

Wojskowe modele terenu, część III

Trzeci wymiar cały czas w cenie

W dobie powszechnej cyfryzacji wykonywanie modeli terenu wcale nie upadło. Na podstawie dokładnych i aktualnych cyfrowych danych geograficznych tworzy je wiele firm komercyjnych, wykorzystując frezarki i drukarki cyfrowe.

Eugeniusz Sobczyński

Niebywałych rozmiarów model terenu wykrył w 2006 r. niemiecki użytkownik programu Google Earth. Model ten o powierzchni 630 tys. m kw. (900 na 700 m) w skali 1:500 znajduje się w okolicach wioski Huangyangtan, około 35 km na południowy zachód od miasta Yinchuan, w Autonomicznym Regionie Ningxia Chińskiej Republiki Ludowej. Na modelu pokazano obszar sporny na granicy Indii i Chin, administrowany przez Chińczyków, o który w roku 1962 r. toczyła się wojna graniczna. Władze chińskie twierdzą, że model został zbudowany 7-8 lat wcześniej dla ośrodka szkolenia czołgistów.

• Doświadczenia amerykańskie

W armii USA od 1947 r. wdrażano mobilne zestawy do wykonywania modeli terenu (Amerykanie przejęli po wojnie od Niemców służące do tego pantografy i frezarki). Największą popularnością modele te cieszyły się w późnych latach 40. i wczesnych 50., wykorzystywano je podczas wszystkich większych ćwiczeń wojskowych [33]. W 1956 r. US Army wydała nawet podręcznik wykonywania modeli „Terrain Models and Relief Map Making (TM 5-249)”.

Jeden z najlepszych profesjonalnych modeli terenu powstał w 1970 r. dla obozu jenieckiego „Barbara” w celu wsparcia operacji sił specjalnych USA w obozie Son Tay (około 50 km na wschód od Ha-



Fragment modelu terenu obozu jenieckiego „Barbara”, który został zbudowany w 1970 r. w celu wsparcia operacji uwolnienia jeńców przez siły specjalne USA

noi). Podczas wojny w Wietnamie było tam przetrzymywanych 70 amerykańskich żołnierzy. Model zbudowali cywili modelarze pracujący dla CIA, opierając się na zdjęciach satelitarnych Corona

i lotniczych robionych z pokładu SR-71. Nawet wysokości i średnice koron drzew na terenie obozu i wokół niego zostały przedstawione w skali, aby piloci mogli wybrać najlepsze obszary do wylądowa-

nia śmigłowca. W bazie sił powietrznych Eglin na Florydzie specjalnie dobrani do akcji żołnierze posługiwali się modelem podczas przygotowań do operacji.

W latach 90. w armii USA modele stały się tak popularne, że dowódcy wykorzystywali je zamiast map do oceny terenu. Dlatego w końcu Dowództwo Sił Zbrojnych USA (FORSCOM) zabroniło korzystania z modeli terenu, a jednostkom topograficznym zakazało ich opracowywania. Mimo to znany jest przypadek, kiedy to dowódca III Korpusu w Fort Hood w Teksasie gen. Thomas Allen Schwartz nakazał wykonanie na ćwiczenia wielkoskalowego modelu terenu Korei. W 1995 r. w budynku dowództwa zbudowano model środkowej części Półwyspu Koreańskiego, który zajmował całe piętro atrium. Posłużyły do tego zgniecione gazety i piankowa izolacja z ręcznie malowanymi detalami. Model był tak duży, że standardowe wskaźniki laserowe nie miały wystarczającego zasięgu, by wskazywać kluczowe obszary. Dlatego wypożyczono do tego celu reflektor punktowy z teatru.

• W kraju nad Wisłą

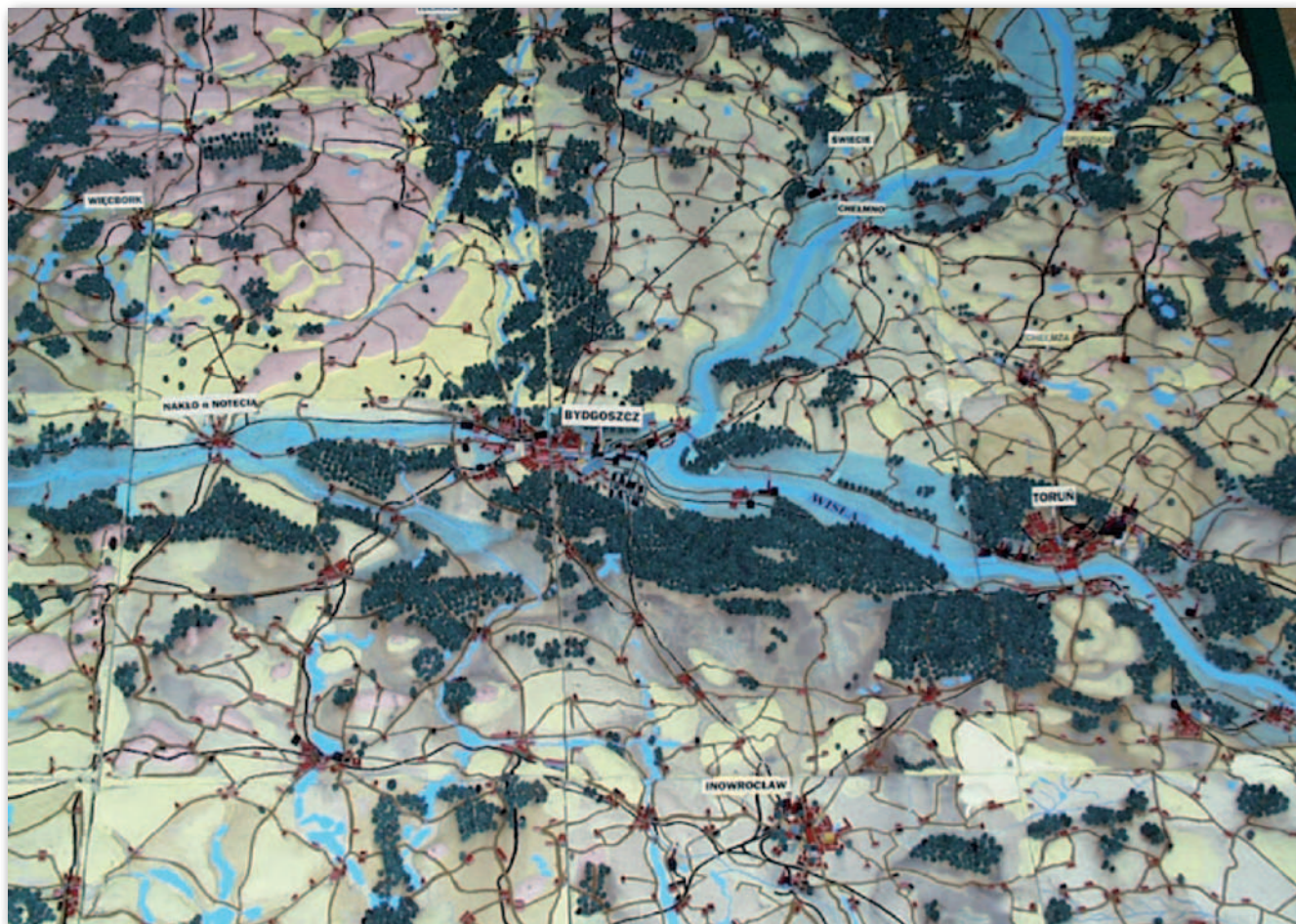
W polskiej armii w latach 70., 80. i na początku 90. modele terenu były bardzo



Fragment modelu terenu (obszar Niemiec) wykonany w skali 1:100 000 przez polskich topografów wojskowych w latach 70.

popularne, wykonywano je na potrzeby ćwiczeń sztabowych odbywających się w ramach Układu Warszawskiego oraz na ćwiczenia krajowe. Większość modeli obejmowała obszary wynikające z przyjętych założeń doktryny politycznej i militarnej (Niemcy, Dania, Belgia, Holandia). Początkowo w dużych namiotach modele doraźnie budowano z piasku czasami posypanego cementem lub

gipsem. Główne szlaki komunikacyjne oraz lasy przedstawiano kolorami, zwykle podobnie jak na mapach. Na tak przygotowaną makietę nakładano sytuację operacyjno-taktyczną. Od lat 80. makiety były wykonywane jako trwałe konstrukcje z drewna; rzeźba była modelowana z miękkich płyt pilśniowych (o grubości od 10 do 20 mm w zależności od przyjętej skali pionowej), do przedstawiania lasów



Fragment modelu terenu rejonu Bydgoszczy i Torunia w skali 1:100 000

ska. Zaprezentowano go w 2006 r. na konferencji Esri w San Diego. Został wykonany w skali poziomej 1:99 000, pionowa jest powiększona o 50%. Model ma wymiary 40 na 74 stopy (ok. 12 na 23 m), tworzy go ponad 260 milionów punktów wysokościowych i jest pokryty ponad 100 miliardami kropeł atramentu [36].

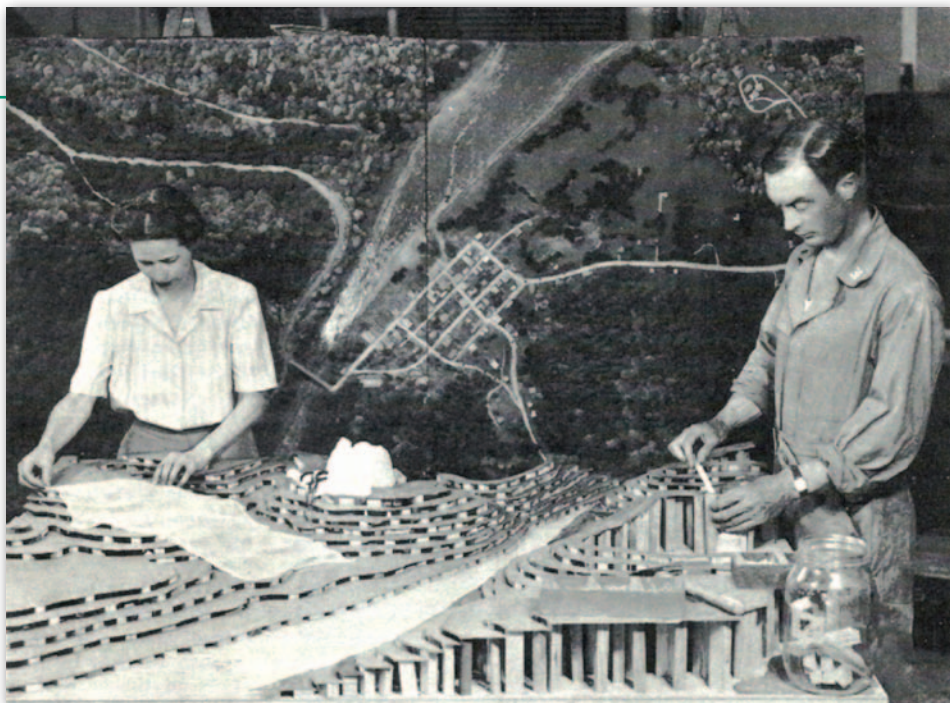
W USA usługi modelowania terenu zlecają obecnie firmom modelarskim kancelarie prawne, grupy reagowania kryzysowego (straż pożarna, policja, służby poszukiwawczo-ratownicze), biura zarządzania gruntami (budownictwo, inżynieria lądowa, nieruchomości, rekreacja), deweloperzy, agencje transportowe, przedsiębiorstwa użyteczności publicznej, architekci, muzea, agencje wojskowe, federalne, stanowe i miejskie. 17 modeli terenu różnych rejonów i wysp znajduje się na stałej ekspozycji w muzeum National Geographic Society Explorers Hall w Waszyngtonie.

Przykładem miasta, które już od prawie 40 lat myśli o swoim rozwoju w kontekście wykorzystania modeli terenu, jest Boston. Jeszcze zanim pojawiły się pierwsze edycje programów 3D na komputery osobiste, w Bostonie powstała drewniana makieta miasta, która miała pomóc w lepszym zagospodarowaniu przestrzeni. Przyczynkiem do tego była działalność lokalnych aktywistów, którzy wywalczyli przyjęcie prawa ograniczającego budowę wysokich budynków w pobliżu parku Boston Common. Rozporządzenie pod nazwą Boston Common Shadow Law określało czas, w jakim budynek może blokować dostęp promieni słonecznych do parku.

Cyfrowymi modelami terenu zajmuje się też amerykańska Agencja Zaawansowanych Projektów Badawczych w Obszarze Obronności (Defense Advanced Research Projects Agency – DARPA). Podczas 10-godzinnej wyścigu The Grand Challenge pojazdów autonomicznych (bez kierowców) na pustyni w pobliżu Las Vegas ruch poszczególnych pojazdów obserwowano w czasie rzeczywistym [37]. Było to możliwe dzięki modelowi, projektorom, sieci łączności i nawigacji satelitarnej.

• Technika modelowania terenu

Dawniej wykonywanie modeli zlecano inżynierom wojskowym. Wiele zależało od ich inwencji, z reguły były to modele z drewna, gliny, plasteliny, wosku lub kitu (propolisu). Od I wojny światowej wykonywaniem modeli zajmowali się głównie żołnierze topografowie lub geografowie, którym do pomocy przydzielano żołnierzy wojsk inżynie-

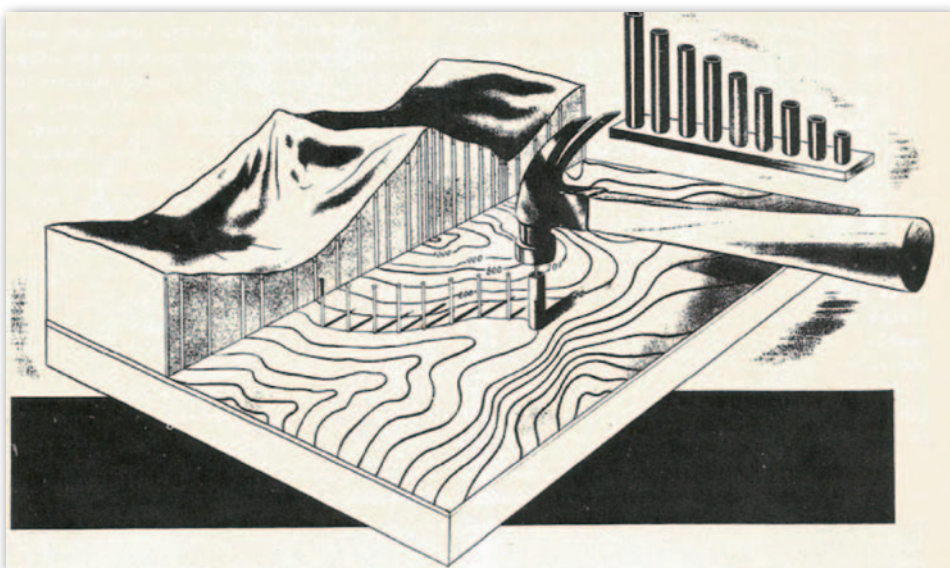


Modelowanie terenu metodą drewnianych klocków

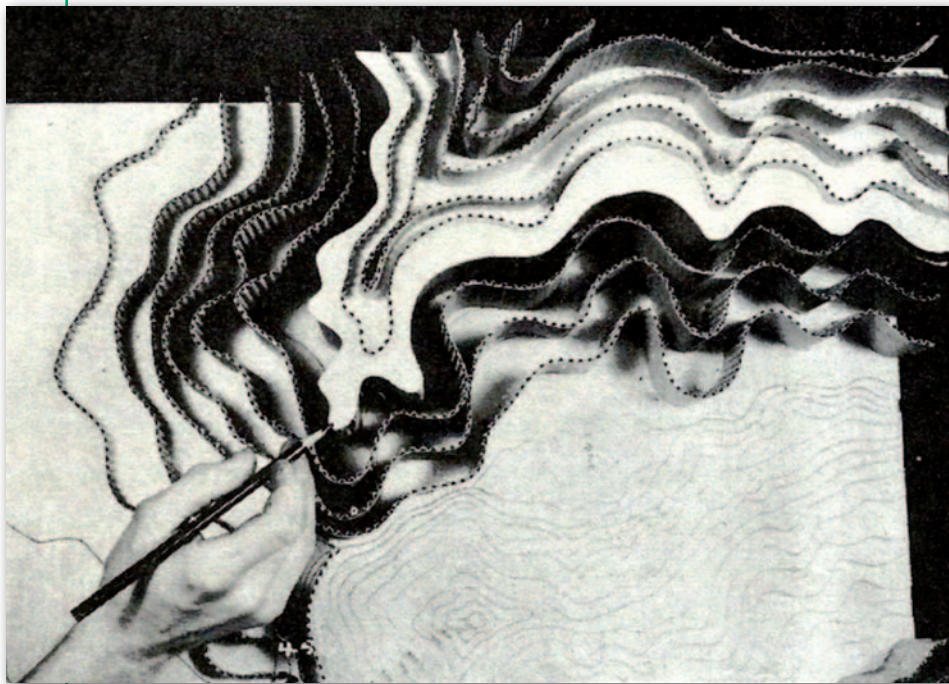
ryjnych (saperów). Bardzo często modele wykonywano w terenie z dostępnych materiałów, np. piasku, do którego dodawano materiał spajający i utwardzający. Podczas II wojny światowej na froncie zachodnim utworzono w poszczególnych armiach specjalistyczne pracownie modelarskie, modele wykonywano głównie na podstawie zdjęć lotniczych. Obecnie modelowanie odbywa się z danych cyfrowych, a materiałem jest twarda i lekka pianka poliuretanowa. Doraźnie podczas ćwiczeń wojskowych i planowania operacji wojskowych są wykorzystywane schematyczne modele zrobione z podręcznych materiałów. Na niższych szczeblach dowodzenia (brygada, dywizja) ich wykonanie zleca się specjalistom rozpoznania (G-2, S-2), gdyż odpowiadają oni za analizę i ocenę terenu [1].

Aby wykonać model terenu, należy w pierwszej kolejności określić obszar

i skalę poziomą, ale z prac koncepcyjnych najtrudniejszy jest wybór skali pionowej. Zależy ona w głównej mierze od wysokości względnych występujących na obszarze opracowania i zawsze jest większa od skali poziomej. Z reguły należy określić wartość skrajnych wysokości i na ich podstawie tak dobrać skalę pionową, aby duże i małe formy można było przedstawić, nie naruszając przy tym ich wzajemnych relacji. Przyjęta skala pionowa nie powinna deformować kształtu zboczy i zbyt mocno zniekształcać ich nachylenia. W zasadzie powinna być jednolita dla całego modelu [38], chociaż analiza wykonanych modeli wskazuje, że na obszarach równinnych była często powiększana w stosunku do obszarów o dużych przewyższeniach. Wybór prawidłowej skali pionowej modelu jest trudną sztuką, a do pewnego stopnia również kwestią gustu. Za małą skalą pionową nie daje możliwości przedsta-



Modelowanie terenu metodą gwoździową



Modelowanie terenu metodą taśm kartonowych (papieru falistego)

wienia wszystkich form terenu, z kolei za duża powoduje, że teren przybiera nienaturalne kształty [3]. Obowiązuje zasada, że im mniejsza skala pozioma, tym większa skala pionowa. Przykładowo przy jednolitej skali 1:1 000 000 Mont Blanc o wysokości 4807 m miałby zaledwie 5 mm. Dlatego w modelach wykonywanych w małych skalach poziomych (1:1 000 000 i 1:500 000) skala pionowa powinna być 10 do 20 razy większa. W opracowaniu prof. Józefa Szaflarskiego [8] czytamy: „w modelach o małych skalach, przedstawiających duże obszary

(np. kontynenty) konieczne są znacznie-
sze powiększenia, np. przy skali 1:2 mil.
5-15 krotnie”.

Przy skalach większych zwiększenie skali pionowej powinno być odpowiednio mniejsze [22]. Na przykład dla map w skali poziomej od 1:10 000 do 1:100 000 stosunek skal powinien wynosić ok. 5:1. Firma Summit Terragraphics zajmująca się wykonywaniem cyfrowych modeli terenu i map plastycznych sugeruje jednak powiększenia 3:1 (patrz wykres) [39, 18].

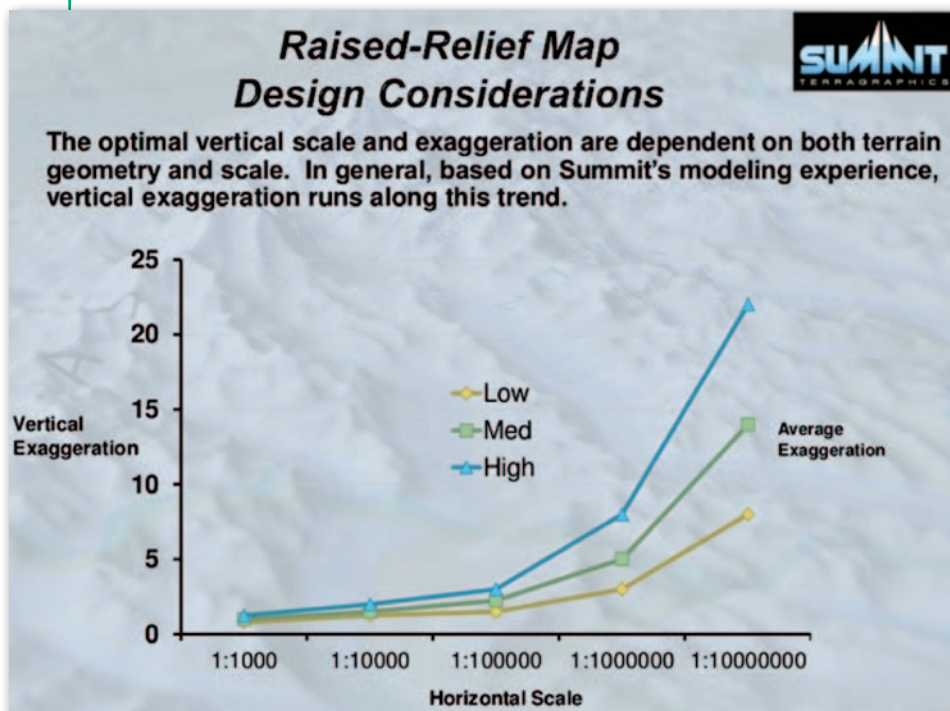
W klasycznie wykonywanych modelach kolejnym etapem jest przeniesienie

z mapy na płyty pilśniowe miękkie (karton, tekturę lub sklejkę) rysunku warstw, do czego używano kalek lub pantografów. Na podstawie przyjętej skali pionowej dobierało się właściwą dla danego cięcia warstwicowego grubość płyt pilśniowych. Poszczególne płyty wycięte według układu warstw mocuje się (przykleja) jedną na drugą i tak powstaje model schodkowy. Były też stosowane inne techniki modelowania terenu, na przykład metoda gwoździowa (szpilkowa), taśm kartonowych, drewnianych klocków. Po wymodelowaniu terenu i wygładzeniu jego powierzchni modelarze przechodzili do pokrycia terenu. Podczas I i II wojny światowej bardzo popularne było naklejanie na model pociętych zdjęć lotniczych, często zdjęcia były dodatkowo kolorowane farbami. Innym sposobem było rysowanie na modelu kolorowymi farbami pokrycia terenu z map. Na modelach w dużych skalach zabudowa, zalesienie, mosty, zapory były modelowane z drewna i innych materiałów, a następnie przyklejane. Zalesienie i pojedyncze drzewa przedstawiono pomalowanymi na zielono wysuszonymi szyszkami.

• Żołnierze kochają modele terenu

Przywołując przykłady z minionych konfliktów wojkowych, można dojść do wniosku, że dowódcy kochają modele terenu. Potwierdzają to również moje osobiste doświadczenia. Kiedy dowodziłem jednostką geograficzną, która wykonała kilka modeli terenu, dowódcy i oficerowie sztabów często wykorzystywali te modele zamiast map, nawet do oceny terenu. Z kolei geografowie wojskowi, którzy przeważnie byli ich wykonawcami, traktowali modele terenu jako utrapienie, pracę rzemieślniczą, niemającą wiele wspólnego z opracowaniem map i oceną terenu. Faktem jest jednak, że modele terenu przyczyniły się do wielu zwycięskich bitew podczas I i II wojny światowej (patrz poprzednie części artykułu). Umożliwiły pilotom wykonywanie zadań związanych z identyfikacją obiektów przewidzianych do bombardowania, a piechocie uzgadnianie współdziałania między pododdziałami. Bezsprzecznie są niezawodnym narzędziem szkoleniowym, pomagającym zrozumieć teren i relacje między mapą a terenem. Wielu żołnierzy uważa też, że wydrukowana mapa jest „martwa”, a modele pozwalają na interakcję oraz intuicyjne czytanie terenu.

Przyszłość na pewno należy do wirtualnych modeli wykonywanych z różnych wysokorozdzielczych cyfrowych danych geograficznych. W ostatnich latach dzięki technologiom satelitarnym i dronom



Relacje między skalą poziomą i pionową modelu terenu proponowane przez firmę Summit [39]



Żołnierze Armii Amerykańskiej oraz Afgańskiej Armii Narodowej i policjanci przy modelu terenu podczas omawiania operacji wojskowej

następuje niebywale szybki przyrost cyfrowych danych geograficznych. Zbierane są dane charakteryzujące nie tylko zewnętrzne elementy pokrycia terenu, ale i wewnętrzne struktury (budynków, zakładów, kopalni itp.). Podążają za tym również narzędzia (oprogramowanie i sprzęt) do wizualizacji danych, które pozwalają tworzyć bliźniaczy świat (*digital twins*). Zakłada się odwzorowanie w rzeczywistości wirtualnej nie tylko pojedynczych fizycznie istniejących

obiektów, ale także całej infrastruktury i procesów w niej zachodzących.

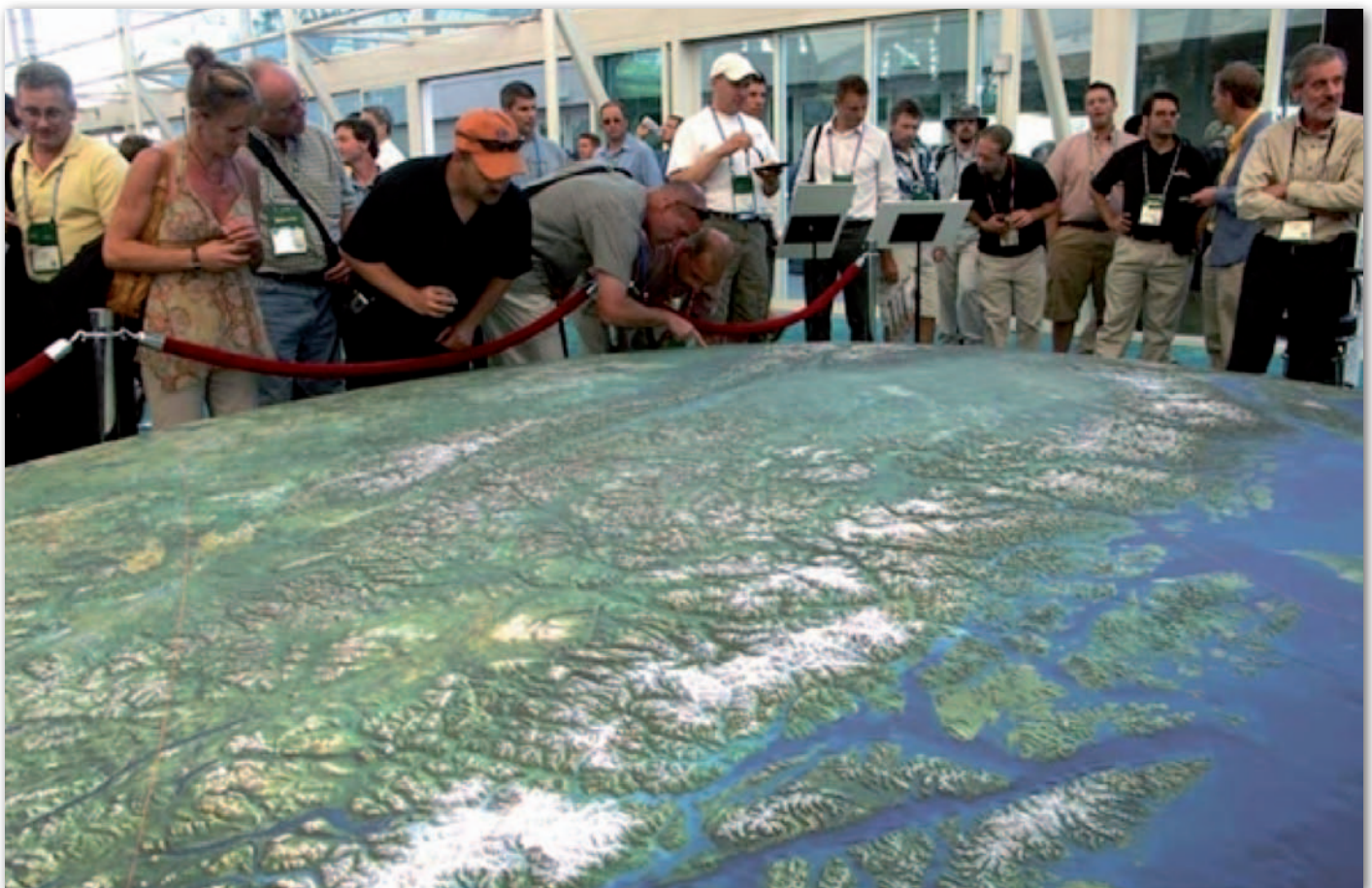
Bardzo trudno przewidywać, w jakim kierunku za kilkanaście lat rozwinię się wizualizacja terenu. Już dziś wirtualne rekonesanse nad wykreowanym z danych cyfrowych terenem są praktyką ćwiczeń wojskowych, wykorzystuje się je też w misjach i operacjach militarnych.

Niezależnie jednak od modeli z danych cyfrowych w warunkach polo-

wych podczas ćwiczeń dowódczo-sztabowych i misji wojskowych są wykonywane proste modele terenu z podręcznych materiałów. Ułatwiają one uzgodnienie współdziałania między pododdziałami i różnymi rodzajami wojsk i służb.

Płk rez. dr Eugeniusz Sobczyński
w latach 1999-2005 szef Zarządu
Geografii Wojskowej

Literatura w części I (GEODETA 3/2020)



Model kanadyjskiej prowincji Kolumbia Brytyjska wykonany w skali 1:99 000 i zaprezentowany na konferencji Esri w San Diego, 2006 r.