

Kalmár László: Elektronikus matematikai gépek a kohászatban, Dunai Vasmű Üzemi Lapja IV. évf. 2.szám (1963), 7-15.

"Előadásomban igyekeztem megértetni valamit abból, mik azok az elektronikus számológépek, mi mindenre lehet felhasználni azokat a kohászatban és hogy pl. mi az a lineáris programozás, hova tegye azt a mérnök, aki csak közönséges feltételes szélsőérték feladatokat tanult a Műszaki Egyetemen."

Dunai

ÜZEMI LAPJA

Kiadja:

a Dunai Vasmű Igazgatósága és az Országos
Bányászati és Kohászati Egyesület helyi
csoportja

Kiadóhivatal:

Dunai Vasmű Igazgatóság
Dunaújváros, Pf. 141. Telefon: 52-52/14-11

Felelős kiadó:

ZÁVODI IMRE

Főszerkesztő:

PILTER PÁL

Szerkesztő:

ÉLES LÁSZLÓ

Szerkesztő bizottság:

ASZTALOS TIBOR

BALASSY LÁSZLÓ

DOBAY SÁNDOR

GÉMES FERENC

HAUSZNER ERNŐ



TARTALOM:

Dr. Verő József: Nagyszilárdságú acélfajtákra való át- térés problémái	1
Dr. Kalmár László: Elektronikus matematikai gépek a ko- hászatban	7
Dr. ing. Bieda Wladislaw: Az ipari tűzállóanyagok új fejlődési irányai	16
Fejér Antal: Fiatal műszakiak helyzete és a vezetés vállalatunknál	19
Asztalos Tibor: Egy ipari nagyvállalat üzemszervezési osztályának szervezete és működése. Vezetés, szervezés, szervezési osztályok kapcsolata a vezetéssel	23
Rempert Zoltán: Alumíniummal félig csillapított acél- alapanyagú durvalemezek szakítószí- lárdtsága és nyúlása	36
Tar József: Ultrahangos buga- és lemezvizsgálat a Dunai Vasműben	39
Kovács László: Szerszámok felrakóhegesztési módszerei	47
Biró József: Tanulmány a Dunai Vasmű talajvíz viszonyairól	52
Kaczander Károly: Korróziós Symposium Veszprémben	57

KALMÁR ELEMÉR
KUSLITS TIBOR
MARCZIS LÁSZLÓ
MIZSEI GÉZA
NÉMETH SÁNDOR

*M*EGJELNIK ÉVENKÉNT KÉTSZER
JÚNIUS ÉS DECEMBER HÓNAPBAN
IV. ÉVFOLYAM, 2. SZÁM, 1963.

Marton József: Kohászati vertikális vállalatok tényleges önköltségszámításának néhány problé- mája — — — — —	58
Tóth G.—Tóth J.: A színes mikroszkópia néhány gyakorlati alkalmazása — — — — —	65
Dr. Szeghegyi Árpád: Folyamatos vastagságmérés a meleg- hengerműben	

★

Címkép:
Acélöntés
Hátsó borító:
Rendező-pályaudvar

DR. KALMÁR LÁSZLÓ akadémikus

ELEKTRONIKUS MATEMATIKAI GÉPEK A KOHÁSZATBAN

Kedves Elvtársnők és Elvtársak!

Az I. Kohászati Ipargazdasági és Üzemszervezési Konferencia Szervező Bizottságának a felkérésére örömmel ragadom meg az alkalmat, hogy azt a kapcsolatot, amit mi matematikusok, különösen pedig a Magyar Tudományos Akadémia elnökségének a Kibernetikai Bizottsága szeretne ápolni a gyakorlat szakembereivel, megerősítem azzal is, hogy a Konferencián előadást tartsak.

Azonban én matematikus vagyok, nem pedig kohász, úgy, hogy előre elnézést kérek az elvtársaktól, ha valamilyen szakkifejezést nem úgy használok, ahogy kohász körökben szokás, vagy pedig, ha ebben a minőségemben esetleg nézeteim nem egészen egyeznek a kohász elvtársak nézeteivel. Ez különben majd úgyis ki fog derülni - remélem - a hozzászólások során. A Magyar Szocialista Munkáspárt Központi Vezetőségének júniusi kohó- és gépipari határozata felhívja a figyelmünket arra, hogy e téren sok mindent be kell pótolnunk, az MSZMP VIII. kongresszusának irányelvei pedig különösen leszögeznek, hogy az összehasonlításnak nem lehet az az alapja, hogy átlagban hogy állnak ezen a téren a külföldi országok, hanem az élenjáró ipari országokhoz kell mérnünk magunkat. Egyik olyan pont, ahol bizony meg kell mondanunk, hogy nagyon erősen el vagyunk maradva mind a Szovjetunióval és számos népi demokratikus országgal, mind a nyugati országokkal szemben, éppen a *korszerű matematikai gépek alkalmazása a kohászatban*.

Korunkban a matematika alkalmazása kiterjedőben van. mégpedig kétféle értelemben. Mind több és több területre hatol be a matematika alkalmazása, olyan területekre is, ahol azelőtt nem sok keresnivalója volt. Például ma már a nyelvtudomány és a közgazdaságtan területén is alkalmazzák a matematikát. Régebben ilyen alkalmazásról szó sem volt. Másrészt annyiban is kiterjedőben van a matematika alkalmazása, hogy ezekben az alkalmazásokban a matematikának mind több és több területe vesz részt, olyan területek is, amelyeket azelőtt tisztán elméleti tudomány-szakoknak tartottak, amelyekről azt mondták, hogy ezeket a matematikus csak úgy a saját gyönyörűségére űzi, de soha, semmiféle gyakorlati alkalmazása nem lesz. Így például a matematikai logikát - a matematikának egy olyan fejezetét. Vagy jobban mondva a matematikai módszereknek olyan, logikai kérdésekre való alkalmazását, amit még a matematikus is túlságosan alaptudománynak tartott - ma már a villamosmérnöki tervezésben, bonyolult áramkörök, bonyolult villamos berendezések tervezésében, nemcsak hogy használják, hanem alkalmazása hovatovább egyenesen nélkülözhetetlenné válik. Vagy pl. az algoritmusok elméletét alkalmazzák többek között az egyik nyelvről a másik nyelvre való fordítás elméletében, sőt a fordítás gyakorlatában is, akár ember végzi a fordítást, akár pedig - ami szintén egészen újszerű dolog gépek segítségével történik a fordítás.

Így ma már a kohászati ipargazdaság és üzemszervezés kerületére is behatol a matematika, jóval nagyobb mértékben, jóval szélesebb fronton, mint ahogy azelőtt alkalmazták. Mi tette lehetővé a matematikának ezt széleskörű alkalmazását? A matematikus azelőtt is foglalkozott olyan kérdésekkel, amiket ma itt alkalmazunk. csak éppen azt nem tudta, hogy mire lehet ezeket alkalmazni. Élként pedig arról van szó, hogy a matematikus a maga

éppen azt nem tudta, hogy mire lehet azokat alkalmazni. Történt pedig erről val szó, hogy a matematikus a maga elméleti vizsgálatait során többnyire megelégszik azzal, ha valamilyen kérdést úgy old meg, hogy visszavezeti véges számú próbálgatásra, vagy véges számú művelet, pl. az alpműveletek: összeadás, kivonás, szorzás, osztás elvégzésére. Még ha ez nem is sikerül, csak végtelen műveletsorozatra tudja visszavezetni a kérdés megoldását akkor is úgy gondolja, rendben van a dolog, mert adott pontossággal, adott hibahatáron belül már véges számú művelet elegendő a szükséges ismeretlen kiszámítására. Eközben a matematikus nem nagyon nézte azt, hogy az a véges szám milyen nagy. Sokszor olyan nagy volt, hogy gyakorlatilag lehetetlen volt annyi számítást, vagy annyi próbálgatást ténylegesen elvégezni. Ez aztán az ilyen jellegű eredményeket az elméleti eredmény sorsára kárhoztatta egészen addig, amíg meg nem jelentek azok az új, hatalmas eszközök, amelyek lehetővé teszik sokkal nagyobb számú számolási művelet sokkal nagyobb számú próbálgatás elvégzését, mint ami régebben lehetséges volt.

Ezek az eszközök a korszerű matematikai gépek. Ezeknek a kohászati alkalmazásáról fogok ebben az előadásban beszélni. Tehát nem általában a matematikai gépek alkalmazásairól, hiszen matematikai gép az asztali számoló gép is, amit kézzel tekernek, vagy villanymotor hajt, sőt az Abacus is, amit a keleti országokban nagyon ügyesen használnak 10 10 -ig való szorzási és osztási műveletek elvégzésére is, nálunk pedig csak gyerekjáték lett belőle, a gyerekek használják úgy, hogy dróton tologatják a golyókat. Nem ezekről lesz szó, még csak nem is a Hollerith géppark alkalmazásairól, hiszen ezeket az elvtársak már jól ismerik. De ha már matematikai gépekről beszélünk, akkor beszélnünk kell arról is, hogy miféle matematikai gépek vannak. A gépben alkalmazott elv szerint két nagy csoportot különböztetünk meg: a *digitális* és az *analógiás* gépeket. *Digitus* latin szó, ujjat jelent eredetileg, de minthogy az ember eleinte az ujjain számolt legalábbis tízig, mert csak tíz ujj van - ennél fogva a 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 számjegyeket is digitusnak nevezték, az angolban ma is *digit* a nevük. Digitális számolási mód olyan számolási módot jelent - illetőleg digitális gép az ilyent alkalmazó gépet - amelyik a számjegyekkel való számolásra vezeti a bonyolult, a többjegyű számokkal való számolást is, azon a módon, ahogy az ember pl. írásban számol. Az analógiás gépek ezzel szemben a számításban résztvevő mennyiségeket, egy-egy művelet tagjait, tényezőit, vagy ahogy általában mondani szokás, operandusait, fizikai mennyiségekkel, pl. hosszúsággal, vagy áramintenzitással, feszültséggel, vagy ellenállással, vagy más fizikai mennyiséggel ábrázolják és ezeken a fizikai mennyiségeken úgy végzik el a kérdéses műveletet, hogy megkeresik azt a fizikai folyamatot, amelyikben a megfelelő mennyiségek hasonló kapcsolatba lépnek, mint amilyen számítást akarunk elvégezni. Pl. a golyós számológép nyilván digitális, hiszen a számjegyekkel való számolást utánozza. A logarléc viszont analógiás eszköz, mert ott egy-egy mennyiség logaritmusát egy hosszúság reprezentálja és amikor pl. a szorzat logaritmusát úgy számítjuk ki, hogy a tényezők logaritmusait összeadjuk, ez az összeadás úgy történik, hogy a két távolságot egymás végébe helyezzük el.

Műszaki kivitel szempontjából megkülönböztetünk tisztán mechanikus, elektromechanikus és elektronikus számológépeket. Az utóbbiakhoz hozzászámítjuk azokat is, amelyek nem elektroncsövekkel működnek, hanem pl. félvezetőkkel, diódákkal, vagy tranzistorokkal, ferritekkel, a kryotrom elvén, tehát a szupravezetés elvén stb. Ezeknek a fő jellemzője az, hogy igyekeznek a mechanikai mozgást teljesen kiküszöbölni a számológép működéséből. A korszerű elektronikus számológépek ezt meg is teszik, kivéve persze azt a két pontot, ahol a bemenet, illetve a kimenet megtörténik, tehát ahol a számológép a külvilággal érintkezik, mert ez az érintkezés feltétlenül mechanikai mozgást igényel.

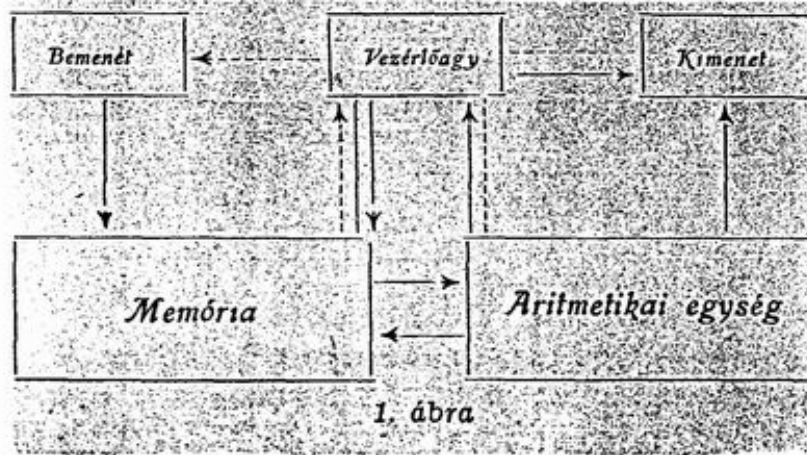
A feladat szerint, aminek a megoldására készül a matematikai gép, meg szokás különböztetni számológépeket, amelyeknek az első feladata számolásoknak, számtani műveleteknek az elvégzése. *logikai gépeket*, ahol nem valamely szám, hanem *igen* vagy *nem* a végeredmény, tehát amely valamely logikai értelemben vett ítélet igaz, vagy hamis voltának az eldöntésére szolgál, és *vezérlő gépeket*, amelyek matematikai elven alapulnak ugyan, de az a feladatuk, hogy bizonyos folyamatokat, pl. termelési folyamatokat, vagy mondjuk, éppen kohászati termelési folyamatokat vezérelnek.

Ebben az előadásban elsősorban a digitális *elektronikus számológépek* alkalmazásairól beszélek. Az a körülmény, hogy az elektronika lehetővé tette a mechanikai mozgás kiküszöbölését a gép működésében - a gép belső működéséről és nem a külvilággal való érintkezéséről van szó - hihetetlen *műveletvégző* sebességet tesz lehetővé. Egy korszerű elektronikus digitális számológép műveletvégző sebessége nagyjából 1000 művelet / szekundumnál kezdődik. Ami azon túl van, azokat már nem korszerű, hanem lassú elektronikus számológépeknek nevezzük, pl. az M-3-at a régi dobmemóriás alakjában, amely csak 30 műveletet végez másodpercenként, vagy az Ural-1-et, amely 50 művelet / másodperc sebességet ér el. A felső határt nem tudjuk, hol van, de a mai rekord millió művelet körül van másodpercenként, nagyjából ez az Amerikai Egyesült Államokban készített Stretch nevezetű számológép átlagos művelet végző sebessége. Azonban még ez sem éri el a teljesítőképesség határát, hiszen a nanoszekundum-technika, vagy másnéven milli-mikroszekundumos impulzus-technika lehetővé teszi, hogy másodpercenként 1 milliárd impulzust állítsunk elő sőt ezeket az impulzusokat tetszés szerint vezéreljük, pl. hogy melyik keletkezzék, melyik ne keletkezzék. Ennek a technikának az alkalmazása valószínűleg még jobban meggyorsítja majd a számológépek műveletvégző sebességét.

Ne gondoljuk azonban, hogy ezek az elektronikus számológépek egyszerűen csak gyorsabb fajtái azoknak az elektromechanikus számológépeknek, amiket pl. a Hollerith gépparkkal kapcsolatban ismerünk. Nem tartozik szorosan véve a gépparkhoz, de rendszerint meg szokás hozzá venni egy olyan szorozógépet, amelyik lyukkártyáról két számot leolvass, összeszorozza őket és ismét a lyukkártyára lyukasztja a szorzatokat. Nem egyszerűen arról van szó, hogy az elektronikus számológép ugyanezt csinálja, csak gyorsabban. A mennyiségi változás, a sebesség

mennyiségeknek ilyen hirtelen növekedése, természetesen ezen a téren is minőségi változást hozott létre, amennyiben szükségessé tette, hogy a gépet ne úgy használjuk, mint az említett elektromechanikus szorzógépet, hogy mindig csak egy-egy műveletet végezzünk, hanem előre kell készítenünk az egész művelet sor *programját*, az adatokkal együtt és ezt a programot is betároljuk a gépbe, a gépnek az úgynevezett memória-egységébe, amelyik egyébként arra is szolgál, hogy a számítás közben keletkező részleteredményeket tárolja addig, amíg egy újabb számításnál szükség nincs rájuk. (Pl. ha két számot összead, az összegüket tárolja addig, amíg ezt az összeget ismét egy harmadik számmal meg nem kell szoroznia, ezt a harmadik számot esetleg csak közben számítja ki.)

A digitális elektronikus számológépeknek a szerkezetét úgy lehet jellemezni, hogy ezek öt egyszerűbb és egymással bonyolult módon összekapcsolt gépnek az aggregátumai. Ezt az öt gépet vázlatosan, úgynevezett blokk-séma alakjában az ábrán látható módon szokás szimbolizálni.



Az egyes téglalapok ezt az öt gépet, az elektronikus számológép öt úgynevezett főegységét szimbolizálják: a gép bemenetét, a vezérlő egységet, a kimenetet, a memóriát és az *aritmetikai*, vagy *műveletvégző egységet*. A téglalapokat összekötő nyilak ezeknek a gépegységeknek a kapcsolatait szimbolizálják, persze nem egyszerűen összekötő huzalokat, mint a villamosmérnöki tervrajzokban, hanem sokkal bonyolultabb módon létrejött kapcsolatokat. Mire szolgál a bemenet? Minden számolásnál vannak bizonyos kiinduló szám adatok. Ezeket vagy műszeresen állapítjuk meg, az objektív és megbízható mód, vagy ha nem lehet, statisztikai adatok alapján, vagy becslés útján. A számológép alkalmazása szempontjából nagyon fontos, döntő, hogy ezek a kiinduló adatok helyesen megállapított adatok legyenek. Ezeket az adatokat be kell vinni a gépbe és ugyancsak be kell vinni a programot is. A program azt mondja meg, hogy a kiinduló adatokkal milyen sorrendben, milyen műveleteket kell végezni. (Sokszor a kiinduló adatokat is a programhoz számítják.) Eszerint *szám adatokat* és *műveleti utasításokat* kell a gépbe bevinni. Ez úgy történik, hogy egy perforátor segítségével szalagra, vagy kártyára lyukasztjuk őket olyanféleképpen, ahogy Telexen szokás adatokat és utasításokat továbbítani; persze az utasításokat rövid jelkulcsos alakban lyukasztjuk a szalagra, vagy a kártyára. A billentyűk leütésére a Telex szalagján lyukasztott sorok keletkeznek. A Telex szalag tudvalevően ötcsatornás, vagyis egy sorba legfeljebb 5 lyuk fér el (a fogaskerék vezetésére szolgáló kis lyukat nem számítva). Vannak olyan elektronikus számológépek, amelyeknek a bemenő egysége szabványos Telex lyukszalagot használ, de vannak több, vannak kevesebb csatornás lyukszalag-bemenettel rendelkező elektronikus számológépek is. Vannak olyanok is, ahol mint mondtam, nem lyukszalagra, hanem lyukkártyára történik a lyukasztás, úgy mint a Hollerith géppark gépein. Sőt a lyukasztás helyett, minthogy itt is fontos a sebesség növelése, ma már kísérleteznek azzal is, hogy pl. vasból készült csőhuzalba, vagy szalagba mágneseznek jeleket. Ekkor a lyukasztás szerepét egyik, vagy ellenkező irányú mágneses dipólusok létrehozása veszi át a lyuknak az egyik irányú dipólus, a lyuk hiányának pedig az ellenkező irányú dipólus felel meg. (Azért nem a mágnesség hiánya, mert tökéletesen demagnetizálni a szalagot igen nehéz feladat, sokkal könnyebb az egyik irányú állapotból a másik irányba átmágnesezni.)

A lyukasztott szalag, vagy a mágnesezett szalag, mágnesezett huzal létrehozására szolgáló berendezés csak az egyik része a bemenetnek, a másik része a szalag leolvasó, kártyaleolvasó, vagy mágneses szalag-, vagy huzalleolvasó. Ez olyan berendezés, amely a lyukakat vagy a mágnes jeleket elektromos impulzusokká alakítja át a fotóelektromosság, illetve az indukció jelenségének felhasználásával. Ezek az impulzusok aztán be mennek a gép további részeibe, mégpedig a korszerű kivitelű elektronikus számológépek esetén a memóriába. Ily módon az egész program, adatokkal és művelet utasításokkal együtt, a gép memóriájába kerül.

Memória céljára elvileg az anyagnak bármiféle maradandó és könnyen megállapítható változását fel lehet használni. Persze vannak még bizonyos minőségi követelmények, pl. hogy ezt a változást könnyen el lehessen

tüntetni, tehát könnyen el is lehessen felejtetni a géppel azt, amit tárol, továbbá, hogy gyorsan meg lehessen állapítani, hogy az eredeti, vagy megváltozott állapotban van-e a memóriának megfelelő része, tehát, hogy gyorsan fel lehessen kutatni, hogy mit tárol a memória, más szóval, hogy a memória hozzáférési ideje rövid legyen.

A korszerű elektronikus számológépeken rendszerint mágneses jelenséget használnak tárolás céljára, tehát valamilyen mágnesezhető anyag egyes pontjain keletkező dipólusokat. Természetesen egy-egy ilyen dipólus csak

ket ienetoseg egyiket tudja tarolni aszerint, hogy egyik vagy masik iranyu mágnesezettseg állapotaban van-e a mágnesezhető anyag, tehát egy „igen vagy nem” információt, amit egyébként az információelmélet az információ egységül használ és bitnek nevez. Ha azonban számos ilyen pont együttesét használjuk tárolásra, akkor már sokkal több lehetőséget tudunk megkülönböztetni. Ha n ilyen kétállapotú elemből állítunk össze egy nagyobb tároló egységet, úgynevezett memóriakereszt, akkor 2^n a lehetséges állapotok száma, mert ennyi a két elemből képezhető n -edosztályú variációk száma. Hasonlóan, ha 5 lyuk lyukasztható valamely szalag egy sorába és mindegyik helyen dönthetünk, hogy lyukasztok, vagy nem lyukasztok, akkor 25, vagyis 32 lehetséges eset van, amit ismerünk pl. a Telexről ahol tényleg 32-féleképpen lyukasztható egy sor.

A memória azonban természetesen nem egy, hanem számos rekeszből áll, a rekeszek száma kis számológépeknél 1000 körül van, pl. 1024 szokott lenni, nagy számológépeknél 64 ezer körül, vagy 128 ezer körül lehet. Ezek a rekeszek meg vannak számozva. Egy-egy memóriarekesz sorszámát az illető rekesz címének szokás nevezni. Egy-egy memóriarekesz, rendszerint egy adat, egy szám, vagy egy műveleti utasítás tárolására szolgál, s azt is szokás mondani, hogy ennek a rekesznek a sorszáma az illető adatnak (számadatnak, vagy műveleti utasításnak) a címe.

Az utasításokat, miután azok bemennek a memóriába, végre is kell a gépnek - hajtania. Hogy mikor melyik utasítást hajtsa végre, azt a gép vezérlőegysége szabja meg. A vezérlőegységben egyebek között két nevezetes tároló elem van, amelyek bizonyos szempontból hasonlóak a memóriarekeszhez, de különleges szerepük van. Az egyik az utasításslámláló, a másik az utasításregiszter. Az utasításslámláló tartalma szabja meg, hogy a memória milyen című rekeszében tárolt utasítás kerüljön bele az utasításregiszterbe, majd kerüljön végrehajtásra. Tehát, ha pl. az utasításslámlálóban az áll, hogy 1012, ez azt jelenti, hogy akkor az 1012 számú rekeszben levő információ az az utasítás, amely bemegy az utasításregiszterbe és végrehajtásra kerül. Avégett, hogy a megfelelő sorrend biztosítva legyen, az utasításslámláló olyan regiszter, amelyiknek az a tulajdonsága, hogy minden működés után eggyel tovább számlál, mint pl. a fordulatszámláló. fgv minden egyes utasítás végrehajtása után eggyel nagyobb szám keletkezik benne, tehát legközelebb a következő sorszámú rekeszben levő utasítás kerül az utasításregiszterbe és az kerül végrehajtásra.

Hogy azonban el is lehessen ettől a normális sorrendtől térni olyan utasítások is adhatók a gépnek. amelyek nem eggyel növelik, hanem másmódon változtatják meg az utasításslámlálónak a tartalmát. Ez esetben tehát a gép nem eggyel tovább lép az utasítások sorában, hanem *ugrik*, előre, vissza. Ha előre ugrik, akkor kihagy bizonyos utasításokat, ha pedig visszaugrik akkor olyan utasításra térhet vissza, amit már egyszer végrehajtott. De akkor ettől az utasítástól kezdve ismét elkezdí ugyanazokat az utasításokat még egyszer végrehajtani. amelyeket már egyszer végrehajtott, ami különösen előnyösen felhasználható olyan számítási módok alkalmazása esetén, amelyek ismétlést, ún. iterációt kívánnak. Közismert ugyanis, hogy nagyon sok matematikai feladatot úgy lehet megoldani, hogy először egy első közelítő értékből indulunk ki, valamilyen számítási eljárással megkapunk belőle egy második közelítő értéket. ugyanazt a számítási eljárást ezen a második közelítő értéken végrehajtva egy harmadik közelítő értéket és így tovább. ezt ismételjük, amíg a kívánt pontosságú közelítő értékét meg nem kaptuk. Ha ezt az eljárást számológépen végezzük természetesen vigyáznunk kell, hogy úgy ne járjunk, mint Goethe Zauberspruch című versében a bűvésznő, aki csak felidézte a szellemeket, de megállítani nem tudta őket. Itt sem szabad örökké ismétlni a számítási eljárást, hanem csak addig, amíg a kellő megközelítést el nem érjük és azután folytatni kell a kapott közelítő értékkel a számítást úgy, ahogy azt a program előírja. Ez tehát azt is megkívánja, hogy ne csak „feltétlenül” lehessen egy utasítással megváltoztatni az utasításslámláló tartalmát, hanem „feltételes” is, vagy is a gépet arra is lehessen utasítani, hogy állapítson meg valamit, pl. azt, hogy két szám, mondjuk két memóriarekesz tartalma közül az egyik kisebb-e, mint a másik, vagy nagyobb és aszerint növelje eggyel, vagy más módon változtassa meg az utasításslámláló tartalmát, hogy mi a megállapításnak, ennek a logikai műveletnek az eredménye. (Ez valóban logikai művelet, mert nem 2. vagy 3, vagy 17,5, hanem *igen*, vagy *nem* lehet az eredménye: hogy egy kisebb-e valaminél, arra a válasz az, hogy *igen*, vagy *nem*.) Ily módon a számológép ennek a logikai műveletnek az eredményétől függően végez ugrást, vagy halad a program utasításai végrehajtásában sorjában tovább. Eszerint beszélünk *feltétlen* és *feltételes ugró utasításokról*. Az ugró utasítások az utasításoknak csak egy kivételes kategóriáját képviselik, a legtöbb utasítás, amit a gép végrehajt, számtani utasítás, pl. összeadás, kivonás, szorzás, osztás, esetleg bonyolultabb művelet. Vannak azonban olyan számológépek is, amelyek számára az osztás is már olyan bonyolult művelet, hogy nem tudják közvetlenül elvégezni, hanem úgy kell erre szolgáló külön programmal előírni, hogyan vezesse vissza a gép, közelítő számítással, a másik három alapműveletre.

Avégett, hogy a számológép az utasításokat végre tudja hajtani, a vezérlő egység kapcsolatban van a műveletvégző vagy aritmetikai egységgel. Egyébként kapcsolatban van az összes többi egységgel is. Hiszen a vezérlőegység utasíthatja a bemenetet is arra, hogy pl. bemenő szalagról még további utasításokat, vagy számokat olvasson le, vagyis alakítsa át azokat impulzusokká, ha pl. eredetileg nem fértek be a memóriába, csak akkor, miután annak egy része már kiürült. Ugyanígy utasítania kell a memóriát is arra, hogy valamilyen adat menjen át valamely rekeszből a gép valamely más részébe, utasíthatja az aritmetikai egységet, hogy valamilyen műveletet végezzen el, utasíthatja a kimenetet, hogy közöljön a külvilággal, a gép felhasználójával valamilyen számítási eredményt, pl. nyomtassa le, vagy perforálja ismét szalagba, vagy kártyába. Ezek a kapcsolatok, amelyek a vezérlőegység és a számológép többi egysége között állnak fenn, már nem abban állnak, mint a többi egységek közötti kapcsolatok, ti., hogy valamely információ átmehet változatlanul az egyik egységből a másik egységbe, hanem abban, hogy a vezérlő egység olyan impulzusokat ad, amittől egy másik egység működésbe lép. Ezeket a kapcsolatokat pontozott nyíllal jelöltem, míg azokat a kapcsolatokat, amelyek információátadást tesznek lehetővé a különböző egységek között, megszakítás nélküli nyíllal.

A számológép működése tehát a következőképpen megy végbe. A memóriából a soron következő utasítás, az, amelynek a címe az utasításslámlálóban van, átmegy a vezérlő egységbe, mégpedig az utasításregiszterbe. Erre a vezérlőegység utasítja azt az egységet, amelynek el kell végeznie az utasításban szereplő műveletet (rendszerint az aritmetikai egységet), hogy végezze el a szükséges műveletet. Pl. hogy egy bizonyos című számhoz adjon hozzá egy másik című számot és az eredményt tegye el egy harmadik című rekeszbe. Ez megtörténhetik egy utasítással, ekkor az utasításban három címet meg kell nevezni, az első és a második operandus címét (pl. első és második összeadandó címét) és az eredmény címét, vagyis annak a rekesznek a címét, ahova tegye a gép az eredményt. (Az összeadásnál mindegy, melyik az első és melyik a második összeadandó, de a kivonásnál, vagy az osztásnál már nagyon is fontos, hogy melyik az első operandus, melyik a második, pl. a kivonásnál az első operandus a kisebbítendő, a második a kivonandó.) De az is megeshetik, hogy külön utasítás kell ahhoz, hogy az első operandust tegye a gép a memória egy adott című rekeszéből - ahol tárolódik - az aritmetika egy bizonyos regiszterébe, külön utasítás ahhoz, hogy a második operandus megint egy adott cím alól egy második regiszterbe kerüljön és külön utasítás esetleg ahhoz, hogy a gép egy műveletet végezzen-e két regiszter tartalmán és az eredményt vagy hagyja benne az aritmetikai egység egy regiszterében, vagy pedig tárolja be a memória egy adott című rekeszébe. Ilyen esetben csak egy címet kell megadni egy-egy utasításban. Eszerint beszélünk egycímű, kétcímű, háromcímű gépről. Kétcímű gépnél pl. egy utasításban megadjuk a két operandus címét (és persze a műveletet is) és akkor végrehajtja ugyan a műveletet a.. gép, de az eredményt nem tárolja még el, hanem bennhagyja az aritmetikai egységbe és külön utasításra történik csak a tárolás.

Az aritmetikai egység talán a számológép legbonyolultabb része, de viszont ez hasonlít elvében leginkább a szokásos kézi, vagy asztali, vagy elektromechanikus számológépekhez, a különbség csak az, hogy mondjuk fogaskerekek egymásba kapcsolódása helyett impulzusokon végez a gép valamilyen műveletet, azokat alakítja át úgy, hogy a számtani művelet eredményének megfelelő impulzus sorozatot kapja.

Végül, mint már említettem, a kimenet arra szolgál, hogy a memóriában tárolt, vagy rendszerint az aritmetikai egységben keletkező számadatot a gép kinyomtasson. vagy pedig pl. szalagba, vagy kártyába lyukassza tehát a külvilággal közölje. Minthogy a kimenet éppúgy, mint a bemenet, szűk keresztmetszete a gépnek, hiszen a lyukasztás mechanikai mozgás nélkül nem lehetséges, a mechanikai mozgás tehetetlensége pedig sokkal nagyobb, mint az elektronikus változásoknak a tehetetlensége, ennél fogva csak a lényeges eredményeket szokás kinyomtatni, vagy perforálni. (A perforálásnak az az előnye, hogy az eredményeket később újra be lehet táplálni a gépbe egy következő program kiinduló adataiként.)

Az ugró utasításokkal, amelyekről már beszéltem azt is meg lehet tenni, hogy a számítást szétágasztatjuk. Pl. ha egy másodfokú egyenletet meg akarunk oldani, az általános esetben a gyökök komplex számok lehetnek, tehát a két gyök valós és képzetes részének ki kell jelölnünk egy-egy rekeszt; de egészen mást kell csinálni akkor, hogyha a $b^2 - 4ac$, amely a gyökjel alatt van, pozitív és mást, ha negatív. Ha pozitív, akkor valósak a gyökök, tehát a képzetes rész helyébe nyugodtan 0-t tehet a gép és a valós részt, vagyis a gyököket pedig a másodfokú egyenlet megoldó képlete szerint kell kiszámítani. Ha $b^2 - 4ac$ negatív, akkor a valós részt külön egy osztással, a képzetes részt pedig egy gyökvonással, meg egy osztással kell kiszámítani. A számítás szétágasztatása esetén előre ugratunk, mert át kell ugranunk a számításnak az adott esetben nem aktuális részét, iterációs számítás esetén viszont pl. fokozatos megközelítés céljára visszaugratunk és ciklikusan ismételtetünk a géppel valamely számítást, amíg a kellő megközelítést el nem érjük.

Az ilyen ciklikus program esetén előfordulhat az is, hogy nem változtatlanul ugyanazt a műveletsorozatot végeztetjük a géppel, hanem közben még egyes műveleteket meg is változtatunk. Erre módot ad az a körülmény, hogy a program utasításai is éppúgy be vannak a memóriába tárolva, mint a számadatok és így semmi akadálya sincs annak, hogy azokkal is műveleteket végezzünk, csak olyan rekesz címét kell meg adni a műveleti utasításban, ahol egy utasítás volt tárolva. A modern elektronikus számológépeknek adható utasítások között olyanok is vannak, amelyek utasításokkal való művelet végzésére vonatkoznak, pl., hogy egy utasítás valamelyik címrészét adott módon változtassa meg a gép. (A régebbi gépekben ezeket számtani műveleti utasításokra kellett visszavezetni.) Ily módon meg lehet azt csinálni, hogy a programba beépítjük azt is hogy a programot hogyan változtassa meg maga a gép. Mondjuk egyszer végrehajt bizonyos műveleteket és mielőtt másodszor végrehajtja azokat, előbb megváltoztatja őket. Más szóval program-módosítást is be lehet programozni, ebben pedig, elképzelhetik az elvtársak, óriási lehetőség rejlik, főleg, minthogy azt, hogy módosítsa-e a programot a gép, és hogyan, feltételektől lehet függővé tenni az említett feltételes ugró utasítások segítségével.

Az elektronikus számológépeknek az a szerkezete, hogy a memória rekeszeket és hasonlóan az aritmetikai egység és a vezérlő egység regisztereit is két állapotú elemekből szokás összeállítani annak kedvéért, hogy ne a tízes, hanem a kettes számrendszerben végezze a *műveleteket*. A kettes számrendszerben ugyanis a 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 számjegyek szerepét kétféle számjegy 0 és 1 veszi át, mert a számrendszerben a kettő már magasabb egység, éppúgy, mint ahogy a tízes szám rendszerben tíz egyes az egy tízes. tíz tízes az egy száz és így tovább. Ez persze szükségessé teszi azt is, hogy a gép a bemeneten maga végezze el a konverziót, vagyis az átalakítást a szokásos tízes számrend szerből, mert persze az adatokat abban adjuk meg a kettes számrendszerbe, a kimeneten pedig fordítva visszakonvertáljon, tehát a számolás eredményét kettes számrendszerből visszaalakítja a tízes szám rendszerbe, mielőtt kinyomtatja. Ezekre a régebbi elektronikus számológépek külön konverter alkatrészeket használtak a modern gépekben pedig magát a aritmetikai egységet használják fel, mert hiszen egy ilyen számrendszerváltás tisztán számtani műveletet kíván. Ilvenkor a konverzió és a visszakonvertálás be van a gépbe

programozva. Vannak azonban olyan elektronikus számológépek is, amelyek a tízes szám rendszerben végzik a számtani műveleteket, csak hogy ez esetben egy-egy tízes számrendszerbeli számjegyet több impulzusból álló sorozat képvisel.

Ennyit az elektronikus számológépekről általában. Már most mire lehet a kohászati üzemben használni egy ilyen gyorsműködésű számológépet? Először is mind arra, amire a lassú működésűt lehet, csak sokkal gyorsabban végzi ugyanazt, tehát sokkal kevesebb időt vesz igénybe, ennél fogva marad még nagy időkapacitás egyéb számítások elvégzésére is. Pl. mindazt, amit eddig kézzel, vagy asztali számológéppel, vagy lyuk kártya gépparkkal végeztünk, el lehet elektronikus számológéppel végezni. A főkönyvelő elvtársak jobban meg tudnák mondani, hogy mik ezek az ügyvitel-gépesítésben szereplő számítások, csak példaként sorolok fel néhányat. Így kiszámíthatjuk a napi betétet egy egy üzemegységnél vagy pl. egy kohónál, egy martin kemencénél a napi kihozatalt, kiszámíthatjuk az ön költséget, raktár-anyagnyilvántartást végezhetünk elektronikus számológéppel, könyvelési számításokat, számlázást, bérszámfejtést, kiszámíthatjuk az anyag felhasználást, késztermék nyilvántartást végezhetünk vagy utólagos statisztikai számításokkal, vagy bármi mást, amire eddig a lyukkártyaparkot szokták használni. Az ilyen számítások céljára, ha elektronikus számológépen végezzük azokat. rendszerint minden ilyen feladatnak előre elkészítik a programját, belyukasztják lyukszalagra, vagy lyukkártyára. Az ilyen előre elkészített programot *szubrutinnak* szokták nevezni. Amikor azt akarjuk, hogy az elektronikus számológép pl. bérszámfejtést végezzen, a megfelelő szubrutint betesszük a gépbe annak bemenetére; ezenkívül még betesszük a mindenkor változó adatokat, amiket a szubrutin paramétereinek szokás nevezni. Azonkívül mindenféle műszaki számítást is végezhetünk elektronikus számológépen, többek között azokat a hagyományos számításokat is, amelyeket a mérnök elvtársak szoktak végezni. Hogy részben a szakiroda lomból, részben a Dunai Vasműnél látottakból soroljak fel néhány példát, ide tartozik a vas próbapálcák szakítószilárdságának előzetes becslése kémiai össze tételük alapján, a koks, a nyersvas és az acél minősége eloszlásának a számítása, vagy pl. automatikus regisztráló műszerek regisztrálási adatainak az elemzése, acélszerkezetek tervezése csőhálózatok terhelés számítása. tartó gerendák statikai számítása, fémfáradási próbák eredményeinek kiértékelése, hőátadási hűtési számítások, vagy pl. kovácsüzemben fellépő talajrezgéssel kapcsolatos számítások, vagy lángelosztási folyamatok hőmérleg számítása és így tovább. Itt viszont a műszaki vezető elvtársak tudnák ezt a listát sokkal jobban kiegészíteni.

Azonban egy ilyen gyors gépnek a kapacitását mindezek az ügyviteli és hagyományos műszaki számítások még mindig csak nagyon kis részben foglalják le. Hátra marad a kapacitás nagyobb része olyan számítások elvégzésére, amilyent azelőtt el sem végeztek, sőt bele sem kezdtek, mert úgyis tudták, hogy vagy egy emberélet sem elég ahhoz, hogy befejezzék, vagy legalábbis, mire befejezik a számítást, már nem lesz időszerű az eredménye.

Az elektronikus számológépek történetéhez tartozik, hogy kialakulásukat éppen ilyen, addig eredményesen el nem végezhető, ha nem is kohászati számítások szükségességének köszönhetik. Így pl. kialakulásukban nagyon fontos szerepe volt a légvédelmi tűzéségi számításoknak. Ugyanis nem volt mindegy, hogy a lőelemeket mennyi idő alatt számítjuk ki. Kézi, vagy motoros számológépeken esetleg eltartott volna a számítás néhány óráig, az alatt azonban a lelövendő objektum, repülőgép, ledobta volna bombaterhét és árkon-bokron túl jutott volna. Tehát fontos volt az, hogy gyorsan végezzük a számítást, úgy, hogy a kiszámított lőelemeket fel is lehessen használni az ellenséges objektum lelövésére.

Vagy, hogy egy békés példát mondjak, a meteorológia már elég régóta ott tart, hogy tudjuk, hogy mit kellene kiszámítani ahhoz, hogy a holnapi időjárást meg tudjuk egészen pontosan mondani és hogy milyen adatok kellenek ehhez a számításhoz. Mindenekelőtt nagyon sűrű meteorológiai szondahálózat kellene, hogy a szükséges adatokat be tudjuk szerezni. Azt is tudjuk, hogy ha csak az adatok megvolnának, még milyen differenciálegyenleteket kell megoldani, ti. a dinamikus meteorológia alapegyenletét, ahhoz, hogy ki lehessen számítani a holnapi hőmérsékletet, a levegő sebességét, tehát a széljárást, irány és nagyság szerint, a felhőzetet, a csapadékot és így tovább. Ilyen számításokat végeztek is, csak eleinte néhány napig tartott a számítás és így csak elméleti jelentősége volt annak, hogy ha ma elkezdtek a holnapi időjárást kiszámítani, egy hónap múlva már sikerült ki is számítani, s akkor össze tudtuk hasonlítani, hogy tényleg egyezett-e a 29 nappal azelőtti időjárással, és nagy eredmény volt, ha már egyezett. De gyakorlati értéke az ilyen számításnak csak akkor van, ha legalábbis egy napon belül ki tudjuk számítani a holnapi időjárást, sőt még gyorsabban, mert előre tudnunk kell azt, hogy bizonyos intézkedéseket megtehessünk. Pl. az aviatikában nagyon fontos, hogy az időjárási adatokat előre megkapjuk.

De hogy a kohászatban közelebbi példát említsek, tekintsük a *lineáris programozás* néven ismert számításmód egyik ismert esetét, a *szállítási probléma* megoldását. Ezt is csak azért, hogy ezen a példán könnyebben megérthessük, miféle számításról van szó, nem azért, mintha Magyarországon időszerű volna az említendő probléma. A példát az angliai koksziólóművek gyakorlatából veszem. Angliában van 65 koksziólómű és van 154 olyan bányakörzet, ahonnan koksziólásra alkalmas szenet lehet kapni. Mindegyik bányakörzetnek adva van a napi termelési kapacitása, vagyis az, mennyi szenet lehet onnan elszállítani (többet biztos nem lehet, mint amennyit kitermelnek). Mindegyik koksziólóműnek adva van a napi szénszükséglete. Az a kérdés, hogy hogyan osszuk el a termelt szenet a koksziólóművek között, hogy a szállítási összköltség minimális legyen. Ehhez azt is meg kell adni, hogy melyik bányakörzetből melyik koksziólóműhöz mennyi a szállítási költség tonnánként font sterlingben. Jelöljük k_{ji} -vel az i -edik bányakörzetből a j -edik koksziólóműhöz való szállítás költségét 1 tonna szénre számítva, ahol i mindig 1-től 154-ig megy, j pedig 1-től 65-ig. Jelöljük továbbá c_i -vel az i -edik bányakörzeti napi termelési kapacitását, b_j -vel pedig jelöljük a j -edik koksziólómű napi szénszükségletét, tonnákban kifejezve. Jelöljük x_{ji} -vel azt az ismeretlen mennyiséget tonnákban, amennyi szenet szállítunk az i -edik bányakörzetből a j -edik

azt az ismeretlen mennyiséget továbbán, amennyi szénét szállítunk az i-edik bányakörzetből a j-edik kokszolóműhöz. Akkor a szállítási költséget úgy kapjuk meg, hogy ezt az x_{ij} -t meg szorozzuk az egy tonnára eső k_{ij} szállítási költséggel és az így kapott szorzatokat összegezzük i és j minden lehető értékére. Vagyis az összegezést matematikus szokás szerint görög nagy szigmával jelölve, a szállítási költség, amit K -val jelölünk, a következő lesz:

$$K = \sum_{i=1}^{154} \sum_{j=1}^{65} k_{ij} x_{ij}$$

Ez az a *célfüggvény*, vagy *preferencia-függvény*, amit a lehető legkisebbé kell tennünk.

Azt mondhatnák erre a mérnök elvtársak, hogy ilyent tanultak már a Műegyetemen is az Analízis II-ben, hogy ti. egy függvénynek meg kell állapítani a minimumát. Igen ám, de itt az x_{ij} -t nem lehet akárhogy választani, mert ugyanis mindenekelőtt, ha adott i esetén összegezzük az x_{ij} -t az összes j -kre 1-től 65-ig, akkor megkapjuk, hogy az adott i -edik bányakörzetből a különböző kokszolóművekhez egyúttvéve mennyi szénét szállítottunk. Márpedig ennek nem szabad nagyobbak lennie, mint az i -edik bányakörzet napi termelése, mert (feltételezve, hogy az előző napi termelést is elszállítottuk valahova) többet nem tudunk elszállítani, mint amennyi szén egyáltalán rendelkezésre áll az i -edik bányakörzetnél. Ha viszont az összes i -kre összegezzük az x_{ij} -t 1-től 154-ig adott j , tehát adott kokszolómű esetén, akkor megkapjuk, hogy mennyi szén került a j -edik kokszolóműbe a különböző bányakörzetekből, szóval, hogy mennyi szénét kapott naponta a j -edik kokszolómű. Ennek legalábbis annyinak kell lennie, mint amennyi a j -edik kokszolómű napi szénszükséglete. (Nagyobb lehet, hiszen előfordulhat, hogy másnap kevesebb jön és akkor tudjuk a hiányt pótolni.) Tehát ezeket a mellékfeltételeket is ki kell elégíteni:

$$\sum_{j=1}^{65} x_{ij} = c_i \quad (i = 1, 2, \dots, 154)$$

$$\sum_{i=1}^{154} x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2, \dots, 65)$$

Ezenkívül persze még azt is, hogy minden i -re és j -re $x_{ij} \geq 0$, mert ha x_{ij} kisebb volna 0-nál, vagyis negatív volna, ez azt jelentené, hogy a kokszolóműből szállítunk vissza szénét a bányába, pedig ezt nem akarjuk. Tehát úgynevezett feltételes szélső értékről van szó.

Megint azt mondhatják erre a mérnök elvtársak, hogy a Műszaki Egyetemen annakidején tanultak feltételes szélső értékekről is, amikor egy függvénynek a minimumát; vagy a maximumát kell megkeresni adott egyenlet-feltételek mellett. Csakhogy itt nem egyenletek, hanem *egyenlőtlenségek* a feltételek és ez az új benne. Ilyenféle feladatokkal a matematikusok foglalkoztak már régen, a megoldás módszere megvolt, de csak az elektronikus számológépek tették lehetővé az ilyen számítások tényleges keresztülvitelét. Emellett itt a matematikának nagyon bonyolult fejezetei jönnek tekintetbe, pl. a többdimenziós terek elmélete, többdimenziós térbeli konvex idomokkal, szimplexekekkel. kell dolgozni a módszer alkalmazása végett. A megoldás egyik módszere az úgynevezett magyar módszer, König Dénes és Egervári Jenő egyik gráfelméleti tételén alapul. Eszerint itt már nem a hagyományos matematikai módszerek, legalábbis nem az olyan módszerek alkalmazásáról van szó, amelyek beletartoztak a Műszaki Egyetemen tanított matematikai anyagba akkor, amikor a most működő mérnök elvtársak még műszaki egyetemi hallgatók voltak, hanem a matematika annál modernebb fejezeteinek alkalmazásáról van szó. Azonban ezt is meg lehet valósítani, csak éppen rengeteg számolással jár. Pl. itt ha az i 1-től 154-ig, a j pedig 1-től 65-ig megy, akkor $154 \cdot 65$, tehát kb. 10 000 x_{ij} ismeretlen, vagy változó van. Ha csak egy 10 000 ismeretlenes elsőfokú egyenletrendszer kellene megoldani, az is olyan számítás volna, amit az ember kézzel, vagy akár motoros számológéppel sem tudna egész életében elvégezni, hát még ha ilyen bonyolultabb feladatot kell megoldani, mert hiszen itt nem egyszerű egyenletrendszerrel van szó, hanem feltételes szélsőérték számításról, ráadásul egyenlőtlenség-feltételek mellett.

Ebben a példában a legegyszerűbb fajta ilyen feladatról van szó, hiszen a célfüggvény lineáris, vagyis elsőfokú függvénye a változóinak, nincs sem két változó összeszorozva, sem magasabb hatványra emelve egyik. sem, és lineárisak a feltételek is. Ez úgynevezett lineáris programozási feladat, ennél van bonyolultabb is, amikor pl. másodfokú, vagy még bonyolultabb célfüggvényt, vagy pedig másodfokú, vagy még bonyolultabb egyenlőtlenség-feltétel melletti lineáris célfüggvényt kell optimalizálni. Ezeknek az elmélete is többé kevésbé ki van dolgozva, persze minél bonyolultabb feladatról van szó, annál nehezebb. A feladat a lineáris nevet a célfüggvény és a feltétel-egyenlőtlenségek linearitásától nyerte, a *programozás* nevet pedig attól, hogy nem szállítási problémára, hanem gyártás-programozási feladatra alkalmazták legelőször. Pl. a kohászatban a tűzállótégla gyár optimális programozására lehet ilyen módszereket alkalmazni. Egy-egy fajta téglát többféle gépen el lehet készíteni, csak más-más gépen más az elkészítés ideje és pl. minimális idő alatt akarjuk a megadott téglafajtákat elkészíteni: az

más más gépen más az elkészítés ideje és pl. minimális idő alatt akarjuk a megadott téglafajtákat elkészíteni, az a kérdés, melyik gépen milyen téglafajtából hányat készítsünk. Hasonló módszert lehetne a hengermű optimális programozására is alkalmazni. Szóval innen kapta ez a feladatfajta a lineáris programozás, illetve magasabb fokú programozás nevet.

Az ún. dinamikus programozásnál már nem is számadatok, hanem függésmódok, függvények, grafikonok vannak adva. Pl. az erőmű esetében adva van grafikon alakjában az üzem belső energiaszükséglete, hogyan oszlik meg órákra, vagy akár rövidebb időkre. Annak a grafikonja is adva van, hogy mikor mennyi energiát kell betáplálni az országos hálózatba. Van több turbina, mikor melyiket, hányat, hogyan fűtsünk fel, hogy az eredmény optimális legyen. Pl. olyan szempontból, hogy a hatásfok maximális legyen, hiszen tudjuk, hogy van egy felfűtési idő amit ki kell várni, addig nem dolgozik a turbina, azután utána is még változik a hatásfoka, nem lehet rögtön felfűtés után teljes hatásfokkal dolgozni. Tehát pl. az a kérdés, hogy a Dunai Vasmű erőművében hogyan lehet a 4-5 turbinát optimálisan kihasználni. Ezt a feladatot a dinamikus programozás módszerével lehet megoldani. Ugyancsak lineáris programozási feladatra vezet az optimális kohóelegy kérdése. Ezt különben egy Amerikában élő magyar matematikus, Fábián Tibor vette észre, ha az általa adott megoldás kohászati szempontból nem is tökéletes. Tehát, a nagyolvasztók optimális betétjének a meghatározása a feladat. Itt a feltételek a következők. Legfeljebb annyi vasércet tehetünk be egy fajtából, amennyi rendelkezésre áll, ugyancsak legfeljebb annyi kokszot, legfeljebb annyi mészövet, vagy dolomitot, amennyi éppen rendelkezésre áll. Azonkívül elő van írva, hogy legfeljebb mennyi kénnek szabad lennie a kész vasban - a nagyolvasztó esetén nyersvasban - legfeljebb mennyi foszfornak, szilíciumnak, esetleg mangán-határok is elő vannak írva. de legalábbis az, hogy legfeljebb mennyi lehessen a nyersvasban. Azonkívül persze nem lehet túltölteni a nagyolvasztót, meg van adva, hogy meddig tölthető meg. Az időszükséglet sem haladhatja túl a rendelkezésre álló időt, és a programban előírt folyékony vasat feltétlenül ki kell termelni. A kérdés az, hogyan készítsük el az elegyet, hogy a költség minimális legyen. A Dunai Vasműnél ezt a feladatot a Fábián-félenél elvi szempontból helyesebb módszerekkel oldották meg és az országos kohóelegy számításra is adtak módszert.

Hasonlóan lehetne a koksizológymű módszerét meghatározni, azonban ez már nem lineáris programozási feladat, mert tudvalevőleg megeshetik az, hogy egy szén elegynél kapott koksz pl. a dobszilárdság és a morzsalékonyság szempontjából rosszabb, mint az elegy minden egyes összetevője esetén, tehát nincs szó linearitásról. Hasonló módszert lehet alkalmazni a martinkemence-betét elegyszámításánál, vagy akár az ércelőkészítés esetén a darabosításnál is lehet optimális elegyszámítást végezni. Lehet természetesen szállítási problémát is felvetni, a kohászati üzemben belül, pl. optimális szállítási útvonalak meghatározására, hogy a mozdony milyen sorrendben szedje össze az üres vagonokat, ilyenféle feladatok megoldására is lehet alkalmazni elektronikus számológépeket, vagy a hengereltáru optimális darabolása, szabása kiszámítására. Mint már említettem, az optimális bérforma kérdése is keverési feladatra vezet, keverjük a meglevő a, b, c, d bérformát és az a kérdés, hogyan keverjük ezeket, hogy az optimális bérformát kapjuk, vagyis azt, amelyik a legnagyobb mértékben ösztönöz az anyagi érdekelttség elve alapján egy adott cél érdekében.

De persze nemcsak lineáris, vagy bonyolultabb programozási feladatok megoldására lehet egy elektronikus számológépet használni, hanem pl. statisztikai korreláció-számítás alapján való következtetésekre, regresszió-számításra, pl. hogy milyen paraméterek között van statisztikai kapcsolat. Ugyanis nemcsak függvény-kapcsolat van a világon, ahol az egyik adat a másikat egyértelműen meghatározza, megeshik, hogy az egyik is, a másik is véletlen, nem ismert adatok folytán ingadozik és az ingadozásban is mutatkozik valamiféle kapcsolat, valamiféle korreláció. Így pl. a Dunai Vasműnél végeztek számítást a magas kocsiálláspénz okainak elemzésére statisztikai módszerekkel, ami persze lényeges előfeltétele annak, hogy a kocsiálláspénzt csökkentsék. Hasonlóan, ha eltérések mutatkoznak az előírt nyersvas-, vagy acélminőségtől, ezek okának az elemzésénél is figyelembe kell venni, hogy milyen paraméterekkel állnak az ilyen kirívó eltérések korrelációban. Hasonló módszereket igényel az anyagoszlop fennakadásának a kérdése a nagyolvasztóban, ha csökkenteni akarjuk a fennakadások számát, amikor zuhantatás válik szükségessé. Ez megint csak úgy lehetséges, ha megvizsgáljuk, milyen adatokkal, pl. a kohóelegynek az átlagostól való milyen kémiai eltéréseivel van korrelációban az anyagoszlop fennakadása. Vagy pl. annak az elemzésére is fel lehet használni az elektronikus számológépeket, hogy az egyik mutató erőltetett emelése, vagy csökkentése milyen más mutatókra lesz nem kívánatos hatással. Pl. ha a kokilla öntésszámot erőltetve emeljük, akkor a fajlagos bugajavítási idő fog felszökni, mert akkor a rossz kokillával is öntünk, ami pedig kiselejtezni való volna, s akkor persze rossz bugák keletkeznek, amire megint csal ráfizetünk. Az ilyen kérdések előzetes elemzése szintén matematikai statisztikai módszerekkel történhetik. Ha már a kokilla-parknál tartunk, az optimális kokilla készlet kiszámítása tipikus raktárkészlet probléma, ilyenek megoldására a valószínűség számítás szolgáltat módszereket. Pl. tudvalevőleg a martin-kemencénél minden szakember félt attól, hogy nem lesz elég kokilla, mert sok tönkre megy és ennél fogva több kokillát tárolunk, mint amennyi szükséges. Márpedig valószínűség számítási módszerrel meg lehet állapítani a tönkremenő kokillák várható értékét, és ha hozzá adunk egy biztonsági tartalékot - azt már a tapasztalat dönti el, hogy mennyi kell - akkor megkapjuk azt a kokillaszámot, amennyit érdemes tárolni amennyi se nem kevés, tehát se arra nem kell számítani, hogy nem áll rendelkezésre kokilla öntéshez, sem pedig túl sok kokillát nem vettünk igénybe tartalékolásra.

Azonkívül az elektronikus számológépek kiválóan alkalmasak arra, hogy költséges, vagy sok időt igénybevevő, vagy nem végrehajtható kísérleteket megtakarítsunk és helyette számológépen végezzük el a megfelelő kísérletet számítás útján, úgynevezett szimulációs kísérletet. Itt az a feladat, hogy bizonyos folyamatokat utánozzunk számológépen, amelyek során bizonyos paraméterek változnak. Maga a folyamat természetesen nem folyik le így, de a paraméterek változását sok esetben nagy pontossággal lehet utánozni és akkor a kísérlet eredményes.

egyebkent ilyen szimulációs uton szoktak a pilótákat is kiképezni, különösen narcis repülőgépeknel, elsősorban lökhajtásosnál. A leendő űrhajósokat nem lehet beültetni kísérletképpen, kiképzés céljából egy űrhajóba, hanem az űrutazás során fellépő viszonyokat egy kamrában utánozzák és amit a leendő űrhajós csinál, pl. megnyom egy gombot, meghúz egy emeltyűt, vagy egy tárcsát elfordít, az mind a számológépbe megy be impulzus formáján és a számológép kiszámítja, hogy mi történt volna a valóságban, ha a leendő űrhajós ugyanígy reagált volna az eseményre.

Szeretnék azonban valamit hangsúlyozni. A papírra azt szokták mondani, hogy türelmes, mert mindent rá lehet írni. Hasonlóan mondhatni, hogy a matematika is türelmes, mert ha nem is mindenféle, de sokféle feladatot meg lehet matematikai alakban fogalmazni. Meg lehet adni kiinduló adatokat is tetszés szerint, a matematika nem fog kiabálni, hogy rosszak az adatok. A számológép pedig engedelmes: amire programozzák, azt a számolást elvégzi. Az aztán, hogy az eredmény jó lesz-e, attól függ, jó feladatra programozzák-e és jó kiinduló adatokból indulnak-e ki. Tehát vigyázzunk, nem úgy áll a helyzet, hogy ha egyszer matematikai módszereket, vagy elektronikus számológépeket alkalmazunk, az már eleve garancia arra, hogy jó eredményeket fogunk elérni, amik a gyakorlatban is beválnak. Pl. amikor a Dunai Vasműben kiszámították az optimális kohóelegyet úgy, hogy célfüggvény gyanánt a költséget választották, tehát minimális költségre, akkor más ár nem lévén ismert, a diktált elszámolási árat vették alapul a kokszköltségnél. Persze a kapott kohóelegy csak abból a szempontból optimális, hogy az elszámolási árakat figyelembe véve a könyvelés ki tudja mutatni, hogy annak a kohóelegynek alkalmazása kisebb önköltséget eredményez, mint másféle elegy. De hogy ez a népgazdaságnak is előnyös-e, az attól függ, hogy mennyire reális az elszámolási ár. Nekem az az érzésem, hogy a 900 Ft per tonna kokszar egy kicsit alacsonyra van méretezve. Az elszámolás céljára talán rendben van ez az ár, ha egyáltalán valaki tudja, hogy miért annyi és milyen célra annyi, amennyire megállapították, de lehet, hogy a népgazdaság nagyon ráfizetne, ha ezt az elszámolási árat véve alapul végeznék a lineáris programozást és az így kiszámított elegyet alkalmaznák, mert akkor 'magas kokszigényű elegy jönne ki, ami természetesen azzal is együtt járna, hogy a nagyolvasztó kapacitása sem lenne kellően kihasználva. Lehet úgyis végezni a lineáris programozást, hogy nem írjuk elő, hogy mennyi legyen az össznyersvastermelés, hanem éppen ez legyen a célfüggvény, tehát azt írjuk elő, hogy ez legyen maximum, akkor megkapjuk a maximális kapacitáskihasználást.

Ezzel azt akarom hangsúlyozni, hogy a korszerű matematikai módszerek alkalmazása mellett vannak még más problémák is, amiket elsősorban a felső vezetésnek, esetünkben a Vaskohászati Igazgatóságnak, vagy a Minisztériumnak kell eldöntenie, vagy esetleg csak KGST-szinten dőlnek el. Ezek már nem matematikai hanem igazi közgazdasági, esetleg közgazdaság-politikai problémák. E problémák helyes eldöntésétől függ, hogy az elektronikus számítógépeken végzett számítás tényleg a legelőnyösebb változatot adja-e népgazdasági szinten, vagy esetleg a szocialista tábor szintjén, KGST-szinten.

Itt van pl. a tulai érc problémája. Ez rossz minőségű érc az árához képest. Természetesen a lineáris programozás kiadja azt, hogy a legelőnyösebb, ha ebből sem mit sem rakunk az elegybe. De ha egyik kohászati üzem sem rak bele semmit, az azt jelenti, hogy nem veszünk át tulai ércet. Lehet, hogy bizonyos gazdaság politikai elgondolások azt diktálják, hogy igenis vegyünk át legalább annyit, vagy ennyit, akkor ez egy további feltétel, egyenlőtlenség az országos kohóelegy elosztás számára, hogy ti legalább ennyi meg ennyi tulai ércet át kell venni akkor is, ha az az önköltséget emeli. Persze az is lehet, hogy majd felszólalunk, hogy nem akarjuk átvenni és azt kérjük, hogy KGST szintén küszöböljék ki az itt fellépő ellentmondást. Hangsúlyozni szeretném, hogy mindezt meg lehet fogalmazni matematikailag, csak meg kell mondani, hogy még milyen feltételeket vegyünk figyelembe. Azt is gazdasági szempontok döntik el, hogy egyik, vagy másik célfüggvényt választjuk-e. Ha pl. az önköltséget választjuk célfüggvénynek, az azt jelenti, hogy az önköltséget akarjuk csökkenteni, nem baj, hogy ha esetleg pl. a nagyolvasztó kapacitása is vele csökken. Ha viszont a kapacitást választjuk célfüggvénynek, akkor fordítva, a kapacitást akarjuk emelni, nem baj, ha vele emelkedik az önköltség. De azt is meg lehet fogalmazni lineáris programozási feladatként, ha nem baj, ha vele emelkedik, csak egy bizonyos adott szinten túl ne emelkedjék. Ez egy újabb feltételi egyenlőtlenség és akkor ezen feltételt is figyelembe véve újra el lehet végezni a számítást. A kényes probléma mindig a célfüggvény választás.

A kapitalistának ebből a szempontból könnyű a dolga. A kapitalistának a célfüggvénye a saját tőkeérdekeltségének a profit-rátája. Azt szeretné maximálissá tenni, tudja, minden lineáris programozási feladatnál mi legyen a maximum. Más a nehézsége a kapitalistának. A számítás eredményeként kijön, hogy ahhoz, hogy ezt a maximumot elérje, bizonyos paramétereket hogyan kell választania. De ezek között vannak olyan paraméterek is, amelyekre nem tud befolyást gyakorolni, mert azok már másik tőkeérdekeltség hatáskörébe tartoznak. E paraméterek hatását vagy elhanyagolja, de akkor lényeges dolgot hanyagol el, ti a konkurenciát a kapitalista piacon, tehát akkor eleve, már emiatt hibás a számítása, vagy az jön ki a számítás során, hogy jó volna, ha ez meg ez a paraméter ilyen meg ilyen értéket venne fel, de kénytelen megállapítani, hogy ez, sajnos, nem tőle függ. Ez mutatja, hogy a matematikai módszerek alkalmazásának határt szabnak a társadalmi viszonyok, a társadalmi forma.

Szocialista viszonyok között ezzel szemben valamennyi paraméter a kezünkben van, mert tervgazdaságról lévén szó, az állam minden paramétert szabadon választhat, még inkább így van, ha KGST-szinten végezzük a számítást. Kivételt csak azok a paraméterek képeznek, amelyek értékét természeti adottság miatt nem emelhetjük bizonyos fok fölé (vagy nem süllyeszthetjük bizonyos érték alá), ez esetben a természet szabta korlátokat be vesszük a feltételek, az egyenlőtlenségek közé. Talán csak még a tőkés országokkal való külkereskedelem paraméterei az egyenletlenek, amelyek változtatása a kapitalista környezet miatt nem áll egészen a

nataskorunkben. viszont a szocialista viszonyok kozott akorui szokott vita eloallni, hogy mi legyen a celruggveny. Ha azonban komolyan vesszuk a konferencia jelszavat: „A munka termelékenységé végeredményben az új társadalmi rend győzelmé szempontjából a legfontosabb, a legfőbb dolog”, akkor azzal már le is szögeztük magunkat amellett, hogy a *termelékenység a célfüggvény*, ennek növelését kell, legalábbis addig, amíg gazdaságilag le nem győzzük a kapitalista társadalmi rendet, a legfontosabbnak tekintenünk. Persze a többi szóba jöhető célfüggvény sem mindegy, hogy hogyan változik, de akkor azoknak is a megfelelő határok közé szorítását a feltételi egyenlőtlenségek közé kell venni.

Azonban még ennek a célfüggvénynek, a termelékenység növelésének is van egy korlátja, az, hogy a szocializmusban a legfőbb érték az ember, tehát a munka termelékenységét is az ember érdekében akarjuk emelni, nem pedig az ember érdeke ellenére. Éppen ezen a téren történtek hibák a múltban, amelyeknek a felszámolása végérvényesen megtörtént a Központi Vezetőség legutóbbi határozata kapcsán, s ezt a jövőben is figyelembe kell venni, tehát a termelékenység emelésének azokat a módszereit kell kiválasztani, melyek az embert kímélik legjobban. Ezért említettem egyik hozzászólásomban a komplex automatizálást, mert a termelékenység emelésének az a leghatékonyabb és ugyanakkor az ember számára a legelőnyösebb módszere, mert hiszen a komplex automatizálás lehetővé teszi azt, hogy a nehéz munkafolyamatokat ember helyett gépek végezzék. Éppen a kohászatban - és még a bányászatban - vannak a legnehezebb munkafolyamatok. Ezért a kohászatban nagyon rá kell feküdni a komplex automatizálásra és egy 20 éves fejlesztési tervben ennek feltétlenül szerepelnie kell. Persze ez csak lépésenként megy, nem lehet egyszerre olyan vasművet csinálni, ahol minden munkát gépek végeznek, egy ember sem dolgozik benne, mindössze néhány karbantartó munkás tartja karban az egész komplex automatikát, s az egyik oldalon beömlenek az összes vasérc, a szén, a mész, a dolomit, a vaspótlék stb., a másik oldalon meg kijön a kész, hidegen hengerelt áru. Ezt nem lehet rögtön elérni, de a jövő ezt is meg fogja hozni és efelé törekednünk kell. A következő lépés, amit meg kell tenni, pl. az lehet, hogy a nagyolvasztó automatikát összekapcsoljuk komplex automatikával és így kell azután tovább mennünk. Ennek kell a legfontosabb feladatnak lennie, s itt az elektronikus számológépek is segíthetnek.

Ezeket a számológépeket néha elektronikus agyoknak is szokták nevezni. A hasonlat persze, mint mindig, itt is sántít. Az elektronikus számológép nem gondolkodik, de olyan dolgokat csinál, amiket az ember gondolkodás útján szokott csinálni, s ennél fogva a gondolkodó emberi agyat is bizonyos fél adataiban pótolni tudja, néha még jobban is, mert az ember ideges lesz, ha mondjuk beszakad egy martin-kemence, a gép azonban jól megoldja, mit kell ilyenkor tenni, feltéve, hogy kellően be van programozva az is, hogy mit csináljon ilyenkor. Ezt nyugodtan, még mielőtt beszakad, be lehet programozni, s akkor a gép átprogramozza az egész termelési feladatot a többi martin-kemencékre. Ehhez azonban az kell, hogy a vállalatoknak legyen elektronikus számológépük. Én a kohászati üzemeknek jövőjét csak úgy tudom elképzelni, hogy mindenütt helyben lesz elektronikus számológép. Azt, hogy csak egy helyen legyen egy közös számológép csak ideiglenes állapotnak lehet tekinteni. Ha nem is tekintjük az amerikai, ebből a szempontból a legfejlettebb kohászati üzemeket, vegyük figyelembe, hogy pl. a rendelkezésünkre álló adatok szerint, az angol kohászati nagyüzemek mindegyike rendelkezik saját, nagy kapacitású és gyorsműködésű elektronikus számoló géppel, továbbá, hogy pl. a csehszlovák és a lengyel jelentésekből is azt látjuk, hogy ott is az a cél, hogy mindegyiknek legyen.

Különösen azért lesz előbb-utóbb minden nagyüzemnek szüksége saját elektronikus számológépre, mert rövidesen eljön az az idő is, amikor majd bekapcsolják az automatikába magukat az elektronikus számológépeket. Ez aztán egészen megdöbbentő lehetőségeket tár majd fel. Erre csak egy példát mondok. Egyik munkatársam néhány hónapja járt Moszkvában, az Automatikai és Távmechanikai Intézetben, ahol akkor dolgoztak ki egy olyan vezérlőművet kohászati üzemek megleghengerműve számára, amely a *tanuló gépek elvén* alapul. Erről az elvről azt hitték eleinte, hogy csak játék, amikor arról volt szó, hogy elektronikus számológépeket megtanítottak sakkozni; dámázni stb. Ez akkor tényleg játék volt, a hét végén, amikor szabad volt a számológép kapacitása, játszottak vele ilyes mit a kezelői. Az elektronikus számológép megtanítására játékokat játszani különböző módszereket használtak. A dámajátékot azért vették elő mert a sakk nehéz volt a gépnek, de pl. azt meg lehetett tenni hogy amíg a gép memóriakapacitása ki nem merült, minden addig lejátszott dámajátszmat tárolt a gép, s ha új helyzet jött, akkor megnézte, hogy hasonló helyzet nem fordult-e már elő. (A hasonlóság megállapítása a dámánál könnyebb, mint a sakknál, mert ha csak azok a figurák állnak kissé másképp, amelyek távol állnak attól a figurától, amelyik lépett, akkor még hasonlónak tekinthető a helyzet, sakknál nem így áll, mert esetleg a távoli figurák másik állása, vagy akár egy tempó különbség is döntő lehet.) Ha talált egy hasonló helyzetet, akkor megnézte a számológép, hogy mit lépett abban a helyzetben és nyert-e vele, vagy veszített. Ha nyert, akkor meglepte még egyszer ugyanazt a lépést, ha veszített, akkor elkerülte azt. Minthogy ezzel még nem volt elég nagy a gép tanulékonyága, az ellenfél tapasztalataiból is tanult, tehát azt is megnézte, hogy az ellenfelének nem volt-e már hasonló helyzete és akkor az ellenfél lépését utánozta, amennyiben azzal nyert az ellenfél, így hetenként nagyjából öt játszmát játszva, fél év után már nehéz volt olyan ellenfelet találni, akitől még tanulhatott a gép. Ez, mondtam, tényleg csak játék, de ugyanezt az elvet egy I. I. Perelman nevezetű elvtárs felhasználta megleghengerművek olyan automatikájának a kidolgozására, amely mintegy tapasztalataiból tanulva keresi meg a legjobb hengerlési technológiát. Ilyen automatika alkalmazását a következőképpen képzelhetjük el. A gép memóriájába be van programozva a jelenlegi technológia, mint úgynevezett főprogram. A főprogram alapján termeli a megleghengermű a hengereltárúnak pl. a 95%-át, 5% kísérleti kapacitás van az automatika számára engedélyezve. Ezt a kísérleti kapacitást úgy használja ki, hogy a hengereltáru 5%-ának termelését úgy vezérli, hogy bizonyos változtatásokat hajt végre a főprogramon, úgynevezett véletlen számok segítségével, tehát egy-egy paramétert véletlenszerűen kissé megváltoztat. Pl. a kiinduló hőmérsékletet, amelyre a bugát a tolókemencében felfűtjük. változtatja meg vagy a nyomást. a hengerelési sebességet. Persze automatikusan

történik a MEO munka is. Minden, egyes akár a főprogram, akár a kísérleti program alapján előállított hengereltáru minőségét megvizsgálja bizonyos paraméterek meghatározásával, pl. úgy, hogy a vastagságban az eltéréseket méri le. Ha egyszer kísérleti úton, tehát a főprogram változtatásával jobb minőségű hengereltáru kap, mint a főprogram alapján akkor felemeli 10%-ra a kísérleti kapacitást, de leszűkíti a kísérletezés irányát, csak annak a technológiának a közelében keresi az optimális technológiát, amely útján a jobb minőségű hengereltáru kapta. a megtalálja az optimális technológiát, azaz maradandóan jobb hengereltáru kap az új módon, mint a főprogram segítségével, akkor kicseréli a főprogramot erre az új technológiára és akkor 95%-ot annak alapján termel, 5% keretében pedig tovább kísérletezik. Az a remény, hogy ezen az alapon egy év alatt. legalább annyi újítást tud a gép maga kikísérletezni magának, amit egy jó hengerész brigád 10 év alatt sem tudna, tehát egészen új technológiák fognak így előállni. Ha ma még nincs is üzemben ilyen automatika, a Szovjetunióban sem, ilyen perspektívát is jelentenek többek között az elektronikus számológépek.

Ilyen vezérlési funkciót is ellátó számológépnek feltétlenül magában a termelő üzemben kell elhelyezve lennie.

Persze az lenne az ideális állapot, hogy minden nagyüzemnek legyen elektronikus számológépe, de ennek egyelőre nagy: nehézségei vannak. Import útján nem tudunk. ennyi számológépet beszerezni, mert akkor le kellene kötni termelésünket hosszú időre. Ne felejtjük el hogy a NIM-nek a National Elliott 803-as gépe, ki egészítő berendezések nélkül, 260 ezer dollárjába került. Ennyi értékű árut világszármazási áron ki kellett érte szállítani és nyilván ugyanennyibe fog kerülni majd a Vaskohászati Igazgatóságnak is, hogy ha egy ilyen 'gépet akarunk behozni.

Előtte inkább a lengyel példa lebeg. Lengyelország nagyobb ország, mint a mienk, fejlettebb is az ipara de mégsem nagyon térnek el tőlünk. Nem szeretek amerikai, vagy szovjet példákra hivatkozni, amikor arról van szó, hogy mit csináljunk, de azt, amit a lengyelek meg tudnak csinálni, mi is meg tudnánk csinálni. Közismert, hogy a lengyeleknek a nyugattal nagyon jók a gazdasági kapcsolataik. Ennek ellenére kevesebb elektronikus számológépet hoztak be külföldről, mint mi. Inkább ösztöndíjasokat küldtek ki, akik megtanulták, hogyan kell csinálni és maguk csinálják. Van egy nagyon fejlett Matematikai Gépkutató Intézetük és fejlett elektronikus számológép iparuk. A varsói Matematikai Gépkutató Intézet akkora épületben van elhelyezve, mint nálunk a Technika Háza, kb. 150 villamosmérnök és kb. 80 matematikus dolgozik benne, kb. 1000-ig megy fel az egész személyzet, a műszerészeket és kisegítő személyzetet is beleértve. Wroclawban pedig van egy elektronikus számológép gyárunk, amely egyelőre kis számológépeket gyárt, de majd fel fog fejlődni a nagy gépek gyártására is és pl. már tervbe vették, hogy 5 éven belül minden nagyüzem számára terveznek egy, az üzem profiljának megfelelő elektronikus számológépet. Azt, hogy melyik üzem profiljának milyen számológép felel meg legjobban, az üzem sem tudja megmondani, mert igaz, hogy azért, hogy az elektronikus számológépek nagyon hajlékonyak, még a saját programjuk összeállítására is lehet őket programozni, ezek a gépek univerzálisak, de ez az univerzalitás nem azt jelenti, hogy mindegy, hogy hova milyen elektronikus számológépet teszünk, mert nem mindegyik minden célra egyformán alkalmas. Komoly felmérő munka kell az üzemben a helyszínen és kutatómunka, nagyon kell érteni az elektronikus számológépekhez ahhoz, hogy meg tudjuk mondani, hogy milyen üzem számára milyen elektronikus számológép a legcélszerűbb. A lengyelek már ezt is vállalták, van annyi szakemberük, hogy meg is tudják csinálni. Hogy hol fognak a komplex automatizálás terén 5 év múlva tartani hozzánk képest, hogy mi hogy le fogunk maradni hozzájuk képest, arra jobb nem is gondolni. Persze ezt a kérdést meg lehetne oldani KGST alapon, de még eddig nem vállalták sem a lengyelek, sem mások, hogy a KGST keretében elvégzik helyettünk az ehhez szükséges munkát. A KGST együttműködésben nagyon jó az, hogy nem kell minden országnak mindent megcsinálni, de azért nem volna jó, a ló túlsó oldalára esnünk sem. A KGST nem sült galamb, nem abban áll, hogy azt várjuk, hogy mindent megcsináljanak majd mások helyettünk, a baráti országok barátságából, hanem a KGST tőlünk is elvárja azt, hogy ahol megvan a kapacitásunk, ott mi is segítsünk

a többi baráti országnak. Márpedig szellemi kapacitásunk van, matematikusaink jók, villamos mérnökeink is jók, általában igen jó mérnök gárdánk van, híradástechnikai iparunk is jó. Pl. a románok szintén saját digitális elektronikus számológépeket terveznek, a CIFA gépnek már a negyedik változata készül Bukarestben, amellet Temesváron is működik a saját tervezésű MECIPT gép. Ezek a gépek magyar elektroncsövekkel dolgoznak, persze idővel majd a románok is tranzisztorra fogják számológépeiket. Az a véleményem, s nemcsak az enyém, hogy mi is tudnánk ezen a téren valami értékeset csinálni. Erre való tekintettel a Magyar Tudományos Akadémia Matematikai és Fizikai Tudományok Osztálya egy memorandumot is kidolgozott a kormányhoz a magyar számológép kutatás megindítása érdekében; először a kutatás megindításáról van szó, később aztán lehet, hogy együttműködve valamelyik baráti országgal az elektronikus számológép gyártást is kifejleszthetjük majd. Ha ennek eredménye meglesz, akkor már nem lesz többé importprobléma nagyüzemeink ellátása elektronikus számológépekkel. Akkor - és mint mondtam, szívből kívánom, mielőbb következze el ez - megvalósulhat az, hogy a Dunai Vasműnek is, a Lenin Kohászati Műveknek, az Ózdi Kohászati Üzemnek is és a többinek is legyen saját elektronikus számológépe, persze Csepelnek is, hiszen ott régóta foglalkoznak az elektronikus számológépek felhasználásával. Fontos szerep vár az Iparigazgatóságon is az elektronikus számológépre, mert ha elektronikus számológépen számítják majd ki a felső vezetést érdeklő adatokat az üzemekben, akkor a felső vezetés is tud már elég gyorsan elég sok adatot kapni, ha nem is operatív beavatkozás, hanem az elvi döntések meghozatala végett és azok feldolgozásához szüksége lesz elektronikus számológépre.

Előadásomban igyekeztem megértetni valamit abból, mik azok az elektronikus számológépek, mi mindenre lehet felhasználni azokat a kohászatban és hogy pl. mi az a lineáris programozás, hova tegye azt a mérnök, aki csak közönséges feltételes szélsőérték feladatokat tanult a Műszaki Egyetemen. Ez persze csak egy kis ízelítő, mert még arról a módszerről sem beszélhettem. hogy hogyan oldunk meg egy ilyen lineáris programozási feladatot. még

kevésbé a többi, bonyolultabb matematikai feladatok megoldásának módszeréről. De erre való a matematikusok. Az egyetemen igyekszünk a matematikusokat arra nevelni, hogy a gyakorlati élet felvetette feladatok megoldásában részt vegyenek. Azonban ne bízunk mindent a matematikusra. A matematikus, ha nem szívta magába a szállóport és a torokgázokat, még nem tud kohász módon gondolkodni. De ezen segít az együttműködés a kohással. Tanítsuk egymást, akkor nem kell félni a nehéz matematikai módszerektől, azt majd a matematikus megtalálja, csak tanítsuk meg kohásmódon gondolkodni és akkor helyesen fogja ezeket a módszereket alkalmazni. Hangsúlyozni szeretném, nem azon múlik a jó eredmény, hogy egyáltalán alkalmazunk-e matematikai módszereket a kohászatban - persze ez is nélkülözhetetlen ma már - hanem azon, hogy helyesen alkalmazzuk-e azokat, ehhez pedig jó kohászok, jó közgazdászok és jó iparpolitikusok is kellenek.