

## A TUDOMÁNYOS KUTATÁS SZERKEZETÉNEK FELDERÍTÉSE: AZ EGYÜTTIDÉZÉSI KLASZTERTECHNIKA

BUJDOSÓ ERNŐ

### A tudomány fejlődési gócai

A természettudományi alap kutatás területén dolgozó kutatók talán kivétel nélkül feltették már saját vagy mások munkájával kapcsolatban azt a kérdést, hogy mennyire „modern”, azaz mennyire van a kutatás „frontjában” az a terület, amit művelnek? A kérdésre legtöbbször nagyon nehéz volt válaszolni. A feleletet a tudomány működési mechanizmusának és a tudományos kutatás szerkezetének ismerete mindenképpen megkönnyíthetné. Nem véletlen tehát, hogy a tudománymetria egyik feladatának éppen a „tudományos gépezet” működésének felderítését tekinti.<sup>1-7</sup>

A kialakított működési modellekben a tudományos eredményt annak írott dokumentumai a *közlemények*, a közöttük lévő kapcsolatokat pedig a *hivatkozások* reprezentálják. Ezek a kapcsolatok képezik azokat a szálakat, amelyek hálóként átszövik a publikációk halmazát és kialakítják e halmazok szerkezetét.

A hivatkozások statisztikai vizsgálata azt mutatta, hogy általában, a megjelent publikációknak csupán egy tört részét (kb. 25%-át) idézik tízszer, vagy ennél többször. A tudomány „frontjában” lévő publikációkat tehát elsősorban ezek között az aránylag csekély számú, sokszor idézett és a hivatkozási-idézeti kapcsolattal szorosan egymáshoz kapcsolt közlemények között kell keresni.<sup>1</sup> Ez az alapja lényegében az együttlidézési klasztertechnikának (co-citation clustering), amelyet *Maršakova*<sup>8</sup> a Szovjetunióban és *Small*<sup>9</sup> az Egyesült Államokban egymástól függetlenül dolgozott ki a tudományos fejlődés gócait képező publikációk és a közöttük lévő kapcsolatrendszer felderítésére. A tudomány szerkezete ugyanis a szűk tématerületeken elért eredmények mozaikjaiból áll össze. Manapság már aligha mondhatjuk el valaki magáról, hogy ezekből a mozaikokból képes a tudomány egységes képét átlátni.<sup>10-13</sup> Szükség van tehát egy olyan számítógépes, automatikusan alkalmazható objektív technikára, amely a lényeges és alapvető összefüggések feltárásával, mint egy röntgenkép, megmutatja a tudomány vázát.

A módszert számos tudományterületen alkalmazták. A kapott eredményeket összevetették a „peerek”, a szakmabeli egyenrangúak véleményével.<sup>14</sup> Megállapították, hogy az együttlidézési módszer valóban alkalmas az egyes szakterületeken folyó természettudományos alap kutatási tevékenység fejlődési gócainak meghatározására, és ezek időbeli változásának nyomonkövetésére.<sup>15</sup>

A kutatás fejlődési gócainak meghatározása, a legintenzívebben művelt kutatási tématerületek keresése és a közöttük levő kapcsolatok vizsgálata a tudománymetriával és a szakterületi kutatással foglalkozó szakemberek kezében egyaránt hasznos eszköz a téma választást és az értékelést illetően.

## A hivatkozási-idézeti kapcsolat és az együttidézés

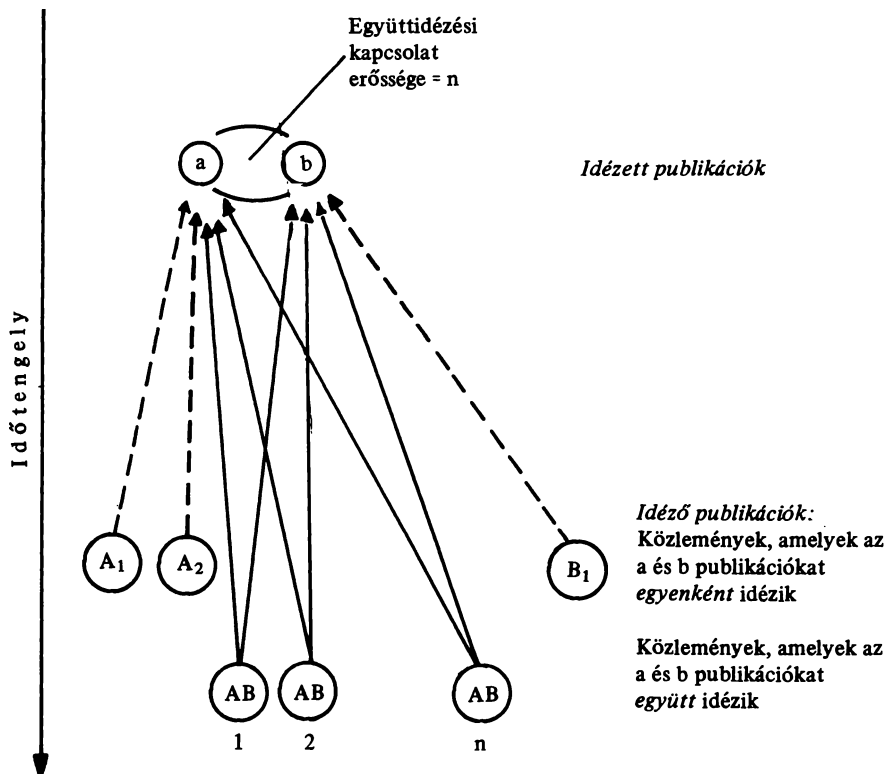
A tudományos kutatás anyagi és szellemi erőforrásokból, valamint szakirodalmi információból táplálkozik. A kutatás eredményeképpen új, fejlettebb ismeret születik. A létrehozott új információ általában írott formát ölt, amelynek hivatkozásjegyzékében a szerző feltünteti mindazokat a forrásokat, amelyekre mint tudományos ismeretekre támaszkodik, munkája előzményének tekint, adatait vagy módszereit alkalmazza, vagy felhasználja abban az intellektuális folyamatban, amellyel eredményeit értelmezi és elhelyezi az eddigi ismeretek körében.

Ez a hivatkozási-idézeti kapcsolat láthatatlan szálakkal szövi át a tudományos publikációs tevékenységet. Összeköti azokat a publikációkat, amelyek egymással tárgyi kapcsolatban vannak.

A kutatási tevékenység élvonalát általában a magas idézettségű, egymással szoros idézettségi és eszmei kapcsolatban lévő közleményekben található tudományos eredmények képezik. Kérdés csupán az, hogy milyen módon válogathatók ki a publikációk halmazából azok, amelyek szoros összefüggésben vannak egymással. Megfigyelték, hogy egyes közlemények hivatkozásjegyzékében bizonyos publikációk gyakran ugyanazokkal párosítva fordulnak elő. Tekintsük tehát az illető két közlemény közötti kapcsolat szorosságára jellemzőnek az együttes előfordulási gyakoriságukat a vizsgált halmaz publikációinak irodalomjegyzékében. Az együttidézési technika erre a hipotézisre építve és ezt a tulajdonságot kihasználva igyekszik a publikációkat és a publikációk által képviselt témát, illetve szakterületet mechanikusan, számítógéppel végezhető eljárással meghatározni.

Az együttidézés tehát azt jelenti, hogy két vagy több publikáció egy későbbi publikáció irodalomjegyzékében egyszerre fordul elő, azaz azokat együtt idézik. Az idézett két, illetve több publikáció közötti kapcsolat szorosságát, a közöttük lévő „hasonlóságot” jellemezheti egy adott időtartam alatt megjelenő, az illető publikációkat együtt idéző közlemények darabszáma, amelyet együttidézési számnak nevezhetünk. Kettős együttidézésről beszélünk, amennyiben két, hármas együttidézésről, amennyiben három publikáció egyszerre történő idézését vizsgáljuk a későbbi publikációkban.<sup>16</sup> A hasonlóság felderítéséhez azonban elegendő a kettős együttidézetséget, azaz a páronként idézett publikációkat vizsgálni (ld. 1. sz. ábra). Az együttidézési szám egytől akár több százig is változhat, mintegy folytonos és kellő finomságú mércéjét képezve az idézett közleményekben foglalt elvek, módszerek, eredmények stb. hasonlóságának. Ahhoz, hogy két publikáció együttidézési száma magas legyen, általában külön-külön is magas idézettséggel kell, hogy rendelkezzenek. Megjegyezzük, hogy az együttidézésen kívül a publikációk között egyéb kapcsolat is elképzelhető. Ilyen például az ún. bibliográfiai kapcsolat (bibliographic coupling).<sup>17</sup> Két publikáció akkor kerül bibliográfiai kapcsolatba, ha egy közös harmadikra hivatkoznak. Ez nem más, mintha az 1. sz. ábrán az idézett és idéző publikációk helyét felcserélnénk és az időtengelyt is megfordítanánk.

Az együttidézés a bibliográfiai kapcsolattal szemben azzal az előnnyel rendelkezik, képes az időbeli változás követésére, attól függően, hogy mire hivatkoznak a legfrissebb publikációk. Ez hozzásegíthet bennünket ahhoz, hogy az illető szakterület fejlődését nyomon követhessük.



1. sz. ábra  
 Publikációk együttidézésének szemléltetése

### Az együttidézési klaszterek képzésének számítógépes technikája

A klaszteranalízis alkalmazására egyre több példát találunk a szakirodalomban.<sup>18-19</sup> Célja azonban gyakorlatilag minden esetben azonos: komplex halmazban rejlő szerkezet felderítése az egyedek hasonlóságának felismerése révén. A hasonlóságot esetünkben az együttidézési kapcsolat erőssége, azaz az együttidézések száma jelzi.

Anélkül, hogy részleteiben ismertetnénk az együttidézési klaszteranalízis számítógépes technikáját, az alábbiakban vázlatosan ismertetjük az együttidézési klaszterezés főbb lépéseit.

Az együttidézési klasztertechnika az idézeteket is tartalmazó *Science Citation Index* adatbázis mágnesszalagjainak feldolgozásával történik. Első lépés a magas idézettségű cikkek kiválogatása. Ehhez valamely *idézettségi küszöbérték* [ $K$ ] megszabása szükséges. Az idézettség és az egy évi publikációk számának összefüggését az 1. sz. táblázat mutatja. Ha ez az idézettségi küszöbérték pl.  $K = 17$ , a publikációk száma máris az összes közlemény kb.

0,5%-ára redukálódott, ugyanis a teljes publikációs halmazból összesen csak ennyit idéznek 17-szer, vagy ennél többször. Ez például egy éves *SCI* anyagban 14 700 közleményt jelent. A belőlük képezhető párok száma  $0,5n(n-1)$ , amely a fenti értékre vonatkoztatva  $1,1 \times 10^8$ , még mindig meglehetősen nagy érték.

A továbbiakban meg kell szabnunk az *együttidézés szintjét*, amely egyrészt kifejezhető egyszerűen az adott időtartam alatt az *együttidézések számával* ( $n_{ab}$ ) vagy százalékosan az *együttidézés erősségével* (E):

$$E = \frac{n_{ab}}{n_a + n_b - n_{ab}} \cdot 100\%$$

ahol  $n_{ab}$  = a és b közlemény együttidézési száma,

$n_a$  és  $n_b$  = az a és b közlemény külön-külön kapott idézeteinek száma a vizsgált időtartam alatt.

Legyen pl. az a publikáció évi idézettsége  $n_a = 50$ , a b publikációé  $n_b = 20$ , az együttidézések száma  $n_{ab} = 10$ , akkor az együttidézés erőssége  $E = 17\%$ .

#### 1. sz. táblázat

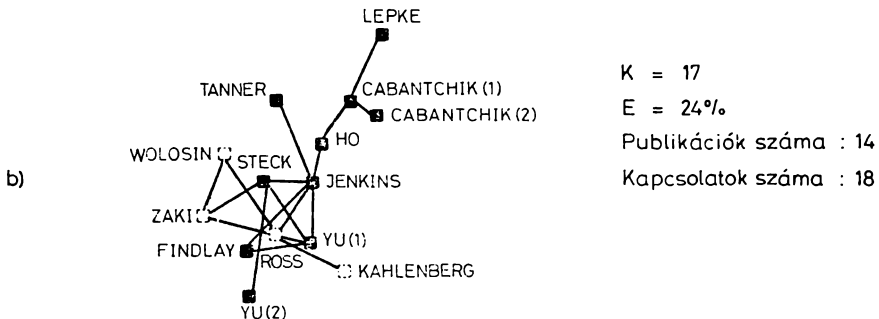
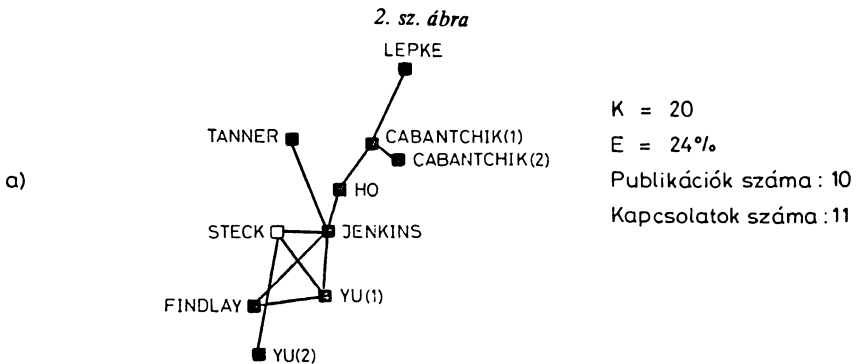
*Az idézettségi értékek és a közlemények száma közötti összefüggés  
(az 1978 évi Science Citation Index alapján<sup>18</sup>)*

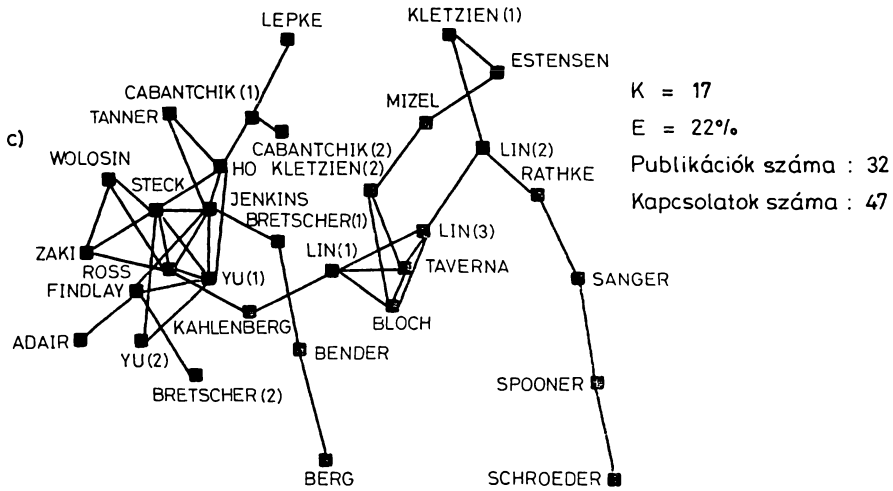
Idézettség	Publikációk	
	száma	%
1	2 675 936	70
2–4	876 993	23
5–9	199 210	5
10–16	49 741	1
17–25	14 694	0,5
26–50	7 163	0,3
51–100	1 415	0,1
101-fölött	353	0,1

Ha  $E = 0\%$ , akkor egyetlen klasztert kapunk, amelyet az összes páronként idézett publikációk halmaza képez, míg az ellenkező esetben, ha  $E = 100\%$ , az együttidézett publikációk egyenként önálló klasztert képeznek. Az együttidézés erősségének optimális értékét előre nem lehet meghatározni. Az idézettségi küszöbérték tekintetbe vételével olyan klaszter kialakítására kell törekedni, amely az összefüggéseket a legszembetűnőbben mu-

tatja.<sup>20, 21</sup> A küszöbérték és a szint csökkentésével ugyanis elérkezünk egy olyan pont-hoz, ahol a klaszterben szereplő publikációk és a kapcsolatok száma hirtelen megnő és ezáltal a klaszter áttekinthetetlenné válik. A számítógép a végleges klasztert több lépésben alakítja ki. Az idézettségi küszöbérték és az együttidézés erősségének hatását a klaszterre a 2. sz. ábrán mutatjuk be. A klaszterben szereplő publikációk között a kapcsolat – azaz az együttidézési szám – különböző. Ezt jelölheti például a publikációkat összekötő vonalak száma is. Sokkal szemléletesebb kép nyerhető azonban az ún. számítógépes többdimenziós skálázás (multidimensional scaling)<sup>13, 16</sup> eljárás alkalmazásával. Itt körök ábrázolják a publikációkat, és ezek területe arányos a kapott idézetek számával. A páronkénti együttidézési szám arányos ezek közös, átfedési területével. A körök középpontja közötti távolság kiszámítható, és ez a publikációk síkbeli elrendezéséhez az ún. klaszter-térképekhez vezet. E térképeken a kapcsolatok egymást átfedő körökkel vagy szintvonalakkal ábrázolhatók<sup>16</sup> (ld. 3.sz. ábra), vagy egyszerűen egymástól megfelelő távolságban elhelyezett pontokkal. Igen szemléletes képet nyújt a háromdimenziós ábrázolás (ld. 4. sz. ábra).<sup>22</sup>

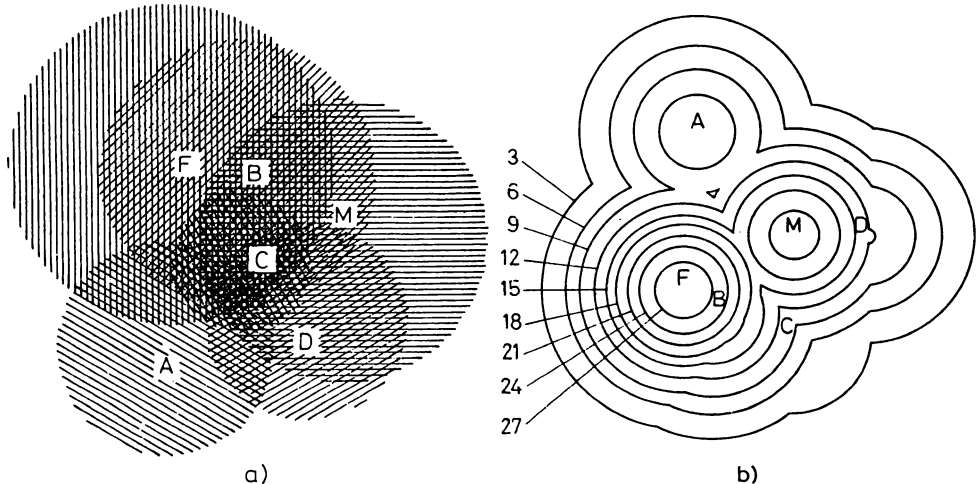
Az együttidézési klaszteranalízis alkalmazására további számos példát találunk a biológiában<sup>23, 24</sup> és a tudományos kutatás legkülönbözőbb területén.<sup>25-28</sup>





Az idézettségi küszöbérték (K) és az együttidézési erősség (E) változtatásának hatása a vörösversejtek membránszerkezetével foglalkozó együttidézési klaszterre: (a) a számítógép által több lépésben kialakított, véglegesnek tekintett klaszter; (b) az idézettségi küszöbérték (K) csökkentésének hatása: új közlemények lépnek be, amelyeket az üres kockák jeleznek; (c) az idézettségi küszöbérték (K) és az együttidézési erősség (E) együttes csökkentésének hatása a közlemények számának ugrásszerű növekedésében jelentkeznek. Megjegyzés: A klaszterekben a publikációk első szerzői vannak feltüntetve. A zárójelben lévő számok a publikációk megkülönböztetésére szolgálnak.

3. sz. ábra



A részecskefizika kutatás egyik területének az erős kölcsönhatásoknak a klaszterterképe<sup>14</sup> (1972). Az *a* és *b* ábrák 6 publikáció kapcsolatát tüntetik fel két változatban. Az *a* ábra esetén a satírozott kör átmérője arányos a kapott idézetek számával, a középpontok közötti távolság az együttidézési szám (az átfedő területek) alapján lettek számítva. A *b* ábra ugyanezt szintvonalakkal tünteti fel egy publi-

kációt olyan Gauss-görbe alakú forgástestnek tekintve, amelynek szórása egységnyi és az alatta lévő térfogat arányos a kapott idézetek számával. Az együttidézési számok a közös térfogatokkal arányosak. A szintvonalak mellé írt számok az egységnyi területre eső idéző publikációk számát jelzik. A publikációk jegyzékét a 2. sz. táblázat mutatja.

## 2. sz. táblázat

A 3. sz. ábrán bemutatott klaszterterképekben lévő dokumentumok kódja és idézési gyakorisága

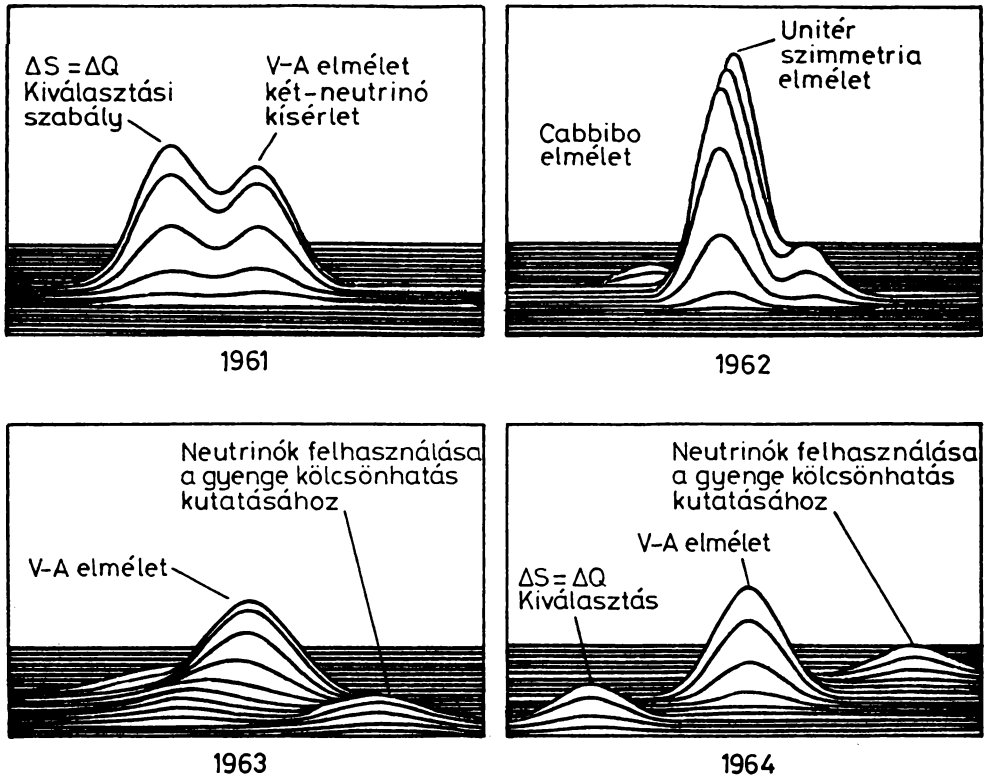
Dokumentum	Kód	Idézési gyakoriság
D. AMATI, A. STANGHELLINI and S. FUBINI: Theory of high-energy scattering and multiple production. <i>Nouvo Cim.</i> 1962.26 (5), 896–954.	A	88
J. BENECKE, T.T. CHOU, C.N. YANG and E. YEN: Hypothesis of limiting fragmentation in high-energy collisions. <i>Phys. Rev.</i> 1969. 188 (5), 2159–2169.	B	127
L. CANESCHI and A. PIGNOTTI: Multi-regge baryon exchange and central interaction: <i>Phys. Rev. Lett.</i> 1969, 22 (22), 1219–1223.	C	39
C.E. DeTAR, C.E. JONES, F.E. LOW, J.H. WEIS, J.E. YOUNG and C.I. TAN: Helicity poles, triple regge behavior and single particle spectra in high-energy collisions: <i>Phys. Rev. Lett.</i> 1971, 26 (11), 675–676.	D	76
R.P. FEYNMAN: Very high-energy collisions of hadrons: <i>Phys. Rev. Lett.</i> 1969, 23 (24), 1415–1417.		
A.H. MUELLER: $O(21)$ analysis of single particle spectra at high-energy: <i>Phys. Rev. D.</i> 1970, 2 (12), 2963–2968.	M	142

## A legintenzívebben művelt tématerületek jegyzéke

A mindent elborító információáradat kezelésében egyre keresik azokat a még járatlan, új utakat, amelyek előredezett és szűrt információkhoz vezetnek. Az emberi agy rendszerező képességét a számítógéppel végezhető speciális eljárásokkal egyesítve, a *szakértői rendszerszemlélethez* (expert system) jutunk. Ilyen módon például nagymennyiségű adatok, adatbázisok rendszerezésével a felhasználó céljának megfelelően átalakított, áttekinthetőbb információ birtokába juthatunk. Ezáltal olyan kapcsolatok is feltárulnak, amelyek ezen új eljárások alkalmazása nélkül rejtve maradnának.

A szakértői rendszerező munka és az együttidézési klasztertechnika előnyeit egyesíti az Institute for Scientific Information (ISI), Philadelphia, az „*Index to Scientific*

Reviews” (a tudományos összefoglaló munkák) és a „Research Front Specialty Index” (a legintenzívebben művelt kutatási tématerületek) index kiadványaiban.<sup>29</sup>



4. sz. ábra

A részecskefizika kutatás egyik területének a gyenge kölcsönhatások klasztereinek időszora 1961–1964 között.<sup>20</sup> Az egyes publikációk helyett itt a keletkező, fejlődő és összeolvadó elméletek vannak feltüntetve. A csúcsok magassága arányos a publikációk által kapott idézetekkel. A csúcsok között lévő távolságot az együttidézési adatok szabják meg azáltal, hogy az együttidézések számának arányosnak kell lenniük a felületek által kimetszett közös térfogatokkal.

A tudományos szakirodalomban egy tématerület egyedi eredményeit az összefoglaló vagy összefoglaló jellegű (review) cikkek rendszerezik és összegezik. Nem egy összefoglaló cikket mérföldkőként tartanak számon. Figyelemreméltó továbbá az is, hogy az összefoglaló cikket közlő folyóiratok (review journals) átlagos idézettsége (impact faktora) általában meghaladja a szakterületükön csupán kutatási cikkeket közlő folyóiratokét.

A feldolgozás során a természettudományok válogatott szakirodalmából, a *Science Citation Index* évente kb. 570 000 db forrástételéből a gépi eljárással és információs szakemberek bevonásával kb. 30 000 összefoglaló, vagy összefoglaló jellegű cikket szűrnék ki. Ugyanakkor a teljes 570 000 cikket tartalmazó éves halmazt együttidézési klaszteranalí-

zisnek vetik alá. Vizsgálják a cikkek idézettségét (a kapott idézetek számát) és a cikkek közötti kapcsolat szorosságát (az együttlidézések számát). A sokszor idézett, illetve együttlidézett cikkek halmazokba, klaszterekbe különíthetők. A természettudományos kutatás teljes szakirodalmát ezzel a rendszerezési technikával feldolgozva, a nyert klaszterek a „legforróbb pontoknak”, a természettudományos kutatás legintenzívebben művelt kutatási tématerületeinek tekinthetők. Ezek nevei automatikusan a klaszterben levő cikkek címszavaiból állnak össze. Az eljárást évről-évre megismételve feltárulnak előttünk a tématerületen bekövetkező változások is.

Az *Index to Scientific Review*\* félévente kiadott kötetei nemcsak az összefoglaló és összefoglaló jellegű publikációk idézeti index rendszere, hanem tartalmazza a legintenzívebben művelt kutatási tématerületek névjegyzékét, megadja az illető tárgyévben a témával kapcsolatosan írt összefoglaló művek bibliográfiáját, továbbá kapcsolatuk erősségét az illető tématerülethez, vagyis a tématerület klaszteréből, azaz az alapbibliográfiájából idézett közlemények számát.

### A tudományos kutatás térképei

A legintenzívebben művelt tématerületek együttlidézési klaszteranalízissel kiválogatott alapbibliográfiát képező cikkeit a többdimenziós skálázás alkalmazásával a síkban elhelyezve egy térképhez jutunk, ahol a közlemények távolsága jelzi (együttlidézési) kapcsolatuk erősségét. A térkép középső részén, az origóban és környékére tehát a sokoldalúan kapcsolt, alapvető fontosságú cikkek kerülnek. Ez azt is jelenti, hogy amennyiben a tématerület irodalmát tanulmányozni kívánjuk, célszerű az itt elhelyezkedő cikkekkel kezdeni az irodalmazást (*ld. 5. sz. ábra*). A térképeket tárgykör szerint összegyűjtve atlaszokba rendezik.<sup>30,31</sup> Az atlasz tartalmazza a kutatási front megnevezését, rövid leírását, az alapvető közlemények klaszterterképét, bibliográfiai adatait, tárgyévben kapott idézeteik számát, továbbá az alapbibliográfia cikkeiből a legtöbb közleményt idéző kulcs-cikkek listáját, a cikkben idézett alpcikkek számát. Utóbbit egyben a tárgyi kapcsolat erősségeként is tekinthetjük.

Megjegyezzük, hogy az ISI/BIOMED SEARCH rendszer lehetővé teszi a biológiai és orvosi biológiai kutatási frontokon alapuló online keresését az 1980 évtől, összesen 1440 folyóiratban.<sup>32</sup>

Tudományterületek kialakulásának és fejlődésének vizsgálatára az együttlidézési klaszterterképekhez hasonlóan a dokumentumok tartalmát jelző szólánccolatok közös szavainak előfordulási gyakorisága alapján készített térképek is alkalmasak és mint „társ-szó” (co-word) analízis vált ismertté.<sup>23</sup>

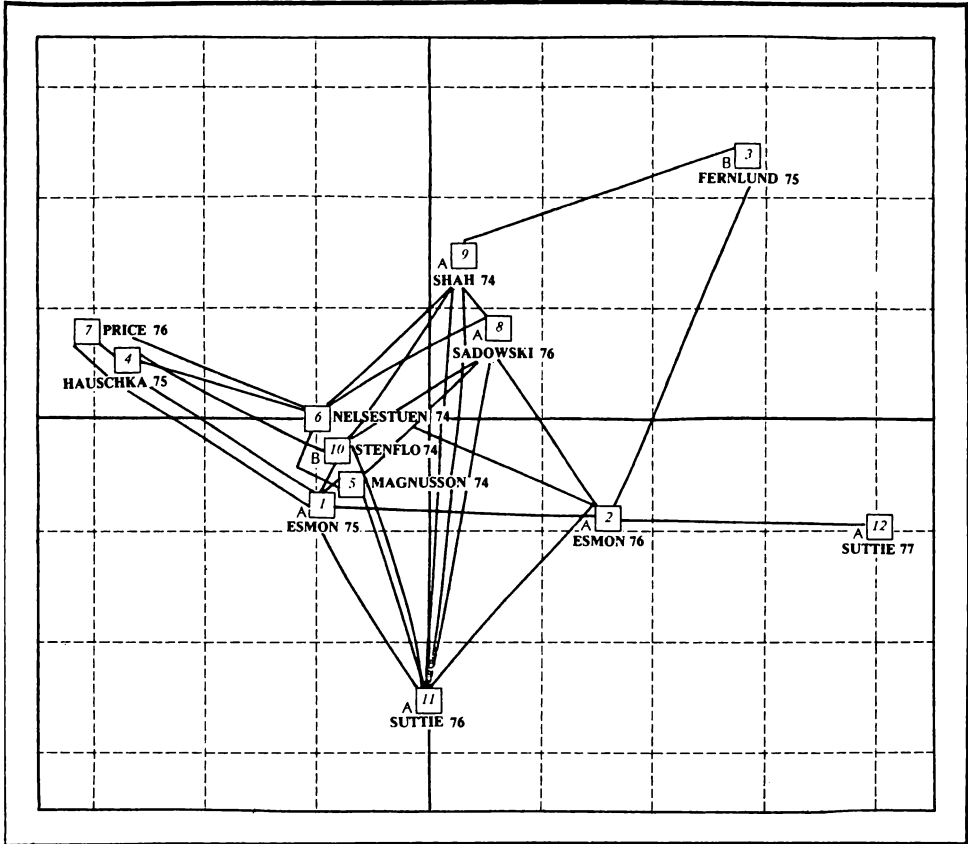
A tudománymetria szempontjából mind az együttlidézési mind a társ-szó analízisek jelentősek, ugyanis a tudományterületek fejlődésének vizsgálatát célozzák, egyik a tudomány társadalmi intézményén, az idézési szokásokon, másik a kognitív kapcsolatain keresztül.

\* Megtalálható az MTA Könyvtár Informatikai Olvasótermében, 1112 Budapest, Budaörsi út 45–48, XII. emelet.

5.sz. ábra  
A K-vitamin kutatásának klaszterterképe<sup>28</sup>

Specialty 2

VITAMIN-K



- |   |  |
|---|--|
| <p>1 ESMON CT, SADOWKI JA, SUTTIE JW<br/>New carboxylation reaction—vitamin-K-dependent incorporation of HCO<sup>-</sup>-14(3) into prothrombin<br/><i>J Biol Chem</i> 250(12):4744-4738, 1975</p> <p>2 ESMON CT, SUTTIE JW<br/>Vitamin-K-dependent carboxylase—solubilization and properties<br/><i>J Biol Chem</i> 251(20):6238-6243, 1976</p> <p>3. FERNLUND P, STENFLO J, ROEPESTOR P, THOMSEN J<br/>Vitamin-K and biosynthesis of prothrombin<br/><i>J Biol Chem</i> 250(15):6125-6133, 1975</p> | <p>4 HAUSCHKA PV, LIAN JB, GALLOP PM<br/>Direct identification of calcium-binding amino-acid, gamma-carboxyglutamate, in mineralized tissue<br/><i>PNAS US</i> 72(10):3925–3929, 1975</p> <p>5 MAGNUSSON S, SOTTRUPJ L, PETERSEN TE, MORRIS HR, DELL A<br/>Primary structure of vitamin-K-dependent part of prothrombin<br/><i>FEBS Letter</i> 44(2):189 193, 1974</p> |
|---|--|

- 6 NELSESTUEN GL, ZYTKOVIC TC, HOWARD JB  
Mode of action of vitamin-K—identification of gamma-carboxyglutamic acid as a component of prothrombin  
*J Biol Chem* 249(19):6347-6350, 1974 N
- 7 PRICE PA, OTSUKA AS, POSER JW, KRISTAPO J, RAMAN N  
Characterization of a gamma-carboxyglutamic acid-containing protein from bone  
*P NAS US* 73(5):1447-1415, 1976
- 8 SADOWSKI JA, ESMON CT, SUTTIE JW  
Vitamin-K-dependent carboxylase—requirements of rat-liver microsomal enzyme system  
*J Biol Chem* 25(19):2770-2776, 1976
- 9 SHAH DV, SUTTIE JW  
Vitamin-K-dependent, invitro production of prothrombin  
*Bioc Biop R* 60(4):1397-1402, 1974
- 10 STENFLO J, FERNLUND P, EGAN W, ROEPSTOR P  
Vitamin-K-dependent modifications of glutamic-acid residues in prothrombin  
*P NAS US* 71(7):2730-2733, 1974
- 11 SUTTIE JW, HAGEMAN JM, LEHRMAN SR, RICH DH  
Vitamin K-dependent carboxylase—development of a peptide substrate  
*J Biol Chem* 251(18):5827-5830, 1976 N
- 12 SUTTIE JW, JACKSON CM  
Prothrombin structure, activation, and biosynthesis  
*Physiol Rev* 57(1):1-70, 1977 R

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- 1 DE SOLLA PRICE, D.: Networks of scientific papers. = *Science*, 149 (1965) 510.p.
- 2 MEADOWS, A.J.: The citation characteristics of astronomical research literature. = *J. Docum.* 23 (1967) 28.p.
- 3 MEADOWS, A.J. — O' CONNOR, J.G.: Bibliographical statistics as a guide to growth points in science. = *Science Studies* 1 (1971) 95.p.
- 4 SULLIVAN, D. — WHITE, D.H. — BARBONI, E.J.: The state of a science: Indicators in the specialty of weak interactions = *Soc. Stud. Sci.* 7 (1977) 167.p.
- 5 BURGER, M. — BUJDOSÓ, E.: Oscillating chemical reactions as an example of the development of a subfield of science: fejezet a FIELD, R.J. — BURGER, M. (Szerk.): *Oscillating and Traveling Waves in Chemical System*, Wiley, New York, 1985.
- 6 BUJDOSÓ, E. — LYON, W.S. — NOSZLOPI I.: Prompt nuclear analysis: Growth and trends. = *J. Radional. Chem.* 74 (1982) 197.p.
- 7 MARTIN, B.R. — IRVINE, J.: Az alapkutatói tevékenység értékelése. BRAUN T. és BUJDOSÓ E. (Szerk.): *A tudományos kutatás minősége*. MTA Könyvtára, Budapest, 1985, 95.p.
- 8 MARŠAKOVA, I.V.: System of document connections based on references. = *Naučno-Tehnická Informácia*, Ser.2.No.6. (1973) 3.p.
- 9 SMALL, H.: Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. = *J. Am. Soc. Inform. Sci.* 24 (1973) 265.p.
- 10 GARFIELD, E.: ISI is studying the structure of science through co-citation analysis. = *Current Contents*, No.7. (1974) Feb.13) 5.p.
- 11 GARFIELD, E.: *Essays of an Information Scientist*. Vol.2. ISI Press, Philadelphia, 1977. 26.p.
- 12 SMALL, H. — GRIFFITH, B.C.: The structure of scientific literatures. I. Identifying and graphing specialties. = *Sci. Stud.* 4. (1974) 17.p.

- 13 GRIFFITH, B.C. – SMALL, H. – STONEHILL, J.A. – DEY, S.: The structure of scientific literatures. II. Toward a macro- and microstructure for science. = *Sci. Stud.* 4 (1974) 339.p.
- 14 SMALL, H.: A co-citation model of a scientific specialty: A longitudinal study of collagen research. = *Soc. Stud. Sci.* 7 (1977) 139.p.
- 15 SULLIVAN, D. – WHITE, D.H. – BARBONI, E.J.: Co-citation analyses of science: An evaluation. = *Soc. Stud. Sci.* 7 (1977) 223.p.
- 16 SMALL, H.: Multiple citation patterns in scientific literature: The circle and hill models. = *Inform. Stor. Retr.* 10 (1974) 393.p.
- 17 KESSLER, M.M.: Bibliography coupling between scientific papers. = *Documentation*, 14 (1963) 10.p.
- 18 HARTIGAN, J.A.: *Clustering Algorithm*. Wiley, New York, 1975.
- 19 ANDERBERG, M.R.: *Cluster Analysis for Application*. Academic Press, New York, 1973.
- 20 GARFIELD, E.: ABCs of cluster mapping. Part 1. Most active fields in the life sciences in 1978. = *Current Contents*, No.40. (Oct.6, 1980) 5.p.
- 21 GARFIELD, E.: ABCs of cluster mapping. Part 2. Most active fields in the physical sciences in 1978. = *Current Contents*, No. 41. (Oct. 13, 1980) 5.p.
- 22 WHITE, D.H. –SULLIVAN, D.: Social currents in weak interactions. = *Physics Today*, 32 (1979 April) No.4, 40.p.
- 23 GARFIELD, E.: Controversies over opiate receptor research. Typify problems facing awards committees. = *Current Contents*, No.20. (May 14, 1979) 5.p.
- 24 SMALL, H. – GREENLEE, E.: Citation context analysis of a co-citation cluster: Recombinant – DNA. = *Scientometrics*, 2 (1980) 277.p.
- 25 SMALL, H.: Co-citation context analysis and the structure of paradigms. = *J. Docum.* 36 (1980) 183.p.
- 26 MCCAIN, K.W.: The author co-citation structure of macroeconomics. = *Scientometrics* 5 (1983) 277.p.
- 27 NADEL, E.: Commitment and co-citation an indicator of incommensurability in patterns of formal communication. = *Social Stud. Sci.* 13 (1983) 255.p.
- 28 NOMA, E.: Co-citation analysis and the invisible college. = *J. Am. Soc. Inform. Sci.* 35 (1984) 29.p.
- 29 ISR, *Index to Scientific Reviews. First and Second Semiannual. Research Specialty Index, Corporate Index, Source Index, Permuterm Subject Index*. Institute for Scientific Information, Philadelphia, USA.
- 30 *ISI Atlas of Science. Biochemistry and Molecular Biology 1978/80 Including Minireviews of 102 Research Front Specialties*. Institute for Scientific Information, Philadelphia, USA.
- 31 *ISI Atlas of Science. Biotechnology and Molecular Genetics 1981/82 covering 127 Research Front Specialties*. Institute for Scientific Information, Philadelphia, USA.
- 32 GARFIELD, E.: ISI's on-line system makes searching so easy even a scientist can do it: Introducing METADEX Automatic indexing and ISI/BIOMED SEARCH. = *Current Contents*, No.4. (1981 Jan. 26.) 5.p.
- 33 RIP, A. – COURTIAL, J.P. Co-word maps of biotechnology: An example of cognitive scientometrics. = *Scientometrics*, 6 (1984) 381.p.