

Dominik Paprotny

Uniwersytet Szczeciński, Wydział Nauk o Ziemi

Zastosowanie GIS w siłach zbrojnych

Zarys treści: W ciągu ostatnich 40 lat systemy informacji geograficznej znalazły wiele zastosowań w najróżniejszych dziedzinach życia. Odgrywają one ważną rolę także w siłach zbrojnych. Przyczyniły się do znacznego zwiększenia dokładności, aktualności i dostępności opracowań kartograficznych wykorzystywanych w siłach zbrojnych. Są używane w systemach wsparcia dowodzenia jednostek taktycznych i operacyjnych, w systemach nawigacyjnych samolotów, w sztabach wojskowych, na uczelniach wojskowych, w obronie powietrznej i wielu innych. GIS przydatny jest przy rozpoznaniu, namierzaniu celów, planowaniu działań, przeprowadzaniu operacji wojskowych, analiz teoretycznych i symulacji. W artykule omówiono przykłady zastosowania GIS głównie w Wojsku Polskim, odnosząc się także do innych armii NATO. Przedstawiono organizację służby topograficznej WP, wytwarzane przez nią mapy i numeryczne modele terenu, jak też użytkowane oprogramowanie. Omówione zostały systemy dowodzenia i symulatory wspomagające szkolenie.

Słowa kluczowe: GIS, wojsko, mapy, symulatory, oprogramowanie, modele terenu

Wprowadzenie

Siły zbrojne są instytucją raczej konserwatywną, która powoli wdraża nowe technologie lub idee. Mimo to wojsko od zawsze było zainteresowane wynalazkami, mogącymi potencjalnie zapewnić przewagę nad przeciwnikiem na polu walki (Weir 2005). Co więcej, szczególnie w bliższych współczesności czasach armie same stymulowały postęp techniczny. Wprawdzie systemy informacji geograficznej nie zostały stworzone w ramach wojskowych programów badawczych, ale szereg technologii z nimi związanych – jak najbardziej. Choćby komputer, skonstruowany przez Brytyjczyków w 1943 r., by ułatwić odczytywanie zaszyfrowanych niemieckich meldunków (Zawadzki 2005). Z kolei system nawigacyjny GPS, niezmiernie istotny dla opracowań tworzonych z użyciem GIS, jest systemem wojskowym, stworzonym i utrzymywanym przez Siły Powietrzne Stanów Zjednoczonych, jedynie dopuszczonym do użycia przez odbiorców cywilnych. Nie inaczej jest z konkurencyjnym systemem nawigacyjnym Glonass, będącym w posiadaniu Ministerstwa Obrony Federacji Rosyjskiej, czy regionalnym systemem Compass, utrzymywanym przez Chińską Armię Ludowo-Wyzwoleńczą (Grimwood 2011).

Postępująca pod koniec ubiegłego stulecia miniaturyzacja sprzętu komputerowego, powstanie satelitarnych systemów nawigacyjnych oraz stworzenie szybkich sieci przesyłu informacji typu Internet (z których pierwsza była wojskowa sieć ARPAnet) zapoczątkowały proces zwany rewolucją w sprawach wojskowości (*Revolution in Military Affairs*) (Van Creveld 2008). Zastosowanie najnowszych technologii informatycznych miało zapewnić armiom NATO przewagę nad licznymi wojskami Układu Warszawskiego. Skuteczność tego rozwiązania zademonstrowano podczas pierwszej wojny w Zatoce Perskiej (1990–1991), kiedy to wojska sprzymierzonych (głównie amerykańskie, brytyjskie, francuskie) po zaledwie czterodniowej kampanii lądowej zniszczyły większość potężnej armii irackiej (Kubiak 2009). Integralną częścią tej rewolucji stały się systemy informacji geograficznej, dające wojsku narzędzie zwiększające skuteczność na polu walki oraz usprawniające funkcjonowanie w aspekcie administracji, logistyki czy szkolenia.

W pierwszej kolejności omówiona zostanie współczesna kartografia wojskowa i produkty, jakie wytwarza, po czym w następnych rozdziałach przedstawione zostaną systemy wsparcia dowodzenia, ze szczególnym uwzględnieniem systemów pozwalających na lokalizację pozycji wojsk w przestrzeni. Na końcu zaprezentowane będą symulatory pola walki, służące do szkolenia wojsk.

Kartografia wojskowa

Służba geograficzna i wytwarzanie map

Wojsko operuje w przestrzeni geograficznej, więc niezbędne do jego funkcjonowania są dokładne i szczegółowe mapy. Od XVIII w. do dziś mapy topograficzne są sporządzane głównie przez siły zbrojne, które są ich zasadniczym użytkownikiem (Paślawski 2006). Ponieważ oprogramowanie GIS całkowicie już zdominowało tworzenie map, także i wojskowe służby geograficzne używają tych narzędzi do kartowania obszarów ich zainteresowania. A zapotrzebowanie jest ogromne: w samym tylko 2008 r. polska służba geograficzna wyprodukowała ponad półtora miliona egzemplarzy najróżniejszego rodzaju map (do tego 20 tys. sztuk importowano z zagranicy). Są one szczególnie potrzebne na zagranicznych misjach, gdzie wojsko prowadzi działania bojowe. Misje zagraniczne zwykle odbywają się w krajach o niskim poziomie rozwoju społeczno-gospodarczego i mapy tych obszarów albo nie istnieją, albo pochodzą sprzed wielu dekad. I tak, na potrzeby dowodzonej przez Polskę Wielonarodowej Dywizji Centrum-Południe w Iraku w ciągu pięciu lat wykonano prawie 300 tys. egzemplarzy map. W Afganistanie polscy kartografowie sporządzili od zera mapę prowincji Ghazni w skali 1:50 000 (Wojtan 2009).

Aktualnie służba geograficzna w Wojsku Polskim wytwarza następujące rodzaje map:

- analogowe lądowe w skali od 1:25 000 do 1:1 000 000;

- analogowe lotnicze w skali od 1:50 000 do 1:500 000;
- wektorowe w skali od 1:10 000 do 1:1 000 000;
- rastrowe w najróżniejszych skalach;
- specjalne (np. ośrodków szkolenia poligonowego czy mapy drogowe);
- numeryczne modele terenu (Wojtan 2009).

Sporządzaniem i dystrybucją map w Polsce zajmuje się pięć jednostek wojskowych:

- Wojskowe Centrum Geograficzne w Warszawie;
- 22 Wojskowy Ośrodek Kartograficzny w Komorowie k. Ostrowa Mazowieckiego;
- 6 Samodzielny Oddział Geograficzny w Toruniu;
- 19 Samodzielny Oddział Geograficzny w Lesznie;
- Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej w Gdyni.

Ponadto geografiami wojskową zajmują się odpowiednie komórki w Sztapie Generalnym Wojska Polskiego, Dowództwie Wojsk Lądowych i Dowództwie Sił Powietrznych. Służba topograficzna WP jest więc dość rozproszona, podczas gdy w armiach zachodnich tworzeniem map zajmują się najczęściej ogólnowojskowe agencje, np. w Stanach Zjednoczonych jest nią NGA (Narodowa Agencja Wywiadu Geoprzestrzennego), w Niemczech AGeoBw (Biuro Informacji Geograficznej Bundeswehry), w Wielkiej Brytanii DGIA (Wojskowa Agencja Wywiadu Geograficznego i Satelitarnego) (Danilewicz 2009).

W związku z zastosowaniem systemów GIS w Siłach Zbrojnych RP, oficerowie i podoficerowie mogą posiadać obecnie specjalność geoinformatyczną, która wchodzi w skład grupy osobowej geograficznej w korpusie osobowym rozpoznania i walki elektronicznej (Rozporządzenie Ministra ON, 11.12.2009 r.).

Mapy wektorowe

Mapy wektorowe w Wojsku Polskim są tworzone przede wszystkim w ramach Paktu Północnoatlantyckiego (NATO). Za sprawą dokumentu o nazwie „Polityka geoprzestrzenna NATO” każde państwo sojuszu jest zobowiązane do sporządzania wektorowych baz danych o ustalonej dokładności i formacie zapisu (Danilewicz 2009). Są one znane pod nazwą VMap (*Vector Smart Map*). Istnieje kilka poziomów dokładności tych map:

- VMap L0 (VMap poziomu 0) odpowiadający mapie w skali 1:1 000 000;
- VMap L1 odpowiadający mapie w skali 1:250 000;
- VMap L2 odpowiadający mapie w skali 1:50 000;
- VMap L3 odpowiadający mapie w skali 1:25 000;
- SMW (Szczegółowa Mapa Wektorowa) odpowiadająca mapie w skali 1:10 000 (Gotlib i in. 2007).

Mapy wszystkich wymienionych poziomów są wykonywane dla obszaru Polski, natomiast te poziomu 0 i 1 – dla całego świata. Dane, jakie zawierają mapy, są zgodne ze standardem DIGEST (*Digital Geographic Information Exchange Standard*) i są to: hydrografia, wysokość i rzeźba terenu, roślinność, budynki, przemysł,

transport, granice oraz informacje lotnicze (Gotlib i in. 2007). Wykorzystywanym układem odniesienia jest WGS-84.

Formatem, w którym zapisywane są dane VMap, jest VPF – (*Vector Product Format*). Jest on używany wyłącznie w NATO, choć mogą go odczytać wszystkie popularne programy GIS. Tworzenie danych w tym formacie jest jednak czasochłonne ze względu na złożoność i ostre kryteria dotyczące topologii (Pietruszka 2009).

Wektorową bazę danych poziomu 2 dla Polski wykonano wysiłkiem Wojskowego Centrum Geograficznego i Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii w latach 2000–2004 (Rozwałka 2009). Fragment powstałego opracowania przedstawiono na rycinie 1. Mapy poziomu 3 sporządzono dla wybranych obszarów Polski (głównie wschodniej) na podstawie ortofotomap, uzupełniając je danymi z map topograficznych 1:25 000 (WCG 2007).

W ramach współpracy z NATO w latach 2001–2006 stworzono VMap poziomu 1 dla całego świata. Wadą powstałego opracowania było wykorzystywanie jako głównego źródła danych analogowych map topograficznych, często nieaktualnych (głównie opracowania amerykańskie i radzieckie). Na dodatek skala 1:250 000 okazała się niewystarczająca dla potrzeb misji pokojowych. Tym samym uruchomiono program MGCP (*Multinational Geospatial Co-production Program – Wielonarodowy program wspólnej produkcji geoprzestrzennej*), którego celem jest wykonanie dokładnej i aktualnej mapy wektorowej obejmującej obszar państw uczestniczących w programie oraz rejonów ich zainteresowania (ukończenie prac



Ryc. 1. VMap poziomu 2

Źródło: Geoportal, <http://www.geoportal.gov.pl/>.

planowane jest na 2012 r.). Większość obszarów ma być prezentowana w dokładności odpowiadającej mapie topograficznej w skali 1:50 000, natomiast pozostała część terenu (niezabudowana i dość jednolita) w dokładności odpowiadającej skali 1:100 000. Źródłem danych są tutaj głównie najnowsze zdjęcia satelitarne o dużej rozdzielczości (wielkość piksela 1 m lub mniejszy). W stosunku do VMap zmieniono też format danych – używany jest teraz doskonale znany ESRI Shape-File (Pietruszka 2009).

Mapy rastrowe

Współczesne wojskowe mapy rastrowe są wykonywane głównie w formacie CADRG (*Compressed Arc Digitized Raster Graphics*), który jest standardowo stosowany w NATO, oraz w mniejszym stopniu w formacie MrSID (*Multi-resolution Seamless Image Database*) (Chudzik i in. 2007). Powstają ze skanowania papierowych map w skali od 1:25 000 do 1:1 000 000, które zostają następnie dostosowane do obecnie używanego układu współrzędnych WGS-84 i połączone w jedną całość. Ich zaletą jest bardzo duża kompresja danych – kompletna mapa Polski w skali 1:50 000 zajmuje jedynie około 780 MB, czyli mieści się na dwóch płytach CD. Dla całego obszaru Polski powstały też mapy w skali 1:100 000, 1:250 000 (także lotnicza), 1:500 000 i wreszcie 1:1 000 000. Dla wybranych rejonów kraju (m.in. ośrodków szkolenia poligonowego) stworzono także mapy w skali 1:25 000 (Bauer 2009).

Mapy rastrowe w formacie CADRG są podstawą funkcjonowania systemów wsparcia dowodzenia w Siłach Zbrojnych RP, które wymagają podkładu mapowego z możliwością określania współrzędnych. Używane są również w nawigacji lotniczej (Bauer 2009).

Numeryczne modele terenu

Zgodnie z „Polityką geoprzestrzenną NATO” sporządzane są także numeryczne modele terenu (NMT). Są one zapisywane w standardzie DTED (*Digital Terrain Elevation Data*) (Czajka 2009) i stanowią model typu GRID. Dane do NMT uzyskuje się przez wektoryzację diapozytywów wojskowych map topograficznych. Wykonuje się przy tym model terenu o dwóch poziomach dokładności:

- DTED 1 o dokładności poziomej do 50 m i pionowej do 30 m;
- DTED 2 o dokładności poziomej do 23 m i pionowej do 18 m.

Wielkość piksela zależy od szerokości geograficznej: dla obszarów między równikiem a 50° jest to 3" × 3" dla DTED 1 i 1" × 1" dla DTED 2, natomiast między 50° a 70° jest to odpowiednio 3" × 6" i 1" × 2". Przy wyższych szerokościach geograficznych piksele są jeszcze większe. Dane wysokościowe dla komórek zapisywane są w formacie ASCII (US Department of Defense 2000).

Model terenu DTED 1 dla Polski stworzono w latach 1996–1998 z map w skali 1:200.000 w ówczesnym Wojskowym Ośrodku Geodezji i Teledetekcji (dzisiaj Wojskowe Centrum Geograficzne). Dużo trudniejszym zadaniem było sporządzenie dokładniejszego modelu DTED 2 – powstał on z map w skali 1:50 000.

Wykonanie go dla 58 „oczek” o bokach $1^\circ \times 1^\circ$ zajęło trzy lata (1998–2001) jedenastu podmiotom – trzem jednostkom wojskowym i ośmiu przedsiębiorstwom kartograficznym (Czajka 2009). Istnieje jeszcze DTED poziomu 0, ale powstał on przez zmniejszenie rozdzielczości DTED 1 do piksela o rozmiarze $30'' \times 30''$ (0° – 50°) lub $30'' \times 60''$ (50° – 70°). Modele DTED wspierają mapy VMap o tym samym numerze poziomu.

Mapy tworzone w programie MGCP będą wykorzystywały inne źródło danych, a mianowicie numeryczny model pokrycia terenu SRTM, wykonany radarem przez prom kosmiczny „Endeavour” w 2000 r. Ma on rozdzielczość $1'' \times 1''$ (czyli ok. 30 m w naszych szerokościach geograficznych) i obejmuje obszar między 60° N i 56° S, czyli ponad 80% powierzchni Ziemi (Gotlib i in. 2007).

Istotnym zastosowaniem NMT są analizy widoczności z określonych stanowisk w terenie wspomagające decyzję o rozmieszczeniu posterunków czy uzbrojenia. Ponadto pozwalają na wytyczanie tras przejazdów przez bezdroża czy ułatwiają planowanie działań (Gotlib i in. 2007). Analizy takie umożliwiają programy ArcGIS z dodatkiem Military Analyst oraz Pakiet Grafiki Operacyjnej (Chudzik i in. 2007). NMT daje też możliwość wykrywania obiektów ukrytych, poprzez odfiltrowanie roślinności z modelu uzyskanego drogą skanowania terenu radarem lub laserem.

Interesującym i jednocześnie pierwszym praktycznym zastosowaniem NMT było naprowadzanie pocisków manewrujących typu Tomahawk. Rakiety te, wystrzeliwane z okrętów, dysponujące zasięgiem 2500 km i mogące przenosić głowicę jądrową, wyposażone są w system TERCOM (*TERrain COntour Matching – Dopasowywanie do konturu terenu*). Działa on na zasadzie ciągłego skanowania terenu przez radar zainstalowany w rakiemie i porównywanie go z zapisanym w pamięci komputera pokładowego modelem terenu, wgranym do pamięci systemu przed startem rakiety. Umożliwia to lot bardzo nisko nad ziemią, z wykorzystaniem dolin czy przełęczy (Kubiak 2009). Przed takimi raketami nie ma praktycznie obrony, gdyż tak nisko lecących pocisków nie wykryją radary; są także bardzo precyzyjne, zwłaszcza we współpracy z systemem GPS (błąd trafienia rzędu 1 m). Podczas wojny w Zatoce Perskiej Tomahawki bezbłędnie trafiły w stację transformatorów w Bagdadzie, wyłączając prąd w całym Iraku (Weir 2005). Obecnie systemów typu TERCOM używa się też w innych typach rakiet, nie tylko amerykańskich. Jego uzupełnieniem jest DSMAC (*Digital Scene-Mapping Area Correlator*), porównujący zdjęcia satelitarne z obrazem z kamery w rakiemie, co zwiększa precyzję trafienia. W latach 2013–2014 do uzbrojenia Wojska Polskiego mają wejść norweskie rakiety przeciwookrętowe Naval Strike Missile (NSM), mające możliwość ataku celów lądowych z użyciem systemu typu TERCOM. Znajdą się w składzie Nadbrzeżnego Dywizjonu Rakietowego Marynarki Wojennej (Hołdanowicz 2011).

Pozostałe mapy

Do innych opracowań wykorzystywanych w wojsku należą ortofotomapy. Stosowane są do tworzenia map wektorowych, a także jako mapy nawigacyjne. Np.

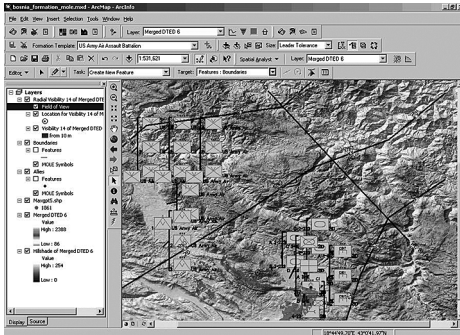
w systemie nawigacyjnym myśliwców F-16 w służbie Polskich Sił Powietrznych używa się ortofotomap w formacie CIB (*Controlled Image Base*) o rozdzielczościach 5 i 1 metra (Rozwałka 2009).

Narzędzia GIS są używane także do interpretacji zdjęć satelitarnych i, rzadziej już stosowanych, lotniczych. Pozwalają na dokładną ocenę taktyczno-inżynierską terenu, dostarczając informacji o: ukształtowaniu terenu i jego pokryciu, infrastrukturze drogowo-mostowej, akwenach i przeszkodach wodnych, obszarach zalesionych i zabudowanych itp. W praktyce działań operacyjnych wypierają one tradycyjne wydawnictwa, ze względu na dalece większą szczegółowość i aktualność (Szymanik 2009). Szczególnie ma to znaczenie przy działaniu w terenach zabudowanych, jak w Iraku, gdzie obiektem zainteresowania wojsk są często pojedyncze budynki lub ścieżki między domami, które na mapach ulegają generalizacji kartograficznej. Znajomość zasad teledetekcji pozwala wykryć np. obiekty zamaskowane (różniące się współczynnikiem odbicia) czy też nowopowstałe (analizując piksele na zdjęciach z różnych okresów) (Dadas et al. 2008). Oczywiście, najnowsze zdjęcia z satelitów, samolotów rozpoznawczych czy bezzałogowych statków latających (BSL) są nie zawsze dostępne, ale dąży się do pełnej ich dostępności dla wojsk dzięki wdrażaniu dużych ilości BSL oraz zastosowaniu wydajnych systemów przesyłu informacji (Dominik 2009).

Oprogramowanie do map

Do przeglądania i tworzenia map konieczne jest odpowiednie oprogramowanie. Zasadniczym programem używanym obecnie w Wojsku Polskim jest Pakiet Grafiki Operacyjnej (PGO). Został on stworzony przez Centrum Informatyki i Łączności Ministerstwa Obrony Narodowej w 2007 r. (Chudzik i in. 2007). Jego zaletą jest odczytywanie wszystkich wykorzystywanych w Wojsku Polskim i NATO formatów zapisu danych geograficznych: map rastrowych (CADRG, MrSID), map wektorowych (VPF), ortofotomap (CIB, GeoTIFF), numerycznych modeli terenu (standard DTED) czy baz danych Państwowego Rejestru Granic i Skorowidza Nazw Geograficznych. Ma także wiele narzędzi analitycznych, np. pozwala na tworzenie planów przemieszczania wojsk, rozmieszczenia patroli, analizę widoczności z określonych punktów, opracowywanie profili terenu, symulowanie zalania terenu wodą, wyznaczanie azymutów i odległości, nanoszenie znaków taktycznych zgodnych z przyjętą w NATO symboliką APP-6A itd. (Kłoskowski 2008). Obecnie PGO dysponują wszystkie jednostki wojsk lądowych w Polsce. Niestety ciągle jest on rzadko wykorzystywany w praktyce – w szkoleniu i podczas manewrów nadal w większości używa się tradycyjnych, analogowych narzędzi (Buk 2010).

Do bardziej szczegółowych zadań i analiz oraz tworzenia wszelkiego rodzaju map używa się głównie programu ArcGIS firmy ESRI. Co znamienne, istnieją do niego specjalne, przeznaczone dla użytkownika wojskowego dodatki. Military Analyst pozwala na analizy widoczności, pola ostrzału, integracji danych przestrzennych z danymi o charakterze obronnym itd. Military Overlay Editor (MOLE) umożliwia z kolei tworzenie, edytowanie i wyświetlanie znaków taktycz-



Ryc. 2. Znaki taktyczne naniesione w programie ArcGIS

Źródło: ESRI, http://www.esri.com/software/arcgis/defense-olutions/graphics/mole_bosnia_bound_tintshade.jpg

nych NATO na mapach, co przedstawiono na rycinie 2. Wreszcie, Grid Manager służy do tworzenia siatek kartograficznych, ramek i elementów pozaramkowych (ESRI 2010). Stosowana jest też aplikacja IMAGINE firmy ERDAS (Lach 2009).

W Wojsku Polskim do wyświetlania map i dokonywania prostych analiz używane są także aplikacje dostępne za darmo w Internecie, takie jak ViewFinder firmy ERDAS (do danych rastrowych), ArcExplorer firmy ESRI (do danych wektorowych) oraz TatumGIS Viewer, obsługujący i jednocześnie wyświetlający oba typy danych (Chudzik i in. 2007). W armiach zachodnich wykorzystuje się dodatkowo jeszcze inne oprogramowania produkcji lokalnej, np. wojsko amerykańskie używa programu FalconView, stworzonego na jego zlecenie przez politechnikę stanu Georgia (Bailey 2004).

By ułatwić dystrybucję opracowanych map, MON stworzył portal Geoserwer. Są na nim zamieszczane bazy danych geograficznych i mapy, a dostęp do niego następuje przez wewnętrzną, wojskową sieć typu Internet o nazwie MIL-WAN, wdrożoną do polskiego wojska na początku XXI w. (Piotrowski 2009). Pozwala ona na prowadzenie analiz bezpośrednio w przeglądarce internetowej, takich jak selekcja obiektów według atrybutu i według położenia, tworzenie profilów terenu, analiz widoczności itp. (Pokonieczny i in. 2008). Jednakże siły zbrojne wykorzystują też ogólnodostępny serwis Geoportal, którego zaletą jest pełne pokrycie obszaru Polski szczegółowymi zdjęciami satelitarnymi i lotniczymi w skali do 1:400 (Szymanik 2009). Co ciekawe, wśród danych dostępnych na Geoportalu użytkownik znajdzie także warstwy VMap poziomu 2.

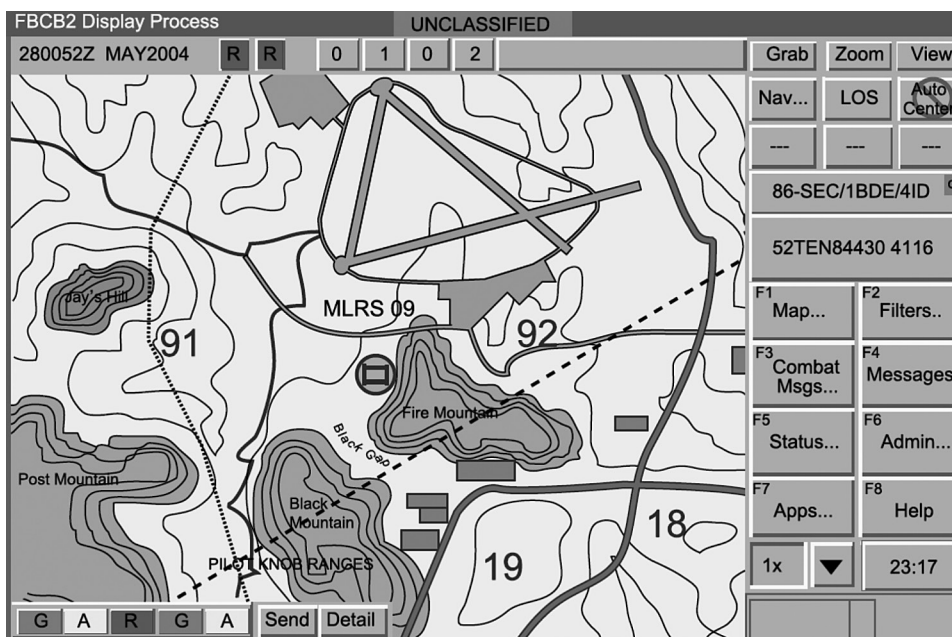
Systemy wsparcia dowodzenia

Systemy wspierające dowodzenie są elementem, na którym opierają się współczesne siły zbrojne. W myśl definicji są to różnego rodzaju aplikacje i współpracujące z nimi bazy danych, zainstalowane na odpowiednich komputerach połączonych sieciami teleinformatycznymi, których głównym zadaniem jest sprawne przetwarzanie oraz zapewnianie właściwego obiegu informacji, co wpływa na efektywność procesu dowodzenia (Dela 2010). Dąży się do stworzenia „sieciocentrycznych” sił zbrojnych – gdzie wszystkie formacje wojskowe, aż do poziomu pojedynczego żołnierza, będą dysponować systemami łączności i przesyłu informacji (plików, obrazów, dokumentów sztabowych i rozkazów), a także komputerami do przetwarzania wszelkich danych, sprzężonymi z możliwie zautomaty-

zowanymi i zrobotyzowanymi sensorami oraz efektorami, tj. uzbrojeniem (Ficoń 2011). Kluczową częścią systemu jest oprogramowanie typu GIS – umożliwiające nanoszenie nadchodzących informacji na mapę terenu. Obecnie istnieje wiele systemów wsparcia dowodzenia, w tym opracowanych w Polsce. Pierwszy zastosowanym na szeroką skalę był FBCB2, użyty bojowo w 2003 r. przez amerykańskie wojska lądowe i korpus piechoty morskiej, widoczny na rycinie 3.

Przykładem systemu stosowanego w Polsce jest Polowy Zautomatyzowany System Dowodzenia Związkiem Taktycznym „Szafran”, opracowany przez Przemysłowy Instytut Telekomunikacji. Prezentuje on bieżącą sytuację taktyczną, nanosząc pozycje wojsk własnych, sojuszników i nieprzyjaciela za pomocą standardowych w NATO znaków taktycznych. Wykorzystuje omówiony już Pakiet Grafiki Operacyjnej do wyświetlania map i prowadzenia analiz. Szafran zaczął być wdrażany w 2007 r., poczynając od szczytności 12 Dywizji Zmechanizowanej. System ten jest przeznaczony dla sztabów wojsk lądowych, od szczebla batalionu do korpusu i obecnie używany jest przez większość polskich jednostek (Buk 2010).

Innym systemem dowodzenia jest Jaśmin, wdrażany do Wojska Polskiego od 2007 r., który może funkcjonować od szczebla pojedynczego żołnierza (Zawadzki 2007). Jest on eksploatowany także przez polski kontyngent wojskowy w Afganistanie. Co ciekawe, pozwala na łączenie się bezprzewodowo z Internetem i wyświetlanie map pochodzących z serwerów typu WMS i WFS (Wiśniewski 2010).



Ryc. 3. Ekran terminalu amerykańskiego systemu dowodzenia FBCB2, wykorzystujący do wyświetlania map program FalconView

Źródło: Department of the Army (2008).

Obroną powietrzną Polski kieruje system Dunaj, automatycznie nanoszący wykryte obiekty na mapę, obliczający ich parametry czy wyznaczający trasę przelotu i odległości od celu dla samolotów sojusznicznych (Rochowicz 2006). Natomiast działalność Patroli Rozminowania, których zadaniem jest neutralizacja wszelkich materiałów niebezpiecznych na terenie naszego kraju, wspiera system informatyczny o nazwie Patrol (Franczyk 2010). Wojska chemiczne z kolei wyposażone są w specjalistyczny duński program NBC Analysis, pozwalający na symulacje dyspersji skażeń chemicznych, biologicznych albo promieniotwórczych. Trwają obecnie prace nad krajowym systemem o nazwie Promień (Kłoske 2011).

Blue Force Tracking

Systemy dowodzenia mają wiele użytecznych funkcji GIS, jednak najbardziej przydatny dla dowódców jest tzw. *Blue Force Tracking* (BFT). Można to przetłumaczyć jako „namierzanie sił niebieskich” – od koloru, jakimi na mapach zaznacza się oddziały własne i sojuszniczne. Określenie to odnosiło się pierwotnie do systemu stworzonego i pierwszy raz zastosowanego przez Amerykanów, obecnie jednak dotyczy samego rozwiązania technologicznego kopiowanego przez inne kraje. BFT polega na monitorowaniu położenia pojazdów (lądowych, powietrznych) czy nawet pojedynczych żołnierzy, za pomocą urządzeń zwanych *trackerami*, które mają łączność z satelitami GPS. Poprzez systemy dowodzenia wszystkie jednostki zalogowane do systemu BFT widzą swoje wzajemne pozycje na cyfrowej mapie, wyświetlanej na specjalnym terminalu. Co więcej, BFT podaje także inne informacje o śledzonych obiektach – ich prędkość, kierunek ruchu, współrzędne geograficzne (Kowalska-Sendek 2010).

Użyteczność tego rozwiązania jest nie do przecenienia. Bardzo ułatwia ono dowódcom określenie sytuacji taktycznej oraz usprawnia współpracę między różnymi rodzajami wojsk. Szczególnie zmniejsza ryzyko ostrzału własnych jednostek (tzw. *friendly fire*), trapiące armie od początków wojskowości. Gdyby BFT istniał wcześniej, uniknięto by incydentów, takich jak zbombardowanie amerykańskich wojsk przez własne lotnictwo podczas walk o St-Lô we Francji w 1944 r. – zginęło wówczas 111 żołnierzy (Ambrose 2004). Umożliwia też ograniczenie łączności radiowej, która jest z reguły nieszyfrowana i możliwa do przechwycenia. Wynika to z faktu, że dzięki systemowi BFT śmigłowce i samoloty widzą dokładną pozycję jednostki, której mają udzielić wsparcia (ewakuacja medyczna, zrzut zaopatrzenia), a różne oddziały lądowe nie muszą ciągle pytać się wzajemnie o swoje pozycje (Kowalska-Sendek 2010).

BFT pierwszy raz użyto na dużą skalę podczas kampanii przeciwko Irakowi w 2003 r., gdzie z powodzeniem zastosowała go amerykańska armia i korpus piechoty morskiej oraz armia brytyjska (Wrzosek 2009). Wojsko Polskie pierwszy raz zostało wyposażone w tego typu system w Afganistanie. Polski kontyngent – podobnie jak pozostałe armie uczestniczące w misji – został zaopatrzony w system IFTS (*ISAF Friendly Tracking System*). Zainstalowano go w pojazdach i centrach dowodzenia w 2007 r. (Bednarski i in. 2009). Niestety okazało się, że IFTS jest awaryjny, słabo kooperuje z innym oprogramowaniem i pokazuje pozycje

jednostek z dużym opóźnieniem. Jednakże w listopadzie 2008 r. polscy żołnierze otrzymali od Amerykanów pojazdy minoodporne typu Cougar, które miały zainstalowane terminale BFT. Od tego czasu każdy polski patrol opuszczający bazę ma przynajmniej jeden pojazd wyposażony w ten system (Kowalska-Sendek 2010). Obecnie trwają prace nad wyposażeniem w BFT także śmigłowców operujących w Afganistanie.

Symulatory

Oprogramowanie GIS znajduje zastosowanie również w systemach symulujących działania wojenne. W Centrum Symulacji i Komputerowych Gier Wojennych Akademii Obrony Narodowej funkcjonuje System Symulacyjnego Wspomagania Szkolenia Operacyjnego „Złocieni”. Odtwarza on działania jednostek wojskowych od szczebla plutonu wzwyż, umożliwiając szkolenie oficerów-dowódców. Przy tym rozdzielczość mapy jest niska, gdyż symulacje obejmują obszar całego kraju lub kilku państw (Chmielewski i in. 2009). Mapa składa się z dwóch warstw. Pierwsza to warstwa rastrowa, z pikselami o rozmiarach 200×200 m, zawierającymi szereg parametrów: wysokość, pokrycie terenu (% lasu, % wody, % zabudowań), obecność bagien oraz przeszkód wodnych (rzeki, jeziora). Drugą warstwą jest sieć drogowa w postaci wektorowej (linie i węzły). Dane zawarte w warstwach wykorzystywane są do obliczeń w symulacjach. Ponadto możliwe jest wyświetlanie dla celów poglądowych podkładu mapowego w postaci warstw rastrowych w formacie CADRG, w skali od 1:25 000 do 1:1 000 000 (Wantoch-Rekowski 2011).

Innym użytowanym systemem, który uzupełnia przedstawiony wcześniej jest VBS2 (*Virtual Battle Space 2*). Symuluje on działania wojenne od szczebla pojedynczego żołnierza czy pojazdu. Teren jest tutaj opisywany bardzo szczegółowo, aż do pojedynczej kępy roślinności, z dokładnym modelem. Ze względu na ogrom pamięci potrzebnej do tak dokładnego opisu wielkość mapy została ograniczona do kwadratu o boku około 100 km. Możliwe jest także wyświetlanie rozmaitych podkładów mapowych (rastrowych, wektorowych) (Chmielewski i in. 2009).

Przykładem symulatora stosowanego na Zachodzie jest JCATS (*Joint Conflict and Tactical Simulation*), użytkowany przez armię amerykańską. Odzwierciedla on działania wojsk do szczebla drużyny i pojedynczego wozu bojowego. Układ zobrazowania oddaje takie szczegóły terenu, jak jego ukształtowanie, rodzaj dróg czy usytuowanie i charakterystyka budynków. Komputerowa mapa obszaru symulacji tworzy kwadrat o boku do 660 km. System tego typu pod koniec 2011 r. znalazł się na wyposażeniu polskich wojsk lądowych, dzięki amerykańskiemu programowi pomocy wojskowej FMF (Kwasek 2010).

Podsumowanie

Nowoczesne narzędzia informatyczne, stosowane we współczesnych armiach, bywają także poddawane krytyce. Argumentuje się, że systemy dowodzenia ze swym szybkim przepływem danych doprowadzają jedynie do dostarczenia dowódcom zbyt dużej liczby informacji, co wydłuża proces decyzyjny i utrudnia podjęcie tej właściwej. Obliczono, że podczas I wojny światowej czas planowania dla brygady wynosił 36 godzin, podczas II wojny światowej skrócił się do 6–12 godzin, a obecnie znowu wydłużył do 36 godzin (Dominik 2009). Oprogramowanie GIS może jednak rozwiązać te problemy, dzięki odpowiednim narzędziom filtrującym i uogólniającym informacje.

Nie ulega jednak wątpliwości, że pojawienie się aplikacji GIS znacznie ulepszyło wojskową kartografię, wyposażyło siły zbrojne w aktualniejsze i dokładniejsze mapy, umożliwiło komputerowe analizy terenu, śledzenie ruchów własnych wojsk, wykrywanie stanowisk przeciwnika, stworzenie symulatorów pola walki. Wydaje się ona więc nieodzowna we współczesnych działaniach wojennych.

Literatura

- Ambrose S. 2004. Obywatele w mundurach. Wyd. Magnum, Warszawa, s. 74.
- Bailey C. 2004. Department of Defense usage of FalconView, Bureau of Land Management, US Department of the Interior (<http://www.blm.gov/pgdata/etc/medialib/blm/nifc/aviation/airspace.Par.77886.File.dat/FalconView.pdf>).
- Bauer R.W. 2009. Mapa rastrowa z georeferencją. *Kwartalnik Bellona*, wydanie specjalne: 31–32.
- Bendarski G., Budny W. 2009. System identyfikacji bojowej. *Przegląd Wojsk Lądowych* 10: 25.
- Buk T. 2010. *Wojska Lądowe 2010. Przegląd Wojsk Lądowych* 1: 5.
- Chmielewski M., Koszela J., Najgebauer A., Pierzchała D., Wantoch-Rekowski R. 2009. Integracja symulatorów pola walki. *Raport – Wojsko Technika Obronność*, 12: 10–12.
- Chudzik I., Klejnowski P. 2007. Komputerowe mapy. *Przegląd Sił Zbrojnych*, 3: 44–45.
- Czajka W. 2009. Baza danych wysokości terenu w formacie DTED. *Kwartalnik Bellona*, wydanie specjalne: 26–27.
- Dadas T., Wojtasik P., Stępień G. 2008. Służba geograficzna w PKW Irak. *Armia*, 1: 29–30.
- Danilewicz K. 2009. NATO a geografia wojskowa. *Kwartalnik Bellona*, wydanie specjalne: 11–12.
- Dela P. 2010. Teleinformatyczne wspomaganie dowodzenia. *Przegląd Wojsk Lądowych*, 2: 32.
- Department of the Army. 2008. Operator and field maintenance manual including repair parts and special tools list for Force XXI Battle Command Brigade-and-Below (FBCB2) AN/GYK-55 Create Device, ARMY TM 11-7010-346-13&P, s. 77 (<http://cryptome.org/dodi/TM11-7010-346-13P.zip>).
- Dominik A. 2009. C4ISR: W poszukiwaniu złotego środka. *Raport – Wojsko Technika Obronność*, 7: 27–28.
- ESRI Polska 2010. ArcGIS Defense Solutions. *Geodeta*, 2: 38.
- Ficoń K. 2011. Sieciocentryczność idzie na wojnę. *Kwartalnik Bellona*, 1: 202–204.
- Franczyk G. 2010. W Kościerzynie o rozminowaniu. *Raport – Wojsko Technika Obronność*, 2: 68.
- Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R. 2007. GIS – obszary zastosowań. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, s. 102, 108, 222.
- Grimwood T. 2011. UCS Satellite Database, Union of Concerned Scientists (www.ucsusa.org/satellite_database).
- Hołdanowicz G. 2011. Kroki milowe NSM. *Raport – Wojsko Technika Obronność*, 7: 40–42.
- Kloske M. 2011. Oprogramowanie do prognozowania sytuacji skażeń. *Przegląd Wojsk Lądowych*, 6: 8–15.

- Kloskowski D. 2008. Testowanie Pakietu Grafiki Operacyjnej. *Przegląd Morski*, 7: 11.
- Kowalska-Sendek M. 2010. Niebieski pomocnik. *Polska Zbrojna*, 9: 31–32.
- Kubiak K. 2009. Kontrrewolucja w wojskowości. Raport – *Wojsko Technika Obronność*, 9: 100, 102–106.
- Kwasek T. 2010. JCATS – nowa jakość w systemie szkolenia Wojsk Lądowych? *Nowa Technika Wojskowa*, 3: 66–67.
- Lach Z. 2009. Zabezpieczenie geograficzne w edukacji. *Kwartalnik Bellona*, wydanie specjalne: 122.
- Paślowski J. (red.) 2006. Wprowadzenie do kartografii i topografii. Wyd. Nowa Era, Wrocław, s. 257, 261.
- Pietruszka J. 2009. Wielonarodowy program wspólnej reprodukcji geoprzestrzennej. *Kwartalnik Bellona*, wydanie specjalne: 42–44.
- Piotrowski A. 2009. Zaopatrywanie Sił Zbrojnych RP w produkty geograficzne. *Kwartalnik Bellona*, wydanie specjalne: 87.
- Pokonieczny K., Trocki M. 2008. Szybki dostęp do produktów geograficznych. *Przegląd Wojsk Lądowych*, 1: 40.
- Rochowicz R. 2006. Powietrzny Dunaj. *Nowa Technika Wojskowa*, 4: 35–37.
- Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej z dnia 11 grudnia 2009 r. w sprawie korpusów osobowych, grup osobowych i specjalności wojskowych (Dz.U. 2009 nr 216, poz. 1678, s. 17093).
- Rozwałka J. 2009. Pięćlecie Wojskowego Centrum Geograficznego. 58 lat tradycji. *Kwartalnik Bellona*, wydanie specjalne: 26.
- Szymanik A. 2009. Zdjęcia satelitarne a inżynierska ocena terenu. *Przegląd Wojsk Lądowych*, 4: 13–14.
- US Department of Defense. 2000. Performance specification Digital Terrain Elevation Data (DTED). MIL-PRF-89020B, s. 4, 8.
- Van Creveld M. 2008. Zmienne oblicze wojny. Wyd. Rebis, Poznań, s. 252.
- Wantoch-Rekowski R. 2011. System Symulacyjnego Wspomagania Szkolenia Operacyjnego pk. „Złocienia”. Wydział Cybernetyki, Wojskowa Akademia Techniczna (http://www.wcy.wat.edu.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=46).
- Weir W.R. 2005. Przełomowe momenty w historii konfliktów zbrojnych. Wyd. Amber, Warszawa, s. 7, 215.
- Wiśniewski R. 2010. Z Jaśminem pewniej. *Przegląd Wojsk Lądowych*, 7: 38–39.
- Wojskowe Centrum Geograficzne 2007. Mapa Wektorowa Poziomu 3 (VMap Level 3) (<http://www.wcg.mon.gov.pl/main.html>).
- Wojtan A. 2009. Zabezpieczenie geograficzne Sił Zbrojnych RP. *Kwartalnik Bellona*, wydanie specjalne: 9–10.
- Wrzosek M. 2009. Przyszły konflikt zbrojny – założenia teoretyczne. *Przegląd Wojsk Lądowych*, 2: 12.
- Zawadzki T. 2005. Nowy oręż. *Tajemnice Końca Wojny*, 1: 32.
- Zawadzki W. 2007. Jaśmin wkracza do armii. *Nowa Technika Wojskowa*, 5: 42.

GIS application in the armed forces

Abstract: The military used to seek for technologies that could potentially give superiority over hostile forces. Military research projects created several GIS-related technologies; some GIS software was also developed by the armed forces. It is primarily used in military cartography to produce more accurate and up-to-date maps. NATO obliges its members to produce maps according to the common standards, in example vector layers known as *Vector Smart Map (VMap)* or numerical terrain models such as DTED. Currently, 28 states are working jointly on a massive project, dubbed *Multinational Geospatial Co-production Program (MGCP)* which should result in acquiring detailed and valid vector maps by using satellite scenes instead of old topographic maps. Numerical terrain models are used for several GIS analysis: checking visibility, choosing paths, troop deployment and movement planning, flooding simulations or training. NMT can be utilized as a guidance system for cruise missiles by using a radar to scan the land surface and comparing it – automatically – with the model loaded into the missile before launching (another, alternative system includes satellite images). The Polish Armed Forces currently deploy several specialized software packages and command support systems. Most common GIS software is the *Operational Graphics Package (PGO)* developed by the Ministry of

Defence and is available in all military bases. Command support systems like *Jaśmin* or *Szafran*, fielded in 2007, increase commander's capabilities and tactical awareness by providing real-time information about the situation on the battlefield. They usually include *Blue Force Tracking*, which displays position of the troops using GPS tracking devices. Finally, GIS is employed within the battlefield simulation systems, which support training of officers as well as enlisted personnel, providing a virtual warzone. In the Polish military, *Złocień* system offers simulations covering the entire territory of Poland and neighboring states, training commanders to control large group of forces during the entire campaigns.

Key words: GIS, military, maps, simulators, software, terrain models