Építés- Építészettudomány 33 (1–2) 139–148

KUNSZT GYÖRGY TUDOMÁNYLOGIKAI MODELLELMÉLETÉNEK FELÉPÍTÉSE ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

FUTÓ PÉTER*

Kunszt György tudománylogikai modellelmélete logikai entitásokat és ezek között logikai relációkat definiál, majd a modellezésükre gráfokat és hipergráfokat használ.

A modellelméletben definiált entitások; a terminus, a kognitívum és a kognitív rendszer, amelyeket affiliációs, asszignációs, generikus, szubsztitúciós, grammatikai, pozícionális, funkcionális, explanációs és effektuálási relációkkal kapcsol össze.

Ezeket a modelleket számos hazai és nemzetközi kutatási és kutatásirányítási feladat megoldására használta.

Kulcsszavak: logikai entitások, logikai relációk, gráfelmélet, számítógéppel segített kutatásirányítás

Kunszt György a 60-as évek második és a 70-es évek első felében kidolgozott – és az Akadémiai Kiadónál 1975-ben megjelent *A tudományos kutatás logikai modellezése és tematikai irányítása* című könyvében részletezett – tudománylogikai modellelmélete logikai entitásokat és ezek között lévő logikai relációkat definiál, majd a modellezésükre olyan logikai gráfokat használ, amelyek csúcsai logikai entitások, élei pedig logikai relációk. A gráfok leírhatók mátrixokkal, ami jól járható utat nyit számítógépi kezelésüknek.

A modellelméletében definiált entitások:
- a terminus,
- a kognitívum és
- a kognitív rendszer;

az elméletben definiált relációk pedig a következők:
- affiliációs,
- asszignációs,

* a matematikai tudományok kandidátusa

© 2005 Akadémiai Kiadó, Budapest

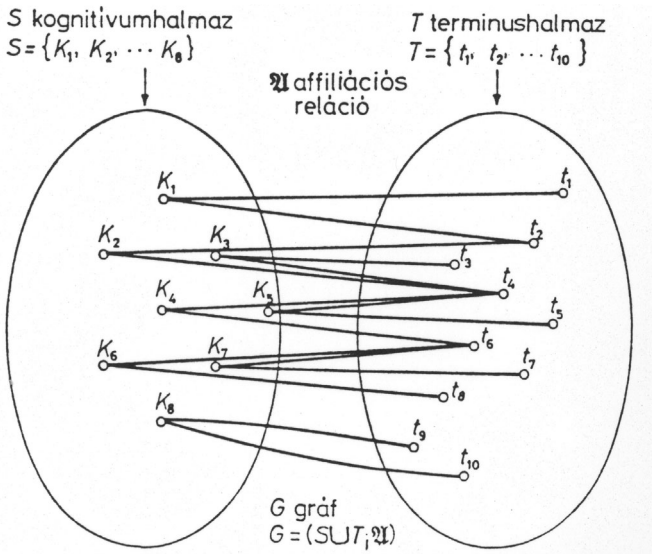
– generikus,
– szubsztitúciós,
– grammatikai,
– pozícionális,
– funkcionális,
– explanációs és
– effektuálási reláció.

Kognitívum lehet bármilyen tudományos kérdés vagy állítás, téma vagy tézis. A kognitív rendszer olyan rendszer, amelynek elemei kognitívumok. A terminusok tudományos fogalmak, amelyek halmazaival kognitívumok tartalma leírható vagy legalább jelezhető. Az affiliációs reláció terminust rendel a kognitívumhoz a kognitívum tartalmi leírásának céljából.

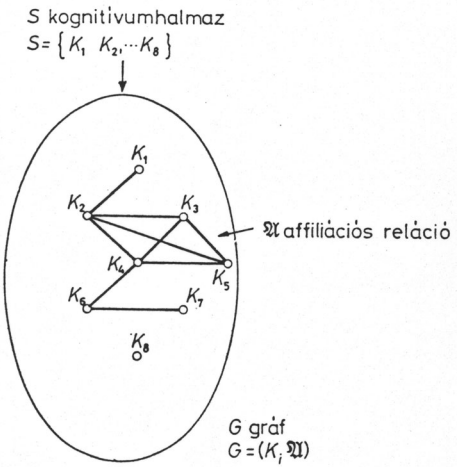
Az eddigiek alapján az 1975-ös könyv *1., 2.* és *3. ábrá*jának segítségével bemutatható az elmélet érdemi kiindulópontja és gyakorlati szempontból legjobban kiaknázott három modellje.

A *2. ábra* segítségével megfogalmazhatunk két olyan feladatot, amelyek megoldására az elmélet kidolgozása során nagy figyelem fordult, mert gyakorlati szempontból nagyon sokat ígértek.

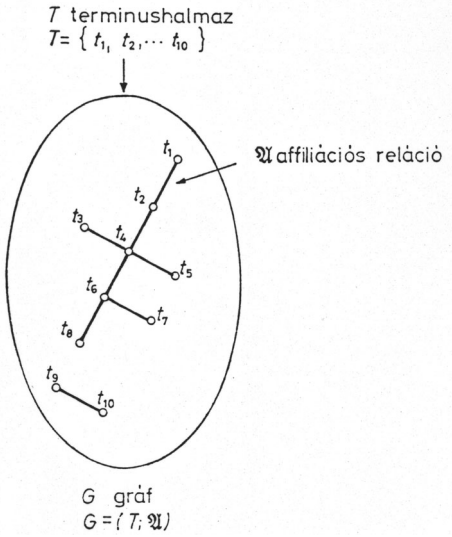
Az egyik feladat adott gráf legsűrűbb részgráfjának vagy részgráfjainak megtalálása, másként kifejezve: klaszterelemzés; a másik pedig adott gráf olyan kettévá-



1. ábra. Kognitív rendszert kognitívumok és terminusok affiliációs relációjával modellező gráf



2. ábra. Kognitív rendszert kognitívumok affiliációs relációjával modellező gráf



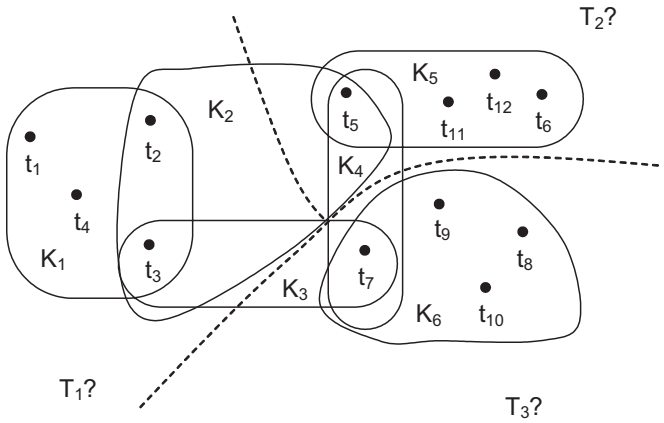
3. ábra. Kognitív rendszert terminusok affiliációs relációjával modellező gráf

gása, amellyel hasonló nagyságú két diszjunkt részgráfot nyerünk a lehető legkevesebb él elvágásával.

Ha a részgráf sűrűségét a részgráf éleinek és csúcsainak a hányadosával definiáljuk, akkor rögtön látható, hogy a *2. ábra* szerinti gráf legsűrűbb részgráfja a K2, K3, K4, K5 csúcsok által meghatározott gráf, mert ebben az élek és a csúcsok hányadosa 6:4=1,5, s ennél minden más esetben kisebb értéket nyerünk.

Ugyanezt az ábrát nézve hamar rájöhetünk, hogy a két hasonló nagyságú részgráfra vágás a K1–K2 és a K4–K6 két él elvágásával végezhető el úgy, hogy a legkevesebb élt vágjuk. Minden más esetben vagy több élt vágunk vagy nem kapunk hasonló nagyságú részgráfokat.

A bemutatott ábrákkal modellezett kognitív rendszer persze igen kicsiny, mindössze 8 kognitívumból és 10 terminusból áll. Valós körülmények között (mondjuk pl. az MTA egy-egy tudományos osztályának profiljába vágó összes folyamatban lévő hazai kutatási téma áttekintésére és összességük struktúrájának vizsgálatára törekedve) a legtöbbször nagyságrendekkel nagyobb rendszerekkel van dolgunk, s ezek esetében már rafinált matematikai algoritmusokra és hatékony gépi programokra lehet szükségünk ahhoz, hogy elég gyorsan kapjunk elég korrekt megoldást. Ezt látva Kunszt György – modellelméletének teljes értékű kidolgozása érdekében – munkájába bevont két matematikust, s a munka egészét már ez a kutatócsoport – ha tetszik iskola – végezte el, lehetővé téve nagyméretű és bonyolult té-



4. ábra. Hipergráf modell

marendszerek tematikai magjainak és célszerűen körülhatárolt irányítási egységeinek formális, logikai azonosítását. A kifejlesztett algoritmusokra épített szoftver a LOGEL nevet kapta a „logikai" és a „modell" szavakból képzett akronimmel.

Jelen előadás szerzőjének volt feladata a LOGEL módszer matematikai apparátusának kidolgozása és fejlesztése.

Ennek egyik jelentős lépése volt a kognitív rendszerek leírására használt gráf modellek általánosítása: a kognitívumok és terminusok hipergráf modelljei. Ezek egyikét mutatja a *4. ábra,* ahol a hipergráf pontjai a terminusokat, hiperélei (terminusok 2 v. több elemű részhalmazai) közvetlenül a kognitívumokat modellezik.

A hipergráf kvázi komponensének definiálásával egy olyan klaszter definíció keletkezett, amely szinte torzításmentesen írja le a Kunszt György által megfogalmazott sűrűsödéseket. Ráadásul sikerült olyan algoritmust készíteni, amely a hipergráf sorozatos minimális vágásával polinom nagyságrendű lépésben találja meg egy hipergráf kvázi komponenseit, azaz a kognitív rendszer sűrűsödéseit.

Egyetlen rövid előadás keretében nincs mód arra, hogy a modellelméletben használt összes logikai relációval foglalkozzunk, a generikus, az explanációs és az effektuálási relációról azonban kell mondanunk néhány mondatot, hogy az elmélet egésze is érzékelhető legyen. Ezt a három relációt irányított gráfokkal képezzük le, mert a csúcsok közötti reláció mindegyikük esetében egyirányú.

Generikus reláció áll fenn két terminus között, ha az egyikkel megnevezett fogalom extenziója részhalmaza a másik extenziójának, vagyis viszonyuk az egymáshoz képest speciális, illetve általános fogalmak viszonya. A generikus terminusgráfok – köznyelven szólva – fogalmi családfákat adnak, amelyeknek a könyvtártudományban az ún. koordinált indexelés (dokumentumok tárgyszavakkal, deszkriptorokkal történő jellemzése) esetében van kulcsfontosságú szerepük, kü-

lönösen a koordinált indexelés szabályozását szolgáló ún. tezauruszok létrehozásában. Kunszt György modellelméleti munkájának egyik gyakorlati melléktermé-ke az építéstudomány fogalomállományának generikus feldolgozása és egy építéstudományi tezaurusz létrehozása volt, amelyhez további munkatársak bevonására volt szükség. A létrehozott fának 15 főága volt, amelyek közül itt bemutatjuk az anyagokét *(5. ábra)*.

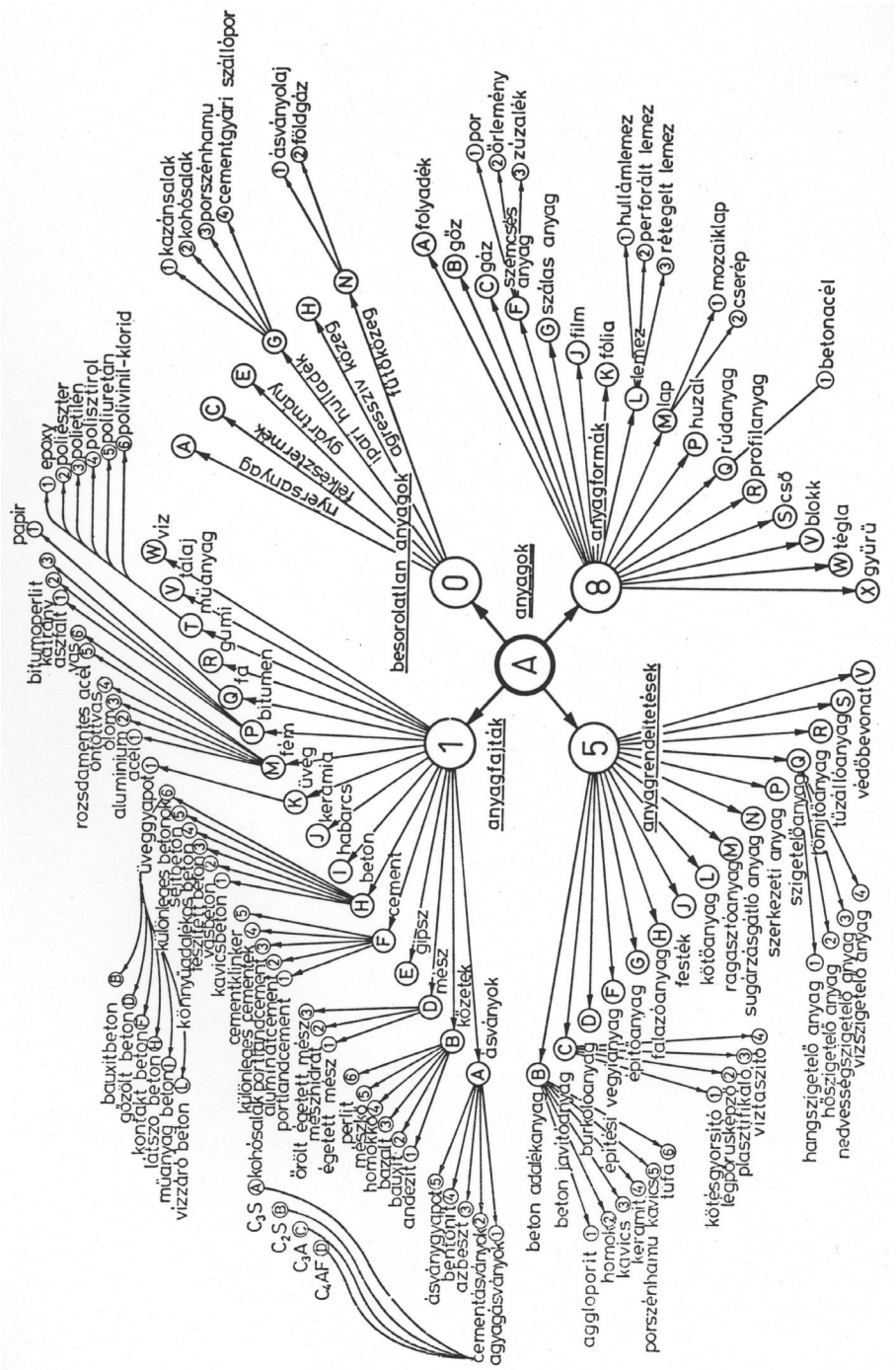
Explanációs reláció áll fenn két kognitívum (pl. megállapítás, feltevés stb.) között akkor, ha valamely kognitívumrendszeren (pl. tudományos elméleten) belül létezik olyan érvényes következtetés, amely a két kognitívomot a premissza és a konklúzió viszonyába hozza egymással. Az explanációs reláció kognitívumok között fennálló következtetési viszony, amely premisszákból konklúzióra való következtetés résztvevőit adja meg, s a premisszákat jelentő kognitívumoknak megfelelő csúcsokból a konklúziónak megfelelő csúcsba nyíllal irányított él reprezentál.

Effektuálási reláció áll fenn két kognitívum (pl. valamilyen probléma megoldása és valamely fejlesztési célkitűzés elérése) között, ha valamely kognitív rendszeren (pl. kutatási-fejlesztési célprogramon) belül az egyik realizálása feltétele a másik realizálásának. Az effektuálási reláció alkalmazásán alapuló modellek kutatási-fejlesztési munkák, programok elképzelt megvalósulásának lefolyását mutató gráfok, s a relációt jelölő nyíl az egyik megvalósulási fázis, tevékenység lezárulását jelölő csúcsból a rákövetkezőnek megfelelő csúcs felé mutat. A modellelmélet effektuálási gráfjai a legkülönfélébb programok menedzselésében világszerte használt hálótechnikai módszerek, a CPM (Critical Path Method) és a PERT (Program Evaluation Review Technic) adaptálásai a szűkebb értelemben véve is tudományos problematikára.

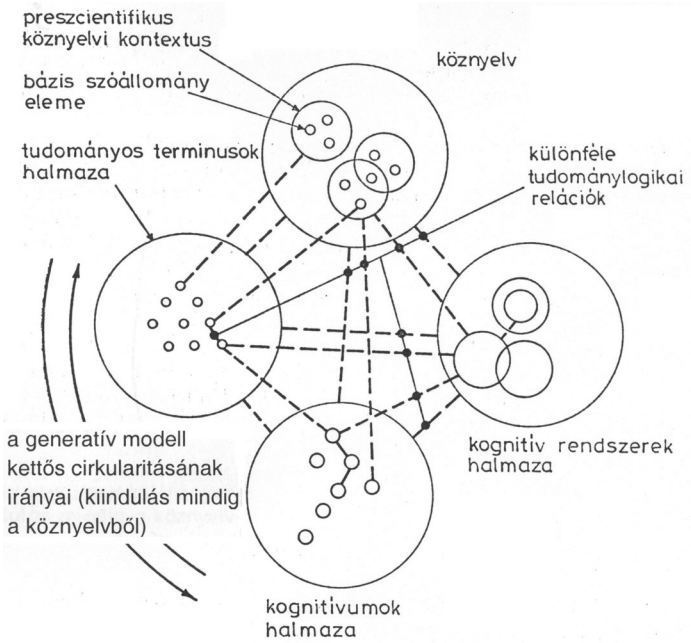
Az elmélettel kidolgozott teljes modellállomány birtokában a matematikai nyelvészet, elsősorban Noam Chomsky generatív grammatikája ihlette Kunszt Györgyöt arra, hogy kísérletet tegyen a tudomány generatív modelljének felvázolására. Ennek keretében egy terminusgenerátor, egy kognitívumgenerátor és egy kognitív rendszergenerátor gondolatát rögzítette, majd ezek együttes dinamikáját igyekezett megragadni. Ezt az utóbbi kísérletet érzékelteti a *6. ábra.*

A felvázolt generatív modell inkább csak elvi séma, mintsem konkrétan is kihasználható logikai konstrukció, bár bizonyos körülhatárolt esetekben mégis ad lehetőségeket kognitívumok számítógépes generálására. A szubsztitúciós reláció (terminusok más terminusokkal való értelmes helyettesíthetősége) és generikus terminusgráfok segítségével pl. folyamatban lévő kutatási témákból további lehetségesek ötletét produkálhatjuk sorozatban.

Az elméleti vizsgálatokat követően a könyv azt vizsgálja, hogy a kidolgozott modellállomány milyen kutatási és tudományszervezési feladatok megoldását segítheti. Egy-egy fejezettel a következőket veszi sorra:



5. ábra. Építéstudományi tezaurusz „anyagok” fája



6. ábra. A generatív modellen belüli tagoltság és kapcsolatok

– a kutatás tematikai információja;
– a kutatás tematikai statisztikája;
– kutatási problémamodellek szerkesztése;
– tudományágak, kutatási területek helyzetelemzése;
– ezek jövőbeli alakulásának prognosztizálása;
– kutatások koordinálása;
– kutatások koncentrálása;
– új kutatási programok javaslatba hozása és ilyenek közötti döntés.

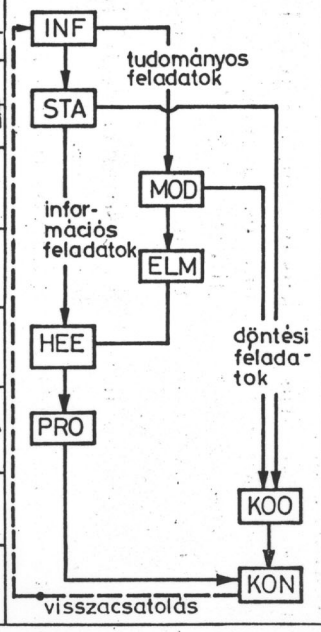
A tudományszervezési feladatok és a tudománylogikai relációk kapcsolatait mutatja az *1. táblázat.*

Befejezésül az elmélet alkalmazásának történetéről szólunk röviden, csak a legfontosabbakra korlátozódva.

A kifejlesztő és alkalmazó munka egy 1966-ban vállalt feladattal vette kezdetét, amely abból állt, hogy a Nemzetközi Építéskutatási Tanács (CIB) tagintézetei által cserére 17 országból felajánlott, összesen közel 1400 témalap alapján meg kellett határozni az építési kutatások nemzetközi struktúráját és tematikai súlypontjait. Ezt annak segítségével oldottuk meg, hogy minden témalapot tárgyszavaztunk, majd vizsgáltuk az így affiliált deszkriptorok és kombinációik gyakoriságát, majd

1. táblázat. Tudományszervezési feladatok tudománylogikai relációk kapcsolatai

a feladatok			a relációk és modellek jele					
megnevezése	részletezése	ellátásának blokkdiagramja	𝔄 M1–7	𝔊 M8-10	𝔖 M11	𝔉 M14	𝔏 M15	𝔈 M16
Információ	Indexelés-visszakeresés Tezauruszok építése és kompatibilitásának biztosítása Információs rendszerek specializációja és kooperációja		✱✱	✱✱				
Statisztika	Tematikai centrumok és perifériák megállapítása Tematikai fő és mellékágak megállapítása Tematikai kapcsolatok megállapítása			✱				
Modellszerkesztés	Modellszerkesztés Modellek integrálása Típusmodellek készítése		✱	✱	✱✱	✱✱	✱✱	✱✱
Elméletfejlesztés	Adatrendezés Tézisrendezés Elméletfejlesztés		✱	✱	✱	✱	○	✱
Helyzetelemzés	Tematikai struktúra jellemzése Tudományos értékelés Hasznosítási értékelés		✱				✱	✱
Prognosztizálás	Tematikai trendek meghatározása Kreatív lehetőségek felmérése Gazdasági igények trendjének vizsgálata		✱				✱	✱
Koordinálás	Alternatívák képzése Alternatívák értékelése A koordinálás effektuálása		✱	✱		✱		
Koncentrálás	Alternatívák képzése Alternatívák értékelése Programkonstruálás		✱				✱	○



Jelmagyarázat:

○ a Második rész utalása optimálási algoritmusra

✱✱ a rendszerbe való belépés helye

✱ fontos alkalmazás

|||||| a legfontosabb és legjellegzetesebb alkalmazás helye

𝔄: affiliációs reláció

𝔊: generikus reláció

𝔖: szubsztituciós reláció

𝔉: funkcionális reláció

𝔏: explanációs reláció

𝔈: effektuálási reláció

generikus, tezaurológiai rendjét. Az ezzel a feladattal szerzett tapasztalatok nagyban segítették az elmélet és a módszerek kifejlesztését.

Ezután kezdtük alkalmazni a módszert a hazai építési kutatásokra, s 1970-re már abban a helyzetben voltunk, hogy elvállaltuk az 1971–1985. évi Országos Távlati Tudományos Kutatási Terv építési programjainak előkészítését, egy közbülső döntési modell kidolgozásával együtt.

Az elmélet és a LOGEL szoftver legnagyobb szabású alkalmazásának megkezdésére 1976-ban került sor. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság megvásárolta az Építéstudományi Intézetben kifejlesztett és egy kapcsolt hardverrel együtt szabadalmaztatott szoftvert azzal a céllal, hogy ennek alkalmazásával teremtse meg a hazánkban folyó összes tudományos kutatás információs és döntéselőkészítő rendszerét. Már több mint egy fél éve folyt a munka az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központba telepíteni kívánt rendszer létrehozására, a munkát azonban leállították, mert – katonai okokból – a Varsói Szerződéshez csatlakozott összes országnak át kellett vennie a kutatásnyilvántartás addigra elkészült szovjet rendszerét. Ez a LOGEL-hez képest – amelynek kidolgozása során mi a legelőrehaladottabb amerikai információtudomány (elsősorban D. J. Hillman) és operációkutatás (elsősorban R. L. Ackoff) eredményeire támaszkodtunk – elég kezdetleges rendszer volt, de tiltakozásról nem lehetett szó.

Ezzel a LOGEL túljutott történetének delelőjén, s már inkább csak körülhatárolt alkalmazására került sor, részben az ÉTI-ben, részben a CIB keretei között, utoljára 1986-ban a CIB washingtoni kongresszusán.

A 80-as évek második felében egy francia kutatócsoport kifejlesztett egy általuk „kodeszkriptoros”-nak nevezett eljárást, amelyet nagy kutatási programok felépítésére és a kapcsolatos döntések számítógéppel segített meghozatalára ajánlottak. Nagy sikerük lett, mondhatni világcéggé lettek a területen. A francia „kodeszkriptoros” módszer lényegében megegyezett a LOGEL-lel, de nem találtuk jelét annak, hogy a LOGEL-t ismerték volna. Újból felfedezték azt, ami nekünk 10 évvel korábban sikerült, de felfedezésük az affiliációs területre korlátozódott, s nem érte el a mi rendszerünk tudománylogikailag átfogó voltát.

Kunszt György tudománylogikai modellelmélete és a LOGEL-módszer a jövőben is nagy lehetőségeket jelentene a tudományos kutatás irányításának részére nemzeti és EU-szinten egyaránt, s az oktatásban is jelentős szerepet kellene kapnia.

IRODALOM

1. Kunszt György: *A tudományos kutatás logikai modellezése és tematikai irányítása.* Akadémiai Kiadó, Budapest, 1975.
2. Kunszt György: *Main fields and problems of building research.* – A statistical survey of project cards prepared for the CIB exchange of research programmes. International Council for Building Research, Studies and Documentation, CIB – ÉTI, Budapest, 1967.
3. Kunszt György: The use of logical models in solving topical problems of research management. *Annals of Library Science and Documentation.* Indian National Documentation Centre, Delhi, Vol. 18, No. 3, 1971. pp. 105–116.
4. Kunszt György: Tudományszervezési és tudománypolitikai problémák logokibernetikai megközelítése. *Magyar Tudomány* 1975. 8–9. sz. pp. 504–515.
5. Kunszt György és Grád Judit: CIB database of ongoing research. *Building Research and Practice* 1988/4. 222–226.
6. Kunszt György: *A francia kodeszkriptor – elemzési módszer alkalmazása a tudományszervezésben és tájékoztatásban.* Az MTA Kutatásszervezési Intézete részére készült tanulmány. Budapest, 1987.
7. Futó Péter: *A tudományos kutatás irányításával kapcsolatos gráfelméleti kérdések* (Egyetemi doktori értekezés). ÉTI Tudományos Közlemény, Budapest, 1971.
8. Futó Péter: *Hipergráf modellen alapuló klaszterelemzés.* Kandidátusi értekezés. Budapest, 1978.

STRUCTURE OF THE THEORY OF LOGICAL MODELS IN SCIENCE DEVELOPED BY GYÖRGY KUNSZT AND ITS PRACTICAL APPLICATION

Summary

The theory of logical models developed by György Kunszt based on logical entities and logical relations represented by graphs and hypergraphs.

The defined entities are the term, the cognitive unit and the cognitive system. Between them the affiliation, assignation, generic, substitution, grammatic, positional, functional, explanational and effectuation relations are defined.

These models have been used for solving research problems and problems of research management in national as well as in international context.

Keywords: logical entities, logical relations, graph theory, computer aided research management