

Szaniawska, Lucyna

Nowe metody prezentacji rzeźby terenu : trójwymiarowe modele, kreskowanie i poziomicie - zarys od XVI wieku do 1799 roku

Analecta 20/2(39), 9-50

2011

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez **Muzeum Historii Polski** w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

NOWE METODY PREZENTACJI RZEŻBY TERENU: TRÓJWYMIAROWE MODELE, KRESKOWANIE I POZIOMICE – ZARYS OD XVI WIEKU DO 1799 ROKU¹

Wprowadzenie

Rysunek rzeźby powierzchni Ziemi, będący jednym z podstawowych elementów mapy ogólnogeograficznej, okazał się najtrudniejszym zadaniem dla twórców map w okresie gwałtownego rozwoju nowożytnej kartografii w XVI-XVIII w. Pomimo trudności, a może dzięki nim wymyślono i zastosowano wiele metod i sposobów prezentacji ukształtowania terenu. Niniejszy artykuł zawiera omówienie metod stosowanych od drugiej połowy XVI w., tj. trójwymiarowe modele terenu, kreskowanie i izolinie (poziomice). Datą końcową jest 1799 r., kiedy to topograf wojskowy Johann Georg Lehmann opublikował w Lipsku rozprawę *Darstellung einer neuen Theorie zur Bezeichnung der schiefen Flächen im Grundriss oder der Situations – Zeichnung der Berge* o zasadzie zastosowania metody kreskowej według reguł matematycznych.

Trójwymiarowe modele terenu

Trójwymiarowe modele terenu (makiety)² tworzone w celach poglądowych lub czysto artystycznych. Przedstawiały one zazwyczaj tereny bitew, miasta wraz z fortyfikacjami i przedpołem, ukształtowanie krain geograficznych (szczególnie tych malowniczych o dużych różnicach względnych wysokości). Najstarsze zachowane modele z początku XVI w. miały charakter jednocześnie poglądowy i militarny. Ich zadaniem było pomóc w opracowaniu strategii i przeprowadzeniu bitwy na określonym z góry terenie.

Prowadzenie w nowożytnej Europie nieustannych wojen spowodowało rozwój technik wojennych i kartografii wojskowej. Rysowanie fortyfikacji, szki-

ców marszrut czy planów terenu, na których planowano działania taktyczne, przyczyniło się do coraz powszechniejszego wykonywania zdjęć terenowych i opracowywania map wielkoskalowych. Trójwymiarowe modele były tylko jednym z obrazów kartograficznych ułatwiających to zadanie. Powodem skonstruowania jednego z najwcześniejszych i zachowanych modeli było prowadzenie wojny z potęgą turecką na obszarach basenu Morza Śródziemnego. Jedną ze stron konfliktu był Suwerenny Rycerski Zakon Szpitalników św. Jana Jerozolimskiego z Rodos, wyparty później na Kretę, by ostatecznie osiąść na stałe na Malcie. Na wyspie Rodos zakon stworzył państwo, a jego stolicę – Rodos – otoczył potężnymi fortyfikacjami. Polityka prowadzona przez zakon oraz kontrola handlu morskiego stała w sprzeczności z interesami Imperium Osmańskiego, które podejmowało próby opanowania Rodos. Spodziewając się kolejnych walk, Wielki Mistrz Filip Villiers de l'Isle-Adam (Warmoes, 1999) zamówił w 1521 r. wykonanie trójwymiarowego modelu miasta Rodos, który miał pomóc w planowaniu walk obronnych. Jednak w dniu 22 grudnia 1522 r. po sześciu miesiącach oblężenia wojska Sulejmana Wspaniałego zmusiły Wielkiego Mistrza do kapitulacji.

W XVI w. znanym centrum produkcji modeli terenu była Wenecja, gdzie wykonano prawie 200 makiet miast z obszaru Lewantu oraz zamków nad Adriatykiem, by obrazować plany rozbudowy fortyfikacji podległych Wenecji. W pierwszym dwudziestoleciu XVI w. konstruowano dla cesarza Maksymiliana I Habsburga modele wschodniej części Alp, które służyły do celów poglądowych. A w latach 1529–1530 Benvenuto di Lorenzo della Volpaia wraz z Niccolò Tribolo wykonali makietę Florencji dla papieża Klemensa VII. W drugiej połowie XVI w. w Monachium działał rzeźbiarz Jakob Sandtner, u którego książę Bawarii Albert V zamówił drewniany model Monachium, który został wykonany w latach 1568–1574. Można go podziwiać do dziś w Bawarskim Muzeum Narodowym. Znane są jeszcze inne trójwymiarowe obrazy miast tego samego rzemieślnika, np.: Landshut (o wymiarach 193×155×24 cm), Burghausen (o wymiarach 225×110×22 cm) oraz Straubing (o wymiarach 76×65×19 cm) wykonany w skali 1:1 666³. Pojedyncze trójwymiarowe makiety miast wraz z okolicami powstawały na zamówienie miejscowych władców lub zarządów miejskich i obecnie są przechowywane w muzeach miejskich w różnych krajach Europy Zachodniej. Między innymi zachował się słynący z licznych detali i precyzji wykonania model Norymbergi z 1540 r. Hansa Behama. Powyższe zestawienie mówi o powszechności tego typu konstrukcji już w XVI wieku.

Pomimo że modele terenu, które wykonywano głównie z materiałów ceramicznych lub drewna, z powodu znacznych gabarytów były trudne do przechowywania i większość z nich nie zachowała się, to jednak kilka europejskich muzeów może się poszczycić całkiem okazałymi kolekcjami. Wśród nich

największą liczbę trójwymiarowych obrazów rzeźby zgromadziło Muzeum w Hôtel des Invalides w Paryżu. Jego kolekcja zawdzięcza swoje początki królom francuskim, którzy sponsorowali budowę wielu makiet.

We Francji początek prac modelowania łączy się z przyjęciem na służbę przez króla Francji Karola IX włoskich inżynierów wojskowych do projektowania fortyfikacji, którzy zatrudniali rzemieślników do wykonania drewnianych modeli. Prace fortyfikacyjne nabrały pełnego rozmachu dopiero w około sto lat później za panowania Ludwika XIV. W 1663 r. francuski inżynier i kartograf Alain Manesson-Mallet przedstawia królowi pierwszą, wykonaną w skali trójwymiarową makietę ufortyfikowanego miasta Pinerolo w Piemontie należącego wówczas do Francji⁴. Od połowy XVII w. Francja jest systematycznie atakowana przez wojska habsburskie od strony północnej z Niderlandów i wschodniej z Włoch. Wieloletnie kampanie rozpoczęła bitwa o Dunkierkę i model fortyfikacji tego miasta zapoczątkował wspinała kolekcję modeli zdobywanych i oddawanych miast za panowania Ludwika XIV. Sébastien Le Prestre de Vauban (1633–1707) nadzorujący przebudowę fortyfikacji Dunkierki w latach 1667–1670 przebywał na północy Francji, zaś decydujący prawie o wszystkim Ludwik XIV – w Paryżu. Na polecenie Ministra Wojny markiza de Louvois powstał trójwymiarowy model fortyfikacji Dunkierki z 1668 r., a sporządził go dla Vaubana inżynier Sauvage (ryc. 1). Przez cały okres przebudowy model służył królowi, ułatwiając listowne komunikowanie z S. Vaubanem na temat zaawansowania prac, asygnowania kolejnych funduszy i planów na przyszłość. Rola modelu okazała się być nie do przecenienia. W drugim półwieczu XVII w. wojska francuskie prowadziły prawie 50 oblężeń. W związku z nimi, ale nie tylko, powstało 140 zleceń inżynierskich. Na obszarach przygranicznych, szczególnie na wschodzie, ale także południu Francji powstały 33 nowe fortece oraz zmodernizowano ponad 300 już istniejących. Na potrzeby wojenne skonstruowano kilkaset trójwymiarowych modeli fortec. W niektórych przypadkach osobne modele przedstawiały fazy przebudowy poszczególnych umocnień.

Po zawarciu 20 września 1697 r. Traktatu Pokojowego w Ryswicu trójwymiarowe modele, które podczas trwania działań były w ciągłej dyspozycji króla w pałacu Thuilleries, okazały się mało przydatne i zaprzestano konstruowania kolejnych. Zamykając pewien etap prac, Vauban sporządził spis *Estat des Plans en Relief qui sont dans les Thuilleries*, w którym umieścił opisy 144 modeli dla 101 ufortyfikowanych miejsc (Warmoes, 1999). Makiety ilustrują plany działań defensywnych oraz różne etapy przebudowy miast. Spośród kilkuset wykonanych większość uległa zniszczeniu, do dzisiaj pozostało jedynie trzydzieści: Arras, Douai, Calais, Ypres, Menen, Nieuwpoort, Ostenda, Tournai, Charleroi i Bouillon z frontu północnego na pograniczu z Niderlandami; Auxonne, Neuf-Brisach, Belfort z frontu wschodniego na pograniczu z Niemcami i Włochami;

Montmelian, Fort Barraux, Exilles, Mont-Dauphin oraz Embrun z obszaru Alp, Fort Saint-Nicolas w Marsylii i Château d'If z regionu Morza Śródziemnego; Rosas, Perpignan, Villefranchede-Conflent, Fort les Bains i Fort Lagarde z obszaru Pirenejów i podgórze; Blaye, Le Château-d'Oléron, Sant-Martin-de-Re, Belle-Ile, Mont-Sant-Michel i fort w La Conchée z wybrzeża Atlantyku i Kanału La Manche (Warmoes, 1999). Wszystkie one są wykonane w skali 1:600 (1 pied – 100 toises, czyli 1 stopa odpowiadała 100 sążniom francuskim). Ze względu na dużą skalę i szczegółowość obrazu pozostawały one utajnione do końca XVII w., a całość kolekcji pozostawała w dyspozycji Króla pod nadzorem szefa sztabu wojsk francuskich.

Jedną z makiet zbudowanych w związku z pracami fortyfikacyjnymi Sébastiena Le Prestre de Vaubana był model miasta Neuf-Brisach o wymiarach 4,47×2,23 m, wykonany pod kierunkiem inżyniera Montaignu'a w latach 1703–1706 (ryc. 2.). W 1698 r. Vauban zaprojektował układ przestrzenny miasta znajdującego się w pobliżu Renu, w południowej Alzacji. Miało on zastąpić w systemie fortyfikowania wschodniej granicy utracone na podstawie traktatu z Ryswick miasto Brisach. Na rycinie 2. obok modelu (B) pokazano *Plan du New Brisach. Ville de la Haute Alsace, construite par Mr. le Marechal de Vauban* (C). Prace budowlane trwały długo i dopiero w 1703 r. przyspieszono je, by całość umocnień ukończyć w 1706 roku.

Drugim przykładem trójwymiarowego obrazu prac Vaubana jest model burgundzkiego miasta Auxonne. Średniowieczne miasto z fortyfikacjami zbudowanymi w XV w. za czasów Ludwika XI zostało przejęte z rąk hiszpańskich w 1673 r. przez Ludwika XIV. Prace modernizacyjne umocnień były kontynuowane według projektu S. Vaubana od 1677 r. Model na rycinie 3. ukazuje stan z 1771 r. z dodanymi fortyfikacjami otaczającymi dawne mury obronne miasta. Wymiary drewnianego modelu 2,48×1,84 m.

Gdy uznano, że aktualność danych jest wątpliwa a tajność zbędna, zgromadzoną kolekcję trójwymiarowych modeli terenu przeniesiono po 1700 r. do Luwru, gdzie wystawiono ją dla publiczności w salach Galerie du Bord-de-l'Eau. Zbiory jednak nadal były pod zarządem Ministra Wojny. Zostały przejęte przez superintendenta Luwru dopiero w 1706 r. Cały osiemnasty wiek przebywały Luwrze, w kiepskich warunkach, pod przeciekającym dachem. Za panowania Ludwika XV z powodu prowadzenia kolejnych wojen, np. o sukcesję austriacką (1740–1748), modele były wypożyczane i nie wszystkie wróciły. Niektóre modele wymieniano na nowobudowane, np. model Strasburga z 1688 r. został zamieniony na nowszy z lat 1725–1728. W okresie względnego spokoju Ludwik XVI uznał, że kolekcja nie jest tak cenna, by ją dalej przechowywać w Luwrze i w 1774 r. zdecydował o przeniesieniu jej do budynku Hotel des Invalides. Przeprowadzkę zakończono w 1777 r., a stan zbioru modeli oraz spo-

sób eksponowania pokazuje rycina *Plan des Salles ou sont deposees les Plans en relief du [...] des Invalides en 1777* (ryc. 4.). Dalsze losy także nie były łaskawe dla stanu kolekcji. Chociaż nowe modele były przekazywane do kolekcji, to straty w eksponatach były znaczniejsze, np. w czasie wojny z Prusami w 1815 r. zbiory zostały splądrowane i 19 spośród nich zostało przewiezionych do arsenału w Berlinie (Warmoes, 1999). Obecny zbiór liczy zaledwie 48 trójwymiarowych modeli Vaubana, z ogólnej liczby nieprzekraczającej 120 makiet.

Z punktu widzenia prezentacji rzeźby terenu wart jest odnotowania przede wszystkim model miasta Besançon. Był on wykonany w latach 1720–1722, pod kierunkiem inżyniera Ladevèze w skali 1:600, w wymiarach 6,22×4,30 m (ryc. 5). Kilkakrotnie, w latach 1762, 1792, 1948 i 1967, przechodził gruntowne renowacje. W kolekcji zastąpił on makietę tego miasta z 1691, będącego wówczas jeszcze w rękach hiszpańskich. Oryginalne założenia miasta pochodzą z czasów celtyckich, ale zostało ono włączone do Francji dopiero w 1674 r. S. Vauban miał za zadanie przebudować miasto i dostosować jego fortyfikacje do potrzeb obronnych. Wzmocniono cytadelę znajdującą się na wzgórzu ponad miastem, zaś samo miasto obwarowano dodatkowymi dwoma wieńcami fortyfikacji, a na sąsiadujących wzgórzach wzmocniono fort Griffon (widoczny w tyle fotografii na rycinie 5). Oprócz lokalizacji i wyglądu budowli można na modelu wyczytać także górskie położenie miasta, przebieg wąwozu pomiędzy miastem a fortem oraz skaliste, przeplecione urwistymi ścianami zbocza gór otaczających miasto. Na pierwszym planie widać ukazane pola uprawne.

Zupełnie inny charakter miały modele trójwymiarowe prezentujące krajobrazy terenów nieurbanizowanych. Były głównie wytwarzane dla prezentacji obszarów górskich. W połowie XVIII w. mapy topograficzne w skalach mniejszych niż 1:10 000 prezentowały ukształtowanie terenu w sposób daleki od doskonałości. Można by powiedzieć, że oddawały jedynie charakter rzeźby, a nie jej konkretny, zgeneralizowany obraz. Stąd, również dla celów militarnych, np. podczas planowania przemarszu wojsk wraz z taborami na większe odległości poprzez obszary górskie i wyżynne, potrzeba było prezentacji ukazujących konkretne masywy górskie, przełęcze między nimi, doliny rzeczne itp. Przede wszystkim jednak takie modele (w skalach większych niż 1:10 000) były tworzone dla celów poglądowych, edukacyjnych lub estetycznych. Przedstawiono na nich najbardziej malownicze górskie obszary. W XVIII i XIX w. najwięcej makiet powstało dla najokazalszych części Alp – głównie Alp szwajcarskich. Takie modele powstają i obecnie.

W 1775 r. więzień polityczny, genueńczyk Micheli du Crest wykonał pierwszy model terenu z obszaru Szwajcarii pokazujący panoramę Alp widzianą z fortecy Aargurg. W latach 1766–1785 urodzony w Lucernie francuski generał Ludwig Pfyffer skonstruował makietę środkowej Szwajcarii *Relief der*

Zentralschweiz. Makieta była wykonana w skali poziomej 1:12 500, a pionowej 1:10 000 (Gygax, 1937, s. 14–18; Imhof, 1951, s. 135). Ukazywała ona Alpy Urneńskie i Glareńskie w okolicach Lucerny. Na rycinie 6., w głębi fotografii pomiędzy obszarami górskimi widoczne są jeziora Czterech Kantonów, a na pierwszym planie jezioro Sempachersee.

O modelu wykonanym przez Charles-Francis Exchaqueta (1742–1792) należy wspomnieć głównie z powodu pierwszego przedstawienia masywu Mount Blanc. Zaskakujące jest także twórczość z jakiego go wykonano. A mianowicie powstał w Genewie w angielskiej fabryce porcelany Fayence-Geschirr. Wzorem dla tego fajansowego modelu była mapa *Carte du Gouvernement d'Aigle levée topographiquement* par M. de Rovéré Père et réduit par M.J.Sam. Grouner w 1788 r. w skali 1:16 666. Model zaś zgeneralizowano do skali około 1:68 000 (Gygax, 1937, s. 19–20).

Jednym z wcześniejszych autorów produkujących systematycznie modele rzeźby terenów górskich był stolarz, a także przewodnik wycieczek górskich Joachim Eugen Müller (1752–1833). Zimą 1797 r. wykonał model części Alp szwajcarskich tzw. grossen Schweizer-Alpen-Relief, w skali 1:60 000, o wymiarach 1,5×4,5 m, który w 1802 r. Napoleon zabrał do Paryża. Zimą 1798 r. E. Müller zbudował kolejny model obrazujący Alpy od Jeziora Genewskiego po Bodeńskie. W latach 1796–1802 wykonywał modele w skali 1:108 000, które posłużyły do narysowania arkuszy mapy topograficznej wydanej w formie atlasu *Atlas Suisse par Meyer et Weiss* w tej samej skali. Jeden z takich modeli E. Müllera wykonany w 1800 r., o wymiarach 74×109 cm prezentujący obszar to Bernese Oberland oraz Valais przedstawia rycina 6⁵. E. Müller wyrabiał trójwymiarowe modele z różnych materiałów – gipsu, wapieni i innych. Prezentowały one niewielkie obszary *Umgebung von Engelberg, Zentralschweiz, Umgebung des Vierwaldstättersees*; w skalach 1:40 1:20 000; *Berner- und Walliser-Hochalpen* w skali 1:108 000; okolic przełęczy St. Gottarda o wymiarach 74×80 cm i inne (Gygax, 1937, s. 25–30). Obecnie są one przechowywane w różnych regionalnych muzeach, bibliotekach, np. w Muzeum Miasta Winterthur, w klasztorze w Einsiedeln, w Sarnen, w klasztornej bibliotece w Engelbergu; jak również w dużych europejskich ośrodkach, tj. w Bernie, Zurichu, Stuttgartu, Monachium i Paryżu.

Wkład architektury i inżynierii wojskowej do modelowania terenu w XVII i XVIII wieku

Trójwymiarowe modele terenu, jak wspomniano powyżej, ułatwiało prowadzenie strategii wojennej. Było ono możliwe dzięki rozwojowi geometrii praktycznej oraz rysunku perspektywicznego. Sposoby udoskonalania rysowania wiel-

koskalowych prezentacji kartograficznych były wyjaśniane w podręcznikach dla architektów, mierniczych i inżynierów wojennych budujących lub rozbudowujących fortyfikacje. Publikowano ich wiele, w różnych językach i równocześnie w kilku krajach. Na potrzeby tego artykułu przytoczę cztery z nich: Johanna Wilhelma Dilicha *Peribologia Seu Muniendorum Locorum Ratio...* wydaną we Frankfurcie nad Menem 1641; Samuela Maroloisa *Geometria theoretica ac practica continens linearum, superficierum, ac corporum quorumlibet dimensionum regulas, demonstrationes et figuras perfectissimas*, wydaną w Amsterdamie przez Joannisa Janssonii, 1647 oraz dwie prace Polaków – Adama Freitaga *Architectura militaris nova et aucta. oder Neue vermehrte fortification... durch Adamum Freitag der Mathematum Leidhabern*, wydaną w Lejdzie przez Bonaventurę i Abrahama Lezeviars, 1642... oraz Józefa Naronowicza-Narońskiego *O delineacyjach miejsc różnych i czynieniu map geographice...* napisaną w 1659 r. (zob. ryc. 7). Późniejszy o zaledwie dwanaście lat podręcznik kartografii Józefa Naronowicza-Narońskiego *O delineacyjach...* jest instrukcją ukierunkowaną na naukę prowadzenia pomiarów topograficznych w terenie. Polski kartograf kilka rozdziałów poświęca omówieniu sposobu pomiarów niwelacyjnych (np. „O wyważaniu instrumentem astrolabiów wody, wysokości gór i wysokości miejsca od miejsca z rozmiarem”; „O wyważaniu gór i miejsc wysokich”; „O wyważaniu i wymierzaniu wysokości i głębokości”), ale o sposobie rysowania gór nie wspomina. W dziele dołącza przykładowe rysunki map, jak również arkusze map topograficznych Prus swego autorstwa, które wykonał dla elektora pruskiego. Wszystkie one obrazują rzeźbę terenu kopczykami.

W XVII w. powstawały także publikacje zawierające mapy lub rysunki, w których twórcy zastosowali zasady polecane przez autorów wyżej wymienionych dzieł. Przykładem może być zbiór dwudziestu rękopiśmiennych planów ufortyfikowanych zamków i miast *Album Royaume de Naples...* narysowanych w latach 1702–1714. (zob. ryc. 8) oraz sześciotomowy atlas miast świata *Civitates orbis terrarum* Georga Brauna i Franza Hogenbergera wydany we Kolonii na przełomie XVI i XVII w. Równie ciekawym jak i okazałym dziełem jest *Topographia Germaniae* przygotowana przez Matthaëusa Meriana w latach 1642–1650 w postaci 16 osobnych tomów opisujących poszczególne państwa niemieckojęzyczne, ilustrowanych ich mapami oraz planami lub panoramami znacniejszych miast. Między innymi została wydana w 1642 r. w Frankfurcie nad Menem *Topographia Helvetiae, Rhaetiae et Valesiae Das ist Beschreibung vnnnd eygentliche Abbildung der vornehmsten Städte und Plätze in der Hochlöblichen Eydgnossschafft, Graubündten, Wallis, vnd etlicher zugewandten Orthen*. Drugie wydanie z 1654 r. sygnowane przez spadkobierców Matthaëusa Meriana jest dostępne w bazie cyfrowej „Polona”. Pokazane na rycinie 8 plany

miast w perspektywie „z lotu ptaka” są wybrane spośród tysięcy typowych dla epoki późnego Renesansu. W górnej części prezentacji planu położonej na równinnym terenie Antwerpii M. Merian narysował niewielkie wzgórza niczym holenderski pejzażysta. Twierdza Sant Elmo z okolic Neapolu, położona na szczycie wzgórza o stromych zboczach, została przedstawiona przez nieznanego francuskiego kartografa w służbie habsburskiej w całkiem odmienny sposób. Z perspektywy czasu, porównując z pozostałymi dwoma, można ocenić ten plan jako najnowocześniejszy (San Antonio Gómez, 2005). Zastosowano na nim metodę kreskową, uzyskując tarasowy obraz rzeźby (J. Szaflarski, 1965, s. 350). Obrazowania dokonano dokładnie według pomiarów terenowych, co można zaobserwować na ilustracji. Gdyby porównać z oryginałem, można by z niego odczytać stopnie niwelacji wykonane przez mierniczych w terenie (porównaj ryc. 7B rysunek niwelacji w pracy J. Naronowicza-Narońskiego). Natomiast obraz miasta i najbliższych okolic Berna M. Merian wyrytował sposobem tradycyjnym. Wysoką skarpe nadrzeczną po przeciwnej stronie miasta podkreślił mocnym cieniowaniem z użyciem kreski i siatki, uzyskując obraz nagich stromych skał. Pozostałe stoki, opadające ku rzece po tej samej stronie, wykropkował uzyskując efekt mniejszej stromizny. Fosi i mury obronne miasta z lewej strony ryciny są cieniowane kreską, dającą także efekt trójwymiarowego modelowania.

Modelowanie terenu na obszarach miejskich z powodów oczywistych jest mniej widoczne, ale tereny o zabudowie luźnej, wiejskiej zdominowanej przez gospodarkę rolniczą twórcy map zapelniali rysunkiem rzeźby terenu. Szczególnie ważne było precyzyjne oddanie rzeźby i pokrycia terenu, na których chciano przedstawić operacje wojenne.

Plany bitew to bardzo liczna grupa materiałów kartograficznych. Jak już wspomniano, prowadzenie wojen w nowożytnej Europie było motorem rozwoju sposobów prezentacji kartograficznej. W wieku XVII powstały ku chwale zwycięskich wodzów tysiące planów bitew rysowanych w trakcie ich trwania lub po ich zakończeniu. Obok trójwymiarowych modeli terenu wykonanych z materiałów plastycznych, rysowano „in plano” plany bitew, na których ukształtowanie powierzchni nanoszono kopczykami, cieniowaniem oraz od połowy XVII wieku także kreskowaniem. Na rycinie 9. jako przykład pokazano fragmenty planu bitwy na przedpolach Münster *Plan der Stadt und Vestung Münster, wie solche im Monath Novembris A. 1759 von einem Hannoveranisch. Corps, unter Commando des General von Imhof eingenommen worden, die Belagerung selbsten aber commandirte Sr. Excel: der Herr Graff von Bückeburg...* wydrukowany w zbiorze map wojennych „Schauplatz des gegenwärtigen Kriegs...” w Norymberdze, Raspe 1759. Obrazowanie terenu cieniowaniem kreską zboczy rozległej doliny rzecznej, ziemnych szanów usypanych wokół

fortyfikacji miasta i cytadeli oraz niewielkich, podłużnych wzgórz dało czytelny, niezasłaniający manewrów wojska obraz.

Obserwacje astronomiczne i triangulacja umożliwiające łączenie danych geograficznych

Wymienione wyżej podręczniki, J. Dilicha, S. Maroloisa, A. Freytaga, J. Narowicza-Narowskiiego i wielu nie wspomnianych matematyków, geometrów i kartografów instruowały o sposobach prowadzenia prac pomiarowych i rysunku kartograficznego w skali niewielkich obszarów. Nie było w nich mowy, jak tworzyć kompilacje i generalizować dane. Na tej podstawie można przypuszczać, że jeszcze do połowy XVII w. nie było technicznych i merytorycznych podstaw do opracowania ogólnokrajowych map topograficznych prezentujących ukształtowanie terenu całości obszaru tylko metodą kreskową. Aby nowocześniejsza metoda miała szansę stosowania, trzeba było przygotować wielokrotnie zasobniejsze i wiarygodniejsze zbiory danych topograficznych ze wszystkich podległych władcy prowincji oraz ujednoczyć materiał geodezyjno-kartograficzny. We Francji przystąpiono do takich prac po 1660 r. i stopniowo obejmowano pomiarami, wielkoskalowymi szkicami terenowymi i mapami coraz to większe obszary państwa, tworząc jego spójny obraz.

Połączenie w jedną ciągłą, obejmującą cały kraj mapę, zespoloną z wielu cząstkowych wielkoskalowych materiałów kartograficznych wymagało precyzyjnego ich spasowania i wykonania szczegółowego oraz jednolitego pod względem zastosowanej techniki i metody pomiarów narzędzia, wypracowywanego stopniowo poprzez wieki. Można powiedzieć bez ryzyka, że pierwszym etapem przygotowania do produkcji map topograficznych było przetłumaczenie na łacinę w latach 1406–1408 *Geografii* Klaudiusza Ptolemeusza, która stała się źródłem wszelkiej nowoczesnej wiedzy teoretycznej i praktycznej kartografii średnio- i małoskalowej w dobie Renesansu. Dzieło to wprowadziło usystematyzowanie pozycjonowania obiektów geograficznych i wrysowania ich w jedno odpowiednie odwzorowanie kartograficzne z zachowaniem proporcjonalnych do siebie odległości i kątów⁶. Upowszechniło także pojęcie chorografii, czyli sumarycznego opisanie poszczególnych krajów. Lata dwudzieste XVI w., to okres równoległego powstawania map nowożytnych państw europejskich, np. 1525 *Nova Totius Galiae Descriptio* Oronce'a Fine, 1528 *Sarmatia* Bernarda Wapowskiego oraz 1528 *Tabula Hungariae* Lazarusa odbita przez Petrusa Apianusa (ryc. 10.). Na mapach tych użyto wciąż stosowaną perspektywiczną prezentację terenu, czyli kopczyki różnej wielkości i kształtu, usytuowane względem siebie w sposób najlepiej oddający charakter prezentowanego obszaru.

Autor mapy Francji, Oronce Fine był także wykładowcą w szkole królewskiej i na potrzeby swoich uczniów opracował podręcznik do nauczania nauk matematycznych *Orontii Finei Delphinatis Protomathesis...* opublikowany w 1532 r. w Paryżu. W czterech księgach: De arithmetica practica libri I, De geometria libri II; De cosmographia sive mundi sphaera libri III; De solaribus horologiis et quadrantibus libri IV opisał ówczesną wiedzę teoretyczną i praktyczną. W części dotyczącej sposobów prowadzenia pomiarów w terenie i redagowania map dzieło jest kontynuacją podręcznika Ptolemeusza. Zawiera opis odwzorowania trapezowego Nicolausa Germanusa, tabelę ze współrzędnymi geograficznymi dla 124 miast Francji. Niewielką mapę tekstową Prowansji, jeszcze z perspektywiczną prezentacją gór, dołączano do dzieła od 1543 roku⁷.

Prace pomiarowe i kartowanie mniejszych regionów, poszczególnych państw europejskich czy miast wraz z okolicami były w drugiej połowie XVII w. znacznie zaawansowane. Wyniki tych prac obrazowały mapy wydawane w wielu ośrodkach drukarskich Europy. Ale połączenie danych geograficznych poszczególnych map w mapy większych regionów czy kontynentów było zadaniem prawie niewykonalnym, chyba że twórca mapy dokonał daleko idącej pracy redakcyjnej, „na oko” dopasowującej współrzędne obszarów granicznych. Próby połączenia w większą całość map poszczególnych krajów ujawniały niezgodność rysunku linii brzegowych mórz, kierunków biegu rzek, układu i zasięgu pasm górskich itp.⁸ Wyniknęła stąd potrzeba obliczenia wielkości i kształtu Ziemi poprzez pomiar długości jej południków, co umożliwiłoby precyzyjne połączenie w całość danych geograficznych na podstawie reguł geometrycznych, tak by współrzędne geograficzne np. dolnego odcinka Renu były przynajmniej zbliżone na mapach Westfalii, Lotaryngii, Holandii, Belgii czy Niemczech. Do tego celu zastosowano metodę triangulacji łańcuchowej opracowaną i opisaną przez Gemmę Frisiusa w *Libellus de locorum describendorum ration, & de eorum distantii inveniendis W: Cosmographicus Liber...* Antwerpia, 1533 (ryc. 11A.). Jako pierwszy zastosował ją Willebrord Snellius w latach 1611–1617 do pomiarów południka przebiegającego pomiędzy miejscowościami Alkmaar i Bergen op Zoom o odległości kątowej $1^{\circ}11'30''$, czyli około 110 km. Do pomiarów używał powszechnie do tego celu wówczas stosowanych narzędzi geodezyjnych: łańcuchów mierniczych i kwadrantu, wyznaczając w terenie 33 trójkąty⁹. W opublikowanych wynikach w *Eratosthenes Batavus...* w Lejdzie 1617 r. podał wielkość 1 st. szer. geogr. = 107,392 km (L. Szaniawska, 1981). Pomiaru długości południka ziemskiego dokonywano jeszcze wielokrotnie i, zapewne z powodu niedoskonałości instrumentów, za każdym razem uzyskując inne wyniki. Decydując o potrzebie przystąpienia do kolejnych pomiarów, poddawano ocenie metody i wyniki poprzednich prac. W dniu 5 grudnia 1739 r. we francuskiej Akademii Nauk przeprowadzono dys-

kusję nad pomiarem jednego stopnia szerokości geograficznej metodą triangulacji łańcuchowej przeprowadzonym w 1671 r. pomiędzy Paryżem a Amiens pod kierunkiem Jean-Felixa Picarda, którego wynikiem było 57 060 toises¹⁰, co po przeliczeniu 1 toise = 1,949 m daje wielkość 111,201 km. Porównano go z wynikiem otrzymanym po pomierzeniu w 1739 r. łuku południka w Laponii 57437,9 toises czyli 111,947 km. Rozbieżność wyników zmusiła do podjęcia wysiłków w celu poprawienia precyzji instrumentów geodezyjnych.

Końcowym wynikiem rozpoczętych w połowie XVII w. prac geodezyjno-kartograficznych miała być topograficzna mapa Francji. Przedsięwzięcie finansowane było początkowo przez jednego z bogatszych władców Europy Ludwika XIV, a po jego śmierci przez Ludwika XV. W drugiej połowie XVIII w. prace nad mapą były przede wszystkim finansowane przez tysiące Francuzów z majątnych i średniozamożnych warstw społecznych w ramach ogólnopństwowej akcji prowadzonej we wszystkich niemal prowincjach (M. Pelletier, 2002, s. 145–161). Do przeprowadzenia niezbędnych prac zaangażowano geografów, astronomów – członków francuskiej Królewskiej Akademii Nauk oraz sztabę geometrów wojskowych i cywilnych. Prace pomiarowe trwały z różnym natężeniem w latach 1666–1792¹¹. Kierowane były przez cztery pokolenia rodziny Cassinich – Jean-Dominique (Cassini I 1625–1712), Jacques (Cassini II 1677–1756), César-François (Cassini de Thury III 1714–1784), Jean-Dominique¹² (Cassini IV 1748–1845).

Wynikiem prac prowadzonych przez Jean-Dominique Cassiniego I było poprawienie map generalnych Francji, które zawierały także dotąd nie w pełni zweryfikowane dane geograficzne przejęte z kartografii starożytnej reprezentowanej przez *Geografię* Klaudiusza Ptolemeusza. Błąd w oznaczeniu położenia Francji wielkości przekraczający 1 stopień geograficzny poprawiono dzięki doprecyzowaniu pomiarów, w wyniku czego obraz państwa rysowany na mapach Nicolasa Sansona I „przesunięto” w kierunku wschodnim i północnym. Zmiany te ilustruje rycina 12. prezentująca mapę francuskiego matematyka i astronoma Philippe’a de La Hire *Carte de France* w skali 1:4 120 000 (Konvitz, 1985) z korektą sygnowaną przez francuską Akademię Nauk w 1693 r. Ostateczne wyniki prac uznano na tyle poprawne i precyzyjne, że na ich podstawie ustalono długość nowej miary „metr”. Jednak najokazalszym osiągnięciem kartograficznym bazującym na tych astronomiczno-geodezyjnych pomiarach było skonstruowanie i narysowanie mapy topograficznej Francji w skali 1:86 400 (1 ligne = 100 toises, czyli 1 linia = 100 sążni). Była ona od 1750 r. kilkakrotnie poprawiana i wydawana. Najważniejszą zmianą z punktu widzenia tematu niniejszego artykułu było zastosowanie po raz pierwszy metody kreskowej jako jedyne go sposobu modelowania rzeźby terenu całego państwa.

Metoda kreskowa

Przedstawianie rzeźby terenu z zastosowaniem metody kreskowej jako nośnika informacji o różnicach w wysokościach względnych prezentowanego na mapie obszaru poprzez system kresek rysowanych zgodnie z nachyleniem zboczy gór, wzniesień, wąwozów, dolin rzecznych, wprowadzono w ograniczonym zakresie już na początku XVII wieku. Wydaje się, że pierwszym obrazem kartograficznym, na którym zastosowano kreskowanie nie tylko po to, by uzyskać trójwymiarowość obrazu (jak to miało miejsce w metodzie kopczykowej), była mapa rytowana przez Johanna Willenbergera *Tirolis Comitatus Ampliss(imi) Regionum(ue)Finitimarum Nova Tabula... ab... Warmundo Ygl in Volderturn*. Wykonana w 1604 r. w skali około 1:250 000 odbita z dziewięciu drewnianych klocków przez Georga Nigrinusa w Pradze w 1605 roku. Rycina 13. pokazuje fragment mapy wznowionej przez Petera Königa w Monachium 1621 r. z obrazem przesuwającego się lodowca „Der Gross Verner” oraz „Glacies continua et perpetua” położonego w środkowej części Tyrolu. Rzut na płaszczyznę poziomą uzyskano poprzez rysunek równoległych do siebie kresek, biegnących wzdłuż opadających na zewnątrz zboczy (równomiernie kreskowanie z każdej strony lodowca), które okalają lodowiec, dało efekt rzutu, a nie perspektywicznego obrazu.

Dwie metody prezentacji rzeźby – kopczykowa i kreskowa były stosowane dosyć powszechnie od drugiej połowy XVII wieku¹³. Użycie zaś kresek jako jedynej metody prezentacji zastosowano na mapie *Carte particulière des environs de Paris* Par Messrs de l'Académie royale des sciences en l'année 1674, rytowanej przez F. de la Pointe, wydanej z 9 arkuszy, w Paryżu 1678 r. Autorami tej mapy byli między innymi: Dawid Vivier (*Cartographical Innovations* 1987, s. 218), Jaen-Baptiste Bourguignon d'Anville (BnF) i Rycina 14. pokazuje fragment mapy na arkuszu 7, przedstawiający tereny nizinne położone na południowo-zachód od Paryża, z miejscowością i zamkiem na mapie opisaną jako Rochefort (obecnie Rochefort-en-Yvelines) położoną na skraju kompleksu leśnego Forest da la Haye (obecnie Bois De Rochefort) oraz położoną dalej na zachód miejscowością St. Arnoltd (obecnie Sant-Arnoult-en-Yvelines) nad zachodnim dopływem (narysowanej, ale nie nazwanej w dolnej części fragmentu mapy) rzeki La Remarde. Metodą kreskową oznaczono rozległą, niezbyt głęboką dolinę rzeki Gloriette oraz jej wschodniego dopływu l'Erable. Obie miejscowości St. Arnoltd oraz Rochefort znajdują się na skraju wzniesień, które ograniczają od południa kompleks leśny. Twórcy mapy, członkowie Akademii Nauk musieli zdawać sobie sprawę z wagi zastosowanego po raz pierwszy sposobu rysowania rzeźby terenu, mimo to w bogatej w objaśnienia znaków legendzie nie umieszczono stosownego oznaczenia. Natomiast bardzo szczegółowo

objaśniono znaki punktowe dotyczące: wielkości i funkcji osadnictwa: miasto, miasto targowe, siedzibę parafii, zamek, siedzibę wiejską, folwark oraz gospodarki: młyny wodne i wiatraki oraz dodatkowych funkcji społeczno-administracyjnych: kaplice i sądy. Istotną część legendy stanowią informacje o dniach targowych oznaczonych symbolami planet skojarzonymi z dniami tygodnia. Zorientowanie objaśnień legendy w kierunku administracyjno-gospodarczych świadczyć może o przypadkowym wyborze mapy, na której po raz pierwszy dla prezentacji rzeźby zastosowano metodę kreskową. Dzisiejszy badacz historii kartografii ma odmienny sposób czytania, inny cel sięgania po dawną mapę i oczekiwania z nią związane, jakże odmiennie od czysto utylitarnej postrzegania informacji, jakie chciał przekazać swojemu czytelnikowi siedemnastowieczny kartograf.

Na rycinie 14. fragment mapy *Carte particulière des environs de Paris* z 1678 r. zestawiono z odpowiednimi fragmentami: *Carte de France. Levée par ordre du Roy*, wydanej w skali 1:86 400 w 1750 r. oraz współczesnej mapy Francji prezentowanej na stronie internetowej na Géoportail © IGN BRGM 2007–2010. Na pierwszy rzut oka widać, że na współczesnej mapie topograficznej prezentacja rzeźby terenu w stosunku do pozostałych elementów jej treści straciła na ważności. Stanowi jedynie tło. Pomimo iż oznaczono ją nowocześniejszą metodą – poziomiami z dyskretnym cieniowaniem i punktami wysokości – to trzeba się natrudzić, by znaleźć poziomice główną na tym fragmencie mapy, oznaczoną 100 m (narysowana wzdłuż północnej krawędzi doliny rzeki l'Erable) oraz punkty wysokości 154, 151, 129, 102, ukryte pośród wielu innych liczb na mapie.

W trakcie kartowania terytorium Francji w latach 1666–1792 z inicjatywy Akademii Nauk pod kierunkiem Cassinich powstawały niezależnie mapy poszczególnych prowincji, a nawet terytoriów spornych. Do prezentacji rzeźby terenu używano kreskowania, ale jego rysunek nie był identyczny. Np. na *Carte Particulière des Environs de Nice, et Ville-Franche...* z oznaczonymi pozycjami armii francuskiej i hiszpańskiej w dniu 19 kwietnia 1744 r. wydanej w Paryżu przez Guerarda i Guillaume Dheulánów zastosowano kreskę sugerującą jakoby postrzępione krawędzie zboczy. Porównując obraz tego samego terenu różnice te są bardzo dobrze widoczne (ryc. 15 A). Pierwszą pokrywającą całe terytorium Francji mapa topograficzna *Carte de France. Levée par ordre du Roy*, w skali 1:86 400, wydano z 182 miedzianych płyt w 1750 r. Narysowana została na podstawie pomiarów terenowych zakończonych do 1744 roku. Wówczas powstała jednoarkuszowa mapa *Nouvelle carte qui comprend les principaux triangles...* narysowana przez Giacomo Maraldi i Cesar-Francois Cassini de Thury III zawierająca układ sieci triangulacyjnej zbudowanej z powiązanych ciągów łańcuchowych pokrywającą znaczną część Francji. Pozostały jeszcze niepomierzone

niektóre obszary, np. Gaskonia oraz Masyw Centralny i Armorykański, które zostały jedynie okrażone i przecięte jednym łańcuchem triangulacyjnym (J. Konvitz, 1985, s. 17, ilustr. 4.). Wykonany przez Philippa Buache w 1735 r. arkusz skorowidza *Carte de France levée géométriquement par ordre du Roy*¹⁴ wskazuje układ numerowanych arkuszy od pn-wsch wybrzeży Kanału La Manche po pd-wsch wybrzeża Morza Śródziemnego (monograficzny opis mapy w: M. Pelletier, 2002 oraz w J. Konvitz, 1985). Rycina 15. prezentuje wybrane trzy fragmenty: górskie – Pireneje, Jurę i wyżyny z okolic Lyonu (obszary nizinne zob. ryc. 14) dobrane, by najróżnorodniej obrazowały różne sposoby przedstawienia terenu na tej mapie. W prezentacji Pirenejów i Jury zastosowano równoległe do siebie gęsto narysowane kreski. Proste kreski obrazują jednostajnie opadające stoki, kreski z wypukłym ku górze łukiem sygnalizują garby, zaś kreski z wklęsłym łukiem odwzorowują stromizny i podcięte zbocza. Na fragmencie okolic Lyonu wydaje się, że wszystkie kreski są proste i jedynie ich zagęszczenie lub długość mówią o stopniu nachylenia terenu.

W drugiej połowie XVIII w. metoda kreskowa była już powszechnie stosowana w krajach Europy Zachodniej i stamtąd została przeniesiona do przekształcających się z kolonii Stanów Zjednoczonych Ameryki. Szczególnie w latach siedemdziesiątych, w trakcie prowadzenia walk powstawało wiele map, głównie rękopiśmiennych. Biblioteka Kongresu na swoich stronach udostępnia zdigitalizowane obrazy co najmniej kilkudziesięciu takich wielkoskalowych i przeglądowych map rękopiśmiennych oraz kilkakrotnie więcej drukowanych. Na rycinie 16. zestawiono obrazowanie terenów górskich Północnej i Południowej Karoliny na dwóch wydanych w odstępnie pięciu lat mapach: *A Compleat map of North-Carolina from an actual survey* wydanej w Londynie u Samuela Hoopera w 1770 r. oraz *An Accurate Map of North and South Carolina With Their Indian Frontiers, Shewing in a distinct manner all the Mountains, Rivers...* the whole from Actual Surveys by Henry Mouzon and Others, wydanej w Londynie u Roberta Sayera, Johna Bennetta, 1775. Na mapie z 1770 r. (A) oznaczono kreskami zbocza górskie i niezależnie od nich zbocza dolin rzecznych, wydłużając kreski tak, że prawie całkowicie pokrywają powierzchnię mapy. Taki sposób poprowadzenia kreski uwydatnia głębokość dolin rzecznych i stromość ich zboczy. Na mapie wydanej w 1775 r. (B) narysowano bieg dolin rzecznych jedynie jako obszary znajdujące się pomiędzy zboczami górkimi. Góry na terenach sąsiadujących narysowano jakby to były pojedyncze wzniesienia, a rzeki płyną w płaskich rozległych dolinach.

Drugi przykład map wykonywanych dla obszaru Stanów Zjednoczonych to zebrane na jednej rycinie 17. trzy sposoby narysowania Bear Mountain górującej nad Fort Clinton. Dnia 6 listopada 1777 r. miała tam miejsce bitwa, którą uważa się za jedną z ważniejszych w historii Stanów. Bitwę tę przedstawiono na co naj-

mniej kilku prezentacjach kartograficznych. Trzy z nich to: (A) *Plan of the Attack of the Forts Clinton & Montgomery, upon Hudsons River*, i dalej napis głosi, że „which were Stormed by His Majestys Forces under the Command of Sir Henry Clinton, K.B., on the 6th. of Oct^r. 1777. Drawn from the Surveys of Verplank, Holland & Metcalfe”, wydana w skali około 1:21 250 w Londynie przez Wiliama Fadena w 1784 r.; (B) rękopis *Sketch of Forts Clinton & Montgomery...* narysowana w orientacji zachodniej w 1777 r.; (C) rękopis *A Plan of the Forts Montgomery & Clinton...* również z 1777 r.¹⁵ W celu przedstawienia niewielkich możliwości odwzorowania rzeczywistej rzeźby terenu metodą kreskową do ryciny dodano współczesną prezentację pobraną z Google Maps. Wspomniana prezentacja unacznie od razu niewystarczająco dokładne wyniki pomiarów terenowych i wynikający z tego brak zachowania proporcji wielkości obiektów geograficznych. Najlepiej widoczne jest to przy porównaniu proporcji wielkości zajmowanej powierzchni na mapie przez górę i leżące u jej stóp jezioro. Także modelowanie góry poprzez rysunek jej kształtu, stromizny i nachylenia zboczy pozostawiają wiele do życzenia.

Na zakończenie przedglądu możliwości przedstawiania rzeźby terenu z zastosowaniem metody kreskowej oraz ewolucję samej metody pokazano dla większej przejrzystości na przykładzie polskiego krajobrazu. W roku 2008 ukazał się w serii „Atlas historyczny miast polskich” zbiór faksymili map Krakowa i najbliższych okolic. Do omówienia przemian sposobu rysowania rzeźby terenu metodą kreskową wybrano fragmenty pięciu planów wykonanych w latach 1657–1783. Na najwcześniejszym z nich *Delin. Obsidionis Cracoviae a Polonis et Austriacis Formatae ac consumatae Augusto 1657*, opracowanym przez Isidora Affeita, rytowanym w skali ca 1:15 000, w orientacji południowej narysowano zbocza Wzgórza Wawelskiego (ryc. 18 A) kreską w kształcie łuku wklęsłego (w dolnej stronie wzgórza) lub wypukłego (w górnej) wskazujące zbocza podcięte lub łagodne („bałuchowate”)¹⁶. Podobny sposób opisano wyżej przy omówieniu prezentacji fragmentu Pirenejów na mapie Cassiniego z 1750 r. (ryc. 15 B).

Na anonimowym, wykonanym tuszem i akwarelą w latach 1733/34 planie *Plan von Cracau* zwanym „Planem saskim”... w skali ok. 1:7 000 w orientacji wschodniej (ryc. 18 B) rysunek rzeźby terenu został wykonany w niespotykany sposób. Na obszarach zabudowanych lub wykorzystywanych rolniczo, jako pola uprawne, nie naniesiono obrazu rzeźby terenu, widocznie spadki terenu były tu niewielkie. Pomiędzy nimi dolinne formy (niekoniecznie z ciekami) w całości w zasadzie równomiernie pokryto kreską biegnącą wraz ze spadkiem terenu. Na prezentowanym fragmencie pośrodku widać wzgórze z kościołem, stromiej opadające w kierunku omijającej go po lewej stronie drogi. Z rysunku również

można odczytać drobne obniżenia. Nie wnikając w to, czy rysunek poprawnie oddaje obraz rzeczywistości, całość sprawia bardzo sugestywne wrażenie.

Plan de la Ville et faubourgs avec le chateau de Cracovie pris par Monsieur de Choisy le 2 fevrier 1772... zwany „Planem konfederatów barskich” jest rękopiśmienną kopią planu J. N. Hennriona. Został narysowany z bardzo niestannym zachowaniem skali od 1:6 500 do 1:11 000, w orientacji zachodniej. Fragment tego planu na rycinie 18 C obrazuje wzgórza położone na południe od Kazimierza jako tarasowe, co całkowicie mija się z rzeczywistą rzeźbą łagodnego lekko pofalowanego krajobrazu.

Kraków i Kazimierz wraz z zachodnimi i południowymi okolicami położonymi na drugim brzegu Wisły, gdzie na terenie wsi Ludwinów władze austriackie zaprojektowały budowę konkurencyjnego miasta¹⁷ przedstawia fragment planu bez tytułu narysowany w 1779 r. przez geodetę Charlesa de Höfnera. W legendzie podano informację: „Explicatio Litterarum zudem Entwurf der neuen Stadt nachst Ludwinow” (rycina 18 D). Na zachód i wschód od planowanych kwartałów miasta narysowano olbrzymie wyrobiska wapienne (Krzemionki Zakrzowskie i Krzemionki Podgórskie). Na opadającej ku północy i zachodowi części skarpy, kryjącej wewnątrz zagłębienie o powierzchni porównywalnej z obszarem Kazimierza, opisane jako „Krzemionker Gebürg” – kopalnie wydobywania krzemionki – umieszczono szeregowo ustawione niewielkie piramidy schodkowe usypane z wydobytej skały – w zamiarze rysownika pokazujące dynamikę pracy w odkrywkowej kopalni.

Najpóźniejsza i najokazalsza z wybranych do analizy przedstawienia rzeźby terenu metodą kreskową jest kopia z 1792 r. planu *Wymiar geometryczny miasta Krakowa z przedmieściami dopełniony w 1783 r. przez M. Józefa Kromera, Jeometrę Przysięgłego...*¹⁸ Rysunek oryginału wykonany został na polecenie krakowskiej Komisji Dobrego Porządku w skali ok. 1:12 600 w orientacji północnej. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że rzeźba terenu została narysowana podobnie jak na mapach Cassiniego, czyli kreskowanie z użyciem równoległe wzdłuż spadku zbocza poprowadzonej kreski, zagęszczone w miejscach bardziej spadzistych. Wrażenie bardziej nachylonych stoków na tym planie osiągnięto sposobem rytowników tworzących grafiki malarskie, czyli poprzez dodanie ukośnie przecinających się kresek. W analogiczny sposób uzyskano światłocienie na ozdobnie zawiniętych bokach arkusza planu oraz piórach podtrzymującego go rozpostartego orła. Kopista miał bardziej zacięcie artystyczne niż kartograficzne.

Podsumowując przedstawienie rezultatów zastosowania metody kreskowej wydaje się, że twórcy map w okresie ponad dwóch wieków wykazali dużą inwencję twórczą. Niezdefiniowaną jeszcze w szczegółach i niezamkniętą w matematyczne ograniczenia metodę używali w sposób dowolny, powodując często

niemożność odczytania rzeczywistego obrazu rzeźby terenu. Wydaje się, że ta metoda, wymagająca, jak napisano wyżej, wiarygodnych danych pochodzących z pomiarów niwelacyjnych, wskutek ich niewystarczającej liczby i jakości nie mogła dać w pełni zadowalających efektów. Niemiecki topograf wojskowy Johann Georg Lehmann, który opracował i zastosował nową teorię oznaczania płaszczyzn pochyłych posługując się wzorami matematycznymi do ustalenia proporcji pomiędzy kątem spadku terenu a stopniem zaciemnienia powierzchni na mapie, dokonał uporządkowania metody.

Izolinie – od izobat do poziomic

Poziomice nazywane w geodezji warstwicami były definiowane jako linie (izolinie) łączące punkty o tej samej odległości wertykalnej od mierzonego obiektu, czyli ich wysokości względne¹⁹. Tak zdefiniowane linie rozpoczęto rysować na mapach obszarów wodnych, oznaczając nimi głębokość dna rzeki w stosunku do lustra wody. W literaturze podaje się, że taką mapę jako pierwszy wykonał holenderski mierniczy Pieter Brunisz w 1584 r. Narysował on pojedynczą izolinię (izobate) na niepublikowanej mapie obejmującej rzekę Spaarne. Jako kolejnego twórcę mapy z zastosowaniem izobat wymienia się Pierre Ancelina, który narysował mapę rzeki Maas (Mozy) i jej okolic w 1697 r. (*Cartographical Innovations*), 1987. Jan Szeliga (1997) odnotowuje, że „pod koniec XVII w. na kilku mapach redy gdańskiej pojawiły się zamknięte linie łączące punkty o jednakowej głębokości. Po raz pierwszy widzimy je na mapie z 1687 r., niestety nie zachowanej w oryginale, lecz jedynie w wiernej kopii sporządzonej na początku XIX w. przez Pfeffera. Również kolejna mapa z izobatami, wykonana w 1688 r., zachowała się jedynie w odrysie z połowy XVIII w. Narysowane na nich linie równych głębokości łączą punkty o wartościach 4 stóp (1,14 m) i 5,5 stóp (1,57 m)”. Najwcześniejsza drukowana mapa z izobatami *Carte du Golfe du Lion* była opublikowana przez włoskiego geometrę wojskowego Luigi Ferdinando Marsigliego w dziele *Histoire phisique de la mer* w Amsterdamie w 1725 r. (Török, 2006, *Cartographical Innovations*, 1987). Marsigli użył warstwic do zobrazowania kontynuacji przebiegu warstw skalnych na francuskim wybrzeżu i na sąsiadującym z nim szelfie kontynentalnym poprzez wyróżnienie dwóch głębokości (Konvitz, 1985).

Regulacja rzek w Europie XVIII wieku, szczególnie ich dolnych odcinków w okolicach portów morskich, stopniowo stała się powszechna. Jednak najszybciej i zakrojone na największą skalę prace prowadzono w Holandii pod kierownictwem Departamentu Hydrologicznego Holandii, który koordynował prace w urzędach siedmiu prowincji. Departament zlecił prace kartograficzne geometrze Nicolaasowi Cruquiusowi (Klaas Kruik, Kruikius 1678–1754), który od

1725 r. rozpoczął pomiary głównych rzek. Cruquius, zaprzyjaźniony z Marsiglim, w raporcie dla Departamentu napisanym w 1734 r. o mapie Marsigiego podkreślał, że obrazuje praktycznie wszystkie wzniesienia i depresje w stosunku do powierzchni wody i wyjaśnił teorię rysowania izobat. Głęboko przekonany do zalet tej metody zaczął ją stosować na swoich mapach, np. na jednej z map delty rzek Renu, Mozy i Skaldy z 1730 r.²⁰ *De Rivier de Merwede, van (ontrent) de Steenen-hoek, Oostwaards-op, tot verby het dorp van Sleeuwijk : met den Ouden-Wiel, en de Killen...* w skali 1:10 000, której izolinie przedstawiają morfologię koryta rzeki za pomocą pięciostopowego cięcia warstwicowego (ryc. 19), oraz wykonanej w 1733 r. na zlecenie Departamentu mapy *Het Eylandt West-Voorn of Goedereede...* w celu dokonania analizy i oceny erozji wybrzeża (P. Brink, 2000). Jego mapy były rezultatem systematycznie prowadzonych (z częstotliwością dzienną i miesięcy księżycowych) prac badawczych i pomiarów profili rzecznych, zmian głębokości koryta, badania prędkości przepływu, relacji pomiędzy ruchami wody a astronomicznymi i meteorologicznymi zjawiskami itp. Jego mapy służyły także do dalszych prac naukowych i inżynierskich. Prace Cruquiusa były w latach 1738–1745 kontynuowane przez Melchiora Bolstra, który wykonał w skali 1:10 000 sześćoarkusową mapę obszaru ujścia rzeki Mozy *Kaart van de Beneden river de Maas en de Merwede van de Noord Zee tot Hardinksveld...*, wydrukowaną w skali 1:20 000... (P. Brink, 2000).

We Francji, również w latach trzydziestych, zastosował izolinie Philippe Buache. W 1734 r. narysował profil głębokości oceanu pomiędzy Afryką a Brazylią oraz dodał mapę poboczną obszarów okolorównikowych Atlantyku w okolicach wyspy Fernando de Noronha, obwodząc ją izoliniami równych głębokości. Zaś w latach 1737 oraz w 1752 zaprezentował francuskiej Akademii Nauk mapę głębokości dna Kanału La Manche *Cartes et Coupe du Canal de la Manche et d'une partis de la Mer d'Allemagne qui présentent par une Nouvelle Méthode la pente du fonds...* Mapa wydana w 1752 r. pokazywała głębokość z cięciem izolinii co dziesięć „brasses” (sążen = 1,624 m) oraz dowiązanie położonych na wybrzeżu łańcuchów wzniesień narysowanych metodą kreskową (ryc. 20). Była zamieszczona w eseju omawiającym systemy górskie na świecie i ich kontynuacje na dnie oceanów. W tym kontekście pokazywała geologiczne połączenie kontynentu europejskiego z Anglią (Konvitz, 1985).

Próba zastosowania izolinii, czyli warstwic do prezentacji obszarów lądowych długo nie zyskiwała uznania. Pomysłodawcą tej metody był Marcellin Du Carla-Boniface, który wykonał rękopis mapy i opisu metody warstwicowej w dziele *Expression des nivellements ou Méthode nouvelle pour marquer rigoureusement sur les cartes terrestres et marines les hauteurs et les configurations des terrains* na zamówienie wydawcy i twórcy map Jean-Louisa Dupain-Triela. W dniu 4 maja 1771 r. Du Carla wystąpił przed członkami Akademii. W siedem

dni później otrzymał odpowiedź, że jego metoda jest za trudna do zrozumienia dla czytelników. W 1782 r. książka została wydana wraz z ilustracją (zob. ryc. 21), ale nadal nie wzbudzała większego zainteresowania. Kolejne próby zainteresowania świata nauki nową metodą przedstawiania rzeźby terenu nie powiodły się. W 1791 r. Jean-Louis Dupain-Triel junior narysował, wyrył i wydał pierwszą mapę Francji z warstwicami w oparciu o publikowane arkusze mapy Francji Cassinich, pt. *La France considerée dans les différentes hauteurs de ses plaines..* (zob. ryc. 22) w skali 1:2 164 000.

To syntetyczne omówienie początków zastosowania poziomicy na mapach do prezentacji rzeźby terenu wyraźnie sygnalizuje cele, do jakich metoda została wymyślona. Holendrzy, chcąc wykorzystywać do produkcji rolniczej każdy skrawek urodzajnych ziem w dolnych biegach rzek, deltach rzecznych i na osuszonych terenach przybrzeżnych, okresowo zalewanych przez morze, musieli na bieżąco koordynować i planować swoje prace. Sama woda podpowiedziała im metodę izolacji pozostawiając po każdym wezbraniu na brzegu ślady idealnie poziomych linii, trzeba je było tylko umiejętnie odczytać przenieść na mapy.

Natomiast na terenach wewnątrzlądowych stosowanie poziomicy wymagało pomierzenia niezliczonych punktów wysokościowych (drogą niwelacji terenu) oraz powiązania ich poprzez sieci triangulacyjne z linią odniesienia (zerową) czyli poziomem morza. Bez tego powiązania poziomice były zawieszane jakby w próżni, a mapy z izoliniami, takie jak mapa Francji Dupain-Triela, nie miałyby szansy dorównania jakości prezentacji ukształtowania terenu metodą kreskową i jak to widać na rycinie 22. byłyby mało sugestywne. Rysunek poziomicy na mapach ogólnogeograficznych w skalach map topograficznych znalazł szerokie zastosowanie dopiero po pierwszej wojnie światowej, kiedy to stopniowo wyparł wcześniejsze metody. Ale i poziomice w pełni nie zaspokoili potrzeb obrazowania rzeźby terenu, szczególnie na obszarach o silnych spadkach terenu, gdzie linie poziomicy zbliżają się do siebie i odczytanie ich następuje z dużymi trudnościami. Również, jak pisze J. Szaflarski (1965), „poziomice oddające dokładnie wysokości bezwzględne przeważnie niezbyt nadają się do informowania o typach form, pojawiających się na danym obszarze”. Zatem wprowadzono do map poglądowych do celów naukowych i szkolnych perspektywiczny (fizjograficzny) sposób przedstawiania rzeźby terenu²¹. Na takich mapach za pomocą winiet przedstawia się silne stromości, sterczące skały, osuwiska, wąwozy, fiordy, ostre wcięcia erozyjne, wydmy, urwiska i krawędzie fizjograficzne, zapadliska i inne. Znaki perspektywiczne znalazły też zastosowanie na mapach, obrazujących niektóre krajobrazy morfologiczne, których charakter i stosunkowo niewielkie różnice wysokości nie mogą być oddane przez poziomice, np. lodowce, równiny szczytkowe, krajobrazy morenowe, drumliny, równiny aluwialne, wulkany i płyty odmłodzone w warunkach pustynno-suchych

i inne (K. Saliszczew, 1998). Tak więc, w drugiej połowie XX w. powrócono do metody stosowanej od dawna, do przenoszenia na mapy tego, co widać bezpośrednio w terenie, metodą pejzażysty poprzez obraz perspektywiczny.

LITERATURA

Brink, Paul van den, 2000, *River Landscapes: The Origin and Development of the Printed River Map in the Netherlands 1725–1795*. W: „Imago Mundi” vol. 52, s. 66–78.

Cartographical Innovations. An International Handbook of Mapping Terms to 1900, 1987. Ed. by Helen M. Wallis, Arthur H. Robinson. [Great Britain]: Map Collector Publications Ltd. in association with the International Cartographic Association.

Dainville F. de, 1970, How did Oronce Fine draw his large map of France? W: „Imago Mundi”, t. XXIV, s. 49–55.

De Graeve, Jan, 2006, *The Struve meridian on the World Heritage List of UNESCO*. W: „BIMCC Newsletter”, No. 26, September, s. 15–21.

Freitag, Adam, 1642, *Architectura militaris nova et aucta. oder Neue vermehrte fortification...* durch Adamum Freitag der Mathematum Leidhabern. Zu Leyden: bey Bonaventura und Abraham Lezeviens. Egzemplar z kolekcji Biblioteki w Kórniku jest prezentowany w Wielkopolskiej Bibliotece Cyfrowej <http://www.wbc.poznan.pl/dlibra/docmetadata?id=2765&from=publication>

Gygax, F., 1937, *Das topographische Relief in der Schweiz. Ein Beitrag zur Geschichte der Schweizerischen Kartographie*. Bern: Buchdruckerei Neukomm & Salchrath.

Heilborn, J.L. *The Measure of Enlightenment*. W: Frängsmyr, Tore ed., 1990, *The quantifying Spirit in the 18th Century* (Los Angeles : Oxford, 1990, s. 207–242)

Imhof, Edouard, 1951, *Terrain et carte. Ouvrage contenant 34 cartes et planches en couleur et 343 figures*. Ed. par le Departement militaire federal. Zurich: Les Editions Eugen Rentsche.

Imhof, Edouard, 2007, *Cartographic Relief Presentation*. New York: ESRI.

- Konvitz, Josef W., 1985, *Cartography in France 1660–1848 – Science, Engineering, and Statecraft*. Chicago & London: The University of Chicago Press.
- Kozieł, Zenon, 2003, *Geokompozycyjno-wizualizacyjne aspekty modelowania rzeźby terenu wobec współczesnych procedur pozyskania i przetwarzania danych*. Toruń: Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
- Kreutzinger, Józef, 1928, *Topografia pomiar i zdjęcie kraju, kartografja i wojskowe znaczenie terenu*. Warszawa: [Wojskowy Instytut Geograficzny]
- Merian, Matthaeus, 1654, *Topographia Helvetiae, Rhaetiae et Valesiae Das ist Beschreibung vnnd eygentliche Abbildung der vornehmsten Städte und Plätze in der Hochlöblichen Eydgnossschafft, Graubündten, Wallis, vnd etlicher zugewandten Orthen*. Franckfurt am Mayn: Zum Truck verlegt von denen Merianischen Erben. Egzemplarz przechowywany w Bibliotece Narodowej prezentowany w bazie cyfrowej Biblioteki Narodowej Polona.
- Naronowicz-Naroński, Józef, 2002, *Kartografia. O delineacjach miejsc różnych i czynieniu map geographice*. Rękopis z 1659 roku do druku przygotował oraz wstępem i komentarzem opatrzył Tadeusz Marian Nowak. Białystok: Muzeum Wojska.
- Pelletier, Monique, 2002, *Les cartes des Cassini. La science au service de l'État et des régions*. Paris : Éditions du C.T.H.S.
- Pietkiewicz, Stanisław, 1998, *O sposobach przedstawiania terenu na mapach. Le méthodes du figuré du relief sur les cartes*. Warszawa: Główna Drukarnia Wojskowa, 1939. Repr.
- Renteux, Jean-Louis, 2002, *Fascinating 3 D maps of the 17th century*. "IBMCC Newsletter", no. 13, s. 17–21.
- Saliszczew, Konstantyn Aleksiejewicz, 1998, *Kartografia ogólna* / pod redakcją Bogdana Horodyskiego. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- San Antonio Gómez, Carlos, (2005), *The „Album Royaume de Naples”: an Example of Spanish Military Cartography in the Early 18th Century*. PDF.
- Szaflarski, Józef, 1965, *Zarys kartografii*. Warszawa: Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych.
- Szaniawska, Lucyna, 1981, *Siedemnasto- i osiemnastowieczne pomiary jednego stopnia szerokości geograficznej i ich wpływ na wielkość mili*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 13, nr 3–4, s. 147–153.
- Szaniawska, Lucyna 2010, *Modelowanie terenu wyzwaniem dla twórców map – zarys do 1799 roku. Obraz perspektywiczny – kopczyki*. W: *XIX Szkoła*

- Kartograficzna. Główne problemy współczesnej kartografii 2010. Numeryczne modele terenu w kartografii*. W: Żyszkowska i W. Spallek (red.). Wrocław: Uniwersytet Wrocławski, s. 33–51.
- Szeliga, Jan, 1997, *Mapy batymetryczne rejonu ujścia Wisły z końca XVII wieku*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 29, nr 3, s. 169–171.
- Török, Zsolt G., 2006, *Luigi Ferdinando Marsigli (1658-1730) and early thematic mapping*. W: „Studia Cartologica”, 13. Map – Science Papers in Honour of the 65th Birthday of Prof. István Klinghammer, s. 419–428.
- Török, Zsolt G., 2007, *Renaissance Cartography in East-Central Europe, ca. 1450–1650*. W: *Cartography in the European Renaissance. Part 2*. Ed. David Woodward, Chicago; London, University of Chicago Press, s. 1806–1851.
- Villiers, Patrick, 2001, *Les corsaires du littoral Dunkerque, Calais, Boulogne de Philippe II à Louis XIV (1568–1713)*. Paryż: Presses universitaires du Septentrion.
- Warmoes, Isabelle, 1999, *Musée des Plans-Reliefs. Historic Models of Fortified Towns*. Paris : Editions du Patrimoine.

PRZYPISY

- ¹ W serii „Główne problemy współczesnej kartografii 2010” w tomie *Numeryczne modele terenu w kartografii* zakres tematyczny zamieszczonego artykułu L. Szaniawskiej *Modelowanie terenu wyzwaniem dla twórców map – zarys do 1799 roku. Obraz perspektywiczny – kopczyki* obejmuje perspektywiczną prezentację rzeźby terenu, popularnie zwaną metodą kopczykową, używaną powszechnie na mapach od czasów antycznych do połowy XVIII w. oraz metodę cieniowania uzupełniającą obraz prezentowanego terenu. Niniejszy artykuł jest kontynuacją tematu.
- ² W literaturze przedmiotu dla analogicznych trójwymiarowych prezentacji używa się, w zależności od kontekstu, także terminów: geokompozycje przestrzenne, modele 3-D.
- ³ Wymienione powyżej niemieckie trójwymiarowe modele przechowywane są w Bawarskim Muzeum Narodowym w Monachium.
- ⁴ Powszechnie prowadzone wówczas, nie tylko we Francji, ale prawie w całej Europie wojny wpłynęły na szybki rozwój uzbrojenia wojskowego. Coraz sprawniejsza artyleria oraz zmiany taktyki wymusiły w konsekwencji przebudowę dawnych murów obronnych i wież w kompleksy architektoniczne tworzące rozbudowane systemy fortyfikacyjne.
- ⁵ Ten i wiele innych modeli gór Szwajcarii jest zgromadzonych w Swiss Alpine Museum w Bernie.
- ⁶ Renesansowi autorzy mając do dyspozycji kartę papieru o danych wymiarach, za radą K. Ptolemeusza, rozpoczynali rysowanie mapy od wyboru i konstrukcji odwzorowania, zaznaczenia siatki kartograficznej i oznaczenia na ramce niej współrzędnych geograficznych. Jako pierwsze wrysowywano główne obiekty geograficzne posiadające pomierzone astronomicznie

- współrzędne geograficzne. Dopiero kolejnym etapem było wypełnianie mapy szczegółowszą treścią, często wysowywaną jedynie „na oko”.
- ⁷ Baza numeryczna Biblioteki Narodowej Francji „gallica” publikuje ilustracje z kilku wydań O. Fine.
 - ⁸ Porównaj informacje o redakcji Blaeu’a dwóch map prezentujących okolice Loch Ness w Szkocji Timothy’ego Ponta w: L. Szaniawska (2010) s. 47–48.
 - ⁹ Teorię pomiarów triangulacji W. Snellius zapisał w formie podręczników do trygonometrii w *Willebrordi Snellii R.F. Cyclometricus. De circuli dimensione secundum Logistarum abacos...* wydanej w Lejdzie 1621 r. oraz w *Doctrinae triangulorum canonicae...* w Lejdzie 1627.
 - ¹⁰ Sprawozdanie z posiedzenia uczonych wraz z komentarzami i odniesieniem się do wyników kolejnych pomiarów wydano w *Degre du Meridian entre Paris et Amiens determine par la Mesure de M. Picard...* Paris, 1740.
 - ¹¹ Weześniejsze prace prowadzone od 1666 r. przez l’Abbe Picarda i innych zakończyły się błędnymi wynikami, które Akademia Nauk postanowiła w 1735 r. skorygować. W 1792 r. na podstawie wyników pomiarowych ustalono m.in. długość nowej miary – 1 metra (mètre légal) = 443,29536 linii francuskiej (ligne), czyli 1 st. szer. geogr. = 111 111,11 metra.
 - ¹² Według M. Pelletier, 2002, s. 72 – Jean-Dominique; zaś według J. Konvitz, 1985, s. 7. – Jacques-Dominique.
 - ¹³ Porównaj: L. Szaniawska, 2010.
 - ¹⁴ Oryginalny rękopis skorowidza przechowywany jest w Bibliotece Narodowej Francji.
 - ¹⁵ Wszystkie trzy są przechowywane w Bibliotece Kongresu.
 - ¹⁶ Z dzieła M. Meriana *Theatrum Europaeum* wydanego przez spadkobierców w Frankfurtu w 1667 r.
 - ¹⁷ Z planu wynika, że powierzchnia nowobudowanego miasta miała być równa powierzchni całego otoczonego murami Krakowa. Z powodu tej budowy powstały olbrzymie pola wydobywania kamienia budowlanego: Kalch Gebürg i Krzemionker Gebürg”. Na szczęście prac tych zaniechano.
 - ¹⁸ Wspomniany plan i wiele innych opublikowano na stronie miasta Krakowa: http://www.krakow.pl/nasze_miasto/1480,artykul,widoki_krakowa.html oraz na stronie: http://www.wawel.net/images/750-lat_lokacji/lokacja.htm
 - ¹⁹ Według (J. Kreutzingera, 1928, s. 128–129) definicja warstwic brzmi: Warstwic są to linie jednakowej wysokości, które otrzymują się z przekroju terenu płaszczyznami poziomymi, albo ściślej równoległymi do powierzchni kuli ziemskiej, poprowadzonymi w pewnych stałych odstępach pionowych. Odstęp poziomy pomiędzy dwiema warstwicami zwiemy warstwą, odstęp pionowy – wysokością warstwy lub stopniem warstwicowym.
 - ²⁰ Zamieszczona w atlasie, który otwierała mapa zbiorcza *Caarte ofte afteeckening van de rivier de Merwede, van ever boven het Dorp Sleeuwijk, Oostwaards...*, w skali ca 1:53 000, wykonanym w Hadze w latach 1729–1731.
 - ²¹ Również K. Saliszczew (1998) przychyliła się do koncepcji współobrazowaniu terenu przez dodanie to poziomym „poglądowych znaków perspektywicznych”.

New methods of presenting the land relief: three-dimensional terrain models, the hatching system and the contour lines – summary of the period from the XVIth century till 1799

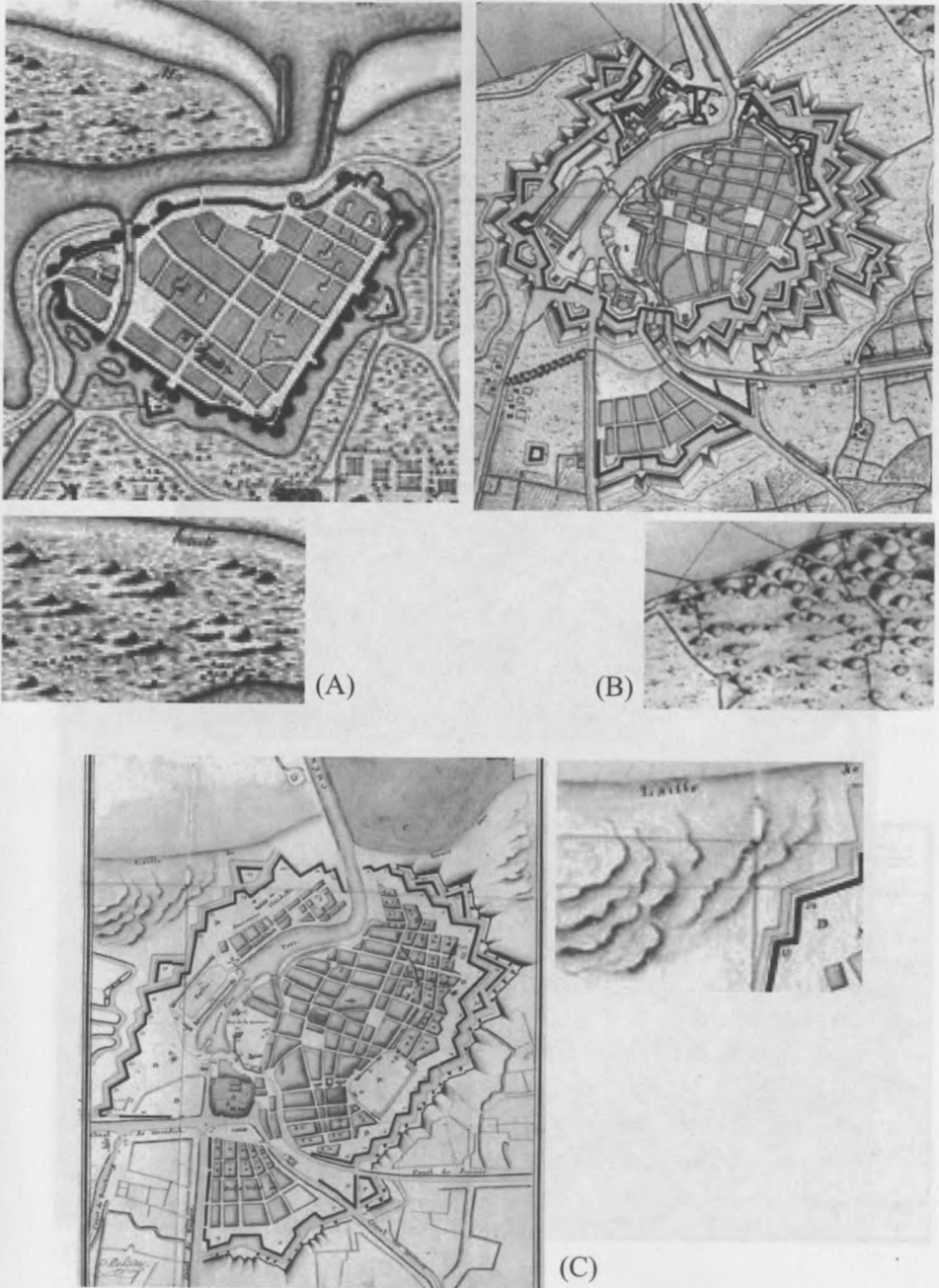
Summary

The drawing of the Earth surface, one of the basic elements of general geographic maps, proved to be the most difficult task for cartographers in the period of the intensive development of the modern cartography, i.e. in the XVIth-XVIIIth centuries. Despite these difficulties – or maybe thanks to them – many methods and ways of presenting the physical features of the land have been invented and applied. This article presents methods that have been used since the second half of the XVIth century, i.e. the three-dimensional terrain models, the hatching system and the isolines (contour lines).

The three-dimensional terrain models (mockups) were made either for informative or exclusively artistic purposes. They usually presented battlefields, towns with their fortifications and foregrounds, landscape (especially when it was picturesque and when there were considerable elevation differences in it). The oldest preserved models dating back to the XVIth century had both an informative and a military character. Their task was to help to develop a strategy and to carry out a battle on a previously defined terrain. Such models were developed i.a. in France at the times of Louis XIVth. The three-dimensional models presenting mountainous landscapes were used for informative, educational or esthetic purposes. They presented the most picturesque regions of the mountains. In the XVIIIth and XIXth centuries, most mockups that had been made up until then presented the most imposing parts of the Alps – mainly the Swiss Alps.

More accurate models and maps presenting the land relief could be made thanks to the development of the practical geometry and perspective drawing. The ways of perfecting the drawing of large-scale cartographic presentations were explained i.a. by J. Dilich, S. Marolois, A. Freytag, J. Naronowicz-Naroński in their handbooks for architects, surveyors and war-engineers constructing or expanding fortifications. The most imposing cartographic achievement, based on astronomic and geodetic measurements made at the end of the XVIIth century, was a topographic map of France in the scale of 1:86 400, in which the hatching system had been applied to present the physical features of the land. Until the end of the XVIIIth century, this method had become widely used not only in Europe but also in the United States.

The isolines joining points of equal elevation above the measured object were used for the first time in the Netherlands for making drawings on maps of sheets of water. On these maps, the isolines indicated the depth of the bottom of the river in relation to the sea level. The attempt to use the isolines - that is contour lines - to depict the mainland was rejected for a long time. Its inventor was Marcellin Du Carla-Boniface who he did not live to see it being widely used. The French Academy of Sciences refused to accept it as "a method too difficult for to understand for readers". The drawing of contour lines on general geographic maps in the scales of topographic maps found wide application only after World War I.



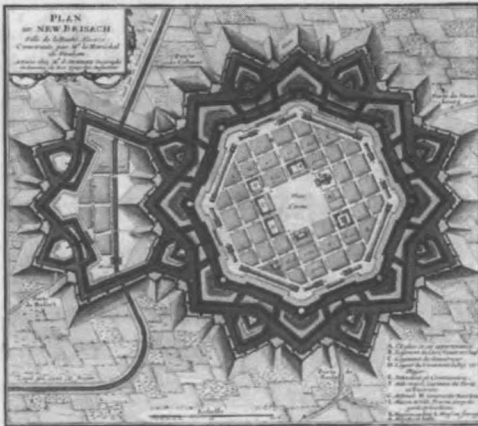
Ryc. 1. Fragmenty trzech planów etapów rozbudowy fortyfikacji Dunkierki oraz sposoby obrazowania na nich wydmy: (A) Roberta de Bara z 1400 r.; (B) Sebastiana Vaubana z lat 1667–1707; (C) 1785 r.



(A)



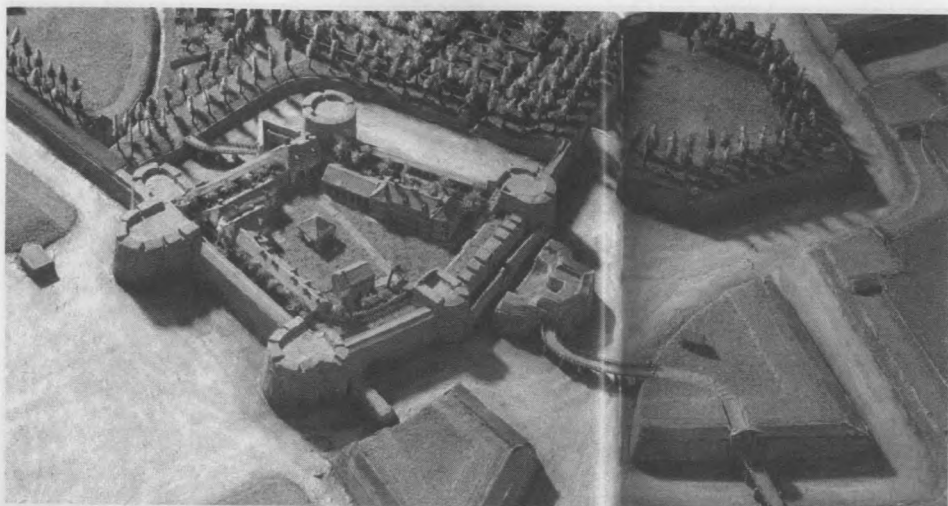
(B)



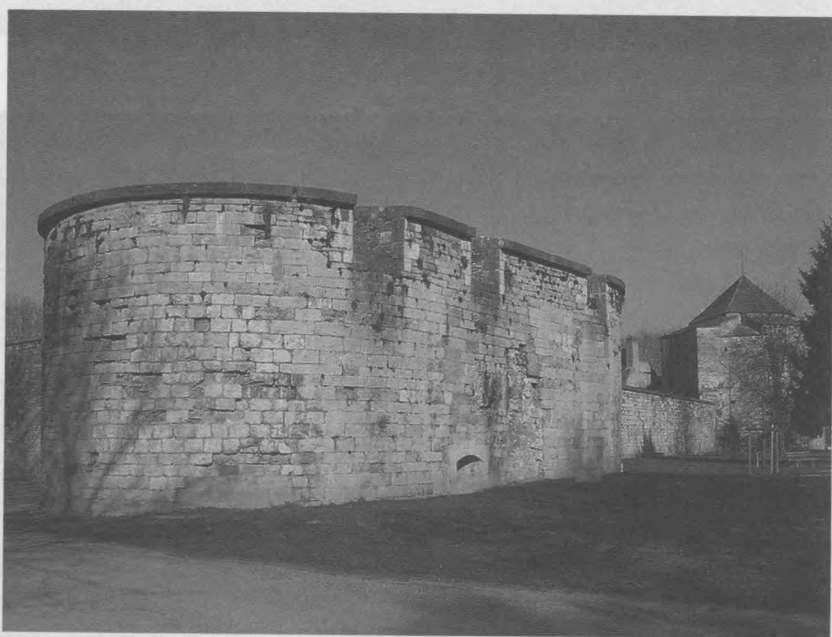
(C)

Ryc. 2. Prezentacje Neuf Brisach:

(A) XX-wieczne zdjęcie lotnicze; (B) model terenu z lat 1703–1706; (C) *Plan du New Brisach Ville de la Haute Alsace...* z drugiej połowy XVII w.

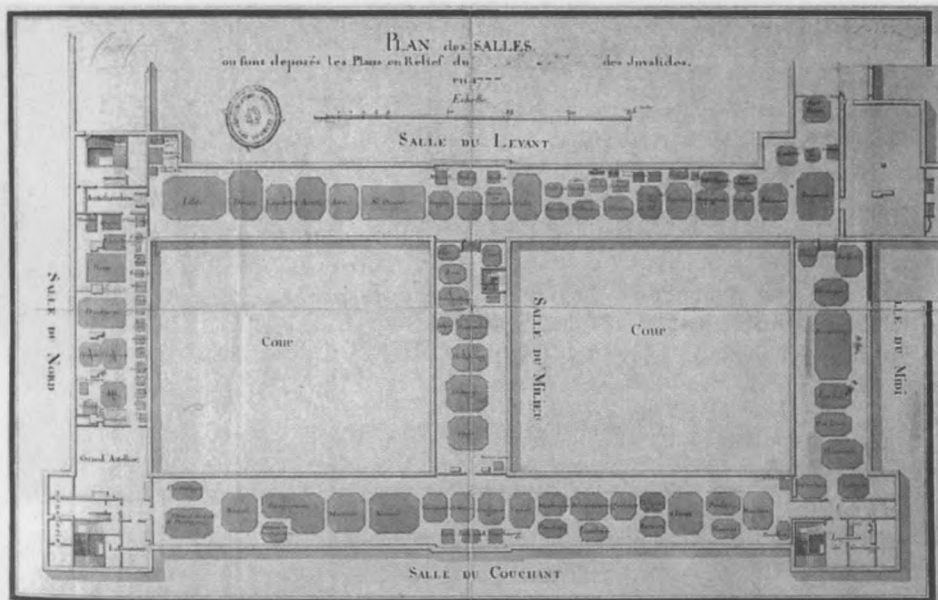


(A)



(B)

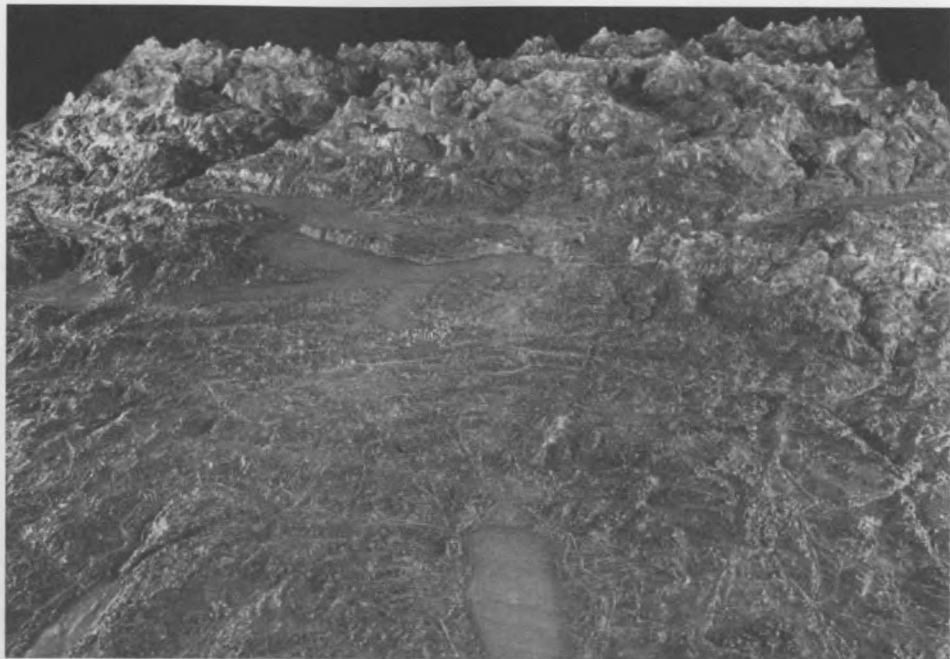
Ryc. 3. Fragment modelu fortyfikacji miasta Auxonne: (A) fragment z średniowiecznymi murami obronnymi i nowymi umocnieniami projektowanymi przez Sebastiana Vaubana; (B) jedna z XV-wiecznych baszt, stan XX w.



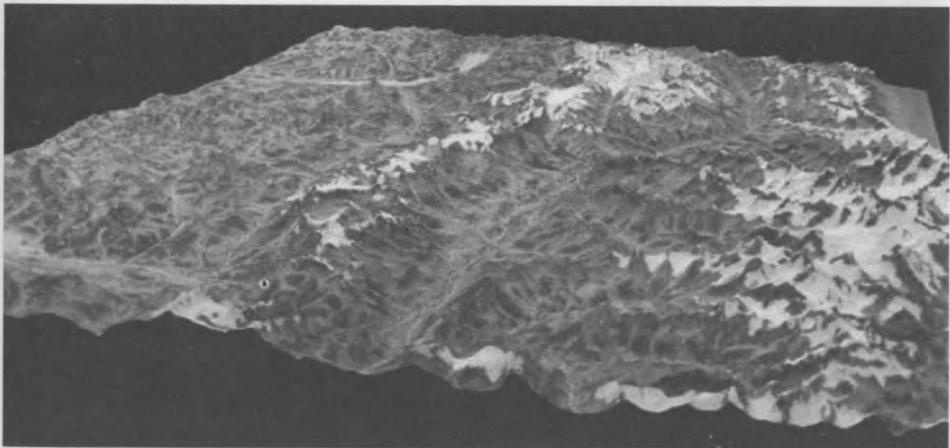
Ryc. 4. Stan zbiorów modeli przedstawiony na rycinie sal budynku *Les Invalides Plan des Salles où sont déposés les Plans en relief du [...] des Invalides en 1777.*



Ryc. 5. Fragment modelu miasta Briançon i okolic wykonany w latach 1731–1736.

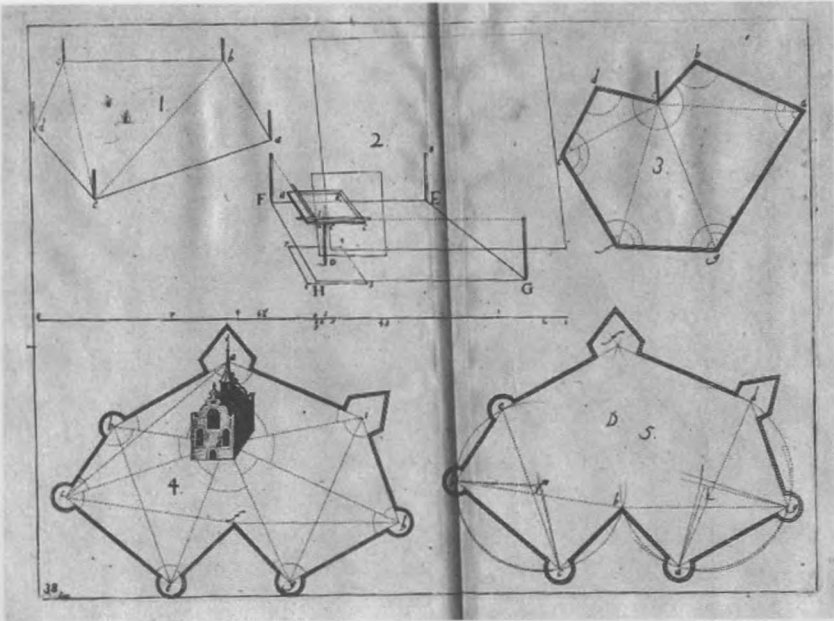


(A)



(B)

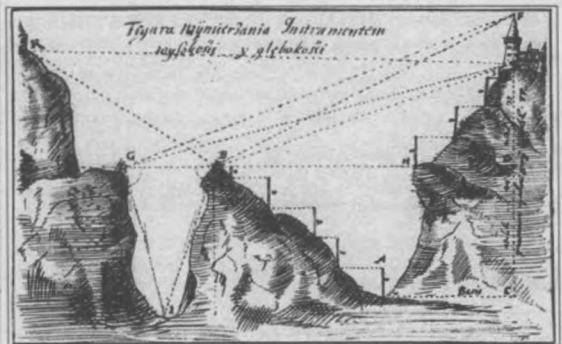
Ryc. 6. (A) Model centralnej Szwajcarii – Franz Ludwig Pfyffer, 1762–1786
– skala ca 1:11 500, 390×670 cm; (B) Model części Bernese Oberland i Valais
– Joachim Eugen Müller, ca 1800 – skala 1:108 000, 74×109 cm.



(A)



(B)



(C)

Ryc. 7. (A) Tablica 38 z prezentacją pomiarów stolikowych w *Geometria theoretica ac practica...* Samuela Maroloisa, 1647; (B) Przejście od rzutu pionowego do poziomego w *Peribologia Seu Muniendorum...* J. W. Dilicha, 1641, (C) rysunek niwelacji J Naronowicza-Narońskiego w *O delineacyjach miejsc różnych...* 1659/2002.



(A)



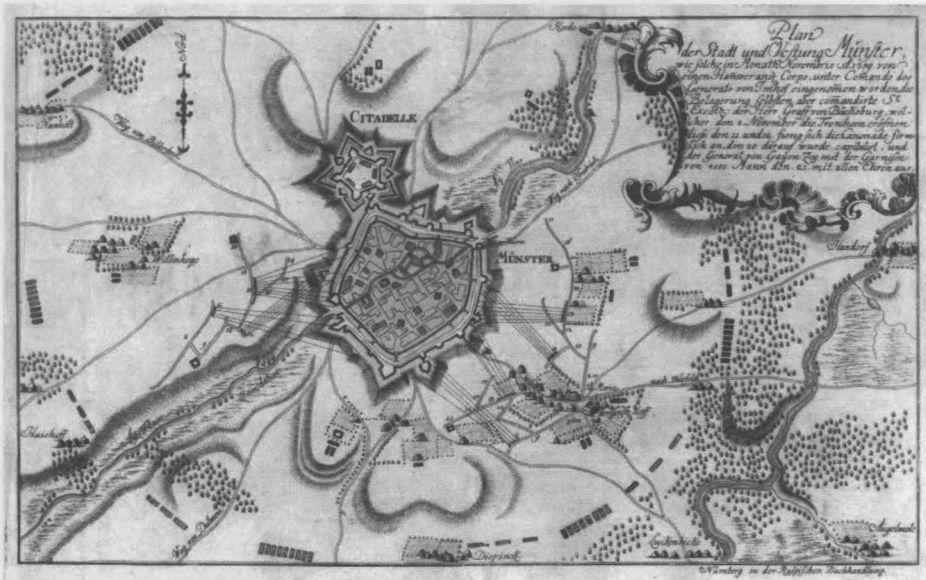
(B)



(C)

Ryc. 8. Plany miast narysowane w perspektywie „z lotu ptaka”:

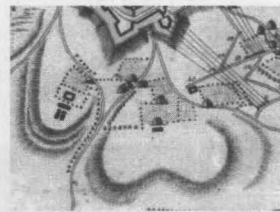
(A) Sant Elmo w *Album Royaume de Naples...* 1704, anonimowy rękopis ze zbiorów Biblioteki Narodowej Hiszpanii; (B) Antwerpia z *Civitates orbis terrarum* Brauna i Hogenberga t. 1, 1572, (C) Berno z *Topographia Helvetiae...* Meriana, 1654.



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(A)

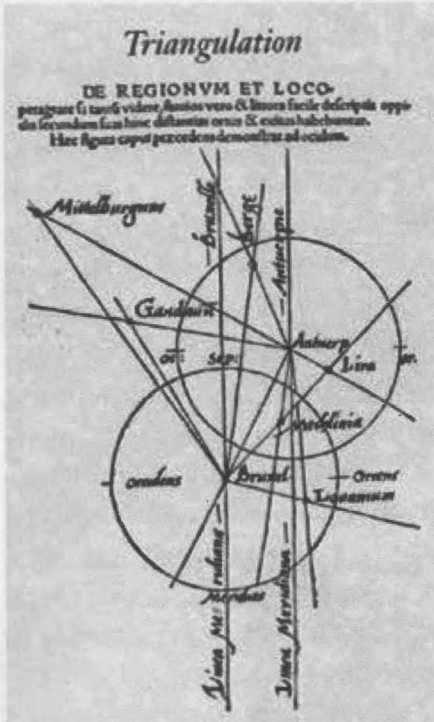


(B)

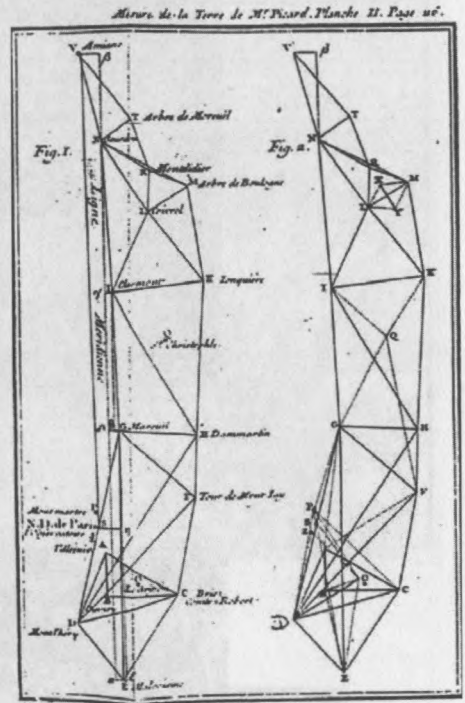


(C)

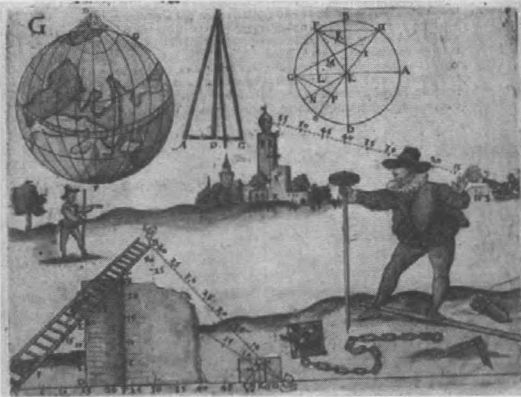
Ryc. 10. Zastosowanie perspektywicznej prezentacji terenu – kopczyków na mapach:
 (A) B. Wapowskiego 1528; (B) Lazarusa 1528; (C) Oronce Fine'a 1525.



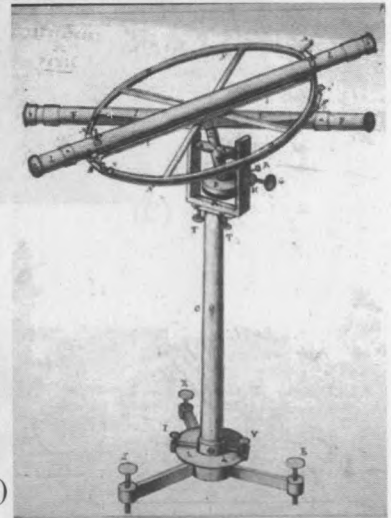
(A)



(B)

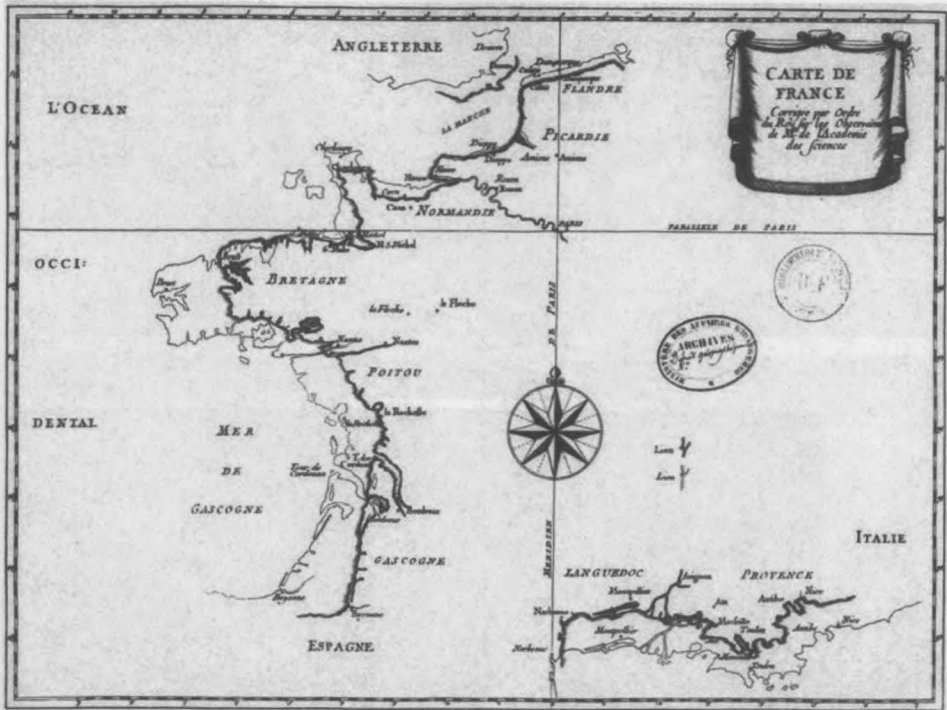


(C)

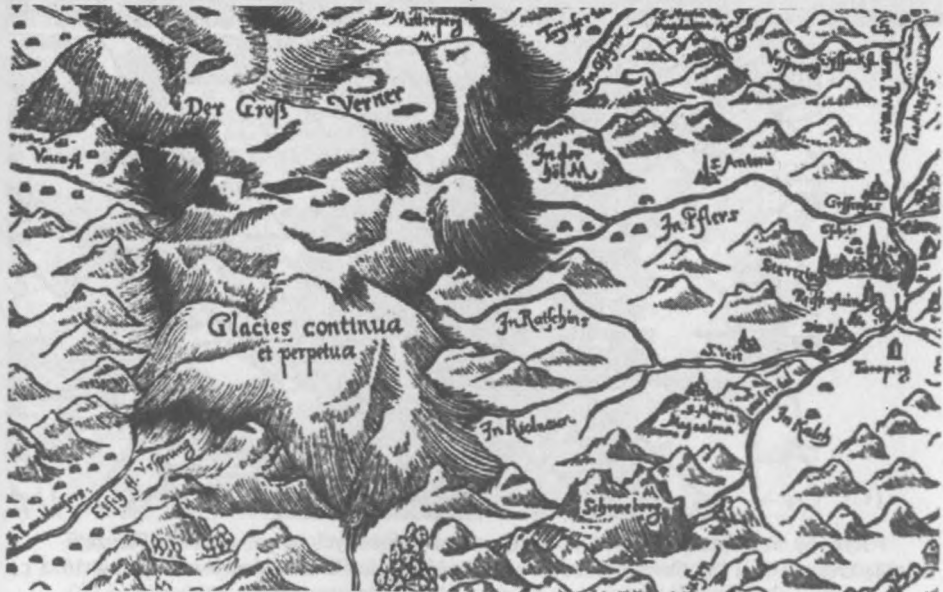


(D)

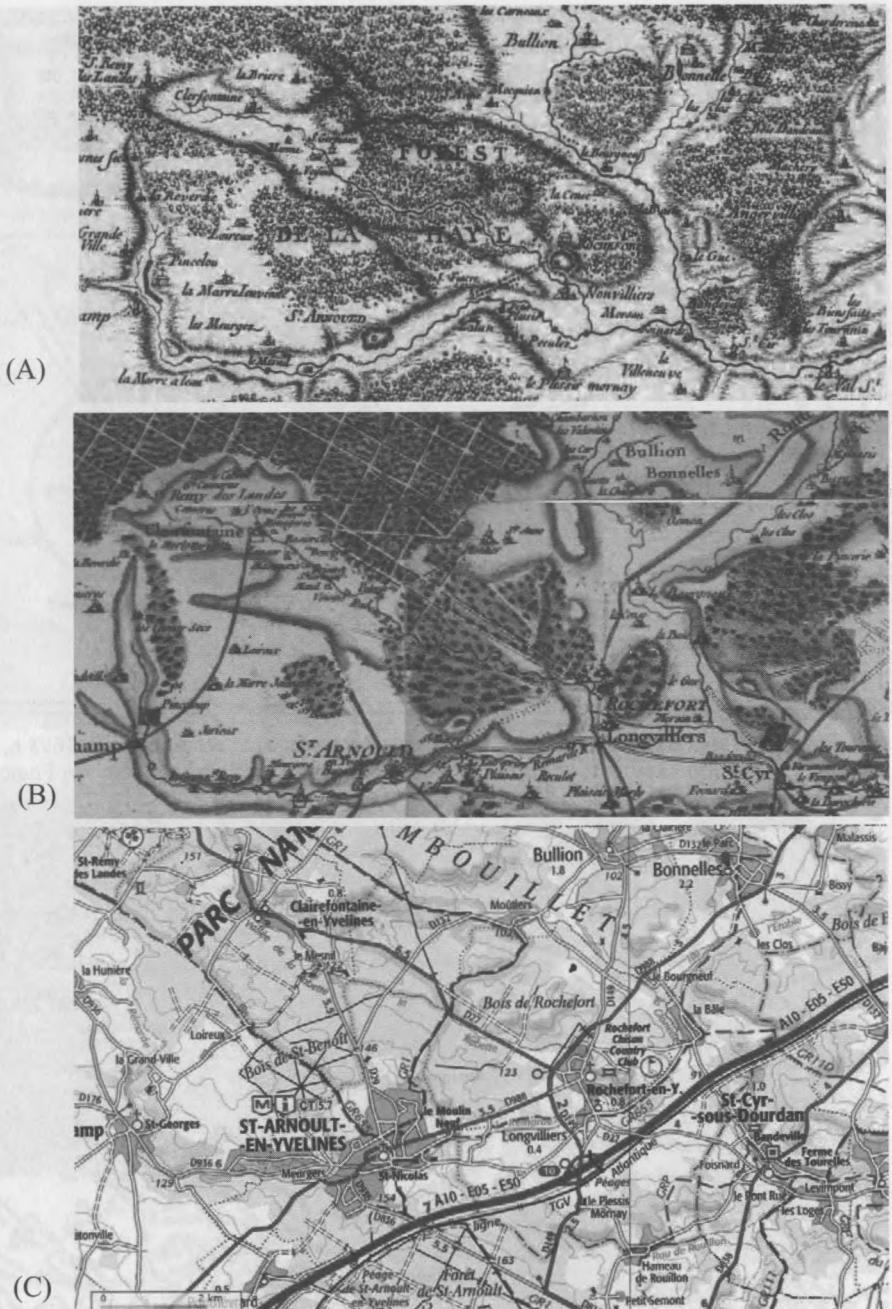
Ryc. 11. Instrumenty i metody pomiarów terenowych wprowadzone w XVI i XVII w.:
(A) diagram Gemmy Frisiusa z publikacji *Libellus de locorum describendorum ratione...*
w Antwerpii 1533 r.; (B) rysunek instrumentu skonstruowanego przez J.Ch. de Bordę przecho-
wywany w Biblioteque de l'Observatoire de Paris; (C) rycina w dziele *Practijck des*
Lantmetens... 1600 r.; (D) Rysunek przedstawiający metodę pomiaru 1 st. szer. geogr.
wykonanego pod kierunkiem Jean-Felixa Picarda 1671 r., sprawozdanie wydane w Paryżu w 1740 r.



Ryc. 12. *Carte de France...* wydana w Paryżu przez Académie des sciences w 1693 r., ze skorygowaną rozciągłością terytorium Francji (ze zbiorów Biblioteki Narodowej Francji).



Ryc. 13. Fragment drzeworytowej mapy Tyrolu z lodowcem prezentowanym metodą kreskową.



Ryc. 14. Prezentacja wzgórz, dolin rzecznych położonych na pd.-zach. od Paryża: metodą kreskową na (A) *Carte particulière des environs de Paris* wydanej w Paryżu w 1678 r., (B) *Carte de France. Levée par ordre du Roy*, wydanie z 1750 r. oraz (C) poziomcami na mapie France-IGN 2010 r.



(A)



(B)



(C)



(D)

Ryc. 15. Prezentacja metodą kreskową pasm górskich i dolin rzecznych na (A) *Carte Particulare des Environs de Nice...* 1744 r. oraz na *Carte de France* z 1750 r. z obszaru: (B) środkowej części Pirenejów; (C) Jury południowej między Hotonnes a L'hôpital; (D) doliny rzeki Yzeron (zachodni dopływ Rodanu) w pobliżu Lyonu.



(A)

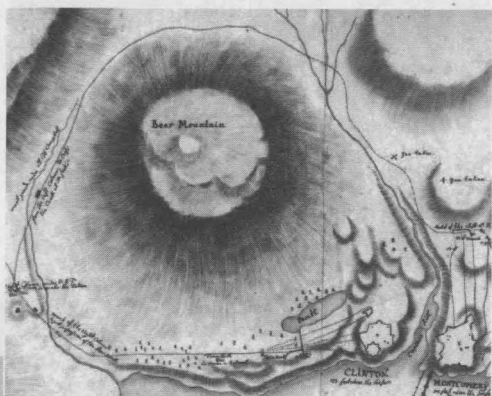


(B)

Ryc. 16. Prezentacja metodą kreskową pasm górskich i dolin rzecznych na mapie (A) *A Compleat map of North-Carolina from an actual survey* wydanej w Londynie Samuela Hoopera w 1770 r. oraz (B) *An Accurate Map of North and South Carolina With Their Indian Frontiers, Shewing in a distinct manner all the Mountains, Rivers... the whole from Actual Surveys by Henry Mouzon and Others* wydanej w Londynie przez Roberta Sayera i Johna Bennetta, 1775 r.



(A)



(B)

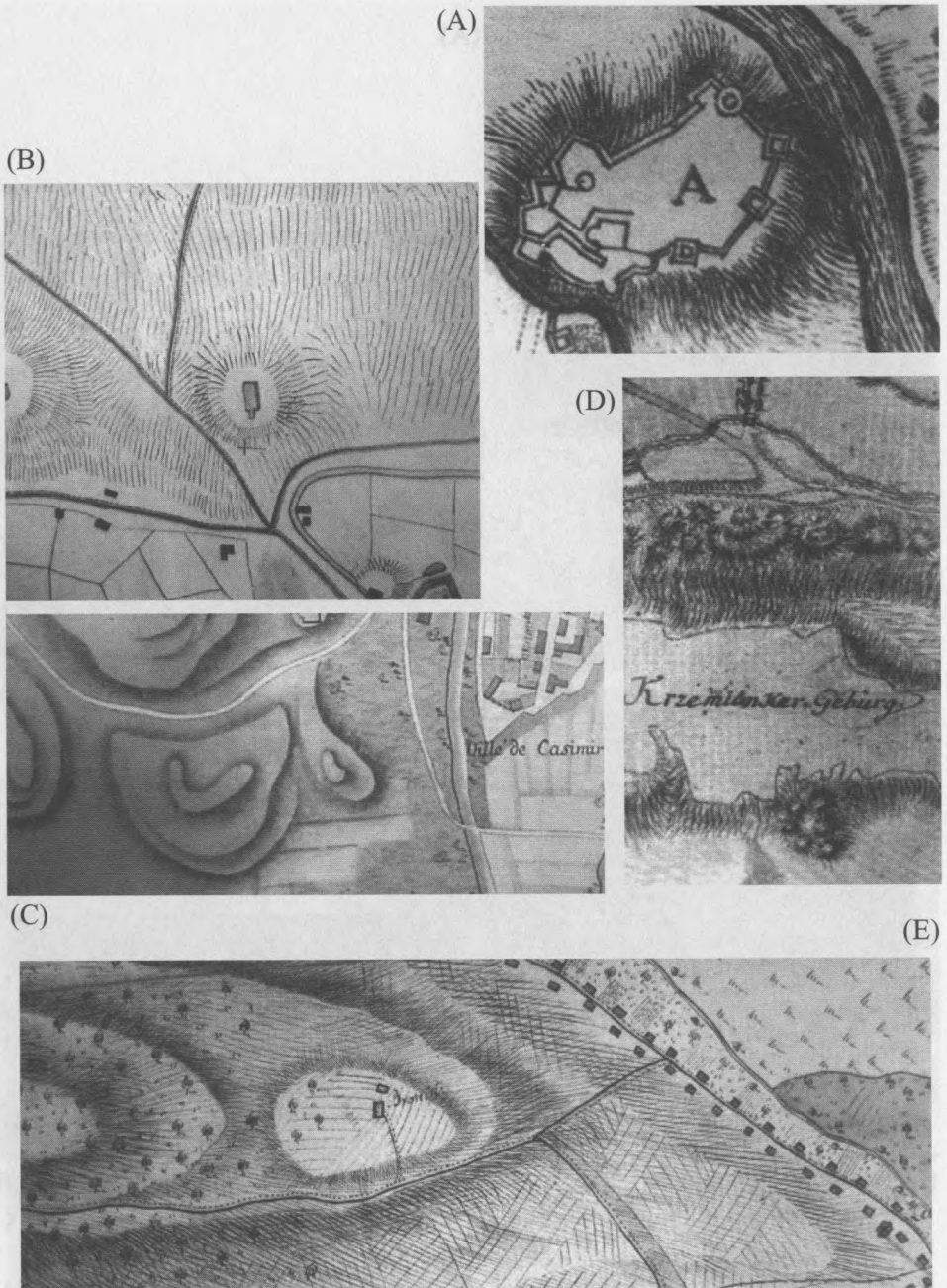


(C)

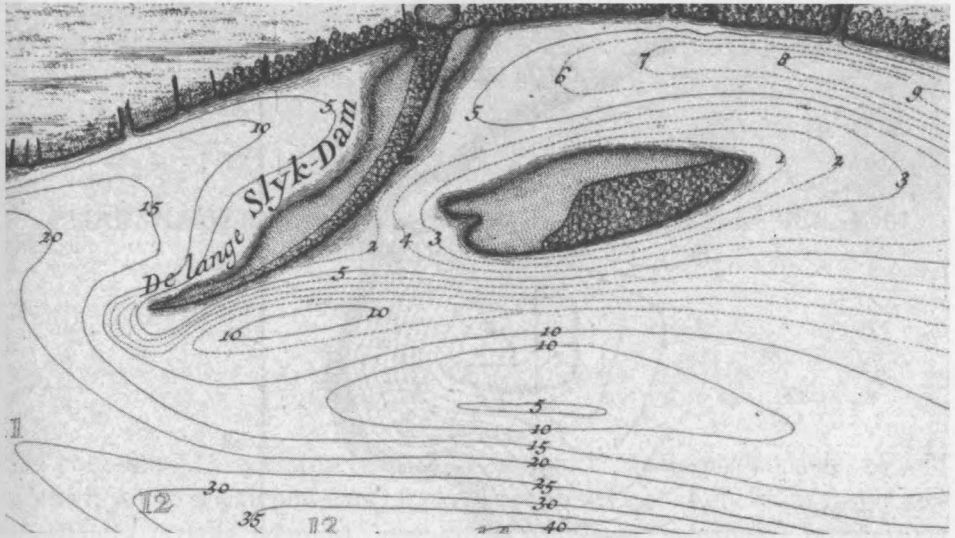


(D)

Ryc. 17. Prezentacja metodą kreskową wzgórza Bear Mountain na mapach: (A) *Plan of the attack of the Forts Clinton & Montgomery, upon Hudsons River...* 1784, (B) *Sketch of Forts Clinton & Montgomery...* 1777, (C) *Plan of the Forts Montgomery & Clinton...* 1777, (D) obraz z Google Maps.



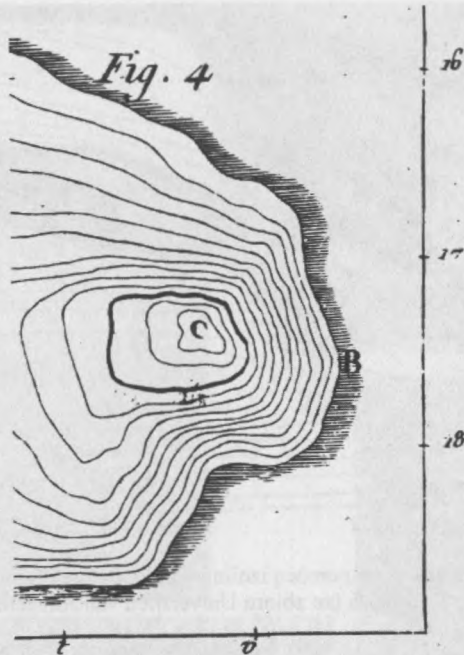
Ryc. 18. Prezentacja metodą kreskową wzniesień na planach Krakowa: (A). *Delin. Obsidionis Cracoviae...* 1657, (B). *Plan von Cracau*, 1733/34, (C). *Plan de la Ville et faubourgs avec le chateau de Cracovie...* 1772, (D). *Plan „neuen Stadt nachst Ludwinow”* 1779, (E). *Wymiar geometryczny...* 1783 – kopia z 1792 r.



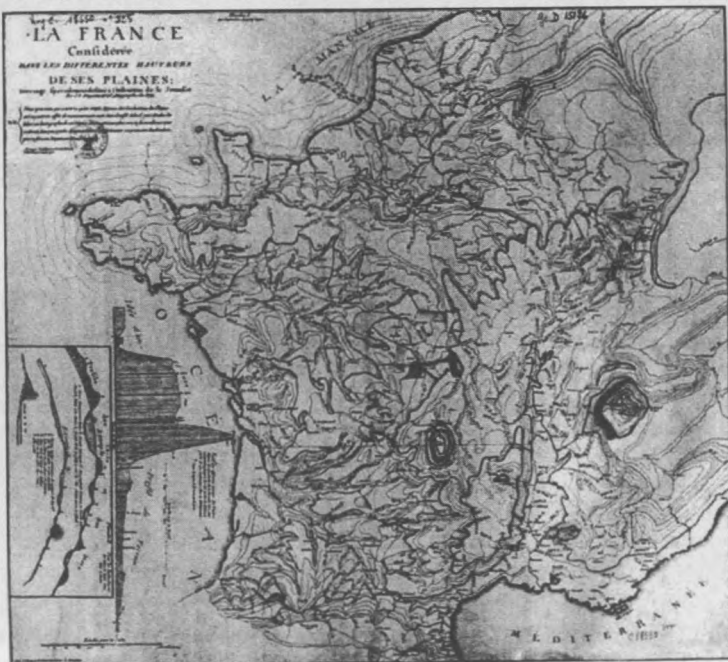
Ryc. 19. Prezentacja za pomocą izolinii wód delty rzek Renu, Mozy i Skaldy na mapie Nicolasa Cruquiusa (ze zbioru Universiteit van Amsterdam Kaartencollectie).



Ryc. 20. Prezentacja za pomocą izolinii ukształtowania dna kanału La Manche, Philippe Buache, 1752 r.



Ryc. 21. Rycina pogładowa zastosowania poziomicy w *Expression des nivellements* Marcellina du Carla-Bonifacego, 1782 r.



Ryc. 22. Poziomicowa mapa Francji Jeana Louisa Dupain-Triela z 1791 r.