

SODOBNI NAČINI GEOGRAFSKEGA PROUČEVANJA ZNAČILNOSTI PROMETNIH OMREŽIJ

Andrej Černe*

IZVLEČEK

UDK 911.3:656.1/5

Članek prikazuje nekatere elemente teorije grafov, kot primer sodobnega geografskega načina proučevanja prometa in prometnega omrežja, ki omogočajo kvantitativno analizo in vrednotenje povezanosti in dostopnosti krajev v prometnem omrežju, hkrati pa tudi proučevanje značilnosti prometa in prometnega omrežja v razmerju do ostalih geografskih značilnosti pokrajine.

ABSTRACT

UDC 911.3:656.1/5

THE CONTEMPORARY GEOGRAPHICAL STUDIES OF TRANSPORT NETWORK

The article deals with some elements of the graph theory as an example of a contemporary method for geographical analysis of transport flows and networks. They represent a useful tool for quantitative analysis and valuation of transport network, also in the relation with other geographical characteristics.

Geografske razprave na metodološkem področju dajejo prednost definicijam. Celoveč, sklepi, posploševanja in sinteze so zasnovane velikokrat na subjektivnih spoznanjih in definicijah. Pomembne količinske lastnosti je seveda težko spoznati, saj so tehnike merjenja lahko zelo zamotane in/ali drage. Geografi pa smo tako v metodološkem, kot v tehničnem smislu skromno opremljeni za opravljanje zahtevnih meritev na terenu. Razumljivo je, da je tudi zato definicija v geografskih raziskavah prevladovala nad kvantitativnimi analizami. Nekateri geografske raziskave so lahko zasnovane samo na definicijah, torej brez merjenja, druge pa zahtevajo natančne meritve. Raziskave razmerij med posameznimi značilnostmi prometnega omrežja (dolžino, gostoto, križišči, povezanostjo, dostopnostjo v omrežju, potniškimi in blagovnimi prometnimi tokovi itd.) in ostalimi geografskimi značilnostmi pokrajine, pa brezdvoma sodijo med tiste pristope, ki zahtevajo natančne meritve.

Geografi so se od nekdaj zanimali za promet in prometno omrežje in sicer predvsem za:

- način prevoza, prometna sredstva in prometnice (kopni, vodni, zračni, ptt in rtv promet),
- območja med katerimi se promet odvija (mednarodni in notranji promet),
- uporabnike prometnih storitev (javni in režijski promet),
- načina organizacije (linijski, prosti promet),
- promet v naseljih in promet zunaj naseljenih krajev.

* Dr., univ.asist., Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, 61000 Ljubljana, Aškerčeva 12, YU

Večina ljudi se strinja z ugotovitvijo, da se v sedanosti srečujemo s številnimi prometnimi problemi, dvomim pa, da obstajajo enotna stališča glede vsebine teh problemov, še manj pa glede njihovih metodoloških opredelitev. Ne glede na to, je razporeditev prometa in prometnega omrežja eden izmed najpomembnejših dejavnikov, ki jih morajo upoštevati geografi pri geografski analizi prometa.

Pri tem pa geografi niso posvečali večje pozornosti vprašanjem, kako lahko izboljšanje prometa in prometnega omrežja vpliva na to, da se razdalja med območji, naselji in prebivalci zmanjšuje, tako v prostorskem, kot časovnem smislu. Geografska razdalja je z redkimi izjemami še vedno opredeljena kot ravna linija. Je dejanska razdalja med dvema v prostoru ločenima lokacijama izražena v preprosti Evklidovi metrični razdalji. Koncept o tako imenovanem absolutnem prostoru je bil neposredno povezan z Newtonom in njegovim razumevanjem "neomejenega, homogenega in izotropičnega" prostora.

Topološke značilnosti kateregakoli omrežja ali sistema medsebojnih zvez lahko prikazemo v obliki grafa, in sicer v obliki skupine točk, ki predstavljajo kraje, naselja, posamezne lokacije, območja, centroide itd., ki so med seboj povezani z vezmi, cestami in železnicami, električnim in ptt omrežjem, plinovodi in naftovodi, po katerih poteka potniški in blagovni promet, promet energije, informacij, storitev itd.

Pojem "zgradba omrežja" pomeni načrt, tloris, geometrijo ali prostorski, kartografski prikaz prometnega omrežja. Značilnosti le-te zgradbe omrežij lahko ponazarjamo s pomočjo koncepta grafa, ki je podlaga teorije grafov. Le-ta pa je veja topologije, jezik prostora, ki je posebna matematična disciplina, in s pomočjo katere lahko na kvantitativni način analiziramo značilnosti prometnega omrežja. Osnovna misel teorije grafov izhaja iz koncepta samega grafa. Pot od točke a do e je zbir točk in linij v obliki $a, a - b, b, b - c, \dots, d, d - e$, kjer so točke a, b, c, \dots, e različne. Zaporedje je zbir točk in linij od a do e . Za vsak linearni graf lahko izdelamo matriko povezanosti točk, ki v celoti opredeljuje graf. Vsaka točka v grafu je predstavljena s kolono in vrsto v matriki. Element x v matriki predstavlja vrednost vezi, če vez seveda obstaja, če pa ne obstaja, je vrednost enaka 0.

Topološka teorija grafov se je razvila ob problemu v stvarnem svetu: v Königsbergu, današnjem Kaliningradu, so si zastavili vprašanje, ali se je možno sprehoditi po mestu tako, da prečkamo vsakega od sedmih mostov v mestu samo enkrat? Leta 1736 je švicarski matematik L. Euler v ta namen oblikoval posebno teorijo prehodnosti takih shem (grafov). V 19. stol. se je pričelo splošno zanimanje za teorijo grafov, ki so jo pričeli ekstenzivno uporabljati pri reševanju geografskih problemov šele v šestdesetih letih. Najprej so jo aplicirali v teoriji o centralnih naseljih in tudi pri empiričnem preverjanju teh teorij (Medvedkov 1967, Nystuen in Decay 1961, Garrison 1960) ter

pri raziskavah, ki imajo tesno zvezo s prikazovanjem splošnih topoloških značilnosti teorije grafov. (Decay 1956, Marchand 1973.) Teorijo grafov so kasneje pričeli uporabljati tudi pri reševanju problemov lokacije in pri analizah prometnega omrežja. Kansky (1963) je uporabil koncept teorije grafov za prostorsko vrednotenje. Bunge (1966) je povezal teorijo grafov s teorijo centralnih krajev.

Številni geografi so proučevali prometna omrežja s pomočjo teorije grafov. Lalanne (1863) je npr. proučil gostoto in potek železniškega omrežja v Franciji. Zanimal ga je hierarhičen odnos med omrežjem in upravno politično razdelitvijo Francije. Christallerjeva teorija centralnih krajev je vsebovala trditve o povezanosti prometnega omrežja z urbano lokacijo (1933). Podobne argumente najdemo tudi v delih Loscha (1940). Garrison in Marble (1951) sta izdelala številna merila prometnih omežij s pomočjo teorije grafov. Nystuen in Dacey (1961) sta s pomočjo teorije grafov proučevala funkcionalno povezanost centralnih krajev. Burton in Garrison (1960) sta aplicirala nekatera merila za potrebe analize regionalnih avtocest. Omenjene in ostale študije so potrdile analitično vrednost teorije grafov pri analizi prometnega omrežja.

Posamezne elemente teorije grafov so uporabili pri zasnovi metode za opredeljevanje nodalnih regij. V tem primeru so mesta opredeljena kot točke v cestnem in železniškem omrežju, v gibanju informacij ali blaga in storitev, proizvodov med podjetji, medsebojnih razmerjih med prebivalci različnih mest itd.

Nystuen (1961) je npr. določal stopnjo povezanosti med pari mest na podlagi najmočnejših medsebojnih povezav. Medsebojne povezave so lahko izražene z neposrednimi medsebojnimi zvezami med mesti ali s posrednimi, preko enega ali več vmesnih naselij. Velikost medsebojnih, posrednih in neposrednih povezav lahko merimo z indeksi, ki so v tesni zvezi s konceptom teorije grafov. Te indekse uporabljamo za prikaz stopnje medsebojne povezanosti med parom mest, hkrati pa predstavljajo kvantitativno podlago za združevanje mest v posamezne skupine.

Mesta so lahko opredeljena kot "nuclei" posameznih dejavnosti, ki so prostorsko koncentrirani in funkcionalno med seboj povezani. Vsaka dejavnost ima svojstvene značilnosti medsebojnih povezav. Številne medsebojne povezave med dejavnostmi in urbanimi naselji so multidimenzionalne. Medkrajevni telefonski pogovori lahko predstavljajo enega izmed teh indeksov multidimenzionalne povezanosti med mesti. Telefonski pogovori so verjetno tudi eden izmed najboljših posameznih indeksov funkcijskih povezav.

Hierarhijo mest lahko prikažemo poenostavljeno v obliki abstraktnega omrežja točk in linij. Nodalna regija je opredeljena na podlagi najmočnejšega toka, izhajajočega iz ali usmerjenega v vsako prostorsko enoto v neposredni bližini centralnega kraja.

Povezovanje mest opredeljuje organizacijo omrežja mest in položaj vsakega mesta znotraj omrežja. Geografska teorija predpostavlja, da sestajajo najmočnejše povezave med mesti ogrodje urbanega omrežja v celotni regiji. Razmerje "najmočnejše povezave" ima lahko različne opredelitve, kot npr. največje povezave v mesto, največje povezave iz mesta ali največje skupne povezave itd. Zbir najmočnejših tokov med mesti opredeljuje omrežje med točkami. Najmočnejši tok predstavlja najvišja vrednost v vsaki vrsti matrike. Namen tega postopka je, da agregiramo kraje, ki so povezana s centralnim naseljem. Velikost lahko določimo s številom prebivalstva vsakega mesta ali s celotnim obsegom telefonskih klicov v in iz mest v regiji.

Poznamo številne indekse, ki prikazujejo posamezne značilnosti omrežij. Vendar je treba opozoriti, da so obstoječi indeksi žal zelo pogosto tudi slaba, oziroma skromna merila sestave omrežij, saj prikazujejo tudi za različna prometna omrežja enake vrednosti.

Merila sestave prometnega omrežja so relativna števila, ki so skoraj v celoti zasnovana na teoriji grafov. Merila, ki jih najpogosteje uporabljamo za določanje značilnosti omrežij so zasnovana na dveh različnih lastnostih grafov. Prva skupina meril: beta indeks, alfa indeks, ciklomatsko število in stopnja povezanosti je zasnovana na podlagi števila vezi in števila vozlišč, npr. na podlagi števila krajev in cestnih povezav med njimi. Druga skupina meril: premer grafa, disperzija grafa in povprečna dolžina poti pa je zasnovana na podatkih o dolžini poti v grafu.

Imamo tri glavne skupine relativnih meril, ki prikazujejo značilnosti prometnega omrežja glede na razmerja med številom vozlišč in številom vezi med njimi:

- merila, ki ponazarjajo razmerje med posameznimi elementi omrežja (alfa, beta, gama);
- merila, ki prikazujejo razmerje med celotnim omrežjem in vezmi v omežju (eta in Pi);
- merila, ki prikazujejo razmerje med celotnim omrežjem in vozlišči v omrežju (jota).

Merila dostopnosti v prometnem omrežju pa prikazujejo v bistvu relativno lokacijo posameznih elementov v omrežju, npr. kako so posamezni ali skupine krajev na določenem območju dostopni preko omrežja cest in železnic. Prostorska povezanost in dostopnost krajev v prometnem omrežju je v tesni vsebinski in metodološki povezanosti s teorijo grafov oziroma opredeljevanjem tako imenovanih topoloških značilnosti omrežja. Z grafi lahko namreč prikazujemo topološke značilnosti kateregakoli in ne samo prometnega omrežja ali sistema medsebojnih zvez.

Ena skupina meril prikazuje torej značilnosti omrežij na podlagi števila vezi, števila

vozlišč in števila subgrafov (Kansky, 1963). Druga skupina meril je zasnovana na dolžini posameznih povezav. Matrike omenjenih povezav in razdalj so izhodišče za analizo dostopnosti in prostorske optimizacije. Poenostavljeno pomeni dostopnost "kakovost posamezne lokacije" v razmerju do "razporeditve prebivalstva, dejavnosti, naravnih in ostalih virov", npr. razporeditev prebivalstva glede na razporeditev delovnih mest, šol, bolnic, storitvenih dejavnosti, centralnih funkcij v različnih naseljih itd.

Merila omrežij upoštevajo samo število vezi, ne pa njihovih vrednosti in pomena. Prav tako tudi ne upoštevajo demografskih, ekonomskih, prostorskih in ostalih lastnosti posameznih vozlišč v omrežju. Dostopnost kraja, izražena s Shimbelovim indeksom, predstavlja npr. vsoto razdalj do vseh ostalih krajev znotraj posameznega območja. Čeprav je koncept dostopnosti predstavljen v zelo preprosti obliki ga lahko zasnujemo tudi s pomočjo drugih meril: čas potovanja, doba čakanja na zvezo, kakovost ceste, ceno vozne karte, tok informacij itd.

Merila prometnih tokov so zasnovana na podatkih o prometu blaga, ljudi in informacij ali na posameznih oblikah interakcij med kraji ali dejavnostmi. Ker prikazujejo obseg gibanj, so do neke mere izraz značilnosti prometnih tokov v prostoru in času oziroma izraz "potovalnih" značilnosti prebivalstva.

Linijska merila so najpogostejša merila dostopnosti pri analizah prometno-prostorskih sistemov. Za posamezna območja prikazujejo linije enake prostorske in časovne oddaljenosti od posameznih središč, centrov, krajev in con. Linijska merila dostopnosti prikazujejo npr.: število trgovin znotraj 10-15 minutne oddaljenosti od kraja bivanja, čas in ceno za doseg krajev s 15.000, 30.000 ali 45.000 delovnimi mesti in sicer peš, z avtobusom, osebnim avtomobilom ali železnico. Linijska merila prikazujejo tudi število ali delež prebivalstva znotraj izohron regionalnega središča itd.

Dostopnost v prometnem omrežju omogoča spoznavanje medsebojne odvisnosti med prometom in organizacijo ter rabo prostora, hkrati pa upošteva gibanje kot izvorno potrebo. Uporabljamo jo tako pri analizah regionalne sestave in tehnikah vrednotenja, kot v planiranju. V planiranju uporabljamo dostopnost pogosto kot koncept v povezavi z ostalimi tehnikami in metodami za opredeljevanje in vrednotenje prostorskih značilnosti in posebej značilnosti prometa. Dostopnost je lahko dopolnilni pristop pri bolj splošnih tehnikah, kot so npr. modeliranje prometnih potreb, cost-benefit analizah, opredeljevanju prometnih tokov itd., kakor tudi tehnikah, ki omogočajo vrednotenje prometnega sistema glede na potrebe prebivalstva (Robertson, 1974).

Koncept dostopnosti uporabljamo pri alokacijskih problemih, lokacijah posameznih dejavnosti, pri določanju možnih vplivov sedanjega in bodočega prometnega sistema in rabe prostora itd. (Bach, 1980, 1981, Tykkylainen, 1981). Dostopnost do nekaterih

storitvenih dejavnosti je bila vedno eden izmed osnovnih dejavnikov pri vrednotenju sistema centralnih krajev in njihovih vplivnih območij. Raziskav dostopnosti v povezavi z lokacijami so se lotevali tudi z drugih vidikov. Z uporabo "operacionalnih analiz" so na podlagi določanja najmanjših razdalj opredeljevali lokacije administrativnih središč oziroma administrativnih regij (Tykkylainen, 1981).

Celoten pristop je torej zasnovan na naslednjih predpostavkah in značilnostih prometnih omrežij:

- Graf prometnega omrežja predstavlja v generalizirani obliki omrežje prometnih zvez (vezi, povezave, linije), ki potekajo med naselji (vozlišča, križišča, točke)
- Število vezi in število vozlišč v grafu predstavlja osnovo za račun relativnih števil: alfa in beta indeksa itd., ki prikazujejo značilnosti grafa in različno stopnjo povezanosti prometnega omrežja.
- Število vezi, cestnih in železniških odsekov, ki jih moramo prepotovati, če hočemo priti iz enega naselja do najoddaljenejšega naselja v prometnem omrežju (vezno število), oziroma do vseh ostalih naselij v omrežju (vsota veznih števil). Shimbelov indeks) prikazujejo tako imenovane matrike najkrajših poti. Te matrike so osnova za določanje položaja in stopnje topološke dostopnosti krajev in naselij v prometnem omrežju.
- Topološka dostopnost prikazuje, kako so naselja v prometnem omrežju topološko dostopna: koliko vezi moramo prepotovati, če hočemo priti npr. iz enega naselja v neko drugo naselje ali v vsa ostala naselja v omrežju. Čim manjše je vezno število, oziroma vsota veznih števil za neko naselje, tem večjo stopnjo topološke dostopnosti ima to naselje. S pomočjo matrike najkrajših poti lahko torej določimo stopnjo topološke dostopnosti za vsako naselje. Na tej osnovi pa lahko opredeljujemo naselja z različno stopnjo topološke dostopnosti: povprečno, nadpovprečno in podpovprečno, slabo in dobro dostopna naselja itd.
- Matrika najkrajše poti je zasnovana na podatkih, ki kažejo ali obstajajo med naselji vezi ali ne oziroma na podatkih o številu vezi, ki povezujejo naselja v prometno omrežje. Zaradi stvarnejšega prikazovanja relativnega prometnega položaja naselij zato vezem določamo vrednosti: kvaliteto, dolžino, ali čas, ki ga potrebujemo za premagovanje razdalj itd. Z upoštevanjem razdalj, časovne oddaljenosti, pogostosti prometnih zvez itd. med naselji je opredeljena stvarnejša prostorska in časovna dostopnost naselij v prometnem omrežju. Le-ta se izraža npr. s številom km, ki jih moramo prepotovati, če želimo priti iz enega v drugo ali v vsa ostala naselja, s časom, ki ga potrebujemo, če hočemo priti v najoddaljenejšo naselje v omrežju itd. Te matrike predstavljajo eno izmed izhodišč za opredeljevanje in vrednotenje prometno geografskega položaja naselij v prometnem omrežju.

Omenjene značilnosti predstavljajo splošno teoretsko in metodološko osnovo števil-

nim analizam in vrednotenjem medsebojnih funkcijskih zvez med prebivalci, naselji in dejavnostmi v prostoru. Na eni strani zaradi opredeljevanja prometnih tokov in njihove vsebine, kvalitete, zgradbe, obsega oblik in prostorske usmerjenosti medsebojnih povezav, in na drugi strani zaradi spoznavanja njihovih sprememb v razvoju.

Pristop je zasnovana več ali manj na grafičnih in matematičnih osnovah. Zato prihaja pri uporabi le-te do poudarjanja tistega vidika proučevanja, ki se odraža predvsem v iskanju "zakonitosti" v prostorski razporeditvi pojavov in procesov v pokrajini. V ospredje stopata proučevanje tistih prostorskih razmerij, ki so posledica na eni strani dejstva, da so pojavi in procesi v pokrajini neenakomerno prostorsko razporejeni, na drugi strani pa so posledica medsebojnega povezovanja in součinkovanja med temi pojavi in procesi.

Metode dobro prikazujejo skupne značilnosti prometnih omrežij. Žal pa je spoznavanje teh značilnosti v veliki meri odvisno od izbranih pristopov, metod, meril in kazalcev. Uporaba različnih meril in kazalcev pomeni namreč istočasno že tudi zelo raznolike izsledke, ne glede na to, da obstaja med temi merili in kazalci visoka stopnja funkcijske odvisnosti. Vzroke gre iskati predvsem v različnem metodološkem in vsebinskem značaju meril in kazalcev, saj so le ta zasnovana na zelo različnih elementih omrežja. Drug vzrok je brez dvoma v večji ali manjši stopnji posploševanja ali boljše v generalizaciji stvarnih razmer. Od tod tudi različna stopnja občutljivosti posameznih meril in kazalcev na spremembe v zgradbi omrežij.

Ne glede na to omogoča izbrani pristop prikaz nekaterih značilnosti prostorske razporeditve prebivalstva, naselij in dejavnosti v pokrajini glede na njihov relativni prometno-geografski položaj. Značilnosti lahko prikazujemo v razmerju do prometnega omrežja kot celote ali do posameznih elementov tega omrežja, oziroma v razmerju do prostorske razporeditve npr. naravnih virov, centralnih naselij, lokacije industrije, razporeditve storitvenih dejavnosti itd. Pri tem ni vedno edini in osnovni pogoj, da je razmerje izraženo skozi značilnosti v prometnem omrežju, saj se lahko kaže tudi v medsebojni povezanosti in odvisnosti (interakciji) med posameznimi ali skupinami elementov v pokrajini.

Razpočljivi kakovostni podatki omogočajo pristop tudi medsebojno primerjavo skupnih ali posameznih značilnosti prometnih omrežij, prometno-geografskega položaja, prostorske razporeditve prebivalcev, naselij, dejavnosti itd. To velja tako za različne prostorske enote, kot za različna časovna obdobja. Zadnje omogoča vpogled v spremembe razvojnih značilnosti v prostorski razporeditvi pojavov in procesov, še pomembneje pa, v spremembe medsebojne povezanosti in soodvisnosti med pojavi in procesi v pokrajini skozi čas.

Uporaba omenjenega pristopa zahteva na eni strani dokaj podrobno poznavanje podatkov za različne prostorske enote, in sicer tako v metodološkem, kot vsebinskem smislu. Od tega je namreč v večji meri odvisna tudi razlaga, stopnja veljavnosti in ne nazadnje tudi natančnost izsledkov. Hkrati pa lahko zapišemo, da skrbno izbrani podatki, ali večje število podatkov, oziroma večji vzorec še ne pomeni avtomatično že tudi boljših in kakovostnejših izsledkov. Na drugi strani pa lahko zasnujemo metode že ob pomoči topografskih, tematskih ali geografskih in ostalih sodobnih kart. To pomeni večji poudarek na analizi prikazanih pojavov in procesov na karti, ne pa kartografski zasnovi, ki ji geografi pogosto posvečamo večjo pozornost.

LITERATURA IN VIRI

- Bamford, C.G., Robinson, H. /1978/, *Geography of transportation*, Mac Donald and Evans, Plymouth.
- Černe, A. /1989/, *Prometno omrežje in urbani razvoj SR Slovenije*, doktorska disertacija, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana.
- Fetisov, A.I. /1981/, *O euklidskoj i neeuklidskoj geometrijama*, prevod, Palman, D., Pavković, B., Školska knjiga, Zagreb.
- Garrison, W.L., Berry, B.J.L., Marble, D.F., Nystuen, J.D., Morrill, R.L. /1961/, *Studies of highway development and geographical change*, Univ. of Washington Press, Seattle.
- James, G.A., Cliff, A.D., Hagget, P. /1970/, *Some discrete distributions for graphs with applications to regional transport networks*, *Geografiska Annaler*, 52 B,1, str. 14-21.
- Janelle, D.G. /1968/, *Central place development in a timespace framework*, *Professional Geographer*, Vol. 20, str. 5-10.
- Janelle, D.G. /1969/, *Spatial reorganization: a model and concept*, *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 59, str. 348-364.
- Kansky, K.J. /1963/, *Structure of transportation networks: Relationships between network geometry and regional characteristics*, Chicago, Illinois.
- Marchand, B. /1973/, *Deformation of a transportation surface*, *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 63, No. 4, str. 507-521.
- Urban transportation planning /1972/*, General information and introduction to system 360, U. S. Department of transportation, Federal highway administration, Washington, D.C.
- Watson, J.W. /1955/, *Geography: a discipline in distance*, *Scottish Geographical Magazine*, Vol. 71, str. 1-13
- Williams, A.F. /1977/, *Crossroads: The new accessibility of the West Midlands, in Metropolitan development change, The West Midlands, A policy Review*, Ed. Frank Joyce, Teakfield Univ., str. 367-392.
- Wilson, A.G. /1983/, *Transport, location and spatial systems planning with spatial interaction models and related approaches*, Working Paper 347, School of Geography, Univ. of Leeds.
- Wrigley, N. /1985/, *Categorical data analysis for geographers and environmental scientists*, Longman, London.
- Zakaria, T. /1974/, *Urban transportation accessibility measures: modification and uses*, *Traffic Quarterly*, Vol. 28, No. 3, str. 467-479.
- Žagar, M. /1979/, *Analiza prometnega omrežja v geografiji*, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Geografija, Ljubljana.

THE CONTEMPORARY GEOGRAPHICAL STUDIES OF TRANSPORT NETWORK

Network models provide in geography a convenient starting point for two main reasons: first the underlying methodology is a fairly straightforward; second, the range of actual and potential applications within geography can be seen and appreciated fairly readily.

A network comprises a set of nodes or vertices some of which are joined by links, arcs or edges. A network design problem is one which commences with a given number of nodes and their locations and which seeks to link these in order to fulfill a given objective.

The measures most frequently used to differentiate between graphs on the basis of structure are founded upon two different kinds of information obtainable from graphs. One set of measures has been developed by manipulating information on numbers of vertices, edges and subgraphs in the graph under consideration. A second set of measures is based upon information about path lengths and time in this graph.

On the basis of this information Ingram (1971) suggested a two-fold classification of accessibility, distinguishing between whether the concern is with accessibility between two specific points, "relative accessibility" or with a general measure of accessibility from one point to all the others within the spatial set of points, "integral accessibility". A variety of accessibility measures can be developed for one point, all indicative of some facet of accessibility. If the accessibility measures for each point are summed, this gives a crude guide to the overall accessibility offered by a network. Such measures are most meaningful when a given network is either compared with others networks or its growth is considered over time. Notions from accessibility measures may be also useful in evaluating the relative location problems.