

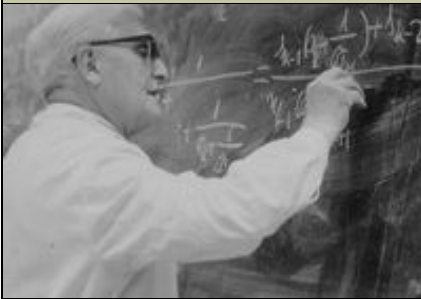
Csirik János - Horváth Gyula: A szegedi iskoláról, A Természet Világa, 2000/II. különszáma, Informatika, 24-26.

A Szegedi Tudományegyetem Informatikai Tanszékcsoportjának két oktatója áttekintést ad a szegedi számítástechnikai szakemberképzés és kutatás helyzetéről a kezdetektől napjainkig (2000).

## CSIRIK JÁNOS - HORVÁTH GYULA

### A szeged iskoláról

**Kalmár László, a hazai kibernetika nagy egyénisége**



Az informatika oktatása, művelése Szegeden az 1950-es években kezdődött Kalmár László kezdeményezésére. Kalmár László matematikai munkásságának elején, a harmincas évektől, értékes eredményeket ért el a matematika olyan szerteágazó területein, mint az interpoláció elmélete, az analitikus számelmélet, a csoportelmélet, a játékelmélet, a logikai függvénykalkulus döntéshozatali problémája. 1955 körül érdeklődése a matematikai logika gyakorlati alkalmazásai felé fordult. Szemináriumot indított az alapvető kibernetikai fogalmak tisztázása és egy elektromechanikus logikai gép megtervezésére. Tudományos és emberi tekintélyének súlyával elérte, hogy a kibernetikai kutatások hazánkban polgárjogot nyerjenek, és hogy - elsőként az országban Szegeden - meginduljon a felsőfokú informatikai szakemberképzés (programtervező matematikus elnevezéssel).

Kalmár László roppant sokat tett a számítástechnikai alkalmazások elterjesztéséért a legkülönbözőbb területeken a nyelvésztől a biológiai kutatásokig. Már a hatvanas években lyukkártyán rögzítették a Magyar értelmező kéziszótár legfontosabb adatait, amely adatbázis a mai napig is több, ezzel kapcsolatos kutatás és alkalmazás alapja. Ugyancsak a hatvanas években indította el a Számítástechnikai módszerek alkalmazása a biológiában és orvostudományban című kollokviumsorozatot, ahol rendszeresen, évenként találkozott a hazánkban ezen a területen dolgozó több száz kutató. A sorozat a mai napig tart. Segítőkészsége, sokoldalú érdeklődése, lényeglátása számos, nem matematikai probléma sikeres megoldását segítette.

Kutatótevékenysége az ötvenes évek közepétől a számítástudomány területe lett. Az addig csupán elmélettel foglalkozó matematikusnak az első impulzust egy 1955-ös drezdai konferencia adta, ami a korszerű számítógépekkel kapcsolatos kérdésekről szólt. Azonnal látta a téma rendkívüli jelentőségét, és hazatérte után hozzájárult a munkához. Első törekvéseit a számítástechnikát felesleges, káros tudománynak tartó politikai irányvonal többször próbálta leállítani, sikertelenül.

1956 áprilisában elindította kibernetikai szemináriumát; mérnökök és matematikusok vettek részt rajta. A szeminárium induló témájaként a *matematikai logikaműszaki* és egyéb *alkalmazásainak* megismerését tűzte ki célul. Úgy gondolta, a matematikai logika csak közvetve, áttételekkel válik a gyakorlatban, a mindennapi életben is alkalmazhatóvá. A logika matematikai alkalmazhatósága már korábban is ismert volt, mert segítségével szilárdabban megalapozott elméleteket lehetett alkotni. A következőkben ez a fajta matematika hatott az elméleti fizikára, a kísérleti fizikára, a műszaki tudományokra és ezen keresztül egyre inkább alkalmazható lett gyakorlati problémák megoldására is. Ez a felfogás sokáig hatott az egyetemi képzésre, a tantervek felépítésében és az egyes tantárgyak tematikájában. Később a szemináriumon egy kis elektronikus számítógép megépítésének gondolata vetődött fel. Ez az akkori körülmények és feltételek mellett reménytelenül bonyolult vállalkozásnak bizonyult, így inkább egy egyszerűbb feladat, a logikai gép megépítésébe kezdtek. A végső terv olyan digitális (logikai) gép megépítése lett, amely kétértékű logikai változókból a logikai alpműveletekkel felépített kifejezéssel (formulával) meg tudja állapítani, hogy a változók mely értékeloszlásánál lesz a kifejezés értéke igaz, illetve hamis. Már a tervezés alatt kiderült, hogy a logikai géppel a gyakorlati nehézségek is megoldhatók, például áramköröket lehet tesztelni. A gép elkészítését több tényező, elsősorban az alkatrészek beszerzése hátráltatta, így csak 1958 májusában tudták bemutatni. Megjegyzendő, hogy a Kalmár-féle logikai gép tisztán huzalos megoldású volt. és számos elméleti és elemező ötletet alkalmazott. amelvek elsősorban a célszerű.

hatékony megvalósításban öltöttek testet.

Az ötvenes évek végére egyértelművé vált, hogy a digitális számítógépek használata az akkoriban alkalmazott programozási módszerekbe ütközik. Ebben az időszakban a programozási nyelvek még kevésbé terjedtek el, a programokat elsősorban a gép által közvetlenül végrehajtható, úgynevezett gépi kódú formában vagy az ahhoz közeli assembly nyelveken kellett elkészíteni. Mindezen nehézségek megfogalmazását a gépek működéséhez közeli módon engedték meg csupán, ami viszont távol állt a szokásos, matematikai leírásoktól. A két eljárás közötti távolság megszüntetése (ami egyébként a számítógépek programozásának legnagyobb részét adta ki) rendkívül időigényes, speciális ismereteket igénylő eljárás volt. Egyszerűsítésére világszerte programozási nyelvek kifejlesztésébe fogtak, amelyek alkalmazásához az adott nyelveket az egyes gépek nyelvére lefordító fordítóprogramokat kellett készíteni. Így lehetett a programozást automatizálni, a feladatokat a gép nyelvén egyszerűbben megfogalmazni. A programozási feladatokat másik módszerrel úgy lehetett csökkenteni, hogy a gép belső nyelvét közelítsék a szokásos feladatmegfogalmazási leírásokhoz, vagyis az utasításkészlet eleve olyan legyen, hogy a gép közvetlenül értse és végre tudja hajtani az elvégzendő számításokat leíró formulákat. Egymástól függetlenül *F. L. Bauer* és *K. Samuelson* Münchenben és Mainzban, *W. Kammerer* Berlinben és *Kalmár László* Szegeden kezdtek el foglalkozni az úgynevezett formulavezérlésű számítógép tervével. Később csatlakozott a témához *A. M. Gluskov* Kijevben, valamint *W. Pawlak* Varsóban. *Gluskov* munkatársai többször jártak Szegeden. Érdekes, hogy a gép egységeinek elnevezésére Kalmár László segített orosz elnevezéseket találni.

Kalmár László tervét először Varsóban adta elő 1958-ban. Sajnálatos, hogy a formulavezérlésű számítógépet nem sikerült itthon megépíteni. Egy változata együttműködés keretében elkészült Kijevben. 1973-ban ugyan újabb lendületet vett a formulavezérlésű számítógép ügye, 1975-re elkészült a kivitelezési terv, de Kalmár László halála után abbamaradt a megépítése.

Kalmár Lászlót a Magyar Tudományos Akadémia 1949-ben levelező, 1961-ben rendes tagjává választotta. Munkássága elismeréséül 1950-ben Kossuth-díjjal, 1975-ben Állami Díjjal tüntették ki. Alapító főszerkesztője a máig egyetlen, nemzetközileg jegyzett magyar számítástudományi folyóiratnak, a JATE informatikai tanszékcsoportja kiadásában megjelenő *Acta Cyberneticának*.

Kalmár Lászlónak elévülhetetlen érdemei vannak a felsőfokú informatikai szakemberképzés beindításában. Az egyszakos tanárképzés megszüntetésekor elérte, hogy a minisztérium engedélyezze: a harmadéves tanárjelöltek 5 százaléka az egyik szak elhagyásával a megmaradt tantárgy egy speciális területén elmélyültebb tanulmányokat folytathasson. Így 1957 őszén három hallgatóval elindult az *alkalmazó-matematikus képzés*, elsőként az országban.

1963-ra sikerült önálló szakként beindítani a programtervező-matematikus képzést. Az induláskor a szakon oktatott tárgyak voltak: analízis, algebra és számelmélet, geometria, általános fizika, elméleti fizika, matematikai logika, differenciálegyenletek, numerikus matematika, matematikai gépek, matematikai laboratórium, gépi programozás, halmazelmélet, valószínűségszámítás, programozás, matematikai modellezési gyakorlat, programozási nyelvek. 1963-ban alakult meg a kibernetikai laboratórium is, amely az oktató- és a kutatómunka számítógépes háttérét adta.

A programtervező-matematikus képzés sokáig erősen elméleti jellegű volt. Ez három okra vezethető vissza. Egyrészt a szak a matematikus, sőt a matematika-fizika tanárszorból nőtt ki, másrészt sokáig az volt a nézet, hogy a számítástechnikát (informatikát) a szaktudományokon, elsősorban a fizikán keresztül lehet a gyakorlatban alkalmazni. Fontos ok volt továbbá, hogy a képzéshez nem volt megfelelő számítástechnikai infrastruktúra. Mai szemmel nézve is kiemelkedő az a módszer, amelyet Kalmár László alkalmazott a technikai, technológiai korlátok leküzdésére: olyan, a valóságban nem létező (fiktív) gépet (gépeket) konstruált, amely az összes lényeges számítógépes utasítástípust végrehajtott, ezt használta az általános gépi programozási fogalmak, módszerek oktatására. A hallgatók sokáig ilyen fiktív gépeken szereztek programozási gyakorlatot.

Fontos dátum 1967, ekkor jött létre a Bolyai Intézetben belül a számítástudományi tanszék Kalmár László vezetésével, valamint az MTA Matematikai Logikai és Automataelméleti Tanszéki Kutatócsoport. Kalmár László nyugállományba vonulásakor 1975-ben a tanszék vezetője *Gécseg Ferenc* lett.

A hatvanas évek végére nyilvánvalóvá vált, hogy szükség van jól felkészült számítástechnikai szakemberekre is. Ezért indult el 1972-ben a főiskolai diplomát adó hároméves *programozó-matematikus képzés*. A merev struktúra miatt azonban a programozó és a programtervező szak nem volt átjárható. 1978-ban aztán bevezették az úgynevezett kétlépcsős *programozó-programtervezőképzést*: az első három év elvégzésével főiskolai programozó matematikus diplomát szereznek a hallgatók, még két évig folytathatják tanulmányaikat, hogy egyetemi diplomát szerezzenek. Ma is ez a képzés oktatásunk magja.

Végzett hallgatóink egyre inkább a gazdaságban helyezkedtek el. Ez indokolta tette olyan képzés indítását, amely keretében az egyetemisták közgazdasági ismereteket is hallgatnak. Így jött létre 1988-ban a Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetemmel közös *közgazdasági programozó-matematikusképzés*. Az első három évben

Közgazdasági tudomány, Egyetemmel közös közgazdasági programozó-matematikusképzés. Az első három évben a képzés azonos a programozó matematikusokéval, azzal a különbséggel, hogy e szak hallgatóinak közgazdaságtudományi alaptárgyakat is tanulni kell. A képzés negyedik évét az egyetemisták közgazdaságtudományi egyetemen töltik, majd az ötödik évben Szegeden fejezik be tanulmányaikat. Az egyetemen ma ez az egyik legkeresettebb szak.

A nyolcvanas évek közepétől a középiskolák egyre nagyobb számban igényelték felkészült informatikatanárokat. Ezzel 1988-tól lehetőséget adunk a matematikatanár szakos hallgatóknak arra, hogy kiegészítő szakként elvégezhessek a számítástechnika tanári szakot. Ezt a képzést váltotta fel 1993-ban az önálló számítástechnika (informatika) tanári szak.

*Programozó-programtervező matematikus szak* (kétlépcsős képzés, 3 + 2 év). A programozó-matematikusképzés célja olyan, magas szintű informatikai ismeretekkel és matematikai alapokkal rendelkező szakemberek oktatása, akik képesek bonyolult feladatok programtermékeinek létrehozásában alkotó munkára, ismerik az informatikai eszközök és rendszerek alapelveit, felépítését és működését, ilyen rendszereket üzembe tudnak állítani és üzemeltetni. Folytatják tanulmányaikat graduális képzés keretében a programtervező matematikus egyetemi diploma megszerzéséért.

A *programtervező-matematikusképzés* célja a programozóként megszerzett tudás kiegészítése és elmélyítése. Az ismeretek matematikai megalapozása elsőrendű szempont, de fontos szerepet kap a gyakorlati ismeretek bővítése is. Az egyetemi diploma megszerzése után folytatják tanulmányaikat posztgraduális képzés keretében tudományos fokozat megszerzéséért.

Szakmai tantárgyak a programozó szakon: kalkulus, diszkrét matematika, lineáris algebra, valószínűség-számítás, matematikai statisztika, numerikus matematika, operációkutatás, adatbázisok, algoritmusok és adatszerkezetek, assembly programozás, automaták és formális nyelvek, fordítóprogramok, hálózatok és osztott számítások, mesterséges intelligencia, operációs rendszerek, programozás, programfejlesztés, számítógépes grafika, számítógéptechnika.

Főbb tantárgyak a programtervező szakon: analízis, matematikai struktúrák, halmazelmélet és matematikai logika, algoritmusok kiszámíthatóság- és bonyolultságelmélete, numerikus matematika, differenciálegyenletek, kombinatorikus optimalizálás, formális szemantika, mesterséges intelligencia, hálózatok és osztott számítások, algoritmikus geometria, információs rendszerek, adatbázisok.

*Közgazdasági programozó matematikus szak* (kétlépcsős képzés, 3 + 2 év). A közgazdasági programozó-matematikusképzés célja olyan informatikai szakemberek képzése, akik mély matematikai, számítástechnikai, számítástudományi és közgazdasági alapokra épülő, elsősorban szoftver jellegű magas szintű szakismereteket szereznek. Képesek a közgazdaságban jelentkező problémák számítógépes megoldására, komplex informatikai rendszerek kifejlesztésére és ezek üzemeltetésében szakmai irányító feladatok ellátására. Az egyetemi diploma megszerzése után folytatni tudják tanulmányaikat posztgraduális képzés keretében tudományos fokozat megszerzéséért. A hallgató a 7. és 8. félévet a Budapesti Közgazdaság-tudományi Egyetemen tölti részképzésen.

Főbb tantárgyak: az első hat félévben a képzés közös a programozó-matematikusképzéssel, azzal a különbséggel, hogy e szak hallgatóinak teljesíteni kell a mikroökonómia, a makroökonómia, az összehasonlító közgazdaságtan és a pénzügytan tantárgyakat is. A második lépcső képzési tematikája törzsanyagra és szabadon választott informatikai és közgazdasági tárgyra osztható.

*Számítástechnika-tanári szak* (képzési idő 5 év). Itt olyan középiskolai tanárokat oktatunk, akik tanítani tudják az informatikát mint tudományt, alkalmazni tudják a számítógépeket a középiskolai tantárgyak oktatásában, gondozzák, üzemeltetik a középiskolai informatikai eszközöket, képesek szakmai, módszertani és pedagógiai ismereteik, gyakorlatuk fejlesztésére, önképzésre és továbbképzésre.

Főbb tantárgyak: kalkulus, diszkrét matematika, lineáris algebra, valószínűség-számítás, matematikai statisztika, numerikus matematika, adatbázisok, algoritmusok és adatszerkezetek, automaták és formális nyelvek, assembly programozás, hálózatok és osztott számítások, mesterséges intelligencia, operációs rendszerek, programozás, számítógépes grafika, számítógéptechnika, számítástechnika tanítása.

\*

Az informatika tudományterületének szegedi fejlődése szempontjából jelentős dátum 1990, ekkor alakul meg az önálló *informatikai tanszékcsoport*. Ezzel az országban elsőként Szegeden vált szervezetileg is önállóvá az informatika a felsőoktatásban. Kezdetben a tanszékcsoport két tanszékből állt: a számítástudományi tanszékből, vezetője Gécseg Ferenc, és a számítástudomány alkalmazásai tanszékből, vezetője Csirik János, a tanszékcsoport vezetője Imreh Balázs volt. A tanszékcsoporthoz azután csatlakozott a kibernetikai laboratóriumból kivált Kalmár Laboratórium is, amely kutatócsoportként működött 1993-ig. Ekkor alakult át e kutatócsoport alkalmazott informatika tanszékké, vezetője Kuba Attila lett. Ekkor a már működő két tanszék elnevezése is megváltozott: a számítástudományi tanszék neve számítástudomány alapjai, a számítástudomány

emlékezése is megváltozott: a számítástudományi tanszék neve számítástudomány alapjai, a számítástudomány alkalmazásai pedig számítástudományi lett. A számítástudomány alapjai tanszék vezetője ekkor Imreh Balázs lett.

Gécseg Ferenc oktatói és kutatói tevékenysége, valamint közéleti szereplése elősegítette a hazai számítástudomány fejlődését. Az automaták vizsgálatai során igen figyelemreméltó eredményeket ért el, amelyek nagyban hozzájárultak az automaták algebrai elméletének kifejlődéséhez. 1972-ben a véges automaták elméletével kapcsolatos eredményeit összefoglaló könyvet írt *Peák István* társszerzővel. A hetvenes évektől több tanítványát bevonta a kutatásokba, akik ma már a téma nemzetközileg elismert szakemberei, és Gécseg Ferenc irányítása mellett a világ egyik legismertebb automataelméleti iskoláját hozták létre. Az 1984-ben megjelent, *Magnus Steinby*vel közösen írt Tree Automata című könyv a faautomaták elméletében addig elért eredményeket foglalja össze. 1986-ban megjelent a Products of Automata című könyve. A Magyar Tudományos Akadémia 1987-ben levelező, majd 1995-ben rendes tagjává választotta Gécseg Ferencet. A legjelentősebb európai elméleti számítástudományi szervezet, a European Association for Theoretical Computer Science alelnökének választotta 1991-ben. 1994-ben a Finn Tudományos Akadémia külföldi tagjává választotta.

Az MTA Matematikai Logikai és Automataelméleti Tanszéki Kutatócsoport átalakulásával létrejött az MTA Mesterséges Intelligencia Kutatócsoport; vezetője Csirik János lett. A kutatócsoport szervesen kapcsolódik a tanszékcsoporthoz oktató-és kutatómunkájához.

1992-ben a tanszékcsoporthoz felvette a Kalmár László Intézet nevet. 1990 után erősödtek és kiszélesedtek a tanszékcsoporthoz nemzetközi kapcsolatai. Négy Tempus pályázatban vettünk részt. Ezek nagyban hozzájárultak az intézet informatikai infrastruktúrájának korszerűsítéséhez, továbbá az oktatók továbbképzéséhez.

1993-ban indult az informatika-doktori képzés. A doktori program vezetője Gécseg Ferenc akadémikus, a doktori bizottság elnöke *Ésik Zoltán*. A program célja, hogy lehetővé tegye, elsősorban az elméleti számítástudomány területén olyan posztgraduális tanulmányok folytatását a JATE informatikai tanszékcsoporthoz, amely PhD-fokozat megszerzéséhez vezet. A program a fokozat megszerzését kurzusok elvégzéséhez és új tudományos eredményeket tartalmazó disszertáció megvédéséhez köti. A kurzusok és a lehetséges disszertációtémák a számítástudomány számos területét ölelik fel a teljesség igénye nélkül.

Az automaták elmélete - amely elválaszthatatlan a formális nyelvek elméletétől - az ötvenes évek közepén jött létre *S. C. Kleene* és *N. Chomsky* munkássága alapján. Kleene véges automatákat használt idegi folyamatok leírására, Chomsky pedig megalkotta a természetes nyelvtanok matematikai modelljét. Ez a tudomány egyetlen ismeretté vált abban az értelemben, hogy szinte nincs a számítástudománynak olyan területe, amelyen mélyre hatóbb kutatásokat lehetne végezni az automaták elméletében megismert módszerek és eredmények nélkül. Szegeden az automaták vizsgálata szinte az elmélet megfogalmazásával egy időben kezdődött Kalmár László hatására, majd a hatvanas évek eleje óta elmélyült Gécseg Ferenc munkásságával. Kalmár és Gécseg nemzetközileg elismert automataelméleti iskolát teremtettek Szegeden.

Az elméleti számítástudomány egy másik klasszikus, a számítógépek megjelenése előtt kialakult ága a *kiszámíthatóság elmélete*; a számítási feladatok megoldhatóságuk szerinti, illetve megoldhatatlanságuk foka szerinti osztályozását vizsgálja. A számítógépek gyakorlati elterjedése által felvetett problémákból fejlődött ki az *algoritmusalgebra*, amely a számítógéppel megoldható feladatok hatékony megoldásának lehetőségeit és korlátait vizsgálja. Az utóbbi két évtizedben a téma rendkívüli mértékben fejlődött, és részben új jelenségek, részben további matematikai eredmények felhasználásával mára az elméleti számítástudomány egyik meghatározó területévé vált. Szegeden a téma megalapozása Kalmár László nevéhez fűződik. A további fejlődésben a nyolcvanas években *Lovász László* oktatói és kutatói munkássága volt döntő. Az e területtel foglalkozók többsége az ő tanítványának tekinthető.

Az elméleti számítástudományban zajló kutatások meggyőző bizonyítékot nyújtottak arra, hogy az általános algebrai és kategóriaelméleti módszerek fontos eszközei a számítástudomány több területének: a funkcionális és imperatív programozási nyelvek tervezése, implementációs technikák, specifikációs nyelvek, a programozási nyelvek szemantikai modelljei, konkurens folyamatok, szinkronrendszerek és automaták elmélete. Az általános keret előnye, hogy a fogalmak egy magasabb szinten jelentkeznek, ezáltal belső lényegi összefüggések tárhatók fel. A terület egyik nagy sikere az, hogy egységes elméletét fejlesztette ki a programozási nyelvek szemantikai vizsgálatában, különösen a denotációs szemantikában alapvető konstrukcióknak. Szegeden az ilyen irányú kutatások a hetvenes évek végén kezdődtek, és jelenleg is folynak.

A számítógépes alkalmazásoknak is hagyományai vannak Szegeden. Már a hatvanas években Kalmár László kezdeményezte azokat a biológiai és orvosi kutatásokat, amelyekben a számítógépek alkalmazása jó eredménnyel biztatott. A biológiai jelfeldolgozás és számítógépes képfeldolgozás területén dolgoznak oktatók és kutatók az orvostudományi egyetem különböző intézeteivel együttműködésben. Az alkalmazások további, művelt területei a mesterséges neuronhálók, a globális optimalizálás és a számítógépes tanulás.

A tanszékcsoporthoz kutatásai kezdettől szorosan kapcsolódnak a nemzetközi informatikai kutatásokhoz. A hetvenes évek elején óta több nemzetközi konferencián részt veszünk. Kiemelkedik az 1981-ben, 1988-ban és 1992-ben

évek eleje óta több nemzetközi konferenciát szerveztünk. Kiemelkedik az 1981-ben, 1989-ben és 1995-ben megrendezett Fundamentals of Computation Theory konferencia, az 1995-ben tartott Workshop on Global Optimization, valamint a legjelentősebb európai számítástudományi konferencia, az International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP) megrendezése 1995-ben.

1997-ben az amerikai IEEE Computer Society posztumusz kitüntetést adott Kalmár Lászlónak a Computer Pioneer Award-díj odaítélésével. Ezt a magas kitüntetést olyan tudósoknak adományozzák, akik 15 év távlatában is maradandónak bizonyuló alkotást hoztak létre a számítástechnikában.

\*

*A szegedi iskola Kalmár László szellemében folytatja a kutatást, továbbra is a legsúlyosabb hazai elméleti központja a számítástudomány sok ágának, nemzetközi súlya sem csökkent, sorra neveli a számítástudomány új tehetségeinek nemzedékeit és nyitott minden alkalmazási irányban kitüntetve a legnagyobb múltú szegedi alkalmazási kapcsolatot, az orvosi informatikát. Az orvosi képzés eszközei a világban a számítástudomány és a medicina összefonódásának legnagyobb példáiává váltak, forradalmasították az egész orvosi gyakorlatot, a diagnosztikát, a terápiát, a műtéti eljárásokat. Szegeden az orvosegyetem és a Kalmár-iskola új eredményei közé tartozik a mechanikai légzési modell továbbfejlesztése, a Segams nevű online képkiértékelő rendszer, valamint az első közép-kelet-európai PACS (Picture Archiving and Communication System) kifejlesztése.*

Vámos Tibor

\* MIR-2 volt a számítógép neve, Gluskov, Kiev, 1969 (szerkesztő)