

nie różnej pojemności wymiennych kart pamięci (przeważnie CompactFlash lub Secure Digital). Zestawy pomiarowe złożone z oddzielnych segmentów (odbiornik, antena, rejestrator) mogą współpracować z nawet najprostszym palmtopem jako rejestratorem.

W większości przypadków każdy producent posiada własne firmowe oprogramowanie zarówno do pracy w terenie, jak i do obliczeń w biurze. Aplikacje polowe umożliwiają, oprócz samego pomiaru (punktów, linii, powierzchni) i zapisywania obserwacji, także nadawanie atrybutów mierzonym obiektom. Niektóre firmy oferują do rejestratorów oprogramowanie pomiarowe firmy ESRI – ArcPad. Software biurowy przeznaczony jest m.in. do wyrównywania sieci wraz z oceną dokładności czy transformacji do różnych układów współrzędnych.

Ważnym elementem urządzeń GPS-GIS jest liczba portów do komunikacji zewnętrznej. Dobry odbiornik powinien być wyposażony w kilka typów portów (RS-232, USB, Bluetooth), by można było w różnych konfiguracjach podłączać do niego sensory zewnętrzne. Jeśli jednym z pól w bazie danych jest atrybut „temperatura”, to idealnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie elektronicznego termometru podłączanego np. przez port szeregowy. Do uzupełnienia pola „wilgotność gleby” potrzebne będzie urządzenie do jej pomiaru, podłączane np. przez port USB. Gdy chcemy natychmiast z terenu wysłać dane z pomiaru do biura niezastąpiony będzie bezprzewodowy Bluetooth do komunikacji z telefonem komórkowym.

Baterie i stopień odporności odbiornika na warunki zewnętrzne to dwa elementy, które decydują w dużej mierze o sprawności i skuteczności posiadanego przez nas instrumentu. W przedstawianych urządzeniach stosowane są nowoczesne szybkoładowalne baterie o dużej pojemności, które zapewniają zasilanie na cały dzień pomiarów. Normy pyłowości i wodoszczelności są z roku na rok coraz wyższe. Chociaż jest to parametr bardzo istotny, to przez wielu przyszłych użytkowników pomijany. Wpływa on m.in. na to, czy ekran rejestratora zaparuje podczas pracy w deszczu, a w najgorszym przypadku – kiedy cały zestaw odmówi posłuszeństwa.

MARK PUDŁO



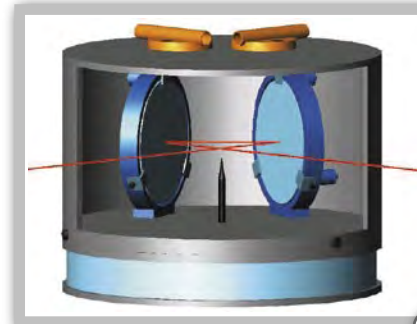
Mimośrodowy pomiar Schumann-Bau

POMIAR ZZA WĘGŁA

Skonstruowane przez niemiecką firmę Argus GeoTech GmbH lustro prostokątne Oka Argusa jest bardzo precyzyjną wersją klasycznej węgielniczy zwierciadlanej. Dzięki niemu możliwe jest na przykład pomierzenie tachimetrem odległości do niewidocznego dla obserwatora punktu położonego za narożnikiem budynku.

MATTHIAS FUHLAND

Graficzny model funkcjonowania Oka Argusa w obudowie przedstawia rys. 1. Tak jak w pryzmacie pentagonalnym, lustro prostokątne ma tę cechę, że zmienia kierunek wpadającego promienia o 100 gradów, przy czym klasyczny układ został zastąpiony dwoma zwierciadłami skierowanymi do wewnątrz. Długość optycznej



Graficzny model funkcjonowania Oka Argusa



i geometrycznej drogi światła jest w Oku Argusa równa. Dokładność ustawienia lustra jest zdaniem producenta [1] lepsza niż $10''$ (0,001 gradów). Urządzenie celownicze może składać się z dwóch celowników (jak na rys. 1), jednak korzystniejsza jest kombinacja celownika z przyzmatem pentagonalnym (jak na rys. 6). Ta druga wersja ma zalety przy ustawianiu Oka Argusa w mimośrodowych pomiarach metodą biegunową, ponieważ wtedy cel i tachimetr są widoczne z jednego kierunku patrzenia.

• POMIAR MIMOŚRODOWY METODĄ BIEGUNOWĄ

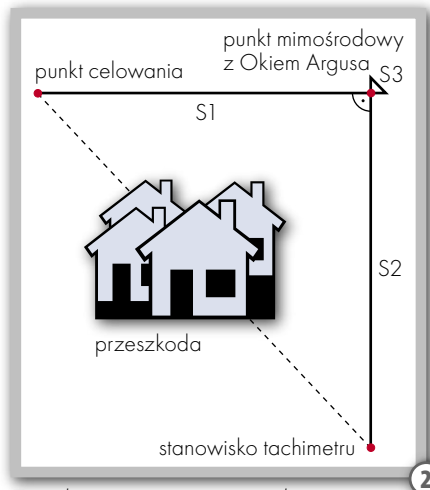
Mimośród jest coraz rzadziej wykorzystywany w pomiarach metodą biegunową, ponieważ ustawienie nowego stanowiska instrumentu nie jest dzięki nowoczesnym tachimetrom zbyt czasochłonne. Jednak w przypadku, gdy trzeba by ustawiać wiele nowych stanowisk, warto wykorzystać pasywny mimośród w postaci Oka Argusa.

Sposób posługiwania się Okiem Argusa został przedstawiony na rys. 2. Użytkownik ustawia tyczkę w ekscentrze (punkcie mimośrodowym) za pomocą urządzenia celowniczego w taki sposób, że tachimetr, Oko Argusa oraz

punkt celowania tworzą kąt prosty. Jeżeli punkt celowania leży, patrząc ze stanowiska tachimetru, na lewo od Oka Argusa (tak jak na rys. 2), celownik ma być nakierowany na punkt celowania. Wtedy, przy precyzyjnym ustawieniu i zestrojeniu, tachimetr znajduje się w przyzmacie pentagonalnym dokładnie pod krzyżem nitek celownika (rys. 3). Natomiast jeżeli punkt celowania leży, patrząc ze stanowiska tachimetru, na prawo od Oka Argusa, celownik ma wskazywać tachimetr. Wtedy, przy precyzyjnym ustawieniu i zestrojeniu punkt celowania znajduje się w przyzmacie pentagonalnym dokładnie pod krzyżem nitek celownika.

Przy ustawieniu lustra prostokątne-go na punkt celowania pomiar odległości skośnej stanowi sumę odcinków s_1 , s_2 oraz s_3 . Odległość pozioma s_2 między tachimetrem i ekscentrem oraz kierunek są określane przez pomiar na folię odbijającą znajdującą się wokół obudowy Oka Argusa. Odcinek s_3 poziomy odpowiada stałej lustra. Po przeliczeniu s_2 i s_3 na odległości skośne i odjęciu ich od pomierzonej odległości otrzymujemy odległość skośną s_1 , która może być zredukowana za pomocą pomierzonego kąta pionowego. Różnica wysokości między poziomą osią obrotu lunety a punktem celowania jest funkcją sumy odcinków i kąta pionowego.

Zasadnicza różnica między pomiarami z zastosowaniem Oka Argusa a zwykłymi pomiarami polega na tym, że celowanie jest wykonywane w znacznej części przez osobę trzymającą tyczkę z Okiem Argusa. Pomiar z pasywnym punktem mimośrodowym funkcjonuje znakomicie, gdy tachimetr posiada widoczny laserowy promień celujący, który oznacza dany punkt celowania.



Zasada pasywnego mimośrodu



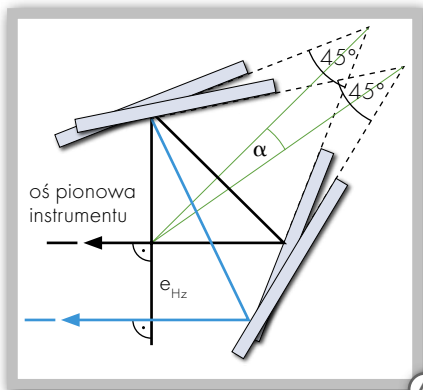
Cel w krzyżu nitek (tachimetr w przyzmacie)

• KRYTERIA DOKŁADNOŚCI

Aby Oko Argusa działało prawidłowo, powierzchnie lustek powinny być równoległe do pionowej osi tyczki oraz tworzyć między sobą dokładnie kąt 50 gradów (45°). Odchylenia od tego ustawienia są opisywane za pomocą błędów ustawczych (δV lub δHz). Zasadniczo nie powinny one przekraczać 3 sekund gradowych, ale nie można wykluczyć późniejszych zmian wskutek uderzeń lub zmian temperatury. Z tego względu zaleca się, aby w trakcie pomiarów sprawdzać lustro prostokątne w stałych odstępach czasu i ewentualnie doprowadzić do pożądanego położenia. W tym celu opracowano kilka metod sprawdzenia ustawienia w warunkach polowych [3]. Również firma Argus GeoTech oferuje serwis ustawczy i kalibracyjny.

Następnie należy upewnić się, że lustro prostokątne jest odpowiednio ustawione w stosunku do tachimetru, aby uniknąć błędów współrzędnych, spowodowanych przez mimośrodość punktu przecięcia promieni. Rys. 4 przedstawia zależność błędów zestrojenia i błędów współrzędnych.

Błędy poziomowania lustra prostokątnego wpływają przede wszystkim na kąt pionowy promienia celującego między lustrem prostokątnym i punktem celowania. Obarczone błędem poziomowanie oddziałuje nie tylko na rzędną wysokości, lecz przy dużych różnicach wysokości przeważy również na odległość poziomą między lustrem prostokątnym i punktem celowania. Wynika to z faktu, że redukcja odległości skośnej następu-



Wpływ błędów zestrojenia

je za pomocą pomierzonego kąta pionowego. W przypadku prawie poziomych celowych wpływ na położenie horyzontalne można zaniedbać. Jeżeli trzeba dokładnie określić rzędną wysokości, do pomiaru przy dużym mimośrodku nie wystarcza zwykle poziomowanie Oka Argusa za pomocą libelli sferycznej. Do niżej opisanych zastosowań z wykorzystaniem laserów budowlanych i rotacyjnych zaleca się poziomowanie za pomocą libelli rurkowej.

• POMIARY ARCHITEKTONICZNE

Jedną z możliwości zastosowania Oka Argusa jest mimośrodkowy pomiar niewidocznych punktów wewnątrz i na zewnątrz budynku. Największą zaletą takiego pomiaru jest zmniejszenie liczby stanowisk tachimetru, czego przykładem może być pomiar sytuacyjny w budynku Hülse-Bau, należącym do Uniwersytetu Technicznego w Dreźnie. Ten sześciopiętrowy obiekt, niegdyś służący za więzienie, składa się z czterech skrzydeł tworzących krzyż i połączonych dużą otwartą klatką schodową (rys. 5). Z końca każdego skrzydła jest wizura na skrzydło leżące naprzeciwko. Dzięki zastosowaniu Oka Argusa w środkowej części budynku można było każdorazowo na danym piętrze tylko z jednego stanowiska tachimetru wyznaczyć punkty orientacyjne w pomieszczeniach oraz na ścianach korytarza. Tymczasowe oznaczenie punktów orientacyjnych zostało wykonane za pomocą samoprzylepnej taśmy z numerem i krzyżem lub odbłaskowych znaków na ścianach. Widoczny promień lasera tachimetru był mimośrodkowo rzucany na dowolnie wybrany punkt na ścianie i odbłaskowy znak mógł być umieszczony w centrum plamki lasera. W efekcie udało się zmniejszyć o 40 liczbę stanowisk tachimetru (bez pomocy Oka Argusa było ich 116), które byłyby potrzebne tylko do pomiaru punktów

orientacyjnych i innych stanowisk tachimetru. Zaletą jest tutaj nie tyle oszczędność czasu, ile możliwość dopasowania porządku pomiarów oraz możliwość wykonywania pomiarów pomieszczeń niezależnie.

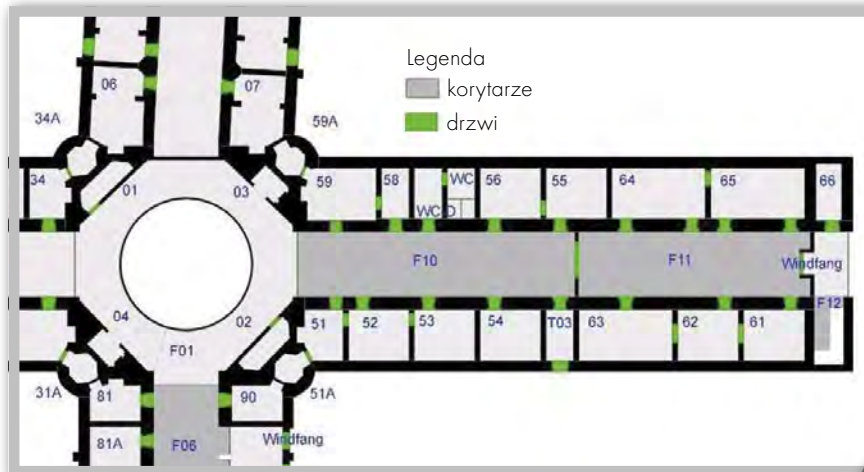
W drugim teście wykonano za pomocą tachimetru szczegółowy plan sytuacyjny dla części skomplikowanego budynku Schumann-Bau Uniwersytetu Technicznego w Dreźnie (patrz fot. na s. 54-55). Dzięki zastosowaniu Oka Argusa zmniejszono o jedną trzecią liczbę stanowisk tachimetru przy pomiarach wewnątrz budynku. Pomiar bez luster w pomieszczeniach o prostej konstrukcji mógł być wykonany z korytarza przy użyciu Oka Argusa, eliminując konieczność rozstawiania instrumentu w tych pomieszczeniach. Zamiast celować dokładnie na narożniki, często wystarczyło pomierzyć dwa dowolne punkty na wewnętrznych ścianach i następnie opracować w programie CAD geometrię pomieszczenia. Liczba stanowisk zmniejszyła się również na zewnątrz budynku dzięki temu, że zakryte punkty, jak np. krawędzie, wnęki w ścianach, a także bramy i łuki

[4]. Na przykład na Uniwersytecie Technicznym w Dreźnie opracowano koncepcję pomiaru deformacji i przemieszczeń w kościele klasztornym w Magdeburgu. Opiera się ona na tymczasowo zainstalowanym systemie monitorowania wykorzystującym zmotoryzowany tachimetr. Ponieważ nie wszystkie punkty są widoczne z jednego stanowiska, zastosowano przymusowo centrowane Oko Argusa, aby pomierzyć mimośrodkowo dwa z celów. W

efekcie natychmiast otrzymuje się ich bardzo dokładne współrzędne. Wcześniej przeprowadzone testy wykazały, że automatyczne rozpoznawanie celu wykorzystanego instrumentu Leica TCA 2003 funkcjonuje bez zarzutu, również gdy wizura istnieje tylko dzięki Oku Argusa. Warto dodać, że producent może również dostosować Oko Argusa do dowolnego kąta (wtedy zmienia się oczywiście również stała lustra).

• POMIAR PRZY MAŁYCH KĄTACH

Oko Argusa ma znaczną zaletę przy pomiarze odległości bez luster, ponieważ dzięki niemu można uniknąć po-



Wschodnie skrzydło Hülse-Bau

pomierzono mimośrodkowo za pomocą lustra prostokątnego. Zastosowanie Oka Argusa znacznie skróciło w tym przypadku czas pomiarów.

• KONTROLNE POMIARY BUDOWLI

Następny przykład zastosowania Oka Argusa to stały pomiar niewidocznych punktów budowli, również w połączeniu z pomiarami w podczerwieni i innymi pomiarami optycznymi. Mimośrodkowe pomiary kątów i odległości sprawdzają się przy precyzyjnych obserwacjach przemieszczeń zabytkowych budynków

wstania bardzo ostrego kąta między promieniem celującym i powierzchnią obiektu. Wymagana do odbicia sygnału minimalna wartość reemisji jest przy pomiarach małych kątów często nieosiągalna, szczególnie ciemnych powierzchniach, mimo że mierzona odległość nie przekracza jeszcze dopuszczalnej. Dzięki zastosowaniu Oka Argusa można zwiększyć kąt odbicia promienia celującego od powierzchni obiektu aż do 100 gradów. Pomiary badawcze wykazały, że najczęściej większa ono wyraźnie stopień reemisji. Dzięki temu użycie punktu mimośrodkowego ma sens, również wtedy,

gdy w klasycznym rozumieniu nie jest to konieczne. Oko Argusa może mieć praktyczne zastosowanie m.in. przy pomiarach profili w wąskich tunelach.

• TYCZENIE OSI KONSTRUKCYJNYCH

Kolejne zastosowanie Oka Argusa można znaleźć przy wyznaczaniu prostopadłych lub równoległych osi konstrukcyjnych przy użyciu tylko jednego lasera budowlanego tyczącego linie. Jeżeli laser jest ustawiony w jednej osi konstrukcyjnej oraz zaznaczone są punkty przecięcia osi, wystarczy ustawić Oko Argusa na zaznaczonym punkcie przecięcia, spoziomować oraz ustawić na odpowiedniej wysokości i w kierunku poziomym. Dzięki użyciu kilku tyczek z Okiem Argusa można wyznaczyć linie równoległe. Poziomowanie libellą rurkową jest konieczne tylko wtedy, gdy wszystkie osie mają być pokazane na jednej wysokości. W pozostałych przypadkach wystarcza poziomicowanie libellą sferyczną, ponieważ kierunek poziomy zmienionego promienia celującego zależy tylko od dokładności ustawienia lustra δ_{Hz} . Oko Argusa znajduje zastosowanie również przy kontroli ław i zamarkowanych osi konstrukcyjnych budynku.

• NIWELACJA

Oko Argusa w połączeniu z niwelatorem laserowym pozwala na przeniesienie poziomych płaszczyzn lasera w miejsca niewidoczne, a tym samym na zaoszczędzenie dodatkowych stanowisk. Tutaj zaleca się poziomicowanie za pomocą libelli rurkowej, również wtedy, gdy wymagane dokładności wynoszą 1-2 cm. Pomocne jest zasto-

sowanie wyciąganego statywu, aby ustawić Oko Argusa na wysokości lasera.

Zakres kątowy, który może być objęty przez odbity promień, zależy od odległości między laserem a Okiem Argusa, ponieważ otwór czynny jest ograniczony do ok. 55 mm. Przy ustawieniu lasera i Oka Argusa na krawędziach jednej ściany wydłużonego budynku, przód i tył budynku może być pomierzony zaledwie jednego stanowiska niwelatora.

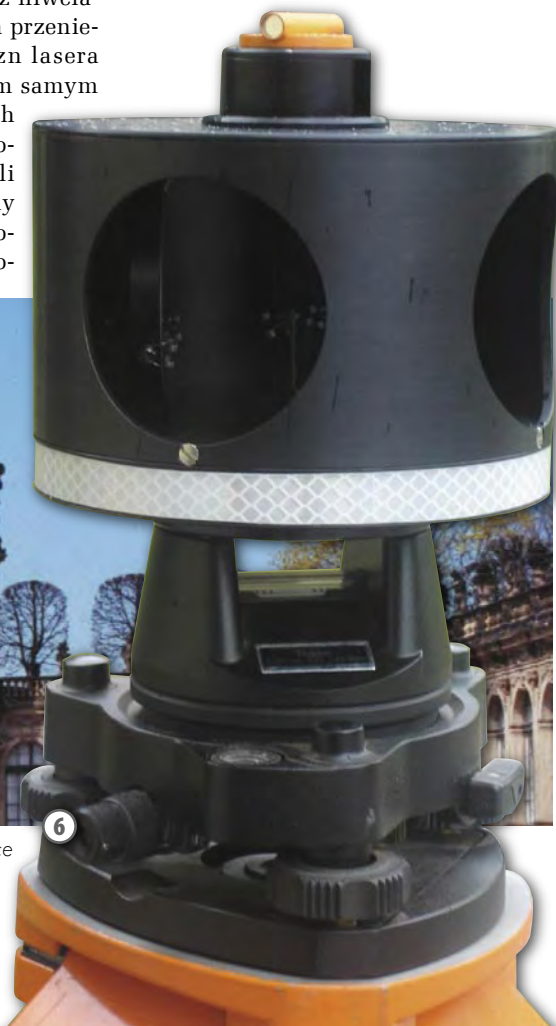
Na zakończenie można powiedzieć, że Oko Argusa jest urządzeniem, którego zastosowanie przyczynia się do znacznego ułatwienia prac przy pomiarach sytuacyjnych, zaoszczędzenia czasu i pieniędzy, a także umożliwia elastyczne planowanie porządku prac. Przedmiotem dalszych badań jest zastosowanie Oka Argusa w pomiarach wykonywanych skanerami laserowymi.

MATTHIAS FUHLAND

jest wykładowcą TU Dresden, Geodätisches Institut

Literatura:

- [1] www.argus-geotech.de
- [2] Fuhland, M.: *Das passive Exzentrum-Streckenmessung um die Ecke*, Vermessungsingenieur Heft 6/2004
- [3] Fuhland M., Neumann G., Schmidt J.: *Kalibrierung eines Orthogonalspiegels*, AVN Heft 1/2005
- [4] Stempfhuber W., Zinsberger S., Bergmann N.: *Online Monitoring historischer Kirchen mit einem Präzisionstachymeter mittels reflektorloser, direkter oder indirekter Winkel- und Streckenmessung*, Ingenieurvermessung 2004, ETH Zürich, S. 432-436



Oko Argusa na spodarce

DO POMIARÓW PRZEMIESZCZEŃ

Leica Geosystems wypuściła na rynek nowy odbiornik GPS GMX902. Jest on przeznaczony do monitorowania przemieszczeń mostów, zapór, wysokich budowli i elementów topograficznych, np. osuwających się zboczy. Instrument nie ma rozbudowanych funkcji - dostarcza jedynie precyzyjne surowe dane. Ma metalową obudowę chroniącą przed wodą, temperaturą i wstrząsami. Do przetwarzania danych - wyznaczania współrzędnych - wykorzystać można aplikację Leica GPS Spider, a do analiz przemieszczeń - GeoMoS.

ŹRÓDŁO: LEICA GEOSYSTEMS



ProPak Z OMNISTAREM

Najnowszą wersję (2.31) instrumentu GPS ProPak-LBplus firmy NovAtel wyposażono w możliwość korzystania z serwisów Omnistar XP i Omnistar HP. Są to serwisy DGPS poprawiające w czasie rzeczywistym dokładność wyznaczania pozycji. Odbiornik wraz z anteną GPS-702L może dzięki temu wyznaczyć pozycję z dokładnością rzędu 15 cm. ProPak-LBplus ma wbudowany dwuczęstościowy moduł GPS OEM4-G2. Na rynku amerykańskim urządzenie to wraz z opłatą za serwisy XP i HP oraz anteną kosztuje 5495 dolarów.

ŹRÓDŁO: NOVATEL



RTK BEZ KABLA

Leica Geosystems zaprezentowała nowy zestaw GPS RTK SmartRover. Jego główną część stanowi odbiornik GPS o nazwie ATX1230. Zestaw pomiarowy uzupełnia kontroler RX1250 pracujący w systemie Windows CE, który do komunikacji z odbiornikiem może używać łącza Bluetooth.

GPS RTK SmartRover został stworzony z myślą o możliwości wykorzystania podzespołów (ATX1230) zastosowanych w Leica SmartStation, pierwszym tachimetrze zintegrowanym z GPS.

ŹRÓDŁO: LEICA GEOSYSTEMS

