

A TÉRKÉPÉSZET TUDOMÁNYA

Elhangzott 2005. február 15-én

Összefoglalás

Több térképtörténész szerint a térképészet tudománya az első térképekkel kezdődik.

Számos kartográfus viszont azt vallja, hogy a térképtudomány az első elméleti elemek révén alakult ki. Ez az ókorban a vetülettan alapjainak a megteremtése során jött létre. Tagadhatatlan viszont, hogy a térképészetnek innen kezdve még igen hosszú utat kellett megtennie ahhoz, hogy önálló tudományágként elismerjék. Ez az amerikai kontinensen csak néhány évtizede valósult meg, az ottani kartográfusok a 20. század '60-as, '70-es éveire teszik a térképtudomány genezisének befejezését.

Ezek a szélsőséges vélemények is jól szemléltetik a különböző felfogásokat, amelyek az őstörténettől szinte napjainkig terjedő időszakon belül helyezik el a térképtudomány kialakulását. Nyilvánvaló, hogy a nagy időbeli besorolási különbségek mögött más-más szempontok rejlenek. Az egymástól eltérő kritériumok alkalmazásának lehetősége viszont a térképtudomány kialakulásának bonyolultságára utal.

A térképtudomány kialakulását különböző fejlődési vonalak hordozták, amelyek között jelentős idő- és térbeli fáziseltolódások voltak. A fejlődési vonalak általános jellemzéséhez olyan rendszerezésre van szükség, amely a kartográfia alapszerkezetéből: a tárgyszféra és a metaszféra megkülönböztetéséből indul ki.

A kartográfia tárgyszféráját a konkrét kartográfiai modellezés képezi – leegyszerűsítve azt is mondhatjuk, hogy a tárgyszférát a térképkészítés és térképhasználat képezi. A kartográfia metaszférájának leglényegesebb alkotóeleme az elméleti kartográfia, amely elsősorban az általános elméleti részből, valamint a térképkészítés és térképhasználat elméleteiből tevődik össze. A metaszféra azonban több ennél, a tárgyszféra mindenféle visszatükrözési formáját felöleli. Nem minden esetben szükséges az elméleti kartográfia és a kartográfia metaszférája közötti különbséget hangsúlyozni. Így ezeket a fogalmakat szinonim kifejezéseként is használhatjuk.¹

A térképtudomány, illetve a kartográfia tudománya kifejezéseket szintén szinonimákként szokták használni, ami általában nem okoz semmiféle fogalmi zavart. Itt mégis utalni kell arra, hogy a két fogalom nem fedi teljesen egymást. A térképtudomány-fogalom terjedelme nagyobb: pl. történeti szempontból is lényeges, hogy a metaszférán kívül a tárgyszféra egy részét is átfogja.

A térképtudományon belül – mint minden tudományon belül – két szintet lehet megkülönböztetni: a megismerési és az intézményi szintet. Az előbbihez a sajtósági ismereti rendszer, a sajtósági ismereti cél és a sajtósági terminológia tartozik. Az utóbbihoz azok a szociális-kommunikációs kapcsolatok, intézményi rendszerek tartoznak, amelyek a térképtudományt életképessé teszik. Ide tartozik többek között a hivatássá válás kérdése, annak vizsgálata, hogy hogyan lett a térképészet mellékfoglalkozásból főfoglalkozás, milyen elismerés övezte a kartográfus hivatást az egyes időszakokban, milyen intézményekben jött

¹ Történeti szempontokból azonban néha fontos ez a különbségtétel, mivel a térképtudomány ismeretrendszerének létrejöttében azok a metaszféra-elemek is nagy szerepet játszottak, amelyek nem sorolhatók be az elméleti kartográfia fogalmi körébe. Ilyenek például a gyakorlati kartográfiai munka egyszerű visszatükrözési formái, empirikus leírásai, mint a térképkatalógusok vagy bizonyos térképtörténeti munkák.

létre a hivatássá válás stb. Számunkra különösen fontos annak feltárása, hogy hogyan alakult ki az elméleti kartográfia intézményi rendszere.

A térképtudomány kialakulásáról vallott nézetek

A térképtudomány kialakulásának meghatározásában, létrejötte időpontjának kijelölésében nagy eltérések mutatkoznak. Az eltérések több okra vezethetők vissza. Elsősorban arra, hogy a kutatók eltérő ismerveket és eltérő indexálást alkalmaznak munkáikban. Például olyan fogalmak, mint tudomány vagy tudományág, más-más értelmezésben szerepel a szerzőknél; nem beszélve arról, hogy magáról a térképészetről és szerkezetéről is eltérő felfogásokat vallanak. De az eltéréseknek nemcsak a kutatók szubjektuma az oka, hanem ennek objektív alapja is van. Nevezetesen az a több fejlődési vonal összefonódásából kialakuló szövevényesség, amely a kartográfia önállóvá válásának folyamatában megmutatkozik.

Sajnálatosan gyakori ma a térképészeten az a felfogás, amely szerint a tudomány műveléséhez elegendő az éppen aktuális szakirodalom ismerete. Ez veszélyes nézet, mert az ismeretek történeti fejlődésének figyelmen kívül hagyása, azaz a szakmai visszatekintés hiánya, megengedhetetlenül szegényíti a szaktudós ismeretvilágát. Hiszen sokszor időben távolibb megfigyelések és elméletek azok, amelyek forradalmian új tudományfejlődés csíráját alkothatják. Ezeket a megfigyeléseket és elméleteket saját koruk mellőzte, kuriózumként kezelte, mivel nem illettek bele az ismeretek adott rendszerébe. Más tények iránt pedig nem volt igény egy adott időpontban, ezért maradhattak visszhang nélkül.²

A tudománytörténeti munkák többségében a térképtudomány kialakulása nem mint határozott korszakváltás jelentkezik az időrendi fejlődésben. Ennek oka a szerzők azon – többnyire nem kifejtett – felfogásában rejlik, miszerint a térképészet még történetének abban az időszakában tudománnyá fejlődött, amelyből a korai térképészeti emlékek származnak. Ezen az elnagyoltan behatárolt időkereten belül különböző felfogásokat ismerünk a tudományos térképészet kialakulásának pontosabb meghatározására.

Ulrich Freitag véleménye, hogy a térképészet tudományának megalapozása már az emberi társadalom megszervezésének korai stádiumában megtörtént. Nézete szerint a világmindenség vagy a felszín egyes részeinek ábrázolása a babilóniaiak vagy a sumérok agyagtáblácskáin már jelentékeny absztrakciós képességre és technikai készségre utal.

Ezzel szemben több szerző, Eckert, M., Szaliscsev, K., Arnberger, E. és Kretschmer, I. szerint a tudományos térképészet alapjai a görög ókorból származnak, és pedig az akkor minden tudományágat magában foglaló filozófia keretén belül alakultak ki. A felhozott bizonyítékok: a görögök állapították meg, hogy a Föld gömb alakú és számították ki a méretét, rendelkeztek az első térképvetületekkel és bevezették a hosszúsági és szélességi körök hálózatát; ők alkották az első földrajzi térképeket, amelyek már a gömbalak figyelembevételével készültek.

A térképszerkesztés tudományos alapjainak kidolgozása, amelynek előkészítésében Dikaiarkhosz, Eratoszthenész, Hipparchosz és Türoszi Marinosz vettek részt, Klaudiosz Ptolemaiosz *Geográfiájában* érte el a csúcspontját. Ez a munka tartalmazta az első szerkesztői

² Hiába bizonyította Eratoszthenész több mint kétezer évvel ezelőtt a Föld gömbölyűségét, a Földet mindenki, aki rajta járt, lokálisan síknak, laposnak találta. Mondhatni, hogy a természettudomány tapasztalaton és gondolati munkán alapuló gömbölyű világképe a laikusok közvetlen tapasztalatán nyugvó „hiszem amit látok” lapos világképével állt szemben. Így ezt a felfedezést legfeljebb elegáns szellemi mutatványként értékelte néhány szakmabeli, de mérhető társadalmi szintű világképváltozást nem váltott ki. Vasco de Gama és Kolumbusz földkörüli útjai már nemcsak direkt úton igazolták a Föld gömbölyűségét, de igencsak érzékelhető módon zavarták meg a társadalom világképét is. Az ő gömbölyű világképük ugyanis hatalmat, aranyat, hajóipart, kereskedelmet, egyszerű társadalmi előnyt jelentett a „lapos” világképük számára is. Mindenesetre a tudományos világkép fejlődése ebben az esetben alig kevesebb, mint kétezer évvel megelőzte a társadalmi világkép fejlődését.

utasítást térképek készítésére. Ebből kifolyólag hirdették a jeles szerzők a szakirodalomban, hogy a tudományos kartográfia Ptolemaiosz munkásságával kezdődött. „A tudományos kartográfia koncepcióját geográfia név alatt időszámításunk második századában Ptolemaiosz dolgozta ki” – írja Szaliscsev. Eckert őt nevezte az első „tudományos kartográfusnak”.

A ptolemaioszi örökség átvételével, továbbfejlesztésével a modern térképészet a reneszánsz alatt alakult ki a humanisták szellemében. Így ez az időszak Wolkenhauer, W., Bricker, Ch. és Tooley, R. V. szerint meghatározó szerepet játszik a tudományos térképészet történetében. Gerhard Mercator 16. századi munkásságát ők mint a térképészetben bekövetkezett teljes átalakulást értékelik. Állításukat az új térképvetületek bevezetésével és a térképészeti adatok kritikai feldolgozásával támasztják alá. Hettner, A. Mercator 1569-ben közzétett hajózási világtérképének megjelenésétől számítja a tudományos kartográfia „reformáció korát”.

Grosjean, G., Kinauer, R. és Wawrik, F. a 18. század közepét tekinti időbeli csomópontnak a tudományos térképészet kialakításában. A térképészet a természettudományos ismeretek fejlődéséhez kapcsolódva új szakaszba lép; a térkép elszakad az általános szellemi és művészi összefüggésektől és célirányos tudományos és technikai segédeszközzé válik. A térképek pontossá válnak és egyre inkább tudományosan megalapozott felméréseken alapulnak. Wawrik szerint ez azt jelenti, hogy véglegesen megszabadultak a ptolemaioszi hibáktól és ezáltal a kartográfia egzakt tudománnyá fejlődött. A térképészet – mint írja – többé nem mutatkozott kaotikusnak és irracionálisnak, hanem az ésszel rendezett kozmosz tükrének. Ebben a francia fokmérések, amelyek megbízható és pontos terepfelvétel alapját képezik, fontos szerepet játszottak, de a kisméretarányú térképek forráskritikai feldolgozása is mértékadó befolyással bírt.

A kartográfia önállósodásának kezdetét számos kutató a 18. század elejére teszi. Lehmann, E. által megfogalmazott közös felfogásuk szerint: „a földrajz, a csillagászat és a geodézia szoros összefonódása az oka, hogy a térképészet egészen a 18. századig nem szerepel önálló tudományként”.

A térképészet kezdetektől a 18. század első feléig tartó története során elsődlegesen a kartográfia gyakorlati területe, Pápay Gyula megfogalmazásában a tárgyszféra alakult ki. Ebben a hosszú időszakban a metaszférának, az elméleti oldalnak csak az első eleme, a vetülettan, a térképhálózatok szerkesztésének tana jött létre.

Egészen a 18. század kezdetéig a térképszerkesztés művészetnek számított egy magas szintű, tudományos ismereteket is feltételező kézművesség értelmében. A kartográfia tudományos szempontjával a térkép tartalmának kidolgozása számított.

Az önálló tudománnyá alakulás irányában döntő mozzanatnak a térképészeti elmélet további elemeinek a megjelenése bizonyult. Ez a megjelenési folyamat képezi az önálló kartográfia kialakulásának első szakaszát. Pápay megfogalmazásában „a XVIII. század elejétől a XIX. század első feléig tartó előtörténeti periódust”. A már létező vetülettan mellett – amely ebben az időben Lambert, J. H., Euler, L. és Lagrange, J. L. munkássága nyomán fejlődött – a kartográfiai metaszféra új elemeként megjelenik a térkép-történetírás. A németek kezdték (Gottschling, Gregorii és Hauber), a franciák folytatták (Lenglet-Dufresnoy, Vaugondy, Sonlavie és Fontanelle). Busching tollából 1773-ban megjelentek az első térképbírálatok, mint a korabeli térképek forráskritikai feldolgozásai, Adelung pedig 1796-ban bibliográfiai összeállítást készített. A térképészeti metaszféra kialakulásában a legnagyobb jelentősége azonban a domborzatábrázolás megjavítására vonatkozó elképzeléseknek volt. Ducarla-Bonifas, M., Dupain Triel, J-L., Lehmann, J. G. módszerei a domborzat pontos és mérhető ábrázolását tették lehetővé. Az új domborzatábrázolási módszerek kifejlesztését a nagyméretarányú térképeken elsősorban a katonai igények ösztönözték. A 18. század végén Poroszországban az akkori hadtudomány speciális ágaként alakult ki a domborzat ábrázolásával és értékelésével foglalkozó tereptan, amely később Ausztriában olyan kézikönyvek megjelenésével és tanszékek alapításával jelzett fejlődésen ment át, hogy a 19.

század második felében már külön tudománynak tekintették. A katonai szükségletek mellett létezett azonban egy „térképészetben belüli” igény is a domborzatábrázolás tökéletesítésére. A geodézia, ezen belül is a topográfia fejlődése folytán ellentmondás támadt a domborzat főként művészi, így igen szubjektív és ebben az értelemben anakronisztikus ábrázolása és a többi térképelem, a síkrajz egzakt előállításuk között. A harmadik dimenzió síkban történő ábrázolása az alkalmazott matematika határain messze túlnövő, speciálisan kartográfiai problémát jelentett. A kísérletek és módszertani viták során a domborzatábrázolás kérdésében új látásmód alakult ki, amely a későbbi, a 19. század első felétől a 20. század elejéig tartó előkészítési fázisban a térképészetben meghatározó fejlődési irányvá vált. Ez a módszertani alapozású fejlődési irány a földrajzban, a topográfiában és a hadtudományban – más-más intézményes formák között – lényeges mértékben járult hozzá a földrajzi (topo- és korográfiai) térképek különböző, méretaránytól függő területeinek integratív kezeléséhez. A módszertani viták kiterjedtek a kisméretarányú atlasztérképek domborzatábrázolására is, amelyek addig kizárólag a földrajztudomány hatáskörébe tartoztak. A szakmai viták nyomán nemcsak új ábrázolási módszerek jöttek létre, mint például a hipszometrikus (magasságfokozatos) színezés, hanem a kartográfiai módszerek újabb szaktudományi területekre is kiterjedtek.

Ugyancsak jelentősnek bizonyult az előtörténeti periódus végén az a tematikus kartográfiai vonatkozású fejlődési irány, amelyet 1817-ben Alexander von Humboldt tevékenysége indított el.

A térképészet önállóvá válásának folyamata, a kartográfia differenciálódása más szemszögből, az intézményesedés oldaláról is jól követhető.

A katonai keretek között végzett terepfelmérésen alapuló topográfiai térképezés kialakította a saját intézményes formáit. 1791 júliusában Nagy-Britanniában megalapították az Ordnance Surveyt, a térképészeti szolgálatot és ugyanezen év novemberében Franciaországban felállították a Depot de la guerre-t, a hadilevéltárat. 1800-ban Milánóban Napóleon létrehozta a Deposito della Guerra-t, amelyből később a bécsi Militärgeographisches Institut fejlődött ki. A térképezés feladata jól felkészült földmérő-mérnökök kezében nyugodott; ilyen szakembereket 1772-től Budán az Institutum Geometricumban, Franciaországban pedig az 1790-es évek közepétől az École Polytechnique-en képezték. A 18. század végén Bécsben Liechtenstern térképrajzolást és térképsokszorosítást oktató iskolát indított.

A térképészet gyakorlat oldaláról serkentett önállósodásához hozzájárult a korszak tematikus térképeinek növekvő változatossága. Ebben (köszönhetően Lister, Halley, Buache, Packe, Guettard, Young, Smith és Humboldt munkásságának), Anglia és Franciaország járt az élen.

A térképészet önállóvá válása a 19. század első felétől a 20. század elejéig tartó előkészítő fázisban igen jól követhetően folytatódott. Ebben a szakaszban két fejlődési tendencia a meghatározó.

Egyrészt az egymástól elváló, differenciálódó tudományágak és az ugyancsak differenciálódó kartográfia között integrációs tartományok alakultak ki. Ez a kartográfiának a különféle tudományágakba speciális részterületként történő besorolásához, vagy fordítva, a tudományág egy részének a kartográfia résztartományaként kezeléséhez vezetett. Ilyen integrációs tartományok elsősorban az ebben az időben önálló tudománnyá váló geodéziával, geológiával, oceanográfiával, meteorológiával és a hadtudományokkal kölcsönhatásban alakultak ki.

Másrészt a kartográfiai metaszféra elemeinek fejlődésével megkezdődött a különböző tudományágakban annak felismerése, hogy a térképi modellezés minden ábrázolási sokféleség mellett is egyértelmű problémafeltáró és -megoldó lehetőséggel rendelkezik. Egyre jobban és egyre több tudományágban került alkalmazásra a térképészítés, mint tudományos módszer.

Ehhez a korszakhoz, az előkészítő fázishoz fűződik a „kartográfia” fogalom megszületése is. A szakirodalomban általános a vélemény, hogy a fogalmat 1839-ben Manuel Francisco de Baross y Sonza alkotta. Ezt Pápay vitatja, kutatásai szerint a fogalmat Berghaus 1829-ben kiadott munkájában már többször említi. Ennél is távolabbi időre megy vissza 1974-ben publikált tanulmányában az utrecht-i egyetem professzora, Koeman, C. szerinte az elnevezés 1567-ben egy felmérőműszerre vésett feliraton fordul elő, de a fogalom abban a korban nem terjedt el.

A térképészet integratív, egységes egészet mutató képének kialakulásához és fejlődéséhez nagyban hozzájárultak az első önálló kartográfiai folyóiratokban, az 1840-es évek elején csak rövid ideig élő *Kartenfreund*-ben és a *Petermann's Geographische Mitteilungen*-ben (1856 és 1863 között például Emil von Sydow tollából) közölt tanulmányok, de mindenekelőtt az olyan összefoglaló munkák, mint Tóth Ágoston *A helyszínrajz és földképekészítés történelme, elmélete és jelen állása* című könyve 1869-ből.

A térképészet önállósodásának, integrálódásának közvetett bizonyítéka az is, hogy növekedett a különböző tudományágak keretében kiképzett, de főfoglalkozásként kartográfiai kérdésekkel foglalkozó szakemberek között a szakmai egyezés mértéke. Ez abban is kifejezésre jutott, hogy használatba jött a térképész – nemzetközi szóhasználattal kartográfus – elnevezés mint általános foglalkozás megnevezés. A térképészet egyre inkább úgy szerepelt, mint a kartográfusok ügye. A megnövekedett szakmai azonossági fok jól tükröződött egy nemzetközi kartográfiai társaság alapítására irányuló törekvésekben is. Az 1895-ös londoni, majd az 1899-es berlini nemzetközi földrajzi kongresszusokon az orosz Tillo terjesztett elő ilyen irányú javaslatokat.

A kartográfia önálló tudományággá válásának előkészítő fázisában a gyakorlati kartográfia két irányban hatalmasat fejlődött. A topokartográfiában a domborzatábrázolást a svájci mesterek (Leuzinger, Imfeld, Becker, Kümmerly) magas szintű művészetté („svájci manier”) fejlesztették; a tematikus térképészetben pedig a német Heinrich és Hermann Berghaus, Petermann, az angol Johnston, Harness, Shapter, Hume, a dán Ravn, az ír Booth, a francia Minard és az amerikaiak, Maury, Leigh és Walker számos új ábrázolási módszert dolgoztak ki.

A térképészeti gyakorlat (a tárgyszféra) legyezőszerű kiterjeszkedése – a nagyméretarányú topográfiai térképektől a kisméretarányú földrajzi (atlasz-)térképeken át a tematikus térképekig – növelte a szakmai munkamegosztást. A munkamegosztást a főként kézműipari jellegű gyakorlati és az elsősorban tudományos jellegű elméleti tevékenységek között. A térképszerkesztési folyamat részekre tagolódása szolgált alapul az új típusú térképész szakember: a tudós kartográfus kialakulásához és ezek kialakulásával egységes, személyi, gazdasági, intézményi feltétele jött létre a térképészeti kutatások gyakorlati szférából az elméleti szférába történő „árhelyezéséhez”. Berghaus, Petermann, Sydow, Hauslab és mások munkássága és az olyan kvalifikált kiadók, mint a gothai Justus Perthes, az edinburghi Bartholomew, a bécsi Artaria publikációi bizinyítják a létrejött változást.

A térképészeti szakirodalomban túlnyomó többséggel uralkodik az a nézet, hogy az elméleti kartográfia önálló tudományággá válása csak a 20. században vált. Pápay ezt az időszakot az önálló tudományá válás végső, konstitúciós fázisának tartja. A véleménykülönbség az egyes kutatók, illetve a körülöttük kialakult iskolák között csak abban van, hogy melyik évtizedben és milyen „bizonyítékok” alapján jelölik ki a megszületés idejét. Számos szerző, Arnberger, Freitag, Kretschmer szerint az önállóvá válás a 19. és 20. század fordulóján következett be, és ők ezt Karl Peucker osztrák kartográfus tevékenységéhez, 1902-ben és 1907-ben megjelent publikációihoz kötik. Arnberger szerint Peucker volt az első geográfus, aki felismerte, hogy a kartográfiai ábrázolás elmélete önálló tudomány, amelynek kutatási témája és módszere különbözik a földrajzétól. Míg Kretschmer az 1902-es évet tartja fontos határvonalnak, addig Freitag 1907-et veszi fordulópontnak. Freitag indoklása: Peucker ebben az évben tett kísérletet arra, hogy megírja a tudományos kartográfia első

összefoglalását, a környező világ egységes leképezési elméletét és ugyanebben az évben jelent meg Max Eckert programadó cikke a kartográfiairól, mint tudományról. Freitag szerint „tulajdonképpen ezzel született meg a tudományos kartográfia”. Arnberger nézete szerint a kartográfia, mint tudománynak a kialakulása 1900 körül történt a földrajz, a geodézia és a topográfia kölcsönhatása révén, de önálló tudományágként csak az első világháború után ismerték el. Önállósága döntő kritériumának az egyetemi kartográfusképzés bevezetését tekinti.

Elterjedt szakirodalmi nézet az is, amely szerint a kartográfia megalapozása az 1920-as években, Max Eckert kétkötetes művének, a *Die Kartenwissenschaft. Forschungen und Grundlagen zu einer Kartographie als Wissenschaft* megjelenésével történt.³ Bár a '30-as évek második felében Németországban már nem vonták kétségbe Eckert alapvető szerepét, de a kartográfia önállósodását még nem tekintették lezártnak.⁴

Az orosz szerzők, elsősorban Szaliscsev és Berljant azt a nézetet képviselik, hogy az önálló térképtudomány gondolata a 20. század első negyedében, mindenekelőtt Peucker és Eckert tevékenységének köszönhetően, Nyugat-Európában alakult ki, de a század második negyedétől a tudomány fejlődésének súlypontja a Szovjetunióba helyeződött át, ahol mint tudomány emancipálódott is. Szaliscsev szerint a kartográfia, mint önálló tudománynak a kialakulása szorosan összefügg a felsőfokú térképészképzéssel, ez pedig először a Szovjetunióban, 1928-ban Moszkvában, a mai Központi Geodéziai, Fotogrammetriai és Kartográfiai Kutatóintézet elődjében és az 1929–1930-as tanévtől a moszkvai és leningrádi egyetem földrajzi intézetében következett be.

Az angol nyelvű szakirodalomban elterjedt felfogás szerint, ellentétben a német és orosz nézetekkel, a kartográfia csak a második világháború után lett önálló tudomány. Hinks ugyan már 1925-ben a kartográfia tudományáról beszél, és az ENSZ meghatározásában a kartográfiát már 1949-ben önálló tudománynak tekintették, de az USA-ban a szakemberek egész sora, Robinson, Morisson, Muehrcke és Wolter azt a nézetet vallja, hogy a kartográfia, melynek „tudományosítása” már a 19. század közepén megkezdődött, csak az 1960-as, sőt 1970-es években vált önállóvá. Véleményük bizonyítékát a térképészeti folyóiratok és tudományos társaságok megszaporodásában, mindenekelőtt azonban a kartográfia elméleti kérdéseit érintő publikációk számának exponenciális növekedésében látják.

Összefoglalóan elmondhatjuk, hogy bár a térképek, illetve térképszerű ábrázolások társadalmi szüksége már az emberiség korai történetében, feltehetőleg még az írás elterjedése előtt felmerült, mégis a térképészet csak a 20. században vált önálló tudományággá.

Létrejötté tehát igen hosszadalmas volt. Kialakulásának kutatása már ezért is kitüntetett érdeklődésre tarthat számot a geotudományok keletkezésének összehasonlító vizsgálata szempontjából. A térképtudomány kialakulása még más különös vonásokat is mutat. Ezek egyrészt a gyakorlati és tudományos tevékenység között fennálló és szakmailag jellegzetes kapcsolatokból következnek, minthogy a két tevékenységi kör együtt alakítja ki a térképészet

³ A munka jelentőségének bizonyítására idézünk Kreisel 1955-ös tanulmányából: „A kartográfiairól mint igazi tudományról csak Eckert 1921-ben megjelent nyilatkozata óta beszélhetünk. Gondolatilag tiszta helyzet csak az Eckert-nyilatkozattal állott elő. Ez ugyanis a szövevényes helyzetben Kolumbusz tojása volt. Kartográfia, se nem földrajzi, se nem mérnöki tudományág, hanem mint valami önálló, ez akkor butaságnak tűnt. Magában abban az időszakban kellett volna élnünk, hogy ezt igazán beláthassuk. De biztosan látták már, hogy minden oldalról mennyi igénnyel lépnek fel a kartográfiaival szemben. Katonák, földrajzosok, természettudósok, polgári mérnökök, mind-mind hivatottnak érezték magukat a kartográfia irányítására. Eckert deklarációja tehát egyúttal bátor tett is volt, mert jelentékeny hatalmi érdekekkel kellett szembehelyezkednie.”

⁴ Erre utal a Német Kartográfiai Társaság 1937-es alakuló gyűlésén Behrmann referátuma: „a földrajz már gyakran megért olyat, hogy gyermekei felnőttek és ki kellett küldeni őket a világba. Kezdetben gyakran pubertás civódások következtek be a gyermekek és a szülők között. A térképészetet régóta kissé mostohán kezeltük, kicsit elnyomtuk és nem segítettük eléggé elő fejlődését. Most azonban már olyan széleskörűek lettek ezen tudományág problémái, hogy tovább már nem tarthatjuk vissza az atyai házban, hanem önállóságot adva neki, ki kell engedni a világba.”

egységét; másrészt alapvető vonása az egész kartográfiának a tudományok összességéhez való viszonya és ennek a viszonynak a történeti alakulása.

Az elméleti kartográfia kezdetei

Az ókor

Az első térképszerű ábrázolások kb. húszezer évvel ezelőtt – a paleolitikum felső szakaszában, tehát már az írás kialakulása előtt – megjelentek. Sok ezer évnek kellett azonban eltelnie addig, amíg a térképekről az első írásbeli feljegyzések elkészültek. A kartográfia első elemeinek még nem volt tudományos jellegük, csupán a térképészeti tevékenység egyszerű visszatükrözései, ill. az arra való utalások voltak. Ilyen korai elemeket tartalmaznak az ószövegségben Mózes könyvei, amelyeknek eredete az Kr. e. 900-tól Kr.e. 550-ig terjedő időre tehető.⁵ A Homérosznak tulajdonított Iliász eposz az Kr. e. 8. századból egy térképészeti jellegű ábrázolás, egy csillagtérkép elkészítésének a leírását adja.⁶ A kartográfiai tevékenység itt isteni tevékenységként jelenik meg.

A kartográfia első tudományos jellegű elemét a térképvetület problematikája hozta. Mivel Homérosz idejében a Földet korong formájúnak fogták fel, ez a probléma földi ábrázolásra vonatkozólag még nem merülhetett fel. A vetülettan alapproblémája – a gömb leképezése síkban – a csillagtérképeknél jelentkezett először. Az első vetület megalkotását Thalésznek (kb. Kr. e. 624 – kb. 564) tulajdonítják, aki állítólag a gnomonikus vetületet alkotta meg. Erre azonban nincsenek biztos források. A gnomonikus vetület korai alkalmazását lehetségesnek tarthatjuk már csak azért is, mert ennél a vetítés központja az égboltot szemlélő ember álláspontjának felel meg. Valószínűleg tűnik azonban az is, hogy a korai csillagtérképeknél, így pl. az egyiptomi csillagtérképek esetében, módosított hossztartó síkvetületet alkalmaztak, amelyeknél a pólus a központban van és a pólustól való távolságok hossztartóak. Nem tarthatjuk kizártnak azt sem, hogy a geometriailag legegyszerűbb perspektivikus vetületet, az ortografikus vetületet az egyiptomiak már szintén ismerték. (Ennek feltalálását azonban az irodalomban általában a görög csillagászok, Apollóniosz (kb. Kr. e. 262 – kb. 190) és Hipparkhosz (kb. Kr. e. 190–125) nevéhez fűzik.) Az említett vetületek korai alkalmazásáról ismereteink bizonytalanok, az viszont bizonyos, hogy a fokhálózatot ekkor még nem ismerték. A gömbi koordináta-rendszer hosszú évszázadok alatt alakult ki.

A fejlődés jelentős forrása volt a görög tudomány azon törekvése, hogy a lakott földet, az oikumenét, történelmi és földrajzi vonatkozásban leírja. Valószínűleg egy ilyen leírás mellékleteként készült el az oikumené első térképe, amely Anaximandrosz (kb. Kr. e. 610–546) munkája.⁷ Hekataiosz az Kr. e. 6. század végén szintén elkészítette az oikumené térképét.⁸

Hekataiosz a Földet korong alakúnak képzelte, amelynek középpontjában Görögország fekszik. A világtérképnek ennek megfelelően kör alakúnak kellett lennie; a vetületi probléma itt tehát fel sem merült. A térkép körvonalainak megszerkesztésénél az sem jelentett különösebb problémát, hogy Hekataiosznak igen gyér ismeretei voltak az oikumené északi, keleti és déli részéről. A szimmetria törvényei alapján úgy gondolta, elég, ha az oikumené

⁵ Az *Állomások a pusztában* című rész olyan gazdag topográfiai anyagot tartalmaz, hogy az már térkép használatát feltételezi. A földmérésre is akad utalás, így pl. Mózes 4. könyvében és Józsuá könyvében.

⁶ Ezt kalapálta Héphaisztosz, a tűz és a kovácmesterség istene Akhilleusz pajzsára:

*Ráremekelte a földet, rá az eget meg a tengert
és a sosempihenő napot is meg a szép teleholdat.
S minden csillagot is, mely az ég peremét koszorúzza.*
(Devecseri Gábor fordítása)

⁷ Ez a térkép nem maradt fenn, így szerkesztési módjáról sem tudunk semmi bizonyosat.

⁸ Ez sem maradt fenn, de alapszerkezetéről vannak információink.

határát képező kör sugarának hossza ismeretes. Ezt szerinte a Herkules oszlopaitól (Gibraltártól) a világ közepéig (feltehetőleg Delphoiig) terjedő távolság adja meg.

Anaximandrosz és Hekataiosz olyan kérdést vetett fel, amely az ókor folyamán kibontakozó elméleti kartográfia egyik alapvető problémafelvetése lett: a lakott, ill. az ismert Föld egészének kartográfiai ábrázolása. Lényegében ez lett az elméleti kartográfia első paradigmájának az alapja.

Püthagorasz (kb. Kr. e. 560–480) és tanítványai a gömböt ideális formának tartották. Ezen az alapon feltételezték, hogy a Föld is gömb alakú. Parmenidész (Kr. e. 480 körül) különösen hangsúlyozta ezt a felfogást és felvetette a földi klímazónák gondolatát is. Az egyes klímazónák egymástól való elhatárolása később jelentős befolyással volt a szélességi körök megrajzolására és így a fokhálózat kialakulására is. A Föld gömb alakja ebben az időben – a Kr. e. 6. és 5. században – nem gyakorolt nagy befolyást kartográfiai ábrázolására; a kör alakú térképek továbbra is fennmaradtak. Sokkal inkább megingatta a kör alakú ábrázolás helyességébe vetett hitet az a (fokozatos) felismerés, hogy a lakott Föld nyugat-kelet irányban nagyobb kiterjedésű, mint észak-déli irányban. A szimmetria elméletét, amely már Hekataiosznál is megvolt, ez még nem rázkódtatta meg, csak módosította. Az oikumené kiterjedésének jobb ismerete alapján tette Hérodotosz (kb. Kr. e. 484 – kb. 425) kritika tárgyává a kör alakú térképeket.⁹ Hérodotosz térképkritikai fejtegetései képezik a kartográfia metaszférájának legkorábbi fennmaradt elemét.¹⁰

Az elméleti kartográfia előkészítésének fő vonala továbbra is a csillagászaton belül fejlődött. A fokhálózat kialakulásában jelentős szerepet játszott Eudoxosz (kb. Kr. e. 408–355) csillagglóbusza, amelyen az Egyenlítő, néhány szélességi kör és a térítők lettek megrajzolva. Eudoxosz földrajzi szélesség-meghatározásokat is végzett. Valószínűleg Eudoxosz becslése alapján terjedt el az a felfogás, hogy az oikumené hossza úgy aránylik a szélességhez, mint 2:1, amely a szimmetria-elmélet módosulásáról tanúskodik. Arról nem maradtak fenn adatok, hogy ennek megfelelően Eudoxosz készített-e négyyszögletű térképeket is. Az azonban bizonyosnak tűnik, hogy Eudoxosz egy kortársa, Ephorusz (kb. Kr. e. 405–330) négyyszögletű térképeket alkotott. A kör alakú térképek ennek ellenére még mindig divatban voltak, ezért Arisztotelész (Kr. e. 384–22) – éppúgy, mint egy évszázaddal korábban Hérodotosz – szükségesnek látta ezek bírálatát. Arisztotelész gyakorlati tapasztalatok és elméleti megfontolások alapján érvel a kör alakú ábrázolás ellen. Az előbbi az oikumené szélességének és hosszának viszonyára vonatkozik, az utóbbinál a Föld gömb alakjából és a klímazónáknak a Földön való elhelyezkedéséből indul ki. Ezen megfontolások alapján az oikumené alakját trapéz formájú gömbövszeletnek tekinti, amelynek szélessége és hosszúsága közti arány valamivel nagyobb, mint 5:3 (kb. 7:4). Arisztotelész fejtegetései a kartográfia metaszférájának kialakulásában jelentős szerepet játszanak. Nemcsak a térképkritikai vonalat vitte tovább, hanem új szemléletmód kialakulásához is hozzájárult. Az oikumené alakjáról szóló megjegyzései – még közvetve és homályosan ugyan – már utalnak a gömb alakú Föld síkbafejtésének problematikájára. Arisztotelész tanítványa, Dikaiarkhosz (kb. Kr. e. 336–296) megrajzolta az akkor ismert világ térképét, amelyben az Kr. e. 4. század végén nagymértékben kitáguló földrajzi ismereteket is kiértékelte. Jelentős mértékben hozzájárultak a földrajzi ismeretek bővüléséhez Nagy Sándor (Kr. e. 356–323) hódításai és Pütheasz (Kr. e. 310 körül) északi felfedezőútja. Az elméleti kartográfia története szempontjából az adja meg Dikaiarkhosz jelentőségét, hogy térképébe két egymásra merőleges vonalat, egy tájékozási

⁹ „Csak nevetni tudok, amikor látom, hogy sokan milyen térképeket rajzolnak a világról, mert azok bizony nem felelnek meg az észszerűség követelményének. Olyan kerekre rajzolják a világot, mintha körzövel cirkalmazták volna; a világot szerintük körül folyja az ókeánosz, Ázsiát és Európát pedig egyforma nagyságúnak ábrázolják. Az alábbiakban néhány szóval ismertetem a két földrész nagyságát, és elmondom, milyennek kell őket térképen ábrázolni.” – írja Hérodotosz.

¹⁰ A térképészeti tevékenység szintén korai, de szépirodalmi visszatükrözése Arisztophanész (kb. Kr. e. 445–kb. 386) *Felhők* című drámája (Kr. e. 423), amelyben egy vidám párbeszéd folyik a térképről.

keresztet rajzolt be, amely az ismert világot négy részre, északi és déli, valamint nyugati és keleti részre osztotta. A vízszintes vonalat diafragmának nevezte. A hossztartóság elve, amely még a korong alakú Föld feltételezése alapján alakult ki, megmaradt itt is, de módosult éppen úgy, mint a szimmetria-elmélet. A két, egymásra merőleges vonal hossztartó volt. Ennek az ábrázolásnak úttörő jellege abban állt, hogy egy derékszögű koordinátarendszer alapját szolgáltatva. Elősegítette a Földet ábrázoló térképek számára az első vetület és fokhálózat kialakulását. Ezeket az alapokat Eratoszthenész fejlesztette tovább.

Eratoszthenész (kb. Kr. e. 282 – kb. 202) az alexandriai könyvtár igazgatója volt. Sokrétű tudományos tevékenysége miatt „Pentatlosz”-nak (öttusázónak) is nevezték.¹¹ Eratoszthenész kartográfiai szempontból két jelentős munkát írt, amelyek sajnos csak töredékben maradtak fenn. Az első munka a Föld területének meghatározását tárgyalta. Több hibaforrás és téves feltételezés ellenére erre igen jó értéket (250 ezer stadiont) kapott. Sokoldalúsága lehetővé tette a csillagászat és a földrajz összekapcsolását. A Föld területének meghatározásánál csillagászati és földrajzi módszereket alkalmazott. Ennek kartográfiai kihatásai többek között a következők voltak: minden egyes szélességi kör hosszát ki lehetett számítani, a fokokat át lehetett számítani stadionegegyeségekre és fordítva, az oikumené helyét és kiterjedését meg lehetett határozni a földgömbön, és ezzel lehetőség nyílt a földgömbkészítésre. Eratoszthenész másik műve, a *Geographika*, három könyvből állt. A „geográfia” megnevezés Eratoszthenésztől ered, és ez alatt ő elsősorban a térképkészítést értette. Az első könyv a geográfia történetét tárgyalta; ez volt az első térképtörténeti tanulmány. A térképkritika mellett megjelent tehát a metaszféra egy másik új eleme. A második könyv az oikumené kiterjedését taglalta. A harmadik könyv az oikumené felosztását tárgyalta erősen generalizáló geometriai módszerrel. Arra törekedett, hogy az egyes földrajzi egységeket, amelyeket szfragidáknak (gyűrűknek) nevezett, mértani formákkal írja le. Így pl. Szicíliát háromszög alakúnak, Indiát rombold alakúnak tekintette. Ezeknek megadta a méreteit is, főleg a hosszúságukat és szélességüket. Ez a felosztás alkothatta Eratoszthenész térképének alapszerkezetét.

Megkockáztathatjuk azt a feltételezést, hogy Eratoszthenész térképének nem volt matematikailag meghatározható vetülete. A Rodoszon áthaladó szélességi kör mindenestre hossztartó volt. Az erre felvitt földrajzi egységek határvonalai szintén hossztartóak voltak. A hossztartóság elve tehát itt is alappillér volt. Hozzá kell ehhez fűzni, hogy a hossztartóság igen viszonylagos volt, mivel Eratoszthenész a távolságokat hozzávetőlegesen, többnyire kerekített formában adta meg. Fő forrásai az utazók adatai voltak, amelyeket a távolságmérés akkori pontatlan módszereivel határozták meg. A szfragidák határaiból adódó vonalhálózatot földi térképek vonatkozásában a fokhálózat őseinek tekinthetjük. E kartografálási módszer alkalmazásával az oikumené alakjának trapéz formájúnak kellett lennie. Igen valószínűnek tartjuk azt a korábbi feltevést, hogy az oikumené alakjának összehasonlítása egy makedóniai lovasköpennyel (halmüsszal) – ahogyan Sztrabón az Kr. e. 1. évszázadban az oikumené alakját leírja – Eratoszthenészre vezethető vissza.

Az Kr. e. 2. század közepéig nem szólnak a források földgömbkészítésről, tehát az oikumené ábrázolása feltehetőleg csak síkban történt. Az első ismert földgömböt a pergamoni könyvtár igazgatója, Krátesz (Kr. e. 180–145) készítette Kr. e. 150 körül. Krátesz földgömbje, de még inkább létezésének igen elterjedt ismerete visszahatott az oikumené síkban való ábrázolására is, mégpedig azért, hogy az oikumené kartográfiai ábrázolásának két, egymástól eltérő formája alakult ki: síkon és gömbön. E két forma egymással való összehasonlítása jelentős mértékben hozzájárult ahhoz, hogy a (sík)térképeken az oikumené alakhűbb ábrázolására törekedtek. Ez elősegítette a csírájában már meglévő hasonlósági elv kibontakozását.

¹¹ Ráragadt egy másik név is, a „Nagy Béta”, mivel az általa művelt tudományokban csak a másodhegedűs szerepét töltötte be. Az elméleti kartográfia szempontjából viszont joggal nevezhetjük őt a „Nagy Alfá”-nak, mivel az elméleti kartográfia tulajdonképpeni története vele kezdődik.

Arról nincsenek megbízható értesüléseink, hogy ki tette az első kísérletet a hasonlósági elv vetülettani megvalósítására, és arról sem – amely ennek előfeltétele –, hogy ki vezette be a fokhálózatot a Föld térképein. Annyi azonban bizonyos, hogy ez az időszámításunk előtti két utolsó évszázadban történt.

Nagy a valószínűsége, hogy Hipparkhosznak (kb. Kr. e. 190–125) döntő szerepe volt a vetülettan kialakításában.¹² Hipparkhosz arra törekedett, hogy a földi pontok helyét ugyanúgy határozza meg, mint a csillagok helyét, azaz a földrajzi helymeghatározást teljesen csillagászati alapokra kívánta helyezni. Hipparkhosz szemé előtt a csillagászat és a földi térképezés szoros kapcsolata lebegett; ez azonban nem vezetett a csillagtérképeknél alkalmazott vetületek egyszerű átvételéhez, mert az oikumené térképeinél a hossztartóság bizonyos fokú megtartása továbbra is megdönthetetlen alapelvnek bizonyult. Erre az elvre azonban már „rárakódott” egy modernebb alapelv, a hasonlósági elv. A szférikus koordináta-rendszer síkba való transzformációja megvalósult, és ezzel tudatossá vált a vetülettan tulajdonképpeni alapproblémája: a gömbfelület síkba fejtése. Bár ezzel megteremtődött a gondolati előfeltétel, a vetülettan kibontakozása még váratott magára, egészen az időszámításunk második évszázadáig. A megtorpanásnak több oka lehetett, így pl. a tudomány helyzetének megromlása a Földközi-tenger keleti részén Róma világhatalommá válásának következtében. A földrajz jellegének megváltozása is közrejátszhatott ebben; a hangsúly ugyanis az országleírásra terelődött, és egy bizonyos fokú érdektelenség mutatkozott a földrajz matematikai alapjai iránt.

A földrajz és csillagászat összekapcsolásának Eratoszthenészre és Hipparkhoszra visszamenő tradícióját két, Rodosz szigetén élő csillagász, Geminusz (Kr. e. 70 körül) és Poszeidóniosz (kb. Kr. e. 135–51/50) folytatta tovább. A gömbi koordináta-rendszert éggömbre vonatkozólag Geminusz írta le először explicit módon. Geminuszról ismereteink azért bizonytalanok, mert műve nem maradt ránk eredetiben, hanem csak egy jóval későbbi, átdolgozott formában. Poszedónioszról már megbízhatóbb forrásaink vannak.¹³ Poszeidóniosz fokmérést hajtott végre a Föld kerületének meghatározása céljából. Ennél feltételezte azt, hogy Rodosz és Alexandria ugyanazon a hosszúsági körön fekszenek. Azt tudta, hogy a Canopus csillag delelésének időpontjában Alexandriában éppen hogy csak látható, ezzel szemben Rodoszról szemlélve ennek a csillagnak a kulminációs magassága $7^{\circ}30'$ volt. Ebből adódott a Rodosz és Alexandria közötti távolság $7^{\circ}30'$ -nek (a valóságos érték $5^{\circ}14'$ volt). Ezt a távolságot Poszeidóniosz az utazók adatai alapján ötezer stadionnak ismerte. Ezekből az adatokból a számítás alapján a Föld kerülete 240 ezer stadionnak adódott. Később ezt az értéket Poszeidóniosz 180 ezer stadionra redukálta, annak alapján, hogy a Rodosz és Alexandria közötti távolságot Eratoszthenész nyomán 3750 stadionnak vette. Ez a túlságosan kicsi Föld-méret a kartográfia történetében nagy szerepet játszott: évszázadokon át ezt az értéket vették a világtérképek alapjául. Kolumbuszt is egy ilyen térkép bátorította fel arra, hogy nyugati irányban hajózva kíséreljen eljutni Indiába.

A rómaiaknak nem volt olyan nagy szerepe az elméleti kartográfia kialakulásában, mint a görögöknek. Térképészetüket gyakorlatiasabb szellem hatotta át, mint a görögökét. Az egész oikumené ábrázolásának módszertani problémái a háttérbe szorultak, igen magas színvonalat ért el viszont a földmérés, mindenekelőtt a városépítés, az útépítés és a vízvezeték-építés szolgálatában. Nagyobb területek, így pl. az egész Római Birodalom térképezésére is sor került Marcus Vespasianus Agrippa (Kr. e. 63–12) vezetésével, de itt is egy pragmatikus célkitűzés – az egyes helységek közötti távolságok meghatározása – állt az előtérben. A csillagászat és a térképészet között nem jött létre kapcsolat. A térképészet metaszférájának kialakulásához ezek a térképészeti munkálatok annyiban járultak hozzá, hogy annak

¹² Hipparkhosz Nikeában született, Alexandriában tanult és Rodosz szigetére települt, ahol csillagvizsgálót épített. Készített egy csillagkatalógust, amelyben 850 csillag helyét határozta meg és valószínűleg csillagtérképet is szerkesztett ortografikus vetületben.

¹³ Ezek közé tartoznak tanítványának, Cicerónak (Kr. e. 106–43) a beszámolója is.

eredményeit Agrippa írásban is (*Commentarii Agripae*) összefoglalta. Ebből a szempontból ugyancsak lényeges volt, hogy a római földmérők (agrimensorok) az általuk alkalmazott módszereket és műszereket leírták. A térképészeti munkálatokban még évszázadok múlva is különleges jelentőséggel bírt egy olyan mechanikus szerkezet, amelynél a távolságmérés kerék segítségével történt. Ennek első leírását Vitruvius adta meg az Kr. e. 1. században, az építészetéről szóló munkájában. A geometria eredményeinek gyakorlati célú kiértékelését tárgyaló földmérési irodalom kialakulásában nagy jelentősége volt az Alexandriában élő Héron Kr. u. 60 körül megírt földméréstani könyvének is. Központi témája a dioptra nevű műszer bemutatása volt. Ez a római agrimensorok gromájával szemben nemcsak derékszög kitűzésére szolgált, hanem bármely szög mérésére, valamint a vízszintes síkok kijelölésére is alkalmas volt. Héron – Vitruviushoz hasonlóan – szintén megadta a kerékkel való távolságmérés leírását.

A kartográfiai metaszféra kialakulásához nagymértékben hozzájárult a görög geográfus és történész, Sztrabón (Kr. e. 63–Kr. u. 21), aki Alexandriában folytatott tanulmányokat, a Római Birodalom java részét bejárta és főleg Rómában élt. 17 kötetes *Geographika* című munkájában összefoglalta kora földrajzi ismereteit. Ezen ismeretek kialakulásáról is számot adott, úgyhogy ennek a műnek térképtörténeti jelentősége is van. Az ókori kartográfia számos momentumát csak ennek alapján ismerjük. Sajnos a *Geographikára* rányomta bélyegét a kor felfogása, amely a geográfia elsőrendű feladatát az országleírásban látta, és érdektelenséget mutatott a matematikai alapok iránt.

Az elméleti kartográfia fejlődése az ókorban a Kr. u. 2. évszázadban érte el a tetőpontját Ptolemaiosz tevékenysége folytán.¹⁴

Akármennyire újszerűek voltak is Ptolemaiosz eredményei, ezek mind az ókori kartográfia hagyományaiban gyökereztek. Fontos közvetítő szerepet játszott ebben a láncolatban a türoszi Marinosz, aki Kr. u. 100 körül az oikumené térképének helyesbítését életcéljának tekintette. Ehhez – valószínűleg Türoszban és Alexandriában – minden hozzáférhető adatot összegyűjtött és kiértékelte. Az eredményt *Az ismert Föld térképének kiigazítása* című munkájában foglalta össze. Ehhez térképet is szerkesztett. Marinosz anyaggyűjteményét és térképi ábrázolását Ptolemaiosz kritikával értékelte és fejlesztette tovább.

Ptolemaiosz elsősorban csillagászzal és matematikával foglalkozott. Írt egy asztrológiai munkát is. Hírnevét azzal alapozta meg, hogy az akkori csillagászati és matematikai ismereteit a *Nagy asztronómiai rendszer* című művében összefoglalta, amely *Mathematiké szüntaxisz*, majd arab átvétel után *Almagest* címek alatt is ismeretes volt. Ebben egy geocentrikus bolygóelméletet is leírt, amelynek alapján nevét a geocentrikus felfogással szorosan összekapcsolták. A mű csillagkatalógust is tartalmazott, amelynek lokalizálási módszere a földi helyek meghatározási módjához példaképpül szolgálhatott. A munka legfontosabb kartográfiai vonatkozása abban állt, hogy ismertette az éggömbkészítés módját. A csillagászat keretében Ptolemaiosz foglalkozott az ortografikus és a sztereografikus vetületekkel is. Az előbbit *Peri analgematosz* című tanulmányában tárgyalta, de ez csak töredékben maradt fenn, az utóbbi vetülettel pedig egy másik munkában foglalkozott.¹⁵

Kartográfiai szempontból legjelentősebb műve a nyolc kötetes *Geógraphika hüphégészisz* (Geográfiai útmutató) volt, amelyet később egyszerűen *Geográfiának* neveztek. Ennek fő tárgya a térképkészítés. Az első könyvben megadja a kartográfia legkorábbi átfogó meghatározását; a kartográfia két része – a geográfia és a korográfia – számára azonban nincs még közös fogalma: szerinte a geográfia az egész oikumené, a korográfia pedig az oikumené részeinek a térképezésével foglalkozik. Ez az elkülönítés elsősorban nem a méretaránybeli különbségekből eredt, hanem abból a megfontolásból, hogy a térképkészítésnek e két ága egymástól igen különböző módszertani alapokat követel meg. A „geográfiai ág” például

¹⁴ Klaudiosz Ptolemaiosz Felső-Egyiptomban született Kr. u. 90 körül. Nevét szülőfalujáról kapta, amely a királyi család, Ptolemaiosz nevét viselte. Elhalálkozásának időpontját sem ismerjük pontosan, ez 170 körül lehetett.

¹⁵ Ez csak latin fordításban maradt ránk, címe *Sphaera a planetis projectio in planum*.

szoros kapcsolatban áll a matematikával és a csillagászzal. A továbbiakban Ptolemaiosz csak ezzel az ággal foglalkozik. Az első könyv több fejezete Marinosz bírálatát adja.

A második könyv első fejezete szintén tartalmaz térképezési utasításokat. Ezután a táblázatok következnek egészen a hetedik könyvig, amelyek mintegy 8000 földrajzi pont hosszúsági és szélességi koordinátáit adják meg. Ezek túlnyomó részét Ptolemaiosz már meglévő térképekből és távolsági adatokat tartalmazó útleírásokból vette át. A hetedik könyv utolsó három fejezete visszatér az első könyv tematikájához, utasításokat ad arra vonatkozólag, hogy mire terjedjen ki a térképi ábrázolás. A nyolcadik könyvnek teljesen kartográfiai-módszertani jellege van.¹⁶ Felmerül itt a térkép túlterhelésének elkerülésére intő figyelmeztetés, azaz az optimális információsűrűsége való törekvés gondolata is. Ebben a könyvben a kezdőmeridián a Kanári-szigeteken, a II-VII. könyvekben viszont Alexandrián halad át. Ebből arra lehet következtetni, hogy a VIII. könyv előbb fogalmazódott meg, mint a többi. Ilyen jellegű ellentmondások ahhoz a feltevéshez vezettek, hogy a *Geográfia* talán nem is egyetlen szerző munkája, és esetleg különböző időpontokban keletkezett. Vita folyik arról is, hogy készítette-e Ptolemaiosz egyáltalán térképeket a *Geográfia*hoz. Ezek a problémák az elméleti kartográfia történetét illetően csak másodlagosak, mivel az ebből a szempontból jelentős szövegrészek bizonyosan Ptolemaiosztól származnak.

Ptolemaiosz az elméleti kartográfia kialakulásához főleg a vetülettan kibontakoztatása révén járult hozzá. Vetületeit (hármat alkotott) már régóta – szinte a reneszánsz óta – kutatják, anélkül azonban, hogy annak minden rejtélyét megfejtették volna. Azt azonban megállapíthatjuk, hogy Ptolemaiosz vetületei új elgondolásoknak régi alapelvekkel való sajátosságos ötvözetei voltak, s az új gondolatok a már meglévő elvek következetes továbbvitelét jelentették. Az elméleti kartográfia az ókorban ezzel elérte csúcspontját. Az adott paradigma szempontjából ezek a vetületek tökéletesnek tűntek, és az akkori kereteken belül nem is lehetett őket továbbfejleszteni. Erre csak évszázadokkal később, a reneszánsz idején került sor.

Az elméleti kartográfia fejlődése az ókorban szinte kizárólag építkező jellegű volt, egyik alapelv ráépült a másikra oly módon, hogy a régi nem rombolódott le, hanem összefonódott az újjal. Ptolemaiosz lényegében olyan elvekből indult ki, amelyeknek a gyökerei évszázadokkal korábbra nyúltak vissza. Két új elv kialakítását is megindította: az optimálás és a perspektivikus ábrázolás elvét. Az előbbi lényege abban állt, hogy a gömb síkban való leképezésének több változata is lehetséges, amelyeknek megvannak a maguk előnyei és hátrányai. A térkép célját, jellegét és a térképezés módszerét illetően ki kell választani a legmegfelelőbb, azaz az optimális változatot. Az optimálási elv csak évszázadokkal Ptolemaiosz után bontakozott ki, és lett a vetülettan egyik alapvető problémája. A perspektivikus ábrázolás csupán Ptolemaiosz harmadik vetületében jelent meg, először itt merült fel a gondolat, hogy az oikumené ábrázolásához kialakított fokhálózatnak tulajdonképpen vetületi jellege van. Ennek a következetes végiggondolására szintén csak évszázadokkal Ptolemaiosz után került sor, és újabb lökést adott a vetülettan kibontakozásának. A kartográfián túlmenő kihatása is lehetett Ptolemaiosz perspektivikus vetületének; a tudománytörténész Edgerton, S. Y. véleménye szerint ennek nagy hatása volt a perspektivikus ábrázolás kialakulására a reneszánsz idején.

A középkor

A középkorban az ókori kartográfia elméleti eredményei feledésbe merültek, a kartográfia visszazuhant abba az állapotba, amelyben az Kr. e. 6. században volt. Az ismert világ

¹⁶ Ptolemaiosz megadja pl., hogyan kell a 26 regionális térképet megszerkeszteni, és megadja a részterképek határvonalait is.

ábrázolása vetület és fokhálózat nélküli körtérképeken került bemutatásra. Ezek az egyszerű, többnyire O–T-szerkezetű térképek, amelyekben Jeruzsálem volt a középpont, jól megfeleltek az akkor uralkodó, a keresztény vallás által nagymértékben meghatározott ideológiának. A kartográfia akkori másik fő ága ezzel szemben főleg gyakorlati indíttatású volt, elsősorban a tengerhajózás szolgálatában állt. A tengerhajózási térképek – a portolántérképek – a 12. és a 13. században jelentek meg a Földközi-tenger vidékén (Mallorca, Genova, Velence), egy időben az iránytű Európában való elterjedésével. Az iránytű nemcsak a portolántérképek használatához volt feltétlenül szükséges, hanem a térképfelvételhez is, s ez a térképek külső megjelenési formájára is rányomta bélyegét.¹⁷ A portolántérképek szerkesztése nem táplálkozott ókori hagyományokból, a kartográfia alapelveiből jóformán csak az ősrégi szimmetria-elv maradt fenn. A korai portolántérképeknek nem volt vetületük sem, de az irányvonal-hálózat mutatja a matematikai-geometriai egzaktságra való törekvést. A gyakorlati szükséglet hozta őket létre, és kiválóan meg is feleltek az akkori gyakorlat követelményeinek, így nem volt szükség elméleti elgondolásra. Itt tehát nem volt meg az ókorban kialakult elmélet-gyakorlat kapcsolat, amely különösen Ptolemaiosz tevékenységére volt jellemző, aki gyakorlati célzatú elméleti elgondolásaihoz az alapot a gyakorlatból merítette. A portolántérképek az elméleti megalapozás hiányának ellenére a Földközi-tenger partvidékéről realisabb képet adtak, mint az ókori térképészet oikumené-ábrázolásai, és természetesen felülmúlták a kolostorkartográfia kerek világtérképeit is. Egy utóbbi időben felmerült felfogás szerint, melyet Peter Mesenburg esseni egyetemi tanár képvisel, a portolántérképeknek mégis volt vetületük, mégpedig olyan vetület, amelyben a fokhálózat megrajzolása esetében a hosszúsági és szélességi köröknek, úgy, mint a türoszi Marinosz vetületén, egyenes vonalakként kellett volna megjelenniük. Néhány portolántérképnek az ún. „torzítási hálózattal” való vizsgálata alátámasztja ezt a felfogást, de ezzel még nincs eldöntve a kérdés. A portolántérképek ugyan nem járultak hozzá az elméleti kartográfia továbbfejlesztéséhez, a térképkészítés egyszerű visszatükrözésével mégis létrehozták a metaszféra egy új elemét. Kevésbé lényeges, de egy kronológiailag korábbi metaszféra elem a kartográfiai tevékenység képszerű visszatükrözése. Pietro Vesconte, a Genovából származó, de Velencében dolgozó kartográfus, 1418-ban egy térkép szélén lerajzolta a kartográfust – valószínűleg saját magát – munkája közben. Vesconte feltehetőleg kizárólag térképrajzolásból élt, úgyhogy a rajzot úgy is szemlélhetjük, mint a kartográfia főfoglalkozássá válásának egyik igen korai dokumentumát. A tengerészeti kartográfia megteremtette a térképkészítés visszatükrözésének írásbeli formáját is. Az egyik legrégebbi és legismertebb utasítást Martin Cortes (?–1582), spanyol tengerész, az *Arte de navegar* (A hajózás művészete) című 1551-ben megjelent munkája tartalmazza. Ebben megadja a portolántérképek szerkesztési módját és foglalkozik a térképmásolás módszereinek, valamint a térképrajzolás technikájának leírásával is. Ezzel ugyan egy elmélet nélküli, kezdetleges módszertan alakult ki, de ez a kartográfiai metaszféra egy új elemének a megjelenését jelentette.

A középkorban az ókori kartográfia legfontosabb elméleti problematikája, a vetülettan, szinte teljesen feledésbe merült. Kivételt csupán az arab tudósok képeztek, így al-Bíruni (973–1050), aki ismerte Ptolemaiosz munkáit és perspektivikus vetületek, köztük sztereografikus vetület megszerkesztésével próbálkozott, azonkívül írt a földgömb- és csillagtérkép-készítés módszereiről is. Rajta kívül még Roger Bacon (1214–1294), oxfordi ferences barát nevezhető meg, aki 1264-ben egy vetület leírását adta. Valószínű, hogy Bacon a korabeli körtérképekből indult ki, ezeket kívánta ellátni fokhálózzal, vetülettel. Ennek kialakításához a görög csillagászatból meríthette az ötletet. A polihisztor Bacon, akit később varázslónak is tekintettek – Dickens *Karácsonyi történetében* bukkan fel így alakja –, behatóan foglalkozott az asztrológiával, és nagy érdeklődést tanúsított az ókori csillagászat iránt. Valószínűleg

¹⁷ Szerkesztési alapjuk egy vonalhálózat volt, amelynek középpontjából (a főrózsából) indultak ki az irányvonalak. A térkép szélein mellékrózsák voltak elrendezve, amelyeket egymással és a főrózsával irányvonalak kötöttek össze.

ismerte a jelentős asztrológusnak tartott Ptolemaiosz *Almagest* című művét is, amelyet a 12. században arabról latinra fordítottak.

A reneszánszban kibontakozó térképészetnek szinte egyetlen olyan gyökere volt, amely megszakítás nélkül az ókorba nyúlt vissza. Ez a gyakorlati geometria, amely a római földmérők ismereteit is tartalmazta. Ezeknek a középkorba való átmentésében nagy szerepe volt többek között Gerbert apát (940/950–1003) *Geometriájának*. Gerbert apátot 999-ben II. Szilveszter néven pápává választották, ő küldte el István királynak a magyar korona felső részét.

A reneszánsztól a 17. század első feléig

A reneszánsz az ókor szellemének feltámadását, szó szerint újjászületését jelenti. A térképészetben a reneszánsz azzal kezdődött, hogy Ptolemaiosz *Geográfiája* Itáliában ismertté vált. A görög szövegű könyvet a török veszély elől menekülő bizánciak vitték magukkal Itáliába, ahol a velencei Emanuel Chrisoloras (kb. 1334–1415) kezdte latinra fordítani. A fordítást tanítványa, Jacobus Angelus fejezte be, aki a műnek a *Kozmográfia* címet adta; ez aztán másolásban, majd a cserélhető betűkkel való nyomtatás feltalálása után nyomtatásban terjedt. Az első nyomtatott példány 1475-ben jelent meg, és a 16. század végéig 30 kiadást ért meg. A *Kozmográfiát* térképmellékletekkel is kiadták, ezek valószínűleg Ptolemaiosz adatai alapján készültek, de vitatták, hogy őt lehet-e a térképek szerzőjének is tekinteni. A Ptolemaiosz-térképek megváltoztatták a középkori földrajzi világgépet, ezek az ókori eredetű térképek az újdonság erejével hatottak. Az óriási érdeklődést nemcsak a másfajta ábrázolás magyarázta, hanem a társadalom gyorsan növekvő térképigénye is, amely véget vetett a középkori térképínségnek. A megnövekedett igényt nemcsak a termelési rendben bekövetkezett változások váltották ki, amelyek sokrétű kapcsolatok kiépítésével (így pl. kereskedelmi utazásokkal) jártak együtt, hanem a magasabb szintű térkép-kultúra szerves része lett az egész világgép gyökeres megváltozásának. A reneszánsz korban az ember kerül a világegyetem középpontjába, ennek centruma viszont a szem lesz: új vizuális kultúra születik, amelyben a festészet és a tudomány szoros kapcsolatba áll. Ezért tartotta Leonardo da Vinci (1452–1519) az emberi szemet az asztronómia, a geometria, egyáltalán az egzakt tudományok és a művészet megalkotójának. A művészet és a tudomány határterületén álló térkép az érdeklődés homlokterébe került és az új világnézet kifejezője lett.

Az új világgép megnövelte az ember közvetlen földrajzi környezetének leképezése iránti igényét, amely a festészetben éppúgy jelentkezett, mint a térképészetben; az utóbbit a nagyméretarányú regionális térképek megjelenése jelzi. A nagy földrajzi felfedezések tovább fokozták a térkép iránti érdeklődést, az egzotikus tájak térképi megjelenítése viszont visszahatott a hazai tájak iránti érdeklődésre és további lendületet adott az Európában kibontakozó regionális térképészetnek. Az itt vázolt folyamatok egyik kihatása az volt, hogy egyre inkább felismerték a ptolemaioszi térképek hiányosságait, s ezeket nemcsak javították, hanem egyre inkább újakkal helyettesítették, az ún. „moderna tabulae”-kal. Végül is a ptolemaioszi térképek összességét történelmi jellegűnek tekintették.

A reneszánsz gyakorlati kartográfiájára tehát a következő folyamat jellemző: a ptolemaioszi térképek felfedezése, majd továbbfejlesztése, és végül teljes túlhaladása. Nem mondható el ugyanez az elméleti kartográfia vonatkozásában, ahol a reneszánsz a ptolemaioszi elméletet teljes mértékben átvette, anélkül, hogy átértékelésre, elvetésre szükség lett volna. A vetülettanban ez az elmélet egy új paradigma kiindulási alapja lett. Persze a vetülettan nem ott folytatódott, ahol az ókorban félbeszakadt. A Ptolemaiosz óta eltelt 1200 év annyira megváltozott körülményeket teremtett, hogy azok az alapelvek, amelyeken az ókori kartográfia állt, nem merevülhettek megdönthetetlen dogmává. A reneszánsz embere egészen más látásmóddal szemlélte a ptolemaioszi elméletet; a reneszánsz ember látásmódja kellett

ahhoz, hogy a Ptolemaiosznál meglévő előremutató gondolatok, így a perspektivikus ábrázolás és az optimalitás elve továbbfejleszhető legyen.¹⁸

Az ókorban az elméleti kartográfia elsősorban a gyakorlati kartográfia azon ágára alapult, amelynek az akkori világtérkép volt a tárgya. Ez az alap fennmaradt a reneszánszban is, de két síkon is kibővült. A reneszánsz kitágult földrajzi világát a kitágult világgéppel, látásmóddal kellett visszatükrözni, és ez rendkívül nagy impulzust adott a vetülettan kibontakozásához. Olyan nagy teljesítmények születtek, mint amilyen Gerardus Mercator (1512–1594) vetülete, amely az optimálási elv kibontakoztatását jelentette. Ez kiválóan megfelelt tengeri térképek készítésére, mivel a potolántérképeken meglévő irányvonalakat egyenes vonalakként jelenítette meg. Ebben a korszakban az elméleti kartográfia kettéágazott: az egyik ága a vetülettan lett, a másik ága pedig a regionális térképezés keretén belül alakult ki. Ez az ókorban már meglévő, az uralkodó paradigmával szemben bizonyos anomáliát mutató zsenge irányzat a reneszánsz idején lett az elméleti kartográfia egyik fő fejlődési vonala. A vetületi problematika itt másodlagos volt, ill. nem is igen volt meg, mert a korai regionális térképek vetület nélkül készültek. Meg kell azonban jegyezni, hogy a regionális térképezés módszertanában a későbbi geodézia és kartográfia egymással szorosan összefonódott, így az elméleti kartográfiának nem volt olyan viszonylagos önállósága, mint az ókorban.

A térképfelvétel módszertana illetve az azzal összefüggő problémák leírása először olyan művekben jelent meg, amelyek a gyakorlati geometriával foglalkoztak. Mivel a festészet a reneszánszban a perspektíva alkalmazása révén szorosan kapcsolódott a gyakorlati geometriához, az itáliai reneszánsz művészeknek a festészeztől szóló munkái a gyakorlati geometriát is érintették. Erről tanúskodnak a Firenzében élő művészek, Leon Battista Alberti (1404–1472) és Piero della Francesca (kb. 1404–1472) művei. Alberti, aki Róma térképét elkészítette, a térképfelvétel módszereit is tárgyalta. Leonardo da Vinci, aki tevékenységét főleg Firenzében fejtette ki, szintén írt egy tanulmányt a festészeztől, ebben tárgyalta az árnyéktant és a légperspektívát is, olyan témákat tehát, amelyek a domborzatárnyékolásban később nagy szerepet játszottak.¹⁹ Ezen fejlődési vonalhoz tartozik Albrecht Dürer (1471–1528) is, aki 1525-ben geometriai tankönyvet adott ki, amelyben a glóbuszkészítést is tárgyalta.²⁰

Az elméleti kartográfia kialakulása szempontjából a gyakorlati geometriának az a fejlődési vonala volt jelentős, amely főleg a földmérést tárgyalta, mivel ebből vált ki a térképfelvétel módszertana. Ezt a folyamatot néhány példával illusztráljuk. A magyar származású, Litvániában ténykedő Lossai Péter műve 1498-ból kizárólag földmérési módszereket tárgyal, de ezek térképezéshez való alkalmazását még nem fejteti ki.²¹ Lossai sokat merített Johannes Stöffler (1452–1531) tübingeni professzor munkájából, amely néhány évvel később (1512-ben) került kiadásra. A 16. században több ilyen jellegű munka jelent meg: német területeken elterjedtek voltak az oppenheimi városírnok, Jacob Köbel és a Passauban élő ágostonrendi tanár, Pühler Kristóf művei,²² Franciaországban pedig Jean de Merliers könyve.

¹⁸ Ebben például nagy szerepet játszott az, hogy a festészet kialakította a perspektivikus ábrázolást, ami a reneszánsz világszemléletének nemcsak jól megfelelt, hanem egyenesen abból „táplálkozott”.

¹⁹ Leonardo da Vinci több térképet is rajzolt; egyik térképén a domborzatot perspektivikusan és az árnyékolás segítségével adta vissza, továbbá leírt egy módszert a hegyek magasságának megállapításához. Jól ismerte Ptolemaiosz „Kozmográfiá”-ját, naplójában beszámol arról, hogy anatómiai rajzaiban, azaz a mikrokozmosz ábrázolásában azt a módszert alkalmazta, amit Ptolemaiosz a „Kozmográfiá”-ban: először az egésznek (azaz az oikumenének) a rajzát adta, amire az egyes részek (a tartományok) ábrázolása következett.

²⁰ Dürer szintén foglalkozott a gyakorlati kartográfiával, több térképet metszett fába.

²¹ Lossai *Jegyzetei és Ábrái* a „hozzáférhető és hozzá nem férhető tárgyak magasságának, valamint síkon és mélyben létesített, mérendő hosszúságú, szélességű és mélységű tárgyak geometriai úton végzett megméréséről” Bolognában, latinul íródtak, ahol a szerző – egy időben Kopernikusszal – tanulmányait folytatta.

²² Pühler Magyarországon született, a török elől menekült nyugatra. *Geometrica practica* 1563-ban jelent meg Dilingenben.

A 16. század első felében a nagyméretarányú térképezés kezdett két ágra szakadni. Az egyik, a hagyományosabb ág, ahol a folyamatosság az ókortól kezdve megvolt, a földmérés keretében fejlődött. De a földmérés igen precíz, de szerfölött munkaigényes módszereivel csak nagyon kis területet lehetett felmérni, az eredmény többnyire igen nagyméretarányú térkép volt.

Mindinkább kialakult az igény olyan topográfiai jellegű térképekre, amelyek kisebb méretarányban ugyan, de jóval nagyobb területeket öleltek fel. Mivel ilyen jellegű térképezés számára még nem alakultak ki intézmények és nem voltak hivatásos térképészek sem, az ilyen munkálatokra csak gyorsan, olcsón és egyszerű módon végrehajtható módszerek jöhettek számításba. A gyakorlati kartográfiának ez a differencializálódása a szakirodalom területén is megmutatkozott. Az egyik legkorábbi térképészeti utasítást Sebastian Münster (1488–1552) bázeli professzor, Stöffler tanítványa publikálta 1528-ban.²³ Münster művében több korabeli térképezési módszert kombinál egymással. Két módszert explicite is megad: a poláriskoordináta eljárást és a körívmetszési-módszert. Rejtett formában még felmerül az irányvonalas lánc módszere is, amellyel az egy útvonalon fekvő települések helyét határozzuk meg szögmérés és távolsági adatok segítségével. Figyelemre méltó, hogy a földrajzi koordináták segítségével való kartografálást, amit Ptolemaiosz, és aztán a reneszánszban mások is, így pl. Peter Apian (1495–1552) leírtak, Münster nem említi meg. Nyilván azért nem említette, mert nagyobb méretarányú térkép készítésére nem tartotta alkalmasnak. Azonkívül a földrajzi hosszúság meghatározásához még mindig nem alakult ki megfelelő módszer. A löweni egyetem professzora, Reinerus Gemma-Frisius (1508–1555), aki Apian *Kozmográfiját* javított kiadásban megjelentette, tett ugyan egy erre vonatkozó előremutató javaslatot, de ebből csak a 18. század végére lett a gyakorlatban is alkalmazható módszer. Gemma-Frisius a térképezés módszereinek továbbfejlesztésére is tett egy forradalmi jellegű javaslatot: 1533-ban Antwerpenben megjelent munkájában²⁴ ő ajánlotta először a háromszögelés alkalmazását. Ennek alap gondolata már 1524-ben Peter Apiannál is felmerült, s Gemma-Frisius tulajdonképpen a Münster által 1528-ban leírt poláriskoordináta-módszert fejlesztette tovább. Észrevette azt, hogy nincs szükség a térképezésnél távolságmérésre, elegendő megmérni a két kiindulási pont közötti távolságot – az alapvonal hosszát –, a többi pont (település) helyét kizárólag szögmérés alapján is meg lehet határozni. Később felismerték, hogy ezzel a módszerrel pontosan lehet mérni nagy távolságokat, így az eljárás továbbfejlesztett változata jelentős szerephez jutott a fokmérésben. Ezen a példán is láthatjuk, hogy milyen szorosán összefonódtak még egymással a geodézia és a térképezés különböző területei.

A térképészeti módszerek igen korai összefoglalását adja a wittenbergi matematikaprofesszor, Georg Joachim Rheticus (1514–1574) *Korográfijájában*. Ugyanúgy, mint Ptolemaiosz, a térképkészítés két nagy területét különítette el egymástól. A geográfia szerinte az egész földgömb ábrázolásával, a korográfia ezzel szemben az egyes országok, tartományok ábrázolásával foglalkozik. Rheticus 1539-ben látogatóba utazott Kopernikuszhoz, hogy jobban tanulmányozhassa tanait, amelyekkel a Ptolemaiosz nevével fémjelzett geocentrikus felfogás helyébe a napközpontú, heliocentrikus szemléletet állította. Kopernikusz tanainak kiadásában Rheticus is segédkezett.²⁵ Rheticus látogatása Kopernikusznál igen hosszúra nyúlt, a *Korográfját* is itt írta meg 1541-ben.²⁶ Összefoglaló művében a következő eljárásokat írta le: Az első a földrajzi koordináták alapján való

²³ Ez a leírás úgy lett ismertté Európa-szerte, hogy egy 1537-ben kiadott kis könyvébe is belevette, amely a biblia után a kor legismertebb olvasmányává váló *Kozmográfijájának* az előfutára volt.

²⁴ *Libellus de locorum describendorum ratione*.

²⁵ Rheticus már Kopernikusz híres könyvének, *De revolutionibus orbium coelestium* 1543-as megjelenése előtt – amelynek kézírata az ő közvetítésével került a nürnbergi nyomdába – 1540-ben kiadott egy rövid összefoglalást a kopernikuszi tanokról.

²⁶ Az előzményekhez tartozik még az is, hogy Kopernikusz nagy érdeklődést tanúsított a kartográfia iránt, maga is készített térképet, ahogyan Rheticus is, s ez váltotta ki a térképezés módszertana iránti érdeklődést.

térképkészítés; ezt nem tartja gyakorlati jellegű módszernek, szerinte inkább matematikusoknak való eljárás. A második a körívmetszési módszer.²⁷ Ennél az eljárásnál előfordulhat, hogy a térkép tájolása nem lesz pontos, a térképi észak nem esik egybe a valóságos északi iránnyal. A 16. század első feléből több ilyen „rosszul tájolt” térkép ismeretes, közülük tartozik Magyarország első részletesebb térképe is, amelyet Lázár 1514 körül készített. A Lázár-térkép „elfordulásának” magyarázatára több hipotézis született, de Pápay Gyula, a Rostockban élő kiváló térképtörténész szerint egy igen egyszerű oka is lehetett, mégpedig a körívmetszési módszer alkalmazása. Harmadik eljárásként Rheticus a grafikus háromszögelést írja le, amit Gemma-Frisius javasolt 1533-ban. A negyedik eljárás a poláris koordináta-rendszer, amelynek leírását 1528-ban Münster adta meg. Rheticus nem említi Münster nevét, valószínűleg azért, mert szerinte ez a módszer jóval régebbi, a tengerhajózási térképek készítésénél került alkalmazásra. A portugálok Rheticus szerint nemcsak az irányvonalak szögeit és a távolsági adatokat vették figyelembe, hanem az ábrázolt pontok földrajzi szélességeinek táblázatát is. Ez az eljárás tehát valószínűleg a tengeri térképészetből került a szárazföldi térképészetbe a 15. század közepe táján Itáliában. (Alberti például Róma térképét ezzel a módszerrel készítette.) Visszatérve Rheticusra, meg kell még említeni, hogy trigonometrikus táblázatok készítésével is foglalkozott, ezzel közvetve a térképezés továbbfejlődését is elősegítve.²⁸ *Korográfiája* csak kéziratban maradt fenn, ugyanúgy, mint a svájci lutheránus pap, Sebastian Schmid (1533–1586) 1566-ban írt munkája, a *Chorographia et Topographia*. Ebben ugyanazokat a módszereket taglalta, mint Rheticus, a földrajzi koordináták alapján való térképkészítést viszont meg sem említi. Ennek oka abban rejlik, hogy ő csak a nagyobb méretarányban való térképezéssel kívánt foglalkozni. Figyelemre méltó, hogy ebben a vonatkozásban már megjelenik a „topográfia” kifejezés is. Ugyancsak az 1566-os évből való Tilemann Stella (1525–1589) *Methodusa*, amelyben felvázolja tervét, egész Germánia korográfiai és történelmi leírását.²⁹ Stella a felmérési módszereket csak röviden érinti, a poláriskoordináta-módszert ajánlja. Jelentősége az, hogy megadja egy nagy topográfiai térképmű koncepcióját. A térképhez Magyarországon is gyűjtött anyagot 1560-ban. A mű nem készült el, a hatalmas anyaggyűjtemény megsemmisült. Megmaradt viszont a magyarországi útinapló, amelynek alapján képet kapunk arról, hogy milyen jellegű volt az anyaggyűjtemény. Stella a térképészet mindkét – kis- és nagyméretarányú – ágával kapcsolatban volt. Először történelmi térképsorozattal foglalkozott, amely az első történelmi atlasz létrejöttét készítette elő; később, főleg a schwerini herceg szolgálatában, kiváló topográfiai térképeket készített. 1560-ban kiadta Münster *Németország-térképét* javított formában, amihez magyarázatot is fűzött. Ez volt az egyik legkorábbi publikáció a térképhasználathoz, úgyhogy az elméleti kartográfia ezen témájú ágának kialakulásában jelentős szerepet játszott.

²⁷ A kiindulási pontot tetszőleges helyen megrajzoljuk a térképlapon (jelöljük ezt A-val), és ezután meghatározzuk egy szomszédos település helyét (B). Tájolóra és szögmérésre csak itt van szükség, mivel a térképet be kell tájolni és a két település közti irányt is meg kell határozni. A továbbiakban nincs semmi másra szükség, mint egy olyan táblázatra, amelyben meg van adva a települések egymástól való távolsága. Az ilyen táblázatot itinerariumnak hívták, ekkoriban igen elterjedtek voltak, nyomtatásban is megjelentek, az utazók számára a térképet helyettesíthették. A térképezés további menete az, hogy megkeressük a táblázatban egy harmadik helység (C) A-tól, ill. B-től való távolságát. A, ill. B középponttal AC, ill. BC sugarú köröket rajzolunk. A körívek metszéspontjában lesz a C település helye a térképen. Így tovább haladva meghatározzuk az összes település helyét. Ezzel a módszerrel úgy is lehet térképezni, hogy a térképet előzőleg nem tájoljuk be, valamint az A és a B közti irányt sem határozzuk meg pontosan, a térkép betájolására csak az összes település felrakása után kerül sor. Egy nagyobb területet ábrázoló térkép utólagos tájolása néhány fontosabb helység földrajzi koordinátái alapján is történhet.

²⁸ Utolsó éveit Krakkóban töltötte, ahol orvosként működött. Ez a ténykedés vezette el Magyarországra, ahol meghülés következtében 1574. december 4-én, Kassán hunyt el.

²⁹ Az előbbi két munkával szemben ez a könyvecske megjelent nyomtatásban, egy Erdélyből származó nyomdász nyomtatta ki Rostockban.

Stella ugyanúgy, mint Rheticus és Schmidt, lutheránus volt, kartográfiai munkásságát Wittenbergben kezdte, Melanchton, Luther harcostársának támogatásával. A reformáció alatt kialakult az a felfogás, hogy az Isten által teremtett földfelszín Isten képét tükrözi vissza, így a térképezés Istennek tetsző cselekedet, az istencicséret egy különleges formája. Ezt a felfogást megtaláljuk mind Stella, mind Rheticus írásaiban. Az, ami Homérosznál még isteni tevékenység volt, az most itt Istennek tetsző alkotási aktus lesz. Természetesen a regionális térképezés 16. századbeli felvirágzásának és a módszertani problémák iránti érdeklődésnek sokkal profánabb okai is voltak, így a kereskedelmi fellendülés, a határok jelentőségének növekedése a területi államok kialakulása következtében, adó- és közigazgatási reformok. Nem csekély szerepet játszottak a háborúk sem, így pl. a török elleni háború.

A nagyméretarányú térképezés módszertana a 16. század végére teljesedett ki. A nürnbergi térképész, Paul Pfinzig (1554–1599) 1598-ban kiadta *Methodus geometria* című könyvét. Míg Ptolemaiosz *Geográfiája* a kisméretarányú térképkészítés első szakkönyve volt, úgy Pfinzig könyvét a topográfiai térképezés első összefoglaló szakkönyvének tekinthetjük.³⁰ Abban az időben, amikor Pfinzig³¹ a könyvét megírta, került sor a mérőasztal feltalálására. Ez azzal az előnnyel járt, hogy a terep felvételét nem kellett két fázisra osztani, ezt a terep egyszeri bejárásával is meg lehetett oldani. A mérőasztal feltalálását általában az altburgi egyetem matematikatanárának, Johann Praetorius (1537–1616) nevéhez fűzik, aki a mérőasztalt „geometriai asztalká”-nak nevezte. Vele körülbelül egy időben egy zürichi műszerész, Philipp Eberhard (1563–1627) is feltalálta a mérőasztalt.³² A mérőasztal lett igen hosszú időre a topográfiai térképezés legfontosabb eszköze.

A topográfiai térképezésnek a 16. században még kevés irodalma volt, a módszertani tanulmányok egy része meg sem jelent nyomtatásban. Ennek több oka volt, például az is, hogy az uralkodó körök támogatták ugyan a szolgálatukban álló térképészek tevékenységét, de nem tartották kívánatosnak a térképezés művészetének elterjedését. Erre utal Pfinzig is könyve kéziratában, amely már 1590-ben kész volt, de csak kilenc évvel később került kinyomtatásra. A csekély irodalmi aktivitás másik oka abban rejlett, hogy térképezéssel ekkor még aránylag kevesen foglalkoztak, nem indult még meg a professzionalizálódás; a topográfiai térképezés intézményi alapja nem jött még létre, a módszertani munkák iránt érdeklődő vevőréteg így még igen gyér volt. Jóllehet az atlaszkartográfiában a nagy térképkiadók létesítésével már megindult az intézményesedés és a professzionalizálódás, ezen a téren még kevesebb módszertani kiadvány jelent meg. Ennek több oka volt: a szintén szűk vevőréteg, valamint a kiadók közti éles konkurenciaharc, amely erősen gátolta a módszertani ismeretek írásban való terjesztését. Az a tény is közrejátszott, hogy az atlaszkartográfiában a térképek tartalmán volt a hangsúly, így pl. a földrajzi felfedezéseket követő térképészeti feldolgozások minél aktuálisabb követésén. Módszertani problémák a vetülettanon kívül nemigen kerültek előtérbe. Módszertani tankönyvekre nem volt szükség, mivel a kartográfia módszertani ismereteinek továbbadása generációról generációra az egyes kiadókon, sokszor egyes családokon belül történt. Az atlaszkartográfia intézményesedése tehát a kartográfiai irodalom fejlődését nemigen segítette elő.

³⁰ Ma már csak hat példány van belőle, az egyik az Országos Széchényi Könyvtárban található.

³¹ Paul Pfinzig egy nürnbergi patríciuscsalád sarja volt; így lehetősége nyílt magas fokú műveltség megszerzésére. A földmérési módszerekkel való foglalkozáshoz feltehetőleg a lipcei egyetemen kapott indítást. Nürnbergben, ahol főleg fűszerkereskedéssel foglalkozott, magas hivatali tisztségeket is betöltött. A térképészeti tevékenységet, amelynek eredménye több topográfiai térkép volt, csak mellékfoglalkozásként fejtette ki, kedvtelésből üzte.

³² Sem Praetorius, sem pedig Eberhard nem hozta nyilvánosságra találmányát. A mérőasztal első leírásai így a 17. század elején jelentek meg. Erről 1607-ben a zürichi aranyműves és műszerész, Leonhard Zubler (1563–1611) Baselben megjelent *Fabrica et usus instrumenti chorographici* (Korográfiai műszerek készítése és használata) című művében számolt be. A mérőasztal népszerűsítésében azonban nagyobb szerepet játszott Praetorius tanítványa, Daniel Schwentner (1585–1636), aki szintén Altdorfban volt professzor. 1618-ban Nürnbergben megjelent *Geometrae practicae* című munkájában megadta Praetorius mérőasztalának részletes leírását.

A reneszánsz idején az elméleti kartográfia – a középkori megszakítás után – lényegében két nagy ágon folytatódott, a vetülettan és a topográfiai térképezés terén. A vetülettan alapproblémája egyre inkább matematikai jellegű problémafelvetéssé vált. A kartográfiai módszertannak pedig a topográfiai térképészeten belül nem volt önálló jellege, mivel erősen összefonódott a felmérési módszertannal, amely később a geodéziához tartozott. A „geodézia” megnevezés ugyan már a reneszánsz idején kialakult – Conrat von Ulm 1580-ban megjelent könyvének címében pl. már felmerül –, de a geodézia és a kartográfia differenciálódása mind a tárgyszférában, mind pedig a metaszférában igen hosszú időszakot vett igénybe. A reneszánszban az a paradox helyzet állt elő, hogy a kartográfia módszertana a viszonylagos önállóságának még azt a fokozatát sem érte el, mint amit az ókor vége felé, különösen Ptolemaiosz révén elért.

A topográfiai térképezés reneszánsz idején kialakult paradigmájának az alapszerkezete is más volt, mint a kartográfia ókori paradigmájáé, amelyben fokozatos egymásra való rétegződés ment végbe. A reneszánszban kialakult, és még sokáig fennmaradó paradigma alapproblémája nem egy nagy terület (az ismert világ) kisméretarányban való térképezése volt, hanem fordítva, egy kis terület nagyméretarányban való térképezése. Az ókori paradigmával szemben itt nemcsak építkezés folyik, hanem rombolás is, a paradigma fejlődése apró kis forradalmak – új műszerek, új módszerek feltalálása – révén halad előre. Az egyes fejlődési fázisok mégsem választhatók szét élesen egymástól, mert a régi és az új mind a gyakorlatban, mind pedig az elmélet terén egymásba csúszik a szakirodalomban. Néha egymásra is rakódnak, miközben módosulnak is. Ez a fejlődési menet megmaradt a reneszánsz után, a 17. század folyamán is.

A topográfiai felmérésben egy új korszak kezdetét jelentette a háromszögelés mai értelemben vett modernebb változatának bevezetése.

A háromszögelésnek ezt a modern változatát a holland Willbrord Snellius (1580–1626) alkalmazta először az 1610-es évek elején, de nem térképezésre, hanem meridiánmérésre. Az eljárást térképezésre először Wilhelm Schickard (1592–1635)³³ használta Württemberg felvételénél 1624-től. Snellius és Schickard voltak a hátrametszés módszerének feltalálói is.

A mérőasztal és a valódi háromszögelés feltalálásával létrejött a 17. század első felében egy olyan, a reneszánsz talaján álló szolid talapzat, amelyre a topográfiai térképészeti a következő századokban bátran építkezhetett.

A kartográfia résztudománnyá válása: a 17. század közepétől a 18. század végéig terjedő időszak

Az a problémafelvetés, amely az első igazán kartográfiai jellegű elmélet megalkotásához vezetett, a 17. század közepén még csak igen szerény és kiforratlan formában jelentkezett. A topográfiai térképezés módszereinek fokozatos kifinomulása egy bizonyos ellentmondást hozott létre a topográfiai térképeken belül: a térképi elemek nagy része (mint pl. a vízrajz, a településhálózat) egyre pontosabb alaprajzi ábrázolásban jelent meg, viszont a terep képét

³³ Schickard sokoldalú egyéniség volt. Így kapta a „sváb Leonardo” – Leonardo da Vincire utaló – nevet. A tübingeni egyetemen a bibliai nyelvek tanára volt, majd matematikát és csillagászatot tanított, és ő találta fel a komputer őst, az első mechanikai számológépet. Württemberg topográfiai felvételénél hamarosan rájött arra, hogy ilyen nagy terület szabatos feltérképezése egyetlen ember erejét felülmúlja. Segéderők toborzása céljából leírta térképezési módszerét 1629-ben megjelent könyvében, amelynek címe így hangzott: *Kurtze Anweisung, wie künstliche Land-Tafeln aus rechtem Grund zu machen...* (Rövid utasítás arra vonatkozólag, hogyan lehet térképeket helyes alapon elkészíteni...). Ez a munka, bár eredeti célját nem érte el, nagy feltűnést keltett. Egy kortárs azért sopánkodott, mert németül jelent meg: „Ilyen műveknek egy általánosan elterjedt nyelven kellene íródniuk, mint latin, különben a világ egy sarkára korlátozódnak, ami pedig megbocsájthatatlan igazságtalanság”. Később sor került a latinra való fordításra is. E könyv sikeréről tanúskodik az is, hogy még a 18. század elején is nagy elismeréssel nyilatkoztak róla.

nagymértékben meghatározó domborzat csupán oldalnézetben. Erre az ellentmondásra a korabeli szakirodalom még nemigen hívta fel a figyelmet. Kivételt csak a pomerániai mérnök, Wendelin Schildknecht (kb. 1592–?) *Összhang és erélyesség* című 1652-ben megjelent munkája képez, amelyet, mint maga mondja, nem kolostorbéli apácáknak, hanem a tudományt kedvelő katonáknak írt. Ebben bírálja a domborzat perspektivikus ábrázolását, mert ennél az „egyik részlet a másikat úgy elrejtí, mint házasságtörő nő szeretőjét a szörmetakaróval”. Néhány korábbi, igen kis területet ábrázoló erődítmény-térképtől eltekintve, ebben az időben – azaz a 17. század közepe táján – kezdődnek a kísérletek a domborzat felülnézetben való ábrázolására. Az árnyalás korai alkalmazására is sor kerül, amint ezt Hans Conrad Geyger (1599–1674) próbálkozása is mutatja, de a domborzat felülnézetben való ábrázolásának leginkább elterjedt eszköze a csíkozás lesz. Ezt mai ismereteink szerint először Giovanni Francesco Abela 1674-ben Málta térképén alkalmazta, majd David Vivier pedig 1684-ben Párizs környékének ábrázolásánál. A 18. században ez a módszer általánosan elterjedt, de ezt a folyamatot a korabeli szakirodalom még nem nagyon tükrözte vissza, a domborzatábrázolási problémákat kezdetben kizárólag a gyakorlati kartográfián belül kívánták megoldani. A szakirodalom a 18. század második felében karolja fel a domborzatábrázolás problematikáját, ami azután a század végén az első kartográfiai elmélet megalkotásához vezet.

A kartográfia rész tudománnyá³⁴ válásához a vetülettan kevésbé járult hozzá, mert szinte a matematika egy részterületévé vált, anélkül azonban, hogy a kartográfiai problémálatás hangsúlyt kapott volna. A kisméretarányú – földrajzi – kartográfia meglehetősen szerényen alakította metaszféráját, úgyhogy a kartográfia rész tudománnyá válásában³⁵ csak kismértékben részesedett. A fő fejlődési vonalat továbbra is a topográfiai térképezés módszertana hordozta, mely hatásos impulzusokat kapott a 17. század közepétől lendületesen fejlődő erődítménytantól, valamint a katonai felderítést célzó, szemrevételezésen alapuló vázaltszerű térképezés jelentőségének növekedésétől.

Nézzük, hogyan jelentkezett a térképészet fejlődése a korabeli Európa országaiban: Területileg a fő fejlődési vonal elsőrangú hordozója a 17. század második felében és a 18. század első felében Franciaország volt. Hogyan tett szert Franciaország erre a vezető szerepre? Ennek számos oka volt. A legfontosabb kétségtelenül az, hogy a gyakorlati kartográfia XIV. Lajos (1660–1719), a „Napkirály” uralkodása alatt fellendült. Ebben nagy szerepet játszott minisztere, Colbert (1619–1683), aki felismerte, hogy az abszolutisztikus államnak nagy szüksége van térképekre. Az abszolutizmus Franciaországban tetőpontját a 17. század második felében érte el. A központi hatalom egyik fő támasza a hadsereg volt, amelynek békelétszáma 180 ezer főre duzzadt. Ekkor került sor a zsoldosok tömeges alkalmazására is. A hadreform, amely a hadsereg egész szervezetét megváltoztatta, kialakította a manőverezést megkönnyítő, erős, egységes hadvezetést, megemelte a tisztek képzési szintjét és kihatással volt a stratégia, valamint a taktika továbbfejlesztésére is. Ezek a változások, reformok a francia hadsereget az európai hadseregek mintaképévé tették, s természetes velejárójuk volt a térképigény ugrásszerű megnövekedése is. Ugyanakkor az erős központi hatalom lehetővé tette olyan intézményrendszer létrehozását, amely ezt az igényt ki tudta elégíteni.

A 17. század második fele a tudományok felvirágzásának az ideje is. Ennek – a térképezés szempontjából is – olyan fontos jelei voltak, mint pl. a Párizsi Akadémia (1666) és a párizsi

³⁴ Rész tudomány alatt egy olyan ismereti rendszert értünk, amelynek megvan ugyan a maga sajátos tárgya és megismerési célja, de csupán egy önálló tudományágon belül. A térképtudomány is – önállósá válása előtt – megjárta a részleges önállóság fejlődési szakaszát. Az előző fejezetekben tulajdonképpen a kartográfia rész tudománnyá válásának korai történetével foglalkoztunk, most pedig a közvetlen előtörténetét és a rész tudománnyá válás időszakát tárgyaljuk.

³⁵ A későbbi fejlődés szinte programszerű elővetítése volt az a tény, hogy a természeti földrajz megalapítója, Bernhard Varenius (1622–1650), 1650-ben megjelent *Geographie generalis*ában a vetülettan is tárgyalta. Ez kifejezésre juttatta, hogy az önállósulás felé haladó földrajztudomány igényt tart a kartográfia módszertanának legalábbis egy részére.

csillagvizsgáló (1677) megalapítása. A tudomány fejlődése az ugyancsak nagy fejlődésnek indult hadtudományokon keresztül is hatott a térképezésre. A hadtudomány érdeklődését a térképezés iránt a tereptan kérdései indokolták. Már az ókorban megemlítik hadtudományi művek a terepismeret szükségességét, így a 4. század végén Publius Vegetius mutatott rá erre, továbbá Mauritius a 6. században. Ennek ellenére a hadtudomány elég későn fordult a terep problematikájára felé, aminek oka abban rejlett, hogy az ütközeteket évszázadokon át jól áttekinthető, sík terepen vívták meg. Az igen egyszerű terepviszonyok nem igényelték a módszertani reflexiót. Bizonyos kivételt képeztek a várharcosok, hisz az erődítmények környékén rendszerint bonyolult terepviszonyok uralkodtak, ezért a terep ábrázolásának nehézségeit itt korábban felismerték. Az erődítéstan (fortifikation) a hadtudomány egyik ágává fejlődött, amelyhez az erődítmények ábrázolásának módszertana is hozzátartozott. A 17. század második felében Franciaországban ennek a területnek komoly irodalma alakult ki. Nagy szerepe volt ebben Sébastien le Prêtre de Vauban marsallnak (1633–1707), aki 1650-ben elrendelte a francia erődítmények 1:600-as arányú modelljeinek elkészítését. Ez vezetett ahhoz, hogy Párizsban bevezették a modellkészítés oktatását. Valószínűleg ez volt az első eset, hogy egy kartográfiai vonatkozású tantárgyat katonai kereteken belül oktattak. Kialakult az erődítmények megrajzolásának módszertana is, amelynek ugyan nem sok kartográfiai vonatkozása volt, de többek közt a rajztechnológiák, a festékek előállításának leírásával előkészítette a kimondottan kartográfiai jellegű rajzok kialakítását.³⁶

A 17. század második felében azonban nemcsak az erődítéstan fordult a terep fontossága felé, hanem maga a hadtudomány. Ezt főleg a stratégia megváltozása idézte elő: a zsoldosok tömeges alkalmazása nagyon költségessé tette a hadsereg fenntartását, így ezzel a drága hadsereggel kerülni kellett a nagy veszteségekkel járó döntő ütközeteket. Nem az ellenség megsemmisítése volt a cél, hanem ügyes manőverezéssel minél nagyobb területek megszerzése. A terep tehát a hadműveleteknek nemcsak színtere, hanem célja is lett, ami természetesen megnövelte a térkép iránti igényt. A hadvezetés ugyanakkor bonyolultabbá vált, ami a tisztek képzési szintjének emelését és specializálódását követelte meg. Mind a két folyamatnak szerepe volt a térképezést érintő irodalom kibontakozásában, s a térképészeti tevékenység egyre inkább a hadmérnökök feladatkörébe került. A hadmérnökök első szervezete a „Service spécial d’Ingénieurs des Camps et Armées” volt, amely Vauban javaslatára jött létre. Az első olyan iskola, ahol valószínűleg már hadmérnököket is kiképeztek, az Douaiban 1679-ben alapított tüzériskola volt. A hadmérnöki kar 1688-ban haditérképtárrá alakult; melynek feladata nemcsak a térképek tárolása volt, hanem térképkészítés is.

Ezek a fejlődési tendenciák nemcsak a gyakorlati térképezés fellendítéséhez járultak hozzá, hanem termékeny talajt biztosítottak a térképezést érintő művek megírásához is. Ennek ellenére a szakirodalom területén nem volt ilyen nagy fellendülés és a tematikus differenciálódás sem követte szinkronban az intézményi szinten végbemenő elkülönülést. Mondhatnánk, a metaszféra a tárgyszféra után kullogott. Egy-két jelentős munka azért mégis megszületett.

A francia szakirodalom kibontakozása térképkiadók, földrajztudósok műveivel indul. A királyi geográfus, Pierre Duval (1619–1683) 1659-ben könyvet bocsát közre, amelyben a földgömb és a térkép használatához ad útmutatást. A hadmérnök Henri Gautier 1687-ben Lyonban megjelent munkája az erődítmények ábrázolásával foglalkozik, ezen belül tárgyalja a térképrajzolás is. A hadműveletek ábrázolására egyezményes jeleket dolgozott ki, amelyek Európa-szerte elterjedtek. Feltehetőleg itt kezdődik a dinamikus ábrázolás módszertana. Ugyancsak elterjedt olvasmányá vált Jacques Ozonam (1640–1717) 1693-ban kiadott könyve, a *Méthode de lever les plans et les cartes...* (Tervrajzok és térképek felvételi

³⁶ Az erődítménytérképeken Vauban már szabványosításra is törekedett, így pl. ő vezette be a tervezett részek sárga színnel való jelölését, a falak vörös színű ábrázolását. A vezér-színelv is érvényesülni kezdett, így pl. a lerombolt vagy föld alatti falakat Vauban vörös pontozott vonalakkal adta vissza.

módszere...), amely széles olvasóközönség számára íródott.³⁷ Tárgyalta mind a műszeres, mind pedig a műszer nélküli térképezés módszereit, tárgya a tengerpart ábrázolásától egészen az ellenséges városok ábrázolásáig terjedt.

A felvilágosodás kibontakozása a 18. században további impulzusokat adott a térképészetnek. A térképészeti irodalom nyelve jóformán a francia lesz, a reneszánsz latinja után a művelt Európa újra egy közös nyelvre talál. A felvilágosodás több területen is hozzájárult a térképészeti irodalom fejlődéséhez. A térképszükséglet további növekedésével és a térképészettel rokon tudományok fejlődésével kialakult a topográfiai térképészet modern tudományos módszertana. A másik terület a hadtudomány kibontakozása és a tisztképzés szintjének további emelése, a harmadik szint a könyvkiadásnak a műveltség terjedésével együtt járó fejlődése volt. A topográfiai térképezés módszereit illetően Franciaország lesz a nagy mintakép. A Párizsi Akadémia – amelyet ebből a szempontból főleg a Cassini-család tagjai képviseltek –, valamint a francia mérnökgeográfusok együttműködésével elkészült az első modern topográfiai térképmű, amelynek alapja geodéziai hálózat és mérőasztal-felvétel volt.³⁸ A topográfiai térképezés módszertana a 18. században már erősen differenciálódott, és azok a munkák testesítették meg elsősorban a tudományos haladást, amelyek geodéziai jellegűek voltak.

A 18. században tovább folytatódott a topográfiai térképezés intézményesedése. A század elején kialakul a mérnökgeográfusi kar, és a térképezést több intézményben is elkezdik oktatni; így az 1747-ben alapított École des Ponts et Chaussées-ben, amely főleg híd- és útépitésre specializálódott mérnököket képzett ki, valamint az 1749-ben Mézières-ben alapított École du Génie Militaire-ban, amelyben hadmérnököket oktattak. Térképészetet azonban nemcsak ilyen speciális intézményekben tanítottak, hanem az általános tisztképző iskolákban is, mint pl. az 1764-ben Grenoble-ben alapított intézményekben. A hadmérnökök képzésében jelentős előrehaladást jelentett az 1794-ben alapított École polytechnique, ahol híres tudósok oktattak. A mérnökgeográfusok alapképzése is itt folyt, de speciálisabb ismereteket ők az 1795-ben megnyitott École des Ingenieurs Géographes-ben szereztek, ahol két év alatt sokrétű geodéziai és kartográfiai tudásanyagot sajátítottak el.³⁹ Ebbe az intézménybe rendkívül nehéz volt bejutni, viszont a végzett hallgatók előtt kiváló lehetőségek nyíltak, így pl. bekerülhettek a felső hadvezetésbe is, ahol kizárólag kartográfiával foglalkozhattak. Pierre Joseph de Bourcet (1700–1780), aki a grenoblei tiszti iskola igazgatója volt és később tábornok lett, az 1760-ban megjelent *Mémoires sur les reconaissance militaire...* című könyvében a felderítést szolgáló, vázlatszerű, gyors térképezés módszertanát adta meg. Ez a térképezési mód rendkívül nagy szerepre tett szert a 18. század folyamán, mivel a rendszeres topográfiai felmérés megközelítőleg sem tudta kielégíteni a hadsereg erősen megnövekedett térképigényét. Jelentősége a következő évszázadban is megmaradt, mert az aktualizálást így lehetett a legegyszerűbben elérni. Meglepően korán írt Bourcet a hegyekben való háborúskodásról is a *Principes de la guerre des montagnes* című művében (1755), amelyben kiemeli a térképek kritikus használatának szükségességét mindenféle katonai operáció megtervezésében. Rámutatott továbbá arra, hogy ennek megfelelően a tiszteknek ismernie kell a térképezés fortélyait is.⁴⁰

³⁷ Ozonam földmérő volt és matematikus, műveit azonban katonáknak is szánta, így írt egy erődítéstani tanulmányt is, amelyben Vauban felfogásait ismertette.

³⁸ Ezzel a módszerrel elkészül César-Francois Cassini de Thury (1714–1784) vezetésével az egész ország felvétele, amelynek végeredménye a *Carte géométrique de la France* (Franciaország geometriai térképe) lett, amelyről 1783-ban Cassini tanulmányt írt. A Cassinik több, a térképészetet érintő munkát adtak ki már a 18. század első felében, de ezek elsősorban geodéziai jellegűek voltak.

³⁹ Az utóbbihoz tartozott a vetülettan, a földgömbkészítés, kisebb méretarányú térképek levezetése nagyobb méretarányú térképekből, geológiai térképek olvasása, felderítési térképek készítése és a kartometriai módszerek alkalmazása.

⁴⁰ Bourcet maga is készített térképeket, s nagymértékben hozzájárult a természethű sziklarajz bevezetéséhez.

A felderítés során végzett vázaltszerű térképezésről Jeney Lajos Mihály (1723? – 1797) is értekezik *A portyázó, avagy a kis háború sikerrel való megvívásának mestersége korunk géniusza szerint*⁴¹ című könyvecskéjében, amely 1759-ben jelent meg Hágában, franciául. (Kiadták 1760-ban angolul és 1765-ben németül is, a magyar fordítás kiadására azonban csak 1986-ban került sor.) Jeney könyvének megírása idején a francia hadsereg mérnökgeográfusa volt.⁴² Írásából kiderül az is, milyen nagy becsben tartották akkoriban a felderítő „geográfust”: a felderítés vezérének „fontolgtatás nélkül mindent kockára kell tennie..., hogy megmentse a geográfust megbízatása hasznos adataival, mindenekelőtt, ha a felderítés olyan fontos a hadsereg egyik generálisának, hogy ez jogot ad a hadseregnek tizenkét ember feláldozására, akiket könnyen visszaszerezhet majd egy másik alkalommal.” A legtöbb és leginkább elterjedt műveket a térképészet módszertanáról a 18. század második felében a mérnökgeográfus Dupain de Montesson (~1720 – ~1790) írta. Tankönyvszerű munkáit, amelyeket a topográfiai térképezés mindhárom területén (szabatos felmérés, felderítési célú térképvázlat-készítés és erődítéstanal kapcsolatos térképezés) figyelembe vettek, nemcsak a francia mérnökgeográfusok forgatták, hanem külföldön is jól ismertek voltak.⁴³

A térképészet nem hiányozhatott természetesen az *Enciklopédiából* sem, amely a kor ismereteit gyűjtötte össze, és ezzel szinte a francia felvilágosodás szimbólumává vált. Ez a hatalmas munka Denis Diderot (1713–1784) és Jean d’Alambert (1717–1783) szerkesztésében indult meg. Az első kötet 1751-ben, az utolsó pedig 1772-ben jelent meg. Eredetileg csak Ephraim Chamber 1729-ben Londonban kiadott *Cyclopaediájának* fordításáról volt szó, de aztán kb. 150 szerző bevonásával egy teljesen új lexikon kidolgozására került sor. Szinte érthetetlen módon a felmérést és geodéziát tárgyaló szövegrészeket átvették a *Cyclopaediából*, holott Franciaország ezen a téren élenjáró volt. A földrajz története címszó szövegét a kartográfus Didier Robert de Vaugondy (1723–1786) írta meg, amelyben a kartográfia és a felmérés történetét helyezte az előtérbe.⁴⁴ Annak ellenére, hogy a topográfiai térképezés fejlődésének fő vonalát a 18. század során Franciaország hordozta, a domborzatábrázolás problematikája nem került előtérbe a korabeli francia szakirodalomban. A domborzatábrázolás fejlődése szinte kizárólag a gyakorlati kartográfián belül zajlott le, módszerei a felső és a ferde megvilágítási effektust utánzó csíkozás és árnyékolás voltak. A vita arról, hogy melyik módszer az előnyösebb, Franciaországban csak a következő évszázadban robbant ki, ezért is meglepő, hogy itt születik meg a modern domborzatábrázolási módszer, a szintvonal elméleti leírása. Ennek természetesen voltak előzményei: a szintvonalas ábrázolás első formája a mélységvonalas ábrázolás volt, amelynek elvét a Párizsi Akadémia geográfusa, Philippe Buache (1700–1773) 1737-ben dolgozta ki. Egy másik előzmény Milet de Mureau hadmérnök 1749-ben írt tanulmánya volt, amelyben a domborzat ábrázolásánál a magassági számok feltüntetését javasolta és a magasságmérés elvét is leírta. Arra azonban, hogy a mélységvonalas-módszer a domborzat ábrázolására is kiterjeszhető, Marcellin Ducarla-Bonifas mérnök (1738–1816) jött rá 1765-ben, amikor a Genfi-tó partján tartózkodott. Elgondolását tanulmányba foglalta, amelyet 1771-ben benyújtott a Párizsi Akadémiának, Jean-Louis Dupain Triel (1722–1805) pedig 1782-ben kiadta. Dupain Triel később több tanulmányt írt a szintvonalas módszer alkalmazásáról. Az 1791-ben megjelent dolgozatához mellékelte Franciaország oktatási célra készült térképét,

⁴¹ A kis háborút a nagy háborúval szemben nem a főerőkkel vívták, hanem egyes kötelékekkel. Ennek szinonimája volt a portyázó háború.

⁴² Később a topográfiai felméréssel is kapcsolatba került, 1772-ben az erdélyi felmérési munkák vezetésével bízták meg.

⁴³ Legismertebb könyve a *L’art de lever les plans...* (1763) volt, amelynek terminológiailag kissé bonyolult teljes címét a következőképpen lehetne magyarra fordítani: A nagyméretarányú térkép elkészítésének művészete mindarról, aminek valamiféle kapcsolata van a háborúval vagy a polgári és mezőgazdasági architektúrával. Az utóbbi alatt nem csupán építőművészetet kell érteni, hanem inkább szerkezeti felépítést, így pl. a „mezőgazdasági architektúrához” tartozik az erdőségek felmérése is.

⁴⁴ A neves térképészek között megemlíti Mikoviny Sámuel is.

amely egy valóságos földfelület első szintvonalas ábrázolását nyújtotta, mivel Ducarla-Bonifas a tanulmányához csupán egy képzeletbeli táj szintvonalas ábrázolását mellékelte.

Franciaországban a kartográfia tehát résztudománnyá vált, de ez a folyamat világosabban mutatkozott az intézményi szinten, mint az ismereti szinten. A kartográfia intézményi szinten résztudománnyá vált, a szakirodalom szintjén viszont ez nem jutott adekvát módon kifejezésre. Speciális kartográfiai tankönyvek megjelenésére, olyan mértékben, mint például a német nyelvterületen, nem került sor. Ennek okai még kiderítésre várnak, de feltehetőleg éppen a magas fokú intézményesedés tette mellőzhetővé a szakkönyvek megjelenését. A metaszféra elemei tehát nem mindig segítették elő egymás fejlődését, gátolhatták is egymást. Nézzük, hogyan jelentkezett a fejlődés, a résztudománnyá válás folyamata egy másik európai vezető hatalom térképészetében.

A 17. század második felében és a 18. században Nagy-Britannia – Franciaországhoz hasonlóan – nagyhatalom volt, nemcsak politikailag és gazdaságilag, hanem térképészeti vonatkozásban is. Franciaországgal ellentétben már túl volt a polgári forradalmon, s bár a monarchiát visszaállították, a polgárság az arisztokráciával kötött kompromisszum révén hatalmon maradt. A tudomány fejlődése számára kedvező feltételek alakultak ki. A tudományos felfedezések érintették a geodéziát és a kartográfiát is, így pl. Isaac Newton (1643–1727), a világegyetem mechanikai törvényeinek klasszikus megfogalmazója, nemcsak a Föld sferoid alakjának megalapozását adta meg, hanem megalkotta a tükrös távcsövet is, továbbá a színelmélet alapjainak megteremtéséhez is hozzájárult. A földrajzi hosszúság meghatározását leegyszerűsítette John Harrison (1693–1776) precízen járó órája. A polgári átalakulás, a hatalmas gyarmati rendszer kiépítése, a tudomány fellendülése, az ipari forradalom beindulása (1760 körül) mind-mind olyan tényező volt, ami a térképészet kibontakozásához kedvező feltételeket nyújtott, mindezek ellenére a brit térképészet fellendülése váratott magára, csak a 18. század végén érte el a francia szintet. Az egész Nagy-Britanniát ábrázoló, egységes méretarányú topográfiai térkép elkészítését nagymértékben inspirálta a Royal Society of Arts (a Művészetek Királyi Társasága) azzal, hogy 1759-ben erre pénzjutalmat tűzött ki. A munkálatokban nagy számban vettek részt civil személyek. A térképmű még nem geodéziái háromszögelésen alapult, ez csak 1783-ban indult be katonai keretek között William Roy tábornok (1726–1790) vezetése alatt. Olyan funkciót, mint a francia mérnökgeográfusok szervezete, Angliában az 1717-ben alapított Drawing Room (rajzoló szoba) in the Tower of London töltött be.⁴⁵ A kartográfia számára fontos volt az 1662-ben megalapított Royal Society is, amelynek tagja volt pl. Newton, valamint az első meteorológiai térképet és az első izogontérképet megalkotó Edmond Halley (1656–1742) is. Ez a londoni tudós társaság hasonló szerepet játszott Nagy-Britanniában, mint a Párizsi Akadémia Franciaországban. Folyóiratában, a Philosophical Transaction-ban kartográfiai jellegű publikációk is megjelentek.

A tisztek kiképzésénél a térképészetet is figyelembe vették, de erre a 18. század végéig csupán egyetlen oktatási intézmény volt, a Woolwichban 1741-ben alapított Royal Military Academy. A térképészet itt nem jelent meg külön tantárgyként, hanem más tantárgyak részét képezte.

Jellemző a 18. századi angol katonai irodalomra, amely főleg francia és német példákat követett, hogy a legjelentősebb erődítéstani könyveket a német származású John Muller (1699–?), az intézmény professzora írta az ötvenes években francia példaképeket, köztük Vaubant követve.⁴⁶ Angol nyelvű, a térképezést érintő hadtudományi munkák az észak-amerikai angol gyarmatokon is megjelentek, példaképpen csupán Roger Stevenson 1775-ben,

⁴⁵ Térképezéssel más intézmények is foglalkoztak, így a Royal Navy (Királyi Haditengerészet), a kereskedelmi társaságok, a British East India Company és a Hudson Bay Company. Angol térképészek Észak-Amerikában is dolgoztak a Lords of Trade-nél, amelynek feladatához tartozott a gyarmati kormányzat térképekkel való ellátása.

⁴⁶ Muller, aki sokáig hadilábon állt az angol nyelvvel, kartográfiai tevékenységet is kifejtett, mégpedig a Drawing Room of Tower-ben. Innen került az akadémiára, ahol tüzérséget és erődítést tanított.

Philadelphiában megjelent könyvét említjük, mivel ennek magyar vonatkozása is van: a szerző Jeneynek a térkép-vázlatot igen fontosnak tartó felderítési módszerét ajánlja. A brit topográfiai térképészet intézményesedése igen magas fokot ért el 1791-ben az Ordnance Survey of Britain megalapításával, amely a következő évszázadban több topográfiai-kartográfiai intézmény modelljéül szolgált.

Angliában elég korán, már a 17. század második felében kialakult a térképészeti irodalomnak az az ága, amely tisztán kartográfiai jellegű problémákat tárgyalt. Az 1670-es évek elején két könyv is megjelent, amely a térképrajzolást, a térkép kifestését és a sokszorosítását taglalta. A 18. század elején egy londoni órás-mester, John Smith írt könyvet a festészet technikájáról, amelyben a térképek kifestésével is foglalkozott; 1725-ben Henry Wilson adott ki egy további útmutatást a térképfestéshez. E téma jelentőségét az adta, hogy a térkép a lakásdísz egy része lett.⁴⁷ A korabeli angol kartográfia helyzetét világítja meg a kartográfus John Green (~1685–1757) kissé túlzóan könyörtelen bírálata, mármint, hogy az angol kiadói kartográfiát a kritikátlanul másoló rézmetszők kaparintották meg. Green a kartográfiát igényesebb módon művelte, ami abban is kifejezésre jutott, hogy az elméleti kartográfiával is foglalkozott.⁴⁸ Green vitára hajlamos természete miatt sok londoni kiadónak dolgozott, így Chambernek is, aki a *Cyclopaedia* kiadója volt. E könyvben Green írta meg a térképszerkesztésről szóló részeket, amit aztán a francia *Enciklopédia* is átvett. A domborzatábrázolás problematikája az angol szakirodalomban a 18. század folyamán még kevésbé jelentkezett, mint a franciában. Az angol pragmatizmus nagy toleranciát tanúsította a domborzatábrázolás minden fajtája iránt, így ezt nem is fogták fel problémaként. A domborzatábrázolás fejlesztésére voltaképpen csak egyetlen elméleti megnyilvánulás nevezhető meg, Christopher Packe (1686–1749), orvos és hobbitérképész, a Royal Societynek 1736-ban benyújtott tanulmánya, amelyhez térképet is csatolt. Itt javasolta – pár évvel Milet de Mureau előtt – a magassági számok felvitelét a térképre.

A 18. század végéről két kartográfiai jellegű publikáció említhető meg. Az egyiket a londoni antikvárius, Richard Gough (1735–1809) jelentette meg 1780-ban, ez a brit térképészet történelmi áttekintését adta. A másik James Rennel (1742–1830) munkája volt. Rennel, aki Indiában térképezett, egyike volt azon topográfusoknak, akik a topográfia térképezésén belül a kartográfiára specializálódtak⁴⁹

Összegezve megállapíthatjuk, hogy a kartográfia rész tudománnyá válása Nagy-Britanniában is megkezdődött, de még annyira sem haladt előre, mint Franciaországban, annak ellenére, hogy itt az alapfeltételek kedvezőbbek voltak. A reneszánsz idején a topográfiai térképészetben kialakult paradigma, amelyben a felmérés módszertanán volt a hangsúly, Nagy-Britanniában továbbra is fennmaradt, szinte minden változás nélkül. Közrejátszott ebben a hadtudomány helyzete is, amely a francia és német hadtudományhoz képest visszamaradt, és egy bizonyos fokú provincializmus jellemezte, ami a hadtudományi tankönyvek csekélyebb számában is megmutatkozott.

A tereppel foglalkozó hadtudományi tankönyvek száma a német nyelvterületen volt a legmagasabb.

Egységes Németország ebben az időben nem létezett, a Német-római Birodalom néhány nagyobb független, sőt egymással hadakozó országból és rengeteg apró kis hercegségből, grófságból állt. A topográfiai térképezés irodalmának kialakításában Poroszország,

⁴⁷ Ez a divat, amelyről Jan Vermeer van Delft (1632–1675) számos képe tanúskodik, Hollandiában már jóval előbb megjelent. A rézmetszéssel sokszorosított térképeket ki kellett festeni, hogy lakásdísz funkciójukat betölthessék. Ebben a hollandok voltak a mesterek, az angolok a tanítványok. Talán ezzel is magyarázható, hogy a hollandok erről nem írtak könyveket, de az angolok igen.

⁴⁸ Erről tanúskodik az 1717-ben megjelent *The Construction of Maps and Globes* (Térkép- és földgömbalkotás) című mű is, ami, bár a szerző neve nélkül jelent meg, de nagyon valószínű, hogy Green munkája.

⁴⁹ Londonba való visszatérése után földrajzi tanulmányokkal foglalkozott és kartográfiai tevékenységet fejtett ki. Megszerkesztette Hindusztán térképét, amelyhez 1783-ban tanulmányt jelentetett meg. Ebben az általa használt források kritikus vizsgálatát írta le.

Szászország és Ausztria jártak az élen. A kapitalista fejlődés ezekben az országokban – természetesen még a feudalizmus ölében – nem haladt annyira előre, mint Nagy-Britanniában vagy Franciaországban, a gazdasági fellendüléshez viszont elegendő alapot biztosított. Ez az abszolutisztikus kormányzási formák kialakítását éppúgy lehetővé tette, mint a magasabb műveltségi szint intézményi rendszerének kiépítését a felvilágosodás jegyében. A felvilágosult abszolutizmus jelentősen meggyorsította ezt az intézményesedést, amely a tankönyvkiadásra is serkentőleg hatott. A felvilágosult abszolutizmus nagy súlyt helyezett továbbá a jól megszervezett, jól képzett hadsereg kiépítésére is, ami szintén kedvezően hatott a hadtudomány fellendülésére és a térkép iránti nagyobb érdeklődés kiváltására. A német hadtudományban a terep iránt élénkebb érdeklődés alakult ki, mint a francia vagy az angol hadtudományban. Ennek egyik igen világos megnyilvánulása az volt, hogy megindult a katonai tereptan kialakulása, főleg a porosz tisztek, Johann Dietrich Carl Pirscher (1734–1804) és Ludwig Müller (1751–1808) révén. Nem volt véletlen, hogy ez Poroszországban kezdődött meg, hisz a vonalharcászat II. Frigyes alatt tett szert a legnagyobb tökélyre. A kor uralkodó taktikai formája nagyon igényes volt a terepviszonyokat illetően, és a vonalharcászathoz lehetőleg sík, áttekinthető terepre volt szükség. Az ütközetek eredményes megvívásának egyik előfeltétele az optimális terep kiderítése lett, és ez a terepproblematika mind elméleti (tereptan), mind pedig gyakorlati (térképhasználat) megoldására való törekvést idézte elő. A katonai tereptan tárgya elsősorban az individuális tereptulajdonságok általános elvek szerint való rendszerezése volt. Ezzel elősegítette a szemrevételezésnél a tereptulajdonságok gyors felismerését, a terepleírás terminológiájának egységesítésével pedig leegyszerűsítette és egyértelműbbé tette a szemrevételező beszámolóját. Mivel az ilyen jellegű jelentések vázaltszerű térképeket is tartalmaztak, a tereptan szoros kapcsolatban állt a terep térképi ábrázolásával is. Ez a kapcsolat abban is kifejezésre jutott, hogy a katonai tereptan egyik megalapítója, Ludwig Müller, jeles térképész volt. Abban, hogy a tereptan Poroszországban alakult ki, az is szerepet játszott, hogy a porosz katonai mentalitásnak igen megfelelt a rendszerességre való törekvés. A hétéves háború (1756–1763) alatt bekövetkezett hadvezetési változások is elősegítették ezt, ugyanis ekkor kezdett kialakulni a főszállásmesteri parancsnokság, a vezérkar elődje, amelynek feladatkörébe a felderítés is tartozott.

Nemcsak a taktikának, hanem a stratégiának is szerepe volt a terep iránti érdeklődés fokozódásában. A hagyományos manőver-kordonstratégiában az erődítményeknek nagyon nagy jelentőséget tulajdonítottak. A 18. század közepén a dombokat, alacsonyabb hegyeket – minden olyan magaslatot, ahová a katonasággal nagyobb erőfeszítés nélkül fel lehetett jutni – olyan természetes erődítménynek kezdték tekinteni, amely a környéket uralja. Ez a stratégiai felfogás megnövelte a domborzat iránti érdeklődést, és a domborzat minél hűbb térképi ábrázolása gyakorlati igényé vált.

A hadmérnöki karok Németországban és Ausztriában is jelentős térképészeti tevékenységet fejtettek ki, soraikból több térképészeti szakkönyv szerzője került ki. A hadmérnöki karokat francia minta alapján a 18. század első felében szervezték meg, Poroszországban 1729-ben, Szászországban 1730-ban, Ausztriában 1747-ben. A hétéves háború során a hadmérnöki tevékenység differenciálódott, kialakult a tábori mérnök tevékenységi köre. Ehhez tartozott a terep térképezése, a táborhelyek kijelölése, az átvonulás vezetése egyik táborhelyről a másikra, az utak kijavíttatása stb. A térképészetre való specializálódás még magasabb fokát jelentette, szintén francia minta alapján, a mérnökgeográfusi kar kialakulása. Az egyes országok között jelentős eltérések voltak: a kar Poroszországban 1790-ben alakult meg, Ausztriában viszont csak a következő évszázadban. Ez a főszállásmesteri parancsnokság lett, s a hétéves háború után nem oszlatták fel, állandó jellegű testület maradt, békeidőben fő feladata a térképezés volt. A főszállásmesteri parancsnokság más országokban is jelentős térképészeti tevékenységet fejtett ki. Ezzel az intézményesedési folyamattal párhuzamosan a topográfiai térképezésben a katonai szempontok kerültek előtérbe, és már korábban is meglévő titoktartás még szigorúbb lett. Az ilyen jellegű intézményesedésnek voltak pozitív

kihatásai is, hisz a főszállásmesteri parancsnokság nemcsak felismerte a katonaság térképigényét, hanem ezt a felismerést hatékony formában tudta továbbítani az abszolutisztikus kormányzatoknak, és el tudta érni, hogy azok nagy pénzüsségeket bocsássanak a térképezés rendelkezésére. A térképezés metaszférája szempontjából rendkívül fontos volt, hogy a térképezés így elismert tevékenységgé vált, amelyet a tisztek kiképzésében is figyelembe vettek. A 18. században, főleg annak második felében, a térképezés oktatása valamilyen formában valamennyi német tisztképző iskolában megjelent.

Német nyelvterületen az első hadmérnöki iskolát 1711-ben Bécsben alapították, ebből alakult ki később a Katonai Mérnök Akadémia. Itt már a 18. század '30-as éveiben tartottak térképezési gyakorlatokat. A '80-as évek elején az Akadémia igazgatója, az olasz származású Karl Klemens Pellegrini gróf (1720–1796), megparancsolta a helyszínrajz (a kartográfia) és a térképfelvétel oktatásának szétválasztását. Ezzel a kartográfia külön tantárgy lett.⁵⁰ Pellegrini utasításba adta azt is, hogy minden tanár írjon szakkönyvet saját szakáról. Így született meg az első német nyelvű kartográfiai tankönyv Ferdinand Landerer (1743–1796) tollából, 1783-ban.

Az 1692-ben alapított Drezdai Lovagi Akadémián a helyszínrajz szintén külön tantárggyá vált, legkésőbb a 18. század '80-as éveinek elején, amelyről két 1784-ből származó tankönyv is tanúskodik, Bettlack és Raue művei.⁵¹ Drezdában alakult egy Katonai Mérnök Akadémia is (1743), amelynek első parancsnoka a Franciaországból származó Jean de Bondt (1675–1745) volt, aki nemcsak a topográfiai térképezés, hanem a földrajz és a földrajzi térképek oktatását is bevezette. Itt tehát már az akkori kartográfia egészét tanították. A kartográfia egyetemi oktatásba való bevonulásának kezdeteiről csak kevés és nem teljes információ maradt fenn. Georg Moritz Lowitz (1722–1774), aki matematikus és kartográfus volt, Göttingenben előadásokat tartott a matematikai földrajzról, amihez a vetülettan is tartozott. 1757-ben meghirdette, hogy előadásait a térképrajzolás módszertanával is kiegészíti. Ma már nem deríthető ki, hogy erre ténylegesen sor került-e. Ha igen, akkor ez a dátum igen jelentős a kartográfia egyetemi oktatásának történetében.⁵² A kartográfia előadását a marburgi egyetemen Franz Karl Schleicher (1756–1815) hirdette meg 1788-ban. Schleicher a hadtudományok oktatása révén került kapcsolatba a kartográfia módszertanával. Ugyanebben az évben Friedrich Meinert (1757 – ~ 1825), a hallei egyetem professzora és a porosz hadmérnöki kar tagja tette fel a kérdést, hogy egy olyan tárgyat, mint a helyszínrajz, elő lehet-e adni egyetemen. Igenlő választ adott, mivel a rajzművészzel szemben a kartográfiának elméleti jellege is van. Ez a megjegyzés jól jelzi a kartográfia tudományá válásának folyamatát.

A 18. század '70-es és '80-as éveiben kialakultak már olyan folyóiratok is, amelyek a gyakorlati kartográfia eredményeiről is beszámoltak. Friedrich Gottlieb Canzler (1764–1811) göttingai professzor 1792-ben *Literaturarchiv für Landkarten...* (Térképek Irodalmi Archívuma) címmel egy olyan folyóiratot indított be, amely kizárólag ezzel foglalkozott. Ez ugyan nagyon rövid életű volt, de ez volt az első kartográfiai folyóirat. A Magyarországról származó gothai csillagász, Franz Xaver von Zach (1754–1832), 1798-tól adta ki az *Allgemeine Geographische Ephemerident* (Általános Földrajzi Efemeridák). Zach ezzel a folyóirattal „a térképezés állapotának megjavítását” tűzte ki egyik fő céljának. A folyóirat egy

⁵⁰ A következő évszázadban ezt a szakot egy magyar származású tanár (Keresztúry) is tanította, és az intézményben több magyar is tanult, így pl. Bolyai János és Tóth Ágoston.

⁵¹ Később ennek az intézménynek tanára volt Johann Georg Lehmann is.

⁵² Lowitz úgy került Nürnbergből Göttingenbe, hogy a Kozmográfiai Társaság, amelynek Lowitz is tagja volt, ide tette át székhelyét. Ezt a lényegében kartográfiai társaságot 1764-ben alapította Nürnbergben a Homann-i térképkiadó egyik tulajdonosa, Johann Franz (1700–1761). Fő célkitűzését úgy fogalmazta meg, hogy a földrajzzal összefüggő kartográfiát „ki kell ragadni a zsarnok slendrián fogai közül és új, rendes alapokra kell helyezni”. Franz ehhez nem sok támogatást kapott, még egy kartográfiai lutrival is próbálkozott az anyagi fedezet megteremtésére, de ezt nem engedélyezték, így ennek a társaságnak a működése tragikus körülmények között ért véget.

weimari kiadónál jelent meg, amely térképkiadással is foglalkozott. A kartográfiai munkálatokban Zach is részt vett.

A német nyelvterületen a térképészet intézményesedése később indult meg, mint Franciaországban, de a 18. század végére, legalábbis a kartográfia differenciálódását illetően, elérte az ottani szintet, sőt jóval sokrétűbben jelentkezett, ami bizonyos mértékben összefüggött a politikai szétagoltsággal is.

A 18. század elején megjelent több olyan könyv is, amelyeknek szinte kizárólag kartográfiai jellege volt, nem a módszertant taglalták, hanem a gyakorlati eredményeknek egyszerű összegzéseit adták. Az egyre nagyobb számú térkép legegyszerűbb rendszerezési módja az időrendi áttekintés volt, így ezekben a publikációkban a térképtörténeti szempont került az előtérbe. A történelmi jelleg abból is adódott, hogy a földrajz ebben az időben még szorosan összefüggött a történelemmel. Caspar Gottschling (1679–1739) brandenburgi tanár (1711), Johann Gottfried Gregorii (1685–1770) dornheimi pap (1713) és Eberhard David Hauber (1695–1765) stuttgarti pap (1724) publikációival a kartográfia metaszférájának egyik legősibb, már az ókorban kialakult eleme, a térképtörténet talált folytatásra. A 18. század első felében több önálló publikáció jelent meg a földgömb használatáról is.⁵³ A topográfiai térképezés módszertanának hagyományos irányzata természetesen folytatásra talált a közép-európai szakirodalomban is. Kiemeljük itt Mikoviny Sámuel (1700–1750) 1732-ben megjelent, latinul írt *Epistoláját*, mivel ez volt az első magyarországi publikáció, amely a topográfiai térképészet modern módszereit – köztük a háromszögelést – leírta.⁵⁴ Johann Jacob von Marinoni (1676–1755), aki a bécsi Katonai Mérnök Akadémia egyik megalapítója, tanára és később igazgatója is volt, ugyancsak latinul írta 1751-ben és 1755-ben megjelent könyveit a felmérésről. Joseph Liesganignak (1719–1799), aki mielőtt a bécsi csillagvizsgáló igazgatását átvette, Komáromban volt pap, majd Kassán matematikatanár, jelentős szerepe volt a háromszögelés Monarchiában való bevezetésében.⁵⁵ A geodézia differenciálódása a felmérés és kartográfia közös területéből itt már világosan megmutatkozott. Ez a fejlődési vonal természetesen megvolt máshol is, így pl. Poroszországban, jelentős aktivitást fejtettek ki ezen a téren a porosz hadmérnökök. Az a nagy titoktartás, ami a térképeket különösen II. (Nagy) Frigyes uralkodása (1740–1786) idején körülvette, nemigen kedvezett a térképészeti módszertani munkák megjelenésének. Abraham de Humbertnek (1689–1761) a titoktartásról közvetlen tapasztalatai voltak: királyi parancsra Potsdamban térképtárat rendezett be, amelyet Nagy Frigyes közvetlenül a lakosztálya felett helyeztetett el, hogy a járkálást hallhassa.

A topográfiai kartográfia módszertanát tárgyaló irodalom Közép-Európában a 18. század '60-as éveiben kezdett kibontakozni. A tematikailag különböző fejlődési vonalakat, mint a szemrevételezésen alapuló térképezést és a rajztechnikai eljárások leírását német nyelven először egy száz tűzérszázados, Johann Gottlieb Tielke (1731–1787) foglalta össze, 1769-ben.⁵⁶ A súlypont Tielkénél a szemrevételezésen alapuló térképezésen van, de részletesen leírja a térképrajzoláshoz szükséges eszközöket és módszereket is. A könyv jól mutatja azt is, hogyan jelentkezett ebben az időben a domborzatábrázolás problematikája. Az akkori

⁵³ Ez a kartográfia metaszférájának sajátos, de igen szerény fejlődési vonala volt.

⁵⁴ Ezen felül kartográfiai szempontokat is említ: „A rajzoláshoz [...] arra törekedtünk, hogy a vidékek eredeti arculatát nagyon gondosan megrajzolva adjuk vissza, azaz a hegyek természetes fekvését a jelesebb magaslatokkal; dombok, völgyek és mezők helyét, utak nyomvonalát, folyók sőt patakok medrét, torkolatát, egymásba torkollását, a nagyobb és kisebb szigeteket, nem feledkezve meg a tavakról, mocsarakról sem; nem törtük magunkat azért, hogy hasztalan rajzokkal töltsük meg a térképeket, inkább a természetet igyekeztünk utánózni; egyebekben a nem érdektelen szépségre törekedtünk.” (Dák Antal András fordítása.)

⁵⁵ Bécs mellett Cassini de Thuryval hajtott végre méréseket, és végzett fokmérést Magyarországon is. Művei tisztán geodéziai jellegűek voltak.

⁵⁶ Könyvében, ahogy ezt a cím is mutatja: *Unterricht für die Offiziers, die sich zu Feldingenieurs bilden, oder doch den Feldzügen mit Nutzen beywohnen wollen...* (Oktatás azon tiszteknek, akik tábóri mérnökké szeretnék magukat képezni, vagy legalábbis a hadjáratokban hasznosítani kívánják magukat...), a tábóri mérnök tevékenységéhez szükséges ismereteket írta le. Ennek keretében – több mint száz oldalon – tárgyalja a térképezés módszertanát is.

általános szemléletre vall az a kitétel, hogy a domborzatábrázolásnál legfontosabb a lejtőviszonyok helyes bemutatása. Tielke ezért elveti a ferde megvilágításos ábrázolást és előnyben részesíti a felülmegvilágítást. A csíkozással azonban nem csupán a lejtőviszonyokat kívánja kifejezésre juttatni, hanem a korabeli stratégia alapján, amely a magaslati állásra nagy súlyt fektetett, a magassági viszonyokat is. Azt azonban, hogy hogyan lehet a két elvet egymással kombinálni, nem adta meg, ezt a térképészre bízta.⁵⁷ Ezt a dilemmát alakította át a porosz hadmérnök, Ludwig Müller (1737–1804) egy „irányított” problémafelvetéssé 1782-ben megjelent *Utasításában*. Elvetette a magassági viszonyok közvetlen visszaadását a csíkozás révén, csupán a lejtőviszonyok ábrázolására törekedett. Erre már valóban lehetett utasítást adni. Müller azonban még nem törekedett arra, hogy a lejtőfokokokat egymástól jól elkülönítse, és arra sem, hogy rajzukat pontosan meghatározza. Kilenc lejtőfokozatot (ún. „adagolásokat”) különített el, de csak hat fokozat rajzára tett javaslatot.⁵⁸ Müller *Utasításának* megszületésében egy átfogóbb folyamatnak is lehetett befolyása: a felvilágosodás alatt – hasonlóan a reneszánszhoz – a világ vizuális bemutatása nagyobb jelentőségre tett szert. A képszerű ábrázolás a tudomány második nyelvének szerepét kezdte betölteni, tanúskodik erről a francia *Enciklopédia* is, amely több képes kötetet tartalmazott. Német nyelvterületen már az 1760-as évektől kezdve több olyan könyv jelent meg, amely utasításokat adott tájak, virágok, állatok, emberi testrészek stb. ábrázolásához. A konkrét katonai igények mellett ez az általános irányzat is elősegítette a kizárólag kartográfiai jellegű tankönyvek megszületését. Ferdinand Landerer korábban említett tankönyve, az *Alapos útmutató topográfiai térképek rajzolásához*, a kartográfiai ábrázolás módszereit már a felmérés módszereitől függetlenül tárgyalta.⁵⁹ Könyvében nagy részletességgel taglalta a rajzeszközöket, majd az egyes térképi elemek rajzolatát. A domborzatábrázolás problematikáját nem geometriai alapon közelítette meg, hanem főleg művészi szemszögből. Ennek van egy igen pozitív eredménye is: leírta a levegőperspektíva alkalmazását a domborzat ábrázolásánál, amit több évtizeddel később újra felfedeztek. Landerer könyvének második fejezetében az szerepel, hogy hogyan, pl. milyen sorrendben kell megrajzolni az egyes térképi elemeket. Itt hangoztatja a természeti színezés jelentőségét is.

1784-ben Drezdában egyszerre két, kizárólag kartográfiai tankönyv is megjelent, szerzőik (Bettlack és Raua) az ottani lovagi akadémián tanítottak. Jelentősebb volt ezeknél a műveknél August Gottlob Böhme (1719–1797) 1793-ban megjelent tankönyve, amelyben a francia mérnökakadémián 1789-től tartott előadásait írta le; nemcsak a topográfiai kartográfiát, hanem a földrajzi kartográfiát is tárgyalta.

A 18. század végére a következő helyzet alakult ki a német kartográfiában: intézményi szinten a kartográfia metaszférájának differenciálódása jelentős előrehaladást mutatott, főleg

⁵⁷ Végeredményben ez egy megoldhatatlan követelmény volt, következetes formában nem lehetett a két, egymásnak ellentmondó elvet egyesíteni. Ezt azonban sokáig nem ismerték fel, és a gyakorlati kivitelezésnél egy kompromisszumos megoldásra törekedtek, a domborzat ábrázolása ily módon a térképrajzolás legtöbb gondot okozó területe lett. Ugyanakkor egyre tarthatatlanabbnak tűnt, hogy az elmélet ennek gyakorlati megoldására nem tudott receptet adni, ezzel kialakult egy problémafelvetés, amelynek irracionális magja volt. Azonkívül diffúz jellegű is volt, mert még azt sem tudta megadni, hogy milyen irányban keresendő a megoldás.

⁵⁸ Elterjedt az a legenda – a magyar irodalomban is –, hogy ehhez az eljáráshoz Müllernek Nagy Frigyes adta az ötletet, azt mondván hadmérnökeinek, hogy a térképen azokat a helyeket, ahová nem tud felmenni, fekete foltokkal jelöljék. Müller beszámolója szerint viszont a porosz király a magasság szerinti sötétítésre törekedett, ő pedig éppen ezt akarta eltüntetni a csíkozásos domborzatábrázolásból. Az az álláspont, hogy a csíkozással a magassági viszonyokat is ábrázolni kell, még sokáig tartotta magát. Hogyan tudott Müller ezzel a dogmával szakítani? Nagy szerepe volt ebben valószínűleg annak, hogy Müller a hétéves háború alatt osztrák fogságba esett. Ezzel lehetősége nyílt a magashegységek formáinak tanulmányozására. Nincs kizárva az sem, hogy az Ausztriában elterjedt domborzatábrázolási módszert is megismerte. Ezek a tanulmányok és a későbbi gyakorlati térképészeti tevékenysége vezethette el őt annak a felismerésére, hogy a csíkozással csak a lejtőviszonyok bemutatására lehet törekedni.

⁵⁹ Landerer eredetileg rajzművész volt, rézkarcolással is foglalkozott, fő foglalkozása azonban a topográfiai térképek rajzának oktatása lett a bécsi Katonai Mérnök Akadémián.

katonai kereteken belül. A szakirodalomban ugyanez volt a helyzet. A kartográfia metaszférájának egyes elemei azonban a katonai kereteken kívül fejlődtek, így pl. a vetülettan a matematikán belül. Ennek kiépítéséhez olyan neves matematikusok járultak hozzá, mint Johann Heinrich Lambert (1728–1783) és Leonhard Euler (1707–1783). A 18. század végén megjelenik az első könyv német nyelven, amely kizárólag a térképsokszorosítás technikájával foglalkozik.⁶⁰

Megállapíthatjuk tehát, hogy a kartográfia a 18. század végére rész tudomány lett, de nem volt meg az igazi státusszimbóluma, a kizárólag kartográfiai jellegű elmélet – még a francia kartográfiában sem. A csíkozás módszertana sem emelkedett elméleti szintre. Kialakult ugyan egy modern domborzatábrázolási módszer, a szintvonal, de ez nem járt együtt a teljesen kartográfiai jellegű problémaszemlélet kialakulásával, inkább a felmérés módszertanának megfelelő továbbfejlesztését igényelte. Ezzel szemben a német kartográfiában a 18. század utolsó évtizedében a következő helyzet állt elő: a domborzatábrázolás lett a topográfiai kartográfia legfontosabb gyakorlati és elméleti problémája. A megoldást illetően erősen eltértek egymástól a vélemények. Megvolt még a régi dogma is, hogy csíkozással mind a lejtő-, mind pedig a magassági viszonyokat kifejezésre kell juttatni. Ennek az irracionális követelménynek különböző kihatásai voltak. Például kialakult egy olyan szkepticista felfogás, amely tagadta a domborzat egzakt kartográfiai ábrázolásának lehetőségét is. Egy másik felfogás szerint pedig a magassági viszonyok bemutatása csak a lejtőviszonyok nagyon pontos visszaadása révén lehetséges. Az a felfogás, hogy a lejtő- és magassági viszonyokat különböző módszerekkel kell ábrázolni, csak jelzésszerűen volt meg. Az első kartográfiai jellegű elmélet megalkotása Johann Georg Lehmann (1765–1811) nevéhez fűződik. 1799-ben jelent meg Lipcsében híressé vált könyve *Darstellung einer neuen Theorie der Bezeichnung der schiefen Flächen im Grundriss oder der Situationszeichnung* (A ferde felületek megjelölését, avagy a hegyek helyszínrajzát szolgáló új elmélet ismertetése) címmel. Ebben Lehmann nemcsak a csíkozást reformálta meg, hanem arra is törekedett, hogy a kartográfiában megteremtse az elmélet és gyakorlat olyan új viszonyát, amelyben az elmélet alá rendeli a gyakorlatot. Ez nemcsak abból az óhajból eredt, hogy a domborzatábrázolásból, amelyben szinte tobzódott az individualizmus, minden szubjektivitást kiüzzön, hanem a hadtudomány akkori elmélet-gyakorlat felfogásából is.⁶¹ Lehmann a tükröződő felületek megvilágításából indult ki. Ennél pl. egy 45°-os lejtő minden fénysugarat vízszintes irányban térít el, és így a szemlélőhöz, aki a megvilágítás irányából nézi a lejtőt, nem érkezik vissza egyetlen fénysugár sem, ezért a 45°-os lejtő teljesen sötét. A vízszintes felületeknél viszont minden fénysugár visszaérkezik a szemlélőhöz, ezért ez teljesen fehér. A fekete és fehér részesedését 45° és 0° között arányosan osztotta el. Ezzel ugyan eltért a tényleges megvilágítás értékeitől (a logaritmikus arányosságtól), de elérte azt, hogy a katonailag igen fontos, lankásabb lejtők ábrázolásánál a skála fokozatai jól megkülönböztethetőek voltak.⁶² Lehmann meg volt

⁶⁰ A lipcsei nyomdaművész, Johann Gottlob Immanuel Breikopf (1719–1794), aki a kottanyomtatással is kísérletezett, 1777-ben kiadott könyvecskéjében a földrajzi térképek nyomtatását tárgyalja. Javaslatát, amely a kottanyomtatáshoz hasonló megoldást kínált, a *Szerelem országát* ábrázoló térképén be is mutatta.

⁶¹ Lehmann egy szászországbeli molnár fia volt. Erőszakkal sorozták be a hadseregbe, ahol szép kézirása miatt feltűnt. Amikor Drezdában szolgált, engedélyt kapott a Lovagi Akadémia látogatására, ahol Backenberg százados tanította a térképészetet. Az 1790-es évek elején alkalmat nyílt térképezésre az Érchegeységben, csíkozásos módszerét már ekkor alkalmazta. 1796-ra elkészült könyvének kéziratával, de az ábrák metszése elhúzódott, ezért a könyv csak három év múlva jelent meg. Közben csíkozásos módszerét Backenberg – Lehmann nevének említése nélkül – publikálta. 1798-ban kinevezték a Lovagi Akadémia tanárává. Lehmann a szász szállásmesteri törzsben szolgált először Napóleon ellen, majd Szászország átállása után Napóleon oldalán, aki könyvét franciára fordíttatta. Később, megromlott egészségi állapota miatt a Drezdai Térképtár főfelügyelőjévé nevezték ki. Összefoglaló nagy műve *Die Lehre der Situations Zeichnung...* (teljes címe magyarul: A helyszínrajz tana, avagy utasítás a föld felszínének helyes felismeréséhez és a topográfiai térképeken, valamint a helyszínrajzi terveknek való szabatos leképezéséhez) csak halála után, 1812-ben jelent meg.

⁶² Meglepő módon az alapcsíkozásnál a fekete és fehér arányát úgy határozta meg, hogy ezt a logaritmikus arányossághoz közelítette, természetesen anélkül, hogy tudatában lett volna.

győződve arról, hogy csíkozásának elméleti alapja teljesen helytálló. Ennek a tévhitnek későbbi hatása annak a meggyőződésnek kialakulása, hogy nemcsak a kartográfiai domborzatábrázolást, hanem a kartográfia egészét objektív, tudományos alapokra lehet helyezni.

A kartográfiai domborzatábrázolás első elméletének megszületése fontos határkövet jelentett az elméleti kartográfia történetében. Lehmann lezárta a domborzatábrázolás egy fejezetét, és ezen túlmenően lezárta azt a több szinten lezajló folyamatot, amely a kartográfia rész tudományává való fejlődéséhez vezetett.

A kartográfia tudományággá válása

A 19. század elejétől egészen a 20. század közepéig tartó időszak három nagy szakaszra oszlik: az 1860-as évek végéig tartó közvetlen előtörténet idejére, majd az azt követő, két fázisú konstitúciós periódusra, és végül az etabláció korszakára.

Azzal, hogy a kartográfia az 1800-as évek kezdetére rész tudományává vált, megkezdődött tudományággá válásának közvetlen előtörténete is.

A kartográfia rész tudományként való fejlődését azok a nagy társadalmi változások is befolyásolták, amelyek a 18. század végén és a 19. század elején lezajlottak. A francia forradalom győzelmével a polgári átalakulás nemcsak Franciaországban, hanem bizonyos kéréssel a német területeken is megindult.⁶³ A polgári átalakulás a kartográfia metaszférájára a legnagyobb hatást a katonaságon gyakorolta. A polgári átalakulás a hadseregben sokrétű volt. Kialakult egy merőben új taktika és stratégia, amely a hadtudománynak is jelentős impulzusokat adott. Már nem a származás, hanem a képzettség került előtérbe, és ez hatással volt az oktatási intézményekre és a szakirodalomra. A feudális hadszervezet polgári átalakulása oda vezetett, hogy a vonalharcászatot felváltotta a csatár- és oszloptaktika, amely meglazította a kötött rendet, lehetővé tette a hadsereg nagyobb mozgékonyágát és megkövetelte a terephez való jobb alkalmazkodási készséget. A napóleoni háborúk során a hadszíntér nagymértékben kiszélesedett, ez fokozta a térképigényt. A stratégiában is nagy változások mentek végbe: megváltozott a cél, a térnyerés helyébe az ellenség szétverése került. Ehhez az erőket úgy kellett központosítani, hogy előnyt biztosítsanak a döntő ütközetben. Ezért vált a térkép Napóleon kezében fontos tervezési alappá. A katonai tereptan németországi felvirágzása azt mutatja, hogy ott még fokozottabb mértékben fordult a figyelem a terepproblematika felé. Ezt részben az magyarázza, hogy a német tisztek – főleg a poroszok – a hadszíntér kiterjedését szinte minden tereptípuson, így a hegyiségekben is, a régi dogma alapján szemlélték, amely a magaslati állásoknak rendkívül nagy jelentőséget tulajdonított.⁶⁴ Ez azzal járt, hogy a domborzat helyes és katonai célú térképi visszaadására rendkívül nagy súlyt fektettek, ami kedvező körülményeket teremtett ahhoz, hogy Lehmann elmélete egy paradigma alapja legyen. A 19. század elején ez a kibontakozó paradigma jelentette az elméleti kartográfia fő fejlődési vonalát, ezért a továbbiakban erre összpontosítunk.

Érdekes azonban, hogy a Lehmann-féle csíkozási módszer nem kezdte meg azonnal diadalútját, mint ahogy ezt a későbbi fejlődés alapján gondolnánk. Az első pozitív visszhang sem hazájából, Szászországból jött, hanem Poroszországból.⁶⁵ Poroszországban átvették az

⁶³ A polgári átalakulással nagymértékben növekedett és differenciálódott a térkép iránti igény. A tárgyszféra kapitalista intézményesedésének felgyorsulása egy sor jelentős térképkiadó cég megalapítása révén a metaszféra számára is új lehetőségeket teremtett, a könyvkiadás fellendülése pedig elősegítette a kartográfiai szakirodalom kibontakozását.

⁶⁴ A régi és az új úgy fonódott össze egymással, hogy számos magas beosztású porosz tiszt a napóleoni háborúk idején szenvedélyes vonzalmat, szinte már rajongást táplált a magaslatok iránt.

⁶⁵ A Porosz Katonai Társaság, amely a porosz hadszervezet megreformálásának előfutára volt, 1803-ban Karl Friedrich von Knesebeck őrnagy (1768–1848) előterjesztése alapján megtárgyalta a domborzatábrázolás kérdéseit. Knesebeck előadásában hangsúlyozta, hogy a térkép nyelve a legprecízebb, a legrövidebb és a

alap gondolatát, de a csíkozási skálát úgy akarták módosítani, hogy az akkori gyakorlati katonai igényeknek jobban megfeleljen.⁶⁶ A Lehmann-féle csíkozás megreformálásának gondolata nem csupán Poroszországban alakult ki, egy dán főszállásmester, Binzer őrnagy, 1802-ben Hamburgban adott ki egy könyvet; Lehmann műve után ez volt a második olyan könyv német nyelvterületen, amely kizárólag a kartográfiai domborzatábrázolást tárgyalta. Binzer módszerét Lehmanntól függetlenül dolgozta ki, ugyanúgy, mint a jénai professzor, Johann Laurentius Julius von Gerstenbergk (1749–1813), aki saját állítása szerint már 1797 előtt használta csíkozásos módszerét, ezt azonban csak 1804-ben hozta nyilvánosságra a Jénai Mineralógiai Társaság ülésén.⁶⁷

De nézzük, mi történt ebben az időben Európa két másik, vezető térképészeti államában, Franciaországban és Nagy-Britanniában.

Franciaországban szintén élénk vita alakult ki a domborzatábrázolásról, de nem a lejtőcsíkozás és az árnyékcsíkozás előnyeiről és hátrányairól; a küzdelem a felső és a ferde megvilágítás hívei között folyt. A szabványosításra való törekvés itt ugyanúgy megvolt, mint Poroszországban, 1802-ben a Dépôt de la guerre főfelügyelője, Nicolas-Antoine Sanson tábornok ebből a célból egy 21 tagú bizottságot hívott össze, amelyben a katonaság mellett képviselve volt a tengerészet, az erdészet, a bányászat, az útépítészet. A bizottság a domborzatábrázolásnál a ferde megvilágítás mellett tört lándzsát, ennek azonban nem tudtak érvényt szerezni, és minden olyan módszert alkalmaztak továbbra is, mint korábban. Ebben az időben alig volt már francia hatás a német kartográfiai irodalomra. A csekélyebb kommunikációs kapcsolatoknak főleg az volt az oka, hogy a német elméleti kartográfia egy önálló paradigma létrehozásával végleg elvágt a köldökzsinórt, ami addig a francia elméleti kartográfiával összekötötte.

Nagy-Britanniában ebben az időben nem jelentek meg jelentős saját alkotások, francia és német szerzők munkáit fordították. Az eredeti művek hiánya főleg abból származott, hogy a domborzatábrázolásról nem folyt vita, ez pedig azzal magyarázható, hogy az angolok a domborzatábrázolás különböző formáival szemben igen toleránsak voltak.

1812-ben megjelent Lehmann összefoglaló könyve, amely végleges formába öntötte a csíkozás módszerét és lezárta az új paradigma kialakulásának időszakát. A könyv megjelenésétől az 1840-es évek közepéig – Svájc topográfiai térképe, az ún. Dufour-térkép első lapjainak megjelenéséig – terjedő időszak ennek a paradigmának konszolidációja jegyében zajlott le. Németországban és az Osztrák-Magyar Monarchiában Lehmann tanainak recepciója lényegében a domborzatábrázolásra korlátozódott; az a felfogás, hogy a térképi ábrázolás minden elemét, és nem csak a domborzatábrázolást, tudományos alapokra kell

legélethűbb nyelv. A térképészeten azonban olyan nyelvzavar uralkodik, mint a bábeli torony építésénél, szabványosításra van tehát szükség. A domborzat ábrázolásánál ehhez a lehmanni csíkozás tűnt a legalkalmasabbnak. A gond azonban az volt, hogy elkészítését túlságosan időigényesnek tartották, azonkívül olyan nagyfokú rajzkészséget követelt, amivel csak kevés szakember rendelkezhetett.

⁶⁶ 1801-ben a porosz mérnök-hadnagy E. J. Humbert (1770–?) olyan csíkozás skálát alakított ki, amelyben az egyes lejtőkategóriákat különböző alakú jelek alkalmazása révén gyorsan fel lehetett ismerni, ezenkívül a lejtőkategóriák elhatárolásánál figyelembe vette a lejtők járhatóságát az egyes fegyvernemek szempontjából. A lejtőkategóriák konvencionális jelekkel való ábrázolását illetően jóval továbbment egy porosz hadnagy, később a porosz vezérkar főnöke, Carl von Müffling (1775–1851), aki a lejtők ábrázolásának meggyorsítására nem csíkokat, hanem színfelületeket javasolt. A lejtőcsíkozás ilyen radikális megváltoztatása nem talált kedvező fogadtatásra, a tarka színek bevonása a domborzatábrázolásba valamivel később, a rétegszínezésnél történt meg. Müffling tanulmánya azért is figyelemre méltó, mert mutatja, milyen reakciókat váltott ki Lehmann könyörtelen kritikája. Müffling véleménye személyeskedő, a tudományon kívüli motívumokon alapul, ugyanakkor a kartográfia fejlődése kapcsán – 150 évvel Kuhn előtt(!) – felvázolja a paradigma fogalmát.

⁶⁷ Gerstenbergk nem adott abszolút értékeket, a csíkok vastagságát a térkép méretaránya és célja szerint határozta meg. Ezt a módszert 1808-ban megjelent szakkönyvében is kifejtette, amelyet Napóleonnak ajánlott. A könyv nemcsak a domborzat, hanem a többi térképi elem ábrázolásával is foglalkozott, oly részletességgel, mint előtte még senki. Lényegesen túlhaladta a korábbi tankönyvek színvonalát, voltaképpen ez a könyv volt a topográfiai kartográfia első igazi kézikönyve. Ennek ellenére Gerstenbergk személye és műve feledésbe merült, amelyet elősegített, hogy behódolása Napóleonnak sértette az ellene küzdő tisztek nemzeti érzületét.

fektetni, nem talált elismerésre. Ezzel tulajdonképpen Lehmann tanainak leszűkített, dogmatikus változata vált uralkodóvá. 1818-ban a porosz vezérkar emellett tört lándzsát.⁶⁸ A konszolidáció első jelei közé tartozott, hogy a Lehmann-féle csíkozási skála radikális megreformálásának gondolata visszaszorult, és hogy egykori ellenzői a lehmanni módszer diadalát jövendőlték meg. A konszolidáció egy másik jele az volt, hogy a Lehmann-féle csíkozási módszer nemcsak a katonai térképészetben hódított. Így pl. az ekkor még Párizsban élő Alexander von Humboldt (1769–1832) kommentárt írt, amelyben az elméleti alapok hibáit korrigálta. A tanítványok publikációikban nagy súlyt helyeztek a lehmanni felfogás közérthető magyarázatára, hogy ezzel is elősegítsék elterjedését. Az 1820-as évek elejére Lehmann elmélete nemcsak egységesebb és kiforrottabb lett, hanem érthetőbb és világosabb is, mint magának a mesternek az előadásában. Poroszországban a '20-as évek elején lezárul a Lehmann-féle csíkozás megreformálásának korszaka, amely az utolsó években már az enyhébb reformok irányába terelődött. Ez az időszak a Müffling-féle csíkozás megalkotásával zárul 1821-ben.

Amikor a csíkozás reformmozgalma Poroszországban a végéhez közeledett, akkor kezdődött meg az Osztrák Birodalomban. A legradikálisabb reformkísérlet Lakos János (1776–1843) nevéhez fűződik, aki a szállásmesteri törzs őrnagya volt. Javaslatát 1820-ban az osztrák katonai folyóiratban megjelent tanulmányában fejtette ki. Szerinte Lehmann a módszerét „szemtelenül, minden mást kétségbe vonva, hevesen, türelmetlenül adta elő, úgy, mint minden újtó, meg volt győződve elméletének csalhatatlanságáról”. Lakos szerint a domborzat katonai célú ábrázolásánál a járhatóság gyors leolvashatóságára kell helyezni a fő hangsúlyt. Öt lejtőkategóriát különített el; az egyes kategóriákon belül a csíkok formája, ill. sűrűsége szerint további fokozatokat különített el, így a vezérszignatúra elvének alkalmazásával egy igen jól differenciált és mégis jól olvasható skálát kapott.⁶⁹ Lakos fontosnak tartotta a domborzatábrázolás egységesítését. Azt ajánlotta, hogy ezt a problémát nemzetközi vita után egy bizottság oldja meg ideális domborzatábrázolási mód általános bevezetésének elrendelésével. A német nyelvű szakirodalomban ebben az időszakban a csíkozáson kívül alig került sor más domborzatábrázolási módszer tárgyalására.⁷⁰

A neves osztrák térképész, Franz von Hauslab (1798–1883) a szintvonalas domborzatábrázolási módszert 1815-ben ismerte meg Franciaországban, és a '20-as évek

⁶⁸ A Porosz Hadügyminisztérium topográfia munkákra vonatkozó utasítását Carl Decker őrnagy (1784–1844) dolgozta ki. Decker már két évvel korábban megjelent könyvében is síkra szállt a Lehmann-féle csíkozás mellett, elismertetéséhez azonban nemcsak ezzel, hanem befolyásosságának latba vetésével is hozzájárult. Deckernek vezető beosztása volt a porosz topográfiai térképészetben, amelyet ebben az időben rendelték a vezérkar hatáskörébe. Tanított az 1810-ben alapított berlini Általános Katonai Iskolán (a későbbi Hadiakadémián), ahol a térképtan és a topográfia a fontos tárgyak közé tartozott. Tagja volt a rettegett tisztvizsgáztató bizottságnak, amely évente kb. 600 tisztjelöltet vizsgáztatott térképészetből is.

⁶⁹ Az első kategória az 1°–8° közötti lejtő, amely semmilyen fegyvernem számára nem jelent akadályt, a második a 9°–20° közötti, ezen a lovasság zárt alakulatban tud még vonulni, a harmadik kategóriájú lejtőn, 21°–30° között a lovasság csak egyenként juthat előre, a negyedik, 31°–50° között, a gyalogság zárt alakulatban nem tud felmenni, az 50° feletti lejtő pedig sziklás terület. Az első kategóriát pillacsíkokkal, a másodikat cikk-cakk alakú csíkokkal, a harmadikat egyenes vonalú csíkokkal, a negyediket pedig keresztcsíkozással ábrázolta. Lakos javaslatát egy ábrával szemléltette, amelynek technikátörténeti érdekessége is van, mivel ezt Alois Senefelder (1771–1834), a kőnyomtatás feltalálója sokszorosította.

⁷⁰ A mariabrunni Erdészeti Akadémia matematikaprofesszora, Georg Winkler (1776–1853), 1823-ban megjelent könyvében a Lehmann-féle módszert már a szintvonalas módszerből kiindulva bírálja. Winkler már 1811-ben foglalkozott a szintvonalas ábrázolással az ugyancsak erdész Johann Christian Meyer (1777–1854) 1810-ben leírt módszere alapján. Ehhez a magassági értékeket barométerrel állapította meg. Winkler egy réteges felépítésű hegy tanulmányozásánál jött rá arra, hogy szintvonalakat trigonometrikus úton is meg lehet kapni. A csíkozás és a szintvonalak kombinációját javasolta. Ezzel szemben a matematikus Friedrich Wilhelm Spehr (1799–1854) a szintvonalakat magukban is elegendőnek tartotta a domborzatábrázoláshoz; ezeket azonban olyan sűrűn kívánta megrajzolni, hogy plasztikus hatást érjen el. 1823-ban megjelent könyvecskéjében Lehmann meg sem említi, de azzal, hogy némi változtatással átveszi első könyvének címét (*Ferde felületek megjelölésének új elmélete...*), elárulja, hogy az általa leírt, a horizontális csíkozáshoz közelálló szintvonalas ábrázolást kívánja a Lehmann-féle csíkozás helyett bevezetni.

elején tanította a bécsi Katonai Mérnök Akadémián. Nagy szerepe volt a magassági rétegszínezés kifejlesztésében is. A lejtőcsíkozás „minél meredekebb, annál sötétebb” elvét alakította ki. Úttörő munkát végzett azáltal is, hogy a domborzatárnyékolást felkarolta, mivel ezt a régi módszert a csíkozás szinte teljesen kiszorította. A katonai szempontok mellett fontos volt, hogy kitűnően lehetett sokszorosítani. Rézlemezekről lehetett ugyan árnyalatokat is nyomtatni, de az eljárás nehézkes volt, az ekkor feltalált litográfia viszont erre kiválóan alkalmas.⁷¹

Az 1830-as és 1840-es években több katonai tankönyvben is leírták a szintvonalas módszert. A topográfiai felmérésnél megkezdődött gyakorlati alkalmazása is, így Hannoverben 1829-ben, Badenben 1833-ban, Poroszországban 1847-ben. A szintvonalakat nemcsak jól lehetett kombinálni a lejtőcsíkozással, hanem annak konstrukciós alapjául is használták.

A szintvonal jelentőségének felismerése egymagában még nem hozott paradigmaváltást, mivel a szintvonalas domborzatábrázolási módszert az uralkodó paradigma szellemében általában úgy ítélték meg, hogy önmagában nem elegendő a domborzat bemutatására, így nem is alakult ki élénk vita a csíkozás és a szintvonal hívei között. Ez is hozzájárult ahhoz, hogy az uralkodó paradigmán a kimerültség jelei mutatkoztak, a publikációk nagyrészt már az elért ismereti szintet reprodukálták, csökkent az új gondolatok aránya.⁷²

Az elméleti kartográfia terén Franciaország és Németország között továbbra sem volt élénk kommunikáció, ugyanakkor a gyakorlati kartográfia eredményeit kölcsönösen figyelték. Azonban a kommunikáció hiánya ellenére volt néhány erős hasonlóság az alapfelfogásban. Közös vonás volt, hogy a szintvonal korai felfedezése ellenére a vita Franciaországban is a csíkozás problémáira szorítkozott. Ez abból fakadt, hogy a szintvonalas ábrázolást önmagában a francia katonai körök sem tekintették kielégítőnek, mert a lejtőviszonyokat nem mutatta be közvetlen szemléletességgel. Eltérés mutatkozott viszont azon a téren, hogy Franciaországban a csíkozás megrajzolásában a szintvonalak nagyobb szerepet kaptak, mint ebben az időben Németországban és a Monarchiában. A francia mérnökgeográfus Benoit megalkotta az úgynevezett negyedelési törvényt („la loi du quart”), amely hasonló csíkozási módszert eredményezett, mint a Lehmann-féle.⁷³ Ezt a módszert Francois Nicolas Benoit Haxo tábornok (1744–1837) 1822-ben továbbfejlesztette. Eljárása a csíkozásnak és szintvonal ábrázolásnak egy sajátos kombinációját képezte.⁷⁴ A *Depôt de la guerre* által összehívott bizottság, amely Franciaország topográfiai térképének domborzatábrázolását vitatta meg, úgy döntött, hogy a csíkozást szintvonalakkal kell kombinálni, de azok megrajzolása nélkül, a csíkok közti

⁷¹ Ezt Hauslab korán felismerte, és már 1817-ben tárgyalt a feltalálóval, Senefelderrel a litográfianak a kartográfiában való alkalmazásáról és Senefeldernek Bécsbe való áttelepüléséről. Hauslab erre felhatalmazást is kapott a szálláscsináló parancsnokságtól. 1825-ben kiadott egy kis munkát, amellyel bizonyítani kívánta, hogy módszere jól alkalmazható a kartográfiában. Így született meg valószínűleg az első nyomtatott domborzatárnyalás. (Az irodalomban ezt eddig 1836-ra tették.)

⁷² Azért meg kell említeni, hogy az 1820-as években megszületett az első kartoid, amely láncszemet képez a térkép és a tér absztrakt modelljei között. Ebben a térbeli szerkezet még képszerűen, de már általánosított formában jelenik meg. Megalkotása fontos lépést jelentett a térbeli modellek rendszerének kiépítésében. Az első kartoid Johann Heinrich Thünen (1782–1850) 1826-ban publikált „elszigetelt állama” volt. A koncentrikus körökben a szabadpiaci feltételek között folytatott mezőgazdasági termelés törvényszerűségei jutottak kifejezésre. Ebben az időben alakult ki a „kartográfia” kifejezés is. Heinrich Berghaus (1797–1884) kartográfiai folyóiratában, amely 1829-től 1835-ig jelent meg, többször említette, a '30-as évek végén pedig a francia irodalomban is felmerült ez a kifejezés.

⁷³ A csíkok közti távolság megállapítása a szintvonalak alapján történt, amit a két szomszédos szintvonal közti legrövidebb távolság egynegyede adott meg.

⁷⁴ A problémát mégsem ez jelentette, hanem továbbra is a felső és ferde megvilágítás kérdése. A két párt között a vita 1817-ben lángolt fel újra. A felső megvilágítás hívei Berge tábornok és Chevalier Bonne, a ferde megvilágításé pedig Louis Pussant ezredes és Chrestien de la Croix, a külügyminisztérium topográfiai osztályának a főnöke voltak. A vita minden szempontból magas szinten folyt, a vitairatok közvetítése a két párt között a hadügyminiszteren keresztül történt. A ferde megvilágításról a franciák már ekkor elmondtak mindent, amit a német irodalom csak évtizedek múlva.

közzel csak közvetve ábrázolva. A csíkok megrajzolása a negyedelés törvénye szerint történt.⁷⁵

Nagy-Britanniában ebben az időben alakult ki az eklektikus British National Style. Ez a nehezen meghatározható stílus főleg a ferde megvilágítást alkalmazta, és a légperspektívát is figyelembe vette; a kevésbé tehetséges tisztek viszont a függőleges megvilágítást, azaz a lejtőcsíkozást részesítették előnyben. A British National Style kialakulásában nagy szerepe volt Robert Dawsonnak, aki az 1812-ben alapított School of Military Engineering (Katonamérnöki Iskola) tanára volt.

A kartográfia tudományággá válásának közvetlen előtörténetét lezáró szakasza két időpont közzé esik: 1845 és 1868 közzé. Az első a svájci Guillaume-Henri Dufour (1787–1875), a másik az osztrák Valentin Streffleur (1808–1870) nevéhez, illetve művük megjelenéséhez köthető.

Nézzük az első dátumot! A század első évtizedeiben Svájcban nagy volt a francia befolyás, hisz Dufour, a svájci topográfiai térképezés jelentős egyénisége a párizsi École Polytechnique tanítványa volt, ahol nemcsak a szintvonalas módszerrel ismerkedett meg, hanem az ábrázoló geometria megalkotójának, Gaspard Monge-nak (1746–1818) tanítványaként a geometriai árnyékábrázolással is. Legelső térképészeti tárgyú, 1827-ben megjelent művében Dufour összefoglalta a francia csíkozási módszereket és az árnyékolás kivitelezéséhez adott útmutatást. Az árnyékolás felé nagyobb érdeklődés irányult, mint korábban, mivel kitűnően alkalmas volt a szintvonalakkal való kombinációra. Dufour a nyomdatechnikai nehézségek miatt az árnyékcsíkozást részesítette előnyben. 1831-ben a vezérkar főnöke lett, és így Svájc topográfiai felmérése is az ő hatáskörébe került. 1833-tól adta ki erre vonatkozó utasításait, amelyekben elrendelte a domborzat szintvonalas felmérését; a csíkozást a kisebb, szintvonalakkal nem ábrázolható formák kifejezésére korlátozta. A kiadásra szánt 1:100 ezres méretarányú térkép domborzatát viszont árnyékcsíkozással rajzoltatta meg. Svájc topográfiai térképe, az ún. Dufour-térkép első lapjai 1845-től kezdtek megjelenni.

Az árnyékcsíkozásnak a ferde megvilágításból eredő csodálatos plasztikája villámként hatott a lejtőcsíkozás paradigmájában felnőtt nemzedékre. Ez a nemzedék ismerte ugyan a ferde megvilágítás elvét, de a merev elutasítás falanxába csak olyan monumentális térképmű tudott rést ütni, mint a Dufour-térkép.

Ez azokat érintette elsősorban, akik már észrevették az uralkodó paradigma agóniáját és valami újat kerestek, mint Ernst Heinrich Michaelis (1794–1873). Michaelis pályafutását porosz mérnök-geográfusként kezdte, később földrajzi térképeket is készített, így pl. Humboldt *Amerika-atlaszában* ő rajzolta meg a domborzatot a Lehmann-féle módszer alapján. Az igen kritikus szellemben folytatott gyakorlati tevékenysége során hamarosan felismerte, hogy ez a módszer nem ad mindig jó eredményeket, és ez fogékonnyá tette új gondolatok befogadására. A döntő fordulat akkor következett be, amikor 1827-ben átköltözött Svájcba, és először meglátta az Alpokat. Ez az élmény döbbsentette rá arra, hogy az ismert módszerek egyike sem alkalmas önmagában a magashegységek ábrázolására. Az 1840-es évek közepére kiforrott benne egy – nemcsak német, hanem francia viszonylatban is – új szemléletmód. Elvetette azt az akkor uralkodó felfogást, hogy az egymással szembeállított és „egymás ellen harcoló” domborzatábrázolási módszerek egymást kiegészítik, sőt a további fejlődés útja éppen a különböző módszerek kombinációja lesz. Véleményét egy 24 oldalas füzetben adta elő, amely 1845-ben Berlinben jelent meg *Über die Darstellung des Hochgebirges in topographischen Karten* (Magashegységeknek topográfiai térképeken való ábrázolásáról) címen.⁷⁶

⁷⁵ Ezzel még nem dőlt el a vita a lejtőcsíkozás és az árnyékcsíkozás hívei között, mert a bizottság nyitva hagyta azt a lehetőséget, hogy a negyedelés törvénye alapján megrajzolt csíkokat a ferde megvilágítás figyelembevételével variálják. A hadügyminiszter döntötte el az ügyet, amikor megparancsolta, hogy a rézmetszésnél a Bonne által kidolgozott lejtőcsíkozást, azaz a felső megvilágítást alkalmazzák.

Franz Chauvin (1812–1898) porosz mérnökszázados ugyancsak elvetette a régi paradigmát és 1852-ben megjelent könyvében a domborzatábrázolási módszerek kombinációja mellett szállt síkra. Akármennyire Lehmann-ellenes volt is Chauvin, a régi paradigmából megmaradt benne valami, mégpedig az, hogy a ferde megvilágítású árnyékolást éppúgy matematikai alapokra kívánta fektetni, mint azt Lehmann a lejtőcsíkozásnál tette. Chauvin sem a valóságos megvilágításból eredő értékeket adta meg, hanem egy olyan számsort, amit könnyen megjegyezhetőnek tartott.⁷⁷ Chauvin elképzelései nem találtak szélesebb körű elismerésre, ami őt 1854-ben egy újabb könyv megírására sarkallta. Ebben még jobban kidomborította Lehmann-ellenességét, és a ferde megvilágításos árnyékolásnak a vízszintes felületek árnyalásának bevezetésével következetesebb formát adott.

A vita a régi és az új felfogás között nem az álláspontok közelítéséhez vezetett, hanem éppen ellenkezőleg, azok egymástól való eltávolodásához. Ezt Pápay Gyula, korunk jeles térképtörténésze polarizációs hatásnak nevezi. Szerinte a polarizáció hozzátartozik a paradigmaváltás mechanizmusához, és hozzájárul új, de nem mindig feltétlenül helyes felismerések megszületéséhez. Hogy a következetes ferde megvilágításos árnyékolás elve nem Franciaországban vagy Svájcban formálódott ki, az éppen a polarizációs hatásnak köszönhető.

A müncheni Katonai Topográfiai Intézet igazgatója, Hermann von Schintling korát a domborzatábrázolás szempontjából olyan válságos időszaknak tekintette, amelyből a régi tanelmélet megerősödve kerül ki vagy pedig teljesen megújul. Ő a régit akarta bizonyos aktualizálás segítségével megmenteni, konzervativizmusának azonban voltak paradox elemei is. Elutasította a természethez való hasonlóságra irányuló törekvést, amit Chauvin is képviselt, de leírta azt, hogy hová vezethet ennek következetes végigvitele: plasztikus, a légperspektívát és a tarka színeket is bevonó ábrázolási módba. Tagadó formában tehát már 1855-ben megfogalmazta a svájci reliefkartográfia alapelveit, amelyek még csak ekkor kezdtek kialakulni. Egy másik paradox elem Schintlingnél: a ferde megvilágítást elutasította, mégis megadta, hogyan kell matematikai alapokra helyezni.

Azt a szemléletmódot, amely elismeri, hogy minden domborzatábrázolási módszernek megvan a létjogosultsága, legkövetkezetesebben az osztrák Valentin Streffleur (1808–1870) alakította ki, mégpedig a domborzatábrázolási módszerek rendszerezésével. Ennél a kisméretarányú térképeket is figyelembe vette, úgy, hogy a domborzatábrázolás terén az integrációs szemléletet is kifejezésre jutatta. Az egy bizonyos ideális módszer megteremtésére való törekvést, ami a régi paradigmának alaptétele volt, Streffleur teljesen feladta, és helyette az optimális domborzatábrázolási módszer meghatározását tekintette fő céljának.⁷⁸

A kartográfiai domborzatábrázolás fő problémája tehát az optimalizálás lett: a térkép céljának, a rendelkezésre álló eszközöknek és a nyomtatás módjának leginkább megfelelő módszer meghatározása. Ehhez a különböző módszerek rendszeres összehasonlítására volt szükség. Ez a szemléletmód leszámolást jelentett a régi paradigmával. Streffleur rendszerezése nemcsak az elemzést és összehasonlítást tette lehetővé, hanem heurisztikus funkciója is volt, azaz új módszerek, új kombinációk felfedezését is elősegítette. Ezzel az elméleti kartográfia behozta hátrányát a gyakorlati kartográfiával szemben és újra lépéselőnyhöz jutott. Az új módszerek főleg a katonai kereteken kívül alakultak ki, ahol a megfelelő intézmények hiányában a metaszféra jóval szerényebben és lassabban bontakozott ki.

⁷⁶ Nem érdektelenek Michaelisnek a tudomány fejlődését magyarázó nézetei sem. Szerinte a kartográfiában ugyanúgy, mint a politikában és a vallásban egy bizonyos pártosság alakult ki, amely a szemléleti módot is befolyásolja. Ez a felismerés megkönnyítette azt, hogy túl tudja magát tenni az egyes „pártok” önteltségén, sőt ezeket egymással kibékíthetőnek tartotta.

⁷⁷ Könyvéért a porosz kormányzat Vörös Sasrendjét kapta. Az elméleti kartográfia történetében valószínűleg példa nélküli eset, hogy egy tanulmányt ilyen magas kitüntetéssel honoráljanak.

⁷⁸ Streffleur 1867-1868-ban publikált rendszerezésében olyan domborzatábrázolási módszerek is vannak, amelyek feledésbe merültek, de később újra felfedezték őket.

Az intézményi alapok kiépítése a földrajzi folyóiratok, földrajzi társaságok, alpesi társaságok alapításával, főleg a század második felében indult meg. A világkiállításokkal egybekötött nemzetközi térképkiállításoknak is volt ilyen szerepük: Streffleur is a közvetlen indítást az 1867-es párizsi térképkiállítástól kapta, nagy hatást gyakorolt rá a gyakorlati kartográfia nemzetközi eredményeinek ez a koncentrált bemutatása.⁷⁹

Az integrációs szemlélet átfogóbban és valamivel korábban is jelentkezett Emil von Sydow (1812–1873) 1866-ban megjelent tanulmányában, amelyben a kartográfia három alapproblémáját tárgyalta.⁸⁰ A kartográfia három alapproblémájáról írt cikke a gothai Geographisches Jahrbuchban (Földrajzi Évkönyv) jelent meg. Ezek a problémák szerinte a következők: a gömb és a domborzat, valamint a valóság kicsinyített ábrázolása.

A kartográfia különböző területeinek – vetülettan, domborzatábrázolás, generalizálás – összefoglalása már konkrét formában előkészítette azt a szemléletet, hogy a kartográfia bizonyos mértékben önálló tudományos területet képez. Most már nemcsak a domborzatábrázolási módszerek, hanem a kartográfia egészének rendszerezésére is felmerült az igény.

A kartográfia tudománygá válásához a gyakorlati kartográfia intézményesedésének új formái is hozzájárultak. Ekkor kezdett kialakulni a térképkiadó modern típusa. Jelentős szerepet játszott ebben a gothai Justus Perthes cég, melynek példája jól mutatja azt a folyamatot, amely természetesen más nagy kiadónál is lejátszódott, ha nem is éppen ugyanígy, de hasonló formában. A gothai kiadó fejlődésében a következő momentumoknak volt különös jelentősége: kialakult egy állandó belső munkatársi gárda, amelynek tudományos könyvtár és térképtár állt a rendelkezésére. Megindult a földrajzi folyóiratok kiadása is. A cég Közleményei (Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt) mind a földrajztudomány, mind pedig a kartográfia számára kommunikációs központot jelentettek. A munkatársi gárda tagjai kialakult speciális munkaterületüket nagy önállósággal vezették, ami kiszorította a dillettantizmust. Ez a szervezeti forma Gothában a gyakorlati kartográfiát tudományos szintre emelte.⁸¹ Az elméleti kartográfiát ebben az időben elsősorban azok vitték előre, akik szoros kapcsolatban voltak a kartográfia mind a katonai kereteken belül, mind azon kívül fejlődő területeivel.

A térképtudomány konstitúciója az 1869–1925 közötti időszakra tehető.

Ez az időszak is két, egymástól jól elkülöníthető szakaszra osztható. Az első fázis az 1869–1897 közötti periódus.

Sydow és Streffleur munkái már előkészítették a térképtudomány ismeretrendszerének integrációs szemléletét. Ehhez több más publikáció is hozzájárult, de az igazi fordulópontot

⁷⁹ Ez az élmény azonban csak egy olyan szemléletben válhatott ki katarzis-szerű hatást, aki a régi paradigmán nevelődött, és jól ismerte a gyakorlati kartográfia több területét is. Streffleurben volt ilyen jellegű érzékenység, ezt szinte egész addigi pályafutása érlelte ki. Eredetileg tiszt volt, majd osztrák tisztképző intézményekben a tereptan és a helyszínrajz tanára. Ferenc Józsefet is tanította. 1848-ban a bécsi nemzeti gárda ideiglenes, majd helyettes parancsnoka lett. 1850-ben kivált a katonaság kötelékéből, a pénzügyi és kereskedelmi, majd a hadügyminisztériumban dolgozott. Nagy érdemei voltak a civil kartográfia fejlesztésében, iskolai térképeket is készített. 1859-től az Österreichische Militärische Zeitschrift (Osztrák Katonai Folyóirat) szerkesztője, a domborzatábrázolás rendszerezéséről írt tanulmánya is itt jelent meg.

⁸⁰ Pályafutása hasonlított Streffleuréhoz. Porosz tiszt volt, tanított a Berlieni Hadiakadémián, tagja volt a tisztvizsgáztató bizottságnak. 1855-ben Gothába költözött, a Justus Perthes kiadónál dolgozott, főleg iskolai térképeket szerkesztett. Berlinbe visszatérve ismét a hadiakadémián tanított, majd a porosz vezérkar kartográfiai osztályának főnökévé nevezték ki. Nagy tapasztalatra tett szert mind a topográfiai, mind a pedig a földrajzi kartográfia terén.

⁸¹ A gothai céget a kortársak „tudós köztársaságnak” nevezték. Ennek megszervezése különösen August Petermann (1822–1878) érdeme volt, ez nevelt először számos, tudományosan képzett térképészt, olyan szakembereket, akik a gyakorlati kartográfia terén kifejtett tevékenységükért tiszteletbeli doktori címet, professzori címet és akadémiai tagságot kaptak. A nagy térképkiadók munkatársainál óriási mennyiségű tudás és tapasztalat halmozódott fel, amelynek csak kis részét értékelték ki a kartográfiai irodalomban.

Tóth Ágoston (1812–1889) könyve hozta meg: *A helyszínrajz és a földképkészítés történelme, elmélete és jelen állása*, amely 1869-ben jelent meg Pesten.⁸² Tóth a helyszínrajz alatt topográfiai kartográfiát, a földképkészítés alatt pedig kisebb méretarányú térképek elkészítését értette, amelyet röviden földrajzi kartográfiának nevezhetünk. A kartográfia e két nagy területe számára nem volt még közös fogalma, de könyvében már együtt tárgyalta őket. Bevonta a tematikus térképeket is, voltaképpen csak a vetülettan hiányzott. Tóth a helyszínrajz fejlődésével kapcsolatos megjegyzéseivel a kartográfia tudománnyá válásának történelmi és aktuális vonásait is felismerte: „A helyszínrajznak eddig csupán hadi célja volt, és történelme épen oly viszonyokon ment át, mint a vegyészet, mely [...] szolgálja volt az alchimiának és gyógyászatnak, és csak később bontakozott ki lánczaiból és lett önálló tudománnyá. A helyszínrajz is szolga volt a had kezében, csak egyoldalú kifejlődésben részesült és csak újabb időben jön öntudatra, azon helyet foglalván el, melyre befolyása által a földírásra és földtanra oly igen érdemes. A hadi térképek és földabroszok kiállítása csak mellékes czélnek tekinthető [...], sokkal jelentékenyebb a helyszínrajz készítményének azon hivatása, miszerint az ipart és kereskedést előmozdítja, s a közjólétet és miveltséget gyarapítja.” Felmerül a kérdés, hogyan lehetséges az, hogy a kartográfia fejlődésében akkor még a periférián meghúzódó Magyarországon fogalmazódik meg az integrációs szemlélet manifesztuma és nem a kartográfia akkori centrumaiban. A válasz Tóth Ágoston szakmai felkészültségében rejlik. Tóth felismerte, hogy csak úgy tudja elérni Magyarország felzárkóztatását a térképészet élvonalába, ha a térképírási sokrétű igényt és így a kartográfia minden területét figyelembe veszi, ellentétben a bécsi Katonaföldrajzi Intézet akkori gyakorlatával. Integrációs szemléletének kialakulásában sokféle irányú tevékenysége mellett hazafiúi érzülete is szerepet játszott, progresszív patriotizmusában, mint ezt írásai is bizonyítják, a hazafiság és a nemzetközi haladás egymással szorosan összefüggő egységet alkotott. Ebből kifolyólag tudomány szemléletében nyoma sem volt a természettudomány és a társadalomtudomány ellentétének, ami hozzájárult ahhoz, hogy a szaktérképeket tematikailag igen átfogó formában tárgyalta. Végeredményben azt mondhatjuk, hogy Tóth Ágoston európai kapcsolatai és az ország már említett perifériális helyzetének előnyei egymást erősítették, és rendkívül kedvező helyzetet teremtett egy nagy horderejű stratégia kidolgozásához, amely a magyar térképészet kibontakozását célozta, és amelynek a kartográfia integrációs szemlélete egy szükséges velejárója, de nem az előtérben álló része volt.

Az 1870-es évek elején a kartográfiai tankönyvekben is kezd megjelenni az integrációs szemléletre utaló tematikai kibővülés, ez azonban a katonaságnak a térképpel szemben támasztott igényének megváltozásával is összefüggött.⁸³ Nőtt a térkép szerepe a katonai hadműveletek összehangolásában, koordinálásában, de erősödött taktikai jelentősége is. Ez mind azzal járt, hogy a térkép pontosságát illetően fokozódott a hadsereg igénye, a nagyobb precizitású térkép elkészítése viszont specialistákat követelt meg. A katonai térképigény differenciálódott is, nemcsak nagy-, hanem kisméretarányú térképekre is szükség volt. Ezek a folyamatok a katonai kartográfiai tankönyvirodalom tematikus bővüléséhez vezettek. A még

⁸² Tóth Ágoston a bécsi hadmérnöki akadémián Hauslab tanítványa. A vezérkari beosztás megszerzéséhez térképészettel foglalkozik, és így részt vesz a II. katonai felmérésben. Munkatársa a Katonaföldrajzi Intézetnek. Ezek a kapcsolatok a magyar szabadságharc alatt megszakadnak, Tóth ezredet a szabadságharcban való részvétele miatt halálra ítélik, az ítéletet azonban várfogságra változtatják. Szabadulása után több munkakörben dolgozik: uradalmi ispán, megyei mérnök, oktató a Keszthelyi Földműves Iskolán. A kiegyezés Magyarországnak térképészeti szempontból is új lehetőségeket ígért. Tóthot a Közlekedési Minisztérium főmérnökének nevezik ki és megbízzák a Topográfiai osztály megszervezésével. A nemzetközi tapasztalatok figyelembevételének biztosítására Tóthot európai tanulmányútra küldik, így kapcsolatba kerül a kartográfia centrumaival. Meglátogatja Hauslabot Bécsben, Sydow-t Berlinben. *Helyszínrajz...* című tanulmányában lényegében ezt a tanulmányutat értékelte ki, és javasolta egy magyar helyszínrajzi intézet felállítását.

⁸³ A vontassóví és gyújtótűs puskák elterjedésével megkezdődött az átmenet egy új taktikai formába: a gyalogság fellazult alakulatban – csatárláncban – nyomult előre, és így jobban ki tudta használni a terep adottságait. A technika fejlődése a stratégiára is kihatott; a frontális támadás megnehezült, így az ellenség szárnyainak megtámadása került előtérbe. Ugyanakkor rendkívüli mértékben megnőtt a hadsereg létszáma.

mindig aktuális térképvázlat-készítés mellett a térképhasználati ismeretekre toldott a hangsúly. Ezzel egyidejűleg csökkent a tankönyvek innovációs jellege, az ismeretek egyszerű reprodukciója általánossá kezdett válni.

A magyar nyelvű tankönyvek is ezeket a folyamatokat tükrözik vissza. A kiegyezés után Magyarországon is meginduló tisztképzésben Tóth Ágoston is részt vett, de tankönyvet nem írt. Novák Lajos (1843–1890) honvéd századosnak, a Ludovika-Akadémia tanárának 1872-ben megjelent tereptankönyve viszont már tárgyalta a terep ábrázolását is.⁸⁴ Zsoldos Ferenc, aki szintén honvéd százados és a Ludovika-Akadémia tanára volt, 1875-ben jelentette meg *Tereptan és terepraiztan* című tankönyvét. Ebben az időben a középiskolák számára is írtak kartográfiai tankönyveket.⁸⁵ Új felismeréseket ezek nem tartalmaztak, jelentőségük a kartográfiai ismeretek terjesztésében állt. Példaként csak a magyar nyelvű tankönyveket említem. 1879-ben Xántus János (1825–1894) adott ki tankönyvet *A föld- és térképkészítésről*, amely kiemelte a kartográfiatörténet fontosságát.⁸⁶ Zák József földrajztanár szintén írt egy kartográfiai tankönyvet *A térképraizolás elemei* címmel. 1880-ban jelent meg és a kartográfia több területét tárgyalta.

A század utolsó évtizedeit tekintve két jelenség szembevető: egyrészt a katonai kereteken belül a 19. század utolsó harmadában jelentős specializálódás ment végbe a térképészet terén,⁸⁷ másrészt ebben az időszakban a jelentős szakmai értékű publikációk száma megcsappant. Ez a visszaesés Poroszországban nagyobb volt, mint a Monarchiában, annak ellenére, hogy Poroszország ekkorra már Németország egységesítését végrehajtotta. A megtorpanás fő okát abban kell keresni, hogy a kartográfia helyzete a katonai kereteken belül átalakult, a hadtudomány és a kartográfia módszertana között megváltozott a viszony: a hadtudomány erősebben koncentrált a ténylegesen katonai dolgokra. A szakirodalmi megtorpanás másik oka az volt, hogy a domborzatábrázolás módszertanában alábbhagyott a vita. A domborzat ábrázolásának kérdése csak az 1890-es évek elején tért vissza a szakirodalomba; ennek előzményei a svájci gyakorlati kartográfiába nyúltak vissza. Az alpesi turizmus nagy lökést adott a topográfiai kartográfiának, és az Alpesi Klub és a térképkiadók révén kialakult a nem-katonai intézményrendszere is. A ferde megvilágítás, a légerspektíva és a tarka színek bevonásával gyönyörű, plasztikus hatású térképek születtek. Az újra éledő vitát Fridolin Becker (1854–1922) 1890-ben megjelent cikke vezette be.⁸⁸ Cikkében azt állította, hogy a katonák által használt térképek olvasása azért olyan nehéz, mert ezek a térképek túlságosan mértani jellegűek, és a művészi kivitelezés háttérbe szorul. Példaképnek a

⁸⁴ Novák kiemelte a térképolvasás jelentőségét is: „A tervek és térképek olvasása a katonára nézve ép oly fontos mint azok vázolása. Minden hadapródtól de főleg tisztól megkívántatik, hogy a terveken és térképeken eligazodni bírjon.”

⁸⁵ Már a 19. század első felében megjelentek az első magyar nyelvű munkák, amelyek a térképezést és a kartográfiát tárgyalták, és főleg a földrajz tanítását, illetve a földmérés oktatását szolgálták. A komáromi református gimnázium egykori tanára, a református pap, Katona Mihály (1784–1822) 1814-ben Rév-Komáromban megjelent *A Föld mathematicai leírása a világ alkotmányával együtt* című könyvében beszámol röviden a „földabroszokról és golyóbisokról” is. Udvardy Cserna János, aki Esterházy N. János gróf szolgálatában állt, Székesfehérváron 1825-ben jelentette meg *Gazdasági Földmérő* című munkáját, mely a földmérést tárgyalja, de van sok térképészeti vonatkozása is, sőt a térképraizolást is ecseteli.

⁸⁶ „A földkép készítéséről [...] csak úgy lehet helyes fogalmunk, ha a földkép-készítést mint egy történeti rendben tanuljuk megismerni...” Xántus részt vett a szabadságharcban, fogságba került, de megszökött. Észak-Amerikában került kapcsolatba a felméréssel, s népraizji kutatásaival is kitént.

⁸⁷ Az Osztrák-Magyar Monarchiában ezt elsősorban a Katonaföldrajzi Intézet tette lehetővé. Az intézet munkatársai úttörő munkásságot fejtettek ki a térképsokszorosítás irodalmának kialakításában is. Különösen kitént ebben Ottomar Volkmer alezredes (1839–1901), a műszaki osztály vezetője. 1885-ben megjelent *Die Technik der Reproduktion von Militär-Karten Plänen* (Katonai térképek és tervek sokszorosítása) című monográfiájában magas színvonalon foglalta össze a kor idevágó ismereteit. Volkmer a sokszorosítási eljárások továbbfejlesztéséhez is hozzájárult, különösen a fényképészetnek a sokszorosítási eljárásokba való bevonása és a galvanoplasztika terén ért el jelentős eredményeket.

⁸⁸ Becker a svájci kartográfia jelentős alakja, a zürichi politechnikumban topográfiát és térképraizot tanított, a svájci vezérkar őrnagya volt.

svájci nem hivatalos kartográfia termékeit tekintette. Ezzel kialakult a vita a művészet és a tudomány kapcsolatáról a kartográfiában, és itt is megmutatkozott a polarizáció, amely ellentmondásos formában gyakorolt hatást az elméleti kartográfia fejlődésére. A művészet szerepének túlhangsúlyozása annak a nézetnek a kialakulását eredményezte, hogy a kartográfiában az elméletnek igen csekély szerepe van. Ennek a felfogásnak cáfolatára törekvés pedig ahhoz a próbálkozáshoz vezetett, hogy a térkép művészi jellegű vonatkozásainak is tudományos magyarázatot kell adni. Egy másik irányzat viszont minden művészettel kapcsolatos szubjektivizmus kiűzésére törekedett. Ez az irányzat a konzervativizmust támogatta ugyan, de a domborzatábrázolás újabb módszereinek a kidolgozásához is adott impulzust, mint ahogy Pauliny Jákob József (1827–1895) módszere mutatja.⁸⁹ Újítása abban állt, hogy egy ún. fényskálát és egy ún. árnyékskálát különböztetett meg. Egy kortárs értékelése szerint ez a módszer üstökösként ragyogott fel a kartográfia egén, de olyan gyorsan le is tűnt. Történelmi szempontból mégis lényeges, mert a 19. században ez volt katonai kereteken belül az utolsó kísérlet a domborzatábrázolás továbbfejlesztésére.

A térképtudomány konstitúciójának első fázisa az 1890-es évek derekán, az alábbi összegzéssel lezárható: az első fázisban növekedett a kommunikáció a kartográfia különböző intézményi keretein belül fejlődő területei között. Az integráció elsősorban a publikációk szintjén jelentkezett; egyre bővült a kartográfiának a korábnál átfogóbb tárgyalására törekedő publikációk száma. Ezek a törekvések általában spontán jellegűek voltak olyan értelemben, hogy a kartográfia önálló tudománnyá válását követelő proklamációt még nem tartalmaztak. Érintetlenül maradtak az intézményi alapok is, az átfogó intézményesítésre még csak eredménytelen javaslatok születtek, amelyek főleg a gyakorlati kartográfiai tevékenységre vonatkoztak.⁹⁰

A konstitúció második fázisát, az önálló kartográfia-tudomány proklamációjának fázisát Karl Peucker (1859–1940) 1898-ban megjelent *Schattenplastik und Farbenplastik* (Árnyékplasztika és színplasztika) című könyve vezette be, amely nemcsak a kartográfia önálló tudománnyá válását jövendölte meg, hanem az ahhoz vezető utat is felvázolta. Peucker abból indult ki, hogy a kartográfiában mindent természettudományos alapokra lehet helyezni. A tudományos kartográfus azon típusát képviselte, akinek a kartográfia főfoglalkozásává vált, és a gyakorlati kartográfia mellett állandó jelleggel az elméleti kartográfiával is foglalkozott, így az elméleti kartográfiát illetőleg megindult egy részleges professzionalizálódás.⁹¹ Jelentős volt publikációs tevékenysége, kb. 80 tanulmánya jelent meg, amelyek az önálló kartográfiai tudomány konstitúciójához nagymértékben hozzájárultak. Szenvedélyesen ostromozta a kor kartográfiájának valódi vagy vélt tévedéseit.⁹² (Ebben ő maga sem volt kivétel, a színplasztikával kapcsolatos tévedéseit az 1920-as években Eduard Imhof (1895–1986) és Hermann Haack (1872–1966) tárták fel.) Peucker a kartográfia színvonalának emelését az elmélettől remélte, és biztos volt benne, hogy az elmélet meg fogja találni a kartográfiai ábrázolás általános törvényeit. Jelentős lépés volt ebben az irányban a kartográfiai ábrázolás

⁸⁹ Pauliny ezredes Magyarországról származott, évtizedekig volt a bécsi Katonaföldrajzi Intézet munkatársa. A domborzatábrázolás megújítását célzó elveit 1895-ben az Osztrák Katonai Folyóiratban publikálta.

⁹⁰ Ilyen jellegű volt pl. Tóth Ágoston javaslata a magyar helyszínrajzi intézet létrehozására 1869-ben, vagy Alekszej Andrejevics Tillo (1839–1900) orosz vezérőrnagy elképzelése, aki 1895-ben Londonban, a 6. Nemzetközi Földrajzi Kongresszuson egy nemzetközi kartográfiai egyesület létrehozását javasolta.

⁹¹ Peucker eredetileg geomorfológiával foglalkozott, doktori disszertációjának a témája is ez volt. 1891-ben Németországból Bécsbe települt át és az Artaria kiadó földrajzi és kartográfiai osztályának lett a vezetője. 1913-tól a bécsi Export Akadémián (a későbbi Világkereskedelmi Főiskolán) mellékállásban a kartográfia docense volt.

⁹² Ehhez Goethe alapján egy kis versecskét is megfogalmazott:

*A kartográfiának is
hosszú évek hozzák meg bizonyára
a helyes irány igaz erejét.
Az igazság iránt ég hőn a vágya,
de szenvedélye még a tévedés.*

általános tulajdonságainak feltárása, amire a geográfus Alfred Hettner (1859–1941) is törekedett, aki 1910-ben jelentette meg tanulmányát a *Geographische Zeitschrift*-ben (Földrajzi Folyóirat) a kartográfiai ábrázolás tulajdonságairól és módszereiről. Ebben olyan általános jellegű problémákat tárgyalt, mint pl. a térképi ábrázolás logikája és a generalizálás. Ezzel nagymértékben hozzájárult az új szemléletmód kialakulásához.⁹³

Hermann Haack elméleti munkásságában szintén megmutatkozott a kartográfiai ábrázolás általános összefüggéseinek feltárására való törekvés. Különösen jelentős volt ebből a szempontból Ostwald színelméletének a kartográfiában való alkalmazhatóságának vizsgálata. Az elméleti és gyakorlati kartográfia kapcsolatában arra az álláspontra helyezkedett, hogy az elméleté ugyan a vezető szerep, de az egész kartográfia továbbfejlődése szempontjából rendkívül lényeges, hogy a gyakorlat követni tudja az elméletet. Ez a realiztikus felfogás megóvta attól, hogy öncélú, a gyakorlattól elszakadó spekulációkba bocsátkozzék. Haack Peuckerhez hasonlóan a tudományos kartográfus típusának jelentős képviselője volt, szintén földrajzból doktorált, majd a gothai Justus Perthes kiadó munkatársa lett. A térképtudomány konstitúciójához azzal is hozzájárult, hogy áttekintést adott a korabeli kartográfiai irodalomról. A Gothában megjelenő *Geographisches Jahrbuch*-ban (Földrajzi Évkönyv) 1903 és 1943 között több mint hétezer publikációról számolt be, ezzel mintegy „láthatóvá tette”, hogy milyen terjedelmessé és sokrétűvé vált nemzetközi viszonylatban a kartográfiai szakirodalom.

A térképtudomány konstitúciója az 1920-as évek első felében zárult le. 1921-ben és 1925-ben jelent meg Max Eckert (1868–1938) kétkötetes munkája, a *Kartenwissenschaft* (Térképtudomány), amely a térképtudomány önálló ismereti rendszerét foglalta össze.⁹⁴ A műben bemutatta, milyen sokrétű feladata van a térképtudománynak, és azt is, hogy miben különbözik tárgya a rokontudományok tárgyától. A topográfiai felmérés tárgyalása rövid és inkább történelmi jellegű áttekintés, és viszonylag nagy teret ad egy új felmérési eljárásnak, a fotogrammetriának. A tematikus kartográfia igen magas aránya megfelelt a korabeli kartográfiai irodalomban végbemenő strukturális változásoknak. Ugyancsak új tendenciák érvényesülését jelzi a térképesztétika és a térképlogika tárgyalása.

A konstitúció második fázisa alatt nem volt jelentős magyar aktivitás az elméleti kartográfia továbbfejlesztésére.

A térképtudomány etablációja a 20. század húszas éveinek közepén kezdődött.

Az etabláció időszakában épült ki a térképtudomány önálló intézményi alapja.⁹⁵ A második világháború előtt csupán a Szovjetunióban és Németországban indult meg komolyabb formában az etabláció; leggyorsabban a Szovjetunióban, ahol jelentős lemaradást kellett behozni. Itt nem volt olyan intézményrendszer, mint Németországban vagy a Monarchiában, amelyen belül a térképtudomány is aránylag kedvező fejlődési feltételeket kapott volna.⁹⁶ A

⁹³ Hettner Heidelbergben volt egyetemi tanár. A földrajztudomány egységének elméleti megalapozására törekedett, ezért a kartográfia módszereivel is behatóan foglalkozott, és ellenezte a kartográfiának a földrajzból való differenciálódását. Ez is jó példa arra, milyen ellentmondásos volt az elméleti kartográfia fejlődése.

⁹⁴ Max Eckert Peuckerhez hasonlóan először szintén a geomorfológiával foglalkozott, a magántanári képesítéséhez szükséges disszertációja ilyen témájú volt. A gyakorlati kartográfiával Lipszében került kapcsolatba; kiadott egy iskolai atlaszt. Nagy hatással volt rá Friedrich Ratzel (1844–1904), az *Emberföldrajz* és a *Politikai földrajz* szerzője, aki mellett tanársegédként dolgozott. 1905-ben a kereskedelmi földrajzról írt könyvet, figyelme ekkor terelődött a tematikus kartográfia és a vetülettan felé. 1903-ban Kielben lett magántanár, ahol földrajzhallgatóknak térképtant tanított. 1907-ben az aacheni műszaki főiskolát egy kereskedelmi iskolával egyesítették, és így létrejött Eckert számára a „testreszabott” tanszék, a gazdaságföldrajzi és kartográfiai.

⁹⁵ Csak az intézményi rendszer kialakulásának kezdetét, az etabláció fő fejlődési vonalait emelem ki. Már említésre kerültek korábbi törekvések is specifikus kartográfiai intézmények létrehozására, de ezek nem jártak sikerrel vagy csak rövid életű intézmények létesítéséhez vezettek.

⁹⁶ Lenin aláírásával 1919. március 15-én megjelent egy dekrétum, amely az összes geodéziai és kartográfiai munka egységes vezetésének megteremtését írta elő. Az erre hivatott szervezet a Legfelső Geodéziai Hivatal lett, amelyet ma GUGK-nak (Glavnoje upravlenija geodezii i kartografii) neveznek.

kartográfia felsőfokú oktatása 1923-ban Moszkvában kezdődött egy főiskolán.⁹⁷ Az intézmény 1936-ban kartográfiai fakultást is kapott. A moszkvai és szentpétervári (leningrádi) egyetemek földrajzi karain 1929-ben, ill. 1930-ban kartográfiai tanköröket létesítettek. 1928-ban Moszkvában a geodézia, fotogrammetria és a kartográfia számára CNIIGAIK (Centralnij naucsno-izsledovatelszkij insztitut geodézii, aeroszjomki i kartografii) néven kutatóintézetet alapítottak. Németországban az etabláció, az önálló kartográfiai intézmények megteremtése iránti kezdeményezés alulról jött. A kartográfia tudományának első önálló intézménye a Német Kartográfiai Társaság (Deutsche Kartographische Gesellschaft) volt, amely 1937-ben Lipcsében alakult meg.⁹⁸ A Szovjetunió kivül a kartográfia nehezen tudott „behatolni” önálló tárgyként a felső szintű oktatásba; az 1930-as évek elején a kartográfiát csupán a Zürichi Műszaki Főiskolán és a Bécsi Kereskedelmi Főiskolán oktatták külön tárgy formájában. Az utóbbiban Peucker tanította a kartográfiát, az előbbi intézményben pedig először Fridolin Becker, majd utódja, Eduard Imhof (1895–1986) volt a kartográfia tanára. Az 1920-as évek elején az első önálló kartográfiai folyóiratok is beindultak: a *Globen* című, ma is megjelenő folyóiratot Svédországban alapították meg 1922-ben. A kiváló lengyel kartográfus, Eugenius Romer (1871–1954) pedig 1923-ban indította el a *Polski Przegląd Kartograficzny* című folyóiratot. A rövid életű bécsi *Kartographische Mitteilungen* (Kartográfiai Közlemények) 1930-ban jelent meg először. A csak térképtörténettel foglalkozó évkönyv, az *Imago Mundi* 1935 óta jelenik meg.

Az etabláció első szakaszában csökkent a domborzatábrázolással és a nemzetközi térképművekkel foglalkozó publikációk száma, a tematikus kartográfia magas részesedése viszont megmaradt. Ennek ellenére mégsem került sor a tematikus kartográfia módszertanának összefoglalására, rendszerezésére. Jelentős előrehaladás – módszertani szempontból is – a tematikus kartográfia egy részterületén, a gazdaságföldrajzi kartográfia terén történt. Úttörő jellegű volt Nyikolaj Baranszkij (1881–1963) 1939-ben megjelent *Gazdasági kartográfia* című műve. Ebben az időszakban a magyar tematikus kartográfia is felzárkózott a nemzetközi élvonalba, főleg Teleki Pál (1879–1941) tevékenysége révén, aki tanulmányokat is írt a tematikus kartográfia módszereiről.

A fejlettebb országokban a hagyományos intézményi rendszer kedvező lehetőséget biztosított a kartográfia metaszférája számára, ami a publikációk számában is megmutatkozott. Több országban viszont még csak ekkor került sor a térképtudomány ismeretrendszerének összefoglalására. Az USA-ban az első, tartalmilag átfogó kartográfiai tankönyv, a *General Cartography* 1938-ban jelent meg. Szerzője Raisz Ervin (1893–1968), aki 1923-ban települt át Magyarországról az USA-ba és a Harvard Egyetem munkatársa volt. Raisz a domborzatábrázolás továbbfejlesztéséhez is hozzájárult. Egy ugyancsak 1938-ban megjelent tanulmányában a Föld felszínét 40 geomorfológiai típusra osztotta fel, amelyeket képszerűen, a madártávlati hatást utánzó formában ábrázolt. Ezt a módszert fiziografikus domborzatrajznak nevezte el. Egy új domborzatábrázolási módszert javasolt 1939-ben publikált tanulmányában a japán Tanaka Kitiro (1896–1973) is. (Pauliny módszeréhez hasonlóan ez is szintvonal-módosító kísérlet volt.)

A példák jól szemléltetik, hogy ebben az időszakban az elméleti kartográfia nemzetközi jellege nemcsak Nyugat- és Közép-Európára szorítkozott, hanem világméretűvé vált.

Magyarországon a térképtudomány etablációja csak részleges volt. A Monarchia összeomlása után Budapesten megalakult az Állami Térképező Csoport, amely 1922-ben a

⁹⁷ A főiskola ma a MIIGAIK (Moszkovszkij Insztitut Inzsenerov Geodézii, Aerofotoszjomki i Kartografii) nevet viseli.

⁹⁸ A kezdeményezők főleg a nagy német kiadók és a berlini székhelyű Országos Felmérés Birodalmi Hivatala (Reichsamt für Landesaufnahme) voltak. A társaság taglétszáma induláskor 337 fő volt, amely 1942-ig 642-re növekedett. A társaságon belül több bizottság alakult: a tudományos bizottság vezetésére Max Eckertet kérték fel, a gyakorlati kartográfia bizottság élén Hermann Haack állt, aki célul tűzte ki egy kartográfiai kézikönyv megírását is. A társaság 1937-ben évkönyvet alapított, amelynek szerkesztője Edgar Lehmann (1905–1990) volt.

Magyar Állami Térképészet, majd 1938-ban a Magyar Honvéd Térképészeti Intézet elnevezést kapta. A munkatársak egy része a bécsi Katonaföldrajzi Intézetből került át ide. Hasonlóan a bécsi intézethez, a Magyar Állami Térképészet is adott ki folyóiratot 1930-tól. A „beköszöntőt” az intézmény főnöke, Kruttschnitt (Medvey) Aurél írta, amelyben megállapította, hogy „kartográfiai irodalmunk [...] úgy szólván nincs”, így a Térképészeti Közlöny egyik fő feladata a kartográfiai irodalom fejlesztése lett. Ezen a téren a folyóirat valóban jó eredményeket ért el 1930-tól Németh József, 1933-tól pedig Irmédi-Molnár László szerkesztésében. Irmédi-Molnár László (1895–1971) a térképtudomány magyarországi etablációjában azáltal is nagy szerepet játszott, hogy ő szervezte meg Magyarországon az első térképtudományi tanszéket.

A térképtudomány etablációja nemzetközi szinten a második világháború után teljesedett ki. Jelentős szerepet játszott ebben a kartográfiai társaságok, kartográfiai folyóiratok és a kartográfiai tanszékek megalapítása. Az etabláció az 1950-es évek végén, ill. az 1960-as évek elején zárult le. Cezúrának a Nemzetközi Térképészeti Társulás 1959-ben történt megalapítását és a Nemzetközi Kartográfiai Évkönyv 1961-es megjelenését tekinthetjük.

A térképtudomány ekkor lépett a konszolidáció szakaszába.

A térképészet tudományának konszolidált helyzete, miután ez a fiatal tudományág biztos pályára állt, a digitális technológiák bevezetése után fordulatot hajtott végre. A 20. század utolsó három évtizedének tudományos-technikai fejlődése, kiváltképpen a mikroelektronika forradalma, olyan változásokat hozott a térképészetben, amelyek igénylik az éppen önállóvá vált tudományág ismeret- és tudományelméleti kérdéseinek újra fogalmazását. A digitális technikák nemcsak a kartográfia megjelenési formáit változtatták meg, hanem átalakították a térhez kötött strukturális adatok feldolgozását is. A műholdas távérzékelés, a GIS, azaz a geo-információs rendszerek és a GPS, a globális helymeghatározás alkalmazásának robbanásszerű elterjedése, valamint a digitális képfeldolgozás és a számítógépes grafika igen rövid idő alatt történt térhódítása paradigmaváltást jelentett a térképészetben.

Új kartográfiai korszak küszöbét léptük át, amelynek következményei nemcsak a térképészet tárgyszféráját érintik, hanem a tudományág elméleti meghatározása szempontjából is messzemenő konzekvenciákkal járnak. Nézzük a szükséges szemléleti változást!

Napjaink térképészetének ismeretelméleti elemzéséhez a megismerés modellkarakterének belátása kínál konstruktív alapot.⁹⁹ A kartográfiai folyamatok elemzésének pedig a szemiotika a fontos eszköze. (A térképi nyelv és a hétköznapi emberi nyelv egybevetése világosan megmutatja, hogy a kartográfiai jelrendszer csak térhez kötött információkat tartalmaz.)¹⁰⁰

A térképészeti tevékenység kezdete óta – mint azt az eddigiekben felvázoltam – a kartográfia elsörendűen és alapvetően a termékeiből nyerte meghatározását. Az elméleti reflexiók legtöbbször a tárgyszféra, a térképkészítési folyamat következményei vagy rekonstrukciói voltak. Hosszú időn át a „térkép” mint végtermék volt a tudomány cégére. A térképészek egészen a legújabb időkig a térképben szinte axiómaszerűen mindig olyan terméket láttak, amelynek legfontosabb és legszükségesebb jellemzője a tisztán rajzi, grafikus megjelenés volt. Imhof 1956-ban megfogalmazott klasszikus definíciója¹⁰¹ még a rajzi ábrázolást szükséges és elégséges feltételként emelte ki, Günther Hake (1918–1995) viszont a *Gedanken zu Form und Inhalt Heutiger Karten* című, 1987-ben publikált tanulmányában már a fogalom kiterjesztését javasolta, mivel „a rendszerbe foglalt digitális információ-gyűjtés, információ-tárolás és információ feldolgozás révén az érdeklődés mind inkább a kartográfiai információk megformálásának folyamatára helyeződik”.

⁹⁹ Török Zsolt: *Elmélet és új kartográfia – A kartográfiai modellezés elmélete*. MTA–ELTE (kandidátusi értekezés), Budapest, 1989.

¹⁰⁰ A nyelv alkalmazási területének ez a behatárolása azt az előnyt nyújtja, hogy a térképészeti információk nem szekvenciális folyamatként rendezettek, hanem a térbeli strukturált összefüggések kétdimenziós konfigurációi.

¹⁰¹ „A térkép a földfelszín vagy valamely részletének kicsinyített, egyszerűsített, tartalmilag kiegészített és magyarázott alaprajzi képe.”

A térkép fogalmát érintő változás azzal jellemezhető, hogy a térhez kötött információk digitális feldolgozása során a feldolgozás folyamata maga térhez kötött ismeretnyerési modellként működik. A térkép fogalmára az általános modellelmélet¹⁰² bevonásával kimondható: a térkép a valóságról alkotott térhez kötött információk szerkezeti modellje, amely nem hagyja soha figyelmen kívül készítőjéhez, használójához, a modellfelépítés időtartamához, az eredeti megjelenítéséhez és felhasználási céljához való kötődését.¹⁰³ Mint minden tudományos modellre, a térképészeti modellre is jellemző az alábbi négy tulajdonság: a modellek rendszerek (egész kapcsolatszerkezetek); a modellek a valósághoz, tárgyhoz, tényálláshoz vagy folyamathoz képest mindig viszonylagosak, a vonatkozás módját és mikéntjét egy előre megfontolt célkitűzésnek megfelelően a modell készítője határozza meg; a modellek az ábrázolandó modellaspektusnak és a kitűzött célnak megfelelően az eredetihez absztrakt vagy elidegenített módon hasonlóak vagy azonosak; minden modell az eredetivel szemben gyakorlati előnyökkel rendelkezik, például a könnyebb kezelhetőség, a könnyebb áttekinthetőség stb. értelmében. (Térbeli információk megjelenítésére három modellfajta alkalmas: a rajzi modellek, a technikai modellek és a szemantikai modellek.)¹⁰⁴

A megismerő alany és a mindenkori külvilág, a megismerés tárgyának, a valóságnak szétválasztása két különböző modellképzésre vezet: egy belső elképzelési és egy külső megjelenítési modell kialakulására. A belső, az elképzelési modell: minden ember szubjektív képet alkot az őt körülvevő világról. Ezt a képet térképészeti szempontból elképzelt, kognitív térképnek nevezik. Ez az absztrakt modell az egyénben gyökeredzik és más személyek számára nem hozzáférhető, nem „látható”. A külső, a megjelenítési modell úgy jön létre, hogy kommunikáció céljából a külvilág leírására tárgyiasult megjelenítést, például nyomtatott térképet hoznak létre, amelyek mindenki számára hozzáférhetőek. A megjelenítés lehet analóg, túlnyomórészt valamilyen rajzi forma, vagy digitális, azaz adatok, információk diszkrét formátumából létrehozott.

A Hake által megfogalmazott új térképmeghatározás¹⁰⁵ alapján pontosabb képet kapunk, ha a modellértelmezést ketté bontjuk és világosan szétválasztjuk az adatnyerés (-feltárás, -gyűjtés, -felvétel) és az adatfeldolgozás folyamatát.

A térképészeti adatnyerés folyamata a térbeli vonatkozások digitális feltárását, azaz digitális tárgymodellek képzését, az adatfeldolgozás folyamata pedig a térbeli vonatkozású információk digitális feldolgozását, azaz digitális térképi modellek képzését jelenti.

A térbeli vonatkozások digitális feltárása folyamatának nem kell feltétlenül kapcsolatban állnia térképészeti tevékenységgel; főképpen akkor nem, ha az adatgyűjtés elsősorban nem térképészeti célú felhasználásra irányul, mint például népszámlálás, talajértékelés vagy időjárás megfigyelések alkalmával. Az ilyen adatgyűjtés messzemenően független lehet a grafikus módszerektől és ez a folyamat a digitális tárgymodell felépítéséhez vezet. A digitális

¹⁰² H. Stachowiak: *Modelle-Konstruktionen der Wirklichkeit*. München, 1983.

¹⁰³ Ismeretformációként a modellek konstruált valóságot reprezentálnak. A térképszerkesztő szempontjából ez azt jelenti, hogy a térképkészítés kezdetén el kell dönteni, hogy milyen témát, milyen célra, milyen térképhasználói kör számára és milyen „térképi nyelven”, a kifejezési lehetőségek milyen grafikai formájával kívánja elkészíteni.

¹⁰⁴ A rajzi modellek jellemzően a valóság kétdimenziós megjelenítései. A légifényképek képmódként ikonyszerűek, amelyek közvetlenül az eredetit ábrázolják. A légifénykép-térképek részben sematizált leképzésnek tekinthetők, míg a térképek mint ábrázolási modellek explicit jelmagyarázatot (jelkulcsot) igényelnek. A technikai modellek a térképészeti általában háromdimenziós modellek. Például föld- és éggömbök, domborművek stb. Míg a rajzi és technikai modelleket lényegében a szemléletesség, az előállíthatóság és a manipulálhatóság jellemzi, addig a szemantikai modellek mindig jelkulcsi-modellek a fogalmak, az elképzelési rendszerek, egyáltalában a gondolati rendszerek számára.

¹⁰⁵ „A térkép a térbeli vonatkozások mértékhez kötött és rendezett modellje.” Ez a definíció az Imhof-i klasszikus meghatározással szemben két lényegi módosítást tartalmaz: a méretarány szerint kicsinyített kifejezés helyett a mértékhez kötött megfogalmazást használja, azaz az egyetlen mérethez kötött meghatározást az általános geometriai meghatározottság definíciójával váltja fel; az egyszerűsített kifejezés helyett pedig a rendezett kifejezést, azaz a generalizálásra az ismérvek kiválasztására vonatkozó megegyezések szerint feldolgozott megfogalmazást használja.

tárgymodell térbeli vonatkoztatási rendszert (geometria), minőségi vagy/és mennyiségi adatokat (tematika) és időbeli vonatkozásokat (statika vagy dinamika) tartalmaz. A tárgymodellnek – a tartalmi információhordozást tekintve – két típusa különböztethető meg: a digitális tájmodell és a digitális szaktartalmi, azaz tematikus modell. A digitális tájmodell¹⁰⁶ esetében teljes topográfiai modelltől van szó, amely digitális síkrajzi modelltől és digitális domborzatmodelltől áll.

A digitális szaktartalmi modell esetében valamilyen térbeli vonatkozásokkal rendelkező tematika modelljéről van szó, például nehézségi erőter anomáliái, foglalkoztatási szerkezet, légszennyezési adatok stb. A modell egy többé-kevésbé egyszerűsített digitális tájmodellből és a tulajdonképpeni tematikus információkból áll, ahol a digitális tájmodell a szaktartalom elhelyezéséhez topográfiai alapként szolgál.

A napjaink térképészeti gyakorlatában a digitális tárgymodell egy geoinformációs rendszer kiindulási adatainak összességét képező adatbázis felépítéséhez vezet.¹⁰⁷ Ezekből az adatbázisokból képezik a digitális térképi modelleket.¹⁰⁸ Ez a folyamat a tárgymodellben történt digitális adattárolás átalakítása digitális térképészeti modellé; beleértve ebbe az adatok analóg megjelenítését is grafikus ábrázolás formájában. A digitális térképi modell az összes tárgyi információ rajzi szerkezetben való összegzését jelenti – például tárgyi azonosító kódok (koordináták) összekötve rajzi utasításokkal, vonalvastagsági adatokkal, színmeghatározásokkal stb. – azaz mindazt, amit a digitális formájú térkép tartalmaként szokás jelölni; ezt nevezik digitálisan tárolt térképnek, vagy rövidebben – sokak számára nyelviileg logikusan, mégis ellentmondást rejtően – digitális térképnek.

A digitális térképi modellek térhódításával megszűnik egy olyan aránytalanság is, amelynek léte jöllehet nem ma vált ismertté, de amelyet az új digitális technológiák különösen feltűnővé tettek: a hagyományos térkép kitűnő információközlő képességekkel rendelkezik, de mint információhordozónak, azaz adattároló eszköznek, ami az adatok sűrűségét, változását és kapcsolását illeti, jelentős hiányosságai vannak.

Összegezve elmondhatjuk: az ezredfordulóra új pályára állt a térképtudomány és új szerkezetű térképészet alakult ki. A tudománytörténeti áttekintés végén napjaink feladatai és lehetőségei rajzolódnak ki.

Jelenleg legalább nyolc nemzeti vagy nemzetközi műholdas rendszer szolgáltat felvételeket térképezési, erőforrás-kutatási és meteorológiai célokra. Napjainkban 37 űrkutató misszió köröz Földünk körül. Közülük huszonnégynek optikai és elektronikus érzékelői szárazföldek és tengerek kutatására irányulnak. A következő néhány évben több mint 40 további műhold pályára állítását tervezik, amelyek közül 30 a földfelszín vizsgálatát szolgálja. Ez azt jelenti, hogy az évtized második felében legalább 50 szatellit fürkészi Földünk tengereit és szárazulatait. Ez műholdanként 450 millió dolláros átlagköltséggel számolva azt jelenti, hogy a jelenlegi, már üzemelő és a tervezett missziók költségei 22,5 milliárd dollárra rúgnak.

A műholdas távérzékelés adathasznosítási vagy adat-kiértékelési feladatainak megoldása azon múlik, hogy a felhasználói szervezetek és térképészszolgálatok az elektronikus képi

¹⁰⁶ Az elnevezésben a földrajzban oly sokszor és különböző értelemben használt táj szó egyszerűen a Föld bizonyos térségének külső megjelenési formáját jelenti.

¹⁰⁷ Az általános információs rendszereken belül a térképészeti célú rendszerek sajátossága, hogy a különböző térbeli objektumokról és jelenségekről tárolt információk geokóddal (helyazonosítóval) rendelkeznek. Ezeket szokás térbeli, vagy geoinformációs (GIS) rendszereknek nevezni; a magyar terminológia a földrajzi információs rendszer jelölést használja.

¹⁰⁸ A digitális tárgymodellek és a digitális térképi modellek különbségét a következő példával lehet illusztrálni: a digitális terepmodell tárgymodellként az egyes terepi pontok sorszámának, sikkkoordinátáinak és magassági értékének megadását jelenti. Az ehhez tartozó térképi modell a szintvonalak ábrázolásához vektorokat ír le, tartalmazza értékmegírásukat, a vonalak rajzolási adatait stb. Az adatnyerés és adatfeldolgozás találkozásánál húzódik a térképészet és a társtudományainak határa is. Ez a digitális technológia alkalmazásakor jól látható, de nem ennyire éles a választóvonal az analóg technológiák alkalmazásánál, ahol a terepi felmérések ábrázolásai, a geológiai terepfelvételi lapok és a fotogrammetriai térképezés termékei már az adatfelvétel során is térképszerű termékek, de még nem térképek a „térkép” szó szűkebb értelmében.

adatok grafikus információkká történő gazdaságos átalakítását milyen tudományos támogatással és megalapozottsággal tudják elvégezni és összekapcsolni a gazdasági élet, a közigazgatás és tudomány különböző tartalmú és célú ágazati és területi földrajzi információs rendszereivel.

Ez már nem a múlthoz – inkább a jövőhöz tartozó folyamat. A térképtudomány jelenét alakítjuk most közös munkával, együtt gondolkodással és felelősséggel.