

SKANUJ W 3D

Specjaliści od fotogrametrii bliskiego zasięgu twierdzą: skanowanie laserowe jest najszybszą technologią pozyskiwania danych quasi-obrazowych.

Laserowy skaner 3D to bardzo zaawansowana mutacja tachimetru elektronicznego. Skaner podobnie wyznacza współrzędne przestrzenne (X, Y, Z) mierzonych punktów, określając odległość i kąty. Bardzo zbliżone są też dokładności realizowanych przez skaner czynności pomiarowych. Parametrem najbardziej odróżniającym te dwa urządzenia jest prędkość pracy, oczywiście na korzyść skanera.

Skaner ma też dużą przewagę nad metodami obrazowymi, a mianowicie rejestruje czwartą współrzędną – siłę odbicia powracającego sygnału świetlnego wysłanego przez skaner. Znany jest przypadek, w którym po pomiarze sklepienia kościoła odkryto, że jedna z belek jest wykonana z innego materiału niż pozostałe. Kiedy indziej, po skończeniu inwentaryzacji fasady zabytkowej budowli okazało się, iż pod świeżymi tynkami utrzymuje się wilgoć.

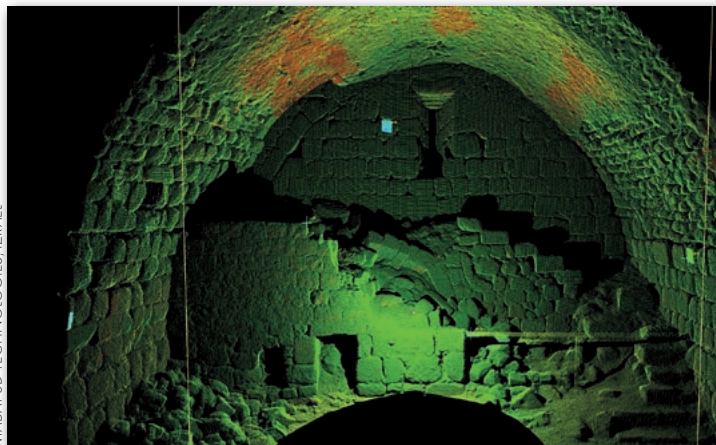
Które parametry techniczne skanera są najważniejsze? Trudno znaleźć jednoznaczna odpowiedź na to pytanie, ponieważ każdy użytkownik oczekuje czegoś innego. Można zaryzykować stwierdzenie, że skanery laserowe warto rozpatrywać pod kątem trzech podstawowych parametrów: **wiarygodności** (dokładność pomiaru kąta i odległości, rozdzielczość),

wydajności pracy (prędkość skanowania, pole widzenia i zasięg skanera) oraz **funkcjonalności w terenie** (sposób obsługi, wielkość, oprogramowanie).

Żeby poprawnie zinterpretować parametry z grupy „wiarygodności” zawarte w tabelach na kolejnych stronach, trzeba pamiętać o kilku faktach „laserowych”. W skanerach montowane jest przeważnie źródło, które emituje światło widoczne dla ludzkiego oka (czerwone lub zielone), ale są też egzemplarze pracujące w bliskiej podczerwieni. Kolor jest ściśle związany z długością fali.

Trzeba wiedzieć, że fala elektromagnetyczna (laser) używana do wyznaczania odległości może mieć dwie formy sygnałów pomiarowych: fazową i impulsową. Sprzęt fazowy to urządzenia bardzo szybkie i dokładne, ale z ograniczonym do kiludziesięciu metrów zasięgiem. Impulsowe z kolei charakteryzują się dużymi możliwościami odległościowymi (nawet 1800 m), ale ich prędkość jest dużo mniejsza niż w wersji fazowej.

Na końcową dokładność pomiaru skanerem współrzędnych punktów ma wpływ – oprócz błędu wyznaczania dystansu – precyzja mierzenia kąta (poziomego i pionowego). Większość skanerów korzysta z systemów odczy-



MABAT 3D TECHNOLOGIES, IZRAEL

towych podobnych do tych w tachimetrach.

Wykonując pomiary skanem, należy mieć świadomość, że wiązka ma charakter rozbieżny i średnica plamki lasera zwiększa się wraz ze wzrostem odległości. Parametr wielkości plamki lasera jest skorelowany z dokładnością pomiaru, zdolnością rozdzielczą skanera (minimalną odległością między mierzonymi punktami), a tym samym możliwością jego zastosowania w różnych zadaniach pomiarowych.

Podsumowując „wiarygodność”, nie można pominąć minimalnej wielkości mierzonego przyrostu (w poziomie i pionie), który decyduje bezpośrednio o szczegółowości odwzorowania, a w prostej linii – dokładności modelu mierzonego obiektu. Im przyrost będzie mniejszy, tym lepiej – urządzenie wyznaczy więcej punktów danego obiektu.

Przejdźmy do „wydajności”. Tutaj brylują dwie cechy – prędkość skanowania i pole widzenia skanera. Skanery fazowe są szybsze od impulsowych. W zestawieniu znajdziemy sprzęt fazowy, który pracuje z częstotliwością 500 000 pkt/s. Najszybszy impulsowy ma osiągi 50 000 pkt/s, a przeważnie jest

to niewiele więcej niż kilka tysięcy punktów na sekundę.

Pole widzenia skanera określa się oddzielnie w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Prezentowane w tabeli modele obracają się o 360° wokół własnej osi. Wniosek jest więc taki, że to właśnie zakres pracy w pionie wpływa na wydajność pracy danym instrumentem. W większości prac skaner ustawiany jest na tradycyjnym statywie, dlatego jego pole widzenia będzie w pewnym stopniu ograniczone. Realizacja dużych projektów skanerem o mniejszej szybkości i mniejszym polu widzenia może się wydłużyć nawet dwukrotnie. Z dwóch instrumentów to ten o polu widzenia większym o kilkadziesiąt stopni będzie potrzebował do zeskanowania obiektu nawet o kilkanaście stanowisk mniej.

już jesteśmy w punkcie „funkcjonalność”. Najważniejszymi parametrami w tej kategorii są oczywiście sposób obsługi instrumentu i stopień jego skomplikowania ze względu na używane oprogramowanie oraz liczba komponentów wchodzących w skład zestawu pomiarowego.

Prezentowane na kolejnych stronach modele skanerów można podzielić pod względem obsługi na dwie grupy:



SKANERY LASEROWE

MARKA	3rdTech	Amberg Technologies	Faro Technologies
MODEL	DeltaSphere-3000IR	Profiler 5003	Photon 80/20
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2001	2006	2008
PRZEZNACZENIE	archeologia, prace renowacyjne, kryminalistyka	inżynierskie, pomiary tunelowe, kolejowe	inżynierskie, ochrona zabytków, leśnictwo
TRYB PRACY skanera [fazowy/impulsowy]	fazowy	fazowy	fazowy
LASER			
średnica plamki w zależności od odległości [mm/m]	7/9	3/1	3,3
długość fali [nm]	780	650	785
moc [mW]	8	brak danych	20
klasa bezpieczeństwa	3R	3R	3R
DOKŁADNOŚĆ WYZNACZANIA			
odległości [mm/m]	7,5/12	<4/25	1,2/25
kąta [°]	0,015	0,007	brak danych
ROZDZIELCZOŚĆ SKANOWANIA [mm]	0,25	0,1	0,6
PRĘDKOŚĆ SKANOWANIA			
maksymalna [pkt/s]	43 000	500 000	120 000
średnia [pkt/s]	15 000	250 000	120 000
ZASIĘG SKANOWANIA			
minimalny [m]	0,5	1	0,6
maksymalny [m]	15	79	76/20
POLE WIDZENIA			
w pionie [°]	290	310	320
w poziomie [°]	360	360	360
MINIMALNA WIELKOŚĆ MIERZONEGO PRZYROSTU			
w pionie	0,067°	0,0018°	0,009°
w poziomie	0,067°	0,0018°	0,00076°
OBSŁUGA SKANERA PRZEZ WBUDOWANY INTERFEJS			
wewnętrzny dysk twardy [MB]	nie dotyczy	2 GB	80 GB
ekran	nie dotyczy	4 linie	nie dotyczy
liczba klawiszy	nie dotyczy	6	2
funkcje obsługiwane z poziomu panelu	nie dotyczy	zarządzanie plikami, definiowanie rozdzielczości skanowania, obsługa kompensatora	uruchomienie pomiaru
KOMPUTER ZEWNĘTRZNY I OPROGRAMOWANIE			
minimalne wymagania techniczne	Pentium, 512 MB, Windows XP/Vista	2 GHz, 512 MB RAM, 40 GB HDD, Win XP	Pentium 1 GHz, 1 GB RAM, Windows XP
oprogramowanie do prowadzenia pomiarów	SceneVision-3D (kontrola skanowania, ustawianie parametrów, modelowanie 3D, łączenie skanów, ich kolorowanie, komentarze, dodatkowe funkcje rekonstrukcji zdarzeń, import/eksport danych)	w zależności od zastosowania	FARO Scene (obsługa skanowania, obróbka chmury punktów. import/eksport, zarządzanie danymi, analizy przestrzenne, pomiary na punktach)
oprogramowanie do opracowywania wyników	SceneVision-3D (kontrola skanowania, ustawianie parametrów, modelowanie 3D, łączenie skanów, ich kolorowanie, komentarze, dodatkowe funkcje rekonstrukcji zdarzeń, import/eksport danych)	TMS-Scan, TMS-Tunnelscan, TunnelMap, GRP RailCloud lub innych producentów (np. PolyWorks)	w zależności od pakietu: Reconstructor, Geomagic Qualify, Studio, InovX, ATS RRtunnel, FARO Cloud
REJESTRACJA DANYCH			
format zapisu obserwacji	RTPI	ZFS	FLS
format importu/eksportu	RTPI, XYZ, 3DD/RTPI, XYZ, VRML	zależnie od aplikacji	WRL, DXF, XYZ, XYZ, IGS, PTS, PTX, PTC
KOMPENSATOR	nie	czujnik pochyleń	tak
APARAT CYFROWY			
wbudowany/zewnętrzny (nazwa)	zewnętrzny (Fuji Finepix S5 Pro)	zewnętrzny	zewnętrzny (Nikon D70/D200)
rozdzielczość [megapiksele]	12	zależnie od modelu	7-10,2
format zapisu zdjęć	JPEG	zależnie od modelu	RAW, JPEG
SENSORY ZEWNĘTRZNE	nie dotyczy	kamery, wózki do pomiarów geometrii torów, GPS	nie dotyczy
STANDARDOWE PORTY WEJŚCIA/WYJŚCIA	Ethernet, USB	2 x USB, Ethernet, Bluetooth, zasilanie	2 x USB
ZASILANIE			
rodzaj baterii/czas ciągłej pracy [h]	brak danych/7	Li-Ion/1,5	brak danych/5-8
zasilanie zewnętrzne	tak	tak	tak
INFORMACJE DODATKOWE	brak danych	brak danych	brak danych
OGÓLNE			
wymiary (dł. x szer. x wys.) [mm]	355 x 355 x 102	268 x 190 x 372	410 x 160 x 280
waga [kg]	10	14	14,5
norma pyła- i wodoszczelności	brak danych	brak danych	brak danych
temperatura pracy [°C]	0 do +45	0 do +40	5 do +40
wyposażenie standardowe	skaner, statyw, torba podróżna, okablowanie, SceneVision-3D, okulary ochronne, opcja: aparat cyfrowy, laptop, wózek, dodatkowe oprogramowanie	zależnie od wersji	brak danych
gwarancja [miesiące]	12	12-24	36
dystrybutor	Grafinta S.A. (Hiszpania), Inition Ltd. (Wlk. Brytania), FTS S.A. (Grecja) www.3rdtech.com	Czerski Trade Polska Sp. z o.o. www.czerski.com	FARO Technologies Polska www.faro.com



SKANERY LASEROWE

MARKA	Leica HDS	Leica HDS	Maptek I-Site 3D Laser Imaging
MODEL	Leica ScanStation 2 (opis na s. 36)	Leica HDS6000	I-Site 4400LR
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2007	2006	2006
PRZEZNACZENIE	pomiary inżynierskie, geodezyjne, architektura, inwentaryzacja	pomiary inżynierskie, geodezyjne, architektura, inwentaryzacja	pomiary topograficzne
TRYB PRACY skanera [fazowy/impulsowy]	impulsowy	fazowy	impulsowy
LASER			
średnica plamki w zależności od odległości [mm/m]	4/50	8/25	140/100
długość fali [nm]	brak danych	650	905
moc [mW]	1,5	brak danych	10
klasa bezpieczeństwa	3R	3R	3R
DOKŁADNOŚĆ WYZNACZANIA			
odległości [mm/m]	4/50	<4/25	50/700
kąta [°]	12°	25°	0,04
ROZDZIELCZOŚĆ SKANOWANIA [mm]	<1	od 1,6 do 50,6	1
PRĘDKOŚĆ SKANOWANIA			
maksymalna [pkt/s]	50 000	500 000	4400
średnia [pkt/s]	zależna od gęstości i zakresu	zależna od gęstości i zakresu	4400
ZASIĘG SKANOWANIA			
minimalny [m]	1	1	5
maksymalny [m]	300	79	700
POLE WIDZENIA			
w pionie [°]	270	310	80
w poziomie [°]	360	360	360
MINIMALNA WIELKOŚĆ MIERZONEGO PRZYROSTU			
w pionie	<1 mm	1,6 mm	0,108°
w poziomie	<1 mm	1,6 mm	0,108°
OBŚLUGA SKANERA PRZEZ WBUDOWANY INTERFEJS			
wewnętrzny dysk twardy [MB]	nie dotyczy	60 GB	nie dotyczy
ekran	nie dotyczy	4 linie	nie dotyczy
liczba klawiszy	nie dotyczy	6	nie dotyczy
funkcje obsługiwane z poziomu panelu	nie dotyczy	zakres i gęstość skanowania, kontrola sensora pochylenia	nie dotyczy
KOMPUTER ZEWNĘTRZNY I OPROGRAMOWANIE			
minimalne wymagania techniczne	1,4 GHz, 512 MB RAM, 80 GB HDD, Win XP	1,7 GHz, 1024 MB RAM, 80 GB HDD, Win XP	tablet PC, 20 GB HDD, pamięć flash 2 GB
oprogramowanie do prowadzenia pomiarów	CycloneSCAN (ustawianie parametrów skanowania, automatyczna identyfikacja celu, wcięcie, bezpośrednie wprowadzanie współrzędnych stanowiska, obsługa sensora pochylenia, podgląd chmury punktów, nałożenie koloru)	CycloneSCAN (ustawianie parametrów skanowania, automatyczna identyfikacja celu, wcięcie, bezpośrednie wprowadzanie współrzędnych stanowiska, obsługa sensora pochylenia, podgląd chmury punktów, nałożenie koloru)	HHC 2.1 I-Site Studio 3.1 (ustawianie parametrów pracy, zarządzanie pomiarami i chmurą punktów, podgląd wyników, eksport/import danych, podgląd zdjęć cyfrowych, kontrola spoziomowania)
oprogramowanie do opracowywania wyników	Leica CloudWorx (modelowanie danych, transformacja współrzędnych, wizualizacja 3D, pomiary inżynierskie, usługi serwerowe)	Leica CloudWorx (modelowanie danych, transformacja współrzędnych, wizualizacja 3D, pomiary inżynierskie, usługi serwerowe)	I-Site Studio 3.1 (modelowanie 3D, łączenie skanów, ich kolorowanie, filtrowanie, pomiary i obliczenia na chmurze punktów, import/eksport danych)
REJESTRACJA DANYCH			
format zapisu obserwacji	IMP Leica Cyclone	IMP Leica Cyclone, ZFS, ZFC	3DP
format importu/eksportu	COE, DXF, ASCII, LandXML, ZFS, ZFC, 3DD	COE, DXF, ASCII, LandXML, ZFS, ZFC, 3DD	3DP, 3DV, MA, VRML, DXF, DWG, DXB, OBJ, OOT, DGD, TXT, 3DI, ARCH_D, JPG, IREG
KOMPENSATOR	tak	czujnik pochylenia	tak
APARAT CYFROWY			
wbudowany/zewnętrzny (nazwa)	wbudowany	zewnętrzny	wbudowany
rozdzielczość [megapiksele]	1	dowolna	37
format zapisu zdjęć	TIFF, JPEG, BMP	TIFF, JPEG, BMP	JPEG
SENSORY ZEWNĘTRZNE			brak danych
STANDARDOWE PORTY WEJŚCIA/WYJŚCIA	2 x zasilanie, Ethernet	zasilanie, Ethernet, 2 x USB, Bluetooth	Ethernet, USB
ZASILANIE			
rodzaj baterii/czas ciągłej pracy [h]	brak danych/3	Li-Ion/1,5	Ni-MH/brak danych
zasilanie zewnętrzne	tak	tak	nie dotyczy
INFORMACJE DODATKOWE	brak danych	brak danych	zintegrowana luneta geodezyjna
OGÓLNE			
wymiary (dł. x szer. x wys.) [mm]	265 x 370 x 510	240 x 260 x 300	271 x 365 x 431
waga [kg]	18,5	16	14 (z baterią)
norma pyło- i wodoszczelności	IP52	IP54	IP65
temperatura pracy [°C]	0 do +40	0 do +40	-10 do +50
wyposażenie standardowe	skaner, statyw, spodarka, 2 akumulatory, ładowarka, kable, pojemniki na skaner i baterie, CycloneSCAN	skaner, statyw, spodarka, 2 akumulatory, ładowarka, kable, pojemniki na skaner i baterie, CycloneSCAN	skaner, tablet HHC, pendrive 2 GB, 2 baterie, ładowarka
gwarancja [miesiące]	12-36	12-36	12
dystrybutor	Leica Geosystems Sp. z o.o. www.leica-geosystems.com	Leica Geosystems Sp. z o.o. www.leica-geosystems.com	Maptek www.isite3d.com



GEODETA



Maptek I-Site 3D Laser Imaging I-Site 4400CR	Riegl Laser Measurement Systems GmbH LMS-Z420i	Riegl Laser Measurement Systems GmbH LMS-Z390i	RIEGL Laser Measurement Systems GmbH LPM-321
2007	2003	2007	2007
pomiary topograficzne	pomiary topograficzne, architektoniczne, archeologiczne, inżynieryjne, budowlane	pomiary topograficzne, architektoniczne, archeologiczne, inżynieryjne, budowlane	pomiary topograficzne, architektoniczne, archeologiczne, inżynieryjne, budowlane
impulsowy	impulsowy	impulsowy	impulsowy
140/100	16/50	16/50	80/100
905	bliska podczerwień	bliska podczerwień	bliska podczerwień
10	brak danych	brak danych	brak danych
3R	1	1	1M
50/400	10/50	6/50	25/50
0,04	0,0025	0,001	0,009
1	5	1	brak danych
4400	24 000	24 000	24 000
4400	11 000	11 000	1000
2	2	1	10
400	1000	400	6000
80	80	80	150
360	360	360	360
0,108°	0,004°	0,002°	0,018°
0,108°	0,004°	0,002°	0,018°
nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
tablet PC, 20 GB HDD, pamięć flash 2 GB	1 GB, Windows 2000/XP, karta graficzna z Open GL	1 GB, Windows 2000/XP, karta graficzna z Open GL	1 GB, Windows 2000/XP, karta graficzna z Open GL
HHC 2.1 I-Site Studio 3.1 (ustawianie parametrów pracy, zarządzanie pomiarami i chmurą punktów, podgląd wyników, eksport/import danych, podgląd zdjęć cyfrowych, kontrola spoziomowania)	RiSCAN PRO (obsługa skanera, rejestracja zdjęć cyfrowych, zapis danych GPS, automatyczne skanowanie punktów charakterystycznych, półautomatyczna kalibracja aparatu cyfrowego)	RiSCAN PRO (obsługa skanera, rejestracja zdjęć cyfrowych, zapis danych GPS, automatyczne skanowanie punktów charakterystycznych, półautomatyczna kalibracja aparatu cyfrowego)	RiPROFILE (obsługa skanera, rejestracja zdjęć cyfrowych, zapis danych GPS, automatyczne skanowanie punktów charakterystycznych, półautomatyczna kalibracja aparatu cyfrowego)
I-Site Studio 3.1 (modelowanie 3D, łączenie skanów, ich kolorowanie, filtrowanie, pomiary i obliczenia na chmurze punktów, import/eksport danych)	RiSCAN PRO (automatyczne łączenie skanów, wyrównanie obserwacji, filtrowanie danych, nakładanie tekstury, generowanie ortoobrazów, tworzenie przekrojów, rzutów, pomiar odległości, kątów, pola, objętości, tworzenie animacji)	RiSCAN PRO (automatyczne łączenie skanów, wyrównanie obserwacji, filtrowanie danych, nakładanie tekstury, generowanie ortoobrazów, tworzenie przekrojów, rzutów, pomiar odległości, kątów, pola, objętości, tworzenie animacji)	RiPROFILE (automatyczne łączenie skanów, wyrównanie obserwacji, filtrowanie danych, nakładanie tekstury, generowanie ortoobrazów, tworzenie przekrojów, rzutów, pomiar odległości, kątów, pola, objętości, tworzenie animacji)
3DP	3DD	3DD	3DD
3DP, 3DV, MA, VRML, DXF, DWG, DXB, OBJ, OOT, DGD, TXT, 3DI, ARCH_D, JPEG, IREG	3DD, 3PF, VTP, ASCII, POL, DXF, STL, OBJ, PLY	3DD, 3PF, VTP, ASCII, POL, DXF, STL, OBJ, PLY	3DD, 3PF, VTP, ASCII, POL, DXF, STL, OBJ, PLY
tak	tak	tak	nie
wbudowana	zewnątrzny (Nikon D300)	zewnątrzny (Nikon D300)	zewnątrzny (Canon EOS 400D)
37	13,1	13,1	10,5
jpeg	JPEG, TIFF, RAW	JPEG, TIFF, RAW	JPEG, TIFF, RAW
brak danych	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
Ethernet, USB	Ethernet, RS-232	Ethernet, RS-232	Ethernet, RS-422
Ni-MH/brak danych	Pb-Gel/9	Pb-Gel/9	Pb-Gel/9
nie dotyczy	tak	tak	tak
zintegrowana luneta geodezyjna	synchronizator czasu GPS	synchronizator czasu GPS	analizator mocy powracającego sygnału odbitego
271 x 365 x 431	463 x 210	463 x 210	315 x 370 x 445
14 (z baterią)	16	15	16
IP65	IP64	IP64	IP64
-10 do +50	0 do +40	0 do +40	0 do +45
skaner, tablet HHC, pendrive 2 GB, 2 baterie, ładowarka	brak danych	brak danych	brak danych
12	12	12	12
Maptek www.isite3d.com	Riegl Austria www.riegl.com	Riegl Austria www.riegl.com	Riegl Austria www.riegl.com



SKANERY LASEROWE

MARKA	Optech Incorporated	Optech Incorporated	Topcon
MODEL	ILRIS-3DER	ILRIS-3D	GLS-1000 (opis na s. 20)
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2007	2001-2005	2008
PRZEZNACZENIE	pomiary topograficzne, inżynierskie (kopalnie odkrywkowe), architektoniczne, archeologiczne	pomiary topograficzne, inżynierskie (kopalnie odkrywkowe), architektoniczne, archeologiczne	pomiary topograficzne, inżynierskie
TRYB PRACY skanera [fazowy/impulsowy]	impulsowy	impulsowy	impulsowy
LASER			
średnica plamki w zależności od odległości [mm/m]	8/50	8/50	6/50
długość fali [nm]	1535	1535	brak danych
moc [mW]	brak danych	brak danych	brak danych
klasa bezpieczeństwa	1	1	1
DOKŁADNOŚĆ WYZNACZANIA			
odległości [mm/m]	7/50	7/50	4
kąta [°]	0,0046	0,0046	0,006
ROZDZIELCZOŚĆ SKANOWANIA [mm]	1,2	1,2	brak danych
PRĘDKOŚĆ SKANOWANIA			
maksymalna [pkt/s]	2500	2500	3000
średnia [pkt/s]	2500	2500	3000
ZASIĘG SKANOWANIA			
minimalny [m]	3	3	1,5
maksymalny [m]	1800	1500	350
POLE WIDZENIA			
w pionie [°]	40 (opcja 360)	40 (opcja 360)	70
w poziomie [°]	40 (opcja 360)	40 (opcja 360)	360
MINIMALNA WIELKOŚĆ MIERZONEGO PRZYROSTU			
w pionie	4"	4"	brak danych
w poziomie	4"	4"	brak danych
OBŚLUGA SKANERA PRZEZ WBUDOWANY INTERFEJS			
wewnętrzny dysk twardy [MB]	2 GB	2 GB	karta SD
ekran	kolorowy VGA	kolorowy VGA	tak
liczba klawiszy	1	1	20
funkcje obsługiwane z poziomu panelu	brak danych	brak danych	programowania pełnego skanowania
KOMPUTER ZEWNĘTRZNY I OPROGRAMOWANIE			
minimalne wymagania techniczne	Pocket PC, Wi-Fi, Windows Mobile	Pocket PC, Wi-Fi, Windows Mobile	brak danych
oprogramowanie do prowadzenia pomiarów	Controller 4.3.0.2 (parametry skanowania, przekazywanie obrazu z wbudowanej kamery i możliwość zmiany jej ustawień, graficzne zaznaczanie obszaru skanowania na zdjęciu)	Controller 4.3.0.2 (parametry skanowania, przekazywanie obrazu z wbudowanej kamery i możliwość zmiany jej ustawień, graficzne zaznaczanie obszaru skanowania na zdjęciu)	Image Master (obsługa skanowania, ustawianie parametrów pomiaru, rejestracja zdjęć)
oprogramowanie do opracowywania wyników	Parser 4.3.5.4 (eksport wyników w różnych formatach z nałożeniem intensywności odbicia lub informacji RGB z kamery cyfrowej), IMAAlign (import, łączenie skanów, georeferencja), opcja: PolyWorks (oprogramowanie do pomiarów inżynierskich, pomiar objętości, inwentaryzacja, generowanie powierzchni), Z-Map (system CAD, generowanie ortofoto)	Parser 4.3.5.4 (eksport wyników w różnych formatach z nałożeniem intensywności odbicia lub informacji RGB z kamery cyfrowej), IMAAlign (import, łączenie skanów, georeferencja), opcja: PolyWorks (oprogramowanie do pomiarów inżynierskich, pomiar objętości, inwentaryzacja, generowanie powierzchni), Z-Map (system CAD, generowanie ortofoto)	Image Master (łączenie chmur punktów, nakładanie zdjęć cyfrowych, transformacja współrzędnych, generowanie rzutów i przekrojów, podstawowe pomiary na chmurze punktów)
REJESTRACJA DANYCH			
format zapisu obserwacji	HDR, BLK, ASC, JPEG	HDR, BLK, ASC, JPEG	wewnętrzna baza danych
format importu/eksportu	XYZ, PIF, RAW, PTX, 3DV, BWP, S3D, PTC, BLF, IVA, IXF	XYZ, PIF, RAW, PTX, 3DV, BWP, S3D, PTC, BLF, IVA, IXF	TXT, DXF, DGN, inne
KOMPENSATOR	nie	nie	tak
APARAT CYFROWY			
wbudowany/zewnętrzny (nazwa)	wbudowany lub zewnętrzny: Nikon, Canon	wbudowany lub zewnętrzny: Nikon, Canon	wbudowany
rozdzielczość [megapiksele]	6	6	brak danych
format zapisu zdjęć	JPEG	JPEG	brak danych
SENSORY ZEWNĘTRZNE	GPS, INS, kamera termalna lub spektralna	GPS, INS, kamera termalna lub spektralna	nie dotyczy
STANDARDOWE PORTY WEJŚCIA/WYJŚCIA	2 x USB, GPS, ethernet, Wi-Fi, zasilanie	2 x USB, GPS, Ethernet, Wi-Fi, zasilanie	brak danych
ZASILANIE			
rodzaj baterii/czas ciągłej pracy [h]	AntonBauer Hytron140/3-4	AntonBauer Hytron140/3-4	Li-Ion/4
zasilanie zewnętrzne	tak	tak	tak
INFORMACJE DODATKOWE	zdalne sterowanie przez Wi-Fi, rozbudowa o moduł do skanowania w ruchu, mocowany na statywie geodezyjnym, 2-dniowe szkolenie w Toronto	zdalne sterowanie przez Wi-Fi, rozbudowa o moduł do skanowania w ruchu, mocowany na statywie geodezyjnym, 2-dniowe szkolenie w Toronto	wbudowane leniwki z serwowatorami do ręcznego sterowania ruchem głowicy skanującej
OGÓLNE			
wymiary (dł. x szer. x wys.) [mm]	320 x 320 x 220	320 x 320 x 220	260 x 576
waga [kg]	13	13	12 (z bateriami)
norma pyło- i wodoszczelności	brak danych	brak danych	brak danych
temperatura pracy [°C]	0 do +40	0 do +40	brak danych
wyposażenie standardowe	skaner, statyw, kontroler PDA, zasilacz sieciowy, okablowanie, Wi-Fi, pendrive 2 GB	skaner, statyw, kontroler PDA, zasilacz sieciowy, okablowanie, antena Wi-Fi, pendrive 2 GB	brak danych
gwarancja [miesiące]	12-24	12-24	brak danych
dystybutor	Czerski Trade Polska Sp. z o.o. www.czerski.com	Czerski Trade Polska Sp. z o.o. www.czerski.com	TPI Sp z o.o. www.topcon.com.pl



Trimble GX 2005	Zoller+Fröhlich IMAGER 5006 (opis na s. 18) 2006
pomiary inżynierskie, topograficzne, budowlane	pomiary inżynierskie, archeologiczne, przemysłowe, topograficznego średniego zasięgu
impulsowy	fazowy
3/50	3/1; 5/10
532	650
brak danych	brak danych
3R	3R
4/50	1
0,0006	0,007
3,2	0,1
5000	500 000
5000	250 000
brak danych	1
350 (w technologii OverScan)	79
60	310
360	360
0,0009°	0,0018°
0,0018°	0,0018°
nie dotyczy	80 GB
nie dotyczy	4 linie
nie dotyczy	6
nie dotyczy	zarządzanie plikami, obsługa skanowania
brak danych	Pentium 1,2 GHz, 512 MB RAM, Windows XP
PointScape, PocketScape (parametry skanowania, pomiary na chmurze punktów, rendering)	Z+F LaserControl (parametry skanowanie, przeglądanie i edycja danych, eksport/import)
Real Works Survey (orientowanie skanów i ich łączenie, georeferencja chmur, pomiary, raporty, eksport do CAD, modelowanie 3D, obsługa przetworzonych danych GPS i total station - umieszczenie różnych rodzajów danych pomiarowych w jednym pliku projektowym)	Z+F LaserControl (łączenie chmur punktów, nadawanie kolorów, rzut ortogonalny, przecięcia, pomiary), LFM (pakiet narzędzi do obróbki chmur punktów pod kątem modelowania 3D, serwer danych dla aplikacji CAD)
PPF, SOI, ASCII	ZFS
ASCII, DXF, DWG, inne	ZFS, ZFC, JPEG, VRML, PTZ, PTX, ASC, SAT, OBJ, LFD, ASCII
tak	czujnik pochylenia
wbudowany	zewnętrzny (Nikon D40 lub kamera przemysłowa)
brak danych	6,1
JPEG	JPEG
nie dotyczy	możliwość podłączenia odbiornika GPS i odbiór NMEA
USB, Ethernet	2 x USB, Ethernet, bezkablówce, zasilanie
brak danych/8	Li-Ion/1,5
tak	tak
poprawka termiczna w czasie rzeczywistym, autofokus z możliwością kontroli przez operatora	pod koniec 2008 r. dostępny model EX do pracy w miejscach podwyższonego ryzyka wybuchu (np. w kopalniach)
343 x 323 x 404	268 x 190 x 372
13,6	14
IP53	brak danych
0 do +40	0 do +40
skaner, statyw, okablowanie, zasilacz, tarczki celownicze, oprogramowanie, walizka transportowa	skaner, statyw, 2 baterie, ładowarki, okablowanie, Z+F LaserControl
12	12-36
Geotronics Polska Sp. z o.o. www.geotronics.com.pl	Jacek Krawiec www.zf-laser.pl

niewymagające i wymagające zewnętrznego interfejsu. Do pierwszej grupy należy wciąż niewiele instrumentów, ale jest to najnowszy trend technologiczny – tak skonstruować skaner, by wszystkie jego podzespoły znajdowały się w jednej obudowie (dysk twardy, ekran, klawisze, aparat cyfrowy, baterie). Wtedy w teren można pójść jedynie z niewielką skrzynią transportową o wadze kilkunastu kilogramów. Przy drugim sposobie obsługi skanera wymagane jest podłączenie (kablówce lub bezkablówce) zewnętrznego rejestratora (palmtop, tabletu, laptopa itp.) z zainstalowanym oprogramowaniem sterującym. Niezaprzeczalną zaletą takiego zestawu jest możliwość bieżącej kontroli pomiarów na ekranie komputera, ale bardzo uciążliwą wadą – powiększona waga całego kompletu, dochodząca często (wraz z akumulatorami zewnętrznymi) do kilkudziesięciu kilogramów!

Aplikacja do sterowania pracą skanera i wykonywania podstawowych operacji na chmurach punktów musi być prosta w obsłudze. Trzeba mieć świadomość, że skanowanie to niewielki procent całego procesu przygotowania finalnej dokumentacji i nie musi być on wykonywany przez specjalistów biegłych w sprawach inżynierskich. Operator powinien bez większych problemów móc ustawić wszystkie parametry działania instrumentu: na zdjęciu wskazać obszar objęty pomiarem, określić liczbę mierzonych punktów (rozdzielczość) skanowanego obiektu (oddzielnie w pionie i w poziomie) czy podać maksymalny błąd wyznaczenia położenia punktu. Oprogramowanie powinno także wspomóc łączenie skanów z różnych stanowisk pomiarowych i przeprowadzić transformację lokalnego układu współrzędnych (w którym pracuje skaner) do układów geograficznych. Software powinien także ofe-

rować możliwości podstawowych pomiarów na chmurze punktów (odległości, kątów, azymutów, powierzchni itp.) czy wygenerowania przekrojów i rzutów.

Na koniec kilka słów o zastosowaniach skanera laserowego. Sprzęt topograficzny przydatny jest do realizacji wielkoobszarowych pomiarów na terenach górniczych, gdzie inwentaryzacji podlegają odkrywki, hałdy i inne uboczne produkty tej działalności, a następnie określane są ich objętości i na tej podstawie wyznaczana zdolność wydobywcza. Archeologia to także domena tego typu sprzętu, ale raczej też w wydaniu powierzchniowym, gdzie stawia się mocniejszy akcent na ogólny model niż poszczególne detale obiektu.

Sprzęt średniego zasięgu to modele o dużej precyzji. Mają one znacznie większe pole do popisu, jeśli chodzi o różnorodność zadań. Przemysł we wszelkich wydaniach, szczegółowa inwentaryzacja architektoniczna (patrz s. 4), archeologia i pomiar detali obiektów historycznych. Skaner z powrotem sprawdza się także w inwentaryzacji zasobów leśnych (patrz s. 32).

Oprócz podstawowego wydania skanera 3D większość producentów oferuje wersje przeznaczone do pomiarów profili. Instrumenty takie działają tylko w jednej płaszczyźnie i przeważnie instalowane są na obiektach ruchomych. Tzw. mobilny skaning można już spotkać na samochodach zbierających dane o drogach (patrz s. 10), na wózkach szynowych inwentaryzujących przebieg sieci kolejowej i jej bezpośrednie otoczenie czy chociażby na obiektach pływających, gdzie skaner łączony jest bezpośrednio z systemami wyznaczania pozycji (INS, GPS) i obserwacje na bieżąco korygowane są ze względu na zakłócenia ruchu statku.

OPRACOWANIE REDAKCJI