

RAZGLEDI

KVANTITATIVNA GEOGRAFIJA

Igor Vrišer

I.

Tradicionalni koncept geografskega pojmovanja in interpretiranja, ki so ga zasnovali Humboldt, Ritter in Ratzel, je s teoretičnimi deli Vidal de la Blacha in R. Hartshorna nedvomno dosegel svojo kulminacijo¹. Nastal je v teku 19. stoletja pod močnim vplivom vsestranskega razvoja naravoslovnih in nekoliko pozneje tudi družboslovnih ved. Njegova idejna in teoretična zgradba se je dokončno izoblikovala ob uspešnem boju zoper geografski determinizem in njegovo inačico »enviromentalizem«, izišlo iz ekološke šole, ter v spoznanjih, da vodijo Hettnerjeva pojmovanja geografije kot horološke vede, različne smeri »landšaftovedenja« in pojavi geografskega indeterminizma geografijo v slepo ulico. »Klasični koncept« geografije se je v minulih petdesetih letih postopoma uveljavil in je bil z izjemo sovjetskih in nekaterih vzhodnoevropskih geografov v glavnem skoraj povsod sprejet.

Zadnjih deset let pa so se postopoma začeli množiti glasovi, ki so opozarjali, da ta v glavnem na kvalitativnih vrednotenjih temelječi znanstveni pristop ne ustreza več. Menili so, da zaradi njega proces drobljenja geografije na različne ožje stroke nevzdržno napreduje in da je čedalje težje povezovati te različne poglede ali posamezna dognanja v celoto. Upravično so poudarjali, da je geografija v svojih težnjah »kompleksno obravnavati zapleteni sklop pojavov, ki oblikujejo zemeljsko površinsko sfero« čedalje bolj nemočna in nesposobna povezovati posamezna dognanja in zakonitosti v »kompleksno podobo«, kaj šele, da bi te zveze in odvisnosti med pojavi eksaktno ovrednotila. Tudi daje »Klasična geografija« preveč poudarka individualnosti in premalo generalizaciji.^{2a} Še prav posebno so opozarjali, da zaradi zgolj kvalitativnega tolmačenja geografija neusmiljeno zaostaja za drugimi vedami, kajti še tako dober in prefinjen opis ne more tekmovati z natančnimi dognanji in meritvami, ki nam ugotovljeno zakonitost eksaktno in nedvoumno opredelijo. Večina teh, po mojem prepričanju precej upravičenih kritik se je oprla na dosežke takomenovane »kvantitativne revolucije«^{2b}, ki jo doživlja vsa znanost in mimo katere tudi geografija ne more, če noče, da bo degradirana na stopnjo deskriptivne in »spremljajoče« (*following*) vede.

»Kvantitativna revolucija« v znanosti se opira na uporabo matematičnih in statističnih metod pri raziskovanju in to zlasti pri merjenjih in drugih vrednotenjih pojavov in njihovih zvez in odvisnosti. Izvedbo tega kvalitativnega skoka v znanstvenem delu so v veliki meri mogočili elektronski računalniki. Z njihovo pomočjo je namreč mogoče opraviti zapletene meritve hitro in uspešno. Zaradi hitrega tehnološkega izpopolnjevanja računalnikov in zniževanja na-

bavne vrednosti se je njihova uporaba naglo širila, obenem pa je napredovala aplikacija matematično-statističnih metod in to celo pri vedah, za katere ne bi pred časom nikoli verjeli, da bodo uspešno uporabljale takšne metode v svojem raziskovalnem delu (npr. jezikoslovje, medicina, arheologija itd.).

Prve temelje uporabi kvantitativnih metod v znanstvenem raziskovanju so položili pred dvema desetletjema nekateri matematiki. Med njimi je treba v prvi vrsti imenovati matematika Neumana in ekonomista Morgensterna (*»Theory of Games and Economic Behavior«, 1944*), Norberta Wienerja, ki je leta 1948 objavil temeljno delo o kibernetiki (*»Cybernetics«*), in G. K. Zipf-a, ki je skušal v svojem delu *»Human Behavior and the Principle of Least Effort (1949)«* izraziti v matematičnih modelih nekatera osnovna načela družbenega razvoja.

Prodor kvantitativnih metod v geografijo je potekal veliko počasneje. Značilno je, da so prve pobude celo prišle izven geografskih krogov. Tako je npr. ameriški fizik J. Q. Stewart skušal s pomočjo matematike določiti pravila o razporeditvi in ravnotežju prebivalstva v pokrajini in jih hkrati povezati z geografskimi in sociološkimi izsledki. Veliko pomembnejši sunek, da ne rečemo udarec, so doživela tradicionalna geografska gledišča od ekonometrikov, ki so zbrani pod okriljem nove *regional science* (ustanovljene l. 1956) temeljito posegli v samo bistvo geografskih raziskav. Uvajanje novih kvantitativnih metod je razmeroma hitro in brez večjega odpora potekalo v nekaterih strokah fizične geografije (npr. v klimatologiji ali hidrogeografiji), kar je bilo treba v nemali meri pripisati značaju gradiva in seveda samemu napredku meteorologije in hidrologije, kjer so praktične potrebe narekovale najpogostejšo uvedbo novih postopkov. Veliko večji odpor napram novim metodam pa je bil v družbeni geografiji. Vzrokov za to je bilo več. Nedvomno je bila tradicija uporabe matematično-statističnih metod v družbenih vedah veliko kratkotrajnejša kakor pa v naravoslovju in tehniki. Velik del družbene geografije je gradil svoje poglede na posibilitističnih nazorih o »svobodni človekovi volji, ki odloča o izbiri sredstev in poti glede prihodnjega družbenega razvoja«. Takšno, nekoliko anarhično stališče se seveda ni moglo skladatai z željami po natančnejši opredelitvi družbenih zakonov, kaj šele, da bi vse te individualne in slučajne pojave ali dogodke stlačili v togo matematično oblačilo. Poudarjalo se je, da je življenje, zlasti družbeni razvoj, vse preveč pester, da bi ga mogli zajeti z matematičnimi modeli, analogijami ali teorijo igre.

Ugovorov zoper nove metode je bilo med geografi še več: od takšnih, ki so sodili, da izgublja geografija po tej poti svojo individualnost, to je sposobnost proučiti konkretne razmere v določeni regiji, pa do tistih, ki so menili, da karta kot najpopolnejše geografsko orodje bolje, kakor pa posplošeni matematično-statistični rezultati, ponazarja kompleksno povezanost pojavov v pokrajini. Mnogi so tudi docela pravilno poudarjali, da je mogoče novo tehniko uporabiti le pri nekaterih pojavih; drugi zopet so zatrjevali, da so geografski problemi le preveč zapleteni, da bi jih sploh lahko v tako poenostavljeni obliki, kot so npr. modeli ali analogije, obravnavali; če pa že ravno hočemo doseči večjo popolnost analiziranja, se računi tako skomplicirajo, da jim kljub računalnikom nismo več kos. Cela vrsta pomislekov je bila izrečena na račun novih metod v naslednjem smislu: kljub obsežnemu in zapletenemu računanju rezultati ne povedo ničesar bistveno novega; do vseh teh ugotovitev lahko pridemo tudi z dosedanjimi geografskimi metodami in z veliko manjšim trudom. Pogostoma so metode celo napačno rabljene in kvantitativna analiza ne zmore razlikovati bistvenih pojavov ali procesov od nebistvenih. Še več, nekateri so sodili, da je vse skupaj le eksperimentiranje, pri čemer je metoda morda resna zadeva, tisti, ki se z njo ukvarjajo, pa ne preveč. To so seveda hudi očitki, vendar je treba upoštevati, da je vsaka revolucija, tudi znanstvena, vedno izzvala žgoče ugovore.

II.

Kljub vsem tem ugovorom in pomislekom pa je »kvantitativna revolucija« začela tudi v geografiji svoj pohod. Prvo večje delo, ki jo je želelo vpeljati in ji obenem dati teoretske temelje, je bila znana razprava W. Bunge-a »Theoretical Geography«³. Avtor je svoja nova stremjenja oprl na stališče, da je geografija veda o prostorski razporeditvi pojavov in da so zato njeni izsledki močno odvisno od koncepta geometrije in topološke matematike. V poznejši razpravi »Patterns of Location«⁴ je Bunge te misli še dalje razvil. Vzporedno s temi Bungejevimi stremljenji se je med gofrati pojavilo še več drugih, ki so, bodisi s teoretskimi prispevki ali na praktičnih primerih, prikazali potrebo po večji uporabi tudi drugih statističnih in matematičnih metod v geografiji, npr. meritev variabilnosti pojavov, trendov, korelacijskih odnosov, pravilnejše zasnovane najrazličnejših vzorčenj itd.⁵⁻⁹. Idejno podlago tej novi smeri so dajali številni ameriški in angleški geografi. Njim so se pozneje pridružili še nekateri švedski geografi. Večina člankov o tej tematiki je izšla v »Annals of the Association of American Geographers«, »Economic Geography«, »Geographical Review«, »Geographical Journal« in v publikacijah univerze v Lundu »Lund Studies in Geography«.

Med poglavitnimi pobudniki nove metodološke smeri je treba omeniti Američana Berry-a, ki je v več člankih podal nekatere idejne osnove in v razpravi »Pristop k regionalni analizi: sinteza«¹⁰ zasnoval koncept geografske matrice kot osnovnega orodja za matematično obravnavanje geografskih podatkov in odvisnosti med pojavi. Imenovani se je tudi veliko ukvarjal z modelom centralnih naselij in storitvenih dejavnosti. Vrsta pobornikov je izšla iz Isardove *regional science*. Ceprav soudeleženi pri pretežno ekonometričnih raziskavah, so Garrison, Ullman, Dacey, Kansky in drugi soudeleženci šole vnesli v geografske raziskave veliko matematičnih metod in mnoge nove poglede na urbano omrežje (Garrison, Dacey, Morill), prometno omrežje (Garrison, Kansky), prostorsko strukturo (Garrison) in regionalizacijo (Nystuen, Dacey). Veliko njihovih prispevkov je bilo objavljenih v glasilu *regional science* »Papers and Proceedings«, kar potrjuje, da problem razmejitve med to ekonometrično stroko in geografijo še vedno ni razčiščen¹¹ in tudi ne kaže, da se bo to v prihodnosti zgodilo glede na uvajanje matematičnih metod v geografijo. Poglavitna centra kvantitativne geografije v ZDA sta postali univerzi v Chicagu in Northwestern University v Ewanstonu.

Drugo središče nove metodološke smeri v geografiji se je izoblikovalo v Veliki Britaniji. Glede na aktivnost in zavzetost bi mu sploh lahko pripisovali glavno vlogo. Največja pobornika sta razmeroma mlada geografa (*the terrible twins*) Peter Haggett in Richard Chorley; prvi je profesor urbane in regionalne geografije na bristolski univerzi, drugi pa je docent na cambridžski univerzi. Napisala sta več razprav in knjig in uredila nekaj obsežnejših zbornikov študij o novi tematiki. Haggett, ki je bolj usmerjen v družbeno geografijo, se je posebej ukvarjal s metodološkim problemom, lokacijskim analizam v družbeni geografiji¹² in problemom omrežij v geografiji¹³. Nasprotno temu je Chorley kot fizični geograf obravnaval razen metodičnih vprašanj¹⁴ predvsem uporabo novih do- gnanj v geomorfologiji¹⁵, klimatologiji in hidrogeografiji. Skupaj sta oba avtorja priobčila več razprav in knjig, npr. o analizah omrežij¹⁶, o uporabi postopka *trend surface analysis* v geografskih raziskavah¹⁷ ter skupaj uredila obsežne zbornike znanstvenih esejev o »mejah geografskega poučevanja«¹⁸ in o »modelih v geografiji«¹⁹. Pri slednjih delih so sicer posamezna poglavja spisali nekateri njuni rojaki in somišljeniki, vendar sta Chorley in Haggett nedvomno načrtala idejno osnovo in metodološki pristop.

Iz anglosaškega sveta je treba imenovati še nekatere geografe, ki so sodelovali pri oblikovanju nove metodologije. To je npr. E. A. Ackerman²⁰, ki je obravnaval sistemska vprašanja geografske vede in ji je v svojih prispevkih pripisoval pomen osnovne vede o prostorskih odnosih. Imenovani je tudi bil vodja večje skupine ameriških geografov, ki je leta 1965 pripravila obsežen dokument o geografski znanosti za negeografe²⁰. Ackerman je postavil te-le

geografske naloge kot poglavitne: 1. deskripcija zemlje in njenega položaja, 2. identifikacija specifičnih pojavov pripadajočih zemeljskemu prostoru, 3. identifikacija splošnih odnosov, 4. identifikacija razvojnih odnosov, 5. determinacija kovariacije med zemeljskimi pojavi in 6. integracija podatkov o potožaju, pojavih in procesih ter razkritje kompleksne podobe o prostorskih odnosih^{19a}. Njegove teze so naletele na dokajšen odziv pri pobornikih »nove geografije«, saj so od geografov zahtevale »da so pri svojem delu bolj rigorozni, bolj znanstveni in da tudi v večji meri znajo predvidevati razmere«²¹. V založniški hiši Edward Arnold v Londonu, ki je tudi sicer založila večino knjig o kvantitativni geografiji, je izšlo leta 1969 delo Davida Harvey-a »Razlaga v geografiji«²². Knjiga pomeni enega od najresnejših poskusov povezati »klasično geografijo« z novimi metodološkimi prijemi in filozofsko utemeljiti »novo geografijo«. V prvem delu mladi angleški univerzitetni profesor najprej podaja metodologijo raziskovanja in pojasnjuje nekatere osnovne pojme o »deskripciji« in »razlagi« v dosedanjih geografskih praksih. V drugem delu obravnava razvoj geografske misli in ga primerja z razvojem v naravoslovnih in družbenih vedah. Tretji del daje razlago pojmov »teorija«, »zakon«, »hipoteza« in »model« v luči geografskega pojmovanja. V četrtem delu išče avtor, kakšna so pota in možnosti za povezavo med geografskim in »matematičnim« jezikom, zlasti z vidika geometrije in verjetnostne teorije. V zadnjih dveh poglavjih razglablja o različnih postopkih za zbiranje gradiva: o vzorčenju, kartiranju in matematičnem prikazovanju prostorskih odnosov, in o geografskih modelih, tako z genetičnega in historičnega, kakor tudi s funkcijskega in sistemskega vidika. Harvey se v svojem delu zavzema za to, da bi geografija sprejela dosežke sedanje znanstvene revolucije, saj edino v takšni povezavi vidi njen napredek. Ta knjiga je ob Chorleyevih in Haggettovih praktičnih prikazih kvantitativne geografije eden od prvih poskusov izdelati sintezo nove smeri; nedvomno zasluži, da jo ob drugi priliki temeljiteje ocenimo.

Razen v anglosaških deželah se je nova kvantitativna geografija najbolj uveljavila v skandinavskih deželah, zlasti na Švedskem. Geografski oddelek univerze v Lundu je postal eno od najmočnejših žarišč nove smeri, predvsem po zaslugi T. Hägerstranda. Slednji je v številnih izvirnih in svojih raziskavah odprl geografskemu proučevanju docela nove možnosti. To so bile predvsem njegove raziskave o difuziji določenih pojavov in o širjenju inovacij (novosti)²³ v pokrajini. Po njegovi zaslugi so se v geografskem raziskovanju pričele uporabljati nekatere metode iz »teorije igre« in dinamiko pojavov obravnavati kot »stohastičen proces« (to je proces, ki se odvija spontano, vendar pod vplivom različnih med seboj le deloma povezanih faktorjev). Hägerstrand²⁴ je bil poleg Američana R. Kao-a²⁵ in P. Haggetta prvi, ki je opisal uporabo računalnikov v geografiji. Skandinavski geografi so doslej nove kvantitativne metode zlasti veliko uporabljali pri urbanih raziskavah in proučevanjih strokovnih dejavnosti, npr. švedski raziskovalec R. L. Morill²⁶ ali finski geografi M. Palomäki²⁷, L. Hautomäki²⁸ in S. Sirila²⁹.

Drugod po Evropi pa se je nova metodološka smer še prav slabo uveljavila. Zanimivo je, kako malo je priobčenih teoretičnih razglabljanj ali pa praktičnih raziskav o tej tematiki med francoskimi, nemškimi ali italijanskimi raziskovalci. O vzrokih lahko samo razglabljam: ali gre zgolj za relativno zamudo, ali primanjkuje geografom ustrezne računalniške opreme, ali jih ovirajo stara naziranja, ali morda pomanjkljivo znanje matematike? Zdi se, da so vsi ti razlogi po malem pomembni; rezultat pa so nadvse redki tovrstni prispevki, npr. Belgijca H. Béguin-a³⁰, Svicarjev D. Steiner-ja³¹ ter A. Kilchenmanna in F. Gächter-ja³², ali vzhodnega Nemca G. Kind-a³³. Še največ odmeva je našla nova smer pri poljskih geografih, zlasti pri tistih, ki so močno usmerjeni v ekonomsko-geografske raziskave (npr. Z. Chojnicki, K. Dziewoński, A. Wróbel in A. Kukliński)³⁴ ali pa aktivno sodelujejo v regional science (npr. P. Korecili, W. Morawski)³⁵.

Docela na novo in presenetljivo hitro se je v poslednjih letih izoblikovalo pomembno središče »matematizacije« geografije v Sovjetski zvezi. Še leta 1964 je I. M. Majergojz³⁶ opozarjal na potrebo po kvantitativnih metodah pri razisko-

vanju v ekonomski (družbeni) geografiji. Leta 1966 sta B. L. Gurevič in J. G. Sauškin že priobčila obsežnejšo razpravo o »Matematičnih metodah v geografiji«³⁷, v kateri sta razen nekaterih teoretičnih razmišljanj o potrebnosti nove metodologije skušala tudi prikazati njihovo uporabo ob primeru »dispersije in koncentracije geografskih pojavov«, konkretno na primeru urbanega omrežja. Avtorja sta se tudi zavzela, da bi se nova smer imenovala »matematična geografija«, pri čemer ju ni prav nič motilo, da se je doslej ta naziv uporabljal za drugo geografsko stroko. Po njuni definiciji je »matematična geografija glede na svoj predmet geografska, glede na metodo pa matematična. Njene naloge so, da z matematičnimi metodami proučuje dinamične in prostorske odnose razmestitve zapletenih sistemov, v katerih so povezani narava, proizvodnja in prebivalstvo. S pomočjo matematičnih prijemov, to je hipotez in matematičnih modelov, ima sedaj geografija boljše možnosti prikazovati zakone o prostorski razmestitvi, soodvisnosti in povezovanju naravnih in družbenih pojavov«. Avtorja poudarjata, da »nova veja geografije« nikakor ne zmanjšuje pomena »klasične geografske smeri, temveč ji le prinaša novo življenje in zlasti enoten jezik ter s tem možnosti za ponovno združitev posameznih geografskih vej v enotno geografijo«. Nadaljnji korak k uveljavljanju nove smeri je bila 77. številka zbornika »Voprosi geografii« iz leta 1968³⁸, ki je v celoti posvečena matematiki v ekonomski (družbeni) geografiji. Uredila sta jo J. V. Medvedkov in J. G. Sauškin in vsebuje šest teoretičnih razprav in znanstvenih nalog, osem razprav o sistemih in omrežjih in dve razpravi o uporabi matematike v kartografiji. Med najbolj aktivnimi sovjetskimi raziskovalci nove smeri je treba posebej imenovati J. V. Medvedkova, ki je objavil več razprav in aktivno sodeloval na zborovanjih *regional science*³⁹, L. I. Vasilevskega⁴⁰, B. L. Gureviča, B. M. Gohmana in nekatere druge mlajše raziskovalce.

Kvantitativna geografija je dobila na XX. mednarodnem geografskem kongresu v Londonu s strani geografov tudi svoje prvo uradno priznanje, ko so sprejeli pobudo o ustanovitvi posebne »komisije MGU za kvantitativne metode v geografiji«. Za predsednika nove komisije so imenovali W. Garrisona (Ewanstone, ZDA), za člane pa R. Chorleya (Cambridge, Velika Britanija), T. Hägerstranda (Lund, Švedska), A. Mobuguncea (Ibadan, Nigerija), V. L. S. Prohasa-Raoa (Hajderabad, Indija) in J. Sauškina (Moskva, ZSSR).

III.

Iz dosedanjih razglabljanj in iz historjata je razvidno, da kvantitativne geografije kljub entuziazmu, ki jo marsikje spremlja, ne smemo smatrati za »novo geografijo«, temveč le za novo smer ali točneje, za uvajanje nove metode, ki odpira geografiji drugačne in predvsem popolnejše možnosti za raziskovanje. Le-te so:

1. možnosti hitrejše in popolnejše obdelave čedalje večjih množic podatkov ali pa z določenimi postopki poenostaviti dosedanje zamudno zbiranje gradiva (vzorčenje);

2. možnost, da natančneje izmerimo pojave ali asociacije pojavov v prostoru;

3. možnost, da s statističnimi metodami hkrati premostrujemo več variabel (pojavov), ki so ali v tesni korelacijski zvezi ali pa le deloma povezani, pa vendar vplivajo na dogajanje v pokrajini. V obeh primerih je presoja, kateri faktorji imajo večji ali manjši pomen, težka, vendar matematično možna. Daje nam možnost, da opustimo dosedanje intuitivno presojanje in iz množice faktorjev s multikorelacijo ali faktorsko analizo ugotovimo bistvene;

4. možnost, da ovrednotimo gibanje (dinamiko) ali razvoj pojavov;

5. možnost, da na osnovi poznavanja pojavov in njihovih vrednosti sestavimo modele in nato z njihovo pomočjo zgradimo teorije, ugotovimo tendence in veljavne zakone;

6. možnost, da s pomočjo ugotovljenih modelov, teorij in zakonov spoznamo omrežje, ki omogoča uveljavljanje in gibanje pojavov ali sklopa pojavov na zemeljskem površju in to predstavimo na geometrijski način;

7. možnost, da z novo tehnologijo v večji meri podčrtamo nomotetični (globalni, splošni, zakone postavljajoči) značaj geografije, ki je bil zadnji čas protežno ideografski (regionalni, podrobni, obravnavajoči individualnosti);

8. možnost, da z uporabo matematično-statističnih metod v večji meri povežemo obe poglavitni veji geografije: fizično in socialno, in tako odpravimo enega od osnovnih problemov sodobne geografije.⁴¹

Osnovni metodološki koncept kvantitativne geografije temelji na »novi matematiki«. Odkar pa se je nova smer v geografiji uspešno uveljavila, so številne kvantifikacijske postopke in metode že močno aplicirali za geografske potrebe. Tako so nastali nekateri svojstveni geografski metodološki pristopi, ki bogate našo vedo in ji odpirajo nove poglede. Za ilustracijo navajam najprej Berryev⁴² koncept, ki temelji še na klasičnih geografskih vidikih, a je prilagojen novim matematičnim kvantitativnim metodam. Berryeva geografska matrica je grajena iz kolon, v katerih so podatki o regijah, subregijah in drugih prostorskih enotah ($a_{11}, a_{12}, a_{13} \dots a_{1j}$) in iz vrst, v katerih so nanizani pojavi in faktorji glede na svojo elementarnost (relief, klima, vegetacija ... populacija ... $a_{11}, a_{21}, a_{31} \dots a_{j1}$). Časovno determinanto (genezo) je Berry dobil z zaporedjem več takšnih matic, izdelanih za vsa pomembnejša obdobja. Geografska matrica omogoča povezavo niza (*set*) regij in niza elementov v celovito geografsko interpretacijo. Razen tega ne deli elementov in faktorjev na fizične in družbene, kar je nedvomno pozitivno. Zasnova matic ima tako-le obliko:

razdelitev na regije

Razdelitev glede na elemente in faktorje	}	a_{11}	a_{21}	a_{31}	a_{41}	\dots	a_{j1}
		a_{12}	a_{22}	a_{32}	a_{42}	\dots	a_{j2}
		a_{13}	a_{23}	a_{33}	a_{43}	\dots	a_{j3}
		a_{14}	a_{24}	a_{34}	a_{44}	\dots	a_{j4}
		a_{1j}	a_{2j}	a_{3j}	a_{4j}	\dots	a_{jj}

Po Berryevi sodbi bi za poprečno geografsko razpravo zadoščalo deset različnih medsebojnih kombinacij med vrstami in kolonami in to v različnih časovnih obdobjih.

Docela drugačen metodološki pristop, vendar v skladu z matematizacijo geografije, je zasnoval P. Haggett v svoji knjigi o lokacijskih analizah v družbeni geografiji. Svojo generalno sistemsko teorijo je oprl na sledeče elementarne stopnje: gibanje, omrežje, vozlišča, hierarhijo in površje⁴³. Gibanje je nedvomna lastnost vseh pojavov in moderna geografija teži za tem, da ta dogajanja, ki spreminjajo zemeljsko obličje, spozna, razčleni in ovrednoti. Elementi gibanja so razdalje (*distance*), prostor (teritorij ali *field*) in čas (difuzija). Gibanje poteka po »poteh« (npr. reke, tokovi, ceste itd.). Skupek poti tvori omrežje (mrežo, *network*) in v njem imajo določene točke, vozlišča (ali križišča, *nodes*) ključni (organizacijski) pomen. To so npr. sotočja, populacijske aglomeracije, centralna naselja, različna prometna križišča itd. Večina teh vozlišč je mogoče glede na njihovo funkcijo pomensko opredeliti, kar nam omogoča, da spoznamo hierarhijo vozlišč in s tem splošno hierarhično zgradbo določenega pojava ali skupine pojavov v prostoru (npr. razvoj hidrografskega omrežja, drenažno omrežje, organizacija industrije, oskrbovalno omrežje itd.). Dosedanje prve štiri raziskovalne stopnje omogočajo predvsem zaznavo o ogrođju pokrajine, zadnja stopnja pa skuša ugotoviti, kako je z vmesnim (*interstitial*) prostorom ali conami, to je kakšna je izraba in kakšna gostota površja (intenzivnost, nasičenost, *density surface*) glede na obravnavani pojav ali asociacijo pojavov.

Iz Haggettove sistemske sheme je dobro razviden nadaljnji razvoj. Avtor se ne zadovoljuje več zgolj z aplikacijo matematike, temveč se čedalje bolj obrača h geometriji. Za njo pravi, da je poleg naravoslovnih in socialnih ved tretji geografski temelj, katerega pomen pa je bil po antični dobi po krivici zapostavljen. Topologija na osnovi geometrije združuje prirodno in družbeno geografijo in obenem obnavlja osrednjo vlogo kartografije in bi zato bilo pravilno, da bi to geografsko izhodišče v večji meri vpoštevali⁴⁴. V tej zvezi je tudi treba opozoriti na Haggettov metodološki postopek, ko vsak pojav ali skupino pojavov razdeli na osnovne elemente in jih skuša kot takšne tudi prostorsko razčleniti in kartografsko prikazati.

Zelo zanimiv je tudi naslednji korak v oblikovanju novega geografskega mišljenja, ki uvaja v geografijo relativnostno pojmovanje prostora in časa. Chorley in Haggett prikazujeta transformirano geografsko matrico, ki namesto dosedanjih absolutnih meril uporablja drugačna relativna merila: položaj (lokalizacija) pojava, to je njegovih x in y koordinat, se ne določa več na podlagi neke enotne baze (npr. geografske širine in dolžine, ali metrskega merskega sistema), temveč z relativnim položajem napram bazi določene variable (npr. s smerjo in oddaljenostjo od središča določene difuzije)⁴⁵.

Po B. J. L. Berryu in D. F. Marblu⁴⁶ bi za kvantitativno geografijo veljala naslednja metodološka izhodišča: 1. določitev pomembnega dejstva, 2. primerjanje dejstva s teorijo in 3. oblikovanje teorije. Geograf raziskovalec lahko obdela zgornja izhodišča s treh vidikov in sicer glede na značaj prostorskih distribucij, glede na prostorske asociacije, to je kovarianco med prostorskimi distribucijami in glede na regionalizacijo ali prostorsko diferenciacijo. Pri raziskovalnem delu uporablja podatke, ki so dvojne narave: strukturalne ali kategorijske (prikazujejo določene lastnosti) in funkcijske ali interakcijske (ponazarjajo zveze, medsebojno učinkovanje ali energijo, ki kroži med kraji). Raziskava je glede na čas lahko prerez skozi sedanost, skozi neko preteklo dobo ali prikaz časovnih sprememb (razvojna ali longitudinalna raziskava). Tako kot pri dosedanjih geografskih proučitvah, tudi pri kvantitativni geografiji lahko razlikujemo več meritvenih stopenj: 1. normalno (klasifikacijsko), 2. ordinalno (razvrstitveno), 3. intervalno (merjenje z relativnimi merili) in 4. multidimenzionalno (merjenje večstranske odvisnosti).

Iz teh metodoloških razmišljanj o kvantitativni geografiji je razvidno, da še vedno nimamo izdelane enotne metodologije (če izvezememo Harveyev pozikus) in da se pogledi raziskovalcev močno razlikujejo glede sistemske teorije in glede podrobnih metodoloških pristopov. I. Burton⁴⁷ sicer pravi, da se je kvantitativna geografija že v tolikšni meri uveljavila, da je prenehala biti intelektualna revolucija vendar sodim, da je to preuranjeno priznanje. Ravno pomanjkanje jasnih metodoloških konceptov — kljub vsemu trudu mi ni uspelo jih razbrati iz dosedanjih razprav — in vse preveč tesno navezovanje na različne tehnološke prijeme mi samo potrjuje že izrečeno misel⁴⁸, da pomeni kvantitativna geografija in z njo vred vsa aplikacija matematike v geografiji v prvi vrsti uporabe novih postopkov ali nove tehnike in ne nastajanje »nove geografije«⁴⁹. Ti postopki nedvomno odpirajo geografiji izredne možnosti⁵⁰, omogočajo ji slediti znanstveni revoluciji in ji dajejo novo in popolnejšo orodje pri raziskovanju, vendar zaradi tega ne kaže tehnike proglašati za novo znanstveno stroko. Sodim, da celo tisti, ki novo smer imenujejo »novo geografsko vedo«⁵¹, ne mislijo tega dobesedno, temveč le žele podčrtati izredni pomen aplikacije teh metod v geografiji.

IV.

Vprav izredni pomen, ki ga kvantitativna geografija pripisuje novim tehnološkim postopkom v raziskovanju, to je uporabi matematičnih in sistematičnih metod, me navaja k temu, da jih poskusim vsaj na kratko orisati in definirati. Zavedam se, da sta glede na obilico teh postopkov pravi izbor, kakor tudi kratka interpretacija, dokaj težavna zadeva.

1. Nova matematika. Čeprav je med geografi veliko razprav, v kolikšni meri potrebuje geograf znanje matematike, je vendar danes bolj kot kdajkoli doslej očitno, da je postala matematika jezik znanosti⁵². To zlasti velja za takoimenovano »novo matematiko«, ki se je zelo razvila v zadnjih desetletjih in sloni na teoriji verjetnosti, teoriji množic in vrst, na teoriji igre, na linearnem programiranju in računalniškem programiranju. Nekatere izmed teh matematičnih vej so tudi za geografijo velikega pomena. Tako npr. so teorija množic in vrst, Boolova algebra, binarni sistem in matrična algebra podlaga vsej računalniški (computerski) tehniki, ki se tudi v geografiji čedalje bolj uporablja. Med različnimi vrstami geometrije je zlasti topologija postala zelo pomembna za geografske raziskave. Glede na to, da je veliko bolj fleksibilna od Evklidove geometrije, služi kot osnova teoriji grafov (*graph theory*), ki pa je izredno pomembna za vse teorije omrežij (*network*) v geografiji.

Nova matematika je tudi znatno razširila predstave o merilih, lestvicah in natančnosti meritev, tako da se čedalje bolj uporabljajo poleg neparametričnih tudi parametrična merila (sestavljena iz primerjave več fiksnih vrednosti, npr. srednje vrednosti, standardne deviacije itd.).

Kvantitativna geografija črpa veliko pobud iz neevklidove geometrije in to iz sferične geometrije in iz drugih eno-, dvo-, in tridimenzionalnih predstav prostora. Uporabljata se rotacija in refleksija, to sta postopka, pri katerih sliko ali karto zasučejo okoli osi, oziroma sliko površja dobimo s projiciranjem iz zemeljske notranjosti.

Kot že omenjeno, se zlasti veliko uporablja med novimi geometrijami topologija. Zanj je značilno, da nam prostorske relacije prikazuje elastično s pomočjo vozlišč (križišč, *nodes*), lokov (členov, *arcs*), ki vežejo vozlišča, in regij (*regions*). Namesto trdnih geometrijskih elementov, točk, premic in površine, iz katerih je grajena Evklidova geometrija, je topološka predstava izredno svobodna in nam prostor predoči predvsem z določenimi relacijami, ki so za konkretno raziskavo pomembne. Tipičen primer topološkega prikaza so npr. na videz močno spačene prometne karte mestnega prometa ali hidrografskega omrežja, ki vzbujajo vtis s svojo shematičnostjo.

Poudariti pa je treba, da sta matematika in novi način matematičnega mišljenja podlaga vsem ostalim kvantifikacijskim postopkom. To še prav posebno velja za statistične metode.

2. Statistična metoda se je v geografiji med vsemi kvantitativnimi metodami najprej in najširše uveljavila. Danes skorajda ni tehnejše razprave, ki ne bi uporabljala vsaj najosnovnejših postopkov iz »deskriptivne statistike«, to je srednjih vrednosti, mediane, modusa, standardne deviacije, in skušala z njihovo pomočjo izmeriti lego, disperzijo in variabilnost pojav ter primerjati dobljene rezultate z verjetnostnimi distribucijami in ugotoviti odstopanja od normalne distribucije (95 % ali 99 % meja verjetnosti, mere asimetričnosti in sploščenosti). Tudi vzorčenje se čedalje bolj uporablja, saj ni mogoče vedno zbrati velikega števila podatkov (npr. granulometrijski vzorci v geomorfologiji, vzorci trdote vode v hidrogeografiji, obdelava podatkov o agrarni proizvodnji po kmetijah itd.). Glede na število enot se uporabljata pri obdelavi dva postopka: veliki in mali vzorec; prav bi bilo, da bi geografi poznali tudi zadnjega, saj pogostoma obdelujejo podatke, ki predstavljajo manj kot sto enot (postopki: t-distribucija, χ^2 = hi-kvadrat distribucija, F-distribucija, binomialna, hipergeometrična distribucija.) in tudi upoštevali postopke za medsebojno primerjanje podatkov, ki so jih zbrali z vzorčenjem.

Izredno pomembne možnosti je statistična metoda odprla geografskemu raziskovanju tudi z drugimi metodami inferencialne statistike: s korelacijami. Možnost merjenja odvisnosti med dvema pojavoma ali več variablami (multipla korelacija), je za geografa, ki želi ugotavljati in meriti soodvisnost med pojavi, delujočimi na zemeljskem površju, izvrstno sredstvo (npr. meritve odnosa med nagljenostjo pobočij in granulometrijskim profilom breče ali med odtočnim količnikom in množino in vrsto padavin ali med urbanizacijo in razvojem terciarnih dejavnosti itd.). Korelacije lahko ugotavljamo z linearno ali krivuljnico korelacijo, s korelacijo ranga (ponavadi s Spearmanovim koeficientom ranga

in s hi-kvadratom. Posebna metoda omogoča tudi ugotavljanje parcialne korelacije, to je postopka, pri katerem se osredotočimo le na enega od faktorjev, ki je za našo analizo pomemben (npr. merimo narodni dohodek, populacijsko rast in vrednost osnovnih sredstev v industriji in želimo zvedeti, v kolikšni meri vpliva vrednost osnovnih sredstev na višino narodnega dohodka).

5. Multipla korelacija je osnova faktorjske analize, ki se v sodobni znanosti uporablja čedalje pogosteje. Po njej posežemo takrat, ko želimo iz velikega števila statističnih znakov različnih statističnih publikacij zluščiti za določen pojav na določenem ozemlju tiste vzroke oziroma skupine med seboj povezanih vzrokov, ki odločilno vplivajo na oblikovanje in razvoj pojava. Ta metoda nam omogoča tudi objektivnejšo prostorsko členitev.

V statističnem jeziku povedano ugotavljamo pri faktorjski analizi skupne karakteristike variabel in njih medsebojno povezanost (kovarianco). Pri tem najprej izločimo tiste variabile, ki so brez pomena, pomembne variabile pa strnemo v manjše število novih spremenljivk, ki pa sedaj niso več v korelacijskem razmerju in leže zato ortogonalno ena napram drugi. Te nove variabile imenujemo faktorji in njihov docela neodvisen potek v hiperelipsoidu daje tej prostorski predstavi proučevanega pojava določeno obliko. Matematična zasnova faktorjske analize temelji na takoiimenovani skupni varianci, ki je poleg specifične in nepojasnene variance del totalne variance, to je variance, ki jo dobimo ob koreliranju vseh variabel. V skupni varianci (*communalitity*) so zajete skupne karakteristike vsake variable v odnosu do drugih variabel. Kvadratni koren iz vsote skupne variance posamezne variable imenujemo »factor loading« (nemško *Faktorladung*) in predstavlja poprežje korelacij

totalna varianca

skupna varianca (h_j^2)	specifična varianca	nepojasнена varianca	
$a_{2j1}^2 \cdot a_{2j2}^2 \cdot a_{2j3}^2 \cdot a_{2j4}^2 \dots a_{2jr}^2$	s_j^2	e_j^2	= 1
$1 = a_{2j1}^2 + a_{2j2}^2 + a_{2j3}^2 + \dots + a_{2jr}^2 + s_j^2 + e_j^2$			

te variable z ustreznim faktorjem. Vsaka variabla ima poseben *factor loading* za vsak posamezen faktor in od njegove teže je odvisen pomen, ki ga ima variabla pri določenem faktorju. Vsota kvadratov *factor-loadings*, ki tvorijo posamezen faktor, nam prikazuje vrednost variabilite, ki jo ta faktor pojasnjuje in jo imenujemo *eigenvalue* (nemško *Eigenwert*). Vsota vseh *eigenvalue* je enaka totalni varianci. Prvi izmed novih faktorjev ponavadi zajema največji delež skupne variance tistih variabel, ki ga sestavljajo (delež se izračuna tako, da se vrednost faktorja pomnoži s sto in deli s številom variabel), drugi in naslednji faktorji pa obsegajo bistveno manjše deleže skupne variabilite. Razen tega je težišče drugega in naslednjih faktorjev na variablah, ki jih prvi faktor ne zajema.

Postopek pri faktorjski analizi lahko razdelimo na osem stopenj:

1. Izbor enot ali teritorialnih enot.
2. Izbor variabel.
3. Variable za vsako teritorialno enoto morajo biti razvrščene v matrico.
4. Izračunati je treba srednje vrednosti in standardno deviacijo za vsako variabla, na podlagi teh podatkov pa še varianco.
5. Variable se s produktino-momentno korelacijo medsebojno korelirajo, s čemer dobimo korelacijsko matrico.
6. Izračunajo se faktorji iz korelacijske matrice.
7. Izračuna se delež (*loading, Ladung*) vsake posamezne variable v posameznem faktorju.
8. Za vsako teritorialno enoto se izračuna, kolikšen je pomen vsakega posameznega faktorja.

4. Razlaga faktorjske analize nas je ponovno opozorila na potrebo po tridimenzionalnem prostorskem prikazovanju v geografiji. Kakor se nam ta zahteva zdi več ali manj samoumevna, je geografija doslej napra-

vila v tej smeri bolj malo. Večina njenega prostorskega prikazovanja je dvodimenzionalna (karte, grafikoni), med oblikami tridimenzionalnega prikazovanja se uporablja pogosteje edino blok-diagram, pa še zanj lahko rečemo, da je prevzet iz geologije. Nekaterne kvantitativne metode nudijo tudi v tem pogledu nova in natančnejša merila. Eno med njimi je *trend-surface analysis*, ki nam s pomočjo matematike prikazuje določeno regresijsko ravnino potekajočo med različnimi točkami ali linijami v prostoru. Z uporabo polinomnih funkcij pa lahko dosežemo, da dobimo namesto ravnine večstransko ukrivljeno ploskev, ki se docela prilaga podatkom. *Trend surface analysis* so uporabili npr. pri rekonstrukciji prvotnega idealiziranega ravnika, ki ga je erozija raztrgala v veliko število vrhov, grebenov in vzpetin. Med tridimenzionalne proučitve zemeljskega površja sodijo tudi npr. raziskave A. N. Strahler-ja, ki je želel s študijem odnosov med višino reliefa in površino porečja in s pomočjo hiposometričnih krivulj priti do točnejših predstav o geomorfoloških procesih.

5. Pri proučevanju časovnih pojavov uvaja kvantitativna geografija v veliko večji meri, kot je to bil doslej primer, uporabo trendov. Postopki za računanje trendov so metoda drsečih sredin, metoda delnih sredin, metoda izbranih točk in metoda najmanjših kvadratov. Ze doslej so se ti postopki veliko uporabljali v klimatoloških in hidrogeografskih raziskavah, kakor tudi pri demogeografskih in ekonomskogeografskih proučitvah, marsikdaj s posebnim poudarkom na cikličnosti (sezonske ali periodične variacije) npr. pri proučevanju plimovanja, rečnega režima rek, demografske rasti, transportnih storitev itd. S posebnimi statističnimi postopki lahko izračunamo trend tudi za pojave, katerih podatke smo zbrali z vzorčenjem. S pomočjo hi-kvadrat metode je tudi mogoče izvesti korelacijski test dveh dinamičnih serij, kar je zlasti zanimivo pri tistih časovnih serijah, za katere vemo, da so tesno vsebinsko povezane (npr. padavine in odtočni količnik, ugotovljanje nastopanja poplav itd.).

Prav posebno zanimanje posveča kvantitativna geografija v zadnjem času še enemu časovnemu pojavu in sicer difuziji. S tem terminom se prikazuje potek razširitve ali razpršitve določenega pojava v pokrajini (npr. razširitev valov, rastlin ali živali, migracij, spoznanj materialne ali duhovne kulture, kolonizacije itd.). V družbeni geografiji se difuzija pogostoma povezuje s pojmom inovacije, to je širjenja določenega materialnega ali duhovnega pojava in s tem povezane družbene preobrazbe ali prenovitve. T. Hägerstrand²³ je npr. proučeval razširitev uporabe osebnih avtomobilov, nove kmetijske tehnologije itd. za južno Švedsko, pri čemer ga je zanimalo, kakšni so bili učinki, če je difuzija potekala iz enega ali pa iz več virov in kako je potekala, ko je zadela na naravne in družbene ovire. V kasnejših raziskavah je švedski raziskovalec skušal ugotoviti tudi zakonitosti, ki vladajo pri inovacijskih procesih. Z uspehom se je poslužil matematične teorije igre, zlasti takoimenovane Monte Carlo metode²⁴, in na tej podlagi zgradil svojstven model inovacijske difuzije.

6. Omrežja (*networks*). Eno izmed pomembnih področij geografskih raziskovanj so tokovi, to je različni vodni, prometni, blagovni, migracijski tokovi itd. Čeprav so glede na funkcijo vsi ti tokovi močno različnega porekla in značaja, je vendar zanje značilno, da potekajo po posebnih »kanalih« oziroma po »kanalskem ali koridorskem omrežju« in se podrejajo posebnim zakonom. Študij omrežij si zastavlja za cilj spoznati te tokove in kanale, po katerih potekajo tokovi, križišča ali vozlišča, to je mesta, kjer se tokovi stikajo ali združujejo, zgradbo omrežij in, ne nazadnje, zakone, ki uravnavajo njihovo gibanje. Na ta način se pri raziskovanju omrežij združujejo trije vidiki kvantitativne geografije: topologija, časovni pojavi (difuzija) in faktorska analiza. Pogostoma lahko dodamo še četrti vidik — genezo. Matematično podlago raziskavam omrežij tvori teorija grafov in teorija igre. S pojmom »graf« označujemo vrsto ali skupino točk, ki so, ali pa tudi niso povezane med seboj z ravnimi ali krivimi črtami. Točke imenujemo vozlišča ali križišča (*nodes, vertices*), zveze med njimi loki ali členi (*edges*) in vmesni prostor »regije«.

Dober vpogled v raziskovanje omrežij nudi knjiga P. Haggetta in R. Chorleya²⁵ »Network Analysis in Geography«. Avtorja sta razdelila to doslej najobsežnejše delo o omrežjih na tri dele. V prvem obravnavata topološko in geomet-

rijsko strukturo omrežij in uvajata bralca v analizo grafov; pri tem npr. razlikujeta s topološkega vidika razvevano in krožno omrežje in omrežje z ovirami, z geometrijskega vidika pa obliko, gostoto in ureditev omrežij. V drugem delu vrednotita ugotovljene omrežne strukture glede na njihovo osnovno funkcijo: kako vodijo, propuščajo ali ovirajo tokove (npr. melioracijsko omrežje, železniški promet, prenašanje tekočin po cevovodih, telefonska sporočila itd.), obenem pa opozarjata na težave, ki pri tem nastopajo (napetosti v omrežju, propustnost, zmogljivost, skrajšanje poti itd.). Zadnje poglavje je posvečeno prostorskemu razvoju omrežij, to je napredku, morebitnemu propadanju ali, kar je najpogostejši primer, transformaciji omrežij (npr. razvoj železniškega omrežja na Novi Zelandiji, razvoj drenažnega omrežja v nekaterih predelih Avstralije itd.). Avtorja sta tudi poskušala povezati svoja razmišljanja o genezi omrežij s simulacijami in stohastičnimi teorijami in na tej podlagi zasnovati prvi skromnejši poskus izdelave modela o omrežjih.

7. Modeli se v geografiji interpretirajo na več načinov, bodisi kot možna razlaga, hipoteza, teorija, analogija, raziskovalna metoda ali pa kot predstavitev problema ali procesa oziroma njegova prostorska ali časovna abstrakcija. Zlasti pogosto se meša pojem modela s pojmom teorije ali celo zakonitosti, kar seveda ni prav, saj je model praviloma šele ena od stopenj v znanstveni sintezi in kot tak služi pri oblikovanju teorije. K tej zmedbi v pojmovanju modelov je veliko pripomoglo dejstvo, da je treba razlikovati med več različnimi zvrstmi modelov.

Prva delitev⁵⁴ razlikuje ikonične, analogične in simbolične modele: ikonični prikazujejo dejanske razmere v različnih merilih, pri analogičnih prikazujemo določeno lastnost z neko drugo lastnostjo in pri simboličnih modelih nadomestimo lastnosti s simboli (kot primer za te tri vrste modelov naj posluži sledeča prispevka: fotografija — topografska karta — matematično-statistični prikaz). Chorley⁵⁵ je svojo teorijo o modelih zasnoval na dejstvu, da se do modela dokopljemo postopoma: z idealiziranjem (konceptni model) in simplificiranjem (simplifikacijski model), nakar lahko naše predstave prikažemo z matematičnimi simboli (npr. stohastični modeli), z eksperimentiranjem in statističnim opazovanjem (analogični modeli) in s posnemanjem že ugotovljenih naravnih pojavov (naravni modeli).

Preprostejša delitev modelov pa razlikuje modele, ki so pomanjšava naravnih razmer, simulacijske, matematične, teoretične (ali konceptne) modele in analogije. Medtem ko je prva vrsta modelov predvsem pripomoček, da bi si bolje predočili dogajanja v naravi in so takšni modeli v bistvu bolj ali manj natančne pomanjšave stvarnih razmer (makete), je druga zvrst, simulacijski modeli, že abstrakcija dejanskih razmer in je zato izrazito teoretičnega pomena. Pri simulacijskem modelu postavi raziskovalec določeno zaporedje pogojev, nato pa izbira alternativo, ki se najbolje prilega postavljenemu modelu. Pri iskanju ustreznih alternativ si pomaga s slučajnimi števili in prav zaradi tega ima simulacijski model veliko skupnega s stohastičnim matematičnim modelom in s teorijo verjetnostnega računa. Obenem se s takšnimi postopki močno približuje nekaterim naravnim dogajanjem in zakonom. Ta model so npr. doslej uporabili pri teoretičnih razglabljanjih o razvoju rečnega omrežja v idealiziranih razmerah, pri raziskovanju difuzije socioloških pojavov, kjer ima slučajnost velik pomen itd. Uporaba računalnika omogoča, da simuliramo več različnih zaporedij pogojev in izbiramo med velikim številom alternativ.

Naslednja zvrst, matematični modeli, je v geografiji, podobno kot simultani modeli, še malo razvita. Chorley⁵⁶ sicer razlikuje dva tipa matematičnih modelov: determinističnega in stohastičnega, prvi naj bi se opiral na matematično gotovost, drugi pa na verjetnostni račun, vendar pa za oba velja, da skušata z različnimi poenostavitvami prikazati določene odnose, pojave ali procese v matematični obliki. Pri tem se s pridom uporabljajo že znani fizikalni ali kemični zakoni. Te modele pogostoma prikazujejo v obliki formul. V fizični geografiji so to zvrst modelov doslej uporabili v morfologiji (razvoj pobočij) in hidrogeografiji (erozija in akumulacija ter odvisnost od hitrosti in transportne

moči vode), v družbeni geografiji pa pri raziskavah o urbanem omrežju (velikostna razvrstitev mest) ali prometnih storitvah (propustnost in dostopnost prometnega omrežja).

Četrty tip modelov, takoimenovani teoretični ali konceptni modeli, imajo nedvomno najširše ambicije, saj želijo podati osnovno ogrodje določene teorije. Zal so dosedANJI rezultati še skromni, zlasti v primerih, ko se je težilo za povezovanjem obeh osnovnih geografskih smeri, prirodne in družbene geografije. Med teoretičnimi modeli je najbolj znan model zračne cirkulacije v klimatologiji in model centralnih naselij v naselbinski geografiji.

Analogija kot model se uporablja z namenom, da določen manj znan pojav razložimo z drugim dobro poznanim, pa čeravno morda med obema primerjanimi pojavoma ni nobene prave smiselne zveze. Takšna široka interpretacija analogije dopušča zelo raznoliko uporabo in zato ne preseneča, da so se kvantifikacijske metode v tej zvrsti modelov še bolj malo uveljavile. Za ilustracijo navajam nekaj primerov: primerjava dinamike ledu s premiki zemeljske skorje, iskanje sorodnosti med obnašanjem ledu in kovin pod pritiskom, uporaba gravitacije kot podlage za razlago o razporeditvi in razdaljah med mesti v določeni pokrajini.

Najboljši pregled o geografskih modelih lahko dobi bralec iz Chorley-Haggetovega zbornika »Models in Geography«¹⁸, v katerem so posamezni sodelavci obravnavali modele v geomorfologiji (Chorley), meteorologiji in klimatologiji (Barry), hidrologiji (More), demografiji (Wrigley), sociologiji (Pahl), ekonomskem razvoju (Keeble), urbani in naselbinski geografiji (Garner), industrijskem lociranju (Hamilton), agrarni dejavnosti (Henshall) ter v regionalnem, ekološkem in prostorsko-družbenem premostrivanju (Grig, Stoddart, Harvey) in, končno, pri pouku (Harries). Zbornik dobro razkriva dosežke in pomanjkljivosti kvantitativne geografije, katere nedvomni teoretični višek so prav modeli. Opazne so znatne razlike med posameznimi poglavji: zelo dobro so prikazani modeli v geomorfologiji, klimatologiji, hidrologiji, ekonomskem razvoju in naselbinski geografiji, druga poglavja so šibkejša. Vzrok za to je treba pripisati razlikam v znanstvenih dosežkih posameznih geografskih vej, pa tudi nedoslednemu interpretiranju značaja modelov v geografiji, čeprav so v uvodnih poglavjih skušali Chorley, Haggett in George podati glede tega jasna konceptna izhodišča. Kvantitativni geografiji se pač pozna, da je kljub obilici gradiva, spoznanj in teorij na marsikaterem področju šele začela orati ledino.

V.

Ob zaključku tega skromnega pregleda naporov in dosežkov kvantitativne geografije ne bo odveč, če še enkrat poskusimo na kratko povzeti njene poglavite rezultate.

1. Kvantitativne geografije ni mogoče smatrati za »novo geografijo« niti ne za »novo geografsko smer«, temveč je to v prvi vrsti aplikacija matematičnih in statističnih metod v geografiji; torej bi lahko rekli, da gre le za uvajanje nove metodologije.

2. Od uporabe teh novih kvantitativnih metod si lahko upravičeno obetamo napredek pri proučevanju, večjo eksaktnost in zlasti možnost, da začnemo meriti medsebojno povezanost med pojavi, kar je še posebno za moderno geografijo izrednega pomena. Obenem bo geografija sledila splošni »kvantitativni revoluciji« v znanosti.

3. Nova metodologija obeta, da bodo odslej lažje in bolje hkrati proučevali medsebojno povezane naravne in družbene pojave in tako zmanjšali razliko med obema vejama geografije.

4. DosedANJI rezultati uporabe kvantitativnih metod v geografiji so v nekaterih geografskih strokah prinesli več uspehov kakor pa v drugih. Očiten napredek je zaznati pri geomorfologiji, hidrogeografiji, klimatologiji, ekonomski geografiji in geografiji naselij. Prav malo se je nova metodologija uveljavila

v biogeografiji, pedogeografiji in zlasti v regionalni geografiji. Sploh je nova metodologija premaknila težišče na splošno geografijo in njeni dosežki so izrazito nomotetični. Vprašanje je, ali bo ta poudarek na obči geografiji dolgotrajnejši in ali bo mogoče geografsko prakso — to je regionalno geografijo — zamemarjati brez večjih posledic.

5. Kvantitativno geografijo moramo nedvomno presojati kot korak naprej, tako glede raziskovalnih metod, kakor glede konceptnih izhodišč. Že doslej je prinesla številne nove izsledke in spoznanja (npr. teorija omrežij, teorija difuzij, uporaba računalnikov), poživila in »inovirala« je stara naziranja (npr. uporaba korelacij, faktorska analiza, vzorčenje) in vnesla v geografijo nove metodične koncepte (pojem modelov, zasnova geografske matrice). Če so se ob marsikateri priliki njeni naporji izkazali kot jalovi ali poprečni, je še ne kaže zavreči. Nasprotno, prav bi bilo, da bi se geografi temeljiteje seznanjali z njenimi dosežki in da bi ta spoznanja prenašali v geografsko prakso in tako prilagajali kvantitativne metode potrebam geografske znanosti. To pa zadeva ob nekatere posebne zahteve: potrebno bo boljše poznavanje matematike in statističnih metod, veliko skrbnejše zbiranje in pripravljavanje gradiva, poznavanje računalniške tehnike in marsikdaj tudi temeljito spremembo dosedanjega načina mišljenja.

OPOMBE

1. Haggett P., *Location Analysis in Human Geography*, 1965, 1966, p. 9-15.
- 1 a. Schaefer F., *Exceptionalism in geography: A Methodological Examination*, *Ann. Ass. Am. Geogr.*, 1963, 45, p. 226-249.
2. Burton I., *The Quantitative Revolution and Theoretical Geography*, *Spatial Analysis, A Reader in Statistical Geography*, p. 15-22.
3. Bunge W., *Theoretical Geography*, *Lund Studies in Geography*, 1962.
4. Bunge W., *Patterns of Location*, *Michigan Inter-University Community of Mathematical Geographers*, 5, 1964.
5. Reynolds R. B., *Statistical Methods of Geographical Research*, *Geographical Review*, 56, 1956.
6. Duncan O. D. and others, *Statistical Geography*, 1961.
7. Gregory S., *Statistical Methods and the Geographer*, 1963.
8. Yeates H. M., *An Introduction to Quantitative Analysis in Economic Geography*, 1968.
9. Cole J. P., King C. A. M., *Quantitative Geography*, 1968.
10. Berry G. L. B., *Approches to Regional Analysis: a Synthesis*, *Ann. Ass. Am. Geogr.*, 54, 1964, p. 2-11.
11. Isard W., Reiner T. A., *Regional Science: Retrospect and Prospect*, *Papers and Proceedings*, 1966, (16), p. 1-16.
12. Glej opombo 1.
13. Haggett P., Chorley R. J., *Network Analysis in Geography*, 1968.
14. Chorley R. J., *Geography and Analogue Theory*, *Ann. Ass. Am. Geogr.*, 54, 1964, 127-137.
15. Chorley R. J., *Geomorphology and General Systems Theory*, *U. S. Geol. Survey, Prof. Paper*, 500 B, 10.
16. Chorley R. J., Haggett P., *Trend Surface Mapping in Geographical Research*, *Institute of British Geographers*, 57, 1965.
17. Chorley R. J., Haggett P., *Frontiers in Geographical Teaching*, 1965, 1967.
18. Chorley R. J., Haggett P., *Models in Geography*, 1967.
19. Ackerman E. A., *Geography as a Fundamental Research Discipline*, *The University of Chicago, Research Paper*, No. 55, 1958.
- 19 a. Ackerman E. A., *Where is a Research Frontier*, *Ann. Ass. Am. Geogr.*, 53, 1963, p. 429-440.
20. *The Science of Geography*, *National Academy of Science, National Research Council*, Washington, D. C., Publication 1277.
21. Glej o. c. 9., p. 17.
22. Harvey D., *Explanation in Geography*, 1969.
23. Hägerstrand T., *Innovationsförloppet i korologisk synpunkt*, *Lund*, 1955.
- 23 a. Hägerstrand T., *Innovation Diffusion as a Spatial Process*, 1967.
24. Hägerstrand T., *The Computer and the Geographer*, *Transaction and Papers*, 42, 1967.
25. Kao R., *The Use of Computer in the Processing and Analysis of Geographic Information*, *Geographical Review*, 53, 1963, p. 530-547.
26. Morrill R. L., *The Development of Spatial Distributions of Towns in Sweden: an Historical-Predictive Approach*, *Ann. Ass. Am. Geogr.*, 55, 1965, p. 1-14.
27. Palomäki M., *The Functional Centers and Areas of South Bothnia, Finland*, *Fenia*, 88, 1964, p. 1-275.
28. Hautomäki L., *Classification of Centers and Demarcation of Spheres of Influence at Borough Level*, *Fenia*, 99, 1968-69.
29. Sirilä S., *Die funktionale Struktur der Stadt Tampere*, *Fenia*, 98, 1968-69.
30. Béguin H., *Géographie humaine et mathématiques*, *Tijdschrift van de Belgische Vereniging voor Aardrijkskunde*, 52, 1965, p. 65-91.
31. Steiner D., *Die Faktorenanalyse — Ein modernes statistisches Hilfsmittel des Geographen für die objektive Raumgliederung und Typenbildung*, *Geographica Helvetica*, 20, 1965, p. 20-34.

32. Kilchenmann A., Gächter E., Neure Anwendungsbeispiele von quantitativen Methoden, Computer und Plotter in der Geographie und Kartographie, *Geographica Helvetica*, 24, 1969, p. 68-81.
33. Kind G., Untersuchungen zur Konstruktion eines mathematischen Analogmodells des geographischen Kontinuums, *Pettermanns Geographische Mitteilungen*, 115, 1969, p. 261-268.
34. Chojnicki Z., Modele matematyczne w geografii ekonomicznej, *Przegląd geograficzny*, 39, 1967, p. 115-134.
- Kukliński A., Problematika regionalnego rozwoju ekonomicznego w badaniach geograficznych, *Przegląd geograficzny*, 39, 1967, p. 215-219.
- Dziewański K., Baza ekonomiczna i struktura funkcjonalna miast, PAN, 65, 1967.
35. Korcelli P., Rozwój struktury przestrzennej obszarów metropolitalnych Kalifornii, PAN, 78, 1969.
- Morawski W., Research of the Dynamics of the Inter-Regional Commodity Flows, *Geographia Polonica*, 11, 1967, p. 129-141.
- Wróbel A., Model przepływów międzyregionalnych w zastosowaniu do międzywojewódzkich przewozów towarowych kolejami, *Przegląd geograficzny*, 41, 1969, p. 211-225.
36. Majergojs I. M., Količestvenne metode issledovanja v ekonomiczkoj geografii, Vsesajuznij institut naučnoj i tehničkoj informacii, 1964.
37. Gurevič B. L., Souškin Ju. G., Matematičeskij metod v geografii, *Vestnik moskovskogo universiteta*, V, 1, 1966, p. 3-28.
- Sauškin Ju. G., O teoretičkoj geografiji Viljama Bunge, Uvod v ruski prevod »V. Bunge, Teoretičeskaja geografija«, Moskva, 1967.
38. Matematika v ekonomiczkoj geografii, *Voprosii geografii*, 77, 1968.
39. Medvedkov J. V., The Concept of Entropy in Settlement Pattern Analysis, *Pap. Reg. Sci. Ass.*, 1967, 18, p. 165-168.
40. Vasilevskij L. I., Nekatorie vozmožne napravlenija v izučenii territorialnoj strukturi hozjajstva s primeneniem matematičeskich metod, *Zbor. količestvenne metode issledovanja v ekonomiczkoj geografii*, 1964.
41. Wrigley E. A., Changes in the Philosophy of Geography, *Frontiers in Geographical Teaching*, p. 16-17.
- Gurevič B. L., Sauškin Ju. G., o. c., p. 3-4.
42. Berry B. J. L., o. c., *Zbornik »Spatial Analysis«*, p. 29-31.
43. Haggett P., Locational Analysis in Human Geography, o. c.
44. Haggett P., Locational Analysis in Human Geography, o. c., p. 14-16.
45. Chorley J. R., Haggett P., *Models in Geography*, o. c., p. 33-54.
46. Berry B. J. L., Marble D. F., »Introduction« v zborniku *Spatial Analysis*, p. 5.
47. Burton I., o. c., p. 15.
48. Wrigley E. A., o. c., p. 17.
49. Chorley J. R., Haggett P., *Models in Geography*, o. c., p. 19.
50. Harvev, o. c., p. VII-VIII.
51. Gurevič B. L., Sauškin Ju. G., o. c., p. 1-2.
52. Burton I., o. c., p. 13-22.
53. Hägerstrand T., A Monte Carlo Approach to Diffusion, *Archiv Europ. Sociol.* VI, 1965, p. 43-67.
54. Ackoff R. L., Gupta S. K., Minas J. S., *Scientific Method: Optimizing Research Decision*, 1962.
55. Chorley J. R., *Geography and Analogue Theory*, o. c., p. 127-137.

Summary: Quantitative Geography

Igor Vrišer

The article on quantitative geography is an attempt to present the new trends of ideas and the new research methods as they have developed in geography over the last two decades when mathematic and other methods have found wide application in science. The article is divided into four chapters. The first chapter is a brief historical account of the penetration of the new ideas into the geographical science. The second chapter brings a summary of the main characteristics of the Anglo-Saxon, Swedish, and Soviet schools of geography — schools that have so far been most active in the introduction of the new ideas. In the third chapter the author has tried to make a synthesis of the various views and approaches, thus to give an overall methodological concept of the »new geography«. In doing this the author has come to believe that quantitative geography represents in the first place a new methodological step which is based on the utilization of various quantificational procedures. These procedures, it is true, open for geography extraordinary new possibilities of research — yet this alone does not qualify them for a »new geographical discipline«. In the last chapter the author brings close to the readers the principal procedures in quantitative geography, the new mathematics, the statistical method, factor analysis, tri-dimensional presentment, temporal phenomena, networks, and models.