nawiązanie wysokościowe), tyczenia, domiary, pomiary mimośrodowe, czołówki, wysokość punktu niedostępnego, obliczenia (współrzędnych, powierzchni, przecięć)	zakładanie stanowiska (znane, wcięcie, nawiązanie wysokościowe), tyczenia, domiary, pomiary: mimośrodowe, czołówek, wysokości punktu niedostępnego; obliczenia (współrzędnych, powierzchni, przecięć)	Spectra Geospatial Survey Pro: wszystkie funkcje obliczeniowe, obsługa aktywnych DXF i rastrów, moduł drogowy, moduł NMT
Formaty wymiany danych	ASCII, ASCII użytkownika, DXF, FBK/RW5/RAW, XML, XSL, Shape	ASCII, ASCII użytk., DXF, FBK/RW5/RAW, XML, XSL, SHP	ASCII		ASCII	ASCII	LandXML, JobXML, TXT, CSV, DXF, SHP, RAW i inne
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion		Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion
Ciągły pomiar kątów [h]	brak danych	brak danych	22 (1 bateria)		22 (1 bateria)	22 (1 bateria)	15 (2 baterie)
Pomiar kątów i odległości [h]	do 8 (1 bateria)	do 9 (1 bateria) z możliwością ładow. podczas pracy	14 (1 bateria)		14 (1 bateria)	11 (1 bateria)	13 (2 baterie)
INNE							
Praca na obrazie z kamery	opcja	tak	nie		nie	nie	nie
Diody do tyczenia	opcja	opcja	nie		nie	nie	tak
Pionownik laserowy	tak oraz moduł AutoHeight do pomiaru wysokości instrumentu	tak oraz moduł AutoHeight do pomiaru wysokości instrumentu	nie		nie	nie	opcja
Waga instrumentu z baterią [kg]	5,1–5,8	7,7	5,0		5,0	5,0	4,4
Norma pyło- i wodoszczelności	IP55	IP65	IP55		IP55	IP55	IP66
Temperatura pracy [°C]	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50		-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50
Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem)	2 baterie, ładowarka	2 baterie, ładowarka	bateria, ładowarka, kabel USB-C, pokrowiec, osłona obiektywu, szelki		bateria, ładowarka, kabel USB-C, pokrowiec, osłona obiektywu, szelki	2 baterie, ładowarka, kabel do transmisji, pokrowiec, pasek na ramię	2 baterie, ładowarka, kabel do transmisji, pokrowiec, pasek na ramię
Gwarancja [miesiące]	12 (opcja: 36)	24 (opcja: 48)	od 24		od 24	brak danych	od 24
Cena netto zestawu standardowego [zł]	od 57 000	od 195 000	od 13 900		od 16 900	brak danych	od 24 900
Informacje dodatkowe	kamera szerokokątna (opcja); DynamicLock – dynamiczne blokowanie na przyrządzie w ruchu (opcja); LOC8 – system antykradzieżowy (opcja); kompatybilny z Leica SmartPole, rozbudowa do SmartStation	kamera szerokokątna, telekamera, autofocus, DynamicLock; LOC8 (opcja); kompatybilny z SmartPole, rozbudowa do SmartStation	NFC, możliwość transmisji danych przez aplikację na smartfony i tablety		NFC, możliwość transmisji danych przez aplikację na smartfony i tablety	-	autofokus – automatyczne ogniskowanie, wymiana baterii bez przerywania pracy, dwustronny ekran z klawiaturą
Dystrybutor	Leica Geosystems	Leica Geosystems	NaviGate		NaviGate	Impexgeo	NaviGate

TACHIMETRY								
MARKA	Nikon	Nikon	Ruide		Ruide	Ruide	Ruide	Sanding
MODEL	XF HP	XS	RCS Ultra Plumb (wersja 2021)		RiS One	RNS (Android)	RQS	Arc 5 Pro
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2019	2017	2021		2021	2022	2021	2021
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna	absolutna	absolutna		absolutna	absolutna	absolutna	absolutna
Dokładność	1", 2", 3" lub 5"	1", 2", 3" lub 5"	2"		2"	2"	2"	2"
Najmniejsza wyświetlana jednostka	0,01"	0,5"	1"		1"	1"	1"	0,1"
Kompensator; dokładność; zakres	dwuosiowy; brak danych; 3´	dwuosiowy; brak danych; 3´	dwuosiowy; 1"; 4´		dwuosiowy; 1"; 4´	dwuosiowy; 1"; 4´	dwuosiowy; 1"; 4´	dwuosiowy; 1"; 3´
Luneta – powiększenie; średnica [mm]	30x (opcja: 19x lub 38x); 40	30x (opcja: 19x lub 38x); 45	30x; 45		30x; 45	30x; 45	30x; 45	30x; 45
Minimalna ogniskowa [m]	1,5	1,5	1,5		1,0	1,2	1,5	1,0
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	fazowa	impulsowa	fazowa		fazowa	fazowa	fazowa	fazowa
Dokładność [mm + ppm]								
●z lustrem	1 + 1,5	2 + 2	2 + 2		2 + 2	2 + 2	2 + 2	2 + 2
●z tarczką celowniczą	1 + 1,5	2 + 2	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	2 + 2
●bez lustra	2 + 2	3 + 2	3 + 2		3 + 2	3 + 2	3 + 2	3 + 2 (<500 m), 5 + 3 (500-1000 m)
Zasięg [m]								
●z jednym lustrem	3000	5000	5000		4000	5000	5000	5000
●z trzema lustrami	3000	5000	5000		5000	5000	5000	brak danych
●z tarczką celowniczą	270	300	500		900	500	500	1000
●bez lustra	500	800	1000		1000	1500	1000	1000
Czas [s]								
●w trybie dokładnym (inicjalny)	1,6	1,4	0,3		0,3	0,3	0,3	0,6
●w trybie trackingu	brak danych	0,3	0,2		0,1	0,2	0,2	0,4
Tryb skanowania (prędkość)	brak	brak	brak		brak	brak	brak	brak
SERWOMOTORY								
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	nie	nie	nie		nie	nie	nie	nie
Jednoosobowa stacja robocza	nie	nie	nie		nie	nie	nie	nie
Szybkość [st./s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA								
Jednostronna/dwustronna	dwustronna	dwustronna	dwustronna		dwustronna	dwustronna	dwustronna	dwustronna
Rozmiar	640 x 480 px	128 x 64 px	640 x 320 px (LCD)		3,7 cala (z podświetleniem)	720 x 1280 px (TFT LCD)	160 x 90 px (monochromatyczny z podświetleniem)	240 x 160 px, 66 x 42 mm
Kolorowy; dotykowy	tak; tak	nie; nie	tak; tak		tak; tak	tak; tak	tak; tak	nie; nie
Liczba klawiszy	14 + 14	25 + 25	27		31	17	27	28
REJESTRACJA DANYCH								
Pojemność pamięci wewnętrznej	4 GB	50 000 pkt	>10 000 pkt lub >20 000 wsp.		160 000 pkt	ROM 32 GB, RAM 3 GB	>10 000 pkt lub >20 000 wsp.	4 MB
Typ pamięci zewnętrznej	pendrive	pendrive	pendrive		SD, pendrive	pendrive	pendrive	nie dotyczy
Wymiana danych	RS-232C, 2 x USB (host + klient), Bluetooth dalekiego zasięgu	RS-232C, USB (host), Bluetooth	USB 2.0, Bluetooth		USB 2.0, Bluetooth	USB typ C, Bluetooth, modem 4G, wi-fi, wymiana danych przez chmurę, mail, przeglądarka itd.	USB 2.0, Bluetooth	USB-A (pendrive), Bluetooth
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE								
System operacyjny	Windows Embedded Compact 7	Nikon	Ruide		Ruide	Ruide	Ruide	DOS
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	Spectra Geospatial Survey Pro: wszystkie funkcje obliczeniowe, obsługa aktywnych DXF i rastrów, moduł drogowy, moduł NMT	stanowiska (znane, wcięcie, nawiązanie wysokościowe), tyczenia, pomiary, pomiary mimośrodowe, czółówki, wysokość punktu niedostępnego, obliczenia (współrzędnych, powierzchni, przecięć)	brak danych		automatyczne obliczanie odległości skośnej, poziomej i wysokości, wcięcia, obliczanie powierzchni i objętości, tyczenie punktów i linii, projektowanie tras, nawiązania, liczenie pkt niedostępnych, COGO i inne, wbudowana kamera 0,8 Mpx umożliwia przypisywanie zdjęć do punktów	automatyczny pomiar wysokości instrumentu, obliczanie odległości skośnej, poziomej i wysokości, wcięcia, obliczanie powierzchni, tyczenie punktów i linii, projektowanie tras, nawiązania, liczenie pkt niedostępnych, COGO i inne, praca z aktywnymi podkładami DXF/DWG	obliczanie odległości skośnej, poziomej i wysokości, wcięcie, obliczanie powierzchni, tyczenie punktów i linii, projektowanie tras, nawiązania, liczenie pkt niedostępnych, COGO i inne	tyczenie, pomiar punktu na linii, przekrój poprzeczny, pomiar niedostępnej wysokości, pomiar powierzchni, pomiar czółówek, 4 rodzaje pomiarów mimośradowych, wcięcie wstecz, resekcja, moduł drogowy
Formaty wymiany danych	LandXML, JobXML, TXT, CSV, DXF, SHP, RAW i inne	ASCII	TXT, Ruide, SDR, WinKalk, C-Geo		TXT, Ruide, SDR, WinKalk, C-Geo	TXT, Ruide, SDR, WinKalk, C-Geo	TXT, Ruide, SDR, WinKalk, C-Geo	GSI, DXF (tylko eksport)
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	2 Li-Ion	2 Li-Ion	2 Li-Ion (3000 mAh)		2 Li-Ion (3000 mAh)	2 Li-Ion (3100 mAh)	2 Li-Ion (3000 mAh)	2 Li-Ion (3100 mAh)
Ciągły pomiar kątów [h]	19 (2 baterie)	30 (2 baterie)	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	2 x 6
Pomiar kątów i odległości [h]	18 (2 baterie)	27 (2 baterie)	12 (2 baterie)		12 (2 baterie)	8 (2 baterie)	16 (2 baterie)	2 x 5
INNE								
Praca na obrazie z kamery	nie	nie	nie		tak	nie	nie	nie
Diody do tyczenia	tak	nie	tak		tak	tak	tak	nie
Pionownik laserowy	nie	opcja	tak, z funkcją Ultr Plumb (automat. pomiar wys.)		tak, z funkcją Ultr Plumb (automat. pomiar wys.)	tak	tak	tak
Waga instrumentu z baterią [kg]	4,5	4,4	5,4		5,4	5,7	5,4	6,0
Norma pyło- i wodoszczelności	IP66	IP66	IP65		IP66	IP55	IP65	IP65
Temperatura pracy [°C]	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50		-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50
Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem)	2 baterie, ładowarka, pokrowiec, kabel USB, osłona obiektywu, szelki	2 baterie, ładowarka, pokrowiec, kabel USB, osłona obiektywu, szelki	2 baterie, ładowarka, zestaw narzędzi do rektyfikacji, tarczka celownicza, wodoszczelny pokrowiec		2 bat., ładowarka, okablowanie, zestaw narzędzi do rektyfikacji, karta SD, tarczka celownicza, pokrowiec	2 baterie, ładowarka, zestaw narzędzi do rektyfikacji, tarczka celownicza, wodoszczelny pokrowiec	2 baterie, ładowarka, zestaw narzędzi do rektyfikacji, tarczka celownicza, wodoszczelny pokrowiec	2 baterie, pendrive, ładowarka, zestaw narzędzi rektyfikacyjnych, pion sznurkowy
Gwarancja [miesiące]	od 24	od 24	12		12	12	12	24
Cena netto zestawu standardowego [zł]	od 23 900	od 22 900	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
Informacje dodatkowe	wymiana baterii bez przerywania pracy, dwustronny ekran z klawiaturą	autofokus – automatyczne ogniskowanie, wymiana baterii bez przerywania pracy, dwustronny ekran z klawiaturą	-		dodatkowy przycisk do szybkiego pomiaru Q-MEAS, ATMOSense – automatyczny pomiar temperatury i ciśnienia uwzględniany do poprawki ppm	system Android 6.0, procesor 8-rdzeniowy, ekran dotykowy jak w smartfonie, fizyczne przyciski, dostęp do internetu z poziomu tachimetru	dodatkowy przycisk do szybkiego pomiaru Q-MEAS, ATMOSense – automatyczny pomiar temperatury i ciśnienia uwzględniany do poprawki ppm	zegar, kalendarz, libella elektroniczna
Dystrybutor	NaviGate	NaviGate	Art-Geo		Art-Geo	Art-Geo	Art-Geo	Geoprzyzmat

TACHIMETRY

MARKA	SatLab	SatLab	SatLab	South	South	South	South
MODEL	SLT	SLT-10	TTS 2	A1 1"/2" (nowa generacja)	N1	N3 (nowa generacja)	N4/N40/N41
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2019	2022/2023	2021	2022	2021	brak danych	2017
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna	absolutna	absolutna	absolutna	absolutna ciągła	absolutna	absolutna
Dokładność	2"	2"	2"	1" lub 2"	2"	2"	2"/2"/1"
Najmniejsza wyświetlana jednostka	1"	1"	1"	0,1"/0,1" lub 1"	0,1"	1"	0,1" lub 1" (opcja)
Kompensator; dokładność; zakres	brak danych; 3"; brak danych	dwuosiowy; 1"; 3´	brak danych; 3"; brak danych	dwuosiowy; 1"; 3´	dwuosiowy; 1"; 4´	dwuosiowy; 1"; 6´	dwuosiowy; 1"; 6´
Luqueta – powiększenie; średnica [mm]	30x; brak danych	30x; brak danych	30x; brak danych	30x; 45 (DTM: 47)	30x; 45 (EDM: 50)	30x; 45 (EDM: 47)	30x; 45 (DTM: 47)
Minimalna ogniskowa [m]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2	1,5	1,5
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	fazowa	fazowa	fazowa	fazowa	fazowa	fazowa	fazowa
Dokładność [mm + ppm]							
●z lustrem	2 + 1,5	2 + 2	2 + 1,5	1 + 1 lub 2 + 2	2 + 2	2 + 2	2 + 2/2+2/1+1
●z tarczką celowniczą	2 + 1,5	2 + 2	2 + 1,5	brak danych	brak danych	3 + 2	3 + 2
●bez lustra	2 + 2	3 + 2	2 + 2	3 + 2 (0-300 m), 5 + 2(300-600 m), 10 + 2(>600 m)	3 + 2	3 + 2	3 + 2/3 + 2/2 + 2
Zasięg [m]							
●z jednym lustrem	5000	5000	3000	5000	5000	5000	4000/4000/3500
●z trzema lustrami	7500	6000	5000	brak danych	brak danych	7000	5000
●z tarczką celowniczą	800	1000	800	1000	brak danych	brak danych	1200
●bez lustra	800	1000	600	1000	800 lub 1500 (opcja: 2000)	1000	600/1000/1000
Czas [s]							
●w trybie dokładnym (inicjalny)	1,0 (tryb Quick: 0,8)	0,5	1,0 (tryb Quick: 0,8)	<1,2	0,3	1,3	<1,3
●w trybie trackingu	0,5	0,3	0,5	0,2	0,1	0,2	<0,4
Tryb skanowania (prędkość)	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak
SERWOMOTORY							
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	nie	nie	nie	nie	nie	nie	nie
Jednoosobowa stacja robocza	nie	nie	nie	nie	nie	nie	nie
Szybkość [st./s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA							
Jednostronna/dwustronna	dwustronna	dwustronna podświetlana	dwustronna	dwustronna	dwustronna	dwustronna	dwustronna
Rozmiar	320 x 240 px	320 x 240 px	320 x 240 px	5 cali (LCD)	5 cali, 720 x 1280 px (TFT LCD)	3 cale, 240 x 400 px	3,5 cala, 320 x 240 px (LCD)
Kolorowy; dotykowy	tak; nie	tak; nie	tak; nie	tak; tak	tak; tak	tak; tak	tak; tak
Liczba klawiszy	27	29	27	3	17	30	30
REJESTRACJA DANYCH							
Pojemność pamięci wewnętrznej	brak danych	80 000 pkt	brak danych	ROM 32 GB; RAM 3 GB	RAM 3 GB; ROM 32 GB	16 000 pkt	98 MB (833 000 pkt)
Typ pamięci zewnętrznej	pendrive	USB Flash Drive	SD	flash disk	TF	USB flash disk	SD, USB flash disk
Wymiana danych	USB, Bluetooth	USB, RS-232, Bluetooth	USB, RS-232	RS-232C, USB, Bluetooth, flash disk, wi-fi, 4G	seryjny (6-pin), USB typ C (OTG), karta TF, 4G LTE, Bluetooth 4.0, wi-fi	USB flash disk, Bluetooth	RS-232C, USB, USB mini-B, Bluetooth, karta SD
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE							
System operacyjny	Linux	Linux	Linux	Android 9.0	Android 6.0 O.S	South	South
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	tachimetria, tyczenie punktów i linii, pomiar czołówek, pomiar mimosładowy (kątowy i liniowy), pomiar wysokości niedostępnego celu, pomiar powierzchni, wcięcia, rzutowanie, moduł drogowy	tachimetria, tyczenie punktów i linii, pomiar czołówek, pomiar mimosładowy (kątowy i liniowy), pomiar wysokości niedostępnego celu, pomiar powierzchni, wcięcia, rzutowanie, moduł drogowy	tachimetria, tyczenie punktów i linii, pomiar czołówek, pomiar mimosładowy (kątowy i liniowy), pomiar wysokości niedostępnego celu, pomiar powierzchni, wcięcia, rzutowanie, moduł drogowy	tachimetria, wysokość punktu niedostępnego, współrzędne, czołówki, oś kolumny, domiary (kątowy, liniowy, powierzchniowy), tyczenie punktu, pole powierzchni, moduł drogowy, tunele	tachimetria, tyczenie linii, pomiary i kody, tyczenie punktów, linie odniesienia, domiary, obliczanie powierzchni i objętości, pełne COGO	tachimetria, wysokość punktu niedostępnego, czołówki, wcięcia wstecz, oś kolumny, domiary (liniowy, kątowny), tyczenie punktów, pole powierzchni, przebiecie płaszczyzny, trasy, rzutowanie na linię	tachimetria, wys. punktu niedostępnego, pomiar czołówek, wcięcia wstecz, oś kolumny, domiar liniowy, tyczenie pkt., obliczenie powierzchni, domiar kątowny, przebiecie płaszc., taśma miernicza
Formaty wymiany danych	ASCII, WinKalk, C-Geo	ASCII, WinKalk, C-Geo	ASCII, WinKalk, C-Geo	ASCII, WinKalk, C-Geo	brak danych	ASCII, WinKalk, C-Geo	ASCII, WinKalk, C-Geo
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	2 Li-Ion (7,4 V, 3000 mAh)	2 Li-Ion (7,4 V, 3000 mAh)	2 Li-Ion (7,4 V, 3000 mAh)	2 Li-Ion (7,4 V, 3000 mAh)	Li-Ion	2 Li-Ion	2 Li-Ion
Ciągły pomiar kątów [h]	2 x 18	2 x 18	2 x 18	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
Pomiar kątów i odległości [h]	2 x 18	2 x 18	2 x 18	8 (1 bateria)	8 (1 bateria)	8 (1 bateria)	8 (1 bateria)
INNE							
Praca na obrazie z kamery	nie	nie	nie	nie	nie	nie	ułatwia naprowadzanie na cel i nagrywanie
Diody do tyczenia	nie	nie	nie	tak	nie	tak	opcja
Pionownik laserowy	tak	tak	tak	tak (opcja: optyczny)	tak	tak (opcja: optyczny)	tak (opcja: optyczny)
Waga instrumentu z baterią [kg]	5,5	5,5	5,5	6,0	5,7	6,0	6,0
Norma pyło- i wodoszczelności	IP65	IP65	IP65	IP55	IP55	IP54	IP54
Temperatura pracy [°C]	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50
Wypożalenie standardowe (poza pudełkiem)	2 baterie, ładowarka, kabel RS-232/USB, narzędzia rektyfikacyjne, pokrowiec przeciwdeszczowy	2 bat., ładow., kabel RS-232/USB, narzędzia rektyfikacyjne, pokrowiec przeciwdeszcz., trzy różne interfejsy programu do wyboru (style Leica, Sokia lub Topcon)		2 baterie, ładowarka, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, tarczki	brak danych	2 baterie, ładowarka, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, pion sznurkowy, tarczki	2 baterie, ładowarka, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, pion sznurkowy, tarczki, karta SD
Gwarancja [miesiące]	24	24	24	24	24	24	24
Cena netto zestawu standardowego [zł]	11 500	13 500	9500	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
Informacje dodatkowe	europejski serwis w Polsce, wsparcie techniczne 7 dni w tygodniu w godzinach 8-21	europejski serwis w Polsce, wsparcie techniczne 7 dni w tygodniu w godzinach 8-21	europejski serwis w Polsce, wsparcie techniczne 7 dni w tygodniu w godzinach 8-21	5-calowy ekran, Android 5.1, udoskonalony algorytm, transfer danych na wiele sposobów, prowadzenie podczas tyczenia, tworzenie wykresów, wi-fi hotspot	nowoczesny podwójny laser EDM – silniejszy sygnał zwrotny, podświetlany krzyż nitek, ultraszybki pomiar, microSIM, 8-rdzeniowy procesor, mikrofon i głośnik procesor MT6753	hot-button, podświetlany krzyż nitek, jasna optyka, ultraszybki pomiar, czujnik ciśnienia i temp., opcja: współpraca z rozwiązaniami GNSS marki South, diody do tyczenia, pomiar wys. za pomocą pionu laser.	dotykowy ekran HD, hot-button, ultraszybki pomiar; opcje: kamera, współpraca z rozwiązaniami GNSS marki South do naprowadzania na cel i nagrywania
Dystrybutor	SatLab Polska i lokalni przedstawiciele, GPS GLOBAL SOLUTIONS, GEOBUD, Tinservis	SatLab Polska i lokalni przedstawiciele, GPS GLOBAL SOLUTIONS, GEOBUD, Tinservis	SatLab Polska i lokalni przedstawiciele, GPS GLOBAL SOLUTIONS, GEOBUD, Tinservis	Geomatix	Geomatix	Geomatix	Geomatix

TACHIMETRY								
								
MARKA	South	South	South		South	South	South	South
MODEL	N6 2''/5''	N6+	N7/N70		N8/N80	N9	Navi Station	NS10
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2016	2021	2016		2017	2017	2021	brak danych
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna	absolutna	absolutna		absolutna	absolutna	absolutna, ciągła, diametryczna	absolutna, kodujący dysk
Dokładność	2''/5''	2''/5''	2''		2''	1''	2''	1''
Najmniejsza wyświetlana jednostka	1'' lub 5''	1'' lub 5''	0,1'' lub 1'' (opcja)		0,1'' lub 1''	0,1'' lub 1''	0,1''	0,1''
Kompensator; dokładność; zakres	dwuosiowy; 1''; 4'	dwuosiowy; 1''; 4'	dwuosiowy; 1''; 4'		dwuosiowy; 1''; 4'	dwuosiowy; 1''; 4'	dwuosiowy; 1''; 4'	dwuosiowy; 1''; 3'
Luqueta – powiększenie; średnica [mm]	30x; 45 (EDM: 50)	30x; 45 (EDM: 50)	30x; 48 (EDM: 50)		30x; 48	30x; 48 (EDM: 50)	30x; 45 (EDM: 50)	30x; 45 (DTM: 47)
Minimalna ogniskowa [m]	1,4	1,4	1,4		1,4	1,4	1,2	1,5
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	fazowa	fazowa	fazowa		fazowa	fazowa	fazowa	fazowa
Dokładność [mm + ppm]								
● z lustrem	2 + 2	2 + 2	2 + 2		2 + 2	1 + 1	2 + 2	1 + 1
● z tarczką celowniczą	3 + 2	brak danych	3 + 2		3 + 2	3 + 2	brak danych	brak danych
● bez lustra	3 + 2	3 + 2	3 + 2		3 + 2	3 + 2	3 + 2	3 + 3 (0-300 m), 5 + 2 (300-600 m), 10 + 2 (>600 m)
Zasięg [m]								
● z jednym lustrem	5000	5000	5000		5000	3500	5000	brak danych
● z trzema lustrami	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	6000
● z tarczką celowniczą	600	brak danych	1500/2000		600/1000	1000	brak danych	brak danych
● bez lustra	600	R10: 1000; R15: 1500	1500/2000		600/1000	1000	2000	1000
Czas [s]								
● w trybie dokładnym (inicjalny)	<0,3	<0,3	<0,3		<0,3	<0,3	0,3	<0,7
● w trybie trackingu	<0,1	<0,1	<0,1		0,1	<0,1	0,1	<0,3
Tryb skanowania (prędkość)	brak	brak	brak		brak	brak	brak	brak danych
SERWOMOTORY								
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	nie	nie	nie		nie	nie	nie	tak
Jednoosobowa stacja robocza	nie	nie	nie		nie	nie	nie	tak
Szybkość [st./s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	180
WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA								
Jednostronna/dwustronna	dwustronna	dwustronna	dwustronna		dwustronna	dwustronna	dwustronna	dwustronna
Rozmiar	192 x 96 px (LCD)	192 x 96 px (LCD)	3,5 cala, 640 x 480 px		2,7 cala, 320 x 240 px	3,5 cala	5 cala, 720 x 1280 px (TFT LCD)	6 cala, LCD
Kolorowy; dotykowy	nie; nie	nie; nie	tak; tak		tak; nie	tak; tak	tak; tak	tak; tak
Liczba klawiszy	24	24	28		28	28	brak danych	brak danych
REJESTRACJA DANYCH								
Pojemność pamięci wewnętrznej	50 000 pkt	brak danych	128 MB		4 MB	128 MB	RAM 3 GB; ROM 32 GB	RAM: 3 GB, ROM: 32 GB
Typ pamięci zewnętrznej	SD	USB	SD		SD	SD	TF	microUSB
Wymiana danych	RS-232, miniUSB, karta SD	RS-232, miniUSB, karta SD, Bluetooth	RS-232, miniUSB, USB OTG, karta SD, Bluetooth, wi-fi		RS-232, miniUSB, Bluetooth, karta SD	RS-232, miniUSB, USB OTG, karta SD, Bluetooth, wi-fi	szeregowy (6-pin), USB typ C, TF, 4G LTE, Bluetooth 4.0, wi-fi	4G/3G/2G, Bluetooth, WLAN, hotspot, microUSB, RS-232
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE								
System operacyjny	South	South	Windows CE 6.0		South	Windows CE 6.0	Android 6.0	Android 9.0
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	tachimetria, wysokość punktu niedostępnego, czółówki, wcięcie wstecz, oś kolumny, domiary (liniowy, kątowny), tyczenie punktu, pole powierzchni, przebiecie płaszczyzny, trasy, rzutowanie na linię	tachimetria, wysokość punktu niedostępnego, czółówki, wcięcie wstecz, oś kolumny, domiary (liniowy, kątowny), tyczenie punktu, pole powierzchni, przebiecie płaszczyzny, trasy, rzutowanie na linię	obsługa DXF, DGN i DWG, tyczenie graficzne, tyczenie serii pkt, domiary, wcięcia, pomiar pkt niedostępnych, rzutowania na linię, tyczenie linii, obliczenia punktów na linii, pełne COGO, moduł drogowy, moduł DTM		tachimetria, wysokość punktu niedostępnego, czółówki, wcięcie wstecz, oś kolumny, domiary (liniowy, kątowny), tyczenie pkt, pole powierzchni, przebiecie płaszczyzny, trasy, rzutowanie na linię	obsługa DXF, DGN i DWG, tyczenie graficzne, tyczenie serii pkt, domiary, wcięcia, pomiar pkt niedostępnych, rzutowania na linię, tyczenie linii, obliczanie pkt na linii, pełne COGO, moduł drogowy, moduł DTM	pomiary GNSS w połączeniu z tachimetrią, tyczenie linii, pomiary i kody, tyczenie punktów, linie odniesienia, domiary, obliczanie powierzchni i objętości, pełne COGO	brak danych
Formaty wymiany danych	ASCII, WinKalk, C-Geo	ASCII, WinKalk, C-Geo	ASCII, WinKalk, C-Geo		ASCII, WinKalk, C-Geo	ASCII, WinKalk, C-Geo	brak danych	brak danych
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	2 Li-Ion	2 Li-Ion	2 Li-Ion		2 Li-Ion	2 Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion
Ciągły pomiar kątów [h]	brak danych	8 (1 bateria)	brak danych		8 (1 bateria)	24 (1 bateria)	brak danych	brak danych
Pomiar kątów i odległości [h]	brak danych	8 (1 bateria)	24 (1 bateria)		8 (1 bateria)	24 (1 bateria)	od 8 do 10	6
INNE								
Praca na obrazie z kamery	nie	nie	nie		nie	nie	nie	brak danych
Diody do tyczenia	nie	nie	nie		nie	nie	nie	brak danych
Pionownik laserowy	tak (opcja: optyczny)	tak (opcja: optyczny)	tak (opcja: optyczny)		tak (opcja: optyczny)	tak	tak	tak
Waga instrumentu z baterią [kg]	5,2	5,2	6,2		5,2	6,2	5,7	9,5
Norma pyło- i wodoszczelności	IP55	IP55	IP66		brak danych	IP66	IP55	brak danych
Temperatura pracy [°C]	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50		-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50	brak danych
Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem)	2 baterie, ładowarka, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, pion sznurkowy, tarczki, karta SD	2 baterie, ładowarka, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, pion sznurkowy, tarczki, karta SD	2 baterie, ładowarka, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, pion sznurkowy, tarczki, karta SD		2 baterie, ładowarka, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, pion sznurkowy, tarczki, karta SD	2 baterie, ładowarka, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, pion sznurkowy, tarczki, karta SD	brak danych	brak danych
Gwarancja [miesiące]	24	24	24		24	24	24	24
Cena netto zestawu standardowego [zł]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
Informacje dodatkowe	podświetlany krzyż nitek, jasna optyka, ultraszybki pomiar, ActiveLaser oraz Long Range Laser; opcja: współpraca z rozwiązaniami GNSS marki South	nowoczesny, podwójny laser EDM – silniejszy sygnał zwrotny, podświetlany krzyż nitek, jasna optyka, ultraszybki pomiar, ActiveLaser oraz Long Range Laser; opcja: współpraca z rozwiązaniami GNSS marki South	ekran HD do pracy w słońcu, ultraszybki pomiar; opcja: wi-fi, współpraca z rozwiązaniami GNSS marki South, Field Genius		czujnik temperatury i ciśnienia, podświetlany krzyż nitek, jasna optyka, ultraszybki pomiar; opcja: współpraca z rozwiązaniami GNSS marki South	ekran HD do pracy w słońcu, ultraszybki pomiar; opcja: wi-fi, współpraca z rozwiązaniami GNSS marki South	odbiornik GNSS i tachimetr w jednym, odbiór 4 konstelacji satelitów, 574 kanały, podwójny laser EDM – silniejszy sygnał zwrotny, podświetlany krzyż nitek, ultraszybki pomiar, microSIM, mikrofon i głośnik	tachimetr robotyczny, umożliwia precyzyjne pomiary i wydajną pracę, zwiększenie mobilności i wszechstronności na miejscu budowy, automatyczne wyszukiwanie pryzmatu
Dystrybutor	Geomatix	Geomatix	Geomatix		Geomatix	Geomatix	Geomatix	Geomatix

TACHIMETRY

MARKA	South	South	South		Spectra Geospatial	Stonex	Stonex	Stonex
MODEL	NTS332R10	NTS332RU	NTS-591		FOCUS 50	R1 PLUS	R20	R25/R25LR
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	brak danych	brak danych	brak danych		2021	2014	2021	2018
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna, ciągła	absolutna, ciągła	absolutna, ciągła		absolutna	absolutna	absolutna	absolutna
Dokładność	2″	2″	1″		1″, 2″, 3″ lub 5″	2″	2″	2″
Najmniejsza wyświetlana jednostka	1″	1″	0,1″ lub 1″		0,1″	1″	1″	1″
Kompensator; dokładność; zakres	dwuosiowy; 1″; 6′	dwuosiowy; 1″; 6′	dwuosiowy; brak danych		dwuosiowy; 0,5″; 5,4′	dwuosiowy; 1″; 3′	dwuosiowy; 3″; 4′	dwuosiowy; 1″; 3′
Luneta – powiększenie; średnica [mm]	30x; 45 (EDM: 47)	30x; 45 (EDM: 47)	30x; brak danych		30x; 40	30x; 45	30x; 44	30x; 45
Minimalna ogniskowa [m]	1,5	1,5	1,5		1,5	1	1,7	1
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	fazowa	fazowa	fazowa		impulsowa	fazowa	fazowa	fazowa
Dokładność [mm + ppm]								
● z lustrem	2 + 2	2 + 2	1 + 1		1 + 2	2 + 2	2 + 2	2 + 2
● z tarczką celowniczą	3 + 2	3 + 2	brak danych		2 + 2	3 + 2	3 + 2	3 + 2
● bez lustra	3 + 2	3 + 2	3 + 2		2 + 2	3 + 2	3 + 2	3 + 2
Zasięg [m]								
● z jednym lustrem	5000	2000	3500		5500	5000	5000	5000
● z trzema lustrami	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
● z tarczką celowniczą	brak danych	brak danych	brak danych		2200	800	800	800
● bez lustra	1000	500	1000		2200	600	600	600/1000
Czas [s]								
● w trybie dokładnym (inicjalny)	1,2	1,2	0,3		1,2	1	0,8	1
● w trybie trackingu	0,2	0,2	0,1		0,4	0,4	0,3	0,4
Tryb skanowania (prędkość)	brak	brak	brak danych		brak	brak	brak	brak
SERWOMOTORY								
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	nie	nie	tak		tak	nie	nie	nie
Jednoosobowa stacja robocza	nie	nie	tak		tak	nie	nie	nie
Szybkość [st./s]	nie dotyczy	nie dotyczy	45		90	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA								
Jednostronna/dwustronna	dwustronna	dwustronna	dwustronna		jednostronna (opcja: dwustronna)	dwustronna	dwustronna	dwustronna
Rozmiar	2,7 cala, 160 x 96 px LCD	2,7 cala, 160 x 96 px LCD	5 cala, 720 x 1280 TFT		1,5 cala (opcja: 6 cali)	96 x 160 px	320 x 240 px	240 x 128 px
Kolorowy; dotykowy	tak; nie	tak; nie	tak; tak		tak; opcja	nie; nie	tak; nie	nie; nie
Liczba klawiszy	28	28	13		3 (opcja: 7)	28	24	29
REJESTRACJA DANYCH								
Pojemność pamięci wewnętrznej	16 000 pkt	80 000 rekordów	RAM: 4 GB, ROM: 64 GB		zależnie od kontrolera	do 120 000 pkt	do 80 000 pkt	4 GB
Typ pamięci zewnętrznej	USB	USB	TF		pendrive	SD	USB	SD
Wymiana danych	USB flash disk, opcja: Bluetooth	USB flash disk	Bluetooth, WLAN, USB-OTG, 5G		RS-232, USB, Bluetooth	RS-232C, miniUSB, Bluetooth, SD	RS-232C, USB, Bluetooth	RS-232C, miniUSB, Bluetooth, SD
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE								
System operacyjny	South	South	Android 11.0		zależnie od kontrolera	Stonex	Stonex	Stonex
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	pomiary, tyczenia, linie, odniesienia, trasy itd.	pomiary, tyczenia, linie, odniesienia, trasy itd.	tachimetria, zapis punktów, trasy		Spectra Geospatial Origin: wszystkie funkcje obliczeniowe, obsługa aktywnych DXF i rastrów, moduł drogowy	kombinowane wcięcie wstecz, linia (łuk) odn., czołówki, pow., mimośród celu, przeniesienie wys., wys. niedostępna, szybkie sprawdzanie czołówki, moduł drogowy	kombinowane wcięcie wstecz, linia odniesienia, czołówki, powierzchnia, mimośród celu, przeniesienie wysokości,	kombinowane wcięcie wstecz, linia (łuk) odniesienia, czołówki, powierzchnia, mimośród celu, przeniesienie wys., wys. niedostępna, szybkie sprawdzanie czołówki, moduł drogowy
Formaty wymiany danych	brak danych	brak danych	brak danych		LandXML, JobXML, TXT, DXF, SHP, CSV, RAW i inne	ASCII, Stonex SDM	TXT, ASCII, DXF, SHP	ASCII, Stonex SDM
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	Li-Ion	Li-Ion	brak danych		Li-Ion	Li-Ion (7,4 V, 3400 mAh)	Li-Ion (7,4 V, 2600 mAh)	Li-Ion (7,4 V, 3400 mAh)
Ciągły pomiar kątów [h]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	36	22	13
Pomiar kątów i odległości [h]	8 (1 bateria)	>25	brak danych		7,5	26	19,5	12
INNE								
Praca na obrazie z kamery	nie	nie	brak danych		nie	nie	nie	nie
Diody do tyczenia	nie	nie	brak danych		tak	tak	nie	nie
Pionownik laserowy	tak (opcja: optyczny)	tak (opcja: optyczny)	tak		nie	tak	tak	tak
Waga instrumentu z baterią [kg]	6,0	5,3	7,0		5,5	5,1	5,6	6
Norma pyło- i wodoszczelności	IP54	IP54	brak danych		IP65	IP66	IP54	IP55
Temperatura pracy [°C]	-20 do 50	-20 do 50	brak danych		-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50
Wypożyczenie standardowe (poza pudełkiem)	2 baterie, ładowarka, zatyczka na obiektyw, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, tarczki	3 baterie, ładowarka, zatyczka na obiektyw, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, tarczki	brak danych		2 baterie, ładowarka, pokrowiec, szelki, pryzmat 360°	2 baterie, ładowarka, kabel do transmisji, oprogramowanie	2 baterie, ładowarka, kabel USB, zestaw rektyfikacyjny, osłona przeciwdeszczowa	2 baterie, ładowarka, kabel miniUSB-PC, oprogramowanie, szelki
Gwarancja [miesiące]	24	24	24		od 24	24	24	24
Cena netto zestawu standardowego [zł]	brak danych	brak danych	brak danych		od 42 900	brak danych	brak danych	brak danych
Informacje dodatkowe	ergonomiczna klawiatura, wysoki komfort użytkowania podczas obsługi niezależnie od warunków atmosferycznych, przejrzysty interfejs	ergonomiczna klawiatura, wysoki komfort użytkowania podczas obsługi niezależnie od warunków atmosferycznych, przejrzysty interfejs, przycisk szybkiego pomiaru	tachimetr robotyczny, umożliwia precyzyjne pomiary i wydają pracę, zwiększenie mobilności i wszechstronności na miejscu budowy, automatyczne wyszukiwanie pryzmatu		3 wersje do wyboru: Autolock, SRR i LRR; technologie MagDrive i SurePoint	odporny na warunki atmosferyczne, bogate oprogramowanie	odporny na warunki atmosferyczne, bogate oprogramowanie	bogaty pakiet oprogramowania, komunikacja Bluetooth (opcja), nieskończone śruby ruchu leniwego
Dystrybutor	Geomatix	Geomatix	Geomatix		NaviGate	Stonex Polska, Czerski Trade Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis	Stonex Polska, Czerski Trade Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis	Stonex Polska, Czerski Trade Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis

TACHIMETRY							
MARKA	Stonex	Stonex	Stonex		Stonex	Stonex	Topcon
MODEL	R35/R35LR	R60	R80		R120	R180	DS-201i/DS-203i/DS-205i
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2018	2023	2020		2023	2023	2014
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna	absolutna	absolutna		absolutna	absolutna	absolutna
Dokładność	2″	1″/2″	1″		1″	0,5 lub 1″	1″/3″/5″
Najmniejsza wyświetlana jednostka	0,1″	1″	0,1″		0,1″	0,1″	0,5″/1″/1″
Kompensator; dokładność; zakres	dwuosiowy; 1″; 3´	brak danych	czterosiowy; 1″; 3´		brak danych	brak danych	dwuosiowy; 1″; 6´
Luneta – powiększenie; średnica [mm]	30x; 45	brak danych	30x; 45		brak danych	brak danych	30x; 45 (EDM: 48)
Minimalna ogniskowa [m]	1	brak danych	1,5		brak danych	brak danych	1,3
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	fazowa	fazowa	fazowa		fazowa	fazowa	fazowa
Dokładność [mm + ppm]							
● z lustrem	2 + 2	2 + 2	1 + 1		1 + 1,5	1 + 1	1,5 + 2
● z tarczką celowniczą	2 + 2	3 + 2	2 + 2		2 + 2	2 + 2	2 + 2
● bez lustra	2 + 2	3 + 2	3 + 2		2 + 2	2 + 2	3 + 2 (<200 m), 5 + 10 (200-350 m), 10 + 10 (>350 m)
Zasięg [m]							
● z jednym lustrem	5000	5000	5000		3500	6000	4000
● z trzema lustrami	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	10 000
● z tarczką celowniczą	800	1000	800		800	800	500
● bez lustra	600/1000	1000	1000		1000	1000	1000
Czas [s]							
● w trybie dokładnym (inicjalny)	1		0,8		0,5	0,7	0,9
● w trybie trackingu	0,4		0,4		0,1	0,3	0,4
Tryb skanowania (prędkość)	brak		brak		brak danych	brak danych	brak
SERWOMOTORY							
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	nie	nie	tak		tak	tak	tak
Jednoosobowa stacja robocza	nie	nie	tak		tak	tak	tak
Szybkość [st./s]	nie dotyczy	nie dotyczy	35		45	180	70
WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA							
Jednostronna/dwustronna	dwustronna	jednostronna	dwustronna		dwustronna	dwustronna	jedno- lub dwustronna
Rozmiar	320 x 240 px	720 x 1280 px	320 x 240 px		720 x 1280 px (5″)	720 x 1280 px (6 cali)	3,5 cala
Kolorowy; dotykowy	tak; tak	tak; tak	tak; tak		tak; tak	tak; tak	tak; tak
Liczba klawiszy	26	15	33		15	brak	25
REJESTRACJA DANYCH							
Pojemność pamięci wewnętrznej	4 GB	32 GB	4 GB		64 GB	32 GB	500 MB
Typ pamięci zewnętrznej	SD		USB, SD		USB, SD	USB, SD	pendrive
Wymiana danych	RS-232C, miniUSB, Bluetooth, USB	Bluetooth dal. zasięgu, SD, USB, USB-C, wi-fi	RS-232C, miniUSB, Bluetooth dal. zasięgu, SD, USB		RS-232C, Bluetooth dal. zasięgu, SD, USB	RS232C, Bluetooth dal. zasięgu, USB	RS-232, USB, Bluetooth
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE							
System operacyjny	Windows CE	Android	Windows CE		Android	Android	Windows CE 6.0
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	kombinowane wcięcie wstecz, linia odniesienia, czołówki, powierzchnia, mimośród celu, przeniesienie wysokości, pomiar ciągu, moduł drogowy 3D, NMT (DXF)	kombinowane wcięcie wstecz, linia odniesienia, czołówki, powierzchnia, mimośród celu, przeniesienie wysokości, NMT, DXF, WMS, moduł drogowy, import/eksport z chmury, import/eksport e-mail, praca na podkładach rastrowych, edycja i praca na DXF, import orto z UAV, transformacje układów, transformacja rastrów, integracja z GPS, predefiniowane układy wsp.	kombinowane wcięcie wstecz, linia odniesienia, czołówki, powierzchnia, mimośród celu, przeniesienie wysokości, NMT, DXF, WMS		kombinowane wcięcie wstecz, linia odniesienia, czołówki, powierzchnia, mimośród celu, przeniesienie wysokości, NMT, DXF, WMS, moduł drogowy, import/eksport z chmury, eksport/import e-mail, praca na podkładach rastrowych, edycja i praca na DXF, import orto z UAV, transformacje układów, transformacja rastrów, integracja z GPS, predefiniowane układy wsp.	kombinowane wcięcie wstecz, linia odniesienia, czołówki, powierzchnia, mimośród celu, przeniesienie wysokości, NMT, DXF, WMS, moduł drogowy, import/eksport z chmury, eksport/import e-mail, praca na podkładach rastrowych, edycja i praca na DXF, import orto z UAV, transformacje układów, transformacja rastrów, integracja z GPS, predefiniowane układy wsp.	tachimetria, tyczenie, wcięcia, powierzchnia, czołówki, pomiar niedostępnej wysokości, rzut na linię bazową, tyczenie z linii bazowej, domiary, import/eksport DXF, DTM, SHF, szkic na mapie
Formaty wymiany danych	TXT, ASCII, DXF, DWG, LandXML, SHP	TXT, ASCII, DXF, SHP, RWS, LandXML	TXT, ASCII, DXF, SHP		TXT, ASCII, DXF, SHP, RWS, LandXML	TXT, ASCII, DXF, SHP, RWS, LandXML	TXT, DXF, DWG, SHP, WinKalk, C-Geo, GeoMap
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	Li-Ion (7,4 V, 3400 mAh)	Li-Ion (5200 mAh)	Li-Ion (7,4 V, 5800 mAh)		Li-Ion (5400 mAh)	Li-Ion (6400 mAh)	Li-Ion
Ciągły pomiar kątów [h]	9	brak danych	8		brak danych	brak danych	brak danych
Pomiar kątów i odległości [h]	8	8	5		6	6	14
INNE							
Praca na obrazie z kamery	nie	brak danych	nie		nie	tak	nie
Diody do tyczenia	tak	brak danych	tak		tak	tak	nie
Pionownik laserowy	tak	tak	tak		tak	tak	opcja
Waga instrumentu z baterią [kg]	6,1	6,5	7,9		7,5	9,3	7,0
Norma pyło- i wodoszczelności	IP55	IP55	IP55		IP55	IP54	IP65
Temperatura pracy [°C]	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50		-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50
Wypożazenie standardowe (poza pudełkiem)	2 baterie, ładowarka, kabel USB, zestaw rektyfikacyjny, CD, osłona przeciwdeszczowa, 2 rysiki	2 baterie, ładowarka, kabel USB, zestaw rektyfikacyjny	2 bat., ładow., kabel USB, zestaw rektyf., osł. przeciwdeszcz., rysiki, tyczka, kontrol. z uchwyt., lustro 360°		2 bat., ładow., kabel USB, zestaw rektyf., osł. przeciwdeszcz., rysiki, tyczka, kontrol. z uchwyt., lustro 360°	1 bat., ładow., kabel USB, zestaw rektyf., osł. przeciwdeszcz., rysiki, tyczka, kontrol. z uchwyt., lustro 360°	2 baterie, ładowarka, okablowanie, oprogramowanie
Gwarancja [miesiące]	24	brak danych	24		24	24	do 36
Cena netto zestawu standardowego [zł]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych
Informacje dodatkowe	bogaty pakiet oprogramowania, komunikacja Bluetooth (opcja), nieskończone śruby ruchu leniwego	-	obsługa SDK		obsługa SDK	obsługa SDK	kamera 5 Mpx, automat. docelowywanie (Xpointing), Long Link, boczny przycisk do pomiaru, praca jednoos.
Dystrybutor	Stonex Polska, Czerski Trade Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis	Stonex Polska, Czerski Trade Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis	Stonex Polska, Czerski Trade Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis		Stonex Polska, Czerski Trade Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis	Stonex Polska, Czerski Trade Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis	TPI

TACHIMETRY

MARKA	Topcon	Topcon	Topcon		Topcon	Topcon	Trimble	Trimble
MODEL	GM-102/GM-103/GM-105	GT-602/GT-603/GT-605	GT-1201/GT-1202/GT-1203		MS05A II/MS1A II	OS-201/OS-203/OS-205	C3	C5
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2017	2021	2021		2014	2021	2017	2022
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna	absolutna	absolutna		absolutna	absolutna	absolutna	absolutna
Dokładność	2″, 3″ lub 5″	2″/3″/5″	1″/2″/3″		0,5″/1″	1″/3″/5″	1″, 2″, 3″ lub 5″	1″, 2″, 3″ lub 5″
Najmniejsza wyświetlana jednostka	1″ lub 5″	0,5″/1″/1″	0,5″/1″/1″		0,1″ lub 0,5″	0,5″/1″/1″	0,1″	0,1″
Kompensator; dokładność; zakres	dwuosiowy; 1″; 6′	dwuosiowy; 1″; 6′	dwuosiowy; 1″; 6′		dwuosiowy; 0,5″; 4′	dwuosiowy; 1″; 6′	dwuosiowy; brak danych; 3′	dwuosiowy; brak danych; 3′
Luneta – powiększenie; średnica [mm]	30x; 45 (EDM: 48)	30x; 38 (EDM: 38)	30x; 38 (EDM: 38)		30x; 45 (EDM: 48)	30x; 45 (EDM: 48)	30x (opcja: 19x lub 38x); 45	30x (opcja: 19x lub 38x); 45
Minimalna ogniskowa [m]	1,3	1,3	1,3		1,3	1,3	1,5	1,5
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	fazowa	fazowa	fazowa		fazowa	fazowa	impulsowa	impulsowa
Dokładność [mm + ppm]								
●z lustrem	1,5 + 2	2 + 2	1 + 2		0,8 + 1/1 + 1	1,5 + 2	2 + 2	2 + 2
●z tarczką celowniczą	2 + 2	2 + 2	2 + 2		0,5 + 1/1 + 1	2 + 2	3 + 2	3 + 2
●bez lustra	2 + 2 (<200 m), 5 + 10 (200–350 m), 10 + 10 (>350 m)	2 + 2 (<200 m), 5 + 10 (200–350 m), 10 + 10 (>350 m)	2 + 2 (<200 m), 5 + 10 (200–350 m), 10 + 10 (>350 m)		1 + 1/2 + 1	2 + 2 (<200 m), 5 + 10 (200–350 m), 10 + 10 (>350 m)	3 + 2	3 + 2
Zasięg [m]								
●z jednym lustrem	6000	4500	5000		3500	5000	5000	5000
●z trzema lustrami	7000	10 000	10 000		brak danych	6000	brak danych	brak danych
●z tarczką celowniczą	500	500	500		300	500	300	300
●bez lustra	1000	800	1000		200	1000	800	800
Czas [s]								
●w trybie dokładnym (inicjalny)	0,9	0,9	0,9		2,4	0,9	1,0	0,9
●w trybie trackingu	0,4	0,4	0,4		0,4	0,4	0,5	0,3
Tryb skanowania (prędkość)	brak	brak	brak		brak	brak	brak	brak
SERWOMOTORY								
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	nie	tak	tak		tak	nie	nie	nie
Jednoosobowa stacja robocza	nie	tak	tak		opcja	nie	nie	nie
Szybkość [st./s]	nie dotyczy	120	180		45	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA								
Jednostronna/dwustronna	dwustronna (opcja)	jednostronna	jednostronna		dwustronna (opcja)	dwustronna	dwustronna	dwustronna
Rozmiar	192 x 80 px	4,3 cala	4,3 cala		3,7 cala	3,5 cala	128 x 64 px	640 x 480 px
Kolorowy; dotykowy	nie; nie	tak; tak	tak; tak		tak; tak	tak; tak	nie; nie	tak; tak
Liczba klawiszy	28	24	24		33	29	21 + kierunkowe	10 + kierunkowe
REJESTRACJA DANYCH								
Pojemność pamięci wewnętrznej	50 000 pkt	1 GB	1 GB		64 MB	1 GB	50 000 pkt	4 GB pamięci flash
Typ pamięci zewnętrznej	pendrive	pendrive	pendrive		CF, pendrive	pendrive	nie dotyczy	kontroler, pendrive
Wymiana danych	RS-232, USB, Bluetooth, wi-fi	RS-232, USB, Bluetooth, GSM, wi-fi	RS-232, USB, Bluetooth, GSM, wi-fi		RS-232, USB, Bluetooth	RS-232, USB, Bluetooth	RS-232, USB (host), Bluetooth	RS-232, USB (host i klient), Bluetooth
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE								
System operacyjny	Topcon	Windows Embedded Compact 7	Windows Embedded Compact 7		Windows CE 6.0	Windows Embedded Compact 7	Nikon/Trimble	Windows Embedded Compact 7
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	tachimetria, tyczenie, wcięcia (analiza dokładności), powierzchnie, czołówki, pomiar niedostępnej wysokości, rzut na linię bazową, tyczenie z linii bazowej, poligon, przecięcia, tyczenie z łuku	tachimetria, tyczenie, wcięcia, powierzchnie, czołówki, pomiar niedostępnej wysokości, rzut na linię bazową, tyczenie z linii bazowej, domiary, import/eksport DXF, DTM, SHF, szkic na mapie	tachimetria, tyczenie, wcięcia, powierzchnie, czołówki, pomiar niedostępnej wysokości, rzut na linię bazową, tyczenie z linii bazowej, domiary, import/eksport DXF, DTM, SHF, szkic na mapie		tachimetria, tyczenie, wcięcia, powierzchnie, czołówki, pomiar niedostępnej wysokości, rzut na linię bazową, tyczenie z linii bazowej, program EXPERT oraz oprogramowanie przemysłowe 3-DIM Observer	tachimetria, tyczenie, wcięcia, powierzchnie, czołówki, pomiar niedostępnej wysokości, rzut na linię bazową, tyczenie z linii bazowej, domiary, import/eksport DXF, DTM, SHF, możliwość prowadzenia szkicu na mapie	wcięcie wstecz, tyczenie, znane stanowisko, wysokość stanowiska, tachimetria, pomiar mimośrodowy, obliczenia	oprogramowanie terenowe Trimble Access, moduł drogowy, możliwość tworzenia własnych aplikacji (SDK)
Formaty wymiany danych	Topcon, WinKalk, C-Geo, GeoMap	TXT, DXF, DWG, SHP, WinKalk, C-Geo, GeoMap	TXT, DXF, DWG, SHP, WinKalk, C-Geo, GeoMap		TXT, DXF, DWG, SHP, WinKalk, C-Geo, GeoMap	TXT, DXF, DWG, SHP, WinKalk, C-Geo, GeoMap	ASCII (Nikon, SDR2x, SDR33)	Trimble, DXF, SHP, TXT, CSV, RAW, LandXML, inne
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion		Li-Ion	Li-Ion	2 Li-Ion	2 Li-Ion
Ciągły pomiar kątów [h]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	22 (2 baterie)	14 (2 baterie)
Pomiar kątów i odległości [h]	28	2 x 4	2 x 4		2 x 4	20	18 (2 baterie)	12 (2 baterie)
INNE								
Praca na obrazie z kamery	nie	nie	nie		nie	nie	nie	nie
Diody do tyczenia	tak	tak	tak		nie	tak	nie	tak
Pionownik laserowy	tak	opcja	opcja		nie	opcja	tak	opcja
Waga instrumentu z baterią [kg]	5,3	5,8	5,8		7,7	5,7	4,4	4,4
Norma pyło- i wodoszczelności	IP66	IP65	IP65		IP65	IP65	IP66	IP66
Temperatura pracy [°C]	-20 do 60	-20 do 50	-20 do 50		-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50
Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem)	bateria, ładowarka, okablowanie, oprogramowanie	2 baterie, ładowarka, okablowanie, oprogramowanie	2 baterie, ładowarka, okablowanie, oprogramowanie		2 baterie, ładowarka, kable, osłona od słońca, kompas	bateria, ładowarka, okablowanie, oprogramowanie	2 baterie, ładowarka, okablowanie	2 baterie, ładowarka, okablowanie
Gwarancja [miesiące]	do 36	36 na tachimetr, 60 na serwomotory	36 na tachimetr, 60 na serwomotory		do 36	do 36	24	24
Cena netto zestawu standardowego [zł]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	od 23 900	od 28 900
Informacje dodatkowe	Long Link (Bluetooth dalekiego zasięgu), boczny przycisk do wyzwalania pomiaru	Long Link (Bluetooth dalekiego zasięgu), boczny przycisk do wyzwalania pomiaru, opcja pracy jednoosobowej	Long Link (Bluetooth dalekiego zasięgu), boczny przycisk do wyzwalania pomiaru, opcja pracy jednoosobowej		akcesoria i oprogramowanie do pomiarów przemysłowych	Long Link (Bluetooth dalekiego zasięgu), boczny przycisk do wyzwalania pomiaru	autofokus, możliwość wymiany baterii bez przerywania pracy	autofokus, możliwość wymiany baterii bez przerywania pracy
Dystrybutor	TPI	TPI	TPI		TPI	TPI	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja

TACHIMETRY

MARKA	Trimble	Trimble	Trimble		Trimble	Trimble
MODEL	C5 HP	S5	S7		S9/S9 HP	SX12
DATA WPROWADZENIA NA RYNEK	2020	2015	2015		2015	2021
POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU	absolutna	absolutna	absolutna		absolutna	absolutna
Dokładność	1", 2", 3" lub 5"	1", 2", 3" lub 5"	1", 2", 3" lub 5"		1"/0,5"	1"
Najmniejsza wyświetlana jednostka	0,1"	0,1"	0,1"		0,1"	0,1"
Kompensator; dokładność; zakres	dwuosiowy; brak danych; 3´	dwuosiowy; 0,5"; 5,4´	dwuosiowy; 0,5"; 5,4´		dwuosiowy; 0,5"; 5,4´	dwuosiowy; 0,5"; 5,4´
Luneta – powiększenie; średnica [mm]	30x (opcja: 19x lub 38x); 45	30x; 40	30x; 40		30x; 40	luneta zastąpiona kamerą ze 107x powiększeniem
Minimalna ogniskowa [m]	1,5	1,5	1,5		1,5	1,7
POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU	impulsowa	impulsowa	impulsowa		impulsowa	Trimble Lightning 3DM
Dokładność [mm + ppm]						
• z lustrem	1 + 1,5	1 + 2	1 + 2		1 + 2/0,8 + 1	1 + 1,5
• z tarczką celowniczą	2 + 2	2 + 2	2 + 2		2 + 2 /3 + 2	2 + 1,5
• bez lustra	2 + 2	2 + 2	2 + 2		2 + 2/3 + 2	2 + 1,5
Zasięg [m]						
• z jednym lustrem	3000	2500 lub 5500	2500 lub 5500		2500 lub 5500/3000 lub 5000	5500
• z trzema lustrami	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych/7000	brak danych
• z tarczką celowniczą	270	2200	2200		2200/>150	800
• bez lustra	500	2200	2200		2200/>150	800
Czas [s]						
• w trybie dokładnym (inicjalny)	1,6	1,2	1,2		1,2/2,5	1,6/1,2
• w trybie trackingu	0,5	0,4	0,4		0,4	0,4
Tryb skanowania (prędkość)	brak	2 pkt/s	15 pkt/s		15 pkt/s	26 600 pkt/s
SERWOMOTORY						
Wyszukiwanie i śledzenie lustra	nie	tak	tak		tak	tak
Jednoosobowa stacja robocza	nie	tak	tak		tak	tak
Szybkość [st./s]	nie dotyczy	115	115		115	115
WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA						
Jednostronna/dwustronna	dwustronna	dwustronna	dwustronna		dwustronna	obsługa przez Trimble T10 lub TSC7
Rozmiar	640 x 480 px	320 x 240 px	320 x 240 px		320 x 240 px	jak w kontrolerze
Kolorowy; dotykowy	tak; tak	tak; tak	tak; tak		tak; tak	jak w kontrolerze
Liczba klawiszy	10 + kierunkowe	19 + kursor	19 + kursor		19 + kursor	jak w kontrolerze
REJESTRACJA DANYCH						
Pojemność pamięci wewnętrznej	4 GB pamięci flash	w zależności od kontrolera	w zależności od kontrolera		w zależności od kontrolera	w zależności od kontrolera
Typ pamięci zewnętrznej	kontroler, pendrive	kontroler, pendrive, chmura	kontroler, pendrive, chmura		kontroler, pendrive, chmura	kontroler, chmura
Wymiana danych	RS-232, USB (host i klient), Bluetooth	RS-232, USB, Bluetooth, klawiatura TCU	RS-232, USB, Bluetooth, klawiatura TCU		RS-232, USB, Bluetooth, klawiatura TCU	przez kontroler
OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE						
System operacyjny	Windows Embedded Compact 7	w zależności od kontrolera	w zależności od kontrolera		w zależności od kontrolera	w zależności od kontrolera
Funkcje pomiarowe i obliczeniowe	oprogramowanie terenowe Trimble Access, moduł drogowy, możliwość tworzenia własnych aplikacji (SDK)	oprogramowanie terenowe Trimble Access, moduł drogowy, możliwość tworzenia własnych aplikacji (SDK)	wbudowana kamera Trimble VISION, funkcja skanowania, oprogramowanie Trimble Access, możliwość tworzenia własnych aplikacji (SDK)		konfiguracja w zależności od wersji, szeroki wybór specjalistycznych aplikacji pomiarowych, oprogramowanie terenowe Trimble Access	skanowanie z prędkością 26 600 pkt/s, 3 kamery w technologii Trimble VISION, możliwość wykonywania panoram, oprogramowanie terenowe Trimble Access, możliwość tworzenia własnych aplikacji (SDK)
Formaty wymiany danych	Trimble, DXF, SHP, TXT, CSV, RAW, LandXML, inne	Trimble, DXF, SHP, TXT, CSV, RAW, LandXML, inne	Trimble, DXF, SHP, TXT, CSV, RAW, LandXML, inne		Trimble, DXF, SHP, TXT, CSV, RAW, LandXML, inne	Trimble, DXF, SHP, TXT, CSV, RAW, LandXML, inne
BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ	2 Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion		Li-Ion	Li-Ion
Ciągły pomiar kątów [h]	14 (2 baterie)	18	18		18	2-3
Pomiar kątów i odległości [h]	12 (2 baterie)	6,5-20	6,5-20		6,5-20	2-3
INNE						
Praca na obrazie z kamery	nie	nie	Trimble VISION: AR (rozszerzona rzeczywistość), zdjęcia metryczne, automatyczna panorama, obrót do punktu, tyczenie przez wbudowaną kamerę		Trimble VISION: AR (rozszerzona rzeczywistość), zdjęcia metryczne, automatyczna panorama, obrót do punktu, tyczenie przez wbudowaną kamerę	Trimble VISION: AR (rozszerzona rzeczywistość), zdjęcia metryczne, automatyczna panorama, obrót do punktu, tyczenie przez wbudowaną kamerę
Diody do tyczenia	tak	tak	nie		nie	nie (kamera wbudowana w pionownik)
Pionownik laserowy	opcja	nie	nie		nie	nie (kamera wbudowana w pionownik)
Waga instrumentu z baterią [kg]	4,5	5,5	5,5		5,5	7,5
Norma pyło- i wodoszczelności	IP66	IP65	IP65		IP65	IP55
Temperatura pracy [°C]	-20 do 50	-20 do 50	-20 do 50		-20 do 50	-20 do 50
Wypożyczenie standardowe (poza pudełkiem)	2 baterie, ładowarka, okablowanie	w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji		w zależności od konfiguracji	w zależności od konfiguracji
Gwarancja [miesiące]	24	24	24		24	24
Cena netto zestawu standardowego [zł]	od 28 900	od 45 900	od 62 900		od 81 900	od 185 000
Informacje dodatkowe	możliwość wymiany baterii bez przerywania pracy	technologie: Locate2Protect, Trimble MagDrive, Trimble SurePoint, Trimble MultiTrack	technologie: Locate2Protect, Trimble VISION, Trimble FineLock, Trimble MagDrive, Trimble SurePoint, Trimble MultiTrack		technologie: Locate2Protect, Trimble VISION, Trimble FineLock, Trimble MagDrive, Trimble SurePoint, Trimble MultiTrack	skaner laserowy + precyzyjny tachimetr + stacja obrazująca VISION
Dystrybutor	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja		Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja

**SZUKASZ
PRACY
ALBO
PRACOWNIKA?**



Co miesiąc dziesiątki

nowych ogłoszeń

→ Sprawdź

Geoforum.pl/praca

Największa

baza branżowych

ofert pracy

Najważniejsze wiadomości co tydzień w Twojej skrzynce



**Zapisz się
na newsletter
Geoforum.pl
geoforum.pl/newsletter**