

10. Kulturális hálózataink

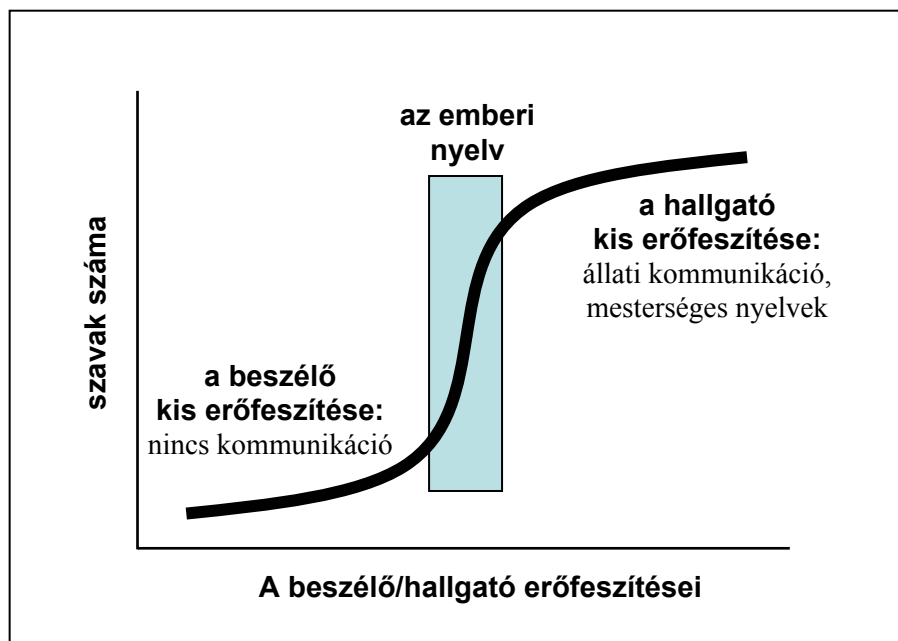
Miután visszatértünk az állatkertből, ahol pár sikertelen kísérletet tettünk arra, hogy a hangyák hat kezét megrázzuk gratulációnk jeleként,¹ ideje elkezdenünk az ötödik utunkat Hálóvilágban. Ezen az úton azt fedezzük fel, hogy milyen hálózatokat tudnak a makro-hangyák (mi, emberek) építeni.

10.1. Nyelvünk hálójában

A hangyák fészket építenek, a méhek kas-lakók, és mind táncba kezd, ha valamilyen információt szeretne átadni a többieknek. Mi beszélni szoktunk. „Az emberi nyelv szavai nem véletlenszerűen állnak egymás mellett a mondatokon belül. Így a kölcsönhatások sokasága néhány alapegységből a mondatok és jelentések csillagászati sokaságát képes kialakítani.” (Ferrer Cancho és Sole, 2001). Valóban. Az emberi nyelv egy komplex hálózat, ahol a hálózat stabilitása a jelentés stabilitásával egyenértékű.

A szövegekben előforduló szavak magas csoportképződést és hosszú távú kapcsolatokat egyaránt mutatnak, ami a nyelvi hálót egy kicsiny világgá teszi (Ferrer Cancho és Sole, 2001). Egy másik fontos jellemzőként a szavak eloszlása skálafüggetlen statisztikát követ, amelyet a jól ismert Zipf törvény ír le. A Zipf eloszlás vizsgálata során a szövegben előforduló szavak gyakoriságát határozzuk meg (Zipf, 1949). Érdekes, hogy a leggyakoribb szavaknak (pl. a névelőknek) van a legkisebb jelentéstartalma. Ferrer Cancho és Sole, (2003) bizonyították be, hogy a szavak skálafüggetlen eloszlása egy kompromisszum eredménye két törekvés között. A beszélőnek az az érdeke, hogy minél kevesebb szót használjon, és ezzel minél kevesebb energiát fordítson a beszédre. A hallgatónak viszont az az érdeke, hogy minél általánosabb, minél egyszerűbb szavak egymásutánosságából következtessen ki a jelentést, azaz minél kevesebb energiát fordítson a szótanulásra és a megértésre. Nyilvánvalóan az egyszerűbb, általánosabb szavak használata csak hosszabb körülírással tudja kifejezni azt a komplexitást, amelyet a specifikusabb, bonyolultabb szavak egyből megragadnak (11. ábra). A skálafüggetlen eloszlás e magyarázata arra utalhat, hogy a nyelv fejlődése is elvezet az önszerveződő kritikus állapot kialakulásához.

¹Ha a tisztelt Olvasó ezen a ponton nyitotta ki a könyvet, és nem olvasta az előző fejezet végét, most valószínűleg azt hiszi, hogy egy átmenetileg szabadságolt agybeteg önéletrajzát emelte le a polcra. A látszat csal (bár ha Kekecet kérdezik, valószínűleg más lesz a véleménye...).



11. ábra. **A szavak skálafüggetlen eloszlása: egyensúly az erőfeszítések kölcsönös minimumán.** A szavak gyakoriságának skálafüggetlen eloszlása egy egyensúlyt mutat a beszélő energiáminimuma (kevés, de precíz szó) és a hallgató energiáminimuma (egyszerű, általános, de sok szó) között. (Ferrer Cancho és Sole, 2003).

A nyelvekben előforduló skálafüggetlenségnek azonban más okai is lehetnek. Ahogy a 3.2. fejezetben már említettem, a zene skálafüggetlen hangerő- és ritmuseloszlást mutat. A beszédünk sem kivétel: az emberi hang erősségének változása szintén skálafüggetlen statisztikát követ (Voss és Clarke, 1975). Időutazás, felélesztett ősember és más tudományos-fantasztikus érdekességek híján, nyilvánvalóan megválaszolhatatlan az a kérdés, hogy a kezdeti „ősnyelvek” hangszínváltozásai milyenek voltak, és vajon skálafüggetlen eloszlást követtek-e. Így az sem tudható, hogy a hangszínváltozás skálafüggetlensége hatással volt-e a modern nyelvek szövegszerkezetének kialakulására. Ennél megválaszolhatóbb, de ma még nem tisztázott kérdés, hogy az emberi agy skálafüggetlen ideghálózatai és kognitív struktúrái vajon hogyan befolyásolták (befolyásolják) a gondolatok nyelvi reprezentációjának kialakulását. Minden bizonytalanságunkkal együtt a fenti példák azt mutatják, hogy a nyelvi szerkezetek hálózatos elemzése még nagyon sok érdekes összefüggésre mutathat rá.

A szavak minimális száma és minél egyedibb jelentése között feszülő ellentmondás mellett a nyelv még egy nyilvánvaló és megkerülhetetlen belső ellentmondást hordoz. Nyelvünknek egyszerre kell szerkezetében igen meghatározottnak (visszatérő szerkezeti fordulatok: minimális strukturális váltakozás) és igen informatívnak (egyediség a jelentés szintjén) lennie. Ezek az ellentmondások a nyelv komplexitásának nagyon fontos forrásai (Crutchfield, 1994).



A gyenge kapcsolatok szükségese a bonyolultabb jelentéstartalmak kifejezéséhez.

Ha eljárszunk a gondolattal, hogy holnapról egy olyan nyelvet fogunk használni, amelyben minden egyes szónak egyedi, és mással össze nem cserélhető értelme van, és ez a nyelv semmilyen kétértelműséget, semmilyen megkettőződést nem enged meg, akkor egy eléggé elbutult nyelv marad nekünk. Konkrét példaként hasonló tulajdonságokat mutat az a „nyelv”, amelyen a gazda a kutyájával társalog. „Ül!”, „Megállj!”, „Nem szabad!” elég világos üzenetek (már amennyire a kutya éppen a megfelelő hangulatban van...). A közölt információ igen egyértelmű, pontos, de nem túlzottan komplex. Egy másik példaként hadd idézzem saját történetem. Édesapámmal és bátyámmal éppen a Tate Gallery-ben sétáltunk egy londoni nyelvtanfolyam szünetében, amikor rádöbbszünk arra, hogy kölcsönös fogadalmunk („csak angolul beszélünk egymással, amíg az angol partokat el nem hagyjuk”) tarthatatlanná vált. Amikor a huszadik gyönyörű kép láttán is csak annyit voltunk képesek egymásnak mondani, hogy: „How nice!”, egy nagyon lehangoló, zombyszerű érzés lett úrrá rajtunk, és azonnal áttértünk a magyarra. A közölt jelentéstartalom egyértelmű és pontos volt, a falakon sorjázó Turner-ek és Blake-ek valóban szépek voltak mind, de e remekművek festészeti csodái már egy sokkal árnyaltabb szókészletet és mondatszerkesztést igényeltek, mint ami akkor angolból a mi rendelkezésünkre állt. Az árnyalatok, a megkettőződés, a szövegszerkezet gyenge kapcsolatainak hiánya a bonyolultabb jelentéstartalom megjelenítésének gátjává vált.

A nyelvi háló modulokra osztható („modulok” alatt itt nem azokat a nyelv fejlődésével, illetve különböző értelmi zavarokkal kapcsolatos modulokat értem, amelyek léte meglehetősen vitatott – Levy, 1996 – hanem a nyelv szerkezetéből, mint hálózatból következő modulokat). A nyelvi háló moduljait sokféleképpen definiálhatjuk. A modulok tükrözhetik a szintaxis (azaz a szavak nyelvi jelentést hordozó sorrendjének) hierarchikus szerkezetét (Chomsky, 1957; 1968; 1975; Maynard-Smith és Szathmáry, 1995). A modulok másik definíciója a nyelv használatából fakad. Ezen megközelítés során definiálhatunk egy központi modult, amely a leggyakrabban és legáltalánosabban használt 300-400 szót tartalmazza, és hozzáépíthetjük ennek fokozatos kiterjesztéseit egészen Arany Jánosig, vagy Ray Bradbury-ig. Noha minden ember az alapmodul egy igen sajátos, és az élettörténetének hű tükkrét jelentő kiterjesztését használja, számos embercsoporthoz rendelhetünk egy-egy nyelvi modult. A szleng, a tudományos nyelv megannyi fajtája, mind-mind jó példák ezekre a csoportba foglalt, specializált nyelvi elemekre és mondatépítési szabályokra. Egy ember jónéhány, egymással átfedő nyelvi modul használója lehet. Nyelvi moduljaink száma, az általunk használt nyelv kifejező készsége, komplexitása, összefügg azoknak a 9. fejezetben említett szociális dimenzióknak a számával, amelyeket megélünk, és magunkban elraktározunk. Így egymással átfedő nyelvi moduljaink munkakörünk, baráti körünk, szokásrendszerünk, lakhelyünk és még számos szociális dimenzióknak sajátosságait jelenítik meg.

Nem véletlen, hogy a kifejezőkészségükben gazdag emberek már kora-gyermekkorukban gyakran vezető szerepet kapnak korcsoportjukon belül. A többiek ösztönösen megérik a számos nyelvi (mozdulatokban, mimikában tükröződő kifejezésbeli) modul használatából azt a kognitív gazdagságot és rugalmasságot, amelyről már a 9. fejezetben szó esett. A 13. fejezet szintézisében fogom leírni azt, hogy hogyan vezet ez a kognitív gazdagság a környezet konfliktusainak mérsékléséhez. A célkijelölő, célkövető akarati struktúrák mellett, a cél eléréséhez szükséges csoportképző, konfliktuscsökkentő tulajdonság is kiemelten fontos a vezető szerep

elnyerésében, és megőrzésében egy komplex feladatokat megoldó, hatékonyságra törekvő közösségen belül. A nyelvi modulok használatában megmutatkozó sokoldalúság e fontos vezetői tulajdonság jó mércéje a csoport kialakulása és hierarchiájának megszilárdulása során.



A gyenge kapcsolatok, mint a nyelv megújításának eszközei.

A nyelvi modulok közötti kapcsolatokat általában, és a fentiekből következően a társadalmi háló gyenge kapcsolatai teremtik meg. (A híres professzor asszony fia révén a szarmata szaknyelv mellett a helyi magyar szleng-nek is mestere lesz...) A gyenge kapcsolatok szerepe a nyelvi tartalmak megújításában (Milroy és Milroy, 1985) nagyon hasonló a gyenge társadalmi kapcsolatoknak az innovációk terjedésében betöltött, és a 3.4, 4.2. és 9.3. fejezetekben már leírt szerepéhez.

A kifejezéseink többértelműsége ugyanabból a degeneráltságból fakad, amelyet már az 5.5. fejezetben részletesen elemeztem (Edelman és Gally, 2001). A többértelműség itt is a nyelvi háló gyenge kapcsolatainak kialakulásához vezet. Ugyanannak a szónak a többszörös jelentéstartalmai sokkal árnyaltabb kifejezésmódra adnak lehetőséget, ugyanis ebben az esetben a szó környezete határozza meg azt, hogy a szó melyik jelentéstartalmát kell a mondat értelmének megfejtése során behelyettesíteni. A többértelműség a leggyakrabban használt – és legkisebb jelentéstartalmú – szavak esetén igen kifejezett (Ferrer Cancho és Sole, 2003). A használt szavak többértelműségének optimális mértéke (első hallásra talán ellentmondásosan) a nyelvi háló gyenge kapcsolatainak kialakítása révén stabilizálja a szövegrészlet egészének jelentéstartalmát. Az alábbiakban ezzel összefüggő néhány példát mutatok be.

- Ha azt szeretnénk megtudni, hogy a beszélgető partnerünk megértette-e azt, amit mondtunk neki, nem az általunk mondottak szóról szóra történő elismérlését fogadjuk el bizonyítékként, hanem azt, ha más módon fogalmazza meg ugyanazt a jelentést (Pléh, 1988).
- Ha meg szeretnénk tudni egy idegen szó jelentését, a legtöbb esetben nem elég, ha fellapozzuk a szótárt és megnézzük benne a szó mellé írt magyar szót. A baj ott kezdődik, hogy legtöbbször sok magyar szót találunk az idegen szó jelentéstartalmaként. Ahhoz, hogy az idegen szó „jelentésmezejét” megismerjük, feltérképezzük, begyakoroljuk, hálózat-felderítésbe kell, hogy fogjunk. Ilyenkor megvizsgáljuk az idegen szó jelentéstartalmát számos kifejezésben, elemezzük a rokon értelmű szavakat mindkét nyelvben, stb. Ahhoz, hogy az idegen szó tényleges értelmét megfejtjük, mindez nem elég. A jelentésmező ismeretében vissza kell helyoznunk az idegen szót az eredeti környezetébe és a szó ottani (gyenge) kapcsolatainak elemzésével kell meghatároznunk, hogy az addig felderített (gyenge) kapcsolatok által kifeszített jelentésmező mely elemét kell a konkrét esetben alkalmaznunk (Deacon, 1997).

A többértelműség nagyon fontos a nyelv stabilizálásában, hiszen az élő nyelv (a gyorsan változó szociális funkciók közvetítése miatt) rendkívül gyorsan változik (Dunbar, 2003).

Nem meglepő módon, a többértelműség igen fontos eleme szinte minden kreatív gondolkodó munkának, legyen szó akár irodalomról, akár költészetről akár a

tudományos megismerés folyamatáról. A tudományban mutatott kiválóság egyértelmű összefüggésben áll a többértelműség tartós elviselésének képességével (Stoycheva, 2003; Tegano 1990).

A többértelműség stabilizáló hatásának egyik érdekes alkalmazásaként a többértelműség segíti az egyezsége jutást, a döntőbíráskodást. Ha a felek között olyan alapvető nézet- és/vagy érdekkülönbség áll fenn, amely semmilyen ésszerű kompromisszummal nem hidalható át, a „többértelműség a vita megoldásának ugyan tökéletlen, de igen hatékony eszközeként alkalmazható” (Honeyman, 1987). Itt a többértelműség a szöveg jelentéstartalmánál magasabb szinten, a két vitázó fél közötti kapcsolathálóban is épít indirekt, gyenge kapcsolatokat. (A két fél egymást ugyan utálja, kapcsolatot csak a közvetítőn keresztül tart – ez is gyenge kapcsolat! –, de a közösen elfogadott szöveg jelentéséhez mindketten gyenge kapcsolatokat építenek ki. Ezen utóbbi kapcsolatok azért gyengék, mert éppen a szöveg többértelműsége miatt egyik vitázó fél sem tudja teljesen elfogadni a szöveget. Mindegyik vitázó fél számára azonban van a szövegnek egy olyan olvasata, amellyel – a kölcsönösen akart kompromisszum érdekében – arcvesztés nélkül képes azonosulni.)



A többértelműség csak optimális esetben stabilizál. A többértelműség számára minden bizonnyal létezik egy olyan sáv, ami alatt és felett épphogy nem stabilizáló, hanem destabilizáló szerepet tölt be. Ha a többértelműség mértéke e sáv alatt helyezkedik el, a többértelműség miatt keletkező gyenge kapcsolatok nem érik el azt a minimumot, ami a jelentés stabilizálásához kell. Ha viszont a többértelműség túl nagy, a szöveg jelentéstartalma túlzottan szétmosódik. A mondottak alátámasztására egy eléggé abszurd példa jut eszembe, amely hajdani szomszédunkkal, Sziszi nénival kapcsolatos. Sziszi néni hétéves fejemenk hihetetlenül idős korban, kilencven éves kora felett szenderedett jobb létre. Sok osztrák ismerősének egyike, egy igen jómódú, idős hölgy hetekkel a halála után a fél nem vett telefonok és a megválaszolatlanul hagyott levelek baljós jelei miatt Budapestre utazott. Egyedül voltam otthon a szomszédok közül. Mivel édesanyám kioktatott, hogy idegeneknek még véletlenül se nyissak ajtót, a bejárati ajtónk szűk ablakán keresztül társalogtunk. A proletár teaceremóniák hatására elbliccelt osztrákóráim itt bosszulták meg magukat. Hiányos németségemmel és a helyzet fonákságát mélyen átérző gyermek-lelkemmel így csak a leglecsupaszítottabb tény tudtam közölni: „Tante Sissi hat gestorben.” (Sziszi néni meghalt.) A kijelentés brutalitása a jelentést hiteltelenné tette. A hölgy kételkedésére magam is kételkedni kezdtem abban, hogy amit mondtam: helyes volt-e. Itt a jelenet egy abszurd drámába ment át. Gyermeki kreativitással és szolgálatkészséggel bementem ugyanis a szobába, előhozta a magyar-német nagyszótárt, és a „halál” szót megtalálva ráböktem a német változatra. A hölgy sírva fakadt. Én is. A kis ablak két síró fejet keretezett be percekig. A kijelentés első változatában a többértelműség nem volt elegendő ahhoz, hogy a jelentéstartalomnak kellő stabilitást és hitelt adjon. Hiányzott az udvarias, kertelő felvezetés, ami előkészíti a befogadót a legrosszabb befogadására. Hiányzott az együttérzés megfogalmazása, ami ugyanazt a jelentést engesztelő érzelmi tartalmakkal ruházza fel. Ugyanakkor a többértelműség csirája még mindig jelen volt (helytelen kiejtés, rossz intonáció, stb.), így az üzenetet az abszurditásig le kellett csupaszítani ahhoz, hogy a hitelessége visszatérjen.

A degeneráltság nyelvünkben nem csak a többértelműségben van jelen. A csevegés is degeneráltságot hoz a társalgás menetébe.² A legtöbb esetben a csevegés során közölt információ központi magja már ismert. Mindazonáltal az a forma és környezet, ahogy a régebben ismert információ elmondásra kerül, a jelentést gazdagító és elmélyítő újabb és újabb kölcsönhatási rétegeket épít fel. A fellépő degeneráltság gyenge kapcsolatokat épít ki, amelyek mind a jelentést, mind pedig a jelentést továbbfejlesztő, gazdagító közösséget stabilizálják (Dunbar, 1998).

10.2. Regény-, színdarab- és filmhálózatok

Amikor egy szöveg felépítésébe fogunk, a szavakból mondatokat formálunk. E folyamat során a szavak egymás jelentés-mezőjét árnyalva és gazdagítva alakítják ki a mondat egészének értelmét. „Hasonlóképp, a bekezdés értelme az egyedi mondatok egymásra épülésének eredménye lesz. Ahogy az írás halad, a szöveg egy körkörös és kölcsönösen egymásra ható folyamatban nyeri el a végső értelmét. Az értelemmel bíró szöveg tehát egymást kölcsönösen módosító és befolyásoló szavak és szövegek sorozata” (Scarrott, 1998). „*Péter, gratulálók; ez egy szép megállapítás volt. Nem gondolod, hogy így, a tizedik fejezet közepén, az eddigi próbálkozások után, lassan talán érdemes lenne neked is belefogni abba, hogy ezt az „értelemmel bíró szöveget” felépítsed?*” Keckecke, meg fogsz döbbeni. Minden erőfeszitésem ellenére az eddig olvasott szöveg egy hálózatot alkot. Hadd mondjak két érdekes bizonyítékot erre: ha készítesz egy statisztikát arról, hogy kit hányszor idéztem a könyvben (hasonlót ahhoz, amelyet a LINK-ek egyik tagja, Kovács István készített), számodra is nyilvánvaló lesz, hogy az eloszlásuk skálafüggetlen. Ráadásul a kereszthivatkozások a könyv szövegének lineáris folyamatát egy kicsiny világgá kötogetik össze. Ahogy ezeket a számodra kusza mondatokat egymás után leírkáltam, egy gyönyörű szabályok szerint felépített hálózat keletkezett.

Stiller és Hudson (2005) megmutatta, hogy a Shakespeare drámák jelenetei egy kicsiny világot alkotnak. „*Péter, ne haragudj, hogy ismét félbeszakítalak, de megint gratulálnom kell. Először elhelyezed az ügyes megállapítást, hogy a könyved szövege egy kicsiny világ, majd egy sorral lejjebb elejted ezt a mellékésnek látszó megjegyzést, hogy a kicsiny William is kicsiny világokat kreált a drámáiban. Nem gondolod, hogy kicsinység túlértékeled a saját munkád, amikor ilyen rejtett, de igen szépen sugalmazott párhuzamokat engedsz meg magadnak?*” Kecec, az irányomban megnyilvánuló szelektív kritikái érzéked mértéke ismét csak bámulatom tárgya lehet. Megjegyzésed, mint mindig, most is nagy örömökre szolgál, mert lehetőséget ad arra, hogy megjegyezzem: a kicsiny világság valószínűleg minden jól szerkesztett szöveg sajátja. A szöveg jelentéstartalmainak és kereszthivatkozásainak kicsiny világa jól szolgálja az Olvasó kognitív igényeit lépten-nyomon rámutatva a szöveg új és ismeretlen elemeinek a korábbi elemekkel fellelhető összefüggéseire. De hadd folytassam Shakespeare-nél. A most következő megállapítás nem akar semmiféle bosszú lenni az előzőekért Kecec, de a gyenge kapcsolatok iránti ellenszenvedet figyelmen kívül hagyva meg kell, hogy mondjam: a Shakespeare drámák kicsiny világát... – na mik? – gyenge kapcsolatok építik fel. A jeleneteket kulcsszereplők kötik

²A degeneráltságot az eddigiekhez hasonlóan itt sem szabad értékítéletnek felfogni. Kizárólag ugyanannak a hálózati tulajdonságnak (itt: jelentéstartalomnak) a különböző módon történő eléréséről van szó.

össze, akik megjelenítik a korábbi jelenetből származó információk minimumát a későbbi jelenetben. Ezek a szereplők világítják meg a két jelenet szereplőinek egymáshoz fűződő viszonyát is. Az egyes jelenetek szereplői egymással szoros kölcsönhatásban állnak, de a többi jelenet szereplőéhez csak a kulcsszereplők közvetítésével, azaz gyengén kapcsolódnak. Így a kulcsszereplők (és azok a gyenge kapcsolatok, amelyeket a többi szereplővel kialakítanak) stabilizálják az egész dráma szöveghálózatának szerkezetét és jelentését. A shakespeare-i drámák e gyenge kapcsolatokkal összekötött kicsiny világa hozzájárul ahhoz, hogy ezeket a drámákat remekműveknek tartsuk: a kiegyensúlyozott szerkezet a széttagoltság és az összekötöttség egységének igen komplex, a megismerésünk számára nehéz, de megfejthető feladatot adó, ezért izgalmas hatását kelti (Dunbar 2005; Stiller és Hudson, 2005).



Akármi-man mint egy gyenge kapcsolat. A modern képregények nem Hamletről, Gloucesterről, Romeóról vagy Buckingham-ról szólnak. Superman (spiderman, akármi-man) a modern idők hőse. Akármi-man mindenható és önzetlen. Mindenkin segít. Ugyanakkor akármi-mannak általában nincs stabil családja. Akármi-man életét elvesztett szülők és beteljesületlen szerelmek szegélyezik. Akármi-man egyfajta világfeletti, angyalfigura. A hálózatok szempontjából akármi-man egy gyenge kapcsolat. Ezzel nemcsak a képregény, vagy a film dramaturgiai hálózatát (cselekményfelületét) stabilizálja, hanem a képregény képzett világának egészét is. Ahol akármi-man megjelenik: a dolgok rendeződnek, a kizökkent világ helyreáll.³ Minden egyértelmű, minden világos. Egy kivétellel. Ha a társadalmi hálózatokat általában a gyenge kapcsolatok kialakításában sokkal jobb nők stabilizálják, miért nem lépett eddig színre még Superwoman? Azt hiszem, értem Hollywood üzenetét: a viselkedésbeli komplexitás izgalmán túl a modern kor a 9.5. fejezetben érintett kapcsolat-szétmosásának egyik elemeként a nemek szétmosásának tanúi vagyunk itt is. Uraim, az üzenet világos. Akkor lehetünk a modern világ Superman-jei, ha az atavisztikus hőstetteken felül a gyenge kapcsolatok kialakításában is kivesszük a részünket, hogy a nőket ez alól a tradicionálisan női feladat alól tehermentesítve jobban beengedhessük az atavisztikus hőstettek világába. „*Empi, úgy tűnik, az egész világ összeesküdött ellenünk. Nem gondolod, hogy be kellene bizonyítanunk; maradt még igazi Férfi és igazi Nő ezen a világon?*” Kecec, azt hiszem, most nekem kell gratulálnom neked. Az elmúlt időszakban Empi meghódítására kidolgozott technikáid egészen magas színvonalat értek el.

Térjünk vissza Shakespeare-re. A dráma (regény, film, stb.) megértése a dráma és a nézőközönség azonos hullámhosszának megteremtésén alapul (Gallese és Goldman, 1998; Stiller és Hudson, 2005). Optimális esetben egy igen érdekes, új típusú szinkronicitás kialakulásának lehetünk tanúi. Ez a szinkron a dráma hálózatának dinamikája, és a nézőközönség agyműködésének (érzelmi megnyilvánulásainak) önmagában vett és közös szinkronján alapul. A szinkron kialakulása a nézők fejében korábban elraktározott megismerési sémáktól is függ. Ahhoz, hogy a nézőközönség egyedi szinkronjai közös szinkronná olvadjanak össze, szükséges, hogy a megismerési sémák legalább részlegesen egyezzenek. Ha a dráma eléri a nézők szinkronját egymással és a dráma cselekményével, kellő drámai feszültség felépítése után egy szinkronizált relaxációnak lehetünk tanúi.⁴ Ezt a szinkronizált relaxációt katarzisznak nevezzük.

³Az ötletért köszönettel tartozom a LINK-csoport tagjának, Kovács Istvánnak.

⁴A nézők szinkronizált relaxációja a drámák (tragédiák) esetén a 4.5. fejezet szinkronizált nevetés-rengéséhez hasonlatos.

Első ránézésre egyszerűbbnek tűnik a katarzis előidézése az ókori görög, vagy a késő-középkori angol színpadokon, mint a jelenlegi, meglehetősen bonyolult, és igen sok különböző megközelítést és megismerési sémát tartalmazó korban. Akkoriban a színházba járó emberek ugyanazt élték, ugyanolyan gondokkal küzdöttek, és a legtöbb esetben egymást is ismerték személyesen. Kit ismerünk ma a színház vagy a mozi félhomályában? Sokszor még a szomszédunkat se. Mégis: kétezer éve és ma egyaránt születnek remekművek. Mi teszi a remekművet remekművé? „Péter, az irodalomtanárom az idegeimre megy egy ehhez hasonló kérdéssel: ‘Mire gondolhatott Shakespeare, amikor ezeket a sorokat írta?’ Ugye te nem teszed fel ezt a kérdést, mert akkor Empivel inkább távoznánk egy kicsit.” Kekec, a viláért sem akarom megzavarni az együttléted Empivel, nyugodtan menjetek el bármikor, ha gondoljátok. De előtte hadd jegyezzem meg, hogy a fenti kérdésre adott válaszom igen szűkre szabott lesz, és csak két hálózati tulajdonságot szeretne beemelni a kérdésre adott korábbi könyvtárnyi válasz mellé.

Mi teszi a remekművet remekművé? Az előbb említett szinkronizáció nyilvánvalóan elérhető a történet, az értékek és remekművek sok más tulajdonsága mentén. Mindemellett az eddig említett sajátságok közül jónéhány nem hálózati tulajdonság, és legtöbbjük még csak nem is annyira általános, hogy attól a munka hosszabb időn át remekmű maradhasson. Dunbar (2005) jópár olyan tulajdonságot sorol fel, mint az evolúció által követett szabályok helyes tükrözését (például a rokonok védelmét, a párválasztás szabályainak betartását, stb.), amelyek a remekmű státusz szükséges tartozékai. A saját – jelenleg meglehetősen hálózatközpontú – gondolkodásomban a remekmű státusz az általános hálózati tulajdonságok: a kicsiny világság, skálafüggetlenség, stb. követésével is elérhető. Ezek mesteri ötvözésével a szöveg egy olyan kritikus állapotot érhet el, ahol a megismerési sémák minimuma elég ahhoz, hogy a befogadó átlendüljön a küszöbértéken, és szinkronba kerüljön magával és a művel, amit a kezében tart. A kisvilágság megnyilvánulását már tapasztaltuk a shakespeare-i drámák elemzése során (Stiller és Hudson, 2005). Eléri ez a tulajdonság önmagában is a remekmű szintjét? Dunbar és munkatársai igennel válaszoltak e kérdésre. Megállapították, hogy a shakespeare-i drámák szereplőinek száma 25 és 35 között mozog, ami megegyezik a közeli ismerőseink átlagos számával (9.3. fejezet). Az egyidejűleg aktív szereplők száma pedig azonos az emberi társalgásban egyszerre részt vevő emberek számával, azaz maximálisan 4 (Dunbar és mtsai, 1994; Stiller és mtsai, 2003).

A shakespeare-i párbeszédnek négy résztvevője egy sokkal megdöbbentőbb és a könyv további részében sokszor idézett következtetést is magában rejt. Négy ember beszélgetése ugyanis egyáltalán nem az az egyszerű feladat, aminek első pillantásra látszik. Ha négy ember beszélget, akkor mindegyikük igen magas szintű megismerésbeli feladatot old meg. Mindegyiküknek ugyanis végig kell gondolni, hogy az éppen kimondott szó az összes többi szereplő agyában milyen gondolatokat okozhat, és bármelyik szereplő mit hihet arról, hogy a többi szereplők agyában e gondolatok vajon micsodák. Bonyolult ugye? Egy átlagos shakespeare-i szereplő a negyedik hatványon gondolkodik. Valakinek még ennél is nehezebb dolga van, ha tényleg meg akarja érteni a darabot. A nézőnek. A nézőnek, ugyanis kívülállóként kell mind a négy szereplő gondolatait, és egymáshoz való viszonyát is elemeznie kell. Ráadásként azonban ott van még ő maga is. Azaz annak, aki egy shakespeare-i dráma előadására beül, nem árt előtte

alaposan felkészülnie. Neki ugyanis az ötödik hatványon kell gondolkodnia. (Az ötödik hatványú gondolatmenet az alábbi mondattal szemléltethető: Azt hiszem, hogy A úgy gondolja, hogy B azt szeretné, ha C azt értené D gondolatain, hogy...) Egy átlagos ember esetén ez az elérhető komplexitás maximuma. A shakespeare-i dráma tehát nemcsak széttagoltságának és összekötöttségének komplex szerkezetével, hanem minden egyes párbeszédének komplexitásával is az átlagos néző felfogóképességének a maximumát igényli. Valakinek azonban még a nézőnél is nehezebb dolga volt... Shakespeare-nek magának. Neki ugyanis nemcsak a négy szereplő minden kölcsönhatását, hanem mind a négyüknek a nézőre gyakorolt hatását is külső szemlélőként kellett figyelembe vennie. Azaz Shakespeare a drámái írása közben egy hatvánnyal az átlagos emberi felfogóképesség felső határa felett, a hatodik hatványon gondolkodott.⁵ Miért nem nyüzsögnek a Shakespeare-ek körülöttünk? Valószínűleg megtaláltuk a válasz egyik fontos elemét: kevés ember lehet képes arra, hogy folyamatosan a hatodik hatványon gondolkodjon (Dunbar, 2005).



Mitől remekmű a remekmű? További titkok.

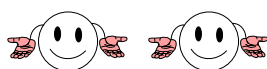
Ez a hatodik hatvány egészen szép gondolatmenet. De nem minden remekmű dráma. Mitől lesz egy regény remekmű? Nagyon ritkán beszélnek egy regényben egyszerre négyen... A világirodalom számos olyan kiváló regényt ismer, amelyekben egyetlen szereplő sincs, sőt, akár egyetlen szó sem esik. Mitől lesz itt szinkron? Mitől lesz itt felfogóképességi határ és izgalom? A nyelvi háló még sok olyan elemet kínál, amelyik az Olvasót közel viheti a szinkron érzéséhez. Kecec vigyázz, a másik kedvencem, a skálafüggetlenség következik... A 3.2. fejezetben említettem, hogy a skálafüggetlenség számtalan evolúciós és más ok miatt örömteli érzések forrása lehet. Ezek egyik következményeként a zene és a játék sok eleme is skálafüggetlen eloszlást követ. Valószínűleg a regények sem kivételek. A könyv idézeteinek megoszlása skálafüggetlen, amely valószínűleg az idézett művek fontosságát tükrözi a könyv teljes mondandójának hálózatában. „Péter, imádom ezeket a közbeszúrásaidat... Szeretném figyelmeztetni az Olvasót, hogy itt megint azt akarod sugallni, hogy a könyved egy remekmű. Arra is szeretném figyelmeztetni az Olvasót, hogy ezzel kapcsolatban nekem rendkívül komoly fenntartásaim vannak.” Ismét csak hálás vagyok neked Kecec a megjegyzésedért, ami lehetőséget ad arra, hogy jelezzem: ebben a skálafüggetlen eloszlásban semmi különleges nincsen. A LINK-csoport egyik tagja, Kovács István ugyanis jónéhány tudományos közleményt elemzett, és az idézetek skálafüggetlen megoszlása mindegyikre jellemző volt. Az igazi Mesterek azonban minden bizonnyal a skálafüggetlen eloszlások egész rendszerét képesek megalkotni. Így például a szereplők közötti kölcsönhatások erőssége skálafüggetlen lehet.⁶ A Mester a skálafüggetlen eloszlást szerkezeti elemekben (beszélgetések, gondolatok, álmok, cselekményszálak, stb.), motívumokban (metaforák, szokatlan szavak, szimbólumok, stílusok, színek, szagok, stb.) vagy gondolati elemekben (gondolatok, értékek, stb.) is szerepeltetheti. A skálafüggetlen eloszlás az igazi remekműben minden bizonnyal a fenti szempontok szinte mindegyikére jellemző, ami az írásműnek a szereplők számától és párbeszédeitől teljesen függetlenül is egy megbonthatatlan és mégis rendkívül izgalmas többdimenziós egységet kölcsönöz. „Értem. Péter, tehát te komolyan azt hiszed, hogy a jó öreg Tolstoj egy scsotival⁷ az orra előtt ült, és amikor leírt egy újabb oldalt a Háború és Békéből, elkezdte huzigálni a

⁵ Azaz a Mester úgy vélte, hogy a néző azt fogja hinni, hogy A úgy gondolta, hogy B azt szeretne volna, ha C azt értette volna D gondolatain, hogy...

⁶ Egy regénynek általában egy főszereplője, néhány kulcs-szereplője és számos mellékszereplője van. Mellettük azonban a legtöbb regényben jóval több olyan személyről esik említés, akik soha semmilyen konkrét szerepet nem kapnak, csak a szereplők környezetét alkotják. A főszereplőről teljes jellemrajzot kapunk. A kulcsszereplők jellemképe már sokkal vázlatosabb. A mellékszereplőknek pedig általában csak egy markáns vonásuk derül ki a regény folyamán.

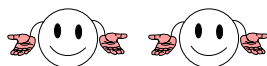
⁷ Csak neked Péter: a scsoti az abakusz, azaz kiskorod golyós számológépe.

golyóit, hogy a skálafüggetlen eloszlás stimmeljen neki... Péter ez meglehetősen abszurd.” Nem Kecec, nem hiszem ezt. Láttál te valaha engem az idézeteket számolgatni, amíg írtam ezt a könyvet? Sose számoltam őket, mégis skálafüggetlenek. Bár nem ellenőriztem a Háború és Békét skálafüggetlenség szempontjából, biztos vagyok benne, hogy Tolsztoj fejében ott volt ez az érzék csoti nélkül is, és írás közben magától kialakította a kiegyensúlyozott és izgalmas megoszlások hihetetlenül gyönyörű komplexitását. Továbbmegyek. A nagy Mesterek minden bizonnyal lépten-nyomon szabályos regény-rengéseket teremtenek. Először fokozatosan növelik a feszültséget, és utána jön az elkésett, de hirtelen relaxáció: valami titok a napvilágra kerül, és megváltoztatja a regény szereplőinek életét. Hány szereplőt? Néha kevését, néha az összesét. Milyen mértékben? Néha kicsit, néha nagyon. Milyen eloszlást mutatnak ezek a változások az igazi remekművekben? Valószínűleg skálafüggetlent... Azt hiszem, hogy itt kell abbahagynom, mielőtt Kecec elmegy. De annyit még hadd tegyek hozzá, hogy a remekmű cselekményhálózata és szöveghálózata valószínűleg mutathatja a 4.4. fejezetben leírt hálóváltozásokat, és minden bizonnyal a fent listázott tulajdonságok számtalan elemében is egyidejűleg szinkronizált.



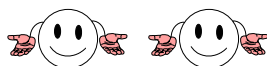
Amikor a Mester túl messze megy. Mi van akkor, ha a

Mester túl egyedi? Ha Szupermester? Ha rendkívüli agyat örökölt, ami nemhogy a hatodik (Dunbar, 2005), de a hetedik, sőt a nyolcadik hatványon is képes gondolkodni? Két eset van: a Szupermester műve (1) vagy tartalmaz egy olyan alhálózatot (modult), amelyik az ötödik hatványon gondolkodva is megérthető, és így a munka „leszáll” a remekmű szintjére; vagy (2) a munka minden elemében a hetedik hatványú remekmű marad, amelyiket a Földön legfeljebb nyolc ember képes élvezni (akikből egyik a Szupermester maga). Az utóbbi esetben a Szupermester abban reménykedhet, hogy az evolúció előbb-utóbb megnöveli a nyolcadik hatványon gondolkodó emberek számát, és a munkáját a XXXIII. században újra fel fogják fedezni.⁸



A jövő Mesterei. A szóbeli kommunikáció a nyelvi

információcsere „egyetlen dimenziója” mellett a metakommunikáció számos rétegét is tartalmazza (Nyíri, 2003). Az eltelt évezredek alatt a Mesterek képesekké váltak arra, hogy a szavak egydimenziós folyamának egyszerűségét és unalmát a művészi ábrázolás megannyi eszközével keresztbekössék, és hihetetlenül sokdimenzióssá tegyék. A multimédia már a kezdet kezdetén a hipertext, a képi és hangyi megjelenítés többdimenziós, hálózatszerű struktúráiból indul. Ha az egyetlen dimenzió Mestereinek kifejlődése évezredekig igényelt, vajon mikor lesznek olyan Mestereink (és mikor lesz olyan átlagos felfogóképességgel rendelkező közönségünk), akik ezt a multi-dimenziós szinkronicitást megalkotni, felfogni és élvezni képesek? Csak remélhetjük, hogy a technikai fejlődés ad egy kis haladékat végre, hogy a megnyíló lehetőségek igazi izgalmaihoz és igazi művészi alkalmazásaihoz felnőhessünk.



Egészségesebbek-e az igazi Mesterek? A

remekművek komplexitása és ennek tükörképei a közönség és a Mester agyában felidéri bennem a 8.1. fejezetben említett, Jerne-féle immunhálózatot (Jerne, 1974). Azt a hálózatot úgy lehetett leírni, hogy „a 'Mester' limfocita által termelt antitestek hatnak a 'Néző' limfocita által termelt antitestekre, amelyek hatnak az 'A' limfocita által termelt antitestekre, amelyek hatnak a 'B' limfocita által termelt antitestekre, amelyek hatnak a 'C' limfocita által termelt antitestekre,

⁸Ebből a szempontból rendkívül izgalmas lenne azoknak a munkáknak a „felfogóképességi elemzése”, amelyeket a kortársak megvetése után az utókor nagy örömmel felfedezett. Valószínűleg az emberiség írott történelme még nem volt elég hosszú arra, hogy a felfogóképességben lényeges változásokat lehessen kimutatni, de azért hátha fejlődünk valamit az elmúlt évezredek alatt...

amelyek hatnak a 'D' limfocita által termelt antitestekre". Ez egészen hasonló az „a Mester úgy vélte, hogy a Néző azt fogja hinni, hogy A úgy gondolta, hogy B azt szerette volna, ha C azt értette volna D gondolatain, hogy...” helyzetre, ugye? Az immunsejtek nagyon sok tekintetben hasonlóak az idegsejtekhez. Lehet, hogy ebből a szempontból is? Igen érdekes megfigyelés, hogy a limfociták fenti keresztreakciói igen gyorsan lecsökkennek a harmadik, negyedik hatvány után (azaz A-B-C-D limfociták még működnek a Nézőben, de a Mester már hiányzik), és a hatodik, hetedik hatvány már rendkívülinek nevezhető (Bona és mtsai, 1981; Weisbuch és mtsai, 1990). Ahogy a 8.1. fejezetben már említettem, az immunrendszer széleskörű kapcsolatrendszere a kora gyermekkor után csökkenésnek indul. Van néhány ember közöttünk, aki jobban megőrzi őket, mint a többiek? Vajon a Mestereknek és a Szupermestereknek komplexebb immunrendszerük lehet? „Péter, Empi nevében is erősen kezdek kételkedni abban, hogy volt-e értelme itt maradnunk veled. Először is: miért okozna egy komplexebb antitest-hálózat jobb egészséget? Másodszor: te hozakodtál elő Mozarttal már eddig is párszor. Valószínűleg megegyezünk abban, hogy ő egy igazi Mester, ha ugyan nem a te kategóriád szerinti Szupermester volt. Szerinted egészségesebb volt Mozart, mint a kortársai? Szerencsétlen flótás 35 évesen halt meg, minden bizonnyal azért, mert félig nyers borsóhús disznóhúst evett, és az izmaiban elszaporodó férgek pusztítását nem élte túl (Hirschmann, 2001). Szerinted ez kivételes egészségre utal?” Gratulálok Kecec! Nagyszerű hivatkozást ástál elő. De abban az esetben is, ha Mozart tényleg a disznóhústól kapott fertőzés miatt halt volna meg (amit mások erőteljesen vitatnak; Dupouy-Camet, 2002), nem hiszem, hogy egy jobb immunrendszer minden esetben ki tudna védeni egy masszív parazita inváziót. Az első kérdésre válaszolva: a választ nem tudom. Nincs semmilyen adatom arra, hogy egy bonyolultabb immunrendszer bármilyen előnyt jelentene a fertőzések leküzdésében.

Az eddigieket összefoglalva a hálózatos megközelítés egy igen fontos következtetésre vezetett: a remekmű azért remekmű, mert a közönség szinkronizált pszichikus relaxációját idézi elő,⁹ ami növeli mind a csoport összetartását, mind pedig a csoport tagjainak biztonságérzetét (Dunbar, 2005). A remekművek többsége valószínűleg a felfogóképesség határain mozog, és a hálózati struktúráknak és dinamizmusoknak olyan komplex rendszerét tárja elénk, amely önmagában is relaxációt (katarzist) okoz.



A remekművek többszintű szinkronja. Kecec,

ismét egy háromvidorkás részhez érkeztünk: nyugodtan menj el Empivel, ha gondold... A 8.5. fejezetben olyan szinkronokról írtam, amelyek különböző szintű hálózatok között jöhetnek létre, és azt a feltételezést vezettem elő, hogy ha az adott hálózaton belül a szinkronizáció kivételesen jól szervezett és intenzív, akkor ez a szinkron szinkront válthat ki jöhéhány szinttel feljebb lévő hálózatokban is. Az igazi remekmű kétségtelenül a Mester agya idegsejtjeinek kivételesen intenzív szinkronját tükrözi, és ennek leképezéseként az Olvasó agyában lévő idegsejtek ugyancsak különleges szinkronját idézi elő (nagyon izgalmas lenne az agyi szinkron szintjét megvizsgálni Tolsztoj és egy kortárs, de abszolút pancser orosz író olvasása közben; ennél izgalmasabb már csak Tolsztoj és a pancser agyának összehasonlítása lett volna alkotásuk folyamán). Elképzelhető azonban, hogy az igazi mestermű még ennél is tovább megy, és a közönség egészének, és (ki tudja?) talán az emberiség egészének a szinkronját is elősegíti... Azt hiszem az eszmefuttatást itt érdemes abbahagyni.

Itt az idő, hogy az Olvasó leüljön, lazuljon el, igyon egy korty kristálytisztá vizet, vegyen egy mély levegőt, és elgondolkozzon. HA MESTER SZERETNE LENNI (és itt Mester alatt nemcsak a színdarabok és regények mestereit értem – a 11.1. fejezetben le

⁹Ezt hívjuk katarzissnak. Ha az Olvasó egy hasonló pszichikus relaxációra akar példát, érdemes a legutóbbi „Aha!” élményére (amikor hirtelen megértett valamit, ami korábban igen izgatta, de az értelmére rájönni nem tudott), vagy óriási kacagására visszaemlékeznie.

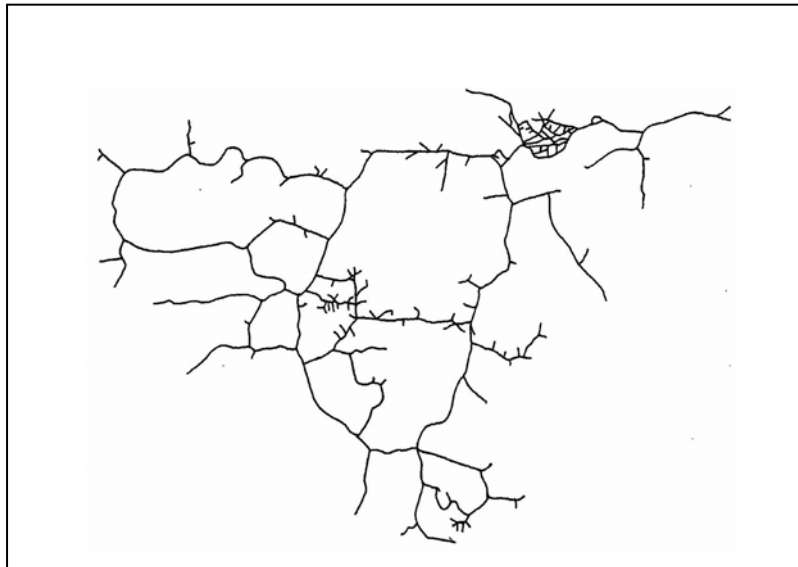
fogom írni, hogy a tőzsdeguru gondolkodásmódja valószínűleg a fenti Mesterekhez nagyon hasonló agyműködést igényel), gyakorolnia kell. Mit kell gyakorolnia? Kezdetnek kétségtelenül nem írásművészetet vagy piaci analízist. EMPÁTIÁT KELL GYAKOROLNIA. Meg kell próbálkoznia azzal, hogy megértse: mások hogyan gondolkodnak. Melyek a motivációik, hiedelmeik, értékeik, miért cselekednek éppen úgy, ahogy cselekednek? Kérem, játsszon el ezzel. Távolítsa el a gondolatainak középpontjából önmagát, és helyezze át ezt a képzeletbeli centrumot másokba. Nézzon körül az ő szemükkel, és gondolja el, hogyan látják, hogyan láthatják ők a világot maguk körül. Ha ide eljutott: hadd tegyek egy NAGYON fontos megjegyzést itt. Az empátia, a más nézőpont megélése, amelyet most az Olvasó éppen gyakorol, NEM „pusztán” a világ stabilitását elősegítő altruista tett, mint ahogy azt az előzőekben leírtam. Ha az Olvasó ezt cselekszi, jó úton jár afelé, hogy sokak által tisztelt MESTER legyen. Még egy fontos gondolat azonban ide kívánczik. Ha az Olvasó az előbb egy hozzá hasonló ember nézőpontjába élte bele magát, SEMMIT nem haladt abba az irányba, hogy MESTER váljék belőle. Ha azonban egy olyan embert tudott az előbb akár csak átmenetileg is megérteni, akit gondolkodásában, szokásrendszerében az Olvasótól világok választanak el, AKKOR talált rá az Olvasó a MESTER-ré válás hosszú, nehéz, de hihetetlenül szép útjára. Szeretnék gratulálni Önnek ehhez.

10.3. Térhálózataink

Amikor először átgondoltam, hogy milyen témákról fogok írni ebben a könyvben, és beírtam ezt a fejezetcímet a többi közé, arra a számomra megfejthetetlen kérdésre szerettem volna az eddiginél jobb válaszokat találni, hogy vajon miért szeretik az emberek annyira Budapestet? Ahogy a könyv írása közben egy több ezer fős világkonferenciát szervezek ebben a városban, naponta érkeznek az email-ek: „Ó, Budapest! Régen jártam már ott, és azóta mindig arra gondolok, hogy muszáj visszatérnem oda. Most azonban hozom a családomat is!” Mi az oka ennek a vonzalomnak? Ha régebben feltettem a kérdést (mostanában leszoktam róla), egészen szokványos válaszokat kaptam: igen, elég olcsók vagyunk (voltunk...), az étek finomak, a borok jók és a magyar nők vonzóak. (Kekec, látom, visszajöttél. Esetleg abbahagyhatod a buzgó bólogatást, mert a végén még megfájdul a nyakad.) Mindez igaz. De lehetne még pár országot mondani a Földön, ahol az élet olcsóbb, az étek finomabbak, a borok jobbak és a nők legalább olyan vonzóak, mint idehaza. Így aztán tovább kérdeztem. A végén szegény válaszadóim kimerülten már csak annyit tudtak mondani: „Tudod, Péter, Budapest egy jó hely. Jól érzem magam ott, ha járkálok az utcákon és nézegetek.”

Igazuk lehet. Én is rendkívül jól érzem magam, ha járkálok Budapest, Párizs, vagy Velence utcáin és nézegetek. Ugyanakkor élénken emlékszem arra a nagyon furcsa érzésre, ami Kuala Lumpur utcáin járkálva elfogott. Az épületek gyönyörűek voltak. Az élet ultramodern volt, az utcák tiszták, az emberek barátságosak. Mi a fene ütött belém, hogy ettől a szépségtől folyamatosan iszonyodom? Napokba tellett, amíg rájöttem a megfejtésre. Nem tudtam sétálni. Háromméterenként harminc centit kellett lelépni a járdáról, és egy-két méter után harminc centit ismét fel. A gyalogosok útja várfokszerűen kiképzett kocsibejárókkal és parkolóhelyekkel volt megszakítva unos-untalan. Kuala Lumpurban fedeztem fel, hogy a térhálózat alapvető hatást gyakorolhat a

kényelemérzetünkre. Hadd hozzak erre még két másik példát. (Látom az emelkedő szemöldököd, Kekec. Ígérem, rövid leszek.) A térhálózat dinamikája nemcsak a várostervezésben, hanem az épületek tervezésében is központi kérdés. Amikor az egyik frissen megnyitott pesti plaza-ba betértem, borzasztóan éreztem magam. Kietlen volt, idegen, üres. Fél évvel később, muszáj volt arra járnom megint. Nem hittem a szememnek. Egy új világba csöppentem bele. Otthon éreztem magam. Mi történt itt? Felrobbantották a régit? Hallgattak imáimra, és ledózerolták? Nem. Szinte semmi nem történt. Csak néhány virágszigetet, padot, kioszkot helyeztek el. Úristen. Ekkorka törpe változás hogyan okozhat ilyen nagy hatást? A legutolsó példáimat korábban már említettem: az epidaurosi színház és a pekingi Nyári Palota. Furcsa lehet, hogy egy helyen említem őket. Ennek az az oka, hogy nem az épületek miatt maradt a két hely emlékezetes, hanem az épületeket körülvevő táj miatt. A táj olyan hihetetlen harmóniája öleli körül mindkét helyet, a dombok olyan szabályosan és egyben izgalmasan simulnak egymásra a háttérben, amelyet évtizedekig lehet nézni folyamatosan. Békét ad, relaxációt hoz ez a két táj. Ezeken a példákon megtanultam: a térhálózat felépítése rendkívül fontos a mindennapi jóérzésünk szempontjából.



12. ábra. **A vakondjáratok skálafüggetlenek.** Az ábrán egy vakondlyuk bonyolult járatrendszere látható. A járatrendszer egyenes szakaszainak megoszlása skálafüggetlen statisztikát követ (Le Comber és mtsai, 2002 nyomán, a szerzők és a kiadó engedélyével).

Hadd folytassam azzal a mondattal, amivel a 10.1. fejezetet megkezdtem: A hangyák fészket építenek, a méhek kas-lakók, és mind táncba kezd, ha valamilyen információt szeretne átadni a többieknek. Abban a fejezetben a hangyatánc emberi megfelelőjét, a beszédet vettük szemügyre. Ebben a fejezetben a fészkek és kasok emberi megfelelőjéről, a térhálózatokról lesz szó. Érdekes ismét egy állati példát hozni: a vakond példáját.¹⁰ A vakondok luxuslakást építenek. Egy takaros vakondlyuk járatai

¹⁰Pontosabban az angolszász irodalomban mole-ratnak hívott, vakondszerű földi kutya (*Cryptomys hottentous*) példáját. Biológus kollégáktól elnézést kérek a pongyola névhasználatért.

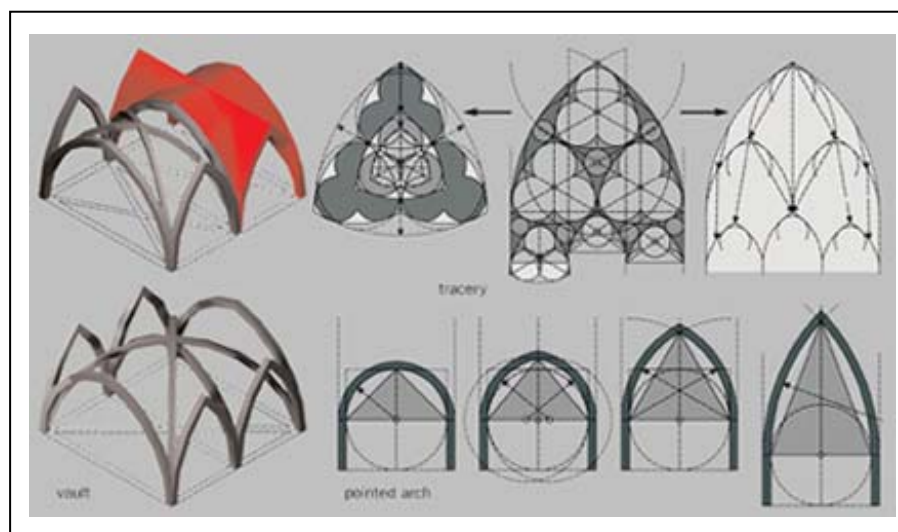
három kilométernél is hosszabbak (embermértékben ez hatvan kilométeres lakásnak felel meg...). A vakondpalota felépítése igen komplex: élelmiszergyűjtő galériákra, fészkekre és élelmiszerraktárakra oszlik. A vakond kultúrlény: a lakása a külön WC-k egész sorát tartalmazza. A vakondjáratok egyenes szakaszainak eloszlása skálafüggetlen (12. ábra; Le Comber és mtsai, 2002).

A vakondjáratok megoszlása ugyanazoknak a Levy-utaknak (Levy, 1937) a következménye, amelyekről a 3.2. fejezetben már említést tettem. Ha a vakond ki akarja deríteni, hogy a környezetében hol lehetnek ehető rovarok, muszáj, hogy skálafüggetlen járatrendszerrel építsen, mert ezzel járja be az elérhető területet a legnagyobb hatékonysággal. A vakondnak tehát anélkül hogy tudna róla, követnie kell a hangyák, méhek, gyümölcslegyek, őzek és albatroszok skálafüggetlen Levy-útjait (Cole, 1995; Viswanathan és mtsai, 1996; 1999).

Ahogy korábban említettem, a Levy-utak optimális keresési stratégiája evolucionárisan megőrzött általános tulajdonság lehet. Ez alól mi, emberek sem vagyunk kivételek. Ha egy képet nézegetünk, a szemünk Levy-utak mentén pásztázza végig a látnivalót (Boccignone és Ferraro, 2004), és ha a World-wide-web-en kattintgatunk, úgyszintén Levy-utakat teszünk (Huberman és mtsai, 1998). A skálafüggetlen, fraktálszerű képeket a válaszadók sorozatosan szebbnek találták (Hagerhall és mtsai, 2004; Spehar és mtsai, 2003). Az agyunk előre beépített térhálózata tehát skálafüggetlen. Ha bármilyen térhálózat építésébe fogunk: akár akarjuk, akár nem, ezt figyelembe *kell* vennünk. Le Corbusier, és más korszakváltó építészek elhatározhatják ugyan, hogy az egész emberiséget megtanítsák újszerűen gondolkodni, és szakíthatnak a skálafüggetlen hagyományokkal, de egyiküknek sem szabad elfelejtenie, hogy egy ilyen evolucionáris korszakváltás százezer, vagy egymillió év alatt mehet csak végbe. Addig? Addig marad a rossz érzés, a zavar. A gének lassúak kérem, és nem hagyják magukat megerősokolni. „*Péter, megkérdezhetem, hogy miről beszélés? Számomra úgy tűnik, hogy szenvedélyesen harcolsz valami ellen, csak azt nem értem: mi ellen és miért?*” Igen, Kekec. Megint igazad van. Ahogy a gyönyörű városainkra ránézek, és látom a lakótelepek blokkházainak borzalmas kártételét, és ahogy visszagondolok öt éves korom álmára, amikor Michelangelo nyomán szobrász és építész szerettem volna lenni, sajnos nem tudom visszafogni az érzelmeimet. Ez nagyon fontos kérdés a számomra. Elnézést kérek, hogy kizökcentem a tudományos objektivitásból. Kezdzük újra előlről.

A tradicionális építészetben nagyon sok olyan épületünk van, amelyek térhálójukban skálafüggetlen eloszlást hordoznak. Ezt általában fraktál tulajdonságnak hívjuk Benoit Mandelbrot elnevezése nyomán, aki először írta le a skálafüggetlen megoszlás általános érvényét a természet (felhő, hegy, fa, hópihe) és az emberi alkotások legkülönbözőbb térbeli alakzatai esetén (Mandelbrot, 1977). A reims-i katedrális, a Dózse Palota és a Ca' d'Oro Velencében mind skálafüggetlen, fraktál építmények. Ezek az épületek önhasonlóak. „*Péter, egy kicsit túlzottan laza vagy ebben a fejezetben. Ugye azt nem akard komolyan mondani, hogy a reims-i katedrális olyan, mint egy fa vagy egy hópihe?*” Kekec, egy kicsit túlzottan kekec vagy ebben a fejezetben. A felsorolt épületek esetén az önhasonlóság valóban nem olyan teljes, mint a hópihé vagy a fák esetén. Más szóval: a skálafüggetlenség még kevesebb nagyságrendre (skálára) terjed ki az épületeknél, mint

a természetes alakzatok legtöbbszörében. De létezik. A legszebb épületeink szépsége nem kis részben abból fakad, hogy térbeli osztásaikat, díszítő elemeiket skálafüggetlen statisztika szerint viselik (13. ábra; Lorenz, 2003). Mielőtt megkérdeznéd, Kecec ugyanazt a kérdést, amit a legutóbbi fejezetben Tolsztoj kapcsán már egyszer feltettél, hadd jegyezzem meg, hogy a skálafüggetlenséget nemcsak az írók, hanem az építészek sem tervezik. A skálafüggetlenség tervezetlen megjelenése a régi Mesterek, és a természet egységéről árulkodik. A XX. század építésze eltörölte az ornamentumokat, az oszlopcsarnokokat, a verandákat, és szakított a régi mesterek megannyi más gyönyörű hagyományával is. Skálák sorát törölték egy pillanat alatt. Az újításokkal a skálafüggetlenség évmillió evolúciós öröksége óriási károkat szenvedett.



13. ábra. **A gótika fraktáljai.** Az ábrán a gótikus építészet legfontosabb stílusjegyének fraktál jellegét mutatom be. Az önhasonló elemeket a vázlat igen jól szemlélteti. (Lorenz, 2003, munkájából a szerző engedélyével). A fraktálszerű építmények esetén az önhasonlóság mértéke nem éri el a matematikai fraktáloknál tapasztalható igen magas szintet. Ennek oka legtöbbször a teljesebb fraktálok megépítésének technikai nehézségeiben rejlik.

Egy évvel azután, hogy Mandelbrot (1977) nagyszerű könyvének angol változata napvilágot látott, Peter Eisenman kiállította a *House 11a* projektet. Eisenman művészetében a fraktál (a skála-FÜGGETLENSÉG) három destabilizáló elem: a megszakítottság, az öntörvényűség és az önhasonlóság egysége volt, amelyik azért újította meg az építészetet, mert egyszerre mondott ellent a létünk folyamatosságának, az eredetünk meghatározottságának és az esztétikai érzékünknek (Ostwald, 2001). Ebben a szemléletben a fraktál építészet a káoszelmélettel állt párban, ami a skálafüggetlen eloszlás eredeti, harmóniára törekvő, önfejlődő jelentését a feje tetejére állította. Nem meglepő módon a *House 11a* különböző változatai a kényelemmel még köszönő viszonyban sem álltak. A legkisebb objektum ugyan emberméretű, de házként használhatatlan alkotás volt. Ugyanakkor a legnagyobb objektum teljesen túlméretezett volt bármilyen emberi használat számára. Az optimális méretű, és elvben használható objektumot az alkotó telezsúfolta az objektum más-és-más skálán modellezett kisebb változataival, amely ezt a változatot is alkalmatlanná tette bármilyen értelmes használatra. Mindennek ellenére a fraktál építészet igen nagy visszhangot keltett, és egy

évtizeden belül több száz, hasonlóan fraktálszerű építmény tervei születtek meg (Ostwald, 2001).

A fraktál építészet iránti kezdeti lelkesedés hamar alábbhagyott. A kilencvenes években egyre többen és többen kezdték kritizálni a kezdeti alapelveket (Ostwald, 2001). Az alapötlet azonban kiirathatlannak bizonyult. Carl Bovill-nak (1995) a fraktál építészeiről szóló, igen kiegyensúlyozott munkája a fraktál építészet valódi elemei, a természetes fraktálok harmonikus építészeti felhasználása lassú újrafelfedezésének kezdete volt. A XX. század megingása után a centimétértől a méterig terjedő, „humanizált” építészeti skálák lassan újra elnyerték a méltó helyüket. A motívumok skálafüggetlensége az épített térhálózatok harmóniájának, örömforrásának egyik fontos eleme. Ugyanakkor a skálák pontos mértéke sem mellékes. A régi (és az angolszász világban máig fennmaradt) nem-metrikus mértékek igen jó alapot szolgáltatnak a legfontosabb skálák azonosítására. Ha kihagyjuk, vagy nem a jelentőségüknek megfelelő súlyt adunk a hüvelyk-láb-könyök(jard) mértékeknek a minket körülvevő terek tervezése során, a kapott építmény megfelelhet a tisztán vett „fraktalizmus” szabályainak, de mégsem fogja senki jól érezni magát benne. Az épített tér hálózatának szinkronban kell lennie az emberi léptékek legfontosabb elemeivel.

A városok – legalábbis azok, amelyek megérdemlik ezt a nevet – fraktálok (Batty és Longley, 1994; Portugali, 1999). A skálafüggetlen eloszlási törvények egyik legősibb változata, a Zipf törvény a városok méret-eloszlását írta le (Zipf, 1949). A városok skálafüggetlen méret-eloszlásának magyarázatára számos elmélet született (Makse és mtsai, 1995; Vicsek, 1989; Zanette és Manrubia, 1997). A legtöbb magyarázat abból indult ki, hogy a városok mérete egymásra épülő, helyi lépések sorozatának eredménye. E lépések egy hierarchikus, moduláris városszerkezet megjelenését okozzák, ahol az egyes részek növekedési üteme a 3.2. fejezetben már említett Máté-hatásnak felel meg: a városfejlődés a fejlett területek szomszédságában gyorsul fel.

Hogyan jelentkezik a skálafüggetlenség a városokban? Ugyanaz a helyzet itt is, mint az előző fejezetben a regények esetén. Egy szerves fejlődés eredményeként kialakult városban a skálafüggetlen eloszlás rengeteg jellemző mentén alakul ki egymással párhuzamosan. Skálafüggetlen eloszlást találunk az objektumok méretében a kirakatok otthonos mütyürkéinek hüvelykes skálájától a sugárutak, terek és parkok szabadságot és korlátlanágot adó mérföldes léptékéig; skálafüggetlenek azok a távolságok, amelyeket irányváltoztatás nélkül városainkban megtehetünk; a külvárosok is a skálafüggetlen statisztikát követik a növekedésük során (Makse és mtsai, 1995), és bizonyára skálafüggetlenség érvényesül a harmonikus városkép sziluettjének függőleges tengelye mentén is.¹¹ A legtöbb házunk kicsi, néhány azonban nagy és van pár, amelyik igen nagy. Ha van néhány hegy is a környezetben, akkor a helyzet már nagyon-nagyon kedvező. A városaink tényleg fraktálok (Batty és Longley, 1994; Portugali, 1999; Vicsek, 1991).

¹¹Noha a budai hegyek a városkép sziluettjének skálafüggetlen eloszlásában a skála hosszabb léptékét kellőképpen feltöltik, a pesti oldalon ez a sejtés a sokat vitatott toronyház-komplexek igen jól meggondolt megépítése mellett szól. Érdeemes lenne egy konkrét vizsgálatot kezdeni annak átgondolására, hogy hány és milyen toronyházat bírna el a pesti városkép a skálafüggetlen eloszlás sérelme nélkül.



Védjük meg a kirakatainkat! Hadd hívjam itt fel nyomatékosan a figyelmet arra, hogy a multik¹² egyre terjedő gyakorlata, amely a hagyományos magyar kirakatokat elkeserítően igénytelen plakátokkal, vagy befestett siralomfalakkal helyettesíti, nem magánügy. A multik ezzel azt az évszázadok alatt kialakult skálafüggetlen városképet rombolják le, amely miatt a turisták Budapestet és más városainkat fontosnak tartják. Kirakataink sokkal fontosabbak, mint gondolnánk. Elpusztításuk nehezen forintosítható, de rendkívül nagy kárt okoz az országnak. Kérek mindenkit, aki tehet ezért: védjük meg a kirakatainkat!

“Péter, teljesen átérzem a kirakatoikat védő indulatodat, de hadd kérdezzek itt valamit: Te tényleg azt sugallod, hogy a harmonikus város önfejlődés eredményeként jött létre? Szerinted vissza kellene állítanunk a középkori városok skálafüggetlen ürülekhalmaait az utcák közepén csurgó szennyvízzel együtt?” Nem. Amikor Haussmann kiharította Párizs körútjait és sugárútjait az önfejlődés eredményeként létrejött város élő szövetéből, akkor éppen azokat a hiányzó, nagyobb skálákat építette be a városba, amelyek nem tudtak kialakulni a tervezetlen önfejlődés eredményeként, és amelyek hiánya már a városi közlekedés teljes csődjét vetítette elő. V. Sixtus pápa ugyanezt cselekedte meg Rómában. A nagy parkok telepítésének is pontosan ez volt az oka. Nem lehet kérdéses: a városok önfejlődését néha központi beavatkozással is segítenünk kell. De ennek a beavatkozásnak nagyon megfontoltnak kell lennie. Nikos Salingaros (2004) számos nagyszerű tanácsot sorolt fel a Várostervezők 5. Konferenciájának megnyitó beszédében:

- Védjük meg, és képezzük újra a skálafüggetlen eloszlás kicsiny értékeit: a gyalogjárdákat, az ornamentumokat, a kioszkokat, az ülésre alkalmas alacsony falakat. Ezek kötik ugyanis össze a város szerves tömegét az ember élő intimitásával. Növeljük meg a kontrasztot, hogy városaink látványa izgalmasabb legyen, és tegyük mindezt harmonikusan multifunkcionálissá, hogy érzelmileg feltöltő fizikai környezet vehessen körül minket.
- Lassítsuk le a skálafüggetlen eloszlás nagy értékeit képviselő objektumok építését: többet gondolkodjunk, mielőtt autópályák, felhőkarcolók, vagy elterpeszkedő külvárosi villanegyedek építésére adunk engedélyt.
- Teremtsük meg a zöldterületek skálafüggetlen eloszlását a városon belül.
- Alakítsuk ki a fizikai és a „számítógép” város szerves érintkezésének pontjait.

A hálózati tulajdonságok számos más eleme is működik a minket körülvevő térhálózatokban. A harmonikus város nemcsak skálafüggetlen, hanem egy kicsiny világ is, amely a fizikai közlekedés és a „számítógép-város” szintjén számos hosszú távú kapcsolatot tartalmaz (Salingaros, 2004). Egy lakható város egymásbaágyazott. A lakható város összes fent említett funkciója és megoszlása keverten, egymásbaágyazottan fordul elő (Alexander, 1965).

A XX. század építészete lecsökkentette a „modern” városok diverzitását. Az alternatív utakat feleslegesként megszüntették, és AZ AUTÓPÁLYA vált a legtöbb modern

¹²Konkrét példákat a hitelrontásért várható perek miatt itt hadd ne említsek... A fentiekhez azonban annyit muszáj hozzátennem, hogy a multik sematikus emlegetése nem teljesen indokolt, ugyanis sajnos nagyon sok igénytelen hazai cég is akad a kirakatrombolók között.

nagyvárosban a közlekedés szinte egyedül lehetséges, és folyamatosan bővített eszközzé (Alexander, 1965; Salingaros, 2004). Az alternatív utak újraépítése nagyon sok olyan gyenge kapcsolatot teremthetne, amely megnövelhetné a közlekedés biztonságát és stabilitását. Ehhez hasonlóan a város funkcionális moduljainak tudatos összekeverése (és a Le Corbusier típusú otthon-munkahely kettéosztottság megszüntetése; Alexander, 1965; Salingaros, 2004) szintén a város stabilizáló gyenge kapcsolatainak újraéledését hozhatja el.

A peremterületekre is nagyon nagy figyelmet kell fordítani. Az agy (8.4. fejezet; Agnati és mtsai, 2004), vagy a cégek (9.4. fejezet; Sabel, 2002) korábban említett peremterületeihez hasonlóan a városi közlekedés kiemelt kapcsolódási pontjait is (például ahol az ember otthagyja az autóját és elsétál a metróhoz) különös figyelemmel kell kialakítanunk (Salingaros, 2004). Itt is lehetőség nyílik arra, hogy jónéhány stabilizáló gyenge kapcsolatot építsünk ki. Érdemes ezekre a helyekre olyan üzleteket telepíteni, ahol az emberek megállhatnak, és megvehetik a napi élethez szükséges legfontosabb dolgaikat. Érdemes ezek a pontokon olyan részeket kiképezni, ahol zöldterülettel körülvéve az emberek leülhetnek egy pillanatra, és beszélgethetnek egy kicsit. Mit találunk ma a legtöbbször ezek helyett? Betonmezőt, ahol aszfaltozott sivatagok végeláthatatlan méterein kísér minket a rossz érzés, amíg végre megtaláljuk a lezárt kocsink. A városaink az a névjegyünk, amelyet gyermekeinknek nyújtunk át: „Ezen a helyen éreztük mi magunkat otthon. Ezt hagyjuk rátok is.” Ezt? Komolyan ezt? A változtatásnak számos olyan eleme van, ami nem elképesztően költséges. Csak fontos. Nagyon fontos. Érdemes elgondolkodni ezen.

A legutolsó mondatok az építészetén túl egy más síkot is érintettek már. Megfelelő tervezéssel nemcsak a város közlekedési hálózatán belül tudunk gyenge kapcsolatokat építeni, hanem a város lakói között is. Így, ugyanazzal a művelettel egyszerre járulunk hozzá a város közlekedésének és életének a stabilizálásához.

Egy harmonikus térháló remekmű. Szinte biztos, hogy ez a remekmű is a skálafüggetlen eloszlásoknak és az egyszerre jelenlévő szinkronnak pontosan ugyanazt a többdimenziós egységét igényli, amit az előző fejezetben említett irodalmi remekművek. A térháló szinkronja elősegíti tehát a lakók és látogatók szinkronját és realxációját is (Mikiten és mtsai, 2000). Ez pontosan ugyanaz a magasztos érzés, mint amit akkor érzünk, ha a római Szent Péter bazilikába belépünk, vagy egy kyoto-i Zenkertben sétálunk. A remekmű megalkotásához Mester szükséges. A térháló Mesterének nem az emberi kapcsolatok hatodik hatványán kell gondolkodnia, mint Shakespeare-nek. Ennek a Mesternek a térbeli összefüggéseknek egy hasonló komplexitását kell átlátnia és uralnia. Ennek a Mesternek is, a tudós-mesterhez hasonlóan az átfedő elemek, és tervek többértelműségét kell elviselnie, megértenie és alkalmaznia (Alexander, 1965). A térháló Mesterének legalább a tér hatodik hatványán kell gondolkodnia. A mérnöki tervezés modern komplexitása a művészetek kategóriáját súrolja, mint ahogy azt majd a 10.5. fejezetben részletesebben elemezni fogom.

Azt hiszem megtaláltam a választ a fejezet elején feltett kérdésre. Azért szeretjük Budapestet, Párizst, Velencét és a Föld minden kedves városát, mert érezzük azt a harmóniát és bölcsességet, amelyet generációk és nagy Mesterek hosszú sora ezeknek a városoknak a fejlődésébe beleépített. E városok pontosan ugyanazt a kollektív és sok

esetben szinkronizált relaxációt segítik elő, mint a nevetés, mint a taps, mint a focimeccs hullámzásai, vagy mint egy Nobel-díjas regény.

10.4. Programhálózatok

Elérkeztünk a legutolsóhoz az emberi hálózatokat tárgyaló fejezetek közül. „*Péter, nekem itt valami hiányzik, Valami?? Az nem kifejezés. Nekem itt millió dolog hiányzik. Tényleg nem akarsz egy szót sem szólni az áramhálózatokról, a kommunikációs hálózatokról, a transzport-hálózatokról, az Internetről, a World-wide-web-ről és a többi kimaradt apróságról? Az emberi teljesítmény a te agyadban a nyelvre, a regényekre, a térre és a számítógépes programokra korlátozódik? Bár így, egy sikeres érettségi után, az ember hajlamos mindent kidobálni, az én agyamban jut még másnak is hely.*” Kecec, először is hadd gratuláljak az érettségidhez! Nem akarom megkérdőjelezni, hogy a te agyadban több mindennek jut még hely, mint az enyémben, hiszen pl. az IQ is csökken az életkorral, így aztán ideje felkötnöm a gatyám. Ennek ellenére, hadd biztosítsalak arról, hogy az általad említett területek tárgyalása nem közmondásos szórakozottságom miatt maradt el. Jónéhány hálózatot, mint például az áramhálózatokat már a korábbiakban érintettem, mások esetén pedig irodalmi bűvárokodásaim során nem találtam semmilyen olyan ismeretet, amely új lett volna az eddig elmondottakhoz képest, és e hálózatok kisvilágságának, skálafüggetlenségének és egymásbaágyazottságának ismert tényein túlmutató volt.

A számítógépes programok sem kivételek: ők is kicsiny világok és a szerkezetük sok eleme skálafüggetlen megoszlást mutat (Valverde és mtsai, 2002; Myers, 2003; Potanin és mtsai, 2004). Ugyanakkor a szoftvertervezés különbözik az előzőekben ismertetett hálózatoktól. Az evolúcióképesség (azaz annak a lehetősége, hogy az adott programot sokféle módon lehessen továbbfejleszteni) a jó programok egy nagyon fontos értéke. A modern szoftvert a programozók egész serege egymással párhuzamosan alakítja ki. Így mind a modularitás, mind a hierarchia igen fejlett a számítógépes programokon belül, és a programok minőségének egy kulcsfontosságú elemévé lépett elő. A program modulok közötti sokdimenziós és sokoldalú kapcsolatai nagyon gondos tervezőmunkát igényelnek (Gamma és mtsai, 1994; Pressman, 1992). A modulokat legtöbbször a lehetséges kölcsönható modulok általános leírását tartalmazó tervezési sémákhoz „elő-illesztik”, és így tulajdonképpen éppen olyan peremterületek kialakítását végzik el, mint amilyenekről már az agyműködés során (8.4. fejezet, Agnati és mtsai, 2004), a cégeknél (9.4. fejezet; Sabel, 2002) és az előző fejezetben szó esett. A tervezési sémák a 9.4. fejezetben leírt „pidgin formalizáció” egyik formái (Sabel, 2002).

A moduláris építkezés a számítógépes programok kisebb elemeire is kiterjed. A modularitás a más hálózatok esetén is szereplő motívumok egész seregének, mint például az önszabályozó ciklusoknak, vagy a negatív visszacsatolásoknak a gyakori alkalmazását igényli. A programozás egy külön ága éppen azzal foglalkozik, hogy ezeket a motívumokat „kibányássa” a létező programokból, és készen kapott elemként segítse más programokba való beépítésüket (Myers, 2003).

A számítógépes programok két külön osztályt képeznek, amelyeket bejövő és kimenő kapcsolataik nagyfokú aszimmetriája jellemez. Jónéhány modul igen kevés bemenő kapcsolattal és nagyon sok kimenő kapcsolattal rendelkezik. Ezek a modulok

általában nagyok, és igen komplex feladatokat látnak el, amelyhez számos kisebb modul segítségét igénylik. A kisebb moduloknak sok bemenő kapcsolata és kevés kimenő kapcsolata van. Ezek a modulok általában egyszerűbb feladatokat látnak el, amelynek az eredményét sok nagyobb modul használja fel (Myers, 2003; Potanin és mtsai, 2004). Valverde és mtsai (2002) elképzelése szerint ez a modulmegoszlás a fejlesztési költségek minimalizálása miatt jött létre, ugyanis éppen az optimumát jelenti a nagyobb, de drágább és a kisebb, de olcsóbb komponenseknek. Az egyenlőtlen ki- és bemeneti kapcsolatok nyilvánvalóan megnövelik a gyenge kapcsolatok kialakulásának az esélyét. Ez megnöveli a számítógépes programok stabilitását, amelyről a fejezet hátralévő részében még fogok szót ejteni.

A programok egy jelentős részének „rossz a szaga”. Az ilyen programok nem öregek és romlottak, hanem például nagyon sok csomópontot használnak, azaz olyan modulokat, amelyek rengeteg más modulhoz kapcsolódnak. Az ilyen tervezési elemek rossz programozói munkáról tanúskodnak, és „antipattern”-nek hívják őket (Brown és mtsai, 1998). Ez összhangban van a programbeli kapcsolatok fentebb említett skálafüggetlen eloszlásával, amely szerint a nagyobb programokban csak néhány csomópont lehet. A rossz programok szagtalanítását refaktorizálással lehet elérni. A refaktorizálás során „a számítógépes programot úgy változtatjuk meg, hogy a program által végrehajtott feladat ne változzon, de ugyanakkor a program futása kiszámíthatóbb, megbízhatóbb legyen” (Fowler és mtsai, 1999). A refaktorizálás e definíciója teljesen megegyezik a gyenge kapcsolatok 5.2. fejezetben leírt funkcionális definíciójával (Berlow, 1999). A refaktorizálás számos lépése (pl. a kisebb, kompaktabb, egy konkrét cél megvalósítására szolgáló modulok beépítése, a két alfeladatra való szétvágás, stb.) a korábbinál több kapcsolatot teremt a programrendszeren belül (Brown és mtsai, 1998; Fowler és mtsai, 1999), amelyek a fenti funkcionális definíció értelmében gyenge kapcsolatok. A refaktorizálás eredményeként a program stabilabb lesz. A refaktorizálás tehát egy komplex programrendszer olyan átrendezése, amely során a rendszerben a gyenge kapcsolatok száma nő, és ezzel párhuzamosan a rendszer stabilabb lesz. A programokat a gyenge kapcsolatok más előfordulási formái is stabilizálni képesek. A degeneráltsággal belépő gyenge kapcsolatok stabilizáló hatását például az objektum-orientált programrendszerek polimorfizmusa használja fel (Myers, 2003).

Ahogy a refaktorizálással kapcsolatos nagyszabású munkák is mutatják, a számítógépes programok a különlegesen instabil rendszerek közé tartoznak. (Ennek egyik közismert példajaként egy egyszerű gépelési hiba egy egész program-óriást azonnali leállásra tud kényszeríteni. További közismert példákhoz elég bekapcsolni a számítógépünket és várni egy kicsit...) Lehman II. törvénye szerint a számítógépes rendszerek igen komplex rendszerekké válnak, ha szisztematikus munkát nem végzünk ennek elkerülésére (Lehman és mtsai, 1998). A komplexitást a hozzáférhető számítástechnikai kapacitások, mint források szűkössége is növeli (Crutchfield, 1994). Ugyanakkor ez a komplexitás nem az a komplexitás, amely automatikusan magában foglalná a stabilitást és a hibatúrét. A számítógépes programok komplexitása kiemelkedően nagy evolúcióképességüket szolgálja. Ahogy a fentiekben említettem, az önállóan is működőképes elemek iránti igény, és a szinte teljes körű modularizáció a programozás során születő komplexitás két kulcseleme. Egészen új keletű az a felismerés, amely a nagyobb programcsomagokban a degenerált funkciók szükségességét hangsúlyozza. A degeneráltság „kifizetődő”, hiszen a kiépítéséhez

szükséges többletköltségeket a program megnövekedett stabilitása, és javításának valamint helyi installálásának lecsökkent költségei bőven ellensúlyozzák (Myers, 2003). Észrevehetjük, hogy a programtervezés a refaktorizálás és az extrém programozás révén becsempészte a barkácsolást a mérnöki tervezésbe (Beck, 1999; Brown és mtsai, 1998; Fowler, 1999). Ez azonban már a következő fejezethez vezet bennünket, ahol vissza fogok térni a mérnöki tervezéshez, és össze fogom foglalni, hogy eddig mit tanultunk a bonyolult mérnöki rendszerek stabilitásának kialakításáról és megőrzéséről.

10.5. Mérnökök és barkácsolók: egy új szintézis felé

A 4.6.-os fejezetben összefoglaltam Jacob (1977) igen széles körben használt, és sikert aratott elképzelését, amellyel az evolúciót barkácsolóként állította be. A barkácsoló, a mérnökkel ellentétben nem készít tervrajzot, nem optimalizálja a rendszert előzetesen, hanem addig illesztgeti a készen talált és itt-ott módosított elemeket, amíg azok a megfelelő funkcióra alkalmasak nem lesznek. Ebben a fejezetben azt fogom megmutatni, hogy az ember által tervezett rendszerek komplexitása elérkezett arra a szintre, amikor a mérnöki tervezőmunkába óhatatlanul a barkácsoláshoz hasonló elemek keverednek. Más szavakkal „Az a tény, hogy még a mérnökök is barkácsolókká válnak, amikor a legbonyolultabb rendszerek tervezésére kerül sor, azt mutatja, hogy milyen elképesztően bonyolulttá válik az optimális szerveződés megtalálása, ha a komplexitás egy bizonyos szintjét átlépjük” (Sole és mtsai, 2003a).

Valóban. A mérnöki módon megtervezett rendszerek nagyon régen elérték azt a szintet, amikor a felfogóképességünk 10.2. fejezetben említett határai a rendszer egészének logikai analízisét lehetetlenné tették egyetlen emberi agyban. Mivel a biológiai memóriánk kiterjesztése (például a komputer/ember kiborgok révén) ma még inkább sci-fi, semmint valóság, a fenti problémára jelenleg három lehetséges megoldás kínálkozik:

- Alkalmazzunk kivételes adottságokkal bíró embereket, akiknek az átlagosnál sokkal jobb felfogóképességük van (ők a 10.2. fejezet Mesterei, akik személyükben példázzák, hogy a modern mérnöki tudomány művészetté vált). Ebben az esetben a végső eredmény valószínűleg rendkívül egyedi és kreatív lesz, még talán optimális is, de a továbbfejlesztése az eredeti Mester nélkül szinte elképzelhetetlen, és másutt való alkalmazása szinte biztos, hogy erős korlátokba ütközik.
- Törjük szét a tervezési folyamatot apró részekre, és alkalmazzuk motívumok és modulok sokaságát (Alon, 2003), építsünk ki peremterületeket, és tervezési sémákat, ahogy azt az előző fejezetben leírtam.
- Áldozzunk fel valamit a gazdaságosságból, és helyezzünk el a rendszerben számos degenerált elemet (Edelman és Gally, 2001), amelyek a rendszer diverzitásához, több gyenge kapcsolathoz, és a rendszer fokozott stabilitásához vezetnek el.

A feladatra optimalizált mérnöki rendszereknek (Carlson és Doyle, 2002; Csete és Doyle, 2002) egyre inkább önszerveződően optimalizált mérnöki rendszerekké kell átalakulnia, amely a rendszer fejlődése, fejlesztése során egyre több degeneráltságot és

gyenge kapcsolatot emel be a rendszer működésébe.¹³ A nanotechnológiában és a mikroelektronikában ilyen rendszerek tervezése már nem a holnap kihívása, hanem a jelen szükségszerűsége (Edelman és Gally, 2001; Ottino, 2004). A mikro-félvezetők önfejlődő rendszereinek bevezetése egy ilyen önszerveződő mérnöki rendszerszemlélet térhódításának egyik első lépcsőfokaként értékelhető (Zheng és mtsai, 2004).

Még egy nagyon fontos következményre fel kell hívnom a figyelmet. A hagyományos módon megtervezett mérnöki rendszerek „innovációs felülete nagyon durva”. Más szóval: ezeknek a rendszereknek az „innovációs egyensúlya” igen megszakított. A mérnöki alkotások jelentős része egymástól többé-kevésbé elszigetelten, igen jól optimalizált szerkezete mély „energiaminimumában” ül. Ez a minimum az innovációs felület egy mély és elzárt völgykatlanjának felel meg. Így a mérnöki rendszerek jelentős részének a továbbfejlesztése nehézkes, hiszen ehhez előbb a fejlesztő csapatnak az innovációs felület egy nagy gerincét meg kell másznia. (Ha ez sikerül, akkor viszont a fejlesztés meglődül: ezért vannak a 4.2. fejezetben említett innovációs lavinák.) Ugyanakkor, az önszerveződő folyamat eredményeként létrejött szerkezetek „képesek előre megjósolhatatlan körülmények között is helytállni, ahol az előre tervezett optimalizálás lehetetlenné válik” (Edelman és Gally, 2001). A fehérjék stabilitási felületének kisimitásához hasonlatosan (6.2. fejezet), vagy a színdarabok és regények cselekményfelületének stabilizálásához hasonlóan (10.2. fejezet), a mérnöki tervezőmunka során beépülő, beépített gyenge kapcsolatok lelapítják az innovációs felület (Tyre és Orlikowski, 1994) hegygerinceit és az új prototípus gyorsabb és olcsóbb kifejlesztéséhez vezethetnek el. A mérnöki rendszerek stabilitásának és evolúcióképességének párhuzamos javítása bőven megéri azokat a többletköltségeket, amelyek a degenerált rendszerek és a velük együtt járó gyenge kapcsolatok kiépítéséhez kellenek.

Befejeztük a Hálóvilágban tett ötödik utunkat, amelyen az ember által épített hálózatokat tekintettük át. Megtanultuk, hogy a többértelműség és a degeneráltság stabilizálja a nyelvhaló: beszédünk és leírt szövegeink értelmét. A skálafüggetlen eloszlások sokdimenziós szinkronja a remekművek egy nagyon fontos tulajdonsága lehet, ami az Olvasóban erős relaxációt, azaz katarzist okozhat. A minket körülvevő térháló rendkívül fontos a mindennapi jóérzésünk szempontjából. Nagyon fontos, hogy a skálafüggetlen, fraktálszerkezetét ne bontsuk meg, és teremtsünk lehetőséget arra, hogy gyenge kapcsolatokkal mind a városaink közlekedését, mind életét stabilizálhassa. Végezetül, a modularitás, a degeneráltság és a gyenge kapcsolatok mind-mind nagyon fontosak a mérnöki rendszerek stabilitásának és továbbfejleszthetőségének párhuzamos növelésében. E nagyon fontos tanulság most még elég ellentmondásosnak hangozhat, de a 13.3. fejezet szintézisében a stabilitás és a továbbfejleszthetőség kettőssége magyarázatot fog kapni.

¹³A fehérjék evolúciója e gondolat egy további érdekes példáját adja. A magasabbrendű élőlények komplexebb sejtjeiben olyan fehérjék vannak, amelyek felépítési kombinativitása nagyobb. Ez azt jelenti, hogy e fehérjék szerkezete (tervezési sémája) az egyedi aminosav sorrendeknek egy nagyobb változatosságát képes befogadni, mint az ugyanannak a fehérjének az egyszerűbb élőlényekben előforduló formája (Li és mtsai, 1996; Tiana és mtsai, 2004). A magasabb felépítési kombinativitású rendszerek megnövekedett diverzitása szintén több gyenge kapcsolat kialakulásához vezet.