

NIEZBĘDNIK

MIESIĘCZNIKA

GEODETA

TACHIMETRY



73 SERIE **16** MAREK **18** NOWOŚCI

STYCZEŃ 2022

WYBIERZ WERSJĘ PAPIEROWĄ LUB CYFROWĄ GEODETY

W PRENUMERACJI NA ROK 2022 TANIEJ!



| GEODETA 2022 | PAPIER* | CYFRA* |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Zamawiasz | geoforum.pl | egeodeta24.pl |
| 1 egzemplarz | 42,14 zł | 31,32 zł |
| Prenumerata na 12 miesięcy | 466,56 zł | 298,08 zł |
| Oszczędzasz w prenumeracie | 39,12 zł | 77,76 zł |

*ceny brutto na 2022 rok (w tym 8% VAT)

I CZYTAJ NAS CO MIESIĄC!

SPIS TREŚCI

SPRZĘT

Na każdy pomiar s. 4

Firma NaviGate prezentuje tachimetr robotyczny Spectra Geospatial Focus 50 – następcę popularnego modelu Focus 35

Sprawdzony dostawca s. 6

Sklep GPS GLOBAL SOLUTIONS to miejsce, gdzie każdy może kupić on-line produkty pomiarowe różnych marek

PROJEKT

Na dachu Warszawy s. 8

Geodezyjną obsługę budowy konstrukcji żelbetowej Varso Tower – nowego najwyższego budynku w Polsce, zapewniała firma IBG Geodezja

Pod kontrolą tachimetru s. 12

Naukowcy z WAT piszą o zastosowaniu mobilnego systemu monitoringu przemieszczeń do oceny stanu konstrukcji mostu w kontekście obronności

Przewiert kontrolowany s. 16

Swoimi doświadczeniami z geodezyjnej obsługi budowy tunelu w Świnoujściu dzielą się pracownicy firmy KA-RO

Starzenie pod kontrolą s. 22

Geodezyjny monitoring szwedzkiego okrętu Vasa pozwala zachować ten wyjątkowy zabytek dla przyszłych pokoleń

ZESTAWIENIE

Robotyki w natarciu s. 26

Prezentujemy nowości na rynku tachimetrów elektronicznych

Przegląd tachimetrów elektronicznych s. 27

W tym roku zestawiliśmy 73 serie instrumentów 16 marek według 55 cech

Miesięcznik geoinformacyjny GEODETA

Wydawca: Geodeta Sp. z o.o.

Redakcja: 02-541 Warszawa, ul. Narbutta 40/20

tel./faks (22) 849-41-63, 646-87-44

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

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

Opracowanie graficzne: Andrzej Rosolek.

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 2022 (geoforum.pl)

- Roczna z dostępem do internetowego Archiwum GEODETY – 466,56 zł, w tym 8% VAT.
 - Pojedyncze wydanie – 42,14 zł, w tym 8% VAT.
 - Roczna studencka/uczniowska z dostępem do internetowego Archiwum GEODETY – 336,96 zł, w tym 8% VAT. Warunkiem uzyskania zniżki jest przesłanie do redakcji skanu ważnej legitymacji studenckiej (tylko studia na kierunkach geodezyjnych lub geograficznych) lub uczniowskiej (tylko szkoły geodezyjne).
- 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 2022 (egeodeta24.pl)

- Roczna z dostępem do internetowego Archiwum GEODETY – 298,08 zł, w tym 8% VAT.
 - Półroczna – 162,36 zł, w tym 8% VAT.
 - Kwartalna – 87,48 zł, w tym 8% VAT.
 - Pojedyncze wydanie – 31,32 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, dokonuje 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).

Spectra Geospatial FOCUS 50 w ofercie NaviGate

Na każdy pomiar

Po 7 latach od premiery dobrze znanego polskim geodetom tachimetru zrobotyzowanego FOCUS 35 przyszedł czas na zaprezentowanie jego następcy. FOCUS 50 – bo o nim mowa – łączy w sobie sprawdzone technologie z nowinkami sprzętowymi niedostępnymi w innych instrumentach grupy Trimble’a. Co konkretnie się za tym kryje?

• Połącz i przeskaluj

Nim jednak przejdziemy do szczegółów technicznych, konieczny jest krótki wstęp. Z początkiem 2020 roku firma Trimble (do której należy marka Spectra Geospatial) zyskała nowego prezesa zarządu. Powołany na to stanowisko Robert G. Painter zaraz po przejęciu sterów przedstawił strategię rozwoju na kolejne 5 lat. Strategia ta nosi nazwę „Connect & Scale 2025”. Często do tego typu sloganów marketingowych podchodzimy z dużym dystansem, jednak w tym przypadku jest to bardzo konkretna wizja. W efekcie tej strategii w najbliższych latach Trimble planuje zoptymalizować portfolio sprzętu oferowanego w wielu różnych działach, łącząc niektóre produkty i technologie. Nie trzeba dodawać, że dzięki poczynionym w ten sposób oszczędnościom można zwiększyć zyski i przeskalować biznes, koncentrując się na najbardziej dochodowych obszarach. Spojrzenie na rekordowe wyniki finansowe, które notuje Trimble właśnie od początku 2020 roku, nie pozostawia złudzeń, że nowy plan rozwoju działa bardzo dobrze, i to pomimo trwającej pandemii (a może właśnie przewrotnie dzięki niej?).



• Elektromagnetyczna precyzja

Tachimetr Spectra FOCUS 50 jest jednym z efektów wdrażania wspomnianej strategii. Patrząc bowiem na jego obudowę, nietrudno odnieść wrażenie, że gdzieś już widzieliśmy ten charakterystyczny kształt. Nowy instrument Spectry jest ludaćco podobny (poza kolorami) do tachimetrów Trimble z serii „S” czy „SPS”. Również wewnątrz znajdziemy sporo rozwiązań technicznych stosowanych w tych instrumentach. Przede wszystkim FOCUS 50 został wyposażony w elektromagnetyczne



serwomotory MagDrive integrujące napęd z systemami odczytowymi kierunków. To rozwiązanie wyróżnia się niezwykle wysoką kulturą pracy i niskim zużyciem energii, zapewniając płynny i praktycznie bezszelestny obrót instrumentu. Zastosowanie takiego napędu znacząco ogranicza także liczbę elementów mechanicznych, które mogłyby ulegać zużyciu, co tym samym podnosi trwałość całego systemu. Prędkość obrotu tachimetru jest zmienna i automatycznie dobierana do aktualnych potrzeb użytkownika. Przy najszybszym biegu instrument obraca się dwa razy szybciej niż konkurencyj-



ne tachimetry zrobotyzowane z tej samej półki cenowej. Z kolei najwolniejszy bieg jest tak precyzyjny, że pełen obrót tachimetru wokół osi pionowej zająłby ponad miesiąc!

• Pewne śledzenie i celowanie

Za automatyczne śledzenie pryzmatów pasywnych odpowiada technologia Autolock – dzięki niej tachimetr może śledzić praktycznie dowolny pryzmat, bazując na sile odbicia sygnału. W skrócie: okno sensora śledzenia instrumentu jest podzielone na 4 obszary (ćwiartki). Gdy tylko pryzmat znajdzie się w zakresie



tegoż okna, serwomotory same tak obróć tachimetr, aby siła sygnału była jednakowa we wszystkich 4 ćwiartkach – w ten sposób instrument automatycznie wyceluje w środek pryzmatu.

W tachimetrze FOCUS 50 – po raz pierwszy w historii tej serii – pojawiła się także technologia SurePoint. Wykorzystuje ona informacje przekazywane przez kompensator instrumentu, aby w czasie rzeczywistym kontrolować i poprawiać ewentualne błędy celowania wywołane przez przypadkowe dotknięcie tachimetru, wiatr czy osiadanie statywu. Technologia SurePoint jest cały czas aktywna i automatycznie obraca instrument do bieżącego kąta odniesienia. Kąt odniesienia może się natomiast zmienić tylko w trzech przypadkach: użycia leniwki instrumentu, znaczącego obrotu tachimetru uaktywniającego napęd, wydania polecenia obrotu z poziomu oprogramowania polowego. Dzięki tej technologii znacznie rośnie komfort pracy i zaufanie do tego, że wykonywane odczyty nie są obciążone błędami losowymi.

• Nowe możliwości

A czy jest coś, czym Spectra FOCUS 50 wyróżnia się na

tle innych tachimetrów z grupy Trimble’a? Jak najbardziej! Przede wszystkim dostajemy większy wybór opcji komunikacyjnych: FOCUS 50 możemy zamówić nie tylko z typowym dla Trimble’a radiem 2,4 GHz, ale także – a raczej przede wszystkim – z modułem Bluetooth dalekiego zasięgu. Obniża to koszt zakupu zestawu do pracy jednoosobowej o ok. 10 tys. zł netto, przy jednoczesnym zachowaniu rozsądnego zasięgu zdalnego sterowania. Zasięg ten naturalnie zależy także od modułu Bluetooth kontrolera i warunków terenowych, ale w połączeniu

– jest także możliwość podniesienia dokładności kątowej instrumentu już w trakcie jego użytkowania. Nawet jeśli na początku zdecydujemy się na zakup wersji 5-sekundowej, nic nie stoi na przeszkodzie, aby – np. w razie zmiany profilu firmy lub po prostu pojawienia się projektu, w którym będziemy potrzebowali instrumentu 1-sekundowego – zamówić odpowiednią opcję podnoszącą dokładność naszego tachimetru do wybranego poziomu. Znacznie zwiększa to elastyczność sprzętu, ogranicza ryzyko inwestycji w zbyt mało dokładny tachi-

metr i obniża „próg wejścia” podczas zakupu – a wiemy przecież, że zestawy do pracy jednoosobowej to wciąż niemały wydatek. (krakowskiej firmy NaviGate) gwarantują, że inwestycja w ten tachimetr na pewno będzie trafiona. Wszelkie wątpliwości w tym zakresie można rozwiązać podczas prezentacji terenowej, do której zawsze szczerze zachęcamy!

• Dla kogo FOCUS 50?

Dzięki połączeniu sprawdzonych technologii z nowymi opcjami konfiguracji spo-

| Dostępne wersje tachimetru FOCUS 50 | Autolock | SRR | LRR |
|--|----------------|----------------|----------------|
| Dostępne dokładności kątowe | 1", 2", 3", 5" | 1", 2", 3", 5" | 1", 2", 3", 5" |
| Jednoosobowa praca | ✗ | ✓ | ✓ |
| Technologia komunikacji z kontrolerem | kabel | Bluetooth | radio 2,4 GHz |
| Zasięg zdalnego sterowania | nie dot. | do 300 m | do 800 m |
| Opcjonalny panel użytkownika (MM60) | ✓ | ✓ | ✓ |
| Szczególnie polecane kontrolery polowe | MM60 | Ranger 5 | Ranger 7 |

z nowym kontrolerem Ranger 5 swobodnie można pracować na dystansie powyżej 300 metrów. To w zupełności wystarcza do obsługi praktycznie wszystkich typowych prac geodezyjnych.

Unikalną cechą tachimetru FOCUS 50 – i to w skali całego rynku „robotyków”

Michał Polański
NaviGate Sp. z o.o.

Kupuj wygodnie, taniej, spośród bogatej oferty i on-line

Sprawdzony dostawca

Sklep GPS GLOBAL SOLUTIONS to miejsce, gdzie każdy może kupić on-line produkty pomiarowe różnych marek. W ten sposób klienci oszczędzają nie tylko czas, ale również i pieniądze, gdyż ceny w internecie są niższe. Ponadto mają możliwość negocjacji.

GPS GLOBAL SOLUTIONS został stworzony przez kilku dystrybutorów obecnych na rynku od ponad 13 lat. Klienci mogą więc być pewni niezawodnej obsługi, wsparcia technicznego oraz autoryzowanego serwisu gwarancyjnego i pogwarancyjnego.

GGŚ to 7 osób odpowiedzialnych za całą obsługę sklepu oraz klientów przed zakupem, w trakcie oraz po nim. GGŚ to również sklep stacjonarny z główną siedzibą w Bydgoszczy. Większość urządzeń dostępnych jest od ręki lub w ciągu kilku dni (w przypadku ich braku








w magazynie). Jesteśmy autoryzowanym dystrybutorem wszystkich oferowanych marek (co potwierdzają certyfikaty dealerskie zamieszczone na naszej stronie), więc klienci mają pewność, że urządzenia, które kupują, pochodzą bezpośrednio od producentów z legalnych źródeł.

Obiecnie w naszym sklepie można znaleźć wiele różnych modeli tachimetrów. Od klasycznych bezlusterkowych instrumentów jak szwedzki **Satlab SLT-2** (dwusekundowy, kolorowe wyświetlacze, 800 m zasięgu bez lustra), przez najnowsze innowacyjne rozwiązania – np. tachimetr marki **Kolida** z systemem Android (m.in. 1500 m zasięgu bezlusterkowego, modem 4G, 8-rdzeniowy procesor czy 3 GB pamięci RAM), na One Pole Station włoskiego **Stonexa** kończąc – zmotoryzowanym jedno-sekundowym tachimetrze, współpracującym z odbiornikiem GNSS na tyczce z lustrem 360 stopni.

Co więcej, dzięki specjalnemu programowi polegającemu na promowaniu produktów z naszego sklepu każdy, nie wychodząc z domu, może zostać sprzedawcą i zarabiać na prowizji od sprzedaży. Zapraszamy do zarejestrowania się w programie **Affiliate**.

GPS GLOBAL SOLUTIONS to zawsze bardzo konkurencyjne ceny z możliwością negocjacji, wykwalifikowani pracownicy, wszystko w jednym miejscu, darmowe przesyłki. I pamiętaj: kupujesz zawsze od certyfikowanego sprzedawcy z oficjalnego źródła!

Zespół GPS Global Solutions

| | |
|---|---|
|  <p>Kolida KTS-552R15 Android- 2'' - 1500 m - Octa-Core</p> <p>Sale! -10%</p> |  <p>STONEX R80 Motorized - One Pole Solution - S900A & SH5A or UT12</p> <p>Sale! -23%</p> |
|  <p>Kolida KTS-472R10L/R20L Windows - 2'' - Touch Screen</p> <p>Sale! -28%</p> |  <p>STONEX R80 Motorized - One Pole Solution - S850A+UT10</p> <p>Sale! -23%</p> |
|  <p>STONEX R80 Motorized - Windows Total Station</p> <p>Sale! -13%</p> |  <p>STONEX R35RL 2'' - Windows-1000 m Reflectorless-Touch Screen-Endless Screw</p> <p>Sale! -13%</p> |
|  <p>Titan TTS-2 - Total Station Reflectorless</p> <p>Sale! -17%</p> |  <p>Satlab SLT-2 - Total Station Reflectorless</p> <p>Sale! -24%</p> |





GPS GLOBAL SOLUTIONS










A CALIAN® COMPANY

Geodezyjna obsługa budowy konstrukcji żelbetowej Varso Tower przez firmę IBG Geodezja

Na dachu Warszawy

Wizualizacja szczytu Varso Tower, w tle panorama Warszawy

Fot. HB Reavis

W styczniu br. zakończono betonowanie stropu na szczycie Varso Tower – tym samym dobiegła końca główna część prac konstrukcyjnych w wieżowcu. Osiągnąwszy 230 metrów, stał się on oficjalnie najwyższym budynkiem w Polsce pod względem wysokości mierzonej do dachu.

Damian Czekaj

Gmach przewyższył swoich sąsiadów z centrum stolicy – Pałac Kultury i Nauki (188 metrów do dachu) oraz apartamentowiec Żłota 44 (192 metry), a także dotychczasowego lidera w tej kategorii – Sky Tower we Wrocławiu (206 metrów). Teraz na szczycie Varso Tower trwa montaż iglicy, która zapewni gmachowi docelową wysokość architektoniczną 310 metrów. Wówczas stanie się najwyższym budynkiem w Unii Europejskiej (o 10 metrów „bijąc” Commerzbank Tower we Frankfurcie nad Menem), a także jednym

z najwyższych w Europie (po 462-metrowym Łachta Centr w Petersburgu i kilku ponad 300-metrowych wieżowcach w Moskwie).

• Gigant w środku miasta

Varso Tower jest częścią wielofunkcyjnej inwestycji Varso Place realizowanej przez firmę HB Reavis, która oferować będzie biura, hotel, centrum innowacji oraz pasaż handlowo-usługowy. Kompleks trzech budynków powstaje w pobliżu Dworca Centralnego – na terenie rozciągającym się wzdłuż zachodniego odcinka ul. Chmielnej, od narożnika z al. Jana Pawła II w kierunku ul. Żelaznej. Dwa niższe

obiekty – ukończone w 2020 r. 81-metrowy Varso 1 i 90-metrowy Varso 2 – tworzą już nową śródmiejską pierzeję wzdłuż ul. Chmielnej, „wyrastając” kaskadowo ze wspólnego, kilkupiętrowego podium o kamiennej elewacji.

Varso Tower, którego ukończenie planowane jest w I kwartale 2022 r., liczy 53 kondygnacje nadziemne. Gmach został zaprojektowany przez studio Foster + Partners. Jego architekci są autorami wielu słynnych drapaczy chmur, takich jak HSBC Tower w Hongkongu, wspomniany już Commerzbank Tower we Frankfurcie, 30 St Mary Axe w Londynie czy 2 World Trade Cen-

ter w Nowym Jorku. – Varso zajmie szczególne miejsce w Warszawie, przywracając do życia duży fragment centrum miasta. W zaprojektowanym przez nas budynku znajdą się najwyższej klasy biura, ale też wiele udogodnień i atrakcji dla wszystkich mieszkańców – mówił stojący na czele zespołu projektowego Grant Brooker, partner zarządzający londyńskiego biura Foster + Partners.

Na 49. i 53. piętrze Varso Tower znajdują się dwa ogólnodostępne tarasy widokowe, a tuż pod nimi restauracja i bar z widokiem na miasto. Dwie ściany lobby zostaną natomiast pokryte ręcznie wykonaną mozaiką z 1800 ce-

ramicznych kafli, nawiązującą do historii i kolorytu Warszawy. Pomimo swojej skali Varso Tower to jeden z najbardziej ekologicznych budynków w Polsce.

• Rusza budowa

Prace budowlane przy Varso Place rozpoczęły się w grudniu 2016 r. od zmodernizowania przebiegającej przez teren inwestycji miejskiej sieci ciepłowniczej, przekładek prowadzonych tędy światłowodów oraz rozbiórki dawnej infrastruktury podziemnej. Następnie przystąpiono do wykonywania ścian szczelinowych oraz baret, czyli elementów konstrukcyjnych stanowiących ściany podziemnych garaży i poprawiających stabilność posadowienia budynków. Generalnym wykonawcą Varso Place jest HB Reavis Construction – firma z Grupy HB Reavis, a jednym z podwykonawców – warszaw-

ski Warbud. Stołeczna spółka odpowiedzialna jest m.in. za budowę konstrukcji żelbetowej Varso Tower, w czym wspierają ją geodeci z firmy IBG Geodezja z Mińska Mazowieckiego.

IBG i Warbud współpracują od wielu lat, ostatnio przy budowie Huty Szkła Euroglas w Uniejowie, biurów West Station w pobliżu dworca Warszawa Zachodnia czy siedziby Narodowej Orkiestry Symfonicznej Polskiego Radia w Katowicach. – Dlatego byliśmy naturalnym kandydatem do obsługi budowy konstrukcji żelbetowej Varso Tower – podkreśla Marek Wiatrak, prezes IBG Geodezja. Mińska spółka specjalizuje się w geodezji inżynierino-przemysłowej. Obecnie geodeci z IBG obsługują m.in. budowę bemowskiego odcinka warszawskiego metra, budowę dwóch bloków gazowo-parowych Elektrowni Dolna Odra koło Gryfina,

kończą również dokumentację do budowy bloków energetycznych nr 5 i 6 w Elektrowni Opolo. Ponadto firma posiada świadectwo bezpieczeństwa przemysłowego i realizuje inwestycje związane z obronnością państwa.

– Jako ciekawostkę powiem, że ponad 20 lat temu, jeszcze przed powstaniem IBG Geodezja, brałem udział w budowie Warsaw Trade Tower – 208-metrowego wieżowca na warszawskiej Woli. Za ten obiekt również odpowiadał Warbud – dodaje Marek Wiatrak.

• Standardowy początek

Geodeci z mińskiej firmy pracę przy budowie Varso Tower rozpoczęli od czterech kondygnacji podziemnych, które wykonywano metodą podstropową. Następnie obsługiwali budowę kolejnych kondygnacji nadziemnych – żelbetowego trzonu, stropów, słupów podporowych itp.

Trzon realizowany był systemem samoprzestawnym, więc na każdym piętrze geodeci ustawiali w pionie szalunek, który po zabetonowaniu był podnoszony do góry za pomocą systemu siłowników.

– Przez trzynaście pierwszych kondygnacji była to klasyczna geodezja inżynierijna. Nawiązywaliśmy się na punkty osnowy zewnętrznej i realizowaliśmy kolejne tyczenia i pomiary – wyjaśnia Mariusz Książek, kierujący pracą geodetów z IBG na Varso Tower. Osnowa, założona na zlecenie inwestora przez inną firmę geodezyjną, składała się m.in. z pryzmatów zamontowanych na sąsiednich budynkach oraz folii dalmierczych na odczepie ścianki szczelinowej wokół Varso Tower.

Na wyższych kondygnacjach, kiedy osłony zabezpieczające na budynku zaczęły ograniczać wizurę, a ruchy obiektu stawały się coraz bar-



Fot. Szymon Lis / IBG Geodezja

Pomiary na 51. kondygnacji wysokościowca w październiku 2020 r.

dziej „odczuwalne”, konieczne stało się wykorzystanie pionowników do przenoszenia osnowy.

– Pomiary sytuacyjno-wysokościowe oraz tyczenia do trzeciej kondygnacji wykonywaliśmy precyzyjnym zmotoryzowanym tachimetrem Trimble S3. Później przerzuciliśmy się na zwykły, ale bardzo dokładny, jednosekundowy tachimetr mechaniczny Trimble C5. Jest to instrument o niewielkich gabarytach i niskiej wadze, co doceniliśmy podczas wchodzenia na kolejne kondygnacje. Dodatkowo, jako jeden z nielicznych, posiada zaciski na leniwkach, dzięki którym mogliśmy bez przeszkód pracować mimo ruchów budynku czy niekorzystnych warunków atmosferycznych. Istotna z naszego punktu widzenia była też

możliwość automatycznego ustawiania ostrości w lunecie oraz pracy z wykorzystaniem plików DXF – opowiada Mariusz Książek.

• Do góry

Pierwsze 9 stanowisk wymuszonego centrowania, na których ustawiane były pionowniki, geodeci założyli na trzeciej kondygnacji. – Niżej znajdują się piętra techniczne, które należało ukończyć jak najwcześniej, a nasza obecność i otwory w stropach nie pozwoliłyby na szybki finisz prac – tłumaczy Mariusz Książek. Stanowiska na trzeciej kondygnacji służyły do przenoszenia osnowy do około 35. piętra, następnie punkty wymuszonego centrowania zastabilizowano na 11. kondygnacji. Zdecydowano się na to, aby ograniczyć błędy prze-

noszenia współrzędnych – dokładność wykorzystywanych pionowników Zeiss PZL 100 wynosi 1 mm na 100 metrów. Ostatnie piętra, zgodnie z decyzją projektanta, realizowano natomiast z pionowników umieszczonych na 47. kondygnacji. – Dzięki temu mogliśmy uniknąć wprowadzania dużych korekt do przenoszonych z dołu osi, bo ruchy górnej części budynku względem podstawy sięgały 2-3 cm – zauważa Marek Wiatrak.

Wszystkie otwory w stropach do przenoszenia osnowy były odpowiednio zabezpieczone. Geodeci z IBG na każdej kondygnacji korzystali zazwyczaj z kilku przeniesionych punktów, które tworzyły osnowę realizacyjną. Ponadto konieczne było nawiązanie na jeden punkt zewnętrznej osnowy – pomiar kierunku,

który zapobiegał skróceniu układu. Przenoszenie osnowy wykonywane było dla prawie każdej nowej działki stropu. – Zdarzało się, że wykorzystywaliśmy pionowniki codziennie, bo co 24 godziny wykonywana była nowa część stropu. Kolejne kondygnacje składające się z kilku działek powstawały wówczas w cyklu 4- lub 5-dniowym – mówi Mariusz Książek.

Wbrew temu, co mogłoby się wydawać, praca na kolejnych kondygnacjach nie była powtarzalna, bo każde piętro różniło się od poprzedniego. – Dla doświadczonej ekipy geodezyjnej nie stanowiło to problemu, ale cały czas należało zachować czujność – zaznacza prezes IBG. Dużą różnicę skróceń między trzonem a słupami skrajnymi, która wynikała z występujących



Tyczenie obrysu belki na 53. kondygnacji w styczniu br.

Fot. HB Reavis

Na przełomie września i października 2020 r. Varso Tower był już częściowo przeszklony

naprężeń oraz geometrii elementów, należało skompensować poprzez różnicowanie wysokości ww. elementów konstrukcyjnych w obrębie jednej kondygnacji. Do tego dochodziły wspomniane już ruchy budynku, które powodowały konieczność wprowadzania korekt do przenoszonych osi. – Korekty były przekazywane na bieżąco przez projektanta, który opracowywał je na podstawie analizy monitoringu obiektu. Każde zachowanie budynku w trakcie realizacji inwestycji było analizowane – podkreśla Marek Wiatrak.

• Organizacja i bezpieczeństwo

Jak zauważa prezes IBG, obsługa geodezyjna tego typu budowy stwarza więcej problemów organizacyjnych niż technicznych. – Żeby móc pracować, musieliśmy uzgodnić mnóstwo spraw z projektantami. Przykładowo pierwotny projekt w ogóle nie uwzględ-

niał otworów w stropach niezbędnych do przenoszenia osnowy na wyższe kondygnacje. Dopiero po uwagach naszych i nadzoru geodezyjnego projektanci nanieśli stosowne poprawki – zauważa. Więcej czasu niż samo przenoszenie współrzędnych zajmowało z kolei zapewnienie wizury. Na późniejszym etapie prac trzeba było przejść i sprawdzić ponad 30 kondygnacji, usuwając przeszkody zasłaniające otwory. – Jeżeli danego dnia w planach mieliśmy wykorzystanie pionowników, pracę zaczynaliśmy około 4-5 rano, kiedy w wieżowcu nie było jeszcze nikogo. Dodatkowo o tak wczesnej porze, po nocy, budynek jest ustabilizowany, w miarę równomiernie nagrzany, co ma wpływ na dokładność przenoszenia osnowy – wyjaśnia Marek Wiatrak. – A pionowanie musieliśmy zakończyć, nim pracę zaczynały dźwigi, a te ruszały około 6 rano. Po tej godzinie przenoszenie osnowy nie miało już sensu; pracujące dźwigi powo-

dowały drgania budynku – dodaje Mariusz Książek.

Podczas trwania inwestycji bardzo duży nacisk kładziony jest na bezpieczeństwo. – Wstęp na budowę jest mocno ograniczony, a obowiązujące zasady bezpieczeństwa są bardziej rygorystyczne, niż to przewidziano w prawie – mówi Marek Wiatrak. Wieżowiec, jak już zostało wspomniane, okrywały osłony. Mimo wszystko pracowników – od samego początku i pierwszych kondygnacji wysokościowca – przy szczególnie niebezpiecznych pracach obowiązywały szelki. – Równolegle obsługiwaliśmy też Varso 1. I tam musieliśmy skorzystać nawet z pomocy wykwalifikowanego alpinisty. Zaopatrzony w lustro, umożliwił nam inwentaryzację windy panoramicznej – dodaje Mariusz Książek.

W obsługę Varso Tower przez większość czasu zaangażowane były dwa 2-osobowe zespoły pomiarowe pracujące na zmianę. Teraz, gdy dobiegła końca główna część prac kon-

strukcyjnych, pozostał jeden zespół. – Obecnie pracujemy na wszystkich kondygnacjach, robimy tyczenia na potrzeby klatek schodowych, wind, dodatkowych otworów w ścianach oraz fundamentów pod urządzenia, a także pozostałe inwentaryzacje. Obsługujemy ostatnie poprawki projektowe. Na budowie Varso Tower mamy być do końca stycznia – mówi Mariusz Książek.

Praca przy najwyższym budynku w Unii Europejskiej, jak zaznacza prezes IBG Geodezja, była niewątpliwie wyzwaniem. Ale zespół, który ma za sobą już kilka dużych i skomplikowanych inwestycji, z powodzeniem sobie z nią poradził. – Należy tylko pamiętać, że każda budowa jest inna i trzeba do niej podchodzić indywidualnie. Poza tym ludzie nie takie rzeczy robią – śmieje się Marek Wiatrak.

Damian Czeka

Artykuł został opublikowany w **GEODECIE 2/2021**

Zastosowanie mobilnego systemu monitoringu przemieszczeń do oceny stanu konstrukcji mostu w kontekście obronności

Pod kontrolą tachimetru

Monitoring przemieszczeń i deformacji to prężnie rozwijająca się dziedzina geodezji inżynierskiej. Istniejące na rynku systemy zyskują coraz większe uznanie w świecie budownictwa (inżynierii lądowej), wykonawstwa geodezyjnego oraz wojska.

**Michał Grudziński,
Krzysztof Karsznia**

Dzięki zastosowaniu systemów monitoringu – zarówno komercyjnych, rozwijanych przez czołowych producentów sprzętu geodezyjnego, jak i powstających w pracowniach i laboratoriach uczelnianych – zwiększa się poziom bezpieczeństwa obiektów inżynierskich oraz infrastruktury technicznej. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera stałe zwiększanie ich niezawodności operacyjnej oraz mobilności. Aspekt bezpieczeństwa w znacznym stopniu odnosi się do zapewnienia przejeźdźności ciągów komunikacyjnych, a co za tym idzie – infrastruktury drogo-

wej. Kluczową rolę odgrywają tutaj mosty oraz wiadukty przenoszące niekiedy znaczny ruch kołowy i kolejowy oraz stanowiące trzon sieci drogowej.

Badania nad zastosowaniem mobilnych systemów monitoringu deformacji stanowią jeden z głównych nurtów rozwojowych Zakładu Geodezji i Nawigacji Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Niniejszy artykuł przedstawia wyniki prac badawczych prowadzonych przez dr. inż. Krzysztofa Karsznia zrealizowanych w ramach projektu inżynierskiego sierżanta podchorążego Michała Grudzińskiego. Zostały one też zaprezentowane podczas XV Konferencji Naukowo-Technicznej z cyklu „Aktualne problemy w geodezji inżynierskiej” (Politech-



Testowany mobilny system do monitoringu przemieszczeń przed Kolejowym Mostem Gdańskim w Warszawie

nika Warszawska, 27-28 maja 2021 r.).

• Ważna praca

Monitoring deformacji to jedno z kluczowych zagadnień geodezyjnych zarówno w sferze badań naukowych, jak i działań wdrożeniowych.

Choć pierwsze wzmianki w postaci opracowań branżowych i artykułów na temat zintegrowanych systemów wykrywania przemieszczeń obiektów inżynierskich pochodzą z lat 70. ubiegłego wieku (na uwagę zasługują choćby prace niezującego już



Punkty pomiarowe na Kolejowym Moście Gdańskim w Warszawie

dr. inż. Mariana Kowalczyka z Politechniki Wrocławskiej), to ich dynamiczny rozwój obserwowany jest od połowy lat 90. Kamieniem milowym było pojawienie się na rynku tzw. wideotachimetru firmy Leica Geosystems oraz rozwój technologii automatycznego rozpoznawania celu (ATR), umożliwiających bezobsługową i powtarzalną akwizycję danych przestrzennych.

W Polsce pierwsze kompleksowe rozwiązania komercyjne wprowadzono w połowie lat 2000. Na temat rozwoju i wdrożeń geodezyjnych systemów monitoringu pisano w krajowej prasie branżowej już kilka lat temu – m.in. w miesięczniku GEODETA. Od tego czasu postęp technologiczny w dziedzinie informatyki, łączności oraz przetwarzania danych spowodował znaczne ich rozpowszechnienie.

Obecnie w Polsce każde- go roku startuje kilkadziesiąt

projektów związanych z monitoringiem. Są one pokłosiem współpracy geodezji z budownictwem w ramach nowej dyscypliny naukowej inżynierii lądowej i transport, a także nowych inwestycji, niekiedy bardzo ambitnych i technologicznie wymagających, których realizacja bez aktywnego wykorzystania systemów monitoringu geodezyjnego byłaby albo bardzo trudna, albo wręcz niemożliwa.

W tym miejscu warto chociażby wspomnieć wdrożenie kompleksowego systemu monitoringu geodezyjnego przez konsorcjum warszawskiej firmy Wektor (mgr inż. Mariusz Józwiak) oraz Politechniki Warszawskiej (dr inż. Waldemar Odziemczyk, mgr inż. Mariusz Pasik) podczas budowy najwyższego w Unii Europejskiej wysokościowca Varso Tower. O wynikach wdrożenia podczas wspomnianej konferencji APGI mówił Mariusz Pasik, a o obsłudze geodezyjnej

budowy konstrukcji żelbetowej Varso pisał GEODETA 2/2021.

• Ciągły rozwój

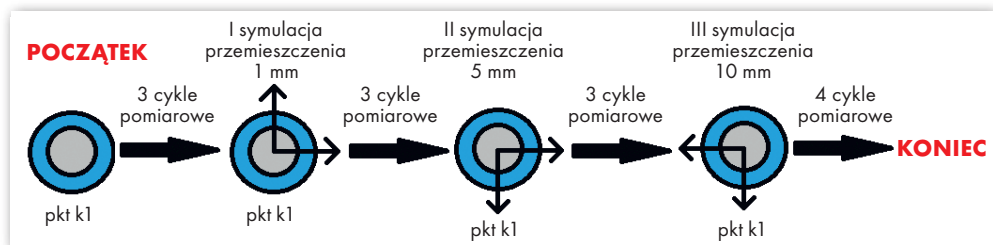
Powszechność technologii monitoringu geodezyjnego nie oznacza jednak, że zaprzestano prac rozwojowych, szczególnie w zakresie ustalenia wiarygodnych kryteriów doboru instrumentarium, a także tworzenia systemów alertowych odpowiadających specyfice badanych obiektów. Wręcz przeciwnie – w wielu instytucjach na świecie, nie wspominając o centrach rozwojowych producentów urządzeń pomiarowych, prace te wręcz zintensyfikowano.

W nurt badań nad geodezyjnymi systemami monitoringu deformacji (*geodetic monitoring systems*, GMS), które funkcjonują w sposób komplementarny do powszechnie znanych systemów SHM (*structural health monitoring*), aktywnie włącza się Zakład Geodezji i Nawigacji WAT.

Rozwój tej tematyki realizowany jest głównie w zakresie bezpieczeństwa infrastruktury. W tym celu testowane są rozmaite rozwiązania bazujące na instrumentach różnych producentów. W dalszej części artykułu omówimy wstępne wyniki uzyskane w efekcie implementacji kompleksowego systemu Leica Geosystems.

• Zaczynamy od testów

Zgodnie z definicją monitoringu sformułowaną przez prof. Piotra Witakowskiego z Instytutu Techniki Budowlanej, jednym z głównych i koniecznych modułów jest odpowiednio dobrany i dostosowany do rozpoznanych warunków zestaw instrumentów pomiarowych. Do naszych celów wykorzystaliśmy wysokiej klasy zrobotyzowany tachimetr elektroniczny Leica TM30 sterowany z poziomu komputera przenośnego przez specjalistyczne oprogramowanie Leica GeoMoS.



Rys. 1. Schemat symulacji przemieszczenia monitorowanych punktów na przykładzie punktu k1

Przed przystąpieniem do pomiarów rzeczywistego obiektu zdecydowaliśmy się na przeprowadzenie kwalifikującej walidacji metrologicznej. Eksperyment pomiarowy na terenie kampusu Wojskowej Akademii Technicznej (plac apelowy) miał potwierdzić rzeczywistą precyzję wybranego instrumentu (stanowiącego zasób Laboratorium Geodezji Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji WAT), ocenić jego funkcjonalność, a także sprawdzić sposób przetwarzania danych przez system informatyczny.

Polegał on na pomiarze pryzmatów niemieckiej firmy Goecke (10 punktów kontrolowanych oraz 2 punktów kontrolnych), rozmieszczonych w taki sposób, aby celowe reprezentowały różne odległości oraz położenie geometryczne względem przyjętego lokalnego układu odniesienia. Punkty kontrolowane przytwierdziliśmy za pomocą magnesów neodymowych do różnych metalowych elementów infrastruktury placu apelowego, takich jak maszty flagowe, latarnie czy elementy bram. W trakcie realizacji testu trzykrotnie zmieniliśmy ich położenie, symulując w ten sposób wystąpienie przemieszczeń (rys. 1). Aby móc dokładnie ustalić wartości symulowanych przemieszczeń reflektorów, pod ich magnetycznymi korpusami przykleiliśmy tarcze z podziałem milimetrowym. Punkty kontrolne umieściliśmy z kolei na stabilnych słupach z użyciem spodarek, adapterów pomiarowych oraz centrowania wymuszonego.

• Wyniki eksperymentu

Wstępną walidację systemu wykonaliśmy, wizualizując otrzymane wyniki w postaci

wykresów – zarówno w oprogramowaniu GeoMoS, jak i w postprocessingu. Przedstawiają one zmiany położenia badanych punktów podczas symulacji względem średniego położenia. Analizowane obserwacje poddaliśmy następnie testowi normalności wielowymiarowej w celu potwierdzenia, czy wielowymiarowy rozkład normalny został w tym przypadku zachowany. Jeżeli wartości złożone z wielu zmiennych (np. wypadkowe pomierzonych przemieszczeń 3D) zachowują rozkład normalny, to również pojedyncze zmienne będące ich składowymi charakteryzują się takim rozkładem. Badanie to kwalifikuje instrumentarium do określonego typu zadań.

Po wykonaniu wspomnianych analiz statystycznych mogliśmy przystąpić do właściwego określenia precyzji – tzw. rozdzielczości badanego instrumentu. W wynikach obserwacji oraz na wykresach zaobserwowaliśmy wpływy automatycznego rozpoznawania celu w trybie ATR, a także niewielkich błędów: instrumentalnych, wynikających z warunków pogodowych czy osobowych. Składają się one na niepewność pomiarową, która jest głównym parametrem określającym wynik walidacji testowanego urządzenia.

Oczywiście należy pamiętać też o wiarygodności samego pomiaru, którą charakteryzuje się odpowiednim przedziałem ufności. W specyfikacjach technicznych producenci instrumentów podają na ogół wartości możliwych błędów pomiarowych na poziomie tzw. 1σ – czyli zgodnie z rozkładem Gaussa 67% obserwacji znajdzie się w przedziale pojedynczego

odchylenia standardowego od średniej. W zadaniach metrologicznych jest to zdecydowanie za mało. Dlatego podczas metrologicznej oceny (walidacji) urządzeń pomiarowych zwykle zakłada się akceptowalną niepewność pomiarową na poziomie 99,7% (3σ).

W naszym przypadku (test wykonywano w warunkach zewnętrznych z przeznaczeniem również do takich zastosowań) przyjęliśmy poziom pozytywnej walidacji urządzenia 2σ , czyli 95%. Warunek ten udało się spełnić, a zatem wszystkie symulowane przemieszczenia wykryte zostały z prawdopodobieństwem 95%.

• Czas na obiekt mostowy

Przygotowując system do praktycznego wykorzystania, przyjęliśmy następujące założenia:

- ma on mieć charakter mobilny (stanowisko swobodne ustawiane w szybki sposób przy nawiązaniu do punktów kontrolnych uznawanych jako odniesienie),
- ma oceniać kinematykę badanej konstrukcji w zależności od przenoszonych obciążeń chwilowych,
- ma posłużyć, w miarę możliwości, do oceny długookresowych zmian geometrii badanego obiektu (pomiar przemieszczeń 3D).

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie do obiektów poddawanych obowiązkowym badaniom należą m.in. mosty, tunele, przepusty i konstrukcje oporowe. W naszych badaniach zdecydowaliśmy się na most. Na tego typu obiekty regu-

larnie oddziałują znaczne obciążenia, które mogą nieść ze sobą różne negatywne dla konstrukcji skutki. Jeżeli nie zostaną one w porę wykryte, obiekt może ulec uszkodzeniu, a nawet zniszczeniu. Nabiera to szczególnego znaczenia w aspekcie obronności oraz zapewnienia bezpieczeństwa infrastruktury technicznej kraju.

Same obciążenia dzieli się na statyczne oraz dynamiczne. Skutki ich oddziaływania na geometrię konstrukcji mogą być poddawane zarówno inwentaryzacji (pomiar kontrolny), jak i ciągłemu monitorowaniu. Każdy pomiar realizowany podczas monitoringu metrologicznego odnosi się do wcześniej określonego stanu wyjściowego, czyli pewnego „wzorca” – nazywanego także „epoką zerową”. Wszelkie rozbieżności pomiędzy stanem wyjściowym a pomiarem bieżącym traktuje się jako potencjalne nieprawidłowości. W celu właściwego wykrywania i szacowania stanu zagrożenia, jaki wywołują, ustala się też próg graniczny, którego przekroczenie uruchamia podsystem ostrzegawczy. System monitoringu jest w stanie wygenerować odpowiedni komunikat bądź alert natychmiast po analizie wyników obserwacji (w czasie rzeczywistym – bądź wyrażając się bardziej precyzyjnie – quasi-rzeczywistym).

• Pomiar w Warszawie

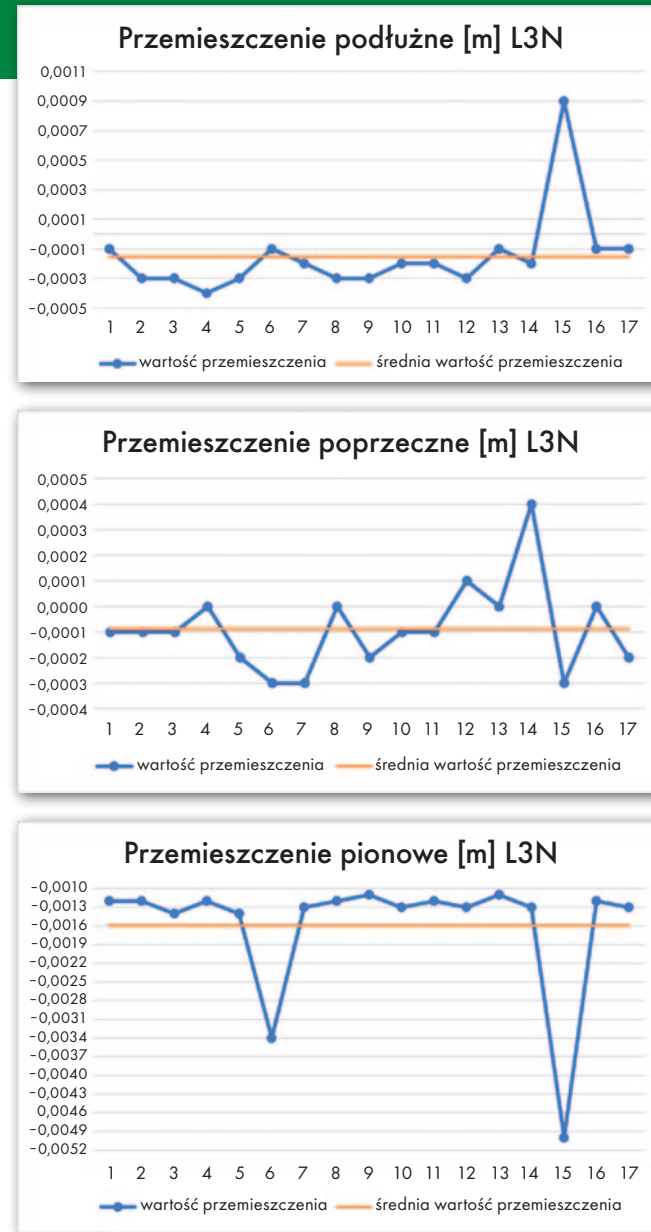
Mobilny system monitoringu przetestowaliśmy na Kolejowym Moście Gdańskim w Warszawie. Na wybór obiektu wpływ miała specyfika konstrukcji oraz dostępność infrastruktury pomiarowej. W latach 2015-2018 prowadzone były tam pomiary w ramach projektu NCBiR „Moduł pomiaru i oceny odpowiedzi dynamicznej eksploatowanych kolejowych konstrukcji mostowych MODO” i zachowała się sieć kontrolno-pomiarowa złożona z precyzyjnych pryzmatów do monitoringu metrologicznego oraz geodezyjnych folii odbłaskowych.

Kolejowy Most Gdański w Warszawie jest obiektem o długości 504,70 m przekraczającym rzekę Wisłę na 425,55 km. Składa się z dwóch konstrukcji stalowych opartych na wspólnych podporach i posiada dwa niezależne tory o szerokości 1435 mm. Most to w sumie 9 swobodnie podpartych przęseł stalowych posadowionych na przyczółkach i podporach kamiennych. Krótsze skrajne przęsła wykonane są w formie przęseł blachownicowych, natomiast długie to kratownice o różnej konstrukcji pod każdym z dwóch torów. Obiekt jest częścią obwodnicy miasta dla pociągów towarowych, w sytuacjach wyjątkowych pełni również funkcję objazdu linii kolejowej nr 2 na trasie Warszawa Centralna – Terespol.

• Analiza danych

Test monitoringu zrealizowaliśmy w konwencji stanowiska swobodnego. Z uwagi na to, że badane punkty były stabilizowane specjalnymi pryzmatami (reflektory do monitoringu Leica GPR112) oraz foliami odbłaskowymi, podczas programowania monitoringu wybraliśmy dwa tryby pomiaru: ATR (automatyczne rozpoznawanie celu dla pryzmatów) oraz ciągły tryb obserwacji zmian odległości (dla folii). Za kontrolne przyjęliśmy punkty zlokalizowane na przyczółkach mostu. Prowadzony monitoring deformacji konstrukcji postanowiliśmy zestawiać z czasami przejazdów pociągów. Notowaliśmy więc czasy przemieszczania się składów kolejowych, kiedy konstrukcja poddawana była wynikającym z tego faktu obciążeniami.

Analizując otrzymane wyniki, stwierdziliśmy, że przedział niepewności pomiaru dla pryzmatów w czasie rzeczywistym (rys. 2) już podczas wstępnej analizy charakteryzował się wyjątkowo dużą wartością rozrzutu obserwacji dla przemieszczenia podłużnego oraz pionowego. Tak jak wspomnieliśmy, należy dokładnie sprawdzić badany punkt, aby stwierdzić,



Rys. 2. Wykresy z próby monitoringu na Kolejowym Moście Gdańskim. Na ostatnim wykresie doskonale widać, kiedy przez most przejeżdżały pociągi

być tego przyczyną. Przedziały niepewności pomiaru dla obserwacji na tarczy odbłaskowej były znacznie większe: od ± 1 mm do $\pm 3,5$ mm. Podobnie jak w przypadku walidacji na terenie kampusu WAT, analizowane obserwacje poddaliśmy również testowi normalności wielowymiarowej.

Na wykresach dla pewnych punktów można zaobserwować charakterystyczne odstępstwa. Jeden z nich (rys. 2) już podczas wstępnej analizy charakteryzował się wyjątkowo dużą wartością rozrzutu obserwacji dla przemieszczenia podłużnego oraz pionowego. Tak jak wspomnieliśmy, należy dokładnie sprawdzić badany punkt, aby stwierdzić,

co jest tego przyczyną. W tym celu nie należy jednak analizować każdego wykresu z osobna, lecz wszystkie łącznie. Po porównaniu raportu z programu Leica GeoMoS z rozkładem jazdy pociągów stwierdziliśmy, że odstająca obserwacja pokrywa się z odnotowanym przejazdem składu kolejowego. Badany punkt przemieścił się pionowo o wartość około 4 mm, a poziomo około 1 mm.

Dane z pomiarów wykorzystaliśmy też do wyznaczenia przemieszczeń długookresowych. W tym celu odnieśliśmy uzyskane wyniki do tych z lat 2017 i 2018. Stwierdziliśmy, że od 2017 r. konstrukcja zachowuje stabilność, a wykryte wartości przemieszczeń

3D w newralgicznych miejscach nie przekraczają wartości 6 mm.

• Dla bezpieczeństwa

Uzyskane wyniki pokazują, że system monitoringu spełnia postawione przed nim zadania. Wykazaliśmy, że na kinematykę konstrukcji znacząco wpływa ruch składów kolejowych. Będące ich skutkiem odkształcenia wracają do stanu wyjściowego, gdy pociąg opuści most, są to więc deformacje sprężyste, w pełni naturalne i akceptowalne.

Wykorzystanie mobilnych systemów monitoringu znajduje zatem zastosowanie w zapewnieniu bezpieczeństwa mostowej infrastruktury technicznej. Pozwala w sposób wiarygodny zarządzać ryzykiem takich obiektów oraz na bieżąco oceniać ich możliwości transportowe. Ponadto dzięki takim rozwiązaniom można również w sposób wiarygodny oceniać długookresowe przemieszczenia konstrukcji, co jest szczególnie istotne w przypadku utrudnionych warunków panujących w otoczeniu takich obiektów, braku miejsca do stabilizacji wielu stanowisk pomiarowych, a także czasu, który można poświęcić na wiarygodne pozyskanie oraz opracowanie wyników pomiaru.

Sierż. pchor. inż. Michał Grudziński
Dr inż. Krzysztof Karsznia

WAT w Warszawie, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Zakład Geodezji i Nawigacji

Autorzy dziękują dr. hab. inż. Ireneuszowi Wyczałkowi, prof. Politechniki Poznańskiej, głównemu wykonawcy geodezyjnej części projektu MODO za udostępnienie infrastruktury pomiarowej Kolejowego Mostu Gdańskiego w Warszawie. Powstała praca (autor: sierż. pchor. Michał Grudziński, promotor: dr inż. Krzysztof Karsznia) zgłoszona została do konkursu Rektora WAT na najlepszą pracę dyplomową w roku akademickim 2020/2021.

Artykuł został opublikowany w GEODECIE 7/2021

Wyspy Uznam i Wolin zyskują stałe połączenie komunikacyjne

Przewiert kontrolowany

Swoimi doświadczeniami z geodezyjnej obsługi budowy tunelu w Świnoujściu dzielą się pracownicy firmy KA-RO. Inwestycja ta, jak sami przyznają, okazała się dla nich ogromną przygodą i niebywałą okazją do samorozwoju.

Na budowę w Świnoujściu trafiliśmy w lutym 2019 roku. Prace już się rozpoczęły. Właśnie kończyła się wycinka drzew i odhumusowanie. Od pierwszego dnia wpadliśmy w wir budowy. Pierwsze zlecenia dotyczyły przede wszystkim dróg i placów technologicznych oraz tymczasowych sieci uzbrojenia terenu – więc raczej standardowo. Wy-

starczył dwuosobowy zespół (jeden kameralista + jeden terenowiec) z zestawem GNSS Trimble R2 i zmotoryzowanym tachimetrem Trimble S5.

• Zaczynamy osnowę

W pierwszych dniach wykonaliśmy też kontrolę osnowy założonej przez poprzednią firmę. Odchyłki sytuacyjne nie przekraczały kilkunastu milimetrów, a wysokościowe kilku milimetrów. Do bieżącej obsługi budowy osnowa była więc w sam raz. Jednak do przeprowadzenia pod dnem cieśniny ciągu „na wisząco” o długości ponad półtora kilometra i trafienia w komorę odbiorczą z dokładnością 10 cm – to było zdecydowanie za ma-

ło. Rozpoczęliśmy zatem prace przygotowawcze do założenia osnowy o odpowiednio wysokiej dokładności.

Zaczęliśmy od analizy projektu osiadań stanowiącego część dokumentacji i tu pierwsze wyzwanie – przewidywany obszar osiadań okazał się dużo rozleglejszy niż wykonana wycinka, a przecież nie mogliśmy bazować na osnowie znajdującej się w strefie wpływów. Burza mózgów i decyzja – uzupełniamy istniejącą stabilizację o punkty poza strefą oddziaływania oraz dodajemy nowe punkty w rejonie komory startowej, możliwie daleko, ale w granicach terenu objętego inwestycją. Dzięki temu będziemy w stanie wykryć naj-

mniej zmiany położenia punktów osnowy i odpowiednio zareagować.

• Łopata nie wystarczy

Ze względu na warunki glebowe – wszechobecny piasek, zdecydowaliśmy się na głęboką stabilizację punktów osnowy. Za pomocą wiertnicy wykonaliśmy otwory o głębokości niemal 2 m i po wrzuceniu zbrojenia zalaliśmy je betonem dostarczonym z pobliskiego węzła w łyżce manitki [ładowniki teleskopowej – red.]. Dodatkowo wykorzystaliśmy rury PCW, które, pełniąc funkcję traconego szalunku, pozwoliły wydłużyć stabilizację punktu osnowy do około 1 m ponad poziom gruntu. W każdej rurze

wywierciliśmy otwór pozwalający zamontować reper, który został przytwierdzony do zbrojenia i zalany razem z całym znakiem. Tym sposobem powstało 11 trzymetrowych słupów o średnicy 30 cm, zalanych 2 m w głąb ziemi i zwieńczonych adapterem Leica gwarantującym powtarzalność centrowania lustra na punkcie. Łącznie osnowa realizacyjna składała się z 66 punktów, w tym 11 stabilizowanych „ciężką stabilizacją”.

• Pomiar osnowy

Wyznaczenie wysokości – tu bez rewolucji. Zastosowaliśmy sprawdzone wielokrotnie rozwiązanie – sieć niwelacyjną. Dwa dni pomiaru

dały łącznie 153 stanowiska i błędy położenia punktu po wyrównaniu nieprzekraczające w najgorszym przypadku 2 mm. Zadowolenie z dobrze wykonanej pracy szybko jednak ustąpiło niepokojowi. Dotarło do nas, że osnowa państwowa, do której się nawiązywaliśmy, zakładana była kilkadziesiąt lat temu, a między wyspami nie ma stałego połączenia – punkty osnowy wysokościowej na obu wyspach oddalone są, idąc lądem, o około 250 km. Nie chcąc powtórzyć historii mostu w Laufenburgu [budowany z dwóch stron, nie „zgrał się” o 54 cm – red.], zdecydowaliśmy się wykonać kontrolę wysokościową osnowy pomiędzy wyspami. Szerokość cie-

śniny w tym miejscu to około 500 m, więc niwelator nie wchodził w grę, i pomiar wykonaliśmy jednosekundowym tachimetrem Trimble S5. Wyniki były zaskakująco dobre. Odchyłka nie przekraczała 3 mm. *Chapau bas*, panowie inżynierowie ze słusznym mianem epoki!

Jeśli chodzi o pomiar sytuacyjny – tu zaczyna się robić ciekawie. Przypomnijmy, że znajdujemy się w stosunkowo wąskiej przecince w lesie, punkty osnowy mamy niebezpiecznie blisko ściany drzew, więc warunki do wykonania statyki nie są wyśmienite, a dokładności, jakich oczekujemy, muszą zagwarantować precyzyjne przeprowadzenie ogromnej maszyny pod dnem

Tunel pod Świną

Świnoujście to miasto uzdrowiskowe położone nad Świną i Morzem Bałtyckim na 3 dużych wyspach (Uznam, Wolin, Karsibór) oraz 41 małych niezamieszkałych wysepkach. Takie położenie geograficzne skutkuje dobrym skomunikowaniem poprzez drogi wodne, natomiast sporym problemem jest brak stałego połączenia wyspy Uznam z resztą kraju. Przeprawy promowe są czasochłonne, a podczas szczególnie niesprzyjających warunków pogodowych wręcz niemożliwe. Zdarza się, że wyspa Uznam jest odcięta od reszty kraju, co może zagrażać bezpieczeństwu jej mieszkańców oraz turystów. Problem komunikacji między wyspami ma rozwiązać tunel pod Świną realizowany w ramach projektu „Usprawnienie połączenia komunikacyjnego pomiędzy wyspami Uznam i Woli w Świnoujściu – budowa tunelu pod Świną”.

Inwestorem budowy tunelu jest Gmina Miasto Świnoujście, a inwestorem zastępczym – szczeciński oddział Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Wykonawcą jest konsorcjum firm PORR S.A. (lider), PORR Bau GmbH oraz Gülermak Agir Sanayi İnşaat ve Taahhüt A.S. Nadzór inżynierski pełni SWECO, a obsługę geodezyjną zapewnia firma KA-RO Sp. z o.o.

Dyrektorami kontraktu są mgr inż. Piotr Flisiak z PORR i mgr inż. Tomasz Fortuna z Gülermak, a project managerem

ze strony KA-RO – mgr inż. Adam Kołpaczynski.

Wartość brutto inwestycji wynosi 912,562 mln zł, a kwota dofinansowania z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014–2020 – 775,678 mln zł. Umowę na realizację robót podpisano we wrześniu 2018 r.

P przedmiotem inwestycji jest zaprojektowanie i budowa drogi klasy GP (droga główna ruchu przyspieszonego) pomiędzy wyspami Wolin i Uznam w Świnoujściu, na odcinku od ul. Karsiborskiej na wyspie Uznam do skrzyżowania z ul. Duńską i ul. Fińską na wyspie Wolin, o łącznej długości około 3,2 km. Przedsięwzięcie obejmuje budowę tunelu drążonego w technologii maszyny TBM (tunnel boring machine) pod cieśniną Świny o długości 1,44 km wraz z dojazdami w postaci wykopu otwartego i tunelu wykonywanego metodą stropową na wyspach Uznam i Wolin. Elementami układu drogowego są ponadto: drogi dojazdowe do tunelu, plac manewrowy, skrzyżowania – rondo na wyspie Wolin i skrzyżowanie typu T na wyspie Uznam. W ramach inwestycji zostaną też przebudowane istniejące przyległe ulice.

20 września br. maszyna TBM przewierciła betonową ścianę szczelinową komory odbiorczej na wyspie Wolin,



Fot. Gülermak
Prezydent Andrzej Duda na budowie tunelu, 16 września 2021 r.

a więc dotarła do mety. Aby zrównoważyć ciśnienie podczas wchodzenia głowicy TBM do szybu, wcześniej napełniono go wodą. Na ostatnich metrach przekopu Wyspiarce, bo tak nazwano maszynę, towarzyszyli m.in. prezydent RP Andrzej Duda, minister infrastruktury Andrzej Adamczyk, sekretarz stanu w Ministerstwie Infrastruktury Marek Gróbarczyk i zastępca prezydenta Świnoujścia Barbara Michalska. – Ten tunel staje się faktem. Przed momentem byliśmy świadkami układania ostatnich trzech pierścieni. To epokowe wydarzenie. Ogromnie się z tego cieszę. Tunel będzie służył nie tylko mieszkańcom Świnoujścia i turystom, ale całej Polsce – podkreślał 16 września prezydent RP Andrzej Duda. Przewiercenie się z wyspy Uznam na wyspę Wolin nie oznacza jednak końca prac, bo planowy termin to dopiero wrzesień 2022 r.

Damian Czekaj na podstawie materiałów Inwestora

Wejście do tunelu na wyspie Uznam na ortofotomapie wykonanej ze zdjęć z drona, 16 września 2021 r.



Źródło: GDDKiA

Plan orientacyjny inwestycji w Świnoujściu

cieśniny i trafienie w komorę odbiorczą.

•Nadciągają posiłki

W obliczu poważnego wyzwania zwróciliśmy się o pomoc do żywej legendy, jeśli chodzi o pomiary statyczne GNSS – dr. hab. Mieczysława Bakuły, profesora UWM w Olsztynie. Profesor Bakuła przywiózł cały bagażnik sprzętu – 4 zestawy Topcon Hiper II z bateriami, ładowarkami, statywami i spodarkami. Sprzęt przyjechał skonfigurowany do statyki – wystarczy włączyć odbiornik, aby ten zaczął zbierać obserwacje. Dodatkowo profesor zaprzęgił do pracy jeden z naszych odbiorników – Trimble R2, który przez wszystkie sesje pomiarowe znajdował się na jednym stanowisku i wygenerował dziesiątki dodatkowych wektorów, jeszcze lepiej spajając sieć obserwacji.

Pierwszego dnia udało się nam wykonać pomiary na punktach na wyspie Uznam oraz jedną sesję, która posłuży do połączenia obu wysp. Sesje pomiarowe były dość długie – od momentu włączenia ostatniego odbiorni-

ka, w zależności od warunków terenowych, trwały od 60 do 120 minut. W tym czasie prof. Bakuła dał nam prywatny wykład o pomiarach statycznych. Solidna porcja wiedzy. Drugiego dnia zaczęliśmy od kolejnej sesji pomiarowej łączącej obie wyspy, a następnie przeprawą promową udaliśmy się z całym sprzętem na drugą stronę cieśniny, aby pozyskać obserwacje na punktach na wyspie Wolin. Pomiary skończyliśmy późnym popołudniem.



Pomiar statyczny na „ciężko zastabilizowanym” punkcie osnowy. Od lewej: dr hab. Mieczysław Bakuła, Julita Biskup, Bartosz Biskup

Wykonaliśmy pamiątkowe zdjęcie i pożegnaliśmy naszego gościa.

Jesienią 2019 r. przeprowadziliśmy kontrolę. Zespół pomiarowy pod przewodnictwem mierniczego górniczego inż. Joachima Matei wykonał pomiar wszystkich punktów osnowy na wyspie Uznam jednosekundowym tachimetrem Trimble S5 z użyciem metody sieci modularnej. Wykorzystaliśmy 8 dodatkowych statywów ze spodarkami i lustrami, co pozwoliło centrować lustra nad wszystkimi widzianymi z danego stanowiska punktami i wykonać pomiar w seriach. Ostateczne wyniki były bardzo satysfakcjonujące. Błędy położenia punktu po wyrównaniu nie przekraczały 2 mm. Prowadzenie prac z takiej osnowy to czysta przyjemność.

•Hala i suwnice

Jednym z pierwszych poważnych obiektów, przy których wykonywaliśmy obsługę geodezyjną, była hala prefabrykacji o powierzchni ok. 2500 m², w której powstają elementy obudowy tunelu (tubingów) oraz jego wyposażenia. Beton do produkcji prefabrykatów pochodzi z wy-

budowanego tuż obok węzła betonarskiego. Obsługa geodezyjna hali polegała na wytyczeniu fundamentów, ustawieniu marek pod słupy oraz kontroli pionowości słupów podtrzymujących konstrukcję ścian i pokrycia dachowego. W hali tyczeniu podlegały również marki pod szyny dla 20-tonowej suwnicy, która służy do wyciągania odlanych w formach elementów obudowy tunelu.

Druga z suwnic, dla których tyczyliśmy szyny, jest większa, 42,5-tonowa i opuszcza elementy obudowy tunelu do komory startowej, skąd transportowane są w głąb tunelu. W tym przypadku szyny przechodzące nad komorą startową podparte są na betonowych belkach i słupach stojących na dwumetrowej grubości żelbetowym stropie komory startowej.

•Próbnymontaż pierścieni

W hali prefabrykacji ustawiono 24 formy do odlewania elementów obudowy tunelu. Każda forma stoi na 6 stalowych stopach przytwierdzonych do podłoża 4 kotwami. Formy wymagają idealnego spoziomowania. W związku z tym przed montażem form ustawiono na jednej wysokości 576 kotew, a na nich 144 stalowe marki z precyzją ±1 mm. Gdy formy zostały zamontowane, obsługa zakładu prefabrykacji wykonała próbne odlewy, które złożono na kolejnych przygotowanych specjalnie do tego celu 24 markach. Te jednak nie były ustawione na tym samym poziomie, gdyż musiały uwzględnić krzywiznę pierścienia, tak aby po zmontowaniu go jego górna część była pozioma. Różnica długości pierścienia wzdłuż osi tunelu sięga nawet 30 cm. Dzięki temu, odpowiednio obracając względem siebie kolejne pierścienie, można profilować łuki pionowe i poziome.

Kontrola geodezyjna obejmowała pomiar geometrii pierścienia. 24 formy pozwalają odlać 24 elementy obudowy (tzw. tubingi), które

można złożyć w 3 różne pierścienie. Każdy taki pierścień można z kolei ułożyć w 24 pozycjach względem poprzedniego (obracając go wokół osi tunelu co 15°). To zaś wymusza idealnie okrągły w przekroju kształt kompletnego pierścienia. Pomiar wykazał odchyłki od projektu o maksymalnie 2 mm na średnicy.

•Przykonstrukcjach żelbetowych

Kolejnym elementem wymagającym obsługi geodezyjnej były ściany szczelinowe części rampowej tunelu oraz komór startowej i odbiorczej. Tyczeniu podlegały ich osie. Następnie powstawały szalunki umożliwiające wykonanie tzw. murków prowadzących o półmetrowej szerokości, które podlegały inwentaryzacji. Umożliwiały one poprawne prowadzenie łyżki wykonującej wykop o głębokości sięgającej 40 m, w którym umieszczane były kosze zbrojeniowe zalewane betonem. W ten sposób powstały ściany szczelinowe, między którymi można było wykonać wykopy. Umożliwiło to powstanie części rampowej tunelu oraz komór startowej i odbiorczej.

W czasie budowy betonowych wjazdów do tunelu (odcinków rampowych tunelu) wymagana była wysoka precyzja wykonania płyty dennej. Na płycie zostanie ułożona za ledwie 10-centymetrową warstwę betonu asfaltowego, więc nie ma miejsca na najmniejsze przekroczenia dopuszczalnej normy. Sprawy nie ułatwiał fakt, że płyta denna nie jest pozioma, tylko ma 4% spadku podłużnego i 2,5% spadku poprzecznego. Aby prawidłowo wykonać górę płyty dennej, musieliśmy ustawić kilka tysięcy diabełków [dystansów ruchomych do określenia wysokości betonu – red.]. Tu po raz kolejny z pomocą przyszło oprogramowanie Trimble’a. Diabełki ustawialiśmy, korzystając z modelu płyty stworzonego w oprogramowaniu

Trimble Business Center. Dzięki temu znaleźliśmy dokładną wysokość płyty w dowolnym miejscu, a rozmieszczenie diabełków nie było w żaden sposób ograniczone.

Zresztą nie tylko płyty denne tyczyliśmy na podstawie modeli. W wyniku opracowania projektu powstały modele na warstwę ścieralną wszystkich dróg, wiaduktów, oczepów ścian szczelinowych, rozpór żelbetowych, stropów i płyt dennych komór startowej i odbiorczej, stropów na częściach rampowych. Praktycznie wszędzie tam, gdzie jest to możliwe, decydujemy się na stworzenie cyfrowego modelu, a następnie prowadzenie prac pomiarowych z jego wykorzystaniem.

•Pomocny tachimetr skanujący

Ciekawym wyzwaniem było wykonanie mapy odchyłek wykonanej płyty dennej na części rampowej tunelu. Klasyczny pomiar tachimetryczny nie mógł zapewnić odpowiedniej gęstości pomiaru w rozsądnym czasie. Zdecydowaliśmy się zatem na zakup najnowszego jednosekundowego tachimetru skanującego Trimble SX12. Niezaprzeczalnymi atutami tego typu urządzeń są: szybkość i dokładność pomiaru, możliwość nawiązania każdego stanowiska na osnowę oraz łatwość przetwarzania danych przy użyciu oprogramowania Trimble Business Center. Pozyskiwanie danych z prędkością 26 600 punktów na sekundę to ogromny skok technologiczny względem tradycyjnych tachimetrów. Nieporównywalna z powszechnie stosowanymi skanerami jest również dokładność pojedynczego pozyskanego w wyniku skanowania punktu. O ile przy skanerach dokładność wyznaczenia pozycji 3D zeskanowanego punktu spada zwykle w tempie około 1 mm na każde 10 m od instrumentu, a zasięg skanowania wynosi kilkadziesiąt me-



Kontrola próbnego montażu pierścienia obudowy tunelu

trów, to przy Trimble SX12 dokładność wynosi 2,5 mm na 100 m, a zasięg skanowania – nawet 600 m. Dzięki temu zyskujemy wysoki poziom zaufania do zebranych danych.

Wykorzystując SX12, pozyskaliśmy informacje o ścianach i płytach dennych na obu rampach oraz ścianach w komorach odbiorczej i startowej. Cały pomiar zajął 1 dzień. Do obróbki tak wielkiej ilości danych wykorzystujemy nieco zmęczone, ale wciąż całkiem wydajne laptopy DELL Precision serii 7000 oraz oprogramowanie Trimble Business Center. Pozwala to na automatyczne generowanie map

odchyłek, przekrojów i profili, a także obliczanie objętości i precyzyjne wskazanie miejsc wymagających poprawek.

•Osnowa na start

Zimą na przełomie 2020 i 2021 roku zakończono prace związane z przygotowaniem komory startowej, a nasz zespół zasilila jeszcze jedna osoba – mgr inż. Marcin Mucha, geodeta z ogromnym doświadczeniem przy przeprowadzaniu TBM-ów dla warszawskiego metra. Przystąpiliśmy do zakładania osnowy portalowej [w komorze startowej – red.]. Składała się z 11 stalowych trzpieni z lustrami GPH1 zakotwionych do



Skanowanie laserowe płyty dennej części rampowej tunelu



Kontrola montażu maszyny TBM w komorze startowej

stropu i ścian szczelinowych komory startowej oraz stalowego wspornika z gwintem 5/8 x 11 cala z nakręconą na stałe spodarką pozwalającą na wymuszone centrowanie.

Pomiar osnowy portalowej zajął nam cały dzień. Na szczęście trafiliśmy w okienko pogodowe i deszcz nękający nas od kilku tygodni ustał. Wyniki wyrównania spełniły nasze oczekiwania. Wciąż wstecz na punkty osnowy portalowej w komorze startowej dało błąd kierunku 1-2^{cc}. Jednak czym jest geodezja bez kontroli? W nawiązaniu do osnowy portalowej w komorze startowej przeciągnęliśmy ciąg poligonowy po powierzchni wzdłuż dróg technologicznych do nabrzeża, następnie nad cieśniną, aby ostatecznie zakończyć go na komorze odbiorczej. Obliczone z półtorakilometrowego ciągu wiszącego współrzędne punktów osnowy w rejonie komory odbiorczej różniły się od ich nominalnych współrzędnych o maksymalnie 2,5 cm. Możemy spać spokojnie.

• Nadciąg TBM

W piątek 7 października 2020 r. około 17.30 przy nabrzeżu 87 w Świnoujściu zacumował statek Da Chang. Na jego pokładzie była maszy-

na TBM do drążenia tunelu pod cieśniną Świny. Tarczę rozłożono do transportu na 129 elementów, a następnie przewieziono w rejon komory startowej.

TBM została zmontowana w komorze startowej, jednak jej ustawienie w trakcie skręcania nie było przypadkowe. Zanim suwnica zaczęła

opuszczać kolejne elementy maszyny do komory, do ściany czołowej został precyzyjnie ustawiony i przytwierdzony pierścień startowy wraz z kołyską. Dzięki temu TBM mogła zostać skrócona od razu w odpowiedniej pozycji. Było to o tyle ważne, że sterowność nad maszyną użytkowana jest dopiero po kilku-

nastu metrach drążenia, gdy cały zespół tarczy przejdzie przez ścianę czołową i schowa się w gruncie.

Pierścień startowy i kołyska to w sumie kilkadziesiąt ton stali. Przesuwanie takiej masy bez użycia dźwigu wymaga czasu. Proces przepychania siłownikami i bloczkami tej konstrukcji zajął 3 doby i przez cały ten okres niezbędna była obecność geodety.

• Punkty w tunelu

Maszyna TBM jest długa na około 100 m. Wraz z postępem drążenia zakładamy w tunelu osnowę w postaci wsporników przykręconych co 100-150 m w połowie wysokości tunelu – 6 metrów ponad dnem. Jednak ostatnie dwa wsporniki – ten z lustrzem wstecz i tachimetrem określającym położenie tarczy maszyny zamontowane są pod samym „sufitem”, co wymusza na nas montaż kolejnego, nim TBM wyjedzie spod lustra wstecz. W związku z tym przenosimy tachimetr na nowe stanowisko co 36-42 m. Tak wąskie „okienko” spowodowane jest konstrukcją górnego pokładu maszyny składającego się z dwóch około 40-metrowych „wagoników” ciągniętych przez zespół tarczy.

Tempo drążenia zmienia się wraz z warunkami glebowymi i wynosi około 10 m na dobę, choć może nawet sięgnąć 18 m na dobę. W związku z czym zdarzało się, że „okienko” na relokację wypadło w środku nocy. Co drugą relokację przeprowadzaliśmy nowy, niezależny pomiar całej osnowy w tunelu od osnowy portalowej w komorze startowej do tachimetru prowadzącego TBM. Dodatkowo co 400-500 m wybudowanego tunelu realizowaliśmy kontrolę na niezależnym ciągu poligonowym (statywy ustawione blisko osi). Dzięki temu mogliśmy wyeliminować ewentualny wpływ

warunków występujących w różnych częściach tunelu na wyniki pomiarów.

A jak wygląda kierowanie maszyną? W tylnej części zespołu tarczy w skrzynkach znajdują się dwa lustra. Boczne ścianki tych skrzynek na przemian otwierają się i zamykają tak, że tylko jedno z lusterek jest w danym momencie widoczne. Wspomniany już tachimetr wykorzystywany do nawigacji maszyny w kilkusekundowych interwałach obserwuje je na przemian. Dane te przekazywane są do komputera w sterowni i zestawiane z danymi z inklinometrów umieszczonych w przedniej i tylnej części zespołu tarczy. Dzięki temu w czasie rzeczywistym obliczana jest faktyczna pozycja głowicy tnącej, a także środka i tyłu zespołu tarczy. Pozwala to na precyzyjne sterowanie maszyną. Dopuszczalna odchyłka wykonanej osi od jej projektowanego położenia wynosi ± 10 cm. W praktyce rzadko kiedy przekraczana jest wartość 3 cm.

• Prace drogowe, mostowe i branżowe

Inwestycja obejmuje także prace drogowe: przebudowę drogi DK93, ścieżki rowerowej na wyspie Uznam, przebudowę ulic Fińskiej, Duńskiej i Skandynawskiej oraz budowę ronda wraz z włączeniami umożliwiającymi powiązanie z drogami, które będą wybudowane w ramach budowy trasy S3. Zadania geodety w zakresie „drogówki” polegają przede wszystkim na pracach inwentaryzacyjnych i kontrolnych oraz na tyczeniach. Roboty ziemne oraz układanie warstw kruszywa wykonuje się przy użyciu maszyn sterowanych z wykorzystaniem przygotowanych modeli 3D. Najwięcej prac tyczeniowych czekało nas podczas prac brukarskich (krawężniki, obrzeża itp.).

W ramach projektu powstają też dwa wiadukty. Jeden na wyspie Uznam, umożliwia-

cy przejazd nad częścią rampową tunelu (biegnącą wzdłuż istniejącej drogi DK93), oraz drugi na wyspie Wolin – również przebiegający nad częścią rampową tunelu, umożliwiający przedostanie się na parking samochodów oczekujących na wjazd na promy do Trelleborga i Ystad.

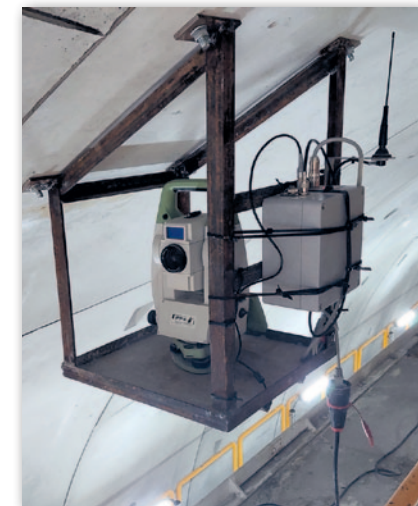
Do naszych zadań należała ponadto obsługa przebudowy sieci gazowej, kanalizacyjnej, wodociągowej, energetycznej i teletechnicznej. Powstało m.in. 6 nowych słupów wysokiego napięcia. Fundamenty głębokie na kilka metrów i milimetrowe dokładności wykonania kotew – było to dla nas nie lada wyzwanie. Przypominamy, że słupy wysokiego napięcia skręca się w pozycji leżącej, a następnie ustawia dźwigiem na wykonanym wcześniej fundamencie, a wtedy nie ma już czasu nawet na najmniejsze poprawki.

• Monitoring i drony

Działając we współpracy z firmą odpowiedzialną za monitoring, nasz zespół realizował także pomiary przemierzające odcinki ścian szczelinowych podczas wykonywania wykopów na częściach rampowych tunelu oraz w komorach startowej i odbiorczej. Badaliśmy ponadto osiadania gruntu na powierzchni nad osią tunelu

w poprzeczkach szerokości około 50 m. Pomiary te były prowadzone jednosekundowym tachimetrem Trimble S5 i w większości przypadków wykazały prognozowane przesunięcia. Ważny dla bezpieczeństwa był monitoring przesunięć rury z gazem wysokiego ciśnienia, pod którą wykonywany był wykop, konieczny do kontynuowania prac na części rampowej tunelu.

Postępy prac na powierzchni dokumentujemy również, wykonując cykliczne naloty dronem. Co ciekawe, budowa tunelu znajduje się na terenie strefy kontrolowanej CTR lotniska w Heringsdorfie. Dodatkowo po polskiej stronie granicy w bezpośrednim sąsiedztwie terenu budowy znajduje się lądowisko Lotniczego Pogotowia Ratunkowego. W związku z tym planowane loty musimy zgłaszać na 3 dni robocze przed startem i każdorazowo przed lotem prosić o zgodę kontrolera wieży w Heringsdorfie. Kontakt możliwy jest w języku angielskim lub niemieckim. Naloty wykonujemy cyklicznie co 2-3 miesiące, a wyniki w postaci ortofotomozaiki i chmury punktów przekazujemy głównemu wykonawcy oraz wykorzystujemy do sporządzania potrzebnej dokumentacji.



Tachimetr podwieszany w tunelu służący do naprowadzania TBM

Kiedy piszemy ten tekst w połowie września, TBM jest 11 m przed komorą odbiorczą. Przed nami kilkanaście kolejnych miesięcy, w czasie których prowadzone będą prace konstrukcyjne i wykończeniowe w niemal pustej jak dotąd rurze tunelu. Na powierzchni drugi zespół zadba o prawidłowe wykonanie budynku centrum obsługi, układu drogowego i innych elementów niezbędnych do funkcjonowania tunelu. Zakończenie inwestycji i oddanie trasy do użytkowania planowane jest na koniec 2022 r.

Zespół PORR, Gülermak i KA-RO

Artykuł został opublikowany w **GEODECIE 10/2021**



Geodezyjna obsługa budowy wiaduktu nad częścią rampową tunelu na wyspie Uznam

Geodezyjny monitoring okrętu Vasa

Starzenie pod kontrolą



XVII-wieczny okręt wojenny Vasa to jedna z największych atrakcji nie tylko Sztokholmu, ale i całej Szwecji. By zachować ten bezcenny zabytek dla przyszłych pokoleń, niezbędne było objęcie go unikatowym systemem monitoringu.

Jerzy Królikowski

Pierwsze, co czuje się po wejściu latem do Muzeum Vasy w Sztokholmie, to przenikliwy chłód. Jego źródłem nie jest jednak surowy skandynawski klimat, ale zaawansowany system wentylacji, który musi utrzymywać w tym rozległym obiekcie stałą temperaturę 18,5°C oraz wilgotność 51–59%. W ocenie naukowców właśnie takie parametry powietrza są optymalne dla głównego bohatera placówki – szwedzkiego okrętu wojennego Vasa, który co roku ogląda nawet półtora miliona turystów. Wrażenie robią nie

tylko imponujące wymiary i waga jednostki, ale także ponad pół tysiąca zdobiących ją barokowych rzeźb z przedstawieniami m.in. szwedzkiego króla, rzymskich cesarzy, postaci z mitologii, a nawet polskiego szlachcica w karykaturalnej pozie.

Ale wyjątkowość zabytku wynika przede wszystkim z tego, że statek przeleżał na dnie jednej z bałtyckich zatok, bagatela, 333 lata, a mimo to dotrwał do naszych czasów w zaskakująco dobrym stanie. Paradoksalnie to zasługa małego słonecznego i mocno zanieczyszczonej wody w zatoce Saltsjön, gdzie przez trzy wieki spoczywał okręt. Jednak po

wydobyciu na powierzchnię tempo rozkładu znacznie przyspieszyło. Nad jego spowolnieniem od kilku dekad nieustannie pracuje sztab naukowców z różnych specjalności, uczelni i krajów. Efektem tych działań jest nie tylko wspomniany system wentylacji, ale np. opracowanie substancji konserwującej drewno czy specjalnych bolców wzmacniających konstrukcję. Są to pionierskie prace, gdyż nikt wcześniej nie stanął przed zadaniem zakonserwowania tego typu obiektu. Wiele działań realizowanych jest metodą prób i błędów. By te błędy były jak najmniejsze, okręt objęto systemem moni-

toringu geodezyjnego – oczywiście również pionierskiego.

• Jaka piękna katastrofa

Budowę okrętu Vasa zlecił król Szwecji Gustaw II Adolf z dynastii Wazów, zwany Lwem Północy. Prace ruszyły w roku 1626, gdy kraj ten był u szczytu swojej militarnej potęgi, a zamówiony galeon miał tę potęgę potwierdzać. Jednostka ważyła 1210 ton (więcej niż 4 jumbo jety), miała 69 metrów długości i 12 metrów szerokości, a najwyższy maszt wznosił się blisko 30 metrów nad pokładem. Całość zbudowano ze szlachetnego czarnego dębu, ozdobiono mnóstwem pie-

czołowicie wykonanych kolorowych rzeźb oraz uzbrojono w 64 działa rozmieszczone na dwóch pokładach. Okręt powstał m.in. z myślą o wojnie z Rzeczpospolitą, która pod rządami Zygmunta III Wazy uważała Gustawa II Adolfa za uzurpatora do szwedzkiego tronu.

Jednostce nie udało się jednak wypłynąć choćby poza Sztokholm. Do jej zatopienia wystarczył silniejszy podmuch wiatru. Gdy statek mocno się przechylił, przez otwarte furty działowe wlała się woda. Okręt zatonął na oczach tłumów 10 sierpnia 1628 r., przepłynąwszy podczas swojego dziewiczego rejsu zaledwie milę.

Ta spektakularna wizerunkowa porażka oczywiście wymagała natychmiastowego wskazania winnych i ich ukarania. Śledczy pod uwagę brali m.in. winę kapitana, załogi bądź projektantów i budowniczych okrętu. Ba, roz-

ważano nawet polski sabotaż! Ostatecznie skończyło się na niczym. Dziś większość ekspertów jest zgodna, że główną przyczyną zatonięcia było nieprawidłowe zaprojektowanie okrętu, w tym jego złe wyważenie. Z powodu wysokiego i wąskiego kadłuba oraz niewystarczającej ilości balastu środek ciężkości znajdował się bowiem zbyt wysoko. W tym kontekście brak wskazania winnych nie powinien dziwić, gdyż projekt okrętu własnym podpisem zaakceptował... król Gustaw II Adolf.

Po zamknięciu śledztwa podjęto kilka prób podniesienia okrętu. W ówczesnych realiach było to jednak zadanie niewykonalne. Jedyne, co się udało, to wydostać armaty przy użyciu dzwonów nurkowych. Okręt popadł następnie w zapomnienie aż na trzy stulecia – świat przypominał sobie o Vasio dopiero w 1956 r., gdy na dnie zatoki Saltsjön odnalazł go archeo-

log amator Anders Franzén. Krótko po tym ruszyły prace nad podniesieniem wraku, co ostatecznie udało się w kwietniu 1961 roku. I od razu rozpoczął się wyścig z czasem, by spowolnić rozkład okrętu. Początkowo skupiono się na jego zwilżaniu, później rozpoczęto powolne osuszanie połączone z systematycznym spryskiwaniem jednostki politlenkiem etylenu (PED). Galeon wystawiono na widok publiczny w 1962 roku, a w obecnym budynku muzeum jest dostępny od roku 1989.

• Miarka to za mało

Przez blisko cztery dekady od wydobycia prawdziwa geodezja była przy konserwacji Vasy praktycznie nieobecna. Jak przyznają pracownicy muzeum, wykorzystywano co najwyżej... miarkę. Jednocześnie było jasne, że konstrukcja okrętu ulega coraz większym deformacjom. Od

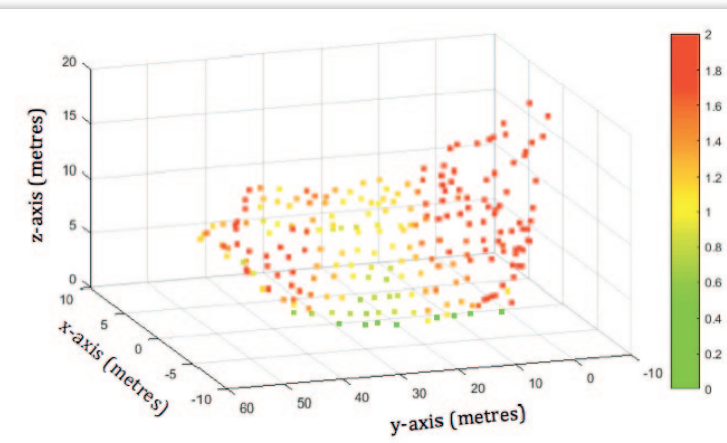
momentu wydobycia mechaniczna wytrzymałość drewnianych struktur galeonu spadła bowiem o 40%, a w niektórych miejscach nawet o 80%. Nie wiadomo było jednak, gdzie związane z tym deformacje występują ani jaka jest ich wielkość. W połowie lat 90. podjęto decyzję o konieczności objęcia Vasy systemem monitoringu. Zadanie to powierzono naukowcom z Wydziału Geodezji i Satelitarnego Pozycjonowania Królewskiego Instytutu Technicznego (KTH). Muzeum chciało, by system był z jednej strony bardzo dokładny, zapewniał porównywalność wyników w długim okresie oraz pozwalał na łatwą rozbudowę. Z drugiej strony miał być też prosty w obsłudze, no i nie puścić placówki z torbami.

Podobnie jak w przypadku metod konserwacji okrętu specjaliści z KTH nie mogli skorzystać z gotowego roz-

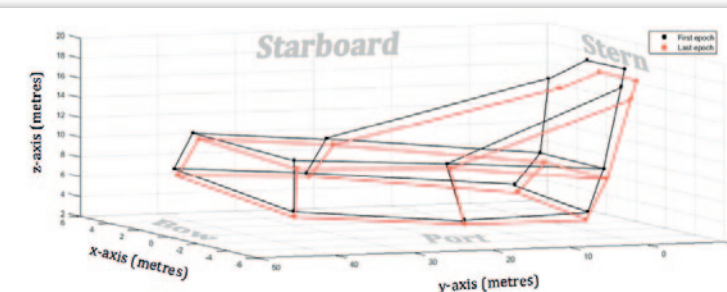


Fot. Amelie Karlsson, Vasa Museum/SMITH

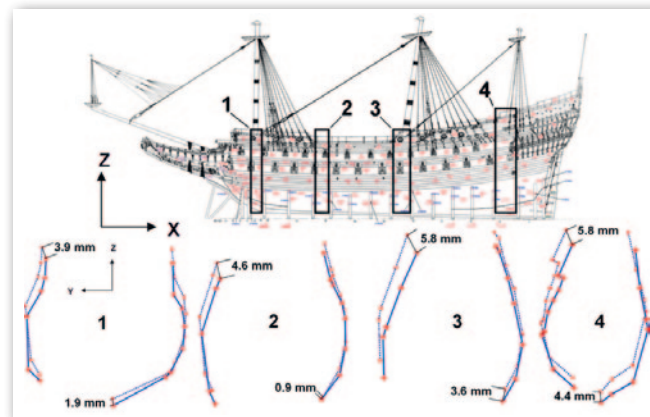
Kurator Muzeum Vasy Monika Ask oraz technik konserwator Ove Olsen w trakcie pomiarów



Średnia prędkość przemieszczeń dla monitorowanych punktów w mm/rok



Trójwymiarowa wizualizacja przemieszczeń monitorowanych punktów w 50-krotnym powiększeniu



Wizualizacja deformacji kadłuba na potrzeby opracowania nowych podpór

wiązania, lecz musieli opracować cały system niemal od podstaw. Pewną inspirację stanowił jedynie monitoring wdrożony na zabytkowym okręcie Cutty Sark w londyńskiej dzielnicy Greenwich, w sąsiedztwie którego trwały szeroko zakrojone prace budowlane.

Ostatecznie zdecydowano, że monitoring Vasy będzie bazował na pomiarach tachi-

Rekonstrukcja rzeźby polskiego szlachcica pochodząca z okrętu

metrycznych. W tym celu na betonowych elementach konstrukcji muzeum zamontowano 24 pryzmaty stanowiące punkty osnowy. Ich współrzędne w układzie lokalnym wyznaczono z dokładnością od 0,1 do 0,6 mm. Następnie na okręcie umieszczono 350 specjalnie zaprojektowanych celów z czerwonej folii odbłaskowej. Przylepiono je przede wszystkim na niewielkich odwiertach wydrążonych wcześniej w celu zbadania stopnia penetracji drewna przez PED. Choć liczba tych punktów wydaje się spora, to rozmiary okrętu w połączeniu z kolorem folii sprawiają, że są one dla turystów niemal niewidoczne.

• Żmudne zbieranie danych

System monitoringu ruszył w roku 2000. Początkowo bazował na pomiarach realizowanych cztery razy do roku przy użyciu zmotoryzowanego tachimetru Leica TDA5005. Lokalizacje stanowisk nie są stałe, więc w każdej sesji pomiarowej w pierwszej kolejności wyznacza się współrzędne instrumentu w nawiązaniu do najbliższych punktów osnowy. Następnie tachimetr automatycznie kieruje obiektyw na kolejne punkty na okręcie, a obowiązkiem operatora jest jedynie dokładne docelowanie. By zachować wysoką wiarygodność wyników, każdy punkt mierzony jest dwukrotnie z dwóch stanowisk. Podczas każdej sesji z około

50 stanowisk rozmieszczonych na wszystkich pięciu poziomach muzeum wykonuje się blisko 2 tys. pomiarów z dokładnością w granicach 1 mm. Teoretycznie do wykonania tych prac wystarczyłoby dwóch pracowników. By jednak uniknąć przemęczenia żmudnymi i powtarzalnymi czynnościami, w pomiarach uczestniczy 5 osób. Każda sesja pomiarowa trwa do dwóch tygodni, a kilka kolejnych dni zajmuje opracowanie wyników.

Z biegiem lat system był oczywiście modernizowany. W 2002 roku rozbudowano go o kolejnych 50 punktów – tym razem zlokalizowanych wewnątrz okrętu, na obu pokładach działowych. Co istotne, w przypadku 33 z nich zamiast folii zastosowano pryzmaty, co dzięki technologii automatycznego rozpoznawania celu (ATR) usprawnia pomiar. Do prac zaprzęgnięto ponadto nowszy instrument – obecnie służy do tego Leica Nova TS50. Przy okazji częstotliwość monitoringu zmniejszono do 2 sesji rocznie. Pomiary wykonywane są w okresach najmniejszego ruchu turystycznego. Jak szacują przedstawiciele muzeum, gdyby monitoring realizować tylko w standardowych godzinach zamknięcia muzeum, jedna sesja zajmowałaby nawet miesiąc. Ograniczanie dostępu do obiektu w szczycie sezonu oznaczałoby zaś spore straty. Poza turystami pomiary utrudnia

słabe oświetlenie, uwarunkowane oczywiście ochroną powierzchni statku. Problem ten rozwiązano, stosując specjalny lekki wózek z 3 lampami zasilanymi bateriami.

• Milimetry jak na dłoni

Pierwsze wyniki monitoringu opublikowano w 2003 r. na podstawie raptem 6 sesji pomiarowych. Potwierdziły one podejrzenia konserwatorów – drewno stanowi „żywy” materiał, który reaguje na to, co się dzieje w jego otoczeniu. Najbardziej wyraźnym trendem dostrzeżonym w danych jest osiadanie okrętu w średnim tempie 1 mm/rok. W ocenie ekspertów uzyskane wyniki nie są jednak niepokojące.

Po blisko 15 latach zestaw danych ze znacznie dłuższego okresu (22 sesje) wziął pod lupę zespół naukowców z KTH oraz Wyższej Szkoły Väst. Stosując bardziej zaawansowane metody przeliczeniowe, potwierdzili, że deformacje zachodzą głównie w pionie, przy czym największe są na dziobie i rufie, czyli w miejscach, które nie są podtrzymywane przez specjalne podpory. Tempo osiadania dochodzi tam do 2 mm/rok, a przyspieszenie wynosi maksymalnie 0,1 mm/rok². Stwierdzono także nieznaczny obrót kadłuba zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

Wyniki powyższych prac wpłynęły na decyzję o zaprojektowaniu zupełnie nowych podpór, tak aby ciężar jednostki spoczywał na nich bardziej równomiernie. Jest to obecnie jedno z głównych wyzwań stojących przed zespołem ekspertów dbających o kondycję Vasy.

• Można lepiej. Ale czy warto?

Monitoring Vasy stanowi świetny przykład tego, że mimo szybkiego postępu technologicznego w geodezji tachimetry wciąż są przydatnym narzędziem pomiarowym nawet w zaawansowanych projektach. Oczywiście niejed-



Bogato zdobiona rufa statku

czytelnik zauważy, że prace te można realizować dokładniej, szybciej oraz bardziej szczegółowo, choćby wykorzystując skanery laserowe. Zmiana technologii utrudniałaby jednak porównywanie wyników z całego okresu monitoringu. Dochodzi tu także kwestia nadmiarowości danych i niebagatelny dla muzeum problem kosztów i trudności obsługi.

Ale przedstawiciele muzeum nie pozostawiają

złudzeń – nawet najnowocześniejsze i najbardziej zaawansowane technologie nie zatrzymają rozkładu Vasy. Proces ten można jedynie spowolnić. Cieszy jednak, że niemałe zasługi w tych wysiłkach mają również geodeci.

Jerzy Królikowski

Literatura

- [1] J. Jacobson: Measuring the Vasa, „Transactions on the Built Environment”, vol. 65, 2003;
- [2] M. Eshagh, F. Johansson, L. Karlsson, M. Horemuz: A case

study on displacement analysis of Vasa warship, „Journal of Geodetic Science” 8/2018;

[3] Vasa Museet: Deformation monitoring, <https://www.vasamuseet.se/en/research/support-vasa/deformation-monitoring>

[4] Leica Geosystems: Easing the ravages of time, <https://leica-geosystems.com/ko-kr/case-studies/monitoring/easing-the-ravages-of-time>

[5] T. Lechner, I. Bjurhager, R. Kliger: Strategy for developing a future support system for the Vasa warship and evaluating its mechanical properties, „Heritage Science”, 1/2013.

Przegląd nowości na rynku tachimetrów elektronicznych

Robotyki w natarciu

Dystrybutorzy sprzętu pomiarowego zgodnie deklarują, że wśród tachimetrów największym zainteresowaniem cieszą się teraz instrumenty zrobotyzowane. Ich oferta na polskim rynku stale się poszerza.

Jerzy Królikowski

Rosnąca popularność „robotyków” nie powinna dziwić, gdyż ich zalecą jest możliwość znaczącego podniesienia wydajności. Przede wszystkim chodzi tu o możliwość wykonania w pojedynkę tego, co dotychczas robiły dwie osoby. A często bywa nawet tak, że działając samodzielnie, można mierzyć szybciej i z mniejszym ryzykiem błędów niż przy wsparciu pomiarowego. Inwestycja w robotyka oznacza zatem wymierną oszczędność czasu i pieniędzy. Takich korzyści nie zapewniają oczywiście tachimetry obsługiwane tradycyjnie, nawet jeśli oferują pewne innowacyjne rozwiązania (o których piszemy w dalszej części artykułu).

Ten rosnący popyt na tachimetry do pracy jednoosobowej wyraźnie odczuwają dystrybutorzy, którzy w związku z tym systematycznie zwiększają ofertę tej kategorii sprzętu. W najnowszej edycji naszego niezbędnika TACHIMETRY doliczyliśmy się aż siedmiu zrobotyzowanych premier. Idąc w kolejności alfabetycznej, pierwszą z nich jest **Carlson** CRx stanowiący udoskonaloną wersję serii CR+. Swoją ofertę odświeżyła także szwajcarska marka **GeoMax**

(część grupy Hexagon), prezentując modele Zoom 75 i 95. Wyróżnia je choćby zmodyfikowany dalmierz, wyświetlacz czy wbudowana pamięć. Jedną z ważniejszych zrobotyzowanych nowości jest Focus 50 marki **Spectra Geo-spatial**. Od starszego modelu oznaczonego liczbą 35 tachimetr ten różni się nie tylko obudową, ale również cichszymi, szybszymi oraz mniej

z wyglądu niczym nie różni się od wprowadzonego w 2016 roku SX10, to wewnątrz znajdziemy kilka istotnych ulepszeń, jak choćby wskaźnik laserowy. Producent podkreśla, że wykorzystuje on zielony laser, dzięki czemu plamka jest dobrze widoczna nawet na dużych odległościach (fot.). Trimble chwali się także udoskonalonym obrazowa-

my do obszernego artykułu opublikowanego w **GEODETASTAWIENIE 11/2021**.

Dla wielu polskich geodetów głównym argumentem przeciwko zakupowi robotyka wciąż pozostaje cena. Mimo rosnącego wyboru koszt podstawowego zestawu do pracy jednoosobowej nadal sięga około 50 tys. zł. Kiedy doczekamy się wyraźnych przecen? To w dużej mierze zależy od producentów z Państwa Środka, ci jednak – mimo lat oczekiwań – wciąż nie zdecydowali się wkroczyć na ten atrakcyjny, ale wymagający technologicznie rynek.

Na razie – jak pokazuje lektura naszego zestawienia – ich sprzęt ewoluuje w innym kierunku. Przykładem jest kilka nowych tachimetrów wyposażonych w kolorowy ekran oraz system operacyjny Android. W swojej ofercie mają go już marki: **Kolida**, **South** oraz **Ruide**. Dlaczego nie znajdziemy tego u Leiki, Topcon czy Trimble’a? Cóż, ci producenci – jak już wspomnieliśmy – stawiają na obsługę jednoosobową, a więc z wykorzystaniem zewnętrznego rejestratora. Ich instrumenty często sprzedawane są już zatem w ogóle bez wbudowanego wyświetlacza. W tej kategorii sprzętu pomiarowego różnice między rozwiązaniami chińskimi i zachodnimi stały się szczególnie wyraźne. ■



Nowość Trimble’a – jednoosobowy tachimetr SX12

zawodnymi serwowatorami działającymi w technologii magnetycznej w miejsce dotychczasowej mechanicznej (więcej o instrumencie **na s. 4**). Oferta **Topcon** wzbogaciła się z kolei o serie GT-600 oraz GT-1200. Wśród kluczowych zmian producent zwraca uwagę na możliwość jednoosobowego pomiaru z częstotliwością nawet 10 Hz, co powinno przekładać się na wyraźnie płynniejszą pracę. **Trimble** zaprezentował z kolei model SX12. Choć

TACHIMETRY

| MARKA | Carlson | E-Survey | GeoMax |
|---|--|--|---|
| MODEL | CRx | E3, E3L | Zoom 10 |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2021 | 2021 | 2019 |
| POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU | absolutna, diamentryczna, ciągła | absolutna | absolutna, diamentryczna, ciągła |
| Dokładność | 1", 2", 3" lub 5" | 2" | 2" |
| Najmniejsza wyświetlana jednostka | 0,1" | 1" | 1" |
| Kompensator; dokładność; zakres | podwójna kompensacja każdej osi; 0,5-1,5"; 4' | dwuosiowy; 1"; 3' | podwójna kompensacja każdej osi; 1"; 3' |
| Luneta – powiększenie; średnica [mm] | 30x; 40 | 30x; 50 | 30x; brak danych |
| Minimalna ogniskowa [m] | 1,7 | 1,5 | 1,5 |
| POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU | fazowa | fazowa | fazowa |
| Dokładność [mm + ppm] | | | |
| • z lustrem | 1 + 1,5 | 2 + 2 | 2 + 2 |
| • z tarczką celowniczą | 5 + 2 | brak danych | 2 + 2 |
| • bez lustra | 2 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 |
| Zasięg [m] | | | |
| • z jednym lustrem | do 3500 | 5000 | 3000 |
| • z trzema lustrami | brak danych | 5000 | 6000 |
| • z tarczką celowniczą | brak danych | 500 | 800 |
| • bez lustra | 500 lub 1000 | 800 | 350 |
| Czas [s] | | | |
| • w trybie dokładnym (inicjalny) | 2,4 | 0,3 | 1,5 |
| • w trybie trackingu | 0,15 | 0,2 | 0,5 |
| Tryb skanowania (prędkość) | brak | brak | brak |
| SERWOMOTORY | | | |
| Wyszukiwanie i śledzenie lustra | tak | nie | nie |
| Jednoosobowa stacja robocza | tak | nie | nie |
| Szybkość [st./s] | 45 | nie dotyczy | nie dotyczy |
| WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA | | | |
| Jednostronna/dwustronna | dwustronna (opcja) | dwustronna | dwustronna (opcja) |
| Rozmiar | 800 x 480 px (5 cali WVGA) | 160 x 90 px (monochromatyczny z podświetleniem) | 160 x 96 px |
| Kolorowy; dotykowy | tak; tak | tak; tak | nie; nie |
| Liczba klawiszy | 25 | 30 | 28 |
| REJESTRACJA DANYCH | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | 2 GB | >50 000 pkt | 20 000 pkt |
| Typ pamięci zewnętrznej | SD, USB | pendrive | SD |
| Wymiana danych | RS-232, USB, SD, Bluetooth dalekiego zasięgu | RS-232, miniUSB, karta SD, Bluetooth | RS-232, miniUSB |
| OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE | | | |
| System operacyjny | Windows EC 7.0 | Esurvey | Windows Embedded CE |
| Funkcje pomiarowe i obliczeniowe | pomiar, wcięcie, tyczenie, pomiar pkt niedostępnego, pomiar mimośrodowy, czółówki, linia referencyjna, COGO, rysowanie CAD, obsługa rastrów, moduł drogowy | obliczanie odległości skośnej, poziomej i wysokości, wcięcie, obliczanie powierzchni, tyczenie punktów i linii, projektowanie tras, nawigacja, liczenie pkt niedostępnych, COGO i inne | pomiar, wcięcie, tyczenie, tyczenie od prostej, COGO, czółówki |
| 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 |
| BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ | Li-Ion | 2 Li-Ion (2900 mAh) | Li-Ion |
| Ciągły pomiar kątów [h] | do 8 | brak danych | 16 |
| Pomiar kątów i odległości [h] | brak danych | 2 (2 baterie) | brak danych |
| INNE | | | |
| Praca na obrazie z kamery | nie | nie | nie |
| Diody do tyczenia | tak | tak | nie |
| Pionownik laserowy | tak | tak | tak |
| Waga instrumentu z baterią [kg] | 5,3 | 5,5 | 5,3 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP55 | IP55 | IP54 |
| Temperatura pracy [°C] | -20 do 50 | -20 do 50 | -20 do 50 |
| Wypożyczenie 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 |
| Gwarancja [miesiące] | 24 | 12 | do 36 |
| Cena netto zestawu standardowego [zł] | brak danych | brak danych | od 10 990 |
| Informacje dodatkowe | STReAM360 (Scout, TRack, AiM), X-Motion Hybrid Drives, accXess EDM, NavLight, GeoTRAIL, obsługa przez SurvCE/SurvPC/Layout | - | współpraca z oprogramowaniem Xpad |
| Dystrybutor | Carlson Software | Art-Geo | Geoline |

TACHIMETRY

| | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|
| MARKA | GeoMax | GeoMax | GeoMax | | GeoMax | GeoMax | GeoMax | GeoMax |
| MODEL | Zoom 25 | Zoom 40 | Zoom 50 | | Zoom 70 | Zoom 75 | Zoom 90 | Zoom 95 |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2018 | 2018 | 2018 | | 2018 | 2021 | 2016 | 2021 |
| POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU | absolutna, diometryczna, ciągła | absolutna, diometryczna, ciągła | absolutna, diometryczna, ciągła | | absolutna, diometryczna, ciągła | absolutna, diometryczna, ciągła | absolutna, diometryczna, ciągła | absolutna, diometryczna, ciągła |
| Dokładność | 1", 2" lub 5" | 2" lub 5" | 1", 2" lub 5" | | 1", 2" lub 5" | 1", 2" lub 3" | 1", 2" lub 5" | 1", 2" lub 3" |
| Najmniejsza wyświetlana jednostka | 0,1" | 1" | 0,1" | | 0,1" | 0,1" | 0,1" | 0,1" |
| Kompensator; dokładność; zakres | 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´ | 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; 40 | 30x; 40 | | 30x; 40 | 30x; 40 | 30x; 40 | 30x; 40 |
| Minimalna ogniskowa [m] | 1,7 | 1,7 | 1,7 | | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |
| POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU | fazowa | fazowa | fazowa | | fazowa | fazowa | fazowa | fazowa |
| Dokładność [mm + ppm] | | | | | | | | |
| ● z lustrem | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 |
| ● z tarczką celowniczą | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 |
| ● bez lustra | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 |
| Zasięg [m] | | | | | | | | |
| ● z jednym lustrem | 3500 | 3500 | 3500-10 000 | | 3500-10 000 | 3500-10 000 | 3500-10 000 | 3500-10 000 |
| ● 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 | | brak danych | 800 | brak danych | 800 |
| ● bez lustra | 500 | 500 | A5: 500; A10: 1000 | | A5: 500; A10: 1000 | A5: 500; A10: 1000 | A5: 500; A10: 1000 | A5: 500; A10: 1000 |
| Czas [s] | | | | | | | | |
| ● w trybie dokładnym (inicjalny) | 2,4 | 2,4 | 2,4 | | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| ● w trybie trackingu | 2,0 | 0,5 | 1,0 | | 0,8 | 0,15 | 0,8 | 0,15 |
| Tryb skanowania (prędkość) | brak | brak | brak | | brak | brak | brak | brak |
| SERWOMOTORY | | | | | | | | |
| Wyszukiwanie i śledzenie lustra | nie | nie | nie | | tak | tak | tak | tak |
| Jednoosobowa stacja robocza | nie | nie | nie | | tak | tak | tak | tak |
| Szybkość [st./s] | nie dotyczy | nie dotyczy | nie dotyczy | | 45 | 45 | 45 | 45 |
| WYŚWIETLACZ I KŁAWIATURA | | | | | | | | |
| Jednostronna/dwustronna | dwustronna (opcja) | dwustronna (opcja) | dwustronna (opcja) | | dwustronna (opcja) | dwustronna (opcja) | dwustronna (opcja) | dwustronna (opcja) |
| Rozmiar | 280 x 160 px | 320 x 240 px (Q-VGA) | 320 x 240 px (Q-VGA) | | 640 x 480 px (full VGA LED) | 5 cali, 800 x 480 px (WVGA LED) | 640 x 480 px (full VGA LED) | 5 cali, 800 x 480 px (WVGA LED) |
| Kolorowy; dotykowy | nie; nie | tak; tak | tak; tak | | tak; tak | tak; tak | tak; tak | tak; tak |
| Liczba klawiszy | 24 | 24 | 24 | | 35 | 25 | 35 | 25 |
| REJESTRACJA DANYCH | | | | | | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | 50 000 pkt | 2 GB | 50 000 pkt | | 1 GB | 2 GB | 1 GB | 2 GB |
| Typ pamięci zewnętrznej | pendrive | pendrive | pendrive | | SD, pendrive | SD, pendrive | SD, pendrive | SD, pendrive |
| Wymiana danych | RS-232, USB, Bluetooth | USB, miniUSB, Bluetooth | RS-232, USB, Bluetooth | | RS-232, USB, SD, Bluetooth (klasa 2 i dal. zasięgu) | RS-232, USB, SD, Bluetooth | RS-232, USB, SD, Bluetooth (dalekiego zasięgu) | RS-232, USB, SD, Bluetooth |
| OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE | | | | | | | | |
| System operacyjny | Windows Embedded CE | Open Windows CE | Windows Embedded CE | | Windows CE 6.0 | Windows EC 7.0 | Windows CE 6.0 | Windows EC 7.0 |
| Funkcje pomiarowe i obliczeniowe | pomiar, wcięcia, tyczenie, tyczenie od prostej, wysokość niedostępna, pomiar mimośrodowy, czołówki, powierzchnia i objętość, linia referencyjna, łuk bazowy, COGO | pomiar, wcięcia, tyczenie osi, pomiar pkt niedostępnego, pomiar mimośrodowy, czołówki, tyczenie, linia referencyjna, COGO, rysowanie CAD, obsługa rastrów, moduł drogowy i pomiary objętości (opcja) | pomiar, wcięcia, tyczenie, tyczenie od prostej, wysokość niedostępna, pomiar mimośrodowy, czołówki, powierzchnia i objętość, linia referencyjna, łuk bazowy, COGO, moduł drogowy | | pomiar, wcięcia, tyczenie osi, pomiar pkt niedostępnego, pomiar mimośrodowy, czołówki, tyczenie, linia referencyjna, COGO, rysowanie CAD, obsługa rastrów, moduł drogowy i pomiary objętości (opcja) | pomiar, wcięcia, 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) | pomiar, wcięcia, tyczenie osi, pomiar pkt niedostępnego, pomiar mimośrodowy, czołówki, tyczenie, linia referencyjna, COGO, rysowanie CAD, obsługa rastrów, moduł drogowy i pomiary objętości (opcja) | pomiar, wcięcia, 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) |
| Formaty wymiany danych | 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 | GSI, ASCII, IDX, WinKalk, C-Geo, inne | GSI, ASCII, IDX, WinKalk, C-Geo, inne |
| BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ | Li-Ion | Li-Ion | Li-Ion | | Li-Ion | Li-Ion | Li-Ion | Li-Ion |
| Ciągły pomiar kątów [h] | 16 | 8 | 16 | | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Pomiar kątów i odległości [h] | brak danych | brak danych | 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 | nie | nie | nie | | tak | tak | tak | tak |
| Pionownik laserowy | tak | tak | tak | | tak | tak | tak | tak |
| Waga instrumentu z baterią [kg] | 4,5 | 5,3 | 4,5 | | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP55 | IP54 | IP55 | | IP55 | IP55 | IP55 | IP55 |
| Temperatura pracy [°C] | -20 do 50 (opcja: od -30) | -20 do 50 | -20 do 50 (opcja: od -30) | | -20 do 50 | -20 do 50 | -20 do 50 | -20 do 50 |
| Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem) | 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 | | bateria, ładowarka sieciowa i samochodowa, kabel USB, tyczka z lustrem 360°, zestaw narzędzi, osłona przeciwsłoneczna, karta SD | 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] | do 36 | do 36 | do 36 | | do 36 | do 36 | do 36 | do 36 |
| Cena netto zestawu standardowego [zł] | brak danych | brak danych | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | brak danych |
| Informacje dodatkowe | - | współpraca z oprogramowaniem Xpad, Field Genius, SurvCE | - | | technologie: Serwo, Track 360°, Aim360°, integracja z GNSS, X-Pole | technologie: Servo, Track 360°, AiM, GeoTrail, integracja z GNSS, X-Pole | technologie: Servo, Scout 360°, Track 360°, Aim360°, integracja z GNSS, X-Pole | technologie: Servo, Scout 360°, Track 360°, AiM, GeoTrail, integracja z GNSS, X-Pole |
| Dystrybutor | Geoline | Geoline | Geoline | | Geoline | Geoline | Geoline | Geoline |

| TACHIMETRY | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|---|---|---|
| MARKA | Hi-Target | Hi-Target | Hi-Target | | Kolida | Kolida | Kolida | Kolida |
| MODEL | HTS-420R | ZTS-320R | ZTS-360R | | CTS-661/CTS-662R10 | KTS-472R6Lc/472R10Lc | KTS-472R10Lc/472R20L | KTS-552R15 |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2018 | 2019 | 2019 | | brak danych | 2017 | brak danych | 2022 |
| POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU | absolutna | absolutna | absolutna | | absolutna | absolutna | absolutna | absolutna, ciągła |
| Dokładność | 2″ | 2″ | 2″ | | 1″/2″ | 2″/5″ | 2″/5″ | 2″ |
| Najmniejsza wyświetlana jednostka | 1″ | 1″ | 1″ | | 0,1″/1″ | 0,1″ lub 1″ | 0,1″ | 0,1″ |
| Kompensator; dokładność; zakres | dwuosiowy; 1″; 3′ | dwuosiowy; 1″; 3′ | dwuosiowy; 1″; 3′ | | dwuosiowy; 1″; 6′ | dwuosiowy; 1″; 3′ | dwuosiowy; 1″; 3′ | dwuosiowy; 1″; 4′ |
| Luneta – powiększenie; średnica [mm] | 30x; 45 | 30x; 45 | 30x; 45 | | 30x; 45 | 30x; 45 | 30x; 45 | 30x; 45 (EDM: 50) |
| Minimalna ogniskowa [m] | 1,2 | 1,2 | 1,2 | | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 |
| POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU | fazowa | fazowa | fazowa | | fazowa | fazowa | fazowa | fazowa |
| Dokładność [mm + ppm] | | | | | | | | |
| ● z lustrem | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 |
| ● z tarczką celowniczą | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | | 3 + 2 | 3 + 2 | 2 + 2 | brak danych |
| ● bez lustra | 3 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 | | 3 + 2 (<300 m), 5 + 2 (300-600 m), 10 + 2 (>600 m) | 3 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 |
| Zasięg [m] | | | | | | | | |
| ● z jednym lustrem | 3000 (dobre warunki) | 3000 (dobre warunki) | 3000 (dobre warunki) | | 3500 | 5000 | 5000 | 5000 |
| ● z trzema lustrami | 6000 (dobre warunki) | 6000 (dobre warunki) | 6000 (dobre warunki) | | 5000 | 8000-10 000 | brak danych | brak danych |
| ● z tarczką celowniczą | 800 | 800 | 800 | | 1000 | 800 | 1000 | brak danych |
| ● bez lustra | 600 | 600 | 600 | | 1000 | 600/1000 | 1000/2000 | 800 lub 1500 (opcja: 2000) |
| Czas [s] | | | | | | | | |
| ● w trybie dokładnym (inicjalny) | 1,5 | 1,5 | 0,8 | | 0,35 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| ● w trybie trackingu | 0,5 | 0,5 | 0,3 | | 0,25 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 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 | 280 x 160 px (6 linii x 25 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 | 640 x 480 px | 5 cala, 720 x 1280 px (TFT LCD) |
| Kolorowy; dotykowy | nie; nie | nie; nie | nie; nie | | tak, tak | tak; tak | tak; tak | tak; tak |
| Liczba klawiszy | 28, w tym 8 funkcyjnych | 24, w tym 4 funkcyjne | 28, w tym 8 funkcyjnych i Quick Trigger | | 30 | 28 | 28 | brak danych |
| REJESTRACJA DANYCH | | | | | | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | 20 000 pkt | 20 000 pkt | 20 000 pkt | | 98 MB | 512 MB | 512 MB | RAM 3 GB; ROM 32 GB |
| Typ pamięci zewnętrznej | SD | SD, pendrive (opcja) | pendrive | | SD | SD do 32 GB | SD | TF |
| Wymiana danych | RS-232, microUSB, Bluetooth | RS-232, microUSB, SD, Bluetooth, USB (opcja) | RS-232, USB, miniUSB, Bluetooth | | RS-232, miniUSB, karta SD, Bluetooth | RS-232, USB, Bluetooth | RS-232, miniUSB, karta SD, Bluetooth | seryjny (6-Pin), USB-C, TF, 4G LTE, Bluetooth 4.0, wi-fi |
| OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE | | | | | | | | |
| System operacyjny | Hi-Target | Hi-Target | Hi-Target | | Kolida DOS | Windows CE.NET 6.0 | Windows CE 6.0 | Android 6.0 |
| Funkcje pomiarowe i obliczeniowe | ergonomiczna budowa menu zapewniająca funkcjonalność oprogramowania ZTS-320R/360R poszerzoną o zaawansowane funkcje tyczenia, pomiary zwisu i przedłużenia prostych | tachimetria, tyczenie punktów i linii, pomiar czołówek, pomiar mimosłodowy (kątowy i liniowy), pomiar wysokości niedostępnego celu, pomiar powierzchni, wcięcia, rzutowanie, moduł drogowy | tachimetria, tyczenie punktów i linii, pomiar czołówek, pomiar mimosłodowy (kątowy i liniowy), pomiar wysokości niedostępnego celu, pomiar powierzchni, wcięcia, rzutowanie, moduł drogowy | | tyczenie, pomiar punktu na linii, przekrój poprzeczny, ciągi z wyrównaniem, pomiar niedostępnnej wysokości, pomiar powierzchni, pomiar czołówek, pomiar punktów mimosłodowych, wcięcie wstecz, moduł drogowy | tyczenie, pomiar punktu na linii, przekrój poprzeczny, ciągi z wyrównaniem, pomiar niedostępnnej wysokości, pomiar powierzchni, pomiar czołówek, 4 rodzaje pomiarów mimosłodowych, wcięcie wstecz | tyczenie, pomiar punktu na linii, przekrój poprzeczny, ciągi z wyrównaniem, pomiar niedostępnnej wysokości, pomiar powierzchni, pomiar czołówek, 4 rodzaje pomiarów mimosłodowych, wcięcie wstecz | możliwość połączenia z GNSS, tyczenie linii, pomiary i kody, tyczenie punktów, linie odniesienia, domiary, obliczanie powiechrzni i objętości, pełne COGO |
| Formaty wymiany danych | ASCII, WinKalk, C-Geo | ASCII, WinKalk, C-Geo | ASCII, WinKalk, C-Geo | | brak danych | ASCII, TXT | brak danych | brak danych |
| 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, 3400 mAh) | | 2 Li-Ion (3100 mAh) | 2 Li-Ion (3100 mAh) | 2 Li-Ion (3100 mAh) | Li-Ion |
| Ciągły pomiar kątów [h] | 2 x 16 | 2 x 16 | 2 x 16 | | 2 x 6 | 2 x 6 | 2 x 6 | 8-10 |
| Pomiar kątów i odległości [h] | 2 x 10 | 2 x 10 | 2 x 10 | | 2 x 5 | 2 x 5 | 2 x 5 | 8-10 |
| INNE | | | | | | | | |
| Praca na obrazie z kamery | nie | nie | nie | | nie | nie | nie | nie |
| Diody do tyczenia | nie | nie | nie | | opcja | nie | nie | nie |
| Pionownik laserowy | tak | tak | tak | | tak | tak | tak | tak |
| Waga instrumentu z baterią [kg] | 5,5 | 5,5 | 3,7 | | 5,2 | 6,0 | 6,0 | 5,7 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP65 | IP65 | IP66 | | IP65 | IP66 | IP55 | 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 |
| Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem) | 2 baterie, ładowarka, kabel RS-232/USB, narzędzia rektyfikacyjne, pokrowiec przeciwdeszczowy | | | | 2 baterie, ładowarka, kable RS-232 i USB, oprogramowanie, zestaw narzędzi | 2 baterie, ładowarka, kable RS-232 i USB, oprogramowanie, zestaw narzędzi, rysik, pokrowiec, karta SD | | 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 | 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 | zegar, kalendarz, libella elektroniczna, czujnik ciśnienia i temperatury | podwójny laser EDM – silniejszy sygnał zwrotny, podświetlany krzyż nitek, ultraszybki pomiar, microSIM, 8-rdzeniowy procesor, mikrofon i głośnik |
| Dystrybutor | Apogeo Kraków | Apogeo Kraków | Apogeo Kraków | | Geoprzymat | Geoprzymat, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis | Geoprzymat | Geoprzymat, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis |

| TACHIMETRY | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|---|--|--|
| MARKA | Leica | Leica | Leica | | Leica | Leica | Leica | Leica |
| MODEL | MS60 | TM60 | TS03 FlexLine | | TS07 FlexLine | TS10 FlexLine | TS13 | TS16 |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2020 | 2020 | 2018 | | 2018 | 2018 | 2020 | 2020 |
| POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU | absolutna, ciągła, czterpunktowa | absolutna, ciągła, czterpunktowa | absolutna, ciągła, dwupunktowa | | absolutna, ciągła, dwupunktowa | absolutna, ciągła, dwupunktowa | absolutna, ciągła, dwupunktowa | absolutna, ciągła, dwupunktowa |
| Dokładność | 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″ | 1″, 2″, 3″ lub 5″ |
| Najmniejsza wyświetlana jednostka | 0,1″; 0,1 ^{cc} | 0,1″; 0,1 ^{cc} | 0,1″ | | 0,1″ | 0,1″ | 0,1″ | 0,1″ |
| Kompensator; dokładność; zakres | 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´ | scentralizowana kompensacja podwójna dla każdej osi; 0,5, 1,0, 1,5 lub 2″; 4´ |
| Lineta – powiększenie; średnica [mm] | 30x (opcja: 42x); 40 | 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] | 1,7 | 1,7 | 1,55 | | 1,55 | 1,55 | 1,7 | 1,7 |
| POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU | WFD (wave form digitizing) | fazowa | fazowa | | fazowa | fazowa | fazowa | fazowa |
| Dokładność [mm + ppm] | | | | | | | | |
| ● z lustrem | 1 + 1,5 | 0,6 + 1 | 1 + 1,5 | | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 |
| ● z tarczką celowniczą | 1 + 1,5 | 1 + 1 | 1 + 1,5 | | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 | 1 + 1,5 |
| ● bez lustra | 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) | 2 + 2 (<500 m), 4 + 2 (>500 m) |
| Zasięg [m] | | | | | | | | |
| ● z jednym lustrem | 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) | 0,9 do 3500; >10 000 (tryb dużego zasięgu) |
| ● z trzema lustrami | >10 000 | 5400 | 5400 | | 5400 | 5400 | 5400 | 5400 |
| ● z tarczką celowniczą | 370 | 250 | 250 | | 250 | 250 | 250 | 250 |
| ● bez lustra | 2000 | 1000 | 500 | | 500 lub 1000 | 500 lub 1000 | 500 lub 1000 | 500 lub 1000 |
| Czas [s] | | | | | | | | |
| ● w trybie dokładnym (inicjalny) | 2,4 | 2,4 | 2,4 | | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| ● w trybie trackingu | <0,15 | <0,15 | <0,15 | | <0,15 | <0,15 | <0,15 | <0,15 |
| Tryb skanowania (prędkość) | 30 000 pkt/s | brak | brak | | brak | brak | brak | brak |
| SERWOMOTORY | | | | | | | | |
| Wyszukiwanie i śledzenie lustra | technologia ATR Plus | technologia ATR Plus dużego zasięgu | nie | | nie | nie | technologia ATR | technologia ATR Plus |
| Jednoosobowa stacja robocza | LOCK, PowerSearch, filtr uczący, DynamicLock | LOCK | nie | | nie | nie | tak, opcja: LOCK i SpeedSearch | LOCK, PowerSearch, filtr uczący, opcja: DynamicLock |
| Szybkość [st./s] | 180 (czas szukania pryzmatu zwykle 5 s) | 180 | nie dotyczy | | nie dotyczy | nie dotyczy | 45 (czas szukania pryzmatu zwykle 7 s) | 45 (czas szukania pryzmatu zwykle 5 s) |
| WYŚWIETLACZ I KŁAWIATURA | | | | | | | | |
| Jednostronna/dwustronna | dwustronna | dwustronna (opcja) | jednostronna | | dwustronna (opcja) | dwustronna (opcja) | dwustronna (opcja) | dwustronna (opcja) |
| Rozmiar | 5 cali (WVGA) | 5 cali (WVGA) | 3,5 cala (QVGA) | | 3,5 cala (QVGA) | 5 cali (WVGA) | 5 cali (WVGA) | 5 cali (WVGA) |
| Kolorowy; dotykowy | tak; tak | tak; tak | nie; nie | | tak; tak | tak; tak | tak; tak | tak; tak |
| Liczba klawiszy | 37 podświetlanych | 37 podświetlanych | 28 | | 28 podświetlanych | 25 lub 37 podświetlanych | 4 klawisze i 4 diody; opcja: 25 podświetlanych | 37 podświetlanych |
| REJESTRACJA DANYCH | | | | | | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | 2 GB | 2 GB | 2 GB flash | | 2 GB flash | 2 GB | 2 GB | 2 GB |
| Typ pamięci zewnętrznej | SD, pendrive | SD, pendrive | SD, pendrive | | SD, pendrive | SD, pendrive | SD, pendrive | SD, pendrive |
| Wymiana danych | 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 | RS-232, USB, Bluetooth (opcja: dalekiego zasięgu), WLAN |
| OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE | | | | | | | | |
| System operacyjny | Windows EC7 | Windows EC7 | Windows EC7 | | Windows EC7 | Windows EC7 | Windows EC7 | Windows EC7 |
| Funkcje pomiarowe i obliczeniowe | 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/polin linii 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 (azymut, znany pkt. wstecz, orientacja i przeniesienie wysokości, wcięcie wstecz, orientacja względem osi ukt. lok. oraz względem obiektu); pomiary 3D (w tym domiary, wys. pkt niedost., punkt ukryty, pomiar w przód) 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/polin linii 3D; tyczenie DTM; ciąg poligonowy; tyczenia i sprawdzienia 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 | ASCII, ASCII użytkownika (Civil 3D, mgeo, GSI, EW Mapa, C-Geo Leica XML), DXF, FBK/RWS/RAW, XML, XSL, SHP | ASCII, ASCII użytkownika (Civil 3D, mgeo, GSI, EW Mapa, C-Geo Leica XML), DXF, FBK/RWS/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/RWS/RAW, XML, XSL, Shape | ASCII, ASCII użytkownika (Civil 3D, mgeo, GSI, EW Mapa, C-Geo Leica XML), DXF, FBK/RWS/RAW, XML, XSL, Shape | ASCII, ASCII użytkownika (Civil 3D, mgeo, GSI, EW Mapa, C-Geo Leica XML), DXF, FBK/RWS/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] | brak danych | brak danych | brak danych | | brak danych | do 19 | brak danych | brak danych |
| Pomiar kątów i odległości [h] | do 9 (1 bateria) z możliwością ład. podczas pracy | do 9 (1 bateria) | do 30 | | do 15 (mała bat.), do 30 (duża bat.) | do 9 (mała bat.), do 18 (duża bat.) | do 8 (1 bateria) | do 8 (1 bateria) |
| INNE | | | | | | | | |
| Praca na obrazie z kamery | tak | opcja | nie | | nie | opcja | nie | opcja |
| Diody do tyczenia | tak | nie | nie | | opcja | opcja | tak | opcja |
| Pionownik laserowy | tak oraz moduł AutoHeight do pomiaru wys. instrumentu | tak | tak | | tak oraz moduł AutoHeight do pomiaru wysokości instrumentu | | tak | tak oraz moduł AutoHeight do pomiaru wys. instrumentu |
| Waga instrumentu z baterią [kg] | 7,7 | 7,3 | 4,3 | | 4,3-4,5 | 4,4-4,9 | 5,3 | 5,1-5,8 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP65 | IP65 | IP66 | | IP66 | IP66 | IP55 | IP55 |
| Temperatura pracy [°C] | -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 | -20 do 50 |
| Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem) | 2 baterie, ładowarka | 2 baterie, ładowarka | bateria, ładowarka, mini pryzmat | | bateria, ładowarka, mini pryzmat | bateria, ładowarka, mini pryzmat | 2 baterie, ładowarka | 2 baterie, ładowarka |
| Gwarancja [miesiące] | 24 (opcja: 48) | 24 (opcja: 48) | 12 (opcja: 60) | | 12 (opcja: 60) | 12 (opcja: 60) | 12 (opcja: 36) | 12 (opcja: 36) |
| Cena netto zestawu standardowego [zł] | od 175 000 | od 130 000 | od 25 000 | | od 30 000 | od 36 000 | od 45 000 | od 57 000 |
| Informacje dodatkowe | kamera szerokokątna, telekamera, autofocus, DynamicLock – dynamiczna blokada na pryzmacie w ruchu; LOC8 – system antykradzieżowy (opcja); skanowanie do 30 tys. pkt/s, pełna sfera w 12 min. (50 mm@15 m), 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 | kamera szerokokątna (opcja); DynamicLock – dynamiczne blokowanie na pryzmacie w ruchu (opcja); LOC8 – system antykradzieżowy (opcja); kompatybilny z technologią pomiarów zintegrowanych z GNSS Leica SmartPole, rozbudowa do SmartStation |
| Dystrybutor | Leica Geosystems | Leica Geosystems | Leica Geosystems | | Leica Geosystems | Leica Geosystems | Leica Geosystems | Leica Geosystems |

| TACHIMETRY | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| MARKA | Leica | Nikon | Nikon | | Nikon | Nikon | Nikon | Nikon |
| MODEL | TS60 | K | N | | NPL-322+ | NPL-322+ (P) 2018 | XS | XF |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2020 | 2020 | 2020 | | 2016 | 2018 | 2017 | 2017 |
| POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU | absolutna, ciągła, czterpunktowa | przyrostów | przyrostów | | przyrostów | przyrostów | absolutna | absolutna |
| Dokładność | 0,5″ | 2″ lub 5″ | 2″ lub 5″ | | 2″ lub 5″ | 2″ lub 5″ | 1″, 2″, 3″ lub 5″ | 1″, 2″, 3″ lub 5″ |
| Najmniejsza wyświetlana jednostka | 0,1″; 0,1 ^{cc} | 1″ | 1″ | | 1″ | 1″ | 0,5″ | 0,01″ |
| Kompensator; dokładność; zakres | scentralizowana podwójna dla każdej osi; 0,5″; 4′ | dwuosiowy; brak danych; 3′ | dwuosiowy; brak danych; 3′ | | dwuosiowy; 1″; 3′ | dwuosiowy; 1″; 3′ | dwuosiowy; brak danych; 3′ | dwuosiowy; brak danych; 3′ |
| Luneta – powiększenie; średnica [mm] | 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 | 30x (opcja: 19x lub 38x); 45 | 30x (opcja: 19x lub 38x); 45 |
| Minimalna ogniskowa [m] | 1,7 | 1,5 | 1,5 | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU | fazowa | impulsowa | impulsowa | | fazowa | fazowa | impulsowa | impulsowa |
| Dokładność [mm + ppm] | | | | | | | | |
| • z lustrem | 0,6 + 1 | 2 + 2 | 2 + 2 | | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 |
| • z tarczką celowniczą | 1 + 1 | 3 + 2 | 3 + 2 | | 3 + 3 | 3 + 3 | 2 + 2 | 2 + 2 |
| • bez lustra | 2 + 2 (<500 m), 4 + 2 (>500 m) | nie dotyczy | 3 + 2 | | 3 + 3 | nie dotyczy | 3 + 2 | 3 + 2 |
| Zasięg [m] | | | | | | | | |
| • z jednym lustrem | 0,9 do 3500; >10 000 (tryb dużego zasięgu) | 4000 | 4000 | | 3000 | 3000 | 5000 | 5000 |
| • z trzema lustrami | 5400 | 4000 | 4000 | | brak danych | brak danych | 5000 | 5000 |
| • z tarczką celowniczą | 250 | 300 | 300 | | 200 | 200 | 300 | 300 |
| • bez lustra | 1000 | nie dotyczy | 600 | | 400 | nie dotyczy | 800 | 800 |
| Czas [s] | | | | | | | | |
| • w trybie dokładnym (inicjalny) | 2,4 | 1,1 | 1,1 | | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| • w trybie trackingu | < 0,15 | 0,4 | 0,4 | | 0,8 | 0,8 | 0,3 | 0,3 |
| Tryb skanowania (prędkość) | brak | brak | brak | | brak | brak | brak | brak |
| SERWOMOTORY | | | | | | | | |
| Wyszukiwanie i śledzenie lustra | technologia ATR Plus | nie | nie | | nie | nie | nie | nie |
| Jednoosobowa stacja robocza | LOCK, PowerSearch, filtr uczący, DynamicLock | nie | nie | | nie | nie | nie | nie |
| Szybkość [st./s] | 180 (czas szukania pryzmatu zwykle 5 s) | nie dotyczy | nie dotyczy | | nie dotyczy | nie dotyczy | nie dotyczy | nie dotyczy |
| WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA | | | | | | | | |
| Jednostronna/dwustronna | dwustronna | dwu- lub jednostronna | dwu- lub jednostronna | | dwu- lub jednostronna | dwu- lub jednostronna | dwustronna | dwustronna |
| Rozmiar | 5 cali (WVGA) | 128 x 64 px | 128 x 64 px | | 128 x 64 px | 128 x 64 px | 128 x 64 px | 640 x 480 px |
| Kolorowy; dotykowy | tak; tak | nie; nie | nie; nie | | nie; nie | nie; nie | nie; nie | tak; tak |
| Liczba klawiszy | 37 podświetlanych | 5″: 25, 2″: 25 + 25 | 5″: 25, 2″: 25 + 25 | | 25 | 25 | 25 + 25 | 14 + 14 |
| REJESTRACJA DANYCH | | | | | | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | 2 GB | 50 000 pkt | 50 000 pkt | | 50 000 pkt | 50 000 pkt | 50 000 pkt | 4 GB |
| Typ pamięci zewnętrznej | SD, pendrive | nie dotyczy | nie dotyczy | | nie dotyczy | nie dotyczy | pendrive | pendrive |
| Wymiana danych | RS-232, USB, Bluetooth (opcja: dal. zasięgu), WLAN | RS-232, Bluetooth, NFC | RS-232, Bluetooth, NFC | | RS-232, Bluetooth | RS-232, Bluetooth | RS-232C, USB (host), Bluetooth | RS-232C, 2 USB (host + klient), Long Range Bluetooth |
| OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE | | | | | | | | |
| System operacyjny | Windows EC7 | Nikon | Nikon | | Nikon | Nikon | Nikon | Windows Embedded Compact 7 |
| Funkcje pomiarowe i obliczeniowe | Captive: 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 mimosładowe, czółówki, wysokość punktu niedostępnego, obliczenia (współrzędnych, powierzchni, przecięć) | stanowiska (znane, wcięcie, nawiązanie wysokościowe), tyczenia, domiary, pomiary mimosładowe, czółówki, wysokość punktu niedostępnego, obliczenia (współrzędnych, powierzchni, przecięć) | | zakładanie stanowiska (znane, wcięcie, nawiązanie wysokościowe), tyczenia, domiary, pomiary mimosładowe, czółówek, wysokości punktu niedostępnego; obliczenia (współrzędnych, powierzchni, przecięć) | zakładanie stanowiska (znane, wcięcie, nawiązanie wysokościowe), tyczenia, domiary, pomiary mimosładowe, czółówek, wysokości punktu niedostępnego, obliczenia (współrzędnych, powierzchni, przecięć) | stanowiska (znane, wcięcie, nawiązanie wysokościowe), tyczenia, domiary, pomiary mimosładowe, czółówki, wysokość 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, ASCIIużytk., DXF, FBK, RWS/RAW, XML, XSL, SHP | ASCII | ASCII | | 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 | 2 Li-Ion | 2 Li-Ion |
| Ciągły pomiar kątów [h] | brak danych | 22 (1 bateria) | 22 (1 bateria) | | 22 (1 bateria) | 22 (1 bateria) | 22 (2 baterie) | 14 (2 baterie) |
| Pomiar kątów i odległości [h] | do 9 (1 bateria) z możliwością ładowania podczas pracy | 14 (1 bateria) | 14 (1 bateria) | | 11 (1 bateria) | 11 (1 bateria) | 18 (2 baterie) | 12 (2 baterie) |
| INNE | | | | | | | | |
| Praca na obrazie z kamery | tak | nie | nie | | nie | nie | nie | nie |
| Diody do tyczenia | opcja | nie | nie | | nie | nie | nie | tak |
| Pionownik laserowy | tak oraz moduł AutoHeight do pomiaru wys. instrumentu | nie | nie | | nie | nie | opcja | opcja |
| Waga instrumentu z baterią [kg] | 7,7 | 5,0 | 5,0 | | 5,0 | 5,0 | 4,4 | 4,4 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP65 | IP55 | IP55 | | IP55 | IP55 | IP66 | IP66 |
| 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 | bateria, ładowarka, kabel USB-C, pokrowiec, osłona obiektywu, szelki | | | 2 baterie, ładowarka, kabel do transmisji, pokrowiec, pasek na ramię | | 2 baterie, ładowarka, pokrowiec, kabel USB, osłona obiektywu, szelki | |
| Gwarancja [miesiące] | 24 (opcja: 48) | od 24 | od 24 | | 24 | 24 | od 24 | od 24 |
| Cena netto zestawu standardowego [zł] | od 195 000 | od 12 900 | od 15 900 | | brak danych | brak danych | od 20 900 | od 22 900 |
| Informacje dodatkowe | kamera szerokokątna, telekamera, autofokus, 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 | autofokus – automatyczne ogniskowanie, wymiana baterii bez przerywania pracy, dwustronny ekran z klawiaturą |
| Dystrybutor | Leica Geosystems | NaviGate | NaviGate | | Impexgeo | Impexgeo | NaviGate | NaviGate |

TACHIMETRY

| MARKA | Nikon | Pentax | Ruide | | Ruide | Ruide | Ruide | Sanding |
|---|--|---|---|--|--|--|---|--|
| MODEL | XF HP | seria R-1500N | RCS Ultra Plumb (wersja 2021) | | RiS One | RNS (Android) | RQS | Arc5 Pro |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2019 | brak danych | 2020 (aktualizacja w 2021) | | 2021 | 2020 | 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" | 1" lub 5" | 1" | | 1" | 1" | 1" | 0,5", 1", 5" lub 10" |
| Kompensator; dokładność; zakres | dwuosiowy; brak danych; 3´ | dwuosiowy; brak danych; 3´30" | dwuosiowy; 1"; 4´ | | dwuosiowy; 1"; 4´ | dwuosiowy; 1"; 4´ | dwuosiowy; 1"; 4´ | dwuosiowy; 1"; 3´ |
| Luźna – powiększenie; średnica [mm] | 30x (opcja: 19x lub 38x); 40 | 30x; 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 | 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 | 3 + 2 | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | 2 + 2 |
| • bez lustra | 2 + 2 | 3+2(<200m), 5+2(200-300m), 10+2(300-500m) | 3 + 2 | | 3 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 | 2 + 2 (do 500 m); 3 + 2 (od 500 m) |
| Zasięg [m] | | | | | | | | |
| • z jednym lustrem | 3000 | 4000 | 5000 | | 4000 | 5000 | 5000 | 5000 |
| • z trzema lustrami | 3000 | 5000 | 5000 | | 5000 | 5000 | 5000 | brak danych |
| • z tarczką celowniczą | 270 | 800 | 500 | | 900 | 500 | 500 | 1000 |
| • bez lustra | 500 | 500 | 1000 | | 1000 | 1500 | 1000 | 1000 |
| Czas [s] | | | | | | | | |
| • w trybie dokładnym (inicjalny) | 1,6 | 3,0 | 0,3 | | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1,0 |
| • w trybie trackingu | brak danych | 0,4 | 0,2 | | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,5 |
| 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 | 240 x 96 px | 640 x 320 px (LCD) | | 3,7 cala (z podświetleniem) | 720 x 1280 px (TFT LCD) | 160 x 90 px (monochromatyczny z podświetleniem) | 66 x 42 mm, 240 x 160 px |
| Kolorowy; dotykowy | tak; tak | nie; nie | tak; tak | | tak; tak | tak; tak | tak; tak | nie; nie |
| Liczba klawiszy | 14 + 14 | 22 | 27 | | 31 | 17 | 27 | 28 |
| REJESTRACJA DANYCH | | | | | | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | 4 GB | 2 GB (60 000 pkt) | >10 000 pkt lub >20 000 wsp. | | 160 000 pkt | ROM 32 GB, RAM 3 GB | >10 000 pkt lub >20 000 wsp. | 1 GB |
| Typ pamięci zewnętrznej | pendrive | SD | pendrive | | SD, pendrive | pendrive | pendrive | brak |
| Wymiana danych | RS-232C, 2 USB (host + klient), Long Range Bluetooth | RS-232, USB, 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 | RS-232, Bluetooth |
| OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE | | | | | | | | |
| System operacyjny | Windows Embedded Compact 7 | Pentax | Ruide | | Ruide | Ruide | Ruide | Kolida |
| Funkcje pomiarowe i obliczeniowe | Spectra Geospatial Survey Pro: wszystkie funkcje obliczeniowe, obsługa aktywnych DXF i rastrów, moduł drogowy, moduł NMT | sprawdzanie nawiązania, wysokość instrumentu, szukanie pkt w bazie, wybór współrzędnych z pliku, tyczenie 3D, rzutowanie na prostą, stanowisko swobodne, pomiar niedostępnej wysokości, obliczenia powierzchni, czołówki, moduł drogowy | 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 | obliczanie odległości skośnej, poziomej i wysokości, wcięcia, obliczanie powierzchni, tyczenie punktów i linii, projektowanie tras, nawiązania, liczenie pkt niedostępnych, COGO i inne | tycz. klasyczne i z linii bazowej, rzutowanie na linię bazową, pom. niedostępnej wys., powierzchni, czołówek, 4 rodzaje pomiarów mimośrodowych, wcięcie wstecz, COGO, stanowisko swobodne, pow., moduł drogowy |
| Formaty wymiany danych | LandXML, JobXML, TXT, CSV, DXF, SHP, RAW i inne | DCI, AUX, CSV, 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 |
| BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ | 2 Li-Ion | 2 Li-Ion (3350 mAh) – zasilanie równocześnie z 2 bat. | 2 Li-Ion (3000 mAh) | | 2 Li-Ion (3000 mAh) | 2 Li-Ion (3100 mAh) | 2 Li-Ion (3000 mAh) | 2 Li-Poly (3100 mAh) |
| Ciągły pomiar kątów [h] | 19 (2 baterie) | 2 x 7 | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | 2 x 6 |
| Pomiar kątów i odległości [h] | 18 (2 baterie) | 2 x 5 | 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 | tak | 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 | 5,4 | 5,4 | | 5,4 | 5,7 | 5,4 | 5,8 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP66 | IP55 | IP65 | | IP66 | IP55 | IP65 | IP66 |
| Temperatura pracy [°C] | -20 do 50 | -20 do 50 | -20 do 50 | | -20 do 50 | -20 do 50 | -20 do 50 | -20 do 50 |
| Wposażenie standardowe (poza pudełkiem) | 2 baterie, ładowarka, pokrowiec, kabel USB, osłona obiektywu, szelki | 2 baterie, ładowarki, kabel USB, zestaw narzędzi, pokrowiec, karta SD | 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 bat., ładowarka, zestaw narzędzi do rektyfikacji, tarczka celownicza, wodoszczelny pokrowiec | 2 bat., ładowarka, zestaw narzędzi do rektyfikacji, tarczka celownicza, wodoszczelny pokrowiec | 2 baterie, ładowarka, kabel RS-232 i USB, zestaw narzędzi, pokrowiec |
| Gwarancja [miesiące] | od 24 | 24 | 12 | | 12 | 12 | 12 | 24 |
| Cena netto zestawu standardowego [zł] | od 22 900 | brak danych | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | brak danych |
| Informacje dodatkowe | wymiana baterii bez przerywania pracy, dwustronny ekran z klawiaturą | pomiar ciśnienia i temperatury, dwubiegunowe leniwki, wersja DN – wbudowany aparat 3,1 Mpx | - | | 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 | Geoprzyzmat | Art-Geo | | Art-Geo | Art-Geo | Art-Geo | Geoprzyzmat |

TACHIMETRY

| MARKA | SatLab | SatLab | South | | South | South | South | South |
|--|--|--|--|--|---|--|--|---|
| MODEL | SLT | TTS 2 | A1 1"/2" | | N1 | N3 (nowa generacja) | N4/N40/N41 | N6 2"/5" |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2019 | 2021 | 2019 | | 2021 | brak danych | 2017 | 2016 |
| POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU | absolutna | absolutna | absolutna | | absolutna ciągła | absolutna | absolutna | absolutna |
| Dokładność | 2" | 2" | 1" lub 2" | | 2" | 2" | 2"/2"/1" | 2"/5" |
| Najmniejsza wyświetlana jednostka | 1" | 1" | 0,1"/1" lub 1" | | 0,1" | 1" | 0,1" lub 1" (opcja) | 1" lub 5" |
| Kompensator; dokładność; zakres | brak danych; 3"; brak danych | brak danych; 3"; brak danych | dwuosiowy; 1"; 3' | | dwuosiowy; 1"; 4' | dwuosiowy; 1"; 6' | dwuosiowy; 1"; 6' | dwuosiowy; 1"; 4' |
| Luneta – powiększenie; średnica [mm] | 30x; brak danych | 30x; brak danych | 30x; 45 (DTM: 47) | | 30x; 45 (EDM: 50) | 30x; 45 (EDM: 47) | 30x; 45 (DTM: 47) | 30x; 45 (EDM: 50) |
| Minimalna ogniskowa [m] | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU | fazowa | fazowa | fazowa | | fazowa | fazowa | fazowa | fazowa |
| Dokładność [mm + ppm] | | | | | | | | |
| ● z lustrem | 2 + 1,5 | 2 + 1,5 | 1 + 1 lub 2 + 2 | | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2/2+2/1+1 | 2 + 2 |
| ● z tarczką celowniczą | 2 + 1,5 | 2 + 1,5 | brak danych | | brak danych | 3 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 |
| ● bez lustra | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2, 5 + 2 lub 10 + 2 | | 3 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2/3 + 2/2 + 2 | 3 + 2 |
| Zasięg [m] | | | | | | | | |
| ● z jednym lustrem | 5000 | 3000 | 5000 | | 5000 | 5000 | 4000/4000/3500 | 5000 |
| ● z trzema lustrami | 7500 | 5000 | brak danych | | brak danych | brak danych | 5000 | brak danych |
| ● z tarczką celowniczą | 800 | 800 | 1000 | | brak danych | brak danych | 1200 | 600 |
| ● bez lustra | 800 | 600 | 1000 | | 800 lub 1500 (opcja: 2000) | 1000 | 600/1000/1000 | 600 |
| Czas [s] | | | | | | | | |
| ● w trybie dokładnym (inicjalny) | 1,0 (tryb Quick: 0,8) | 1,0 (tryb Quick: 0,8) | <1,2 | | 0,3 | 1,3 | <1,3 | <0,3 |
| ● w trybie trackingu | 0,5 | 0,5 | 0,2 | | 0,1 | 0,2 | <0,4 | <0,1 |
| 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 | 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) | 192 x 96 px (LCD) |
| Kolorowy; dotykowy | tak; nie | tak; nie | tak; tak | | tak; tak | tak; tak | tak; tak | nie; nie |
| Liczba klawiszy | 27 | 27 | 3 | | 17 | 30 | 30 | 24 |
| REJESTRACJA DANYCH | | | | | | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | brak danych | brak danych | ROM 16 GB; RAM 2 GB | | RAM 3 GB; ROM 32 GB | 16 000 pkt | 98 MB (833 000 pkt) | 50 000 pkt |
| Typ pamięci zewnętrznej | pendrive | SD | flash disk | | TF | USB flash disk | SD, USB flash disk | SD |
| Wymiana danych | USB, 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 | RS-232, miniUSB, karta SD |
| OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE | | | | | | | | |
| System operacyjny | Linux | Linux | Android 5.1 | | Android 6.0 O.S | South | South | South |
| Funkcje pomiarowe i obliczeniowe | tachimetria, tyczenie punktów i linii, pomiar czołówek, pomiar mimośrodowy (kątowy i liniowy), pomiar wysokości niedostępnego celu, pomiar powierzchni, wcięcia, rzutowanie, moduł drogowy | tachimetria, tyczenie punktów i linii, pomiar czołówek, pomiar mimośrodowy (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 powiechrzni i objętości, pełne COGO | tachimetria, wysokość punktu niedostępnego, czołówki, wcięcie wstecz, oś kolumny, domiary (liniowy, kątowy), tyczenie punktów, pole powierzchni, przebiecie płaszczyzny, trasy, rzutowanie na linię | tachimetria, wysokość punktu niedostępnego, pomiar czołówek, wcięcie wstecz, oś kolumny, domiar liniowy, tyczenie punktu, obliczenie powierzchni, domiar kątowy, przebiecie płaszczyzny, taśma miernicza | tachimetria, wysokość punktu niedostępnego, pomiar czołówek, wcięcie wstecz, oś kolumny, domiary (liniowy, kątowy), tyczenie punktu, pole powierzchni, przebiecie płaszczyzny, trasy, rzutowanie na linię |
| Formaty wymiany danych | ASCII, WinKalk, C-Geo | ASCII, WinKalk, C-Geo | ASCII, WinKalk, C-Geo | | brak danych | ASCII, WinKalk, C-Geo | 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 | | Li-Ion | 2 Li-Ion | 2 Li-Ion | 2 Li-Ion |
| Ciągły pomiar kątów [h] | 2 x 18 | 2 x 18 | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | brak danych |
| Pomiar kątów i odległości [h] | 2 x 18 | 2 x 18 | 8 | | 8 | 8 | 8 | brak danych |
| INNE | | | | | | | | |
| Praca na obrazie z kamery | nie | nie | nie | | nie | nie | ułatwia naprowadzanie na cel i nagrywanie | nie |
| Diody do tyczenia | nie | nie | nie | | nie | tak | opcja | nie |
| Pionownik laserowy | tak | tak | tak (opcja: optyczny) | | tak | tak (opcja: optyczny) | tak (opcja: optyczny) | tak (opcja: optyczny) |
| Waga instrumentu z baterią [kg] | 5,5 | 5,5 | 6,0 | | 5,7 | 6,0 | 6,0 | 5,2 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP65 | IP65 | IP55 | | IP55 | IP54 | IP54 | 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 |
| Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem) | 2 baterie, ładowarka, kabel RS-232/USB, narzędzia rektyfikacyjne, pokrowiec przeciwdeszczowy | | 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 | 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 | 9500 | brak danych | | 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 | 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 | podświetlany krzyż nitek, jasna optyka, ultraszybki pomiar, ActiveLaser oraz Long Range Laser; opcja: współpraca z rozwiązaniami GNSS marki South |
| Dystrybutor | SatLab Polska i lokalni przedstawiciele, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis | SatLab Polska i lokalni przedstawiciele, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Tinservis | Geomatix | | Geomatix | Geomatix | Geomatix | Geomatix |

TACHIMETRY

| MARKA | South | South | South | | South | South | South | Spectra Geospatial |
|---|---|---|--|--|---|---|---|---|
| MODEL | N6 2"/5" (nowa generacja) | N6+ 2"/5" | N7/N70 | | N8/N80 | N9 | Navi Station | FOCUS 35 |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2021 | 2021 | 2016 | | 2017 | 2017 | 2021 | 2014 |
| POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU | absolutna | absolutna | absolutna | | absolutna | absolutna | absolutna, ciągła, diametryczna | absolutna |
| Dokładność | 2"/5" | 2"/5" | 2" | | 2" | 1" | 2" | 1", 2", 3" lub 5" |
| Najmniejsza wyświetlana jednostka | 1" lub 5" | 1" lub 5" | 0,1" lub 1" (opcja) | | 0,1" lub 1" | 0,1" lub 1" | 0,1" | 0,01" |
| Kompensator; dokładność; zakres | dwuosiowy; 1"; 4' | dwuosiowy; 1"; 4' | dwuosiowy; 1"; 4' | | dwuosiowy; 1"; 4' | dwuosiowy; 1"; 4' | dwuosiowy; 1"; 4' | dwuosiowy; 0,5"; 5,5' |
| Luneta – 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) | 31x; 50 |
| Minimalna ogniskowa [m] | 1,4 | 1,2 | 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 | 2 + 2 (1": 1 + 2) |
| ● z tarczką celowniczą | brak danych | brak danych | 3 + 2 | | 3 + 2 | 3 + 2 | brak danych | 2 + 2 |
| ● bez lustra | 3 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 | | 3 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 |
| Zasięg [m] | | | | | | | | |
| ● z jednym lustrem | 5000 | 5000 | 5000 | | 5000 | 3500 | 5000 | 4000 |
| ● z trzema lustrami | brak danych | brak danych | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | 7000 |
| ● z tarczką celowniczą | brak danych | brak danych | 1500/2000 | | 600/1000 | 1000 | brak danych | 1000 |
| ● bez lustra | R10: 1000; R15: 1500 | R10: 1000; R15: 1500 | 1500/2000 | | 600/1000 | 1000 | 800 lub 1500 (opcja: 2000) | 800 |
| Czas [s] | | | | | | | | |
| ● w trybie dokładnym (inicjalny) | <0,3 | <0,3 | <0,3 | | <0,3 | <0,3 | 0,3 | 2,4 |
| ● w trybie trackingu | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | 0,1 | <0,1 | 0,1 | 0,5 |
| Tryb skanowania (prędkość) | brak | brak | brak | | brak | brak | brak | brak |
| 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 | 90 |
| WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA | | | | | | | | |
| Jednostronna/dwustronna | dwustronna | dwustronna | dwustronna | | dwustronna | dwustronna | dwustronna | dwustronna |
| Rozmiar | 192 x 96 px (LCD) | 160 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) | 640 x 480 px i 96 x 49 px |
| 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 | 24 + 4 |
| REJESTRACJA DANYCH | | | | | | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | brak danych | 96 000 bloków danych | 128 MB | | 4 MB | 128 MB | RAM 3 GB; ROM 32 GB | 4 GB |
| Typ pamięci zewnętrznej | SD | USB Flash Disk | SD | | SD | SD | TF | pendrive |
| Wymiana danych | RS-232, miniUSB, karta SD, Bluetooth | RS-232 (opcja), USB, Bluetooth, pendrive | 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 | RS-232, USB, Bluetooth |
| OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE | | | | | | | | |
| System operacyjny | South | South | Windows CE 6.0 | | South | Windows CE 6.0 | Android 6.0 O.S | Windows CE |
| Funkcje pomiarowe i obliczeniowe | tachimetria, wysokość punktu niedostępnego, czółówki, wcięcie wstecz, oś kolumny, domiary (liniowy, kątowy), tyczenie punktu, pole powierzchni, przebieg płaszczyzny, trasy, rzutowanie na linię | tachimetria, wysokość punktu niedostępnego, czółówki, wcięcie wstecz, oś kolumny, domiary (liniowy, kątowy), tyczenie punktu, pole powierzchni, przebieg 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, kątowy), tyczenie pkt, pole powierzchni, przebieg płaszczyzny, trasy, rzutowanie na linię | obsługa DXF, DGN i DWG, tycz. graficzne, tycz. serii pkt, domiary, wcięcia, pomiar pkt niedostępnych, rzutowania na linię, tyczenie linii, oblicz. punktów 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 powiechrzni i objętości, pełne COGO | Spectra Geospatial Survey Pro: wszystkie funkcje obliczeniowe, obsługa aktywnych DXF i rastrów, moduł drogowy |
| 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 | LandXML, JobXML, TXT, DXF, SHP, CSV, RAW i inne |
| BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ | 2 Li-Ion | 2 Li-Ion | 2 Li-Ion | | 2 Li-Ion | Li-Ion | Li-Ion (RX: 2 Li-Ion) | Li-Ion (RX: 2 Li-Ion) |
| Ciągły pomiar kątów [h] | 8 (1 bateria) | brak danych | brak danych | | 8 (1 bateria) | 24 (1 bateria) | brak danych | 12 (1 bateria), RX: 24 (2 baterie) |
| Pomiar kątów i odległości [h] | 8 (1 bateria) | 10 (1 bateria, temp 25 st. C) | 24 (1 bateria) | | 8 (1 bateria) | 24 (1 bateria) | 8-10 | 6 (1 bateria), RX: 12 (2 baterie) |
| INNE | | | | | | | | |
| Praca na obrazie z kamery | nie | nie | nie | | nie | nie | nie | nie |
| Diody do tyczenia | nie | nie | nie | | nie | nie | nie | tak |
| Pionownik laserowy | tak (opcja: optyczny) | tak (opcja: optyczny) | tak (opcja: optyczny) | | tak (opcja: optyczny) | tak | tak | nie |
| Waga instrumentu z baterią [kg] | 5,2 | 5,5 | 6,2 | | 5,2 | 6,2 | 5,7 | 5,3 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP55 | IP66 | IP66 | | brak danych | IP66 | IP55 | 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 |
| Wposażenie standardowe (poza pudełkiem) | 2 baterie, ładowarka, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, pion sznurkowy, tarczki, karta SD | 2 baterie, ładowarka, okablowanie, narzędzia rektyfikacyjne, pion sznurkowy, tarczki | 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 | 2 baterie, ładowarka, pokrowiec, szelki, pryzmat 360° |
| Gwarancja [miesiące] | 24 | 24 | 24 | | 24 | 24 | 24 | od 24 |
| Cena netto zestawu standardowego [zł] | brak danych | brak danych | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | od 39 900 |
| Informacje dodatkowe | 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 | tech. podwójnego lasera: szybki bezlustrowy pomiar do 1500 m; boczny przycisk pomiaru odl. Hot Key EDM oraz funkcja Bluetooth; nowy procesor M7 pobiera mniej energii, co wydłuża pracę na jednym ładowaniu | 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 | 3 wersje do wyboru: LockNgo, RX, Robotic, technologia GeoLock GPS, wymiana baterii bez przerywania pracy |
| Dystrybutor | Geomatix | Geomatix | Geomatix | | Geomatix | Geomatix | Geomatix | NaviGate |

TACHIMETRY

| MARKA | Spectra Geospatial | Stonex | Stonex | | Stonex | Stonex | Stonex | Topcon |
|--|---|--|--|--|---|--|--|--|
| MODEL | FOCUS 50 (s. 4) | R15 | R20 | | R25/R25LR | R35/R35LR | R80 | DS-201i/DS-203i/DS-205i |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2021 | 2018 | 2021 | | 2018 | 2018 | 2020 | 2014 |
| POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU | absolutna | absolutna | absolutna | | absolutna | absolutna | absolutna | absolutna |
| Dokładność | 1", 2", 3" lub 5" | 2" | 2" | | 2" | 2" | 1" | 1"/3"/5" |
| Najmniejsza wyświetlana jednostka | 0,1" | 1" | 1" | | 1" | 0,1" | 0,1" | 0,5"/1"/1" |
| Kompensator; dokładność; zakres | dwuosiowy; 0,5"; 5,4´ | dwuosiowy; 1"; 3´ | dwuosiowy; 3"; 4´ | | dwuosiowy; 1"; 3´ | dwuosiowy; 1"; 3´ | czterosiowy; 1"; 3´ | dwuosiowy; 1"; 6´ |
| Luqueta – powiększenie; średnica [mm] | 30x; 40 | 30x; 45 | 30x; 44 | | 30x; 45 | 30x; 45 | 30x; 45 | 30x; 45 (EDM: 48) |
| Minimalna ogniskowa [m] | 1,5 | 1,0 | 1,7 | | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,3 |
| POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU | impulsowa | fazowa | fazowa | | fazowa | fazowa | fazowa | fazowa |
| Dokładność [mm + ppm] | | | | | | | | |
| • z lustrem | 1 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | | 2 + 2 | 2 + 2 | 1 + 1 | 1,5 + 2 |
| • z tarczką celowniczą | 2 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 | | 3 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 |
| • bez lustra | 2 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 | | 3 + 2 | 2 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 (<200 m), 5 + 10 (200-350 m), 10 + 10 (>350 m) |
| Zasięg [m] | | | | | | | | |
| • z jednym lustrem | 5500 | 5000 | 5000 | | 5000 | 5000 | 5000 | 6000 |
| • z trzema lustrami | brak danych | brak danych | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | 10 000 |
| • z tarczką celowniczą | 2200 | 800 | 800 | | 800 | 800 | 800 | 500 |
| • bez lustra | 2200 | 600 | 600 | | 600/1000 | 600/1000 | 1000 | 1000 |
| Czas [s] | | | | | | | | |
| • w trybie dokładnym (inicjalny) | 1,2 | 1,0 | 0,8 | | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 0,9 |
| • w trybie trackingu | 0,4 | 0,4 | 0,3 | | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Tryb skanowania (prędkość) | brak | brak | brak | | brak | brak | brak | brak |
| SERWOMOTORY | | | | | | | | |
| Wyszukiwanie i śledzenie lustra | tak | nie | nie | | nie | nie | tak | tak |
| Jednoosobowa stacja robocza | tak | nie | nie | | nie | nie | tak | tak |
| Szybkość [st./s] | 90 | nie dotyczy | nie dotyczy | | nie dotyczy | nie dotyczy | 35 | 70 |
| WYŚWIETLACZ I KŁAWIATURA | | | | | | | | |
| Jednostronna/dwustronna | jednostronna (opcja: dwustronna) | dwustronna | dwustronna | | dwustronna | dwustronna | dwustronna | jedno- lub dwustronna |
| Rozmiar | 1,5 cala (opcja: 6 cali) | 96 x 160 px | 320 x 240 px | | 240 x 128 px | 320 x 240 px | 320 x 240 px | 3,5 cala |
| Kolorowy; dotykowy | tak; opcja | nie; nie | tak; nie | | nie; nie | tak; tak | tak; tak | tak; tak |
| Liczba klawiszy | 3 (opcja: 7) | 28 | 24 | | 29 | 26 | 33 | 25 |
| REJESTRACJA DANYCH | | | | | | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | zależnie od kontrolera | do 120 000 pkt | do 80 000 pkt | | 4 GB | 4 GB | 4 GB | 500 MB |
| Typ pamięci zewnętrznej | pendrive | SD | USB | | SD | SD | USB, SD | pendrive |
| Wymiana danych | RS-232, USB, Bluetooth | RS-232C, miniUSB, Bluetooth, SD | RS-232C, USB, Bluetooth | | RS-232C, miniUSB, Bluetooth, SD | RS-232C, miniUSB, Bluetooth, USB | RS-232C, miniUSB, Bluetooth dal. zasięgu, SD, USB | RS-232, USB, Bluetooth |
| OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE | | | | | | | | |
| System operacyjny | zależnie od kontrolera | Stonex | Stonex | | Stonex | Windows CE | Windows CE | Windows CE 6.0 |
| Funkcje pomiarowe i obliczeniowe | 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 | 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 | 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 | LandXML, JobXML, TXT, DXF, SHP, CSV, RAW i inne | ASCII, Stonex SDM | TXT, ASCII, DXF, SHP | | ASCII, Stonex SDM | TXT, ASCII, DXF, DWG, LandXML, SHP | TXT, ASCII, DXF, SHP | TXT, DXF, DWG, SHP, WinKalk, C-Geo, GeoMap |
| BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ | Li-Ion | Li-Ion (7,4 V, 3400 mAh) | Li-Ion (7,4 V, 2600 mAh) | | Li-Ion (7,4 V, 3400 mAh) | Li-Ion (7,4 V, 3400 mAh) | Li-Ion (7,4 V, 5800 mAh) | Li-Ion |
| Ciągły pomiar kątów [h] | brak danych | 24 | 22 | | 13 | 9 | 8 | brak danych |
| Pomiar kątów i odległości [h] | 7,5 | 12 | 19,5 | | 12 | 8 | 5 | 2 x 4 |
| INNE | | | | | | | | |
| Praca na obrazie z kamery | nie | nie | nie | | nie | nie | nie | nie |
| Diody do tyczenia | tak | tak | nie | | nie | tak | tak | nie |
| Pionownik laserowy | nie | tak | tak | | tak | tak | tak | opcja |
| Waga instrumentu z baterią [kg] | 5,5 | 5,5 | 5,6 | | 6,0 | 6,1 | 7,9 | 7,0 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP65 | IP55 | IP54 | | IP55 | IP55 | IP55 | 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, 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 | 2 baterie, ładowarka, kabel USB, zestaw rektyfikacyjny, CD, osłona przeciwdeszczowa, 2 rysiki | 2 bat., ładow., kabel USB, zestaw rektyf., osł. przeciwdeszcz., rysiki, tyczka, kontrol. z uchwyt., lustro 360° | 2 baterie, ładowarka, okablowanie, oprogramowanie |
| Gwarancja [miesiące] | od 24 | 24 | 24 | | 24 | 24 | 24 | do 36 |
| Cena netto zestawu standardowego [zł] | od 42 900 | brak danych | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | brak danych |
| Informacje dodatkowe | 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 | bogaty pakiet oprogramowania, komunikacja Bluetooth (opcja), nieskończone śruby ruchu leniwego | obsługa SDK | kamera 5 Mpx, automat. docelowywanie (Xpointing), Long Link, boczny przycisk do pomiaru, praca jednoos. |
| Dystrybutor | 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 | 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 | Topcon | Topcon |
|--|---|---|--|--|--|--|--|---|
| MODEL | GM-52/GM-55 | GM-102/GM-103/GM-105 | GT-502/GT-503/GT-505 | | GT-602/GT-603/GT-605 | GT-1201/GT-1202/GT-1203 | MS05A II/MS1A II | OS-201/OS-203/OS-205 |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2018 | 2017 | 2016 | | 2021 | 2021 | 2014 | 2021 |
| POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU | absolutna | absolutna | absolutna | | absolutna | absolutna | absolutna | absolutna |
| Dokładność | 2"/5" | 2", 3" lub 5" | 2"/3"/5" | | 2"/3"/5" | 1"/2"/3" | 0,5"/1" | 1"/3"/5" |
| Najmniejsza wyświetlana jednostka | 1"/5" | 1" lub 5" | 0,5"/1"/1" | | 0,5"/1"/1" | 0,5"/1"/1" | 0,1" lub 0,5" | 0,5"/1"/1" |
| Kompensator; dokładność; zakres | dwuosiowy; 1"; 6´ | dwuosiowy; 1"; 6´ | dwuosiowy; 1"; 6´ | | dwuosiowy; 1"; 6´ | dwuosiowy; 1"; 6´ | dwuosiowy; 0,5"; 4´ | dwuosiowy; 1"; 6´ |
| Luneta – powiększenie; średnica [mm] | 30x; 45 (EDM: 48) | 30x; 45 (EDM: 48) | 30x; 38 (EDM: 38) | | 30x; 38 (EDM: 38) | 30x; 38 (EDM: 38) | 30x; 45 (EDM: 48) | 30x; 45 (EDM: 48) |
| Minimalna ogniskowa [m] | 1,3 | 1,3 | 1,3 | | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU | fazowa | fazowa | fazowa | | fazowa | fazowa | fazowa | fazowa |
| Dokładność [mm + ppm] | | | | | | | | |
| • z lustrem | 1,5 + 2 | 1,5 + 2 | 2 + 2 | | 2 + 2 | 1 + 2 | 0,8 + 1/1 + 1 | 1,5 + 2 |
| • z tarczką celowniczą | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | | 2 + 2 | 2 + 2 | 0,5 + 1/1 + 1 | 2 + 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) | | 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) |
| Zasięg [m] | | | | | | | | |
| • z jednym lustrem | 4000 | 6000 | 4500 | | 4500 | 5000 | 3500 | 5000 |
| • z trzema lustrami | 5000 | 7000 | 10 000 | | 10 000 | 10 000 | brak danych | 6000 |
| • z tarczką celowniczą | 500 | 500 | 500 | | 500 | 500 | 300 | 500 |
| • bez lustra | 500 | 1000 | 800 | | 800 | 1000 | 200 | 1000 |
| Czas [s] | | | | | | | | |
| • w trybie dokładnym (inicjalny) | 0,9 | 0,9 | 0,9 | | 0,9 | 0,9 | 2,4 | 0,9 |
| • w trybie trackingu | 0,4 | 0,4 | 0,4 | | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Tryb skanowania (prędkość) | brak | brak | brak | | brak | brak | brak | brak |
| SERWOMOTORY | | | | | | | | |
| Wyszukiwanie i śledzenie lustra | nie | nie | tak | | tak | tak | tak | nie |
| Jednoosobowa stacja robocza | nie | nie | tak | | tak | tak | opcja | nie |
| Szybkość [st./s] | nie dotyczy | nie dotyczy | 120 | | 120 | 180 | 45 | nie dotyczy |
| WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA | | | | | | | | |
| Jednostronna/dwustronna | dwustronna/jednostronna | dwustronna (opcja) | jednostronna | | jednostronna | jednostronna | dwustronna (opcja) | dwustronna |
| Rozmiar | 192 x 80 px | 192 x 80 px | 4,3 cala | | 4,3 cala | 4,3 cala | 3,7 cala | 3,5 cala |
| Kolorowy; dotykowy | nie; nie | nie; nie | tak; tak | | tak; tak | tak; tak | tak; tak | tak; tak |
| Liczba klawiszy | 28 | 28 | 24 | | 24 | 24 | 33 | 29 |
| REJESTRACJA DANYCH | | | | | | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | 50 000 pkt | 50 000 pkt | 1 GB | | 1 GB | 1 GB | 64 MB | 1 GB |
| Typ pamięci zewnętrznej | pendrive | pendrive | pendrive | | pendrive | pendrive | CF, pendrive | pendrive |
| Wymiana danych | RS-232, USB, opcja: Bluetooth | RS-232, USB, Bluetooth, wi-fi | RS-232, USB, Bluetooth, GSM | | RS-232, USB, Bluetooth, GSM, wi-fi | RS-232, USB, Bluetooth, GSM, wi-fi | RS-232, USB, Bluetooth | RS-232, USB, Bluetooth |
| OPROGRAMOWANIE WEWNĘTRZNE | | | | | | | | |
| System operacyjny | Topcon | Topcon | Windows Embedded Compact 7 | | Windows Embedded Compact 7 | Windows Embedded Compact 7 | Windows CE 6.0 | 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 (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, 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 wys., rzut na linię baz., tycz. z linii bazowej, domiary, import/eksport DXF, DTM, SHF, możliwość prowadzenia szkicu na mapie |
| Formaty wymiany danych | Topcon, WinKalk, C-Geo, GeoMap | 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 | TXT, DXF, DWG, SHP, WinKalk, C-Geo, GeoMap |
| BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ | Li-Ion | Li-Ion | Li-Ion | | Li-Ion | Li-Ion | Li-Ion | Li-Ion |
| Ciągły pomiar kątów [h] | brak danych | brak danych | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | brak danych |
| Pomiar kątów i odległości [h] | 14 | 28 | 2 x 4 | | 2 x 4 | 2 x 4 | 2 x 4 | 20 |
| INNE | | | | | | | | |
| Praca na obrazie z kamery | nie | nie | nie | | nie | nie | nie | nie |
| Diody do tyczenia | tak | tak | tak | | tak | tak | nie | tak |
| Pionownik laserowy | opcja | tak | opcja | | opcja | opcja | nie | opcja |
| Waga instrumentu z baterią [kg] | 5,1 | 5,3 | 5,8 | | 5,8 | 5,8 | 7,7 | 5,7 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP66 | IP66 | IP65 | | IP65 | IP65 | IP65 | IP65 |
| Temperatura pracy [°C] | -20 do 60 | -20 do 60 | -20 do 50 | | -20 do 50 | -20 do 50 | -20 do 50 | -20 do 50 |
| Wypożądanie standardowe (poza pudełkiem) | bateria, ładowarka, okablowanie, oprogramowanie | bateria, ładowarka, okablowanie, oprogramowanie | 2 baterie, 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 |
| Gwarancja [miesiące] | do 36 | do 36 | 36 na tachimetr, 60 na serwomotory | | 36 na tachimetr, 60 na serwomotory | 36 na tachimetr, 60 na serwomotory | do 36 | do 36 |
| Cena netto zestawu standardowego [zł] | brak danych | brak danych | brak danych | | brak danych | brak danych | brak danych | brak danych |
| Informacje dodatkowe | - | Long Link (Bluetooth dalekiego zasięgu), boczny przycisk do wyzwalania pomiaru | Long Link (Bluetooth dalekiego zasięgu), boczny przycisk do wyzwalania pomiaru, opcja pracy jednoos. | | Long Link (Bluetooth dalekiego zasięgu), boczny przycisk do wyzwalania pomiaru, opcja pracy jednoos. | Long Link (Bluetooth dalekiego zasięgu), boczny przycisk do wyzwalania pomiaru, opcja pracy jednoos. | akcesoria i oprogramowanie do pomiarów przemysłowych | Long Link (Bluetooth dalekiego zasięgu), boczny przycisk do wyzwalania pomiaru |
| Dystrybutor | TPI | TPI | TPI | | TPI | TPI | TPI | TPI |

TACHIMETRY

| MARKA | Trimble | Trimble | Trimble | | Trimble | Trimble | Trimble | Trimble |
|--|--|---|---|--|---|--|--|--|
| MODEL | C3 | C5 | M3 | | S5 | S7 | S9/S9 HP | SX12 |
| DATA WPROWADZENIA NA RYNEK | 2017 | 2017 | 2013 | | 2015 | 2015 | 2015 | 2021 |
| POMIAR KĄTÓW – METODA POMIARU | absolutna | absolutna | absolutna | | absolutna | absolutna | absolutna | absolutna |
| Dokładność | 1", 2", 3" lub 5" | 1", 2", 3" lub 5" | 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" | 0,1" | 0,1" |
| Kompensator; dokładność; zakres | dwuosiowy; brak danych; 3´ | dwuosiowy; brak danych; 3´ | dwuosiowy; brak danych; 3,5´ | | 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 (opcja: 19x lub 38x); 45 | 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 | 1,5 | 1,5 | 1,7 |
| POMIAR ODLEGŁOŚCI – METODA POMIARU | impulsowa | impulsowa | impulsowa | | impulsowa | impulsowa | impulsowa | Trimble Lightning 3DM |
| Dokładność [mm + ppm] | | | | | | | | |
| • z lustrem | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 | | 1 + 2 | 1 + 2 | 1 + 2/0,8 + 1 | 1 + 1,5 |
| • z tarczką celowniczą | 3 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 | | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2 /3 + 2 | 2 + 1,5 |
| • bez lustra | 3 + 2 | 3 + 2 | 3 + 2 | | 2 + 2 | 2 + 2 | 2 + 2/3 + 2 | 2 + 1,5 |
| Zasięg [m] | | | | | | | | |
| • z jednym lustrem | 5000 | 5000 | 3000 | | 2500 lub 5500 | 2500 lub 5500 | 2500 lub 5500/3000 lub 5000 | 5500 |
| • z trzema lustrami | brak danych | brak danych | 5000 | | brak danych | brak danych | brak danych/7000 | brak danych |
| • z tarczką celowniczą | 300 | 300 | brak danych | | 2200 | 2200 | 2200/>150 | 800 |
| • bez lustra | 800 | 800 | 400 | | 2200 | 2200 | 2200/>150 | 800 |
| Czas [s] | | | | | | | | |
| • w trybie dokładnym (inicjalny) | 1,0 | 1,0 | 1,5 | | 1,2 | 1,2 | 1,2/2,5 | 1,6/1,2 |
| • w trybie trackingu | 0,5 | 0,5 | 0,8 | | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Tryb skanowania (prędkość) | brak | brak | brak | | 2 pkt/s | 15 pkt/s | 15 pkt/s | 26 600 pkt/s |
| SERWOMOTORY | | | | | | | | |
| Wyszukiwanie i śledzenie lustra | nie | nie | nie | | tak | tak | tak | tak |
| Jednoosobowa stacja robocza | nie | nie | nie | | tak | tak | tak | tak |
| Szybkość [st./s] | nie dotyczy | nie dotyczy | nie dotyczy | | 115 | 115 | 115 | 115 |
| WYŚWIETLACZ I KLAWIATURA | | | | | | | | |
| Jednostronna/dwustronna | dwustronna | dwustronna | dwustronna | | dwustronna | dwustronna | dwustronna | obsługa przez Trimble T10 lub TSC7 |
| Rozmiar | 128 x 64 px | 640 x 480 px | 320 x 240 px | | 320 x 240 px | 320 x 240 px | 320 x 240 px | jak w kontrolerze |
| Kolorowy; dotykowy | nie; nie | tak; tak | tak; tak | | tak; tak | tak; tak | tak; tak | jak w kontrolerze |
| Liczba klawiszy | 21 + kierunkowe | 10 + kierunkowe | 26 | | 19 + kursor | 19 + kursor | 19 + kursor | jak w kontrolerze |
| REJESTRACJA DANYCH | | | | | | | | |
| Pojemność pamięci wewnętrznej | 50 000 pkt | 4 GB pamięci flash | 1 GB | | w zależności od kontrolera | w zależności od kontrolera | w zależności od kontrolera | w zależności od kontrolera |
| Typ pamięci zewnętrznej | nie dotyczy | kontroler, pendrive | kontroler, pendrive, chmura | | kontroler, pendrive, chmura | kontroler, pendrive, chmura | kontroler, pendrive, chmura | kontroler, chmura |
| Wymiana danych | RS-232, USB (host), Bluetooth | RS-232, USB (host i klient), Bluetooth | RS-232, USB, 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 | Nikon/Trimble | Windows Embedded Compact 7 | Windows CE 6.0 | | w zależności od kontrolera | w zależności od kontrolera | w zależności od kontrolera | w zależności od kontrolera |
| Funkcje pomiarowe i obliczeniowe | wcięcie wstecz, tyczenie, znane stanowisko, wysokość stanowiska, tachimetria, pomiar mimośrodowy, obliczenia | oprogramowanie terenowe Trimble Access, moduł drogowy, możliwość tworzenia własnych aplikacji (SDK) | 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 | ASCII (Nikon, SDR2x, SDR33) | 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 | Trimble, DXF, SHP, TXT, CSV, RAW, LandXML, inne |
| BATERIA WEWNĘTRZNA – RODZAJ | 2 Li-Ion | 2 Li-Ion | 2 Li-Ion | | Li-Ion | Li-Ion | Li-Ion | Li-Ion |
| Ciągły pomiar kątów [h] | 22 (2 baterie) | 14 (2 baterie) | 28 (2 baterie) | | 18 | 18 | 18 | 2-3 |
| Pomiar kątów i odległości [h] | 18 (2 baterie) | 12 (2 baterie) | 12 (2 baterie) | | 6,5-20 | 6,5-20 | 6,5-20 | 2-3 |
| INNE | | | | | | | | |
| Praca na obrazie z kamery | nie | nie | 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 | nie | tak | tak | | tak | nie | nie | nie (kamera wbudowana w pionownik) |
| Pionownik laserowy | tak | tak | tak | | nie | nie | nie | nie (kamera wbudowana w pionownik) |
| Waga instrumentu z baterią [kg] | 4,4 | 4,4 | 3,8 | | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 7,5 |
| Norma pyło- i wodoszczelności | IP66 | IP66 | IP66 | | IP65 | IP65 | 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 |
| Wyposażenie standardowe (poza pudełkiem) | 2 baterie, ładowarka, okablowanie | 2 baterie, ładowarka, okablowanie | 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 | 24 | 24 |
| Cena netto zestawu standardowego [zł] | od 19 900 | od 23 900 | od 23 900 | | od 45 900 | od 62 900 | od 81 900 | od 185 000 |
| Informacje dodatkowe | autofokus, możliwość wymiany baterii bez przerywania pracy | autofokus, możliwość wymiany baterii bez przerywania pracy, technologia Locate2Protect | dwa gniazda na baterie umożliwiające nieprzerwaną pracę | | technologie: Locate2Protect, 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 | Geotronics Dystrybucja | Geotronics Dystrybucja |

Najważniejsze wiadomości co tydzień w Twojej skrzynce



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