

JERZY GAŻDZICKI

528.9.063.9:681.3.07:711

Automatyzacja przetwarzania informacji kartograficznych dla celów projektowania

1. Wstęp

Mapa powstaje w wyniku złożonych procesów przetwarzania informacji źródłowych o terenie, zawartych na zdjęciach fotogrametrycznych lub uzyskanych drogą pomiarów bezpośrednich. W trakcie przetwarzania następuje dość znaczna i zależna od wielu czynników utrata dokładności oraz ograniczenie zakresu informacji pod względem tematycznym i stopnia szczegółowości. Informacje źródłowe są selekcjonowane i opracowywane przez geodetów, fotogrametrów i kartografów według pewnych ujednoczonych zasad, które nie zawsze odpowiadają potrzebom różnych użytkowników mapy.

Wynika stąd naturalna tendencja do wykorzystywania w maksymalnym stopniu informacji źródłowych o terenie. Tendencja ta znajduje swój wyraz w stosowaniu zamiast map zdjęć lotniczych obserwowanych stereoskopowo przy użyciu stereoskopu lub autografów projekcyjnych oraz w wykorzystywaniu różnego rodzaju modeli numerycznych terenu. Proponowane są również nowe rozwiązania, których przykładem może być fotomapa numeryczna składająca się z pary przetworzonych zdjęć stereoskopowych z wykreśloną siatką linii przedstawiających rzeźbę terenu. W punktach przecięć linii wypisywane są na fotomapie wysokości terenu, które prócz tego przechowuje się w sposób umożliwiający ich bezpośrednio wykorzystanie w obliczeniach komputerowych [5].

Jednakże mapa, pomimo swych braków i niedoskonałości, jest niezwykle cennym, powszechnie dostępnym, łatwym w użyciu i przejrzystym dokumentem zawierającym bogate informacje o terenie, w wielu przypadkach całkowicie wystarczające dla potrzeb projektowania i studiów. Odpowiednio dobrana pod względem skali i treści oraz dostatecznie aktualna mapa wielkoskalowa lub topograficzna pozwala na opracowywanie założeń techniczno-ekonomicznych dróg, autostrad, lotnisk i linii kolejowych, sporządzanie projektów scaleń gruntów, projektowanie zagospodarowania

przestrzennego miast itp. Automatyzacja tych procesów obejmuje trzy podstawowe etapy:

- 1) przetwarzanie przedstawionych na mapie informacji graficznych na postać cyfrową,
 - 2) przetwarzanie informacji cyfrowych przy użyciu komputerów,
 - 3) przetwarzanie cyfrowych wyników obliczeń na postać graficzną.
- Etap trzeci w niektórych przypadkach nie występuje.

2. Digitalizacja mapy

Przetwarzanie przedstawionych na mapie informacji z postaci graficznej, a więc analogowej, na postać cyfrową nazywa się digitalizacją¹⁾ mapy. W trakcie digitalizacji położenie poszczególnych elementów jej rysunku rejestrowane jest cyfrowo w odniesieniu do odpowiedniego, z reguły ortogonalnego układu współrzędnych. Digitalizacja dokonywana jest przy użyciu specjalnych urządzeń, które autor proponuje nazywać ogólnie przetwornikami graficzno-cyfrowymi lub koordynatometrami²⁾ przez analogię do koordynatografów.

Położenie elementów mapy określa się współrzędnymi lub przyrostami współrzędnych zapisanymi w odpowiednim kodzie. Jednostką zapisu współrzędnych jest zazwyczaj najmniejszy rozróżnialny w przetworniku odcinek, równy np. 0,1 mm.

Rozróżnia się 3 podstawowe sposoby digitalizacji mapy.

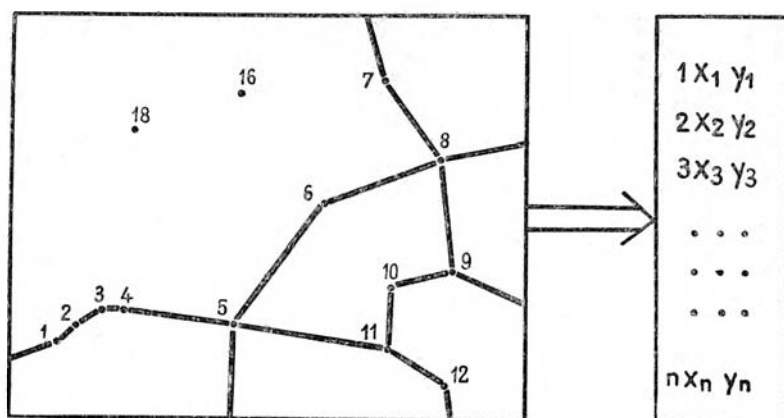
1. *Digitalizacja punktowa*. Operator dokonuje nastawień głowicy odczytującej przetwornika na poszczególne punkty rysunku mapy i przez naciśnięcie odpowiedniego klawisza powoduje automatyczną rejestrację współrzędnych x , y .

2. *Digitalizacja liniowa*. Głowica odczytująca przetwornika przesuwana jest po linii mapy (prostej lub krzywej). W czasie przesuwu rejestrowane są współrzędne punktów linii z zagęszczeniem zależnym zazwyczaj od szybkości przesuwu.

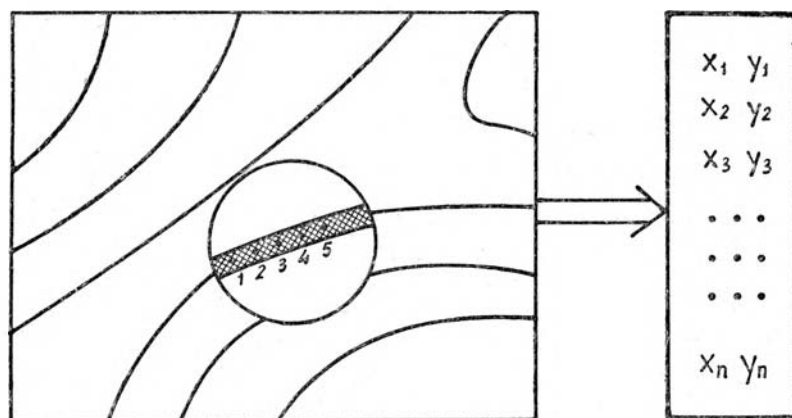
3. *Digitalizacja powierzchniowa (scanning)*. Analizowany jest stopień zaczerwienia prostokątnych fragmentów mapy. Proces realizuje się w ustalonym uporządkowaniu, np. kolejnymi pasami równoległymi do jednej z osi układu współrzędnych. Powstająca przy tym informacja cyfrowa za-

¹⁾ W języku angielskim — „digitising”, w niemieckim — „digitalisierung”, w czeskim — „digitalizace”.

²⁾ W angielskim stosuje się termin „digitiser” obok wielu innych nazw wprowadzanych przez producentów: „line follower”, „pencil follower”, „curve tracer”, „graphics recorder” itd. W niemieckim używa się nazw: „Koordinatenmessgerät”, „Koordinatenauslesegerät”, „Digimeter” itd.



Rys. 1. Digitalizacja punktowa

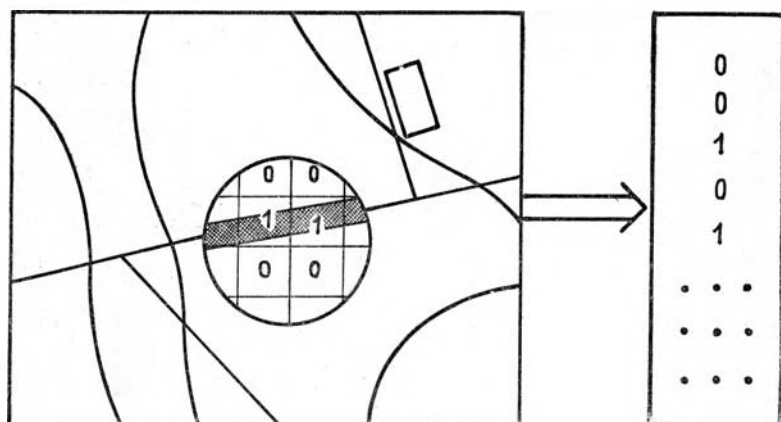


Rys. 2. Digitalizacja liniowa

pisywana jest binarnie. W najprostszym przypadku przyporządkowuje się cyfrę 1 fragmentowi zaczerntonemu oraz cyfrę 0 — fragmentowi nie zaczerntonemu.

Najczęściej stosowana jest digitalizacja punktowa, dogodna nie tylko przy rejestracji współrzędnych wyodrębnionych, punktowych elementów mapy, ale również przy rejestracji odcinków linii prostych lub odcinków linii krzywych o małej krzywiznie. W wyniku powstaje ciąg współrzędnych punktów załamania linii, którymi mogą być granice działek, konturów klasyfikacji gruntów itd.

Digitalizacja liniowa powinna być stosowana przy rejestracji przebiegu linii o dużych krzywiznach, np. warstwicy w terenach górzystych. Zależnie od typu przetwornika prowadzenie po linii dokonuje się ręcznie, półauto-



Rys. 3. Digitalizacja powierzchniowa

matycznie lub automatycznie. W przetwornikach działających automatycznie głowica przesuwana jest po linii bez udziału operatora. Urządzenia tego typu są kosztowne i skomplikowane ze względu na konieczność wyróżniania grubości linii, możliwości ich przecinania się itp. W konstrukcjach półautomatycznych operator ręcznie naprowadza na wybraną linię i decyduje zarówno o początku i końcu rejestracji, jak też o sposobie przechodzenia z linii na linię.

Digitalizacja powierzchniowa jest obecnie stosunkowo rzadko stosowana ze względu na wysokie koszty aparatury, konieczność stosowania szybkich maszyn cyfrowych oraz skomplikowane i rozbudowane programy przetwarzania.

W trakcie rejestracji położenia elementów mapy zapisywane są również uzupełniające informacje o wyróżnionych cechach tych elementów. Rejestruje się m. in. numery punktów, wysokości warstwicy oraz oznaczenia działek, użytków, cieków wodnych, dróg itp. Służy do tego celu odpowiednia klawiatura zawierająca określony zestaw znaków. Od wyboru odpowiednich informacji uzupełniających oraz ustalenia sposobu ich kodowania zależy w istotnym stopniu algorytm komputerowego przetwarzania treści mapy. Zasadniczo rzecz biorąc w procesie przetwarzania operuje się pojedynczymi punktami lub ciągami punktów charakteryzujących daną linię. Zarówno pojedyncze punkty, jak i ciągi punktów muszą być oznaczone w sposób umożliwiający ich identyfikację.

Uzyskane w wyniku digitalizacji dane perforuje się na kartach lub taśmach papierowych, zapisuje się na taśmach magnetycznych albo też przesyła się bezpośrednio do pamięci komputera. Stosowanie kart lub taśm papierowych uzasadnione jest w przypadku digitalizacji punktowej, podczas której uzyskuje się stosunkowo niewielką liczbę danych cyfrowych.

3. Podstawowe właściwości procesów obliczeniowych

W czasie digitalizacji mapy powstają duże zbiory liczbowe, dla których przetwarzania potrzebne są komputery dostatecznie szybkie i wyposażone w pojemne pamięci.

S. M. Howard stwierdził [4], że digitalizacja 190 arkuszy angielskiej mapy topograficznej w skali 1 : 63 360 (one-inch map) wymaga zapisu około 600 milionów par współrzędnych x, y . Oszacowanie to opiera się na założeniu, że na 1 decymetrze kwadratowym mapy wykreślone są linie o łącznej długości rzędu 10 metrów. Poza tym założono, że digitalizacja liniowa dokonywana jest z zagęszczeniem około 0,1 mm.

Jak widać, tworzenie banków danych kartograficznych wymaga stosowania bardzo pojemnych pamięci. Jednakże w procesach projektowania potrzebne są na ogół tylko niektóre elementy treści mapy na określonych, stosunkowo niewielkich obszarach, co pozwala na znaczne zredukowanie liczby zapamiętywanych danych oraz stosowanie mniejszych zestawów komputerowych.

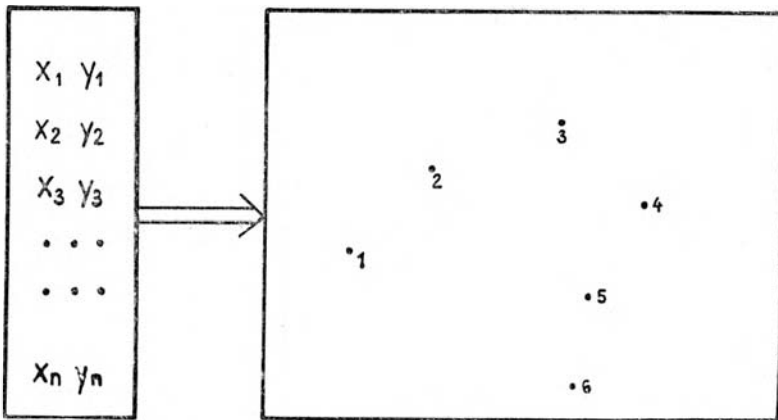
Algorytmy i programy przetwarzania są z reguły skomplikowane i stosunkowo trudne do opracowania. Wiąże się to z koniecznością numerycznego opisywania i przekształcania tworów geometrycznych o zasadniczo dowolnym położeniu i kształcie. Większość operacji wykonywanych przez człowieka na mapie w sposób natychmiastowy, jak np. stwierdzenie, czy dany punkt leży wewnątrz pewnego obszaru, jest dość złożona w realizacji numerycznej. W efekcie czas pracy maszyny zużywany na operacje związane z numerycznym przedstawianiem zależności geometrycznych jest z reguły znacznie większy od czasu właściwych obliczeń projektowych.

Należy również pamiętać o tym, że programy ulegają dodatkowemu i znacznemu rozbudowaniu w przypadku, gdy proces przetwarzania obejmuje automatyczne wykreślenie wyników .

4. Graficzne przedstawianie wyników

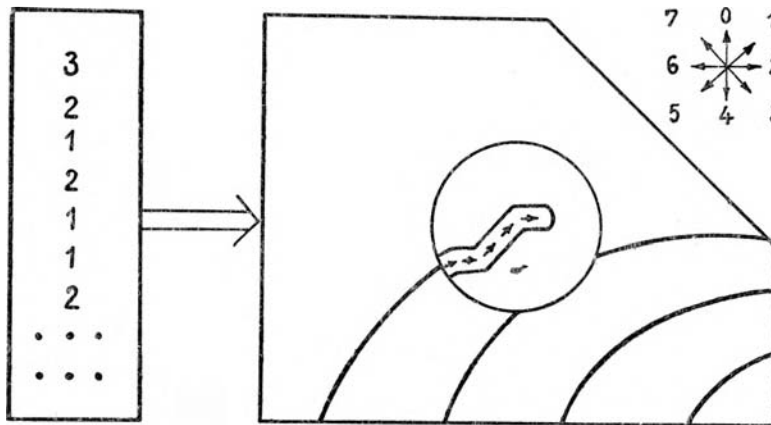
W większości przypadków obliczone przez komputer wyniki projektowania powinny być przedstawione graficznie na mapie lub na oddzielnych rysunkach. Służą do tego celu urządzenia zwane koordynatografami automatycznymi, automatami kreślarskimi lub plotterami. Istnieją 4 podstawowe sposoby działania tych urządzeń.

1. *Nanoszenie punktów*. Nanoszone są automatycznie i oznaczane punkty o współrzędnych wprowadzanych za pośrednictwem kart lub taśm perforowanych. Urządzenia tego typu nazywają się najczęściej koordynatografami automatycznymi.



Rys. 4. Nanoszenie punktów

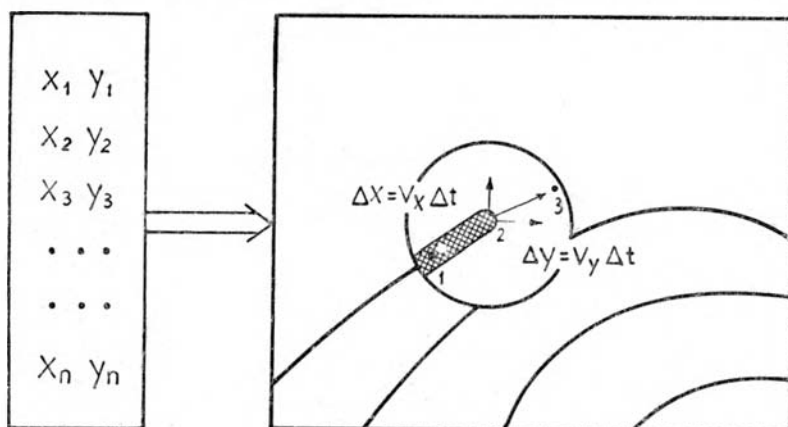
2. *Kreślenie krokowe.* Kreślenie dowolnych linii jest wynikiem wykonywania ze stałą szybkością elementarnych przesunięć (kroków) wzdłuż osi x oraz y . Służące do tego celu plottery kreślą na powierzchni stołu lub — częściej — na powierzchni walca. Wielkość liniowa jednego kroku $0,1 \div 0,2$ mm.



Rys. 5. Kreślenie krokowe

3. *Kreślenie ciągle.* Kreślenie dokonywane jest ze zmieniającymi się w sposób ciągły szybkościami ruchu względem obydwóch osi współrzędnych. Automaty kreślące w sposób ciągły wyposażone są w system pomiarowy umożliwiający określenie różnicy współrzędnych między aktualnym położeniem głowicy kreślącej a położeniem zadany, co pozwala z kolei na ustalenie właściwych szybkości ruchu.

4. *Kreślenie fotoelektroniczne.* Rysunek wyświetlany jest na ekranie lampy oscyloskopowej i fotografowany. Uzyskuje się tą drogą wielkie szybkości opracowania przy stosunkowo niewielkiej dokładności.



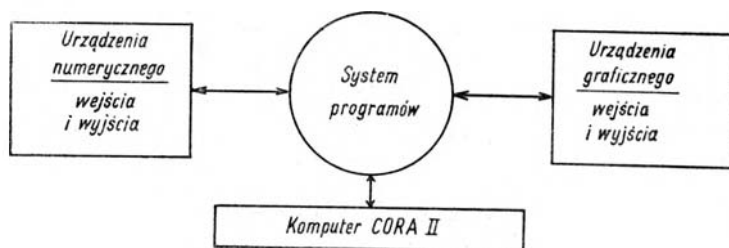
Rys. 6. Kreślenie ciągłe

Powszechnie stosowane są obecnie urządzenia kreślące krokowe, tanie i wygodne w eksploatacji. Wystarczają one całkowicie dla wykonywania niektórych rodzajów map oraz kreślenia projektowych rysunków technicznych. W opracowaniach kartograficznych wymagających wysokiej jakości linii i pełnej dokładności powinny być używane automaty kreślące w sposób ciągły. W skład tego rodzaju automatów wchodzi coraz częściej niewielkie komputery.

5. Przykłady konstrukcji przetworników graficzno-cyfrowych i automatów kreślących

Konstrukcja i produkcja przetworników graficzno-cyfrowych oraz automatów kreślących rozwinęła się w ostatnich latach w sposób niezwykle dynamiczny. Urządzenia te traktowane są jako wartościowe, a często nawet niezbędne uzupełnienie komputerów stosowanych dla celów naukowo-technicznych. Do roku 1969 wyprodukowano około 50 typów przetworników graficzno-cyfrowych i około 70 typów automatów kreślących. Poszczególne typy różnią się bardzo pod względem dokładności, szybkości działania, stopnia automatyzacji realizowanego procesu, wyposażenia w urządzenia wejściowo-wyjściowe i — co za tym idzie — ceny. Poniżej przedstawione są opisy dwóch interesujących konstrukcji, które znalazły uznanie wśród użytkowników i które dość dobrze charakteryzują osiągnięty poziom i istniejące tendencje rozwojowe w zakresie konstrukcji tego rodzaju sprzętu.

CORAGRAPH DC2, firma Contraves, Zürich. Jest to system urządzeń i programów służący do kreślenia i rytowania ciągłego oraz digitalizacji punktowej.



Rys. 7. Schemat systemu Coragraph DC2

Wchodzący w skład systemu komputer CORA II stosowany jest w jednym z dwóch modeli. Model CORA IIA wyposażony jest w pamięć ferrytową o pojemności 8K słów 24-bitowych. Czas cyklu pamięci: 4,8 μ s. Model CORA IIB posiada dodatkową pamięć ferrytową o maksymalnej pojemności 132 K.

Typowymi urządzeniami numerycznego wejścia i wyjścia są: elektryczna maszyna do pisania, czytnik i perforator taśmy papierowej, czytnik kart, magnetyczna pamięć taśmowa.

Jako urządzenia graficznego wejścia i wyjścia stosuje się przede wszystkim koordynatografy o następujących wymiarach stołów: 1130 mm \times 1170 mm, 1130 mm \times 1670 mm. Maksymalna szybkość kreślenia lub rytowania: 80 mm/sek, błąd mniejszy od 0,06 mm.

System programów obejmuje:

— program kreślenia o ogólnym przeznaczeniu, umożliwiającym m. in. kreślenie linii prostych, łuków kół, interpolowanych krzywych, symboli i tekstów,

— programy pomocnicze i testowe,

— translatory języków programowania,

— programy użytkowe z zakresu budowy dróg, geodezji, kartografii, elektroniki itd.

Dalsze programy mogą być pisane w języku adresów symbolicznych oraz w językach BASIC- FORTRAN (Cora IIA) i FORTRAN (Cora IIB).

Automaty tego typu wykorzystywane są przez czeską i słowacką służbę geodezyjną, głównie w zakresie produkcji map wielkoskalowych. Czas kreślenia lub rytowania jednej mapy wynosi kilka godzin. Stosowana technologia obejmuje jedno albo dwa kreślenia kontrolne oraz rytowanie.

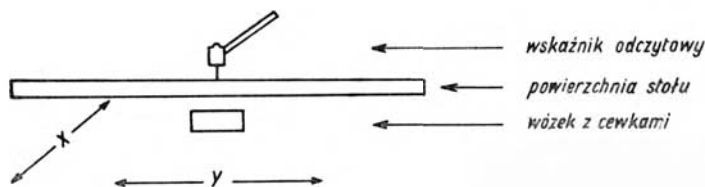
PENCIL FOLLOWER SYSTEM 2, firma d-mac, Glasgow. W skład tego systemu służącego do digitalizacji punktowej i liniowej wchodzi następujące urządzenia:

- stół odczytowy,
- jednostka sterująca,
- pulpit operacyjny,
- urządzenia wyjściowe.



Rys. 8. Pencil Follower

Produkowane przez firmę d-mac stoły odczytowe wyróżniają się oryginalną konstrukcją. Digitalizacja mapy, rysunku lub zdjęcia położonego na powierzchni stołu dokonywana jest przez ręczne nastawianie na punkty lub wodzenie po liniach wskaźnikiem odczytowym wykonanym w kształcie ołówka lub lupy. Wskaźnik ten nie jest połączony mechanicznie ze stołem, co jest typowe dla innych konstrukcji, lecz tylko elektrycznie, przy użyciu cienkiego przewodu. Przez wskaźnik indukowane jest pole elektryczne działające na cewki ruchomego wózka znajdującego się pod powierzchnią stołu. Powstające przy przesuwie wskaźnika zmiany pola wykorzystywane są po odpowiednim wzmocnieniu do sterowania serwomotorami, które tak napędzają wózek, aby przesunął się on w ślad za wskaźnikiem (stąd nazwa urządzenia). Z kolei przesunięcia wózka są przetwarzane przy użyciu odpowiednich konwerterów na postać cyfrową.



Rys. 9. Stół odczytowy

Powierzchnia robocza stołu: 100 cm×100 cm, dokładność: 0,1÷0,2 mm.

Jako urządzenia wyjściowe mogą być stosowane:

- dalekopis,
- perforator taśmy papierowej,
- perforator kart papierowych,
- urządzenie do zapisu na taśmie magnetycznej.

W Instytucie Geodezji i Kartografii stosowany jest obecnie własnej konstrukcji automat KART 2, służący do:

- digitalizacji punktowej,
- nanoszenia punktów,
- kreślenia krokowego.

Opis tego automatu podany jest w pracy [2].

W roku 1971 opracowano w Instytucie prototyp przetwornika graficzno-cyfrowego współdziałającego z maszyną GEO 2 (praca on line).

Opracowano również koncepcję urządzenia do dwukierunkowej łączności graficznej między człowiekiem i komputerem podczas przetwarzania informacji zawartych na mapie. Urządzenie to umożliwiłoby realizowanie procesów projektowania na mapie, której określona treść, po przekazaniu do komputera i przetworzeniu, powinna być uzupełniona nowymi, automatycznie kreślonymi elementami graficznymi, umożliwiającymi przekazanie dalszych informacji do komputera itd.

6. Prosty przykład automatyzacji procesu projektowego

Na zakończenie niniejszego artykułu przedstawiony zostanie prosty przykład automatyzacji przetwarzania informacji kartograficznych dla celów wstępnego projektowania linii kolejowych [3].

W roku 1970 na zlecenie i przy współdziałaniu Centralnego Biura Studiów i Projektów Budownictwa Kolejowego opracowano w Instytucie Geodezji i Kartografii system zautomatyzowanego opracowania dokumentacji geodezyjnej projektów wstępnych linii kolejowych. W systemie tym wykorzystuje się komputer UMC 10 oraz automat KART 2.

Przetworzenie elementów treści mapy na określone elementy dokumentacji projektu wstępnego (czyli tzw. założeń techniczno-ekonomicznych) obejmuje szereg etapów, wśród których można wyróżnić następujące:

- projektowanie przebiegu linii na mapie,
- opracowanie profilu podłużnego linii,
- projektowanie niwelety,
- obliczenie robót ziemnych.

Jak widać, występują tu na przemian prace ściśle projektowe, wymagające wysokich kwalifikacji fachowych, inwencji i doświadczenia projek-

tanta oraz żmudne prace techniczne, które powinny być wykonywane z wykorzystaniem wszystkich dostępnych informacji o terenie, bezbłędnie, dokładnie i szybko. Opierając się na doświadczeniach szwedzkich opracowano system projektowania, w którym zautomatyzowane jest wykonywanie prac technicznych, przy pozostawieniu inżynierowi swobody w zakresie twórczej pracy projektowej. Walory tego systemu polegają zatem na szybszym, dokładniejszym i bardziej wszechstronnym przedstawianiu informacji niezbędnych dla podjęcia przez projektanta możliwie optymalnych decyzji.

Przebieg prac objętych systemem przedstawia się jak następuje:

PROJEKTANT	— projektowanie przebiegu linii na mapie w dostatecznej liczbie wariantów,
KART 2	— rejestracja danych cyfrowych profilów podłużnych,
UMC 10	— obliczenie rzędnych i odległości poziomych profilów podłużnych oraz obliczenie danych sterujących KART 2 w procesie kreślenia tych profilów,
KART 2	— kreślenie profilów podłużnych,
PROJEKTANT	— projektowanie niwelety w dostatecznej liczbie wariantów,
UMC 10	— obliczenie robót ziemnych i danych wykresu mas ziemnych.

System umożliwia optymalizację projektu w trakcie współdziałania projektanta z ośrodkiem obliczeniowym. Po uzyskaniu wyników charakteryzujących dany wariant projektant wprowadza odpowiednie modyfikacje i przekazuje nowe założenia niezbędne dla wykonania dalszych obliczeń.

Istotnym etapem pracy jest digitalizacja mapy wzdłuż zaprojektowanego przebiegu linii kolejowej. W trakcie digitalizacji każdemu charakterystycznemu punktowi linii przyporządkowuje się zespół liczb określających położenie i rodzaj punktu. Liczby te są perforowane na taśmie przy użyciu automatu KART 2.

Zależnie od sposobu określenia wysokości rozróżniono 3 rodzaje punktów terenowych:

- 1) punkty o znanych wysokościach, np. punkty leżące na warstwiczy lub punkty posiadające wysokości podane w postaci cyfrowej,
- 2) punkty o wysokościach określonych przez liniową interpolację wzdłuż projektowanej trasy, przy założeniu, że jest to dopuszczalne przy danym układzie warstwicy,
- 3) punkty o wysokościach określanych przez liniową interpolację wzdłuż prostopadłej do warstwicy.

Zgodnie z podanym wyżej podziałem przyjęto 3 sposoby zapisu danych dotyczących pojedynczego punktu:

ad) 1) $X_i \cdot Y_i \cdot H_i \cdot n \cdot k$.

ad 2) $X_i \cdot Y_i \cdot O \cdot n \cdot k$.

ad 3) $X_i \cdot Y_i \cdot 1 \cdot X_w \cdot Y_w \cdot X_p \cdot Y_p \cdot H_w \cdot H_p \cdot n \cdot k$.

gdzie:

$X_i Y_i$ — współrzędne i -tego punktu podane w jednostkach KART 2 (0,05 mm lub 0,1 mm),

H_i — wysokość punktu podana w decymetrach,

0,1 — wskaźniki sposobu interpolacji,

n — liczba określająca rodzaj punktu terenowego według kodu podanego w zamieszczonej poniżej tabeli,

k — informacja dodatkowa o punkcie, np. szerokość drogi, głębokość rowu itp.

$X_w \cdot Y_w \cdot H_w \cdot X_p \cdot Y_p \cdot H_p$ — współrzędne i wysokości punktów położonych na sąsiednich warstwicach i wykorzystywanych do interpolacji wysokości punktu i .

Dla określenia rodzaju punktu stosowany jest następujący kod cyfrowy:

- n rodzaj punktu,
- 2 początek lub koniec łuku w prawo,
- 1 początek lub koniec łuku w lewo,
- 0 punkt warstwicowy,
- 1 szosa lub droga utrzymana,
- 2 droga gruntowa, ścieżka,
- 3 rzeki, kanały,
- 4 rów,
- 5 linia kolejowa,
- 6 napowietrzny przewód elektryczny,
- 7 napowietrzny przewód telefoniczny,
- 8 granica województwa,
- 9 granica powiatu,
- 10 rurociąg,
- 11 inne.

Rejestracja danych dotyczących i -tego punktu przebiega z reguły w następujący sposób:

— nastawienie wskaźnika odczytowego KART 2 na punkt,

— naciśnięcie klawisza START na przystawce operacyjnej, co powoduje perforację i druk współrzędnych X_i, Y_i ,

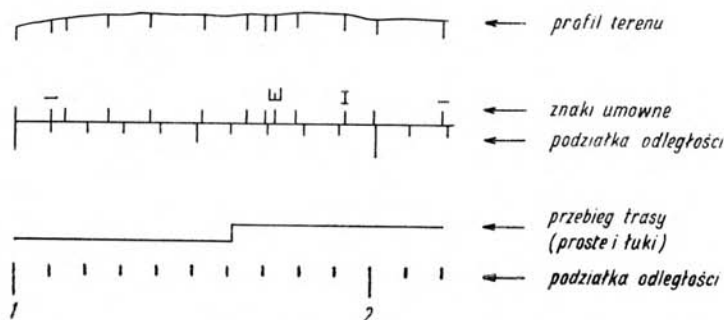
— dopisanie informacji uzupełniających za pomocą klawiatury przystawki operacyjnej lub dalekopisu.

W przypadku punktów o wysokościach określanych przez liniową interpolację wzdłuż prostopadłej do warstwic niezbędne jest dodatkowe za-

rejestrowanie współrzędnych odpowiednich punktów tych warstw. W dalszym etapie wykonuje się na UMC 10:

— obliczenie i druk danych numerycznych (odległości i wysokości) profilu podłużnego,

— perforację taśmy sterującej KART 2 przy kreśleniu profilu.



Rys. 10. Fragment profilu

Rodzaje punktów terenowych oznaczane są na profilu podłużnym odpowiednimi znakami umownymi o bardzo prostym kształcie. Na rysunku 10 przedstawiającym fragment profilu występują następujące znaki:

- droga gruntowa lub ścieżka,
- W — granica województwa,
- I — linia kolejowa.

Punkty warstwiczne nie są oznaczane.

Po zaprojektowaniu przebiegu niwelety oblicza się na UMC 10 roboty ziemne i dane wykresu mas ziemnych wykorzystując zarejestrowane dane o rzeźbie terenu.

Opracowany system został zastosowany praktycznie przy projektowaniu nowych linii kolejowych o łącznej długości rzędu 400 km. Wykorzystywano mapy w skali 1 : 10 000 oraz 1 : 25 000.

W roku 1971 opracowano w Instytucie system projektowania dróg i autostrad na podstawie modelu numerycznego terenu. Model ten może być tworzony przez digitalizację mapy warstwicznej w pasie o określonej szerokości, np. 500 m. Prowadzone są również prace w zakresie automatyzacji projektowania scaleń gruntów.

LITERATURA

- [1] Christ F.: Untersuchung zur Automation der kartographischen Bearbeitung von Landkarten. Nachr. Karten- und Vermess. Nr 41, 1969.
- [2] Gaździcki J.: Nowy koordynatograf automatyczny Instytutu Geodezji i Kartografii. Przegląd Geodezyjny. Biuletyn IGiK 1971.

- [3] Gaździcki J. i in.: Zastosowanie elektronicznej techniki obliczeniowej do opracowania projektu wstępnego linii kolejowej. Praca zbiorowa wykonana w Instytucie Geodezji i Kartografii, Warszawa 1970 (maszynopis).
- [4] Howard S. M.: A cartographic data bank for ordnance survey maps. Cartogr. J. 1958, 6.
- [5] Kamiya R.: An introduction to the digital photo map. ISP Symposium, London 1971.
- [6] Uhrig H.: Untersuchungen zum Datenumfang und Speicherbedarf sowie zur automationsgerechten Gestaltung der Zeichen für die Topographische Übersichtskarte 1 : 200 000. Nachr. Karten- und Vermess., nr 47, 1970.
- [7] Wasmut A. S.: Awtomatizacyja processa cztenienija kartograficzeskoj informacii. Geod. i Kart., nr 7, 1966.

*Praca przedstawiona w skrócie na Sympozjum
Służb Geodezyjnych w Warszawie, październik
1971 r.*

Rękopis dostarczono Redakcji w listopadzie 1971 r.

ЕЖИ ГАЗЬДЗИЦКИ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Резюме

В работе представлены три основные этапы процессов автоматизированной обработки содержания карт для проектирования: цифровые преобразования карты, вычисления на электронно-вычислительных машинах и графическое представление результатов вычислений. Описывается конструкция изготавливаемых технических средств, в качестве примера назван чертежный автомат CORAGRAPH DC2 и PENCIL FOLLOWER SYSTEM 2.

Представляется также система предварительного проектирования железнодорожных линий выполненная при использовании электронной вычислительной машины UMC 10 и автомата KART 2, применяемого для цифрового преобразования карт и вычерчивания профилей территории.

JERZY GAŻDZICKI

AUTOMATIC PROCESSING OF CARTOGRAPHIC DATA FOR DRAFTING PURPOSES

Summary

For map drafting purposes, three basic stages of automatic map processing have been presented in this work: map digitising, computer calculation and graphical presentation of the calculation results. The construction of manufactured technical appliances has been described. As an example there are given: drafting automat CORAGRAPH DC 2 and PENCIL FOLLOWER SYSTEM 2.

A system for preliminary design of railway lines accomplished by means of the UMC 10 computer and the KART 2 automat has been presented as well. The system is used for map digitising and drafting of ground profiles.

