Alkalmazott Matematikai Lapok **32** (2015), 79-94.

KALMÁR LÁSZLÓ, A SZÁMÍTÁSTUDOMÁNY HAZAI ÚTTÖRŐJE

SZABÓ PÉTER GÁBOR

Csendes Tibor 60. születésnapjára tisztelettel és szeretettel ajánlom

Az IEEE Computer Society a világ egyik legrangosabb informatikai egyesülete. A társaság 1996-ban elhatározta, hogy az általuk 1981-ben alapított, de az addig szinte kivétel nélkül csak nyugati országokban dolgozó szakembereknek odaítélt Computer Pioneer Award díjat ezúttal Közép- és Kelet-Európai országok számítástechnikai úttörői is megkaphatják. A kitüntetés feltétele az volt, hogy a díjazott olyan maradandó számítástechnikai alkotást kellett, hogy létrehozzon, amely legalább másfél évtized távlatából is kiállta az idő próbáját.

1997-ben a Neumann János Számítógép-tudományi Társaság javaslatára két magyar tudósnak ítélték oda posztumusz a Computer Pioneer Award díjat. Az egyik Kozma László (1902–1983) műegyetemi professzor volt, aki 1955 és '57 között konstruálta meg az ország első programvezérelt jelfogós számítógépét, a MESz-1-et, amit 1958-ban üzembe is állítottak. A másik díjat a szegedi egyetem egykori matematika professzora, Kalmár László

(1905–1976) kapta, a matematikai logika műszaki alkalmazásainak terén elért eredményeiért, elsősorban a szegedi logikai gép megalkotásáért és a formulavezérlésű számítógép tervéért.

Kalmár professzor nagyon sokat tett itthon nemcsak az informatikai kutatásokért, de annak oktatásáért is. Közel félévszázadon keresztül tanított a szegedi egyetemen matematikát és majdnem két évtizedig számítástudományt. 1956 tavaszán munkatársaival kibernetikai szemináriumot szervezett, majd a következő évben – az országban elsőként – beindította a hazai felsőfokú informatikai szakemberképzést.

Több mint ötven éve tanítanak számítógép-programozást a szegedi egyetemen. Mivel az első elektronikus számítógép, az M-3 csak 1965-ben érkezett meg Szegedre, ezért kezdetben a számítógép-programozás még ún. „krétafizikai" módszerrel történt: táblánál, krétával, fiktív gépeken futtatta tanár és diák az algoritmusokat. Kalmár László, az egyetem kiváló matematika professzora azonban már az 1950-es évek második felében látta, hogy rohamosan közeleg az a korszak, amikor Magyarországon is szükség lesz majd az olyan szakemberekre, akiknek érteniük kell az „elektronikus számológépek" programozásához. Kalmár professzor kiharcolta a minisztérium beleegyezését, hogy a szegedi egyetemen az egyszakos tanárképzés megszüntetésekor, a harmadéves tanárjelöltek 5 százaléka az egyik szakjuk elhagyásával a megmaradt szak egy speciális területén elmélyültebb tanulmányokat folytathassanak. 1957 őszén – az országban elsőként – így vette kezdetét három egyszakos (vagy ahogyan hallgatótársaik viccesen hívták őket: EDSAC-os) hallgatóval a (számítógépes) alkalmazott matematikusképzés a szegedi egyetemen. Kalmár tudta, hogy ezzel egy születő tudományágat képvisel, és ahogyan az legtöbbször történni szokott, a születő újnak mindig meg kell harcolnia a maga harcát a konzervativizmussal szemben. Az ő esetében is így volt ez, bár valójában ez a küzdelme nem a kibernetika itthoni elismertetéséért folytatott erőfeszítéseivel kezdődött, hanem már jóval korábban, tulajdonképpen akkor, amikor matematikai logikával kezdett el foglalkozni.[1]

Abszolút igaz tudomány-e a matematika?

Kalmár érdeklődése a matematikai logika iránt az 1920-as évek vége felé kezdődött. Matematikus kollégái közül voltak, akik nem igazán örültek annak, hogy az olyan szép klasszikus matematikai diszciplínák kutatását, mint amilyen például a függvénytan, az analitikus számelmélet, vagy az interpoláció elmélete, olyan egzotikus tárgykörrel akar felcserélni, mint a matematikai logika. Még a matematikusok közül is többen túlságosan elméleti tudománynak tartották ezt, amelyről

[1] Az EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) az első gyakorlati feladatok megoldására is használható tárolt programú számítógép volt. 1949-ben angol fejlesztés eredményeként készült el a Neumann-elvek alapján.

úgy gondolták, hogy talán inkább a filozófiával van szorosabb kapcsolatban, mint a matematikával, és különben is nem valószínű, hogy valamikor lesz majd ennek bármilyen komolyabb alkalmazása. Riesz Frigyes mélyen lenézte a matematikai logikát, Haar Alfréd valamivel jobban értékelte, de azért ő is megkérdezte Kalmártól, hogy itt is vannak-e tételek és azokat be is bizonyítják-e, vagy csak véleményekről vitatkoznak, mint a filozófusok. A pályáját akkor kezdő fiatal matematikust azonban több olyan hatás érte, amely arra indította őt, hogy a továbbiakban mégis ez legyen a fő kutatási területe.

Kalmár a matematikai logikáról Neumann Jánostól hallott először Budapesten, ahol egyetemi tanulmányait folytatta. A tudományegyetemen akkoriban matematikai logikát még nem lehetett tanulni. Voltak ugyan „Logika” címmel előadások, de Kalmár ezekből hamar kiábrándult, mikor azt tapasztalta, hogy – ahogyan ő fogalmazott – egy logikával foglalkozó „filozófus” büntetlenül elkövethet olyan primitív logikai hibákat, amiket ha egy gimnazista tenne meg matematikából, akkor megbuktatnák ezért. Kalmár a matematikai logika alapgondolatait és a bizonyításelmélet programját szegedi éveinek kezdetén Neumann János egy akkor frissen megjelent dolgozatából értette meg. Módja volt megismerkednie néhány olyan kiváló külföldi matematikussal is, akiknek hatására tovább mélyült a kapcsolata ezzel az itthon még akkor újnak számító tudománnyal.

1928-ban nagy hatással volt rá a korszak egyik legnagyobb matematikusának, Hilbertnek a bolognai nemzetközi matematikai kongresszuson a logika megoldatlan problémáiról tartott előadása. A következő év nyarán el is utazott Göttingenbe, ahol személyesen is találkoztak. Kalmár így emlékezett rá: „Öreg volt már, bizony megesett, hogy halmazelméleti előadásán kiesett a kréta a kezéből. Volt egy nagyon jó magántanára, Bernays, leültette Hilbertet, fölvette a krétát és folytatta az előadást. Közben Hilbert 2–3 percet bóbiskolt, aztán fölnézett, figyelt egy percig, mit mond Bernays, majd visszavette a krétát és folytatta az előadást.” Egy ízben Bernays jóvoltából sikerült beszélgetnie is Hilberttel.

Edmund Landau, a kiváló német matematikus is Göttingenben tanított. Kalmár el is járt egyik függvénytani szemináriumára. Közelebbi kapcsolatba azonban nem kerülhettek, mivel akkoriban Landau az új könyvén dolgozott, és minden idejét szigorúan beosztotta, külön nem fogadott senkit. A fiatal szegedi tanársegéd sajnálhatta ezt, hiszen már gimnazista korától ismerte Landau nevét, és annak prímszámokról szóló kétkötetes számelméleti munkáját is. Nem kis meglepetést okozott így a számára, amikor Szegedre való visszatértekor, Landau egyik munkatársától, Fencheltől kapott egy levelezőlapot, amelyen azt kérdezték tőle, hogy megengedné-e Kalmár, hogy Landau a készülő Grundlagen der Analysis c. könyvében publikálja Kalmárnak az aritmetika alapjaival kapcsolatos egyik Bernaysnak tett megjegyzését, ill. ha ezt esetleg korábban már megtette, akkor kérték, adja meg annak irodalmi forrását, hogy Landau hivatkozhasson rá a könyvben.

Hosszasan kellett Kalmárnak gondolkodnia, mire rádöbbent, hogy milyen megjegyzésére vonatkozhatott Landau kérése. Aztán eszébe jutott, hogy tényleg említette Bernaysnak, hogy Hilbert az előadásán az egyik állítást szerinte a kelleténél komplikáltabban bizonyította be, és úgy gondolta, hogy ezt egyszerűbben is meg lehetett volna csinálni. Aztán vacsora közben el is mondta ennek részleteit Bernaysnak, hogy Neumann cikkéből kiindulva, ő azt hogyan bizonyítaná. Ezt aztán Bernays elmesélte Landaunak, aminek végül az lett az eredménye, hogy az említett könyv előszavába Landau ezt írta: „habozással állok a nyilvánosság elé ezzel az írással, mert egy olyan területről publikálok ezzel, amelyről semmi új mondanivalóm nincs, leszámítva Kalmárnak egy szóbeli közlését." Ennek a meglepő vallomásnak az volt az előzménye, hogy Landau, aki magát a precízség mintaképének tartotta, az egyik előadásán, amit az aritmetika axiomatikus felépítéséről tartott, hibásan bizonyított be egy hasonló tételt, melyre Kalmár megjegyzése is vonatkozott. Erre egyik tanársegédje hívta fel a figyelmét, ami számára aztán olyan sokkot jelentett, hogy ezért egy könyvet kellett írnia.

Kalmár ekkor még tanársegéd volt a szegedi egyetemen, és Landaunak ez az elismerése nagyon nagy hatással volt rá. Saját bevallása szerint a matematikai logikával való igazi kapcsolata ekkor kezdődött, látta, hogy érdemes ezzel foglalkoznia. Az 1932-es zürichi nemzetközi matematikai kongresszuson már ő maga is tartott egy előadást az ún. eldöntésprobléma kapcsán, amely aztán kutatási tevékenységének egyik fő irányvonalát jelentette.

Az eldöntésprobléma a következő feladatot jelenti: adjunk meg olyan algoritmust, amellyel tetszőleges logikai formulák azonosan igaz volta eldönthető. Kalmár számos tudományos dolgozatot publikált ezen a területen, bár bizonyos értelemben boldogtalan kincskeresés volt ez, hiszen később kiderült, hogy ilyen algoritmus bizonyíthatóan nem létezik (feltéve persze, hogy az algoritmus intuitív fogalma alatt azt értjük, ahogyan azt ma egzakt módon tárgyalni szokás). Mindenesetre bizonyos speciális formulaosztályokra megoldható az eldöntésprobléma és bizonyos típusú formulákra Kalmárnak sikerült is azt megoldania. Egy ilyen feladat kapcsán történt az, hogy Kalmár Gödellel és Schüttével egy időben, de tőlük függetlenül oldott meg egy problémát, amit azonban Gödel hamarabb tudott publikálni. Hilbert viszont mégsem engedte visszavonni Kalmár dolgozatát a Math. Annalen folyóirattól, mert abból jobban meg lehetett érteni az alkalmazott módszert. Kalmár legtöbb cikkét az eldöntésprobléma ún. redukció-elméletének szentelte, amikor is az általános problémát visszavezette bizonyos speciális eseteire.

Kalmár sokat foglalkozott Gödel és Church nevezetes tételeinek egyszerűsítésével, általánosításával és helyes interpretáción alapuló népszerűsítésével is. Gödel 1931-ben közölte nagy horderejű eredményét, miszerint minden „valamirevaló" axiómarendszerben (azt, hogy ez mit jelent, persze pontosan meg lehet határozni) megfogalmazható olyan probléma, ami a rendszer keretein belül nem oldható meg, vagyis azt az adott axiómarendszer eszközeivel sem igazolni, sem cáfolni nem lehet. Ez egyben azt is jelenti, hogy nincs olyan abszolút axiómarendszer, amire az egész matematikát fel lehetne építeni, mert akármilyen értelmes axiómarendszert is rögzítenénk, mindig találhatnánk olyan feladatot, amit a rendszer fogalmaival ugyan le tudnánk írni, de semmilyen módon nem tudnánk azt sem bizonyítani, sem cáfolni kizárólag csak a rendszer axiómáinak felhasználásával.

Church példát adott algoritmussal egyáltalán meg nem oldható problémaseregekre is, és igazolta, hogy nincs olyan algoritmus, amellyel bármely adott logikai formuláról el lehetne azt dönteni véges számú lépésben, hogy az azonosan igaz-e. Church eredményét népszerűen úgy szokták mondani, hogy vannak abszolúte megoldhatatlan problémaseregek, míg Gödel tétele axiómarendszertől függő, relatíve eldönthetetlen problémák létezésére mutat rá. Church tételét mélyebbnek gondolták Gödelénél, így meglepő volt, amikor Péter Rózsa észrevette, hogy ez nem így van. Church tétele levezethető a Gödel-tételből, sőt Kalmár azt is igazolta, hogy a Church-tétel egyenesen speciális esete a kellő általánosságban megfogalmazott Gödel-tételnek.

Izgalmas területre jutunk akkor, amikor az ún. Church-tézisről gondolkodunk, amelyen Church tétele is alapult. A kérdés tulajdonképpen az, hogy mi is az „algoritmus”. Erről mindenkinek lehet valamiféle intuitív fogalma: egy véges eljárás, amely minden lépésben pontosan előírja, hogy mit kell csinálni. Ha azonban, azt akarjuk megmutatni, hogy valamely probléma megoldására egy adott eszközkészlet mellett nincs algoritmus, akkor azt kell bebizonyítani, hogy soha senki nem tud olyan véges eljárást/bizonyítást kreálni, amely megoldaná a feladatot. Az ilyen matematikai bizonyításhoz viszont szükségünk van az algoritmus egzakt definíciójára. Több ügyes kísérlet történt az egzakt definíció megadására, amelyekről végül kiderült, hogy egymással egyenértékű fogalmat eredményeznek, így nagyon is ésszerűnek tűnik, ha az algoritmus intuitív fogalmát a javasolt egzakt fogalmakkal (pl. általános rekurzív függvény, Turing-géppel kiszámítható függvény) helyettesítjük. A Church-tézis azt jelenti, hogy tegyük ezt meg. Persze azt, hogy ezt tényleg jogos megtenni, matematikai szigorúsággal bizonyítani nem lehet, csak ún. plauzibilitási érvekkel lehet alátámasztani. Mindenesetre, ha elfogadjuk a Church-tézist, akkor a továbbiakban nyugodtan alhatunk, mert meg tudjuk mindenki számára mondani, hogy mi az az algoritmus.

Kalmár azonban nem igazán hitt abban, hogy a matematika eljárásait valaha is az előbbieknek megfelelő zárt keretek közé lehet kényszeríteni. Nagyon érdekes az, ahogyan rámutatott arra, hogy a Church-tézis ellen éppúgy lehet plauzibilitási érveket felhozni, mint ahogyan Church mellette hozott fel hasonló érveket. Kalmár egészen meglepő következtetésre jutott: ha valaki elfogadja a Church-tézist, akkor azt is el kell, hogy fogadja, hogy vannak olyan tételek, amelyek ugyan igazak, de azt, hogy igazak, azt semmilyen helyes okfejtéssel soha nem lehet bebizonyítani. Nem csak most nem tudjuk bebizonyítani őket! Soha nem fogjuk! Kalmár szerint, ha valaki hisz abban, hogy a világ törvényei megismerhetők, akkor nem fogadhatja el a Church-tézist, mert abból azt lehet levezetni, hogy vannak olyan törvényszerűségek, amelyek teljesülnek, de hogy ez tényleg így van, ezt soha senki nem fogja tudni bebizonyítani. Mondhatni egyrészt azért, mert magunk zártuk magunkat zárt keretekbe azáltal, hogy rögzítettük az algoritmus fogalmát. Ez esetleg kellemes lehet, biztonságérzetet adhat, de a megismerésünk korlátoltságával fizetünk érte.

Matematikai ars poeticájának is felfoghatók az alábbi sorai: „...megjártam a matematikai egzaktság magasiskoláját, s látom, hogy az egzaktságnak nincs határa, nincs olyan precíz módon megfogalmazott definíció, vagy tétel, amibe még precízebb álláspontról bele ne lehetne kötni, mégpedig nemcsak szőrszálhasogatásból és kákáncsomókeresésből, hanem alapos okkal (mert a precízebb álláspont el nem fogadása effektív hibákhoz, hamis eredményekhez vezethet); éppen ezért nem tudom többé statikus-dogmatikusan felfogni a matematikai precízséget: aki ezen innen van, nem precíz, aki túl, az precíz. Ezzel együtt elejtettem persze a matematikának, mint *abszolút igaz tudománynak* a képzetét. Nem írom, hogy kénytelen voltam elejteni, mert az a meggyőződésem, hogy épp az a szép a matematikában, hogy magán viseli az emberi alkotás minden bizonytalanságát. Félre ne érts: létezik számomra is precízség, de nem statikus, hanem dinamikus értelemben: mint precízségre törekvés. Amikor valakit matematikára tanítok, már áll a precízség valamilyen, esetleg nagyon alacsony fokán; magasabbra nem úgy jut, hogy én dogmatikusan magasabb fokra állok és lemarházom, ha ő kevésbé precíz, hanem úgy, ha meggyőzőm arról, hogy érdemes feljebb jönnie. Persze mindezt csak akkor érdemes, ha van benne igény rá; egy cseppet sem baj, ha nincs, akkor maradunk ott, ahol voltunk." Persze kérdés, hogy a fenti sorokban igaza van-e Kalmárnak. A matematikatörténet példái azt mutatják, hogy igen. Néhány mai logikus esetleg, úgy gondolhatja, hogy nem. Száz év múlva érdemes lenne esetleg visszatérni erre a kérdésre.

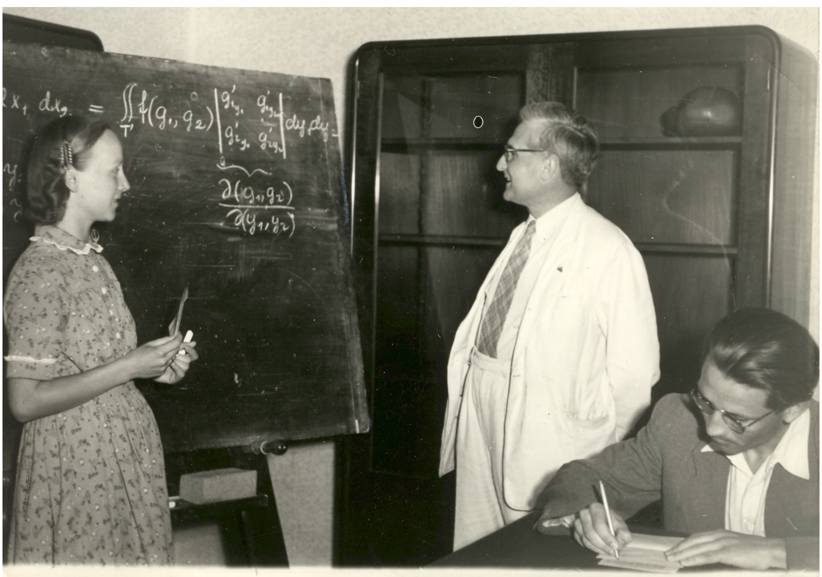
„Mitől mozog?"

Kalmár László sajátságos szellemben tanította a matematikát. A tanításban elsősorban az motiválta, hogy mindig szerette volna a nehéz kérdéseket könnyűvé tenni. Úgy megtartani egy előadást, hogy azt ne csak a tehetséges diákok, hanem bárki megérthesse, ha annak kellőképpen nyitott az elméje, és érdeklődik a téma iránt. Szerette felfedeztetni a matematikát. Ne kényszer legyen, hanem szükségét érezze a diák, amikor egy új fogalmat kell bevezetnie. A definíció nála sokszor nem a kiindulópont volt, hanem a végállomás, ahogyan a szemléletestől eljutott az absztrakt fogalomig. Ugyanez vonatkozott a tételekre is. Ma az egyetemen legtöbbször kimondunk egy tételt, majd azt követi a bizonyítás. Nála gyakran egy gondolatsor zárásaként, mint végkifejlet jelent meg a tétel megfogalmazása.

Kalmár szerint egy tétel kimondása és annak helyes bebizonyítása még nem feltétlenül elégséges a valódi tudáshoz. Úgy vélte, hogy az érti a tételt igazán, aki tudja azt is, hogy mi a lényeges pont annak a bizonyításában. Mi ad motivációt egy tétel megfogalmazásához, és hogyan lehet rájönni annak egy bizonyítására. Hogyan lehetne másképpen bebizonyítani ugyanazt. Magyarázzuk meg, hogy milyen eszközt és miért használunk. Ne csak azt lássuk, hogy logikailag helyes valami, hanem azt is, hogy miért van szükség az adott lépésekre. Elég csak elővenni például a matematikai analízisről kiadott jegyzeteit, hogy összehasonlítva azt más hagyományos tárgyalásokkal, lássuk annak sajátos voltát.

Kalmárra nagy hatással voltak egykori pesti tanárai, Kürschák József és Fejér Lipót. Fejér is művésze volt a matematikának. Előadásait még olyanok is hallgatták, akiknek egyébként kevés közük volt a matematikához, ugyanis nemcsak az volt nála az érdekes, hogy mit mond, hanem az is, ahogyan azt mondta. Kalmár így emlékezett rá: „Fejér Lipótnak hihetetlenül szuggesztív volt az előadásmódja. Nem sokat törődött azzal, hogy mennyi anyagot végeztünk, de rengeteget lehetett tőle tanulni, persze csak annak, aki rezonált rá. A gyenge hallgatók nevettek rajta, hogy előadás közben grimaszokat vág, hogy hol a hátsó padból magyaráz, hol pedig előre fut a táblához, ír valamit, aztán megint hátramegy. Azok voltak a legérdekesebb előadásai, amikor valamit már befejezett, és nem akart újba kezdeni, és mesélt a legutóbbi olvasmányairól, ami hatással volt rá. Ezzel olyan távlatokat nyitogatott az ember előtt, amit akárhány előre jól átgondolt, szabványos előadás sem tudott nyújtani." Ottlik Géza, aki szintén Fejérnél tanult, ezt írta róla: „Kívülállónak nem lehet elmondani, hogy milyen volt Fejér Lipót. Óriás volt. Földöntúli vigasztalás a puszta lénye. Aki nem ismerte, az valamit nem tud a világról, és sohasem fogja megtudni." Kalmár a Fejér-előadásokról évfolyamtársával, Péter Rózsával gyönyörű jegyzeteket készített, volt, hogy ezek egyikére Fejér egyik tudományos dolgozatában hivatkozott is.

Kalmárnak a tanításról vallott nézetei szorosan kapcsolódtak matematikai munkásságához is. Saját bevallása szerint, neki sosem volt az a fő ambíciója, hogy minél



több cikket írjon, így nem véletlen az sem, hogy vannak olyan eredményei, amelyeket ma az ő nevével is emlegethetnénk, ha publikálta volna azokat. „Cikkeim egy részében nem annyira az új eredmények közlésére, hanem valaminek a megmagyarázására, népszerűsítésére törekszem" – nyilatkozta egyszer. Látta, hogy szervesíteni, igazán megérteni valamit nagyobb örömöt jelenthet még az új tudományos információ közlésénél is.

Egy új matematikai eredmény, amikor megszületik, akkor mindenekelőtt az a fontos, hogy az helyes legyen. Az új eredményeket közlő matematikai cikkek azonban legtöbbször közel sem nyilvánvaló gondolatokból, hanem ügyes, trükkös és gyakran hosszú, sokoldalas matematikai meggondolásokból állnak. Kalmár matematikai munkásságának egyik fontos aspektusa, hogy gyakran meg tudta ragadni a matematikai gondolatok lényegét, így egy-egy bizonyítást lényegesen egyszerűbben tudott „tálalni", mint ahogyan annak szerzője azt eredetileg kitalálta. Így született meg például Erdős Pál első tudományos cikke is, annak elemi bizonyítására, hogy bármely 1-nél nagyobb egész szám és annak kétszerese közé mindig esik prímszám. Ez az ún. Csebisev-tétel, amire Csebisev korábban már adott egy komplex bizonyítást. Erdős Pál elemi matematikai eszközökkel egy új bizonyítást gondolt ki (ráadásul többet is bizonyított Csebisevnél), de bár az eszközök elemiek voltak, „homályos és hézagos írásmodora miatt" elsőre Erdős bizonyítását sem igen értették meg, még maga Kürschák József sem. Kalmár László segítette neki azt cikké formálni. Nem hiába emlékezett erre később Erdős úgy, hogy „nagyon sokat tanultam Fejér Lipóttól, de a legtöbbet valószínűleg Kalmár Lászlótól." (Erdős doktori disszertációját szintén Kalmár fogalmazta meg és írta le jól érthető formában.)

Persze mai szemmel nézve a dolgokhoz való ilyesfajta hozzáállás kicsit furcsának tűnhet. Ma talán a „publish or perish" jegyében sok kutatónak más lehet az ambíciója. Minél több cikket írni, minél több új eredményt publikálni, ami persze érthető is. Érdemes azonban elgondolkodni a mesterséges intelligencia úttörőjének Minskynek egy gondolatán, amely Kalmárnak is nagyon megtetszett, amikor Kanadában jártakor annak egyik írásában találkozott vele. Minsky azt mondta, hogy talán érdemesebb arról írni, hogy hogyan jött rá az ember nehéz problémák megoldására, mert az tanulságos lesz az utókor számára, mint arról, amit az ember legutoljára bebizonyított, mert az a jövő században úgyis valamilyen nagyon általános fogalomra vonatkozó nagyon általános tétel érdektelen speciális esete lesz majd.

A szóbeli Kalmár-vizsgák sajátos rituálé szerint lezajló nyilvános számonkérések voltak. A vizsgázókon kívül gyakran más hallgatók is jelen voltak, hogy meghallgassák a feleleteket. Tea és sütemény is volt a teremben, a gyakorlatvezetők segítettek a szervírozásban. A vizsgázónak mindig résen kellett lennie, hogy elmondhassa a feleletét, mert Kalmár rendkívül gyors gondolkodású matematikus volt, pillanatok alatt átlátta, ha valaki rossz irányba indult el, nem lehetett nála mellébeszélni. Ha kiderült, hogy még a hallgató maga sem érti azt, amiről beszél, volt, hogy annyira elragadtatta magát, hogy kiabálva verte a táblát, rámutatva, hogy hol a hiba a bizonyításban, ami után aztán a hallgatóság egy színvonalas kiselőadás részesévé is vált a professzor úrtól.

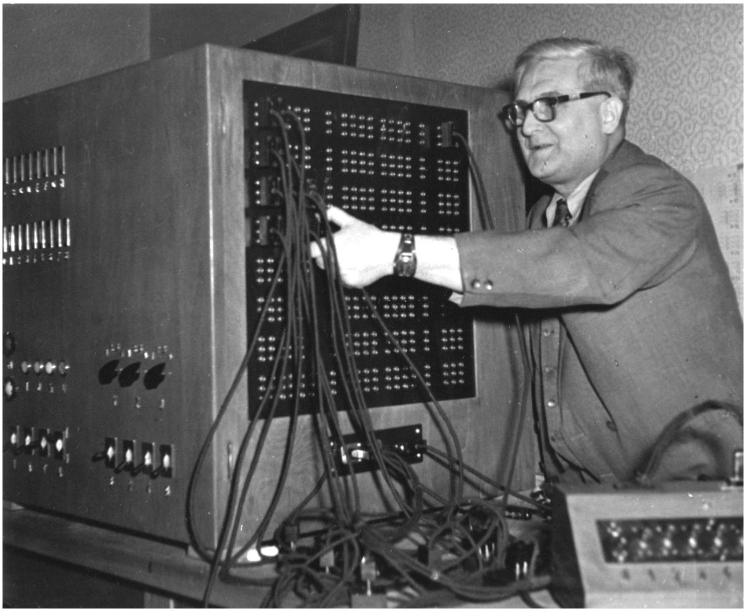
Kalmár László azonban nemcsak a katedrán végzett pedagógiai munkát, hanem levelezés útján is. Az 1986-ban kiadott Integrállevél c. könyvecskében Szabó Miklós makói gyermekorvosnak írt 40 oldalas levelét adták közre (más érdekes tanulmányokkal együtt), amelyben Kalmár annak egy kérdésére reflektálva – nevezetesen, hogy mit is jelentenek a kémia könyvekben azok az elnyújtott S betűk (integráljelek) – elmagyarázta neki az integrálszámítás lényegét. Kalmár készséggel segített mindenkinek, aki valamilyen kéréssel, kérdéssel fordult hozzá akár személyesen, akár levél útján. Péter Rózsa írta: „Ha valaki az utolsó évtizedek magyar matematikájáról akarna tanulmányt írni, egyik fő forrása Kalmár levelezése lehetne: a legkülönbözőbb területeken dolgozó matematikusok fordultak hozzá kérdéseikkel, és kaptak tőle munkájukat előbbre segítő feleletet. Hozzá fordultak, mert tudták, hogy matematikus egyéniségének legfőbb vonásai: a matematika egész területének világos áttekintése, nemcsak terjedelmében, hanem mélységében is, és szinte egyedülálló pedagógiai érzék.” Péter Rózsa tapasztalatból tudta ezt: Kalmár neki egy 64 oldalas levélben írta meg az aritmetika ellentmondás-mentességére adott Gentzen-féle bizonyítás alapgondolatát.

A Szegedi Tudományegyetem Egyetemi Könyvtárában őrzött Kalmár-hagyatékban Kalmár Lászlónak közel 700 levelezőpartnerrel folytatott levelezése maradt meg, több ezer levél. A közelmúltban ebből a gazdag, tudománytörténeti szempontból is érdekes anyagból 24 magyar matematikussal folytatott levelezését adta ki a Polygon Kiadó (Kalmárium I-II, 2005, 2008), több mint félezer levelet sok más egyéb dokumentummal, tanulmánnyal, életrajzzal, beszélgetéssel, jegyzetekkel és fényképekkel egyetemben.

Két történetet emelnénk most csak ki a Kalmár-legendáriumból. Az egyiket Székely Sándor mesélte: „Feltűnt, hogy amikor kísértem az előadásra, nemigen volt szabad szólni semmit. Sőt, hogy ha Ő kérdezett valamit, arra is csak igennel meg nemmel volt szabad válaszolni. Egyszer egy hallgató jött vele szembe, és kérdezni akart valamit. Rettentően dühbe gurult, úgy, hogy az előadása előtt egy percet várnia kellett, amikorra annyira lehiggadt, hogy megkezdhette az előadást. Aztán megkérdeztem Tőle, hogy mi ennek az oka? Izgul? Azt mondta: igen. És ez rendkívül érdekes volt, hogy Ő, aki egész életében hihetetlenül sok előadást tartott, aki egész életében pedagógiai munkát végzett: izgult. És akkor kijelentette, hogy tudod, úgy van ezzel az ember, hogy ha már nem izgul, akkor ne tartson előadást. Addig szabad előadást tartani, amíg izgul.”

Tanítványa, Surányi János így emlékezett rá: „Amikor valamit közösen elolvastunk, engem eleinte kifejezetten bosszantott az, hogy amikor végigmentünk a bizonyításon, és minden pont világos volt, hogy miből és hogyan következik, ő akkor kezdett el tulajdonképpen gondolkozni arról, és ez volt talán a legfontosabb, amit tőle tanultam (ha nehezen is tanultam meg). Ő úgy fogalmazta meg a kérdést, hogy: Mitől mozog?... Mi az, amitől mozog a bizonyítás?”

„Most gépeink teszik mindezt helyettünk”



Kalmár László a számítógépekkel, vagy ahogyan akkor hívták őket „elektronikus számológépekkel” az 1950-es évek közepétől kezdett el behatóbban foglalkozni. Szinte azonnal felismerte a bennük rejlő forradalmi lehetőségeket. 1956. április 10-én szemináriumot szervezett a szegedi egyetemen a matematikai logika műszaki alkalmazásainak a szakirodalom alapján való megismerésére. Hamar kiderült azonban, hogy a témával úgy kerülhetnek még szorosabb kapcsolatba, ha nemcsak könyveket, cikkeket tanulmányoznak, hanem maguk is megpróbálkoznak valamilyen konkrét számítástechnikai berendezés építésével. Kalmár egyik adjunktusa felvetette, hogy építsenek egy kis elektronikus számológépet. Pesti kollégájuk, Tarján Rezső azonban hamar lebeszélte őket arról, hogy számológép építésébe kezdjenek, mivel az túl drága lett volna, inkább azt javasolta, hogy foglalkozzanak logikai gépekkel. Adott hozzá szakirodalmat is. Kalmár egykori tanítványa, majd munkatársa, Muszka Dániel így emlékezett ezekre az időkre: „Első feladatom a szemináriumon az volt, hogy hozzak egy jelfogót, mert ezt meg kell ismerni, ugyanis – mint (akkor már nekem is így volt szólítható) Laci bácsi mondta – ez lesz a leendő gépünk építőköve. Mindenkit nagyon érdekelt a jelfogó: ki lelkesen, ki kissé borzongva vette kezébe ezt a különös izét… (egy közönséges, 48 V-os, két váltóérintkezős postai jelfogó volt, ám akikkel itt kapcsolatba került, azok az elméleti matematika kitűnőségei voltak, így érthető volt borzongásuk és tiszteletreméltó az azt legyőző tudásvágyuk). Néhány hónap elteltével

Laci bácsi, a frissen szerzett jelfogós ismeretei birtokában, kidolgozta egy 8 változós, jelfogós logikai gép áramköri terveit. (Ezeket később megmutattam egy postamérnöknek, aki a relés telefonközpontok specialistája volt: zseniálisnak, lélegzetelállítóan szellemesnek találta, és teljességgel kizártnak tartotta azt, hogy ezt egy olyan ember készítette, aki néhány hónappal ezelőtt látott először jelfogót. Persze ő nem ismerte még Laci bácsit...)”

A Kalmár-féle logikai gépet 1958. május 1-jén mutatták be az egyetemen. A gépet Kalmár tervei alapján Muszka Dániel építette meg. A logikai gép segítségével az ítéletkalkulus logikai formuláiról lehetett eldönteni, hogy azok mikor kielégíthetők. A konstrukció egyik érdekessége az volt, hogy a logikai változók értékeit nem két érintkezős bemenettel, hanem hárommal valósította meg. Ha a függőlegesen egymás alatt álló három bemenet közül a felső kettőt kötötték össze, az a hamis értéket jelentette, ha az alsó kettőt, az az igazat. Kalmár rendre megtervezte a negáció, a konjunkció, a diszjunkció és más kétváltozós logikai művelet megvalósítását.

Az elektromechanikus vezérlésű logikai gép egy tisztán huzalos megoldású konstrukció volt. Programozása dugaszolás útján történt, amellyel egy legfeljebb nyolc logikai változót tartalmazó tetszőleges bonyolultságú formulát tudtak vizsgálni. A gép állapotát és az eredményt jelzőlámpákról lehetett leolvasni. Alkalmazási lehetőségeit tekintve használhatták például vasútbiztosító mérnökök annak meghatározására, hogy egy pályaudvaron hogyan álljanak a váltók és a szerelvények, hogy egy adott vonat egy adott sínpárra való befutáshoz szabad jelzést kapjon, de alkalmas volt például adott működési feltételeknek megfelelő áramkörök helyességének az ellenőrzésére is. Bár a gép igazi jelentősége talán abban állt, hogy Kalmár és munkatársai a gép tervezése és építése kapcsán mondhatni kicsit jobban „belemelegedtek” a kibernetikába.

A szegedi logikai gép dugaszolással való „programozása” elég nehézkes volt, ezért készítettek hozzá egy olyan billentyűs berendezést, amely az adott logikai formula alapján automatikusan felépítette a megfelelő logikai áramkört. Ekkor felmerült az ötlet, hogy ezen az elven számológépet is lehetne csinálni, ha nem logikai formulát, hanem valamilyen programozási nyelven írt programnak a jeleit vinnék be, és így a gép fordítóprogram nélkül megérthetne egy magasabb szintű programozási nyelvet.

A formulavezérlésű számítógép tervét Kalmár 1959-ben vetette fel egy varsói konferencián. Az ilyen számítógép anyanyelve nem alacsonyszintű gépi nyelv, hanem egy magasabb szintű programozási nyelv. Vagyis ekkor a matematika formulanyelvéhez hasonló módon lehet odaadni a formulavezérlésű gépnek a feladatot, és az anélkül oldja azt meg, hogy közben le kellene fordítania gépi nyelvre. Itt nincs szükség fordítóprogramra, mivel a gép eleve úgy van megszerkesztve, hogy egy formulanyelv az anyanyelve. Kalmár ötlete a formulavezérlésű gépről már régen megszületett, megvalósítására azonban itthon nem kapott sem engedélyt, sem pénzt. Kijevben viszont Gluskov és munkatársai Kalmár munkáiból kiindulva szerkesztették meg a MIR számítógépet, amelynek a nyelve közel állt az ALGOL-60-hoz.

A szegedi informatikai kutatások eredményeként született meg ekkor az első hazai kibernetikai állatmodell is, a Szegedi Katicabogár. Muszka Dániel tervezte és építette. Az első magyar műállat a feltétlen és a feltételes reflexek modellezésére szolgált, elektroncsövekből, germániumdiódákból, fotocellákból, jelfogókból, elektromotorokból, hangszórókból és mikrofonból állt össze. Ha egy fényforrásból rávilágítottak, magától elindult a fény irányába; ha furulyaszót hallott, akkor villogott a szemével. Néhányszori együttes impulzus után egy beépített tanulóalgoritmus alapján elég volt csak furulyázni neki, követte a hangot. A Szegedi Katicabogár jelenleg is működőképes, a logikai géppel együtt az Informatika Történeti Múzeum Alapítvány szegedi gyűjteményében, a Szent-Györgyi Albert Agorában tekinthető meg.

1957 őszétől kezdve Kalmár professzor lelkesen fogott hozzá a programozás tanításához is a szegedi egyetemen. Ahogyan a matematikai fogalmak esetén, itt is igyekezett szemléletessé tenni a használt módszereket. A ciklusszervező utasítás bevezetésekor kedvenc példája volt a „kis inas”, akit a mester elküldött a kútra egy kantával vízért. Feladatul kapta, hogy x kanta vizet hozzon egy dézsába. A dézsa mellett egy kosárban volt x darab kavics. Indulás előtt az inas mindig kivett a kosárból egy kavicsot, s mindaddig kellett járkálnia a kútra, amíg el nem fogyott a kavics a kosárból. Emlékezetesek voltak az előadásainak illusztrálásaként bemutatott népszerű zászlós ábrái is.

Kalmár a hatvanas évek elejétől behatóan foglalkozott a matematikai nyelvészettel is. A Chomsky-féle generatív nyelvészet jelentőségét felismerve rámutatott arra, hogy a matematika és a nyelvészet eredményei és módszerei hogyan alkalmazhatók kölcsönösen a két tudományban. A formális nyelvek elmélete mellett Kalmár professzor környezetében ekkor kezdett kialakulni egy automataelméleti iskola is, amely a mai napig a szegedi informatikai kutatások egyik virágzó területe.

Az első elektronikus számítógép, az M-3 (másik nevén: M-3-M) 1965-ben érkezett meg Szegedre. Nem sokkal előtte kezdte meg 1963-ban a Kibernetikai Laboratórium a működését az egyetemen. Az M-3 elektroncsövekkel működő elsőgenerációs gép volt, és egyben az első magyar építésű elektronikus számítógép. Budapesten az MTA Kibernetikai Kutatócsoportja készítette szovjet dokumentációk alapján. Nagy kaland volt a Szegedre való költöztetése és üzembeállítása is. Ismét Muszka Dánielt idézzük: „Mint minden beállításnál, így az M-3 esetében is elérkezett az ünnepélyes üzembe helyezés napja. Előző este úgy 9 óra tájban bejött Laci bácsi a gépterembe és érdeklődött, hogy minden rendben van-e? Teljesen megnyugtató választ tudtunk adni, hiszen a teszt-programok és a laboratórium matematikusai által már elkészített programok napok óta hibátlanul futottak. Laci bácsi távozása után, mintegy félóra elteltével elementáris erejű zivatar tört ki, óriási villámlások kíséretében. Néhány perc múlva, egy hatalmas villanás után az áramszolgáltatás megszűnt... Aki valaha is dolgozott elsőgenerációs (azaz elekroncsöves) számítógéppel, annak nem kell különösebben ecsetelni, hogy mit jelentett a gép számára az ilyen körülmények között létrejött áramkimaradás. Azoknak – és ma már ők vannak nagy többségben – akik csak hallottak az ilyen gépekről, csak annyit: az áramszünet 20 percig tartott; ezután visszakapcsoltuk, és reggel 5 óráig több, mint 40 darab meghibásodott elektroncsövet cseréltünk ki a gép különböző egységeiben. Reggel 6 órakor a tesztek ismét hibátlanul futottak, és délelőtt az ünnepélyes üzembe helyezés zavartalanul megtörtént." 1968-ig működött az egyetemen az M-3, ekkor váltotta fel a második generációs (immár tranzisztorokkal működő) számítógép, a Minszk-22.

A Minszk-22 gépet Kalmár László számítástechnikai munkásságának elismeréseként ajándékozta az egyetemnek az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság. Megbízható, jól működő gép volt. Különböző orvostudományi alkalmazásoknál is használták. Az orvosok először azt próbálták megvizsgálni, hogy számítógép segítségével hogyan lehetne azt kideríteni, hogy egy gyógyszer mikor hatásos. Ehhez olyan szignifikancia vizsgálatokat végeztek valószínűség-számítási eszközökkel, amelyekkel igyekeztek elkülöníteni a véletlen gyógyulásokat a törvényszerűtől. De használták a gépet az idegfiziológiai kutatásokban és magatartáselemzésre is. A nukleáris medicina területén folytatott számítógépes kutatások szintén ekkor vették kezdetüket Szegeden.

1975-ben egy újabb generációváltás történt. Ekkor érkezett a harmadik generációs számítógép, az R-40 az egyetemre. Ez már integrált áramkörökkel működött, a maga idejében modern gépnek számított. Szükség is volt a váltásra, mert egyre inkább érezhetővé vált, hogy a felmerülő feladatok megoldására a korábbi gép már nem elegendő. A Minszk-22-t 1976 májusában leállították, majd egy budapesti ipari szövetkezetnek adták, ahol még több évig dolgoztak vele. Ma ez a gép is a szegedi informatikai gyűjteményben tekinthető meg.

Kalmárnak több olyan ötlete is volt a számítástudomány területén, aminek az elméletét csak felvázolni volt lehetősége. Érdekes gondolata a matematikai ötletközlő interaktív programozási nyelv megalkotása is. Úgy gondolta, hogy hasznos lehetne egy olyan alkalmas programozási nyelvet konstruálni, amelyen a matematikus egy adott problémára vonatkozó ötleteit közölni tudná a géppel, amely aztán kipróbálná az ötleteket, visszaadná a részleteredményeket, amik alapján a matematikus, értékelve az eredményeket, újabb ötleteket közölhetne a géppel, és ennek iterációjaként, mint egyfajta interaktív bizonyítás útján juthatna közelebb a feladat megoldásához.

Senki számára nem kell bizonygatni, hogy az informatika micsoda rendkívüli fejlődésen ment keresztül az elmúlt évtizedekben. Érdekes lehet ezért megnézni azt, hogy a számítástudománynak egy olyan úttörője, mint amilyen Kalmár László is volt, a maga korában hogyan vélekedett a számítástechnika fejlődéséről, mit gondolt arról, hogy hova fog ez majd a későbbiekben vezetni. Kalmárt többször megkérdezték erről, élete utolsó évében így nyilatkozott: „A számítógépek további fejlődése oda fog vezetni, hogy egyrészt mindenki olcsón vásárolhat zsebbe férő kis számítógépet, másrészt a számítás, általánosabban az információfeldolgozás éppoly közszolgáltatás lesz, mint ma a telefon: mindenki „feltárcsázhatja" a központi nagy számítógépet, „betárcsázhatja" neki a feladatot és esetleg emberi hangon megkapja tőle a megoldást, esetleg képernyőn jelenik meg neki. A mai multiprogramozásos rendszerek nem is állnak ettől nagyon messze, a századfordulóra valószínűleg nem lesz már utópia." Nos, ma már tényleg nem utópia.

Kalmár professzor munkásságával indult meg az informatika oktatása és kutatása a szegedi egyetemen. Sokan kaptak tőle maradandó útravalót matematikából és számítástudományból egyaránt. Saját példájával igazolta azt a tanácsát, amelyet egyszer a fiataloknak adott: „Ha valamiről azt hiszitek, hogy igazatok van, minden gáncsoskodás ellenére csináljátok, a jövő igazolni fog benneteket."

Életrajzi adatok.

1905. márc. 27.	Kalmár László a Somogy megyei Edde községhez tartozó Alsó-Bogát pusztán született.
1910–1914	Elemi iskolai tanulmányait (II–V. osztályt) Sárszentágotán végzi a községi népiskolában.
1914–1922	A budapesti I. kerületi kir. állami főgimnáziumban tanul. Matematikatanárai között van Dávid Lajos is, a jeles matematikus, matematikatörténész, Bolyai-kutató.
1922–1926	A budapesti tudományegyetem matematika-fizika szakán tanul, de látogatja a matematika előadásokat a Műegyetemen is.
1927. jún.	Diplomát és doktori oklevelet szerez, majd a Vatea elektroncsőgyárban kap állást, mint kutató laboratóriumi fizikus.
1927. szept. 1.	A szegedi egyetemre kerül tanársegédnek Ortvay Rudolf elméleti fizikus matematikai fizikai tanszékére.
1928	Részt vesz a bolognai nemzetközi matematikai kongresszuson, ahol nagy hatással van rá David Hilbertnek a matematikai logika megoldatlan problémáiról tartott előadása.
1929	Göttingenbe utazik, ahol személyesen is találkozik Hilberttel.
1930	Riesz Frigyes és Haar Alfréd közös adjunktusa Szegeden.
1932	Magántanári képesítést szerez a szegedi egyetemen az „Aritmetika és analízis" tárgykörökből.
1936	Megkapja az Eötvös Loránd Matematikai és Fizikai Társulat Kőnig Gyula jutalmát.

1947	A Szegedi Tudományegyetem Felsőbb mennyiségtani tanszékére egyetemi tanárrá nevezik ki.
1949	Az újjászervezett MTA levelező taggá választja.
1950	Kossuth-díjjal tüntetik ki.
1950/51	A Szegedi Tudományegyetem rektora.
1956. ápr. 10.	Kibernetikai szemináriumot szervez mérnökök és matematikusok bevonásával a matematikai logika műszaki és egyéb alkalmazásainak megismerése céljából.
1957 őszén	Elsőként az országban, Szegeden elindítja a (számítógépes) alkalmazott matematikus képzést.
1958. máj. 1.	Bemutatják a tisztán huzalos megoldású Kalmár-féle logikai gépet.
1958–59	A magyar-kínai kultúregyezmény keretében, valamint a sanghaji Futan Egyetem meghívására előadásokat tart Pekingben, Vuhanban, Sanghajban és Hangcsouban.
1961	Az MTA rendes tagjává választják.
1967	Kalmár László vezetésével a Bolyai Intézeten belül létrejön. A matematika alapjai és számítástechnikai tanszék, amelyből 1971-ben létrejön a Számítástudományi tanszék.
1975	Az MTA kiküldetésében Kanadában és az Amerikai Egyesült Államokban jár és tart előadásokat. Itthon Állami-díjat kap.
1975. okt.	Nyugállományba kerül.
1976. aug. 2.	Az MTA mátraházi üdülőjében hunyt el.

Köszönetnyilvánítás.

A kutatást támogatta a Telemedicína fókuszú kutatások Orvosi, Matematikai és Informatikai tudományterületeken (TOMI) című pályázat: TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0073.

Irodalomjegyzék

[1] Ádám András – Dömösi Pál: *Kalmár László.* In: Műszaki nagyjaink VI. kötet, Szerk.: Pénzes István, Gépipari Tudományos Egyesület Kiadása, Bp., (1986), 47–89.

[2] Bohus Mihály – Muszka Dániel – Szabó P. G.: *A szegedi informatikai gyűjtemény*, Új Kép 9 (2005) No. **10**., 35–40.

[3] Csákány Béla: *A második triumvirátus*, SZEGED 12. évf. 11. szám (2000), 21–33.

[4] Csirik János – Horváth Gyula: *A szegedi iskoláról*, Természet Világa Informatika különszám, (2000), 24–26.

[5] Erdős Pál: *Néhány személyes és matematikai emlékem Kalmár Lászlóról*, Matematikai Lapok **25** (1974), 253–255.

[6] *KALMÁRIUM*. Kalmár László levelezése magyar matematikusokkal (Dávid Lajos, Erdős Pál, Fejér Lipót, Grünwald Géza, Kertész Andor, Kőnig Dénes, Rédei László, Rényi Alfréd, Riesz Frigyes, Szele Tibor, Turán Pál, Varga Tamás). Összeáll.: Szabó P. G., Szeged, (2005). Polygon. 476 p.

[7] *KALMÁRIUM II*. Kalmár László levelezése magyar matematikusokkal (Aczél János, Fenyő István, Gyires Béla, Hajós György, Lakatos Imre, Lázár Dezső, Neumann János, Radó Tibor, Surányi János, Szénássy Barna, Szőkefalvi-Nagy Béla, Vincze István). Összeáll.: Szabó P. G., Szeged, (2008). Polygon. 424 p.

[8] Kalmár László: *Integrállevél* (Matematikai írások), Szerk.: Varga Antal, Gondolat, Budapest, (1986).

[9] Péter Rózsa: *Kalmár László matematikai munkássága*, Matematikai Lapok **6** (1955), 138–150.

[10] Varga Antal – Makay Árpád: *Korai évek: a Kalmár-iskola*. In: Raffai Mária: Az informatika fél évszázada, Springer, (1997), 395–398.

[11] Varga Antal: *Kalmár László, a magyarországi számítástudomány atyja*. Polygon VII. kötet, 1. szám (1997), 3–29.

[12] Varga Antal: *Kalmár László, az ember*. Polygon XI. kötet, 2. szám (2002), 5–16.

SZABÓ PÉTER GÁBOR
SZTE
Kalmár László Informatikai Intézet
E-mail: pszabo@inf.u-szeged.hu