

Az elektronikus számológépek hazai alkalmazásáról

ACZÉL ISTVÁN

I

Elektronikus számológépeken a következőkben mindazokat a berendezéseket értem, melyek számítási és logikai műveletek egész sorát képesek igen nagy sebességgel és automatikusan, vagyis úgy elvégezni, hogy a gép az előre megadott program alapján önmagát vezérli, a számítás egész tartama alatt emberi beavatkozásra szükség nincs. Az elektronikus számológép bonyolult számítási, logikai, sőt igazgatási, vezérlési stb. feladatokat tud megoldani, ha a szóban forgó feladat algoritmizálható, vagyis elemi lépésekre bontható.

Az alábbiakban — csekély kivételtől eltekintve, — digitális, vagyis számjegyekkel dolgozó elektronikus számológépekről lesz szó, melyek ugyan drágábbak az analógiás¹ berendezéseknél, előnyük viszont, hogy univerzálisak — ugyanarra a gépre sokféle feladatot lehet programozni — és nagy pontosság érhető el velük.

Az elektronikus számológépek előbb vázolt néhány főbb tulajdonsága ismeretében nyomban levonható az a következtetés, hogy az ilyen berendezésekre a munka termelékenységének gyors növelésében kiemelkedő szerep vár.

Alkalmazásuk elsősorban a műszaki és természettudományokban vezetett jelentős eredményekre, egyrészt a már eddig is elvégzett számítások pontosabbá és gyorsabbá tételével, másrészt azzal, hogy lehetőséget teremt olyan feladatok numerikus megoldására is, ahol erre a nagytömegű számítások miatt eddig gondolni sem lehetett. Ez utóbbi helyzet még fokozottabban áll a gazdasági tervezés feladataira, ahol a matematikai módszerek szélesebb körű alkalmazásának az elektronikus számológépek megjelenése nyitotta meg az utat. Nem kisebb eredmény várható az ilyen berendezéseknek az igazgatási feladatok automatizálása során történő igénybevételétől.

A termelési folyamatok automatizálásának is egyik alapvető eszköze a digitális elektronikus számológép, melynek alkalmazásával külföldön nagy gyártelepek automatikus vezérlését és igazgatását oldják meg. Az ilyen gépekkel mind sikeresebb kísérletek folynak az egyik nyelvről másik nyelvre való gépi fordítás megoldására, továbbá a ma már pusztán emberi erővel át nem tekinthető tudományos irodalom feldolgozását is hathatósan segítik.

¹ Az analógiás számológépek nem helyértékes számjegyeket reprezentáló, hanem a számítandó értékekkel arányos fizikai mennyiségekkel, pl. áramerőségekkel dolgoznak. Annak megjegyzése mellett, hogy a digitális és analógiás számológépek alkalmazása várhatóan nem egymást kizáró, hanem inkább egymást kiegészítő lesz, az analógiás berendezések taglalásától itt el kell tekintenünk.

Az elektronikus számológépek viszonylag igen rövid — mindössze 15—20 éves — múltra tekinthetnek vissza, de a rövid idő alatt is roppant gyors fejlődésen mentek keresztül. A ma forgalomba kerülő gépek másodpercenként több ezer számtani műveletet végeznek és emlékező berendezésük több tízezer adatot tárol.

II

Mielőtt az elektronikus számológépek hazai alkalmazásával kapcsolatos kérdésekre rátérnék, célszerű, ha vázlatos áttekintést nyerünk az e téren külföldön, különösen a Szovjetunióban és néhány népi demokratikus államban tapasztalható fejlődésről. Ez a fejlődés már azon is lemérhető, hogy az utóbbi években a teljes berendezések igen sokféle típusát hozták forgalomba. Különböző célokra több mint százféle elektronikus számológépet gyártanak, s ezeken általában nem egy-egy zárt egységet képező gép, hanem kisebb-nagyobb központi és periférikus berendezések egész rendszere értendő.

E berendezések ára igen magas, de a viszonylag nagy beruházási költségek ellenére is, alkalmazásuk gyors ütemben terjed. Szovjet szakértők véleménye² is megerősíti azt a nyugaton általában elfogadott nézetet, hogy megfelelő kihasználás esetében egy elektronikus számológép ára egy, legfeljebb két év alatt megtérül. Egy újabb adat³ szerint az USA gazdaságában működő nagy elektronikus számológépek száma 3860, Angliában pedig 180. A General Electric Co. több mint egy tucat ilyen berendezést tart üzemben.

A legköltségesebb elektronikus számológépek gazdaságos kihasználása a tőkés államokban is úgy valósul meg, hogy az ilyen gépeket nagyobb számolóközpontokba tömörítik. Így ezek a gépek olyan kisebb, vagy közepes üzemek számára is hozzáférhetővé válnak, melyek nagy gépet egymaguk kihasználni, vagy megvenni nem tudnának. Egy három év előtti⁴ — ma már nyilvánvalóan túlhaladott — kimutatás szerint az USA-ban 83, Angliában 13, Nyugatnémetországban 4 számolóközpont működött. De a kisebb tőkés államokban is erőteljesen fejlődik ez az irányzat. Az előbbivel azonos forrás szerint: Svédországban 2, Norvégiában 1, Hollandiában 2, Svájcban 2, Venezuelában 1 számolóközpont működött már három évvel ezelőtt.

A *Szovjetunióban* teljes mértékben felismerték az elektronikus számológépekben rejlő nagy lehetőségeket. A 7 éves terv irányelvei három vonatkozásban is foglalkoznak ezekkel a berendezésekkel és gyártásuk fejlesztésére a legmagasabb, 4,5—4,7-szeres szorzót irányozzák elő. Figyelembe véve, hogy a számológépek gyártásán belül az elektronikus számológépek 60%-os arányt képviselnek, Ural I. típusú egységekben kifejezve kb. 1.200—1.300 ilyen berendezést fognak tehát a 7 éves terv utolsó évében gyártani.

² I. Sz. BRUK akadémikus felszólalása az 1960 áprilisában Moszkvában, a matematikai módszerek alkalmazásáról a gazdasági kutatásban és tervezésben tárgyban tartott tudományos tanácskozáson: „Matematyiceszkie metodi v ekonomike”. Vaproszű Ekonomiki, 1960. évi 8. szám. Magyar nyelvű fordítását a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem Központi Könyvtárának tájékoztatója a külföldi közgazdasági irodalomról V. évf. 2. különszáma, 1960. tartalmazza.

³ The Times. Supplement on Computers in commerce. 1960. X. 4.

⁴ V. V. ALEXANDROV: A demokratikus országokban létesítendő számolóközpontok szervezéséről. (Kézirat.)

Az elektronikus számológépek kutatása és fejlesztése terén a Szovjetunió eddig is jelentős sikereket ért el, amelyek tekintettel a mély tudományos megalapozottságra és a kutatás igen széles bázisára nyilván gyors ütemben fognak fokozódni. Az elektronikus számológépek műszaki kérdéseivel párhuzamosan több nagy kutatóintézet foglalkozik, melyek egyenként több száz, néhol több ezres létszámmal dolgoznak.⁵

A 8—10.000 művelet/sec. sebességű BESZM II. a kontinens legfejlettebb gépei közé tartozik. Az Ural II., a Kiev, az M-2 és M-20 csupán néhány a sok gép közül, melyek a szovjet elektronikus számológépkutatás és ipar fejlődését jelzik.

A szovjet tudomány és technika területén elért sikerekben jelentős szerep jut az elektronikus számológépek alkalmazásainak. Közismert, hogy a szputnyikok, lunyikok és űrrakéták röppályáinak meghatározásához és távirányításukhoz nagy pontosságú számításokat kellett igen rövid idő alatt elvégezni. Mindez nem lett volna megvalósítható elektronikus számológépek nélkül. Hasonló szerepet játszanak ezek a berendezések az atomerő békés felhasználását célzó kutatások, a kohászati folyamatok vezérlése, a vegyi folyamatok igen költséges kísérleteit helyettesítő szimulációs eljárások, a geodéziai kutatások, az olajlelőhelyek optimális kiaknázását biztosító tervek megvalósításánál, hogy a nagyszámú alkalmazási terület közül csupán néhányat említsék. Ezek közül igen fontos az elektronikus számológépeknek a gazdaságtervezés és gazdaságigazgatás területén való felhasználása, melyek kiemelését az indokolja, hogy a matematikai módszereknek a gazdasági kutatás és gyakorlat keretében való alkalmazása tekintetében döntő fordulat éppen az elektronikus számológépek megjelenésével szoros kapcsolatban alakult ki.

A matematikai módszereknek és ezek kapcsán az elektronikus számológépeknek a szovjet gazdaság feladataira való alkalmazásának kérdésével a múlt év áprilisában, Moszkvában a Szovjetunió Tudományos Akadémiája által kezdeményezett széleskörű tudományos tanácskozás⁶ foglalkozott. A tanácskozáson elhangzott és megvitatott 59 tudományos értekezés egybehangzóan azt tükrözte, hogy a matematikai módszereknek és az elektronikus számológépeknek a szovjet gazdaságban való eredményes alkalmazása igen széles területen indult meg; egyes esetekben már közvetlen gyakorlati eredményeket is hoz, többségben pedig az ilyen módszerek és technika általános alkalmazásának teremti meg a biztos alapjait. A vita zárszavában *A. N. Nyeszmejanov*, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának elnöke többek között a következőket mondotta: „... Mélységes meggyőződés, hogy a tudomány és különösen a Tudományos Akadémia a számítási technikának a gazdaságban, a mi államilag szervezett gazdaságunkban, annak minden fokán és szakaszán való alkalmazásával közvetlenül több százmilliárd rubelt adhat az államnak...”

A Szovjetunióban átgondolt terv szerint biztosítják az elektronikus számológépek széleskörű alkalmazásának előfeltételeit és alaposan felkészül-

⁵ Csupán Moszkvában — többek között — a következő tudományos intézeteknél folyik az elektronikus számológépekkel, vagy azok egyes elemeivel, egységével kapcsolatos műszaki kutatás: Számológépek Tudományos Kutató Intézete, Finommechanikai és Számítástechnikai Intézet, Vezérlőgépek és Rendszerek Intézete, Villamosipari Tudományos Kutató Intézet, Szovjetunió Tudományos Akadémiája Elektromodellezési Laboratóriuma, Szovjetunió Tudományos Akadémiája Számítástechnikai Központja.

⁶ L. a 2. lábjegyzet alatti megjegyzést.

nek az új technika kiaknázására. Egyik ilyen előfeltétel a számítástechnikai központok létesítése és e központok országos hálózatának kiépítése.⁷

A számítástechnikai központok az elektronikus számológépek előnyei- nek leghatékonyabb kihasználását teszik lehetővé. Ide központosíthatók a megfelelő gépek, a legjobb szakemberek, ami az alapja a legjobb számítástechnikai eljárások széleskörű általánosításának, a fejlett programozási és numerikus módszerek együttes kutatásainak és a gépek legeredményesebb üzemeltetésének. Nem utolsósorban a szakkaderek képzésének és továbbképzésének feladatát is ellátják. A Szovjetunióban ezért már 1954 óta több, különféle — főként Sztrela és Ural típusú — elektronikus számológéppel felszerelt, erős számolóközpontokat szerveznek. Ezek a számolóközpontok a különböző megbízó szervek részére műszaki, tudományos és gazdasági számításokat végeznek.

Az elektronikus számológépek eredményes felhasználásának további döntő feltétele a szükséges minősítésű és számú szakember biztosítása. A Szovjetunióban erre a célra több felsőoktatási intézményben megfelelő tanszékeket és laboratóriumokat szerveztek.

III

Egyes népi demokratikus országokban a fejlődés — vázlatosan — a következő képet mutatja:

A *Csehszlovák Szocialista Köztársaságban* jelenleg több elektronikus számológép van üzemben: egy saját gyártmányú — részben még elektromechanikus — gép, a Sapho és néhány Ural I., illetve M-3 típusú — Szovjetunióból behozott — számológép.

A tudományos intézetek és az ipar elektronikus számológépekkel való ellátását főleg saját erejükből kívánják megoldani. A Matematikai Gépek Kutató Intézetében építik az Eposz nevű elektronikus számológép egy kisebb és egy közepes teljesítményű prototípusát.

A hazai gyártás kifejlesztésével egyidejűleg több különböző külföldi gép, így Elliot 803, Zuse, LGP 30 és egyéb típusú elektronikus számológép beszerzése van folyamatban.

Az elektronikus számológépeket túlnyomóan műszaki és tudományos számításokra alkalmazzák. A gazdasági számítási feladatok egyelőre főleg szállítás-programozásra terjednek ki. Tanulmányozzák az igazgatási folyamatok automatizálásának lehetőségeit, továbbá termelési folyamatok automatizálásának feltételeit is.

Az elektronikus berendezések célszerű kihasználását a Csehszlovák Szocialista Köztársaságban is erős számítástechnikai központok szervezése útján kívánják biztosítani, amelyek később további központok számára szervezési, módszertani és műszaki segítséget fognak nyújtani, és közreműködnek majd a szakemberek képzésében is.

⁷ Az említett számolóközpontoktól teljesen függetlenül működik a gépi adatfeldolgozó állomások hálózata, melyet a CSZU (Központi Statisztikai Hivatal) irányít. A CSZU ezt a feladatát a Gépi Adatfeldolgozási Igazgatósága (Szajuzmasucot) útján látja el. A gépi adatfeldolgozó állomások hálózata kereken háromezer kisebb-nagyobb egységet ölel fel, melyek egységes elvek szerint végzik az üzemek számveteli munkáját, a felsőbb szervek tájékoztatásának és az ezzel kapcsolatos számításoknak gépesítését. A számolóközpontok hálózata, mely a kutatás és tervezés funkcióit szolgálja, lényegesen eltér az előbbtől, mind feladatát, mind szervezetét tekintve.

Múlt év júliusában kormányrendelet jelent meg „Az információk feldolgozására szolgáló gépek, különösen az elektronikus számológépek hatékony kihasználásának biztosításáról.”⁸ A rendelet az elektronikus számológépek felhasználásával foglalkozó Állandó Bizottságot hívott létre, mely az Állami Tervbizottság mellett koordináló helye lesz az elektronikus számológépeknek a népgazdaság különböző ágazataiban történő felhasználásával kapcsolatos mindennemű kérdésnek, így többek között a számológéppontok hálózatának is. Egyidejűleg korszerű elektronikus számológépekkel felszerelt Kutató és Számoló Központ felállítását határozták el. A szakkáderek kiképzésének meggyorsítására pedig két kisebb elektronikus számológépet bocsátanak az egyetemnek rendelkezésére.

A *Lengyel Népköztársaságban*⁹ az elektronikus digitális számológépek építésével és felhasználásával kapcsolatos kutatómunka központja a Lengyel Tudományos Akadémia Matematikai Készülékek Intézete (ZAM). Ennek keretében működik a számítástechnikai központ is, ahol a ZAM saját tervezésű gépe, az XYZ üzemel; sebessége kb. 800 művelet/sec. Ugyanitt továbbfejlesztik ezt a gépet mind a műveleti sebesség, mind a tárolókapacitás, mind pedig az üzembiztonság szempontjából. Terveik szerint wroclawi gyárukban rövidesen a sorozatgyártás is megindul. A ZAM-ban a műszaki kutatások mellett az elektronikus számológépekkel kapcsolatos matematikai, valamint automatikai kutatások is folynak, kb. 300 főnyi létszámmal, melynek mintegy fele mérnök és matematikus.

A ZAM mellett még a Lengyel Tudományos Akadémia Badan Jadrowych Intézetében is nagyobb méretű kutatásokat végeznek az elektronikus számológépek terén. Itt építették meg az EMAL-2 nevű, tisztán mágneses logikai elemeket tartalmazó gépet.

A Lengyel Népköztársaságban az elektronikus számológépek gazdaságtervezési és gazdaságigazgatási feladatokra történő alkalmazását széleskörű kutatómunkával alapozzák meg, gyakorlati eredményekről azonban még nem állanak adatok rendelkezésre.

A *Német Demokratikus Köztársaságban*¹⁰ több központ alakult ki, elsősorban az elektronikus számológépek műszaki fejlesztésére. A legnagyobb ezek közül a Karl-Marx-Stadt-i Elektronikus Számológépek Tudományos Üzeme, mely hozzávetőleg 500 főt foglalkoztat. Az itt folyó kutatómunka főbb eredménye az, hogy üzembiztos elektronikus számológép elemeket, tranzisztorizált, nyomtatott áramkörös logikai egységeket fejlesztettek ki. Ennek felhasználásával több elektronikus ügyviteli berendezés prototípusának építése folyik. Kis csoport foglalkozik az ilyen gépek alkalmazásának előkészítésével, főleg gazdaságigazgatási feladatokra.

A másik központ Jénában, a Zeiss Művek területén működő Automatizálási Intézetben létesült. Itt egy igen üzembiztos, másodpercenként 150–300 műveletsebességű elektronikus számológépet, a ZRA-1-et fejlesztették ki, melyet az idei tavaszi Lipcsei Vásáron mutattak be és sorozatgyártását tervezik. Az itt megoldott feladatok jórészt optikaiak, kisebb részben egyéb műszaki és természettudományi jellegűek.

⁸ Lásd a Podnikova Organizace, 14. 1960. N^o 9-ben közölt ismertetést.

⁹ Lásd NÉMETH PÁL beszámolóját az 1960. évi magyar-lengyel tudományos együttműködési egyezmény keretében tett tanulmányútról. (Kézirat.)

¹⁰ Lásd ACZÉL ISTVÁN és FREY TAMÁS jelentését a Német Demokratikus Köztársaságban 1960 júniusában tett tanulmányútról. (Kézirat.)

A harmadik központ Drezdában, a Műszaki Egyetem Gépi Számítástechnikai Intézetben és Alkalmazott Matematikai Intézetben létesült. Az itt 1955-ben elkészült D-1 jelű elektronikus számológép sebessége 100 művelet/sec., viszonylag nagy tárolóképességgel. Ennek továbbfejlesztése a még be nem fejezett D-2 gép, az előbbivel azonos sebességgel. Elektronikus számológépeiket szinte kizárólag oktatási célokra használják; főleg ipari matematikusokat képeznek. Külső megbízók részére itt sem végeznek számításokat, néhány egyetemen belüli feladatot oldottak meg eddig.

A Berlieni Humboldt Egyetem Statisztikai Intézetében megindult a közgazdasági alkalmazásokkal kapcsolatos kutatómunka. Az Egyetem Alkalmazott Matematikai Intézetében pedig 1960 nyarán állítottak fel egy Ural I. jelű gépet és egy ZRA-1 beszerzését tervezik. Itt kívánják az Egyetem Számítástechnikai Központját kifejleszteni.

A Román Népköztársaságban¹¹ a Román Népköztársaság Akadémiája (RNA) Atomfizikai Intézetében saját terveik alapján építették meg a CIFA-1 és CIFA-2 jelű elektronikus digitális számológépeket. Az első gép 1957. ősz óta, a második 1959. ősz óta működik. Mind a két gép átlagos működési sebessége 50 művelet/sec., tárolóképességük viszonylag csekély (512 szám). Az 1960 januárjában még építés alatt álló CIFA-3 már túlnyomórészt mágneses elemekkel fog működni.

A timisoara-i (temesvári) Polytechnikán egy MECIPT-1 jelű elektronikus digitális számológép épül, melyet előreláthatóan az 1961. év folyamán fognak befejezni.

A bukaresti katonai akadémián saját terveik alapján és saját műhelyükben építettek egy analógiás számológépet, mellyel differenciálegyenleteket — egész tizenkettőig — oldottak meg. A gép alkalmas lineáris egyenletrendszerek megoldására is harminc ismeretlenig.

Az előbbinél kisebb teljesítményű analógiás számológépet építettek az RNA Energetikai Intézetében is.

A szakemberek képzése is megindult. A Bukaresti Egyetem Természettudományi Karának matematikai szakán az 1959/60. tanévben, negyedéves hallgatók részére, két éves speciális szak indult, többek között elektronikus számológépek és programozásuk tárgyakkal.

IV

Hazánkban az MTA Számítástechnikai Központjában (előzőleg MTA Kibernetikai Kutató Csoportja) épült és működik az első digitális elektronikus számológép.¹² Ez az M-3 jelű, kisteljesítményű elektronikus számológép szovjet dokumentáció alapján teljes egészében idehaza készült, ami alól csupán néhány periférikus berendezése, mint a Ferranti gyártmányú gyors-bevivő és Siemens gyártmányú kiíró (teletype), kivétel. A gép bővítése során kiegészül egy Ural rendszerű mágnesszalag-mechanizmussal és a tervek szerint egy ugyancsak szovjet gyártmányú — MOZU-1000 jelű — ferrites tárolóval. Ez utóbbi segítségével a jelenlegi 30/sec. műveletsebesség előreláthatóan 1500/sec. sebességre fog növekedni. Az M-3 számológépet 1959. év végén

¹¹ Lásd ACZÉL ISTVÁN jelentését az 1960. január 13—15-i, Bukarestben lefolyt „Elektronikus számológép tudományos-műszaki konferenciá”-ról. (Kézirat.)

¹² Részletesebb leírását lásd a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai Központjának 5. Tájékoztatójában.

helyeztük üzembe és azóta — fokozódó hatékonysággal — megszakítás nélkül működik.

Az 1960. év folyamán két Ural I. típusú — ugyancsak kisteljesítményű — szovjet digitális elektronikus számológépet helyezett üzembe a Központi Statisztikai Hivatal, illetve az MTA Központi Fizikai Kutató Intézete.

A hazai elektronikus számológépekkel való ellátottsággal kapcsolatban a teljesség kedvéért megemlítem, hogy a Központi Statisztikai Hivatal, valamint a MÁV is rendelkezik egy-egy Bull Gamma rendszerű, lyukkártyás berendezéseket kiegészítő elektronikus előtéttel, amely nagy sebességgel végez aritmetikai műveleteket, tárolókapacitása és programozásának hajlékonysága azonban messze elmarad az univerzális gépektől. Egy ugyancsak Bull Gamma gyártmányú, mágnesdobbal is ellátott, digitális elektronikus számológép is működik az országban.

A múlt évben a Magyar Tudományos Akadémia Matematikai Kutató Intézete egy MN-7 jelű, szovjet gyártmányú analógiás számológépet kapott, amely differenciálegyenletek kvalitatív vizsgálatát szolgálja.

Itt kell említenem a *Kalmár László* akadémikus által konstruált logikai gépet, valamint bináris összeadógépet, továbbá a *Fenyő István* egyetemi tanár és *Levendel László* orvosi célokat szolgáló elektro-klasszifikátorát is.¹³ Mindhárom berendezés a Magyar Tudományos Akadémia Matematikai Kutató Intézetének keretében épült meg.

Kisebb teljesítményű — az elektromechanikus és elektronikus gépek közötti átmenetet képviselő — jelfogós gépet épített oktatási célokra *Kozma László* akadémiai lev. tag, a Budapesti Műszaki Egyetem Vezetékes Híradástechnikai Tanszékén. Analógiás számológép épült a Villamos Energetikai Kutató Intézetnél, továbbá a Gamma Optikai Műveknél is, melyek speciális feladatok elvégzésére alkalmasak.

A digitális technikával kapcsolatos műszaki kutatás több helyen folyik, de egymástól elszigetelten és csekély erővel. Ilyen kutatás folyik az MTA Számítástechnikai Központjában, a Telefongyárban, elektronikus telefonközpontok vonatkozásában a Budapesti Műszaki Egyetem Vezetékes Híradástechnikai Tanszékén, nukleáris műszerekkel kapcsolatban a Központi Fizikai Kutató Intézetnél stb. *Fenyő István* egyetemi tanár jelenleg analógiás differenciálanalizátort épít az MTA Matematikai Kutató Intézetének keretében.

A közvetlenül az elektronikus számológépekkel kapcsolatos kutatásokra ezek szerint elenyészően kevés erő jut.

Az elektronikus számológépek hazai alkalmazása, tekintettel arra, hogy 1960-ban gyakorlatilag csak az MTA Számítástechnikai Központjánál működő, kiskapacitású M-3-as gép volt hozzáférhető az igénybevevők részére, még csupán kevés területen és igen szerény tapasztalatokat hozhatott. Nem lehetnek hazai tapasztalataink olyan fontos kérdésekről, mint a termelési folyamatok digitális gépekkel történő automatizálása, az igazgatási folyamatok automatizálása, a biológiai folyamatok instrumentálása, a gépi fordítás és sok más területről sem. Eddig az említett gép kapacitását meg nem haladó műszaki, tudományos és gazdasági számítási feladatokat oldottak meg. De ez a kevés tapasztalat is meggyőző bizonyítékokat szolgáltat ahhoz, hogy az elektronikus

¹³ Lásd FENYŐ ISTVÁN—LEVENDEL LÁSZLÓ: Bonyolult diagnosztikai problémák osztályozását megoldó logikai gép. Magyar Tudomány, 1960. 10. sz. 631—632.

számológépek használatának elterjedése nyomán forradalmi változások várhatók mind a gazdasági, mind a műszaki tervezés módszerei, nem kevésbé pedig a tudományos számítások területén.

A megoldott műszaki feladatok illusztrálására álljon itt a következő néhány példa:

Az elektronikus számológépek új lehetőségeket tárnak fel statikai számítások területén. Pl. a *függőhidak (lánc, vagy kábelhidak) szilárdságtani ellenőrzésére* egy új, a valóságos helyzetet a régi módszernél pontosabban figyelembe vevő matematikai eljárás áll rendelkezésre, de nagy számításigényessége miatt eddig nem lehetett alkalmazni. Az M-3 elektronikus számológépen sikerült megoldani az új kábelhídra (Erzsébet-híd) vonatkozó ilyen számítási feladatot. A tapasztalat szerint az új módszert eredményesen lehet felhasználni számos terhelés és tervvariáns összehasonlító értékelésére is.

Épületek keretszerkezetére vonatkozik a másik statikai feladat. Egy 5 emeletes, 23 sarokpontú keretszerkezet 7 fajta terheléssel történt végigszámítása az M-3 gépen huszadrész annyi számolási időt igényelt, mint eddig.

Gazdaságilag is jelentős műszaki probléma a közös rendszerben dolgozó villamos erőművek közötti *optimális terhelés-elosztás* meghatározása. Ilyen feladat megoldása az M-3 digitális és a Villamos Energetikai Kutató Intézet analógias elektronikus számológépének kooperációja alapján megtörtént. E számítások révén — előzetes becslések alapján — évi többmillió megtakarítás érhető el. A számításoknak a KGST-n belüli együttműködés szempontjából is jelentőségük van.

Ganz-Jendrassik rendszerű befecskendező *szivattyú dugattyúja mozgástörvényeinek* és a szivattyúnál fellépő nyomásfolyások több paraméteres folyamatát leíró 3 féle típusú differenciálegyenletet (ezek a folyamat különböző pontosságú modelljei) nagy számú paraméterérték kombinációkra oldott meg az M-3. Az eredmények alapján lehetségessé válik optimális konstrukció kiválasztása.

Optikai rendszerek tervezésénél költséges kísérletek takaríthatók meg, ha a szükséges számítások — az ún. trigonometrikus sugárszámítások — idejében elvégezhetők. Ez az M-3 gép segítségével lényegesen könnyebbé vált, mivel a számítási idő az asztali számológépeken szükséges idő *ötvened*, azaz *kétszázad* részére csökkent.

Elektromos motorok tekerceselését eddig tapasztalati adatok alapján végezték, ami munkaidő és anyagvesztéssel járt. Az M-3 gép segítségével táblázat készült a tekerceselési tényezőkről, amelyek alapján a tekerceselési munka gazdaságosabbá tehető. A gépi számítás ötvenszer gyorsabban történt, mintha kézzel végezték volna.

Bordás hőcserélők adatainak optimális megválasztásával, anyag, hely és fűtési önköltség megtakarítása érhető el. Az M-3 géppel kiszámított táblázat adatai az ilyen optimális megoldást teszik lehetővé. A számítási idő négy-századrészre csökkent.

Az Állami Földmérési és Térképészeti Hivatal részére két, egyenként 45 egyenletről álló, *geodéziai mérések* kiértékelésével kapcsolatos, normál egyenletrendszert oldott meg az M-3. Kézi számítással való összehasonlítás megfelelő kísérleti adatok hiányában nem történt.

Egy autoklávban adott hőmérséklet és nyomás mellett, karbonból és hidrogénből felépülő vegyületek folyadék- és gőzfázisai termodinamikai és kémiai egyensúlyban vannak. Ennek a *sokkomponensű elegynek* kémiai össze-

tételét és fázisviszonyait kellett meghatározni egy 24 ismeretlenes transzcendens egyenletrendszer megoldásával. A számításokhoz, melyeket az M-3 sikeresen elvégzett, elektronikus számológép nélkül nem fogtak volna hozzá.

Az M-3 gépen megoldott természettudományi és matematikai feladatok közül atomfizikai kísérletek mérési eredményeinek kiegyenlítése, a Matematikai Kutató Intézet által megadott egy transzcendens egyenlet gyökének meghatározása, egy logikai függvény minimalizálási feladata, metán parciális oxidációjánál keletkező vegyületek mennyiségének számítása, gabonatermesztés eredményei és egyes időjárási tényezők közötti korreláció számítása emelhető ki.

A gazdaságtervezési feladatok közül elsőnek az *optimális szállítási tervek* meghatározására alkalmas gépi módszert dolgoztuk ki. Ez a módszer a lineáris programozás egyik változatának az M-3-ra történt alkalmazása. Segítségével számos feladat került, részint kísérleti jelleggel, megoldásra s ezek közül többet gyakorlatilag fel is használnak. Így pl. a budapesti bérteherautók egy részét már közel háromnegyed éve úgy adják bérbe, hogy a KPM Országos Főmenetirányító Szolgálatá előzőleg az M-3 gépen kiszámíttatja, milyen elosztás mellett legkisebb együttesen a gépkocsik üresjárata. A tapasztalatok szerint már ezen a szűk területen is millió forintos nagyságrendű éves megtakarítás várható.

Kísérletképpen elvégeztük az országban folyó vasúti *olajszállítások* optimális variánsának számítását. A tényleg lebonyolított és a számított szállítási programok között 8–10%-os eltérések mutatkoztak utóbbiak javára. Az itt elérhető megtakarítások tízmillió forintos nagyságrendűek. Hasonló összegű, bár százalékosan kisebb arányú megtakarítások lehetőségére utalnak azok a kísérletek, melyek a *vasúti teherkocsik üresjáratának* csökkentését célzó számítások keretében folytak.

A matematikai módszernek és elektronikus számológépeknek együttes alkalmazása az optimális szállítási tervvariánsok meghatározására egyértelműen pozitív tapasztalatokkal járt.

Kézenfekvő volt az a következtetés, hogy a gazdaságtervezés más területeire is ki kell terjeszteni az előbbi kedvező tapasztalatokat. Ilyen kísérlet történt a könnyűipar területén a *pamut-szövőipar beruházási tervének* optimális változatát célzó számítások keretében. A lineáris programozás simplex módszerével, ugyancsak az M-3 gépen számított optimális variáns 898 millió forint (15%-os) megtakarítás lehetőségére mutatott rá.¹⁴

Gazdasági hatásuk szempontjából a legjelentősebbeknek azok a számítások ígérkeznek, melyek — egyelőre kizárólag kísérleti célból — az Országos Tervhivatal éves terveihez készült ún. *sakktáblamérleg* alapján folynak. A kísérletek célja kiinduló és kontroll számítások végzése a hagyományos módszerekkel kidolgozott népgazdasági tervekhez, továbbá a népgazdaság szerkezetének és az árrendszernek az elemzése a sakktáblamérleg alapján. Sor került a kísérletek kiterjesztésére a távlati tervezés problémáira is. Hasonlóan nagy jelentőségűek azok a kutatások is, melyek az árak és az ártényezőzők változásai kölcsönhatásának gyors és pontos meghatározására irányulnak.

Ez utóbbi feladat mérete már meghaladja a hazai gépek kapacitását, amennyiben egy 435-ödrendű mátrix inverzióját kell a feladat keretében elvé-

¹⁴ L. KORNAI JÁNOS: „Egy iparág optimális beruházási tervének meghatározása lineáris programozással” c. cikk. Közgazdasági Szemle, VIII. évf. 5. sz. 575. l.

gezni. A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Számítástechnikai Központja BESZM II. elektronikus számológépen — kísérletként — elvállalta a számítás elvégzését. Ennek eredményei még nincsenek birtokunkban.

Összegezve az M-3 gép rendszeres működése első évének tapasztalatait megállapítható, hogy a gépre feladatot adó szervek száma és ezen belül a felvetett témák mennyisége gyorsan növekszik. Aligha szorul már bizonyításra, hogy elektronikus számológépre hazánkban is szükség van, általános alkalmazásának feltételei pedig érőben vannak.

A jelenlegi helyzetben, amikor az M-3 gép nyújtotta lehetőségekről csak szűk körben és csekély tájékoztatás történt, másrészt a számítások kevés kivétellel kísérleti jellegűek, már számottevő, ki nem elégíthető igények jelentkeznek. Ezeknek az igényeknek nagyságrendi növekedése várható, mihelyt az új technika alkalmazásának lehetőségei általánosan ismertekké válnak, továbbá a kísérletek helyét a rendszeres, rutinszerű számítások foglalják el. Ezt a megnövekedett igényt az országban jelenleg működő elektronikus számológépek, beleértve a maximális kapacitásra fejlesztendő M-3-at is, nem elégíthetik ki. Még kevésbé felelhetnek meg olyan feladatoknak, melyek az említett gépek kapacitását általában és jelentősen meghaladják, mint pl. a már említett termelés és igazgatás automatizálási feladatok. Mivel a várható igények ki nem elégítése súlyos károkkal járna, meg kell vizsgálni, hogy melyek azok a lényeges feltételek, melyektől e kérdés megoldása függ.

V

A digitális elektronikus számológépeken alapuló korszerű technika meghonosítása és elterjesztése — idesorolva nem csupán a szűkebb értelemben vett számítástechnikát, hanem a géppel végezhető modell-kísérletek egész körét, továbbá az igazgatási folyamatok automatizálását is egészen addig a fokig, ahol a termelési folyamatok automatizálásával találkozunk, de az egyéb szellemi munkák gépesítését is, mint pl. a gépi fordítást és a szakirodalom gépi feldolgozását — számos feltétel megvalósításán múlik. Ezek közül a legfontosabbak: megfelelő teljesítőképességű és számú elektronikus számológép biztosítása, az idevágó kutatási bázis kifejlesztése, szakkáderek kiképzése és szervezeti rendezés.

Elektronikus számológépek behozhatók külföldről, de nem szabad eleve nemleges álláspontra helyezkedni hazai gyártásukkal kapcsolatban sem. Behozhatók gépek a Szovjetunióból, vagy egyes nyugati államokból. Gyártathatók gépek idehaza úgy, hogy a Szovjetunióban igen széles alapokon és nagy erővel folyó kutatások eredményeit felhasználjuk, tehát nagymértékben azokra támaszkodunk, és úgy is, hogy a kutatásokat önállóan, széleskörűen megalapozva magunk végezzük. Ezt az utóbbi lehetőséget, mint kizárólagos megoldást, tekintve, hogy népgazdaságunk teherbíróképességével nyilvánvalóan nincs arányban, eleve ki kell zárunk a számbajövő megoldások sorából. A másik három lehetőség, illetve azok valamilyen arányú kombinációja azonban fennáll, anélkül, hogy ezek tekintetében egységes álláspont kialakult volna. A következőkben néhány szempontra utalok, melyek az elektronikus számológépek behozatalának, ill. hazai gyártásának kérdésével kapcsolatban merülnek fel.

A gépek importja mellett szól elsősorban az a körülmény, hogy ily módon a prototípusok kikísérletezésével járó kutatási és a gyártással járó felszer-

számozási költségek megtakaríthatók; továbbá a híradástechnikai iparágban fennálló mérnökhány ily módon nem fokozódnék; az első években valószínűleg korábban állanának üzembe az importált gépek, mint amikor a hazai gyártásuk üzembehelyezhetőek volnának. Az import ellen szól, hogy a kutatás és beruházási költségek bőven kifejezésre jutnak a gépek árában, ugyanakkor felszerszámozási költségek a gépek magas munkaigényességére tekintettel viszonylag alacsonyak. Ellene szól továbbá, hogy a számológépek alapelemei, a különféle logikai és tároló áramkörök egyben alapelemei a digitális automatikának, az elektronikus telefonközpontoknak, az elektronikus mérés technikának és még sok más, alapvető jelentőségű, korszerű iparágban. Márpedig legalábbis kétséges, hogy mindezekben a területeken vállalhatjuk-e azt a lemaradást, amivel az elektronikus technika elhanyagolása járna. Ez az elhanyagolás egyben azzal a következménnyel is járna, hogy az importált berendezések üzemeltetéséhez, karbantartásához és időnként elkerülhetetlen kisebb mérvű fejlesztéséhez és módosításához nem rendelkeznénk megfelelően képzett műszaki szakemberekkel. Vagyis a hazai műszaki bázis hiányában külföldi szakemberekre volnánk utalva, s ez — főképpen, ha az elektronikus számológépek száma megnő majd — nem elégítheti ki a gyakorlati szükségletet.

Amellett, hogy a Szovjetunió nagy áldozatokkal kimunkált kutatási eredményeire e téren is támaszkodhatunk, utalni kell arra a körülményre is, hogy finommechanikánk és híradástechnikánk lényegében nem marad el egyes, a III. fejezetben említett és elektronikus számológépek gyártására készülő népi demokratikus országok hasonló iparágainak színvonalától. Egyes jelek azt mutatják, hogy az a tartózkodás, mely az elektronikus számológépek *hazai gyártását* illetően ma még tapasztalható, oldódik.

Néhány nagykapacitású elektronikus számológép behozatala — éppen az alkalmazásokkal kapcsolatos bázis gyors megteremtése érdekében — aligha kerülhető el. Annak eldöntéséhez, hogy ezek milyen berendezések legyenek, igen alapos vizsgálatra van szükség.

Az elektronikus számológépek hazai alkalmazásának elterjesztéséhez, az előbb említett műszaki területen kívül, több más *kutatási irányzat* meg-alapozása, illetve továbbfejlesztése is szükséges. Ideszámítanak a programozás-elméleti kutatások, a numerikus analízis speciális gépi problémái, a véges automaták elmélete, a véges algoritmusok elmélete körébe vágó kutatások, és nem utolsósorban az operáció kutatás néven ismert irányzat is. Mindezek az országos távlati tudományos kutatási terv megfelelő főfeladatában remélhetően helyet kapnak.

Az elektronikus számológépek hatékony kihasználásához *megfelelő képzettségű és számú szakemberre*, elsősorban matematikus és műszaki gárdára van szükség. Az elmélet és a gyakorlat által felvetett problémák matematikai megfogalmazása, a numerikus megoldás módjának meghatározása és végül az elektronikus számológépre programozása többnyire egyetemi fokon képzett matematikus közreműködését tételezi fel. Emellett nagyobb számban van szükség olyan jó matematikai érzékkel rendelkező segéderőkre, akik az elektronikus számológép mellett felmerülő számos rutinmunkát képesek elvégezni.

Az egyetemről évente kikerülő matematikusaink száma, az előző évek igényeinek alacsony színvonalára következtében, elenyészően kevés és a következő három évben sem fog még kielégítően nőni. Most, hogy az igények tekintetében kedvező fordulat van kialakulóban, a hiány fokozódni fog, mely az

egyetemi képzés átfutási idejére figyelemmel csak lassan orvosolható. Ami pedig a matematikus középkáderek képzését illeti, ez a kérdés még egyáltalában nincs megoldva.

Az elektronikus számológépek programozásának oktatása intézményesen az Eötvös Loránd Tudományegyetemen és a Szegedi Tudományegyetemen folyik a matematikus képzés keretében. Ez azonban a hallgatók alacsony száma miatt már jelenleg sem elégíti ki az igényeket. A hiányt lényegében azok a programozási szemináriumok sem tudják enyhíteni, melyek az MTA Matematikai Kutató Intézetében Budapesten és Szegeden, az MTA Számítástechnikai Központjában és a Központi Statisztikai Hivatalban — helyi kezdeményezésként — folytak, illetve folynak.

Még súlyosabb problémát jelent megfelelő számú gyengeáramú szakos mérnök és technikus biztosítása. Az elektronikus számológépekkel kapcsolatban jelentkező igények hamarosan növelni fogják a híradástechnikai iparágban már amúgy is fennálló hiányt.

A lemaradás az elektronikus számológépek alkalmazása nyomán támadó szükségletekkel szemben nemcsak a matematikusok képzésében, hanem az egyéb szakemberek nem kielégítő mértékű matematikai képzésében is jelentkezik. Míg a természettudományok és a társadalomtudományok közti kapcsolatok megerősödnek (pl. kibernetika behatolása a gazdaságtudomány, vagy a nyelvtudomány területére), addig a társadalomtudományok művelőinek a természettudományokban és a matematikában való jártasságának hiánya nem csökken. Némi haladást jelent a matematikai oktatás bővítése a közgazdasági egyetemen és bizonyos mértékig idesorolható a mérnök-közgazdász-képzés intézménye is. Ez azonban távolról sem elegendő.

Végül megoldásra várnak — mint az e téren kívánatos fejlődés további feltételei — az elektronikus számológépekkel kapcsolatos *szervezeti kérdések*. Az első eredmények és a külföldi tájékoztató közlemények hatására gyorsan növekszik azoknak a szervezeteknek, üzemeknek és intézményeknek a száma, melyek feladataik megoldására maguk kívánják elektronikus számológépet beszerezni és üzemeltetni. Ugyanakkor sem olyan szakembereink sincsenek, akik a rendkívül körültekintő szervező-előkészítő munkát irányítani tudnák, amire egy-egy ilyen költséges berendezés üzembehelyezése előtt feltétlenül szükség van, sem a megfelelő berendezés kiválasztásához szükséges ismeretekkel nem rendelkeznek, de olyan szakemberek sincsenek, akik az elektronikus számológép folyamatos és gazdaságos üzemeltetését biztosítani tudnák. Nincs olyan szerv, amely elbírálná, hogy hol érettek már a feltételek elektronikus számológép felállítására, és hol várható a nagy beruházási költségek gyors megtérülése. Hiányzik egy olyan átgondolt és átfogó terv, amelynek alapján az ország elektronikus számológépekkel való ellátása, ezek üzemeltetésének megfelelő szervezeti formája — részint nagy számológépközpontok, részint nagyobb szervek, üzemek keretében — kialakítható volna. Ismétlések elkerülése céljából utalok itt a *számológépközpontokkal* kapcsolatban a II. fejezet végén kifejtettekre.

Mindezeknek a problémáknak konkrét megoldására vonatkozó javaslatok meghaladnák e cikk körét és célját. Feladatommak csupán azt tekintettem, hogy számot adjak az elektronikus számológépek hazai alkalmazása terén mutatkozó fejlődésről és felvázoljam azokat az akadályokat, melyek a további kibontakozás útjában állanak.