

Dlaczego techniki stereo-ortofoto są przyszłościowe w fotogrametrii?

Trójwymiarowa mapa na płaszczyźnie

TEODOR J. BLACHUT

Polska charakteryzuje się znaczną liczbą nieprzeciętnie wykwalifikowanych geodetów o dużym i wielostronnym doświadczeniu. Są oni fachowcami, których w świecie (poza nielicznymi krajami europejskimi) dotkliwie brakuje i którzy winni wyjść na zewnątrz! Leży to w interesie gospodarczym Polski, ale jest również wyzwaniem dla ich ambicji zawodowej! Zaawansowana Polska może wykazać, że zastosowanie techniki stereo-ortofoto to zupełnie nowe możliwości w dziedzinie kartografii: tworzenie wiernych, bardzo szczegółowych, trójwymiarowych map na płaskich arkuszach papieru.

Ostrożnie z międzynarodowymi ekspertami

Zadaniem geodezji, poza wyznaczeniem kształtu i wielkości Ziemi, jest pozyskanie danych, na podstawie których można utworzyć obraz terenu w skali i formie zależnych od aktualnych potrzeb. Potrzeby te ulegały ciągłej ewolucji w miarę rozwoju cywilizacyjnego i kulturalnego ludzkości (w tym naukowo-technicznego) i dzisiaj są one odmienne w różnych częściach świata. Istnieje zrozumiała zależność między sformułowaniem zadań pomiarowych dla kraju a współczesnym stanem technologii. Innymi słowy, zasada wykonalności i ogólnej racjonalności prac musi być zawsze i rygorystycznie brana pod uwagę. Z tego też powodu np. systemy *legal surveys* rozwinięte w ubiegłych epokach w rozległych krajach anglosaskich i ich dominiach (np. w Ameryce Północnej), ograniczały się często do prymitywnych pomiarów (np. tylko punktów granicznych posiadłości gruntowych) bez jakiegokolwiek nawiązania do sieci geodezyjnej kraju. Wtedy nawet tego typu podejście stanowiło pewnego rodzaju postęp. Jednakże obecnie, gdy do dyspozycji mamy już o wiele wydajniejsze techniki, tkwienie przy przestarzałych koncepcjach (nawet gdy do ich wprowadzenia używa się nowoczesnych instrumentów GPS i komputerów) jest wsteczne i połączone z olbrzymimi stratami, wynoszącymi dziesiątki miliardów dolarów rocznie. Zauważyli to cołowi, ale w tym wypadku bezsilni, geodeci, np. w USA [1]. Nie chcą jednakże tego zauważyć fachowcy wielu innych krajów, w tym zwłaszcza oficjele międzynarodowi odpowiedzialni za pomoc w realizacji narodowych programów pomiarowo-kartograficznych. Prowadzi to do kolosalnych strat materialnych spowodowanych realizacją w skali krajowej mało wartościowych projektów i ciągłym powtarzaniem już raz wykonanych pomiarów, jak również do wszelkiego rodzaju kosztownych opóźnień i błędów w decyzjach rozwojowych w różnych dziedzinach, podejmowanych bez należytej znajomości stanu faktycznego w terenie.

Kataster wielozadaniowy a nowoczesne technologie

Obecnie powoli, ale systematycznie prawo obywatelstwa zdobywa sobie koncepcja katastru wielozadaniowego, który stał się podstawą ogólnego systemu informacji o Ziemi [2]. Koncepcja ta wychodzi z logicznego założenia, że wszelkiego rodzaju pomiary na terenie państwa winny być podporządkowane racjonalnym przepisom technicznym pozwalającym na łączenie wyników różnych prac pomiarowych w spójną całość. W szczególności zakłada się, że podstawą takiej integracji informacji pomiarowej o terenie winien być kataster wielozadaniowy, a więc ogólna ewidencja gruntów obejmująca nie tylko granice posiadłości, ale i wiele innych danych o terenie. W ogólnym zarysie kształt zdjęć katastralnych obowiązujących w przedwojennej Polsce, z dodatkiem rzeźby terenu (warstwic), można by uznać za reprezentatywny dla katastru wielozadaniowego. Sam fakt, że pomiary są technicznie poprawne, a nawet dowiązane do sieci geodezyjnej kraju, nie stanowi wystarczającego warunku, aby rozważany system katastralny uznać za „wielozadaniowy”. Podkreślam to świadomie, gdyż niedawno spotkałem się z tego rodzaju zapatrywaniem w jednym z bardziej zaawansowanych pod względem pomiarowym regionów Ameryki Północnej (*nomina sunt odiosa!*).

Z drugiej strony zależy mi bardzo na tym, aby polscy czytelnicy, zwłaszcza zaś geodezyjni liderzy, zechcieli rozróżniać poziom rozwojowych prac w technikach pomiarowych (a więc instrumentów i przyrządów) od poziomu wykonawstwa. W tej drugiej dziedzinie Polska jest krajem niezwykle zaawansowanym, który winien pokusić się o przewodnictwo i nie przyjmować bezkrytycznie przestarzałych koncepcji.

Oczywiście przejęcie tego rodzaju roli, poza świadomą decyzją naukowych i zawodowych elit, wymaga wysiłku szerokich mas

geodetów uprawnionych. I tutaj natrafia się na zrozumiałe trudności. Fachowcy muszą bowiem nie tylko chcieć, ale i być w stanie przyjąć (intelektualnie i ekonomicznie) nowe techniki. Dobrą ilustracją tego, co mam na myśli, jest sytuacja w pomiarach polowych. W dziedzinie tej mamy całą gamę nowoczesnych instrumentów i procedur, które tylko wtedy świadczą o postępie technicznym kraju (przynosząc równocześnie spodziewane korzyści ekonomiczne), gdy są używane w rozwiązywaniu zadań pomiarowych. Jednakże w tej dziedzinie już stosunkowo dawno zaistniała sytuacja, która wymagała uwzględnienia technik fotogrametrycznych. Nie nastąpiło to w wyniku teoretycznych spekulacji, ale praktycznej potrzeby. W wielu krajach świata, nawet w dziedzinie tak trudnej jak pomiary miast, fotogrametria uzyskała znaczną przewagę nad technikami polowymi, gdyż jedynie ona była w stanie dostarczyć praktycznych rozwiązań (oczywiście pomiary miast to przykład krańcowy) [3].

Bariery w przyjmowaniu metod fotogrametrycznych

Jeśli jednak chodzi o ogólny system informacji przestrzennej, to można postawić tezę, że bez zasadniczego użycia fotogrametrii nie może być mowy o racjonalnym rozwiązaniu. Tutaj jednakże natrafiamy na poważne trudności wynikające z kompleksowości i strukturalnej złożoności technik fotogrametrycznych. Przedstawię to tylko w sposób bardzo szkicowy. Idealnie byłoby, gdyby każdy projekt fotogrametryczny mógł spodziewać się specjalnie w tym celu wykonanych zdjęć lotniczych, może nawet przy użyciu najbardziej odpowiedniej kamery lotniczej. Aby ze zdjęć lotniczych wykonać pomiary przestrzenne, pary zdjęć muszą być poddane orientacji wzajemnej i bezwzględnej, przy czym do tej ostatniej są potrzebne dobrze zdefiniowane na zdjęciach punkty terenowe, najlepiej odpowiednio zasygnalizowane. Te operacje wstępne, jak i ostateczne opracowania w formie numerycznej i graficznej, wymagają odpowiednich instrumentów, zwanych autografami. Kiedyś były to instrumenty bardzo drogie jak na skromne możliwości finansowe panujące w naszym zawodzie. Ale i dzisiaj należy brać pod uwagę stosunkowo poważne inwestycje finansowe.

Ponadto, a może przede wszystkim, chęć poważnego wprowadzenia fotogrametrii do różnorodnych operacji pomiarowych wymaga gruntownego, zarówno teoretycznego, jak i praktycznego, opanowania ze skomplikowanymi technikami fotogrametrycznymi. Teoretycznego – w zakresie planowania i kontroli wykonawstwa, praktycznego zaś – w zakresie wykonawstwa zarówno w terenie, jak i w pracowniach. Tego zaś brakowało i brakuje w całym świecie, z wyjątkiem niektórych krajów europejskich. Wystarczy powiedzieć, że w okresie gwałtownego rozwoju technik fotogrametrycznych, tuż po wojnie, głównymi promotorami tych zmian w naszej dziedzinie byli dawni piloci i nawigatorzy lotniczy, którzy uznając palącą potrzebę map, za uciulane pieniądze decydowali się na zakup najpotrzebniejszego sprzętu, aby przystąpić do ich produkcji. Gorzej było w takich krajach jak Polska, w których władza lub okupanci na długo jeszcze uznali zdjęcia fotogrametryczne za szczyt tajemniczy państwowej nie podlegającej żadnej dyskusji.

Te wstępne uwagi są konieczne, aby zrozumieć, że istnieje wiele przyczyn, które stoją na przeszkodzie harmonijnemu i logicznemu rozwojowi w wielu dziedzinach, nie tylko w geodezji. Nasza dziedzina jednakże, zwłaszcza w perspektywie światowej, jest szczególnie upośledzona i mizerna. Przejdźmy jednak do omówienia strony techniczno-fotogrametrycznej mało znanej, nowatorskiej techniki fotogrametrycznej, którą przedstawiłem w wyczerpujący

sposób w pracy doktorskiej pt. „Mapping and Photointerpretation System Based on Stereo-Orthophotos”, przedłożonej Politechnice Zuryskiej w 1971 r. (Diss. No. 4792) [4].

Zasady techniki stereo-ortofoto

Zdjęcia powierzchni Ziemi z powietrza otworzyły nowy rozdział w rozwoju fotogrametrii. Fotogrametryczni pionierzy tamtych czasów [5] zdawali sobie sprawę z nad wyraz ważnej funkcji, jaką przypadnie fotografiom z powietrza w zakresie inwentaryzacji naszej planety. Jakoż z rozwojem samolotów zaczęto używać zdjęć lotniczych w różnych pracach pomiarowych (np. w pracach typu katastralnego na terenie Polski).

Gdy teren jest stosunkowo płaski, a oś kamery w chwili wykonywania zdjęcia ma położenie zbliżone do pionu, fotograficzny obraz terenu jest geometrycznie zadziwiająco poprawny, ponadto zawiera wszystkie szczegóły pokrycia terenu. Gdy oś kamery odbiega od pionu, następuje geometryczne zniekształcenie obrazu, które jednakże daje się łatwo usunąć przez stosunkowo prostą operację, zwaną przetwarzaniem (lub prostowaniem).

Jednakże gdy teren jest pofalowany, zwłaszcza zaś górzysty, przerysowania obrazu terenu mogą być tak znaczne (i różne w każdym punkcie obrazu), że trudno myśleć o zastosowaniu fotografii takiego terenu do celów pomiarowych. Starano się wprowadzić rozwinięte metody pomocnicze w przetwarzaniu, ale nawet przy znacznej komplikacji postępowania nie mogły one dawać zadowalających wyników.

Olbrzymim postępem w tej dziedzinie był pomysł Ferbera (znowu Francuz!) z 1927 roku, który pokazał, jak otrzymać „różniczkowe” przetworzenie zdjęcia (czyli „ortofoto”), nie potrafił jednakże (z uwagi na ówczesny stan rozwoju instrumentów fotogrametrycznych) sformułować rozwiązania praktycznego. Nastąpiło to dopiero 29 lat później w Stanach Zjednoczonych. Koncepcja ta stanowi bez wątpienia olbrzymi postęp w dziedzinie fotogrametrii. Istotnie, nauczyliśmy się, jak z dowolnego (praktycznie) zdjęcia dowolnego terenu wytworzyć obraz tego terenu, jaki otrzymalibyśmy z pionowo ustawionej kamery umieszczonej w nieskończonej odległości nad powierzchnią Ziemi. W dodatku całe postępowanie było bardzo proste, nadające się do całkowitej automatyzacji.

W rozwiązaniu powyższym brakowało jednakże zasadniczego elementu – trzeciego wymiaru. Powierzchnia Ziemi jest tworem przestrzennym! Przedstawienie np. naszych pięknych Tatr jako płaskiej powierzchni byłoby przecież zupełnie urągające nawet samemu Stwórcy. Nie ma chyba projektu technicznego, w którym trójwymiarowość nie byłaby rzeczą zasadniczą. Nie należy przy tym zapominać o wyjątkowej potrzebie obserwacji przestrzennej w większości opracowań fotogrametrycznych.

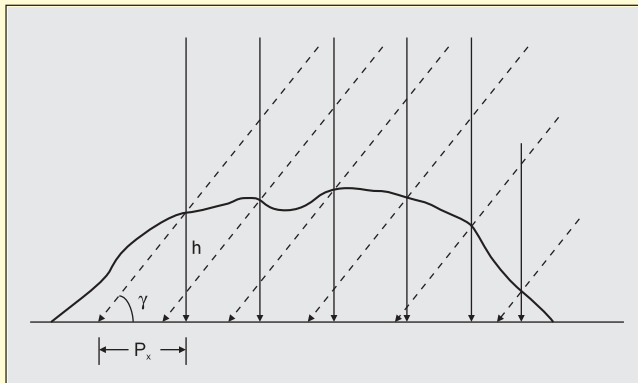
Ten zasadniczy brak został usunięty przez wprowadzenie koncepcji stereo-ortofoto, którą opisałem we wspomnianej rozprawie doktorskiej z 1971 r. Proponowane rozwiązanie było nadzwyczaj proste i w jakiś czas później została osiągnięta jego całkowita automatyzacja dzięki zbudowaniu przez Kanadyjczyka G.L. Hobrougha instrumentu do wytwarzania ortofoto i stereo-ortofoto, nazwanego „Gestalt Photomapper”. Stereo-ortofoto powstaje więc z przetworzonych zdjęć stereogramu, przy czym jedno z nich jest zwykłym obrazem ortofoto, na drugim zaś (obrazie towarzyszącym) każdy różniczkowo przetworzony punkt jest przesunięty o paralaksę poziomą odpowiadającą różnicy wysokości rozpatrywanego punktu ponad płaszczyznę odniesienia. Rysunkowo zależność tę można prosto przedstawić jako równoległe rzuty odpowiadające sobie pary zdjęć ortofoto, przy czym wszystkie punkty obrazu towarzyszącego są przesunięte o paralaksę poziomą, proporcjonalną do różnicy wysokości rozpatrywanego punktu ponad płaszczyznę odniesienia. Czyli

w zasadzie, jeśli pierwszy obraz jest ortogonalnym rzutem z nieskończoności, drugi jest rzutem skośnym z nieskończoności (rys. 1). Jako przykład zamieszczam ilustrację z mojej pracy doktorskiej, przedstawiającą stereo-ortofoto zamku w Belinzonie w Szwajcarii (rys. 2). Za pomocą stereoskopu kieszonkowego zamek ten można obserwować przestrzennie. Wprawniejsi czytelnicy mogą to jednak zrobić bez pomocy stereoskopu.

Właściwości stereo-ortofoto

Dla przypadkowego obserwatora obraz stereogramu mało się różni od obrazu stereo-ortofoto. W istocie, różnica jest wręcz zasadnicza. Dla zwięzłości wywodu najważniejsze cechy stereo-ortofoto ujmę w punktach:

1. Odpowiadające sobie punkty w obu obrazach tworzących stereo-ortofoto leżą na prostych równoległych. Fotogrametrycznie rzecz ujmując – odpowiadające sobie punkty nie wykazują paralaks pionowych.
2. Opracowania stereo-ortofoto są wykonywane w dokładnej (ale dowolnej) skali.
3. Normalny stereogram można obserwować przestrzennie, ale uzyskanie danych pomiarowych wymaga skomplikowanych i drogich instrumentów. Natomiast stereo-ortofoto przedstawia dokładny, przestrzenny model sfotografowanej sceny (terenu), o dokładnej orientacji w stosunku do systemu odniesienia i o dokładnej skali, który można poddać bez dalszych operacji wymaganym pomiarom i opracowaniom.
4. Ze względu na nadzwyczaj prostą geometrię stereo-ortofoto ich dokładne numeryczne lub graficzne opracowanie odbywa się za pomocą nadzwyczaj prostych i tanich instrumentów, co udowodniłem, budując „stereokompilatory” przeszło dwadzieścia lat temu.
5. Zupełnie rewolucyjną właściwością stereo-ortofoto, którą przedstawiłem już w mojej pracy doktorskiej, jest możliwość tworzenia



Rys. 1. Równoległe rzuty odpowiadającej sobie pary zdjęć ortofoto, przy czym wszystkie punkty obrazu towarzyszącego są przesunięte o paralaksę poziomą, proporcjonalną do różnicy wysokości rozpatrywanego punktu ponad płaszczyznę odniesienia

wiernych map przestrzennych na płaskim materiale, a więc np. na arkuszu papieru. Jednakże podobnie jak Ferber miał trudności ze sformułowaniem procesu produkcji ortofoto, wyprzedzając swą koncepcją rozwój fotogrametrycznych instrumentów, tak ja miałem trudności w podaniu szczegółowej recepty na produkcję wiernych map przestrzennych z powodu zapóźnionego rozwoju ówczesnej sztuki graficznej. Dzisiaj, po dwudziestu latach, sprawy te wyglądają już inaczej.

6. W specyficznych zadaniach stereo-ortofoto może oddawać zupełnie wyjątkowe usługi w wielu dziedzinach. Mam tu na myśli zarówno zagadnienia fotointerpretacji w szczególnie trudnych warunkach i przy wysokich wymaganiach (kataster!), jak również samodzielne dziedziny, takie jak geologia, geomorfologia, leśnictwo, rolnictwo (w najbardziej obszernym zakresie), urbanistyka



Rys. 2. Stereo-ortofoto zamku w Belinzonie w Szwajcarii. Za pomocą stereoskopu kieszonkowego zamek ten można obserwować przestrzennie. Wprawniejsi czytelnicy mogą to jednak zrobić bez pomocy stereoskopu

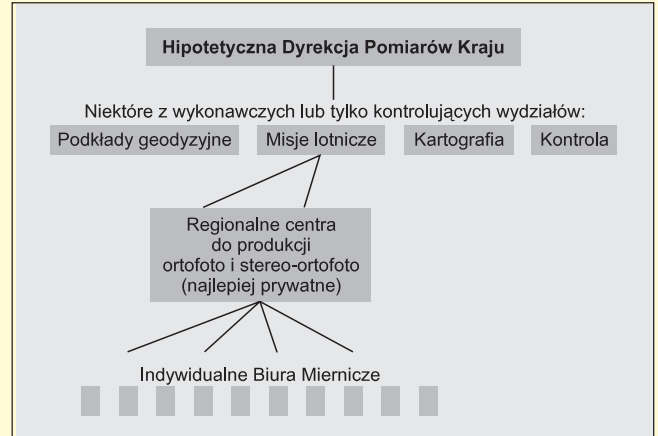
itp., które przecież bez przestrzennego przedstawienia sytuacji i pomiarów nie mogą się obejść. Na przykład w moim projekcie wdrożeniowym w dorzeczu Ukajali peruwiański inżynier-leśnik wykonujący inwentaryzację podzwrotnikowej dżungli stwierdził, że użycie stereo-ortofoto pozwoliło mu skrócić czas pracy w terenie o około 40%, dając równocześnie o około 60% pełniejsze wyniki!

7. W dużym skrócie: stworzenie techniki stereo-ortofoto oznaczało przekazanie geodetom bardzo dokładnych modeli terenu wraz ze wszystkimi szczegółami pokrycia. Modele te są trywialnie proste do opracowania, również wymagany do tego sprzęt jest prosty i tani. Geodeta więc, zamiast trudzić się czasochłonnymi i drogimi pomiarami w terenie, może je wykonywać w czysto swojej pracowni. Warstwice są otrzymywane automatycznie w czasie produkcji obrazów ortofoto. W rozlicznych zastosowaniach raz wytworzony model terenu może być używany wielokrotnie, gdy tylko zachodzi potrzeba przeprowadzenia nowych lub uzupełniających pomiarów i opracowań.

Konsekwencje strukturalne i organizacyjne

Zdaję sobie sprawę z tego, że zastosowanie nowej koncepcji technologicznej wymaga dostosowania strukturalno-organizacyjnego, aby umożliwić przyjęcie się nowej technologii. Powtórzę tutaj przykład, który już kiedyś cytowałem: wprowadzenie transportu lotniczego wymagało rezygnacji z lokowania portów lotniczych w centrach miast (w odróżnieniu od transportu kolejowego). Tego rodzaju adaptacja w miarę postępu cywilizacyjnego jest nieodzowna.

Fotogrametria w całym świecie była przyjmowana z oporami ze strony rzesz geodetów, którzy się obawiali, że metody fotogrametryczne pozbawiają ich możliwości pracy. Jest to oczywisty non-



Rys. 3. Schemat operacyjny opracowań kartograficznych oparty na technikach stereo-ortofoto

sens. Dla dobra ogólnego postępu należy jednakże zrobić wszystko, aby fachowcom umożliwić obeznanie się z nowymi technikami i ich przyjęcie. Ze względu na swą kompleksowość i koszt bieżące techniki fotogrametryczne doprowadzały do powstawania na terenie państw większych jednostek, zdolnych do zakupu samolotów, przeprowadzania przygotowania w terenie, wykonywania misji fotograficznych, opracowania zdjęć, a także końcowych operatów pomiarowych i map. Jest to rozwój nie zawsze szczęśliwy z punktu widzenia dużej części bieżących projektów pomiarowych i kartograficznych, które wymagają bezpośredniego kontaktu geodety z terenem.

Przy logicznym i technicznie poprawnym podejściu do całości zadań pomiarowych państwa nadszedł moment, kiedy integracja narodowego wysiłku w tej dziedzinie powinna odbyć się, przyjmując wielozadaniowy kataster jako podstawę i katalizator. Wysiłek ten musi być przeprowadzony najlepiej przez licencjonowanych fachowców, oczywiście pod należytą kontrolą ich własnych izb zawodowych i odpowiednich urzędów. Przy tym wszystkim technika stereo-ortofoto pozwoli po raz pierwszy oddać w ręce indywidualnych wykonawców całe, dawniej bardzo skomplikowane i drogie, instrumentarium fotogrametryczne, niezbędne do przeprowadzania zamierzonych pomiarów i kartowań. Nie można przy tym wystarczająco podkreślić ważności kardynalnej cechy tej nowatorskiej techniki: o technicznej wartości i dokładności opracowań opartych na stereo-ortofoto decyduje zasadniczo tylko jakość samych stereo-ortofoto, produkowanych centralnie w odpowiednio wyposażonych ośrodkach. Wprawdzie indywidualne opracowanie może być mniej lub bardziej nieporadne, nie może być jednakże mowy o poważniejszych zniekształceniach. Przekazywane do opracowania stereo-modele odpowiadają bowiem jednolitym kryteriom jakości i dokładności, typowym dla nowoczesnych standardów masowej produkcji przemysłowej.

Schemat operacyjny opracowań kartograficznych oparty na technikach stereo-ortofoto przedstawia się więc jak na rys. 3.

Stereo-ortofoto - technologia dla ludzi postępu

Pomiary powierzchni Ziemi, mimo ich inherentnej prostoty, nie są aż tak proste, aby ich nie można rozwiązać na różne sposoby. W początkach nowożytnej historii ogólnie spotykaną tendencją wśród mierniczych były pomiary wykonywane z osiągalną dokładnością. To dokładność nadawała projektom walory techniczne, które niełatwo było osiągnąć osobom postronnym. W obecnej chwili silnie się na zbędną dokładność (która zawsze dużo kosztuje!) jest oznaką braku fachowości. Jest bardzo dużo czynników, które sug-

POLSKA
AKADEMIA
NAUK
CENTRUM
BADAN
KOSMICZNYCH
UL. BARTYCKA 18A
00-716 WARSZAWA

SZKOLENIA

GPS, GEOIDA
UKŁADY, TRANSFORMACJE

W związku z coraz szerszym wykorzystaniem nowoczesnych technologii w praktyce geodezyjnej i gospodarce oferujemy Państwu szkolenia obejmujące:

wykłady, ćwiczenia ze sprzętem oraz pracę z oprogramowaniem

w następującym zakresie:

- GPS
- Obowiązujące i stosowane w pomiarach geodezyjnych układy współrzędnych związane z elipsoidą Krasowskiego oraz elipsoidami: GRS'80 i WGS'84
- Sieci geodezyjne w Polsce
- Transformacje geodezyjne oraz wpasowania sieci GPS w układy państwowe
- Geoida i jej praktyczne zastosowania
- Mapa numeryczna

Zapewniamy:

- wykładów będących ekspertami w swoich dziedzinach,
- bogaty program szkoleń (ponad 30 godz.),
- ćwiczenia na najnowocześniejszym sprzęcie,
- rzetelnie i fachowo opracowane materiały dydaktyczne,
- zajęcia w małych grupach (8 do 10 osób).

Szkolenia odbywać się będą w salach konferencyjnych CBK PAN w Warszawie. Dysponujemy własną bazą noclegową i żywnościową. Na życzenie istnieje możliwość przeprowadzenia szkolenia u zainteresowanych.

Zakład Geodezji Planetarnej
Centrum Badań Kosmicznych PAN
00-716 Warszawa, ul. Bartycka 18*

tel.: (0-22) 840-37-66 wewn. 284, fax: (0-22) 840-31-31
e-mail: szkolenie@cbk.waw.pl www.cbk.waw.pl/zgp/

nią wymaganą dokładność. Jak wiadomo, przy budowie mostów jest ona określana w milimetrach. Nikt jednakże z tego powodu nie oczekuje, by dokładność pomiarów służących za podstawę systemów informacji przestrzennej była podobnego rzędu.

Samo zaawansowanie cywilizacyjne danego kraju czy regionu ma wpływ na racjonalny stopień dokładności spodziewany w ogólnych pomiarach, osiągany w pierwszym rzędzie przez użycie odpowiedniej metody pomiarowej i narzędzi będących do dyspozycji. Nie należy więc mechanicznie przyjmować kryteriów dokładnościowych i mechanicznie stosować ich na różnych obszarach, gdyż, jak podkreślałem, są cechy ważniejsze od dokładności. Najważniejsza z nich to wykonalność zadania w określonym czasie. Bez względu na stale jeszcze występujące trudności w rozwiązaniu podstawowych zadań pomiaru kraju Polska charakteryzuje się znaczną liczbą nieprzeciętnie wykwalifikowanych geodetów o dużym i wielostronnym doświadczeniu. Są oni fachowcami, których w świecie (poza nielicznymi krajami europejskimi) dotkliwie brakuje i którzy winni wyjść na zewnątrz! Leży to w interesie gospodarczym Polski, ale jest również wyzwaniem dla ich ambicji zawodowej: nie tylko, aby służyć innym swym doświadczeniem, ale również, aby odpowiedzieć na wyzwania odmiennych, częstokroć nieporównanie trudniejszych, warunków i wymagań.

Nie ma jednej techniki, która mogłaby zaspokoić wszystkie wymagania, tym bardziej w dziedzinie tak obszernej i o takim znaczeniu dla całej gospodarki narodowej, jak pomiary. Oczywiście nie zdają sobie z tego sprawy politycy, ale można się tego spodziewać, skoro i my sami nie bardzo rozumiemy te sprawy. Ilu z nas ma świadomość tego, że za cenę budowy kilku kilometrów autostrady państwo może wyekwipować się w sprzęt wystarczający do stworze-

nia systemu informacji przestrzennej, który zapobiega wszelkiego rodzaju błędom, opóźnieniom i stratom w planowaniu i wykonawstwie kosztującym miliardy dolarów rocznie. Na takie marnotrawstwo stać być może bogatą Amerykę Północną (do czasu), ale kraje mniej uprzywilejowane, jak np. Szwajcaria, która do swego bogactwa doszła między innymi dzięki wzorowo zorganizowanej służbie pomiarowej, nie mogą sobie na to pozwolić.

Technika stereo-ortofoto jest szczególną techniką, która winna znaleźć szerokie zastosowanie w świecie. Zaawansowana Polska może wykazać, że niezwykle intrygujące zastosowanie tej techniki to zupełnie nowe możliwości w dziedzinie kartografii: tworzenie wiernych, bardzo szczegółowych, trójwymiarowych map na płaskich arkuszach papieru. Dla geodety, który czuje się na siłach i posiada ambicje zmierzenia się z wyzwaniami XXI wieku, technika stereo-ortofoto to potężne narzędzie, które pozwoli mu na zajęcie czołowego miejsca.

Literatura:

- [1] Panel on Multipurpose Cadastre, *Need for a Multipurpose Cadastre*, National Academy Press, Washington D.C. 1980;
- [2] Teodor J. Blachut, *Dynamiczny system informacji o Ziemi oparty na katastrze wielozadaniowym*, Kraków 1995; w tymże roku wydanie angielskie, Washington D.C.; wydanie greckie, Ateny 1998;
- [3] T.J. Blachut, A. Chrzanowski i J.H. Saastamoinen, *Urban Surveying and Mapping*, Springer Verlag, New York 1979; wydane również w języku hiszpańskim i chińskim;
- [4] T.J. Blachut, *Mapping and Photointerpretation System Based on Stereo-Orthophotos*, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zürich 1971;
- [5] T.J. Blachut i Rudolf Burkhardt, *Historical Development of Photogrammetric Methods and Instruments*, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Washington D.C. 1988; opublikowane również w siedmiu innych językach.



GEOZET

Sprzęt geodezyjny firm: NIKON, TOPCON, SOKKIA, BERGER, BHI i innych



GEOZET

Sprzęt kreślarski firm: STANDARDGRAPH-MECANORMA, KIN, ROTRING, STAEDTLER



GEOZET

Światłokopiarki firm: REGMA, NEOLT
Materiały eksploatacyjne firm: REGMA, RENKER



GEOZET

Materiały do ploterów – papiery, folie, kalki
Folie kserograficzne



GEOZET

Pomocniczy sprzęt geodezyjny: ruletki, piony, węgielnice, łaty, tyczki, lustra, statywy



GEOZET

GEOZET S.C.

01-018 Warszawa, ul. Wolność 2a, tel./faks 838-41-83