

**Bors Károly geodéziai műszertervező
(1906-1975)**

**Károly Bors, designer of surveying instruments
(1906-1975)**

**Károly Bors, proiectant de instrumente de topografie
(1906–1975)**

dr. ANTAL Ákos, PhD.

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék
1521 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
tel.: +36- 1- 4632412
antal.akos@mogi.bme.hu

Abstract

Károly Bors one of the most well-known Hungarian designer of surveying instruments was born in Kunsztmiklós in 1906. He received his civil engineering degree at Royal Joseph University in 1933. With the recommendation of his professor Károly Oltay he began working at Hungarian Optical Works as a designer of surveying instruments. The importance and the modernity of his instruments was demonstrated by the fact that he was awarded the Kossuth Prize for designing successful and well-known instruments abroad in 1958. The instrument family – the Te-D1 theodolite, the Ni-B1 optical level and the Ma-1 plane table –, designed alongside his leadership, received the Grand Prix award at the World Exposition 1958 in Brussels. He received a scientific degree from the Hungarian Academy of Sciences for his activities in the field of design and scientific work in 1959. He taught at the Institute for Advanced Engineering of Technical University of Budapest for several years, lecture notes written by him on measuring technology are still in use Today. One of his greatest professional achievements was the introduction of the production of glass circles in Hungary. He died in 1975 in Budapest. The article presents the life and technical works of Károly Bors mainly from the point of view of evolution Hungarian surveying instruments industry.

Rezumat

Károly Bors, unul dintre cei mai cunoscuți proiectanți maghiari de instrumente de topografie, s-a născut la Kunsztmiklós în 1906. A primit diploma de inginer civil la Universitatea Tehnică din Budapesta în 1933. Cu recomandarea profesorului său Károly Oltay, a început să lucreze la Magyar Optikai Művek (Compania Ungară de Optică) ca un proiectant de instrumente de topografie. Importanța și modernitatea instrumentelor sale a fost recunoscută și prin faptul că a primit Premiul Kossuth în 1958 pentru proiectarea și realizarea unor instrumente recunoscute și în străinătate. Familia instrumentelor proiectate sub conducerea lui – teodolitul Te-D1, dispozitivul de nivelare optic Ni-B1 și masa de măsurare Ma-1 – a primit Marele Premiu la Expoziția Mondială din 1958 de la Bruxelles. În 1959 a obținut diploma de candidat în științe tehnice de la Academia Maghiară. A predat la Institutul de Inginerie Avansată al Universității Tehnice din Budapesta, manualele scrise de el despre tehnologia de măsurare sunt folosite și astăzi. A murit la Budapesta în 1975. Articolul prezintă viața și lucrările tehnice ale lui Károly Bors în principal din punctul de vedere al evoluției industriei maghiare a instrumentelor de topografie.

Kivonat

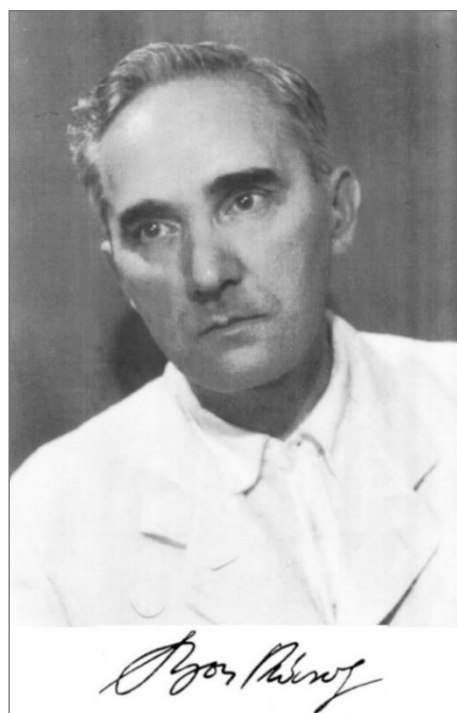
Bors Károly, a legismertebb magyar geodéziai műszertervező 1906-ban született Kunszentmiklóson. A Királyi József Műegyetem szerzett kultúrmérnöki oklevelet 1933-ban. Professzora, Oltay Károly ajánlására került a Magyar Optikai Művekhez, ahol geodéziai műszerek tervezésével kezdett foglalkozni. Műszerei jelentőségét és korszerűségét bizonyítja, hogy 1958-ban több, a világpiacon is versenyképes korszerű műszer kidolgozásáért Kossuth-díjat kapott. Az 1958-as brüsszeli világkiállításon az irányítása mellett született és kiállított műszercsalád – a Te-D1 teodolit, az Ni-B1 szintező és az Ma-1 mérőasztal felszerelés – nagydíjat (Grand Prix) kapott. A Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Minősítő Bizottsága 1959-ben addigi tudományos munkássága alapján a műszaki tudományok kandidátusává nyilvánította. Több éven keresztül tanított a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöktovábbképző Intézetében, az általa írt mérés technológiai egyetemi jegyzetei azóta is használatban vannak. Az egyik legjelentősebb szakmai eredménye az üvegek gyártásának magyarországi bevezetése volt. 1975-ben halt meg Budapesten. Az alábbi tanulmány Bors Károly életét és műszaki alkotásait elsősorban a magyarországi geodéziai műszergyártás fejlődésének szemszögéből kívánja bemutatni.

Kulcsszavak: finommechanikai-optikai ipar, Magyar Optikai Művek, geodéziai műszerek, teodolit, szintező

1. Előzmények – a vállalat és hagyomány

A magyar finommechanikai-optikai ipar legjelentősebb vállalata, a Magyar Optikai Művek története napjainkra már lezárt fejezet. Korábban a kolozsvári egyetem mechanikusaként tevékenykedő Süss Nándor által 1883-ban Budapesten létesített mechanikai tanműhelyből kinőtt és nemzetközi szinten is jegyzett gyár 1998-ban jogutód nélkül szűnt meg. Bár sokan nevét még ma is fényképezőgépeiről, laboratóriumi berendezéseiről, illetve katonai műszereiről ismerik, azonban fő profilja – a szakemberképzés mellett – mindvégig a geodéziai műszergyártás volt. Az utóbbi időben varázsszóként emlegetett innovációt – a külső gazdasági és politikai körülményektől függetlenül – tulajdonosai, vállalati vezetői és nem utolsósorban fejlesztőmérnökei természetes módon alkalmazták, rövid- és középtávú döntéseikben eszközként, célként és lehetőségként jelent meg. A gyár megszűnése óta az innováció fogalma és folyamata jelentős átalakuláson ment keresztül, a geodéziai műszerek szerkezeti megoldásai és gyártástechnológiájuk is megváltozott, így a Magyar Optikai Műveknél folyó műszerfejlesztés és gyártás mára a magyarországi ipartörténet egyik érdekes fejezete lett. Legjelentősebb – a céget a világ meghatározó geodéziai műszergyártói közé emelő – fejlesztéseik a múlt század ötvenes éveit követő, egészen a nyolcvanas évek közepéig tartó időszakra tehetők. A korszak egyik legkiemelkedőbb geodéziai műszertervezője Bors Károly volt, eredeti ötletei, műszaki és technológiai megoldásai jelentős mértékben járultak hozzá a vállalat sikereihez, de egyben a magyar geodéziai műszergyártás nemzetközi sikereihez is. Életműve elválaszthatatlan a Magyar Optikai Művektől, egyetemi tanulmányai befejezésétől egészen nyugdíjazásáig állt a vállalat alkalmazásában, szakmai sikereit itt érte el. A cég szervezeti kultúrája, hagyományai döntő hatással voltak tervezői stílusára, gondolkodására, munkamódszerére.

A magyar ipar szempontjából meghatározó jelentőségű Magyar Optikai Művek létrejöttének előzménye, hogy 1876-ban a Kolozsvári Magyar Királyi Ferenc József Tudományegyetem dékánja az akkori vallás és közoktatási miniszter közbenjárásával Süss Nándor marburgi egyetemi mechanikust szintén egyetemi mechanikusnak hívta meg Kolozsvárra.[86] [2] [6]



1. ábra
Bors Károly (1906-1975)

Szakmai sikereinek és elismertségének köszönhetően 1884-ben Eötvös Loránd közreműködésével, állami támogatással mechanikai tanműhelyt rendezett be a fővárosban.[63] [65] [14]

A cél önálló mechanikusok képzése volt, akik a gyártmány megrajzolásától kezdve a megmunkálás, valamint a szerelésen és szabályozáson keresztül egészen a kikészítésig a teljes folyamathoz értek. Ez a teljes önállóságra való nevelés jelentette az alapját annak az alkotókészségnek, amely egyedi gyártásban, a gyártmányok sokféleségének készítését tette lehetővé a Budapesti Állami Mechanikai Tanműhelyben, majd a későbbi budapesti Államilag Segélyezett Mechanikai Tanműhelyben, illetve a Süss Nándor-féle Präcisio-Mechanikai Intézetben.[64] [62] [52]

Itt készült többek között Eötvös később elhíresült torziós ingája.[64] 1897-ben a brüsszeli nemzetközi vásáron, 1900-ban pedig a párizsi világiállításon nyertek díjat az itt készült eszközök, termékeiket a Calderoni és Társa cég értékesítette.[61] Az oktatás magas színvonalát bizonyítja az is, hogy az intézet meghívott tanárai között a hazai tudományos élet számos kiválósága volt megtalálható.

Süss Nándor és vállalata viszonylag kis létszám mellett sokféle gyártmányt tudott kiváló minőségben előállítani. Ezt elsősorban az intézetben meghonosított sajátos munkamódszernek köszönhette. Az eljárás az volt, hogy a gyárral kapcsolatban álló tudósok egyike, vagy maga Süss, vázlatot adott át a készítenő műszerről, elképzeléséről szóbeli magyarázatot adott a műhely egyik ügyes mechanikusának, aki saját részletrajzai alapján készítette el az első példányt. Ha ez a kísérleti példány bevált, az iskola méretezetlen összeállítási rajzot készített, amely a további gyártás alapjául szolgált, mely során a méretezetlen összeállítási rajzról körzővel vagy tapintóval mérték le az alkatrészek méreteit.

1900-ban az állam órásipari szakiskola felállítását határozta el és abba a Süss által vezetett tanműhelyt beolvasztani szándékozott. Süss Nándor azonban következetesen a geodéziai műszergyártás területén akart maradni és továbbfejlődni, ezért egyesülés helyett a teljes önállósulást választotta, a tanműhelyt Süss Nándor-féle Präcisio Mechanikai Intézet néven gazdasági társasággá alakította át.[54]

1921. április 1-jén Süss Nándor villamos szerencsétlenség áldozata lett. A vállalat új tulajdonosai Bukarestben és Belgrádban fiók műhelyt nyitottak. 1922-ben a C. P. Goerz bécsi céggel szerződést kötöttek és ezzel az optikai üvegcsiszolást a gyáron belül biztosították. Ekkor a vállalat nevét is megváltoztatták Süss Nándor-féle Precíziós Mechanikai és Optikai Intézet R. T.-re.

A már régóta gyártott Eötvös-féle torziós ingát 1922-ben átszerkesztették és az előállítás folyamatát átszervezték, így jelentős mennyiségben tudták szállítani a világ több országába. További előrelépést jelentettek dr. Rybár István egyetemi tanárnak az inga szálának érzékenyebbé tételére vonatkozó kísérletei, akinek sikerült a megfelelő ötvözetet megtalálni és ezzel az inga méreteit jelentősen csökkenteni. További fejlesztések eredményeként az inga automatikus regisztrálású kivitelben is készült. A vállalat, hagyományaihoz ragaszkodva folyamatosan támogatta a tudományt. Eötvös Loránd munkatársai közül dr. Pekár Dezső és Oltay Károly tagja volt az igazgatóságnak, dr. Rybár István és dr. Fasching Antal tudományos tanácsadóként működtek. Utóbbi később a gyárat annak zágrábi irodájában képviselte.[4]

1939-től kezdték használni a Magyar Optikai Művek nevet, mely révén lett világviszonylatban is ismert optikai-finommechanikai nagyvállalat. A második világháború előtt a termékválaszték fokozatosan a hadiipari gyártmányok irányába tolódott, így a háború után, elsősorban a tulajdonviszonyok és a termékkála miatt, háborús jóvátételként a vállalat szovjet tulajdonba került, ami egészen 1952-ig tartott. Konsztantin Szmirnov igazgatósága alatt a gyár folyamatosan fejlődött. A vezetést 1957-től Posch Gyula vette át, megindultak a minőségi finommechanikai és optikai gyártmányok gyártását szolgáló beruházások.[70] Fokozottan lett a vállalat vezetése érdekelt az értékesítésben, csak eladható és bizonyíthatóan nyereséget eredményező termékek előállítására összpontosítottak, a gazdálkodás került előtérbe, ennek lett alárendelve a műszaki-fejlesztési, a termelési és kereskedelmi tevékenység.

Az 1946-ban elkezdett ébresztőóra és szemüveglencse gyártás fontos tényezővé vált a geodéziai és hadiipari megrendelések mellett, a sorozatgyártás korszerű módszerei itt nyertek először alkalmazást. Megindult a kor követelményeit kielégíteni képes korszerű geodéziai műszerek gyártása, megjelent a piacon az üveggörrel felszerelt műszerek közül a távcsöves vonalzó. A kitartó technológiai fejlesztések eredményeként innentől a műszerek üveggörreinek lévő kőrosztások fotografikus úton készültek a külföldi elvárásoknak is megfelelő minőségben.

A fényképezőgépek és a hozzájuk tartozó optikai rendszerek fejlesztése és gyártása terén a vállalat érdemei elvéülhetetlenek.[30] [31] 1960-tól tovább bővült a gyártmánycsoportok köre, elkezdődött a laborműszerek gyártása. A fejlesztés és az innováció mindig is a vállalat egyik erőssége volt. Jelentős eredményt értek el a száloptika gyártásának magyarországi meghonosításában, ezért kutatóik, dr. Lisziewicz Antal, Hegyessy Géza és Besskó Dezső, 1975-ben Állami Díjban részesültek.[58]



2. ábra

A Magyar Optikai Művek látképe 1965-ben

1960-ban kezdődött el a pörgettyűs teodolit, a giroteodolit fejlesztése, mely műszer olyan esetekben is lehetővé teszi az iránymeghatározást, amikor az, más módszerekkel nem lehetséges.[62] A geodéziai műszerek fejlesztése terén végzett kiváló munkájáért Bors Károly mellett több munkatársuk, dr. Bezegh László, Schinagl Ferenc, Pusztai Ferenc műszertervező is Kossuth-díjat kapott.[75] 1960-tól kerültek a vállalathoz a Gamma Finommechanikai és Optikai Művek N.V. és az Optikai és Finommechanikai Központi Kutató Laboratórium optikával foglalkozó szakemberei, ettől kezdve gyakorlatilag ide koncentrált a teljes magyarországi optikai műszerfejlesztés és gyártás.

A vállalat kapcsolata a felsőoktatással országos viszonylatban is mindig példaértékű volt. Szakemberei fejlesztési feladatokkal és szakmai előadásokkal segítették a mérnökképzést. A vállalatnál készített diplomatervezési feladatokon keresztül tudtak a hallgatók betekintést nyerni az ipari keretek között folyó tervezési, gyártási és technológiai folyamatokba.[71] A kilencvenes évek változásai a vállalat sorsát megpecsételték, 1996-ban a gyártelepet kiürítették. 1998-ban jogutód nélküli végelszámolással megszüntették és elkezdték a gyártelep bontását. Emlékét a Magyar Optikai Művek Emlékalapítvány őrzi és ápolja, nevét néhány megmaradt utódintézmény és -vállalat viszi tovább.[56] [60]

1.1. Bors Károly élete

Bors Károly 1906. február 24-én született Kunszentmiklóson. Elemi iskolai tanulmányait 1912-től 1916-ig szülőhelyén, gimnáziumi tanulmányait pedig Budapesten az Eötvös Gimnáziumban végezte. 1925-ben iratkozott a Műegyetem mérnöki karára és 1933-ban szerzett kultúrmérnöki oklevelet. Oltay Károly ajánlásával került a Süss Nándor Mechanikai és Optikai Rt.-hez, munkaviszonyát 1933. december 14-én kezdte tisztviselőként. 1934-ben már a mérőtermet vezette, ahol a geodéziai műszerek igazításával foglalkozott. 1935-től a vállalat szerszámgépei elektromos hajtásra történő átalakítását végezte, 1936-ban az előkalkuláció munkatársa volt, majd 1937-től 1944-ig a műszerszerkesztési irodán tevékenykedett. Itt kezdetben az irányzó készülékek mechanikai számításával és szerkesztésével foglalkozott. 1945 után, a konstrukciós irodán korszerű, exportra alkalmas geodéziai műszerek fejlesztésébe kezdett.[76] 1948-ban fejezte be egy a világpiacra is versenyképes, a 35 U típusjelű, korszerű mérnöki szintezőműszer tervezését.[85] [5] [78]

A tervezési részleg vezetőjévé 1950-ben nevezték ki. 1952-ben készült el a másodpercteodolit első változatának terveivel, 1953 és 1954 között a mérőasztal felszerelés redukálótachiméterre tervezésével foglalkozott. Ekkor készült az Elektroimpex részére a Magyar Optikai Művek egyik korábbi műszertípusa korszerűsített változatára vonatkozó ajánlata. A javasolt szerkezet továbbfejlesztésén dolgozva jutott el az üvegkörös redukálótachiméteréhez, mely Magyarországon az ilyen típusú műszerek gyártásá-

nak új fejezetét nyitotta meg. 1966-os nyugállományba vonulásáig dolgozott a Magyar Optikai Műveknél, egész életműve elsősorban a geodéziai műszerek fejlesztéséhez kapcsolódott. Munkáját segítő többször vett részt külföldi tanulmányúton, illetve szolgálati kiküldetésben. 1954 szeptemberében a jénei Zeiss Műveknél tanulmányozta a geodéziai műszertervezés és gyártás legújabb módszereit, illetve részt vett az Optikai Távolságmérés elnevezésű őszi kurzuson. 1955. október 31. és 1956. január 17. között Brazíliában volt kiküldetésben a hazai geodéziai és finommechanikai ipar exportlehetőségei felmérésének céljával. 1957 októberében a 3. Nemzetközi Távolságmérési Kurzuson, 1958 márciusában a Lipcsei Nemzetközi Vásáron képviselte Magyarországot. 1960. július 28. és augusztus 14. között a Magyar Kereskedelmi Kamara küldöttként vett részt a Moszkvai Nagyipari Kiállításon.[15]



3. ábra

A Műegyetem központi épülete a múlt század első felében

Több éven keresztül volt oktatója a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöki Továbbképző Intézetének. 1956-ban került piacra az általa tervezett MF-típusú (később Ma-1 jelűre változtatott) távcsöves vonalzó és mérőasztal-felszerelés, melyből a vállalat több ezer darabot exportált Ázsiába, Afrikába és Dél-Amerikába.[79] 1958-ban a Kossuth-díj III. fokozatát kapta a Magyar Optikai Művek munkatársaként a geodéziai műszerek szerkesztéséért; több, a világpiacon is versenyképes korszerű műszer kidolgozásáért.[77] [28]

Vezetőtervezőként maga mellett tudhatta a Magyar Optikai Művek, és egyáltalán a hazai optikai- és geodéziaiműszer-tervezés legkiválóbbjait, többek között Bezzegh Lászlót, Pusztai Ferencet, Schinagl Ferencet és Tóth Pált. Ennek eredményeként az 1958-as brüsszeli világkiállításon a Magyar Optikai Művek által kiállított geodéziaiműszer-együttes, a Te-D1 teodolit, az Ni-B1 szintező és az Ma-1 mérőasztal, nagydíjat (Grand Prix) kapott.

A szakma számára legismertebb alkotása a már említett MF típusú távcsöves vonalzó és mérőasztal felszerelés, valamint a Te-B1 másodpercteodolit. 1966-ban vonult nyugállományba, 1975. december 3-án halt meg Budapesten. A Farkasréti Temetőben december 17-én helyezték örök nyugalomra.[84] [83] [59] Bors Károly eredményei tudományos szempontból is elismerést váltottak ki, ezért az MTA Tudományos Minősítő Bizottsága 1959. január 29-i ülésén addigi tudományos munkássága alapján a műszaki tudományok kandidátusává nyilvánította.[87] [76]

2. Jelentősebb alkotásai

2.1. Az üvegekör

A szög mérésre alkalmas geodéziai műszereken a szögértékek leolvasása osztott körökön történik, a kör anyaga és minősége, az azon található osztások előállításának, illetve az osztások leolvasásának módja alapvetően határozza meg a műszer alkalmazhatóságának kereteit.

A szögmérő műszerek egyik legfontosabb része a szögbeosztást tartalmazó kör, mely a korai műszereken fémből készült. A kör elkészítése annak anyagától függetlenül nagy körültekintést és pontosságot igényel, ugyanis ez alapvetően határozza meg a műszer pontosságát. A fémkör készítésének folyamata három részből áll, a körosztás hordozójának előkészítése, a kör osztása, illetve az elkészült osztás vizsgálata.[63] [3] A körosztások alkalmazásán alapuló szögmérés pontosságának fokozása mellett a kör átmérője csak üveg alkalmazásával csökkenthető. Előnye továbbá, hogy átvilágítható, visszavert fénynyaládba is iktatható. Ebben az esetben alsó felületét tükrözővé teszik. A fémek felületét korántsem lehet olyan finomra csiszolni, mint az üveget és körhöz nem is használható bármilyen fém. Az üvegekör a hőmérséklet változására sem annyira érzékeny, mint a fémkör. A finoman csiszolt ezüst- és fémkör beosztott felületének az üvegekörrel való összehasonlításánál az utóbbi előnye azonnal szembetűnik.

Az üvegekör nem korrodálódik, csiszolt és polírozott felületébe szabatos vékony vonások karcolhatók, az alsó megvilágítás alkalmazása esetén az osztásvonások feketébben és élesebben láthatók, mint a fémkör osztásvonásai visszavert fényben. További előny, hogy az üveg átlátszó, így kiválóan alkalmas különböző átvetítős, koincidiációs, nagy pontosságot adó leolvasó berendezések alkalmazására is.[69] Ezek a rendkívül kedvező tulajdonságok teszik lehetővé az üvegekör átmérőjének és ezzel együtt az egész műszer méretének csökkentését. Míg a fémkörök osztása körosztógépen az osztásvonások bekarcolásával történik, az üvegekör készítése több módon is lehetséges; történhet karcolással, illetve fotográfiai úton maratással.

Fontos mérföldkő volt, amikor a geodéziai mérésekkel és az azokhoz használt műszerekkel szemben támasztott egyre magasabb minőségi követelmények a tervezőket az újabb és újabb innovatív megoldások alkalmazására sarkallták.[80] [81] [27] [32]

A huszadik század elején Heinrich Wild közel anallatikus, belső-élességállítású távcsőre tett javaslatot, amelyben az összeadó állandó elhanyagolhatóvá vált.[73] [72] [26] [29] [82] [33]

Teodolittal történő szögmérés esetén a körökön történő szögolvasás során el kell végezni a beosztás-leolvasását, azaz az indexet közvetlenül megelőző osztásvonás, a főérték leolvasását, illetve szintén le kell olvasni az index távolságát az őt közvetlenül megelőző osztásvonástól, ezt nevezik csonka leolvasásnak. A teljes leolvasást a főérték és a csonka leolvasás összege adja. Könnyen belátható, hogy a leolvasás pontosságát döntően határozza meg a csonka leolvasás pontossága, ami történhet nóniusszal, becslő mikroszkóppal, beosztásos mikroszkóppal, optikai mikrométerrel vagy koincidiációs leolvasó berendezéssel. Az optikai mikrométer működésének alapja a plánpárhuzamos üveglemez képeltoló hatása, koincidiációs leolvasó berendezés alkalmazása esetén a kör két, diametrálisan szemben fekvő részét vetítik be a látómezőbe. Ez utóbbi speciális optikai leolvasásokat elsősorban üvegekörökön alkalmazzák.

Üvegekört először a prágai Josef és Jan Frič alkalmazott egy bányászati célokra épített teodolit limbuszaként.[36] [37] A műszert Duplex néven forgalmazták. Az 1884-ben 1885-ben kis sorozatban készített Duplex fantázianevű bányateodolit tehát az a műszer, amelybe a világon először szereltek osztással ellátott üvegekört. A használt üveg anyaga koronaüveg volt. Javaslatuk, mármint az üvegekör alkalmazása, nagy jelentőségű volt, és talán új korszakot is nyithatott volna a geodéziai műszergyártásban, azonban nem igazán kapott megfelelő elismerést, a kezdeményezést más gyárak nem követték.[45] Az igazi nagy áttörés csak 1921-ben következett be a Heinrich Wild tervezte és a Zeiss Művek által gyártott Th1 típusú teodolittal.[46]

A Frič testvérek saját tapasztalataik alapján számos feltételt fogalmaztak meg egy korszerű műszer tekintetében, ezek közül még ma is több érvényes; összecukható állvány, rögzített és rugalmas rögzítés, megvilágított látómező, a körök és egyéb optikai részek burkolása.[47] [48] [49] [88]

1925-ben megjelentek a piacon a Heinrich Wild heerbrugg-i gyárában előállított új típusú teodolitok, amelyekben a körosztást fotográfiai úton állították elő, a jeleket pedig maratással véglegesítették. Innen már a fejlődés megállíthatatlanná vált, a geodéziai műszergyártók egymás után vették át e megoldást.

Wild 1920-ban Németországban szabadalmaztatott ötlete tette lehetővé, hogy a gyártók a teodolitok régi konzervatív megoldását elvetve, gyökeresen új szerkezeti megoldással jelenjenek meg a piacon.[16] A külföldi fejlesztések nem maradtak hatás nélkül a magyar műszeriparra sem.[80] Az üvegekörökkel

ellátott teodolitok megjelenése után alig egy évtizeddel elkezdődött Süss Nándor Finommechanikai és Optikai Részvénytársaságánál az Nr. 10. jelű műszer gyártása. A Süss Nándor Finommechanikai és Optikai Részvénytársaságánál gyártott 10. V. jelű úgynevezett egységes teodolit is a korszerű mérnöki gyakorlat igényeinek figyelembevételével készült üvegekörös műszer volt, melybe az üvegeköröket még a jénai Zeiss Művek állította elő és szállította. Az első olyan magyar műszer, amelynek üvegeköre Magyarországon készült fotografikus eljárással a Magyar Optikai Művek által gyártott MF mérőasztal távcsöves vonalzója volt, melynek tervezése és a benne alkalmazott üvegekör gyártástechnológiájának meghonosítása Bors Károly irányítása mellett folyt.[17]

A vállalatnál az üvegekörök előállítására kidolgozott és alkalmazott technológia folyamata három fő lépésből állt. Először az apakört készítették el, mely során az előkészített körre felvitt viasszerű rétegre karcolták be az osztásokat, illetve egy egyszerűbb berendezéssel az osztásokhoz tartozó jeleket. Az így elkészített jeleket a karcolás helyén szabadabbá váló üvegfelületbe vegyi úton maraták, majd a réteget eltávolították és a bemélyített jeleket befestették. Az így elkészült apakört a fedőréteggel és az a felett elhelyezkedő fényérzékeny réteggel bevont anyagkörre fektetve kontaktmásolással ráfotózták. Az előhívás és maratás után kész volt a negatív anyagkör. Egy anyagkörrel hozzávetőlegesen tíz apakör készült, melyek segítségével ugyanilyen eljárással készítettek szintén tíz-tíz pozitív készkört, mely már szerelhető volt a műszerbe.

2.2. Mérőasztal felszerelés

A Magyar Optikai Műveknél a második világháború okozta műszerhiány pótlására először a már régebben is készített műszereket kezdték ismét gyártani. Ezzel párhuzamosan indult meg a korszerű, később nemzetközi viszonylatban is meghatározó műszaki színvonalat képviselő geodéziai műszerek kutatása, fejlesztése és gyártása. Nagy segítséget nyújtott ebben az 1949-ben alapított Optikai és Finommechanikai Központi Kutató Laboratórium. A Magyar Tudományos Akadémia Geodéziai Kutató Laboratóriuma 1957-ben kapcsolódott be a Magyar Optikai Műveknél folyó geodéziai műszerek kutatásába, feladatának tekintette a geodéziai műszerek nemzetközi fejlődésének irányai figyelemmel kísérését.[78] A magyar geodéziai műszergyártás történetében fontos mérföldkő volt az 1955-ös esztendő. Ekkor indult meg a Magyar Optikai Műveknél az MF mérőasztal-felszerelés nullsorozatának gyártása. Ennek távcsöves vonalzója olyan világszínvonalon álló optikai-finommechanikai konstrukció volt, amely az előző évek műszereihez képest ugrásszerű fejlődést jelentett. A gyors fejlődés eredményeként továbbfejlesztett változatai jelentek meg, az Ma-1, az Ma-2 és az Ma-4.

Az MF távcsöves vonalzó volt az első magyar geodéziai műszer, amelynél hazai gyártású osztott üvegekört alkalmaztak. A műszer magassági köre ugyanis tangensosztásokkal ellátott üvegekör volt, amely a magyar geodéziai műszergyártás történetében ugyancsak először a távcső sugármenetébe is be volt iktatva, lehetővé téve azt a korszerű megoldást, melynél a távcső teljes látómezejében szabadon voltak láthatók az optikai távolság- és magasságmérés céljára szolgáló tangensvonások. Ez jelentős mértékben járult hozzá ahhoz, hogy a háború után rohamos fejlődésnek indult fotogrammetriai módszerekkel való térképezés földi kiegészítő méréseihez is világszínvonalon álló távcsöves vonalzókat alkalmazzanak. A távcsöves vonalzó e reneszánszát a tangensvonásokkal való mérési elv megújulása is elősegítette. A távcső látómezejében szabadon látható tangensvonások távmérőszálakként való használhatósága kis magassági körátmérővel ugyanis szintén a Magyar Optikai Művek elődjével korábban szorosan együttműködő Szepessy József nevéhez fűződő megoldás olyan elméleti általánosítását tette szükségessé, amelynek matematikai nehézségei a gyakorlatban a mérnök számára rejtve maradnak, de a tény mindenképpen a hazai műszergyártás innovációs eredményének tekinthető. Ezzel összefüggésben mindenképpen említést érdemel, hogy az MF távcsöves vonalzó tervezését a Kossuth-díjas Bors Károly irányította, aki e munkájával jelentősen járult hozzá a Magyar Optikai Művek és ezzel együtt a magyar geodéziai műszergyártás világszínvonalra való emeléséhez.

A Magyar Optikai Művek brüsszeli világkiállításon nagydíjat nyert műszercsaládjának tagja volt az Ma-1 mérőasztal felszerelés, mely elődje az MF típusú mérőasztal felszerelés volt. Ezen megtalálhatók voltak a korszerű berendezés elemei, és ami a legfontosabb, a távcsöves vonalzó fel volt szerelve redukálótahiméteres berendezéssel is, tehát ez a típus nemcsak a vízszintes, hanem a magassági részletmérés elvégzésére is alkalmas volt.[18]



4. ábra

A Bors Károly által tervezett legismertebb műszerek a Magyar Optikai Művek Emlékalapítvány gyűjteményében; elől a 35U és az Ni-B1 szintezők, mögöttük az Ma-1 jelű mérőasztal felszerelés távcsöves vonalzója, jobbra fent pedig a Te-B1 másodpercteodolit

A távcsöves vonalzó fel van szerelve a Bors-féle redukálótahiméterrel, ami lényegében a Magyarországon és Angliában korábban gyártott Szepessy-féle tahiméter korszerűsített, javított változata volt. Ez a megoldás emlékeztet a diagramtahiméterekre, csak itt a látómezőbe vetített folytonos diagramvonalak helyett az üvegcörre felvitt tangensosztás vonalai képviselik a távmérő szálakat. Ennek a megoldásnak a diagramtahiméterrel szembeni előnye, köszönhetően a távcső optikai berendezésének, hogy a tangensbeosztású üvegcör kis méretei ellenére a távolságmérés pontossága sokkal nagyobb.[19] A tangens-távmérőknek magyar vonatkozásai is vannak. Új fejezetet jelentett a tangens-tahiméterek történetében a körre készített, úgynevezett tangensbeosztás, amely az említett mechanikai és optikai hátrányokat egyszerre szüntette meg. A tangensbeosztás úgy származtatható, hogy egy kör érintőjén egyenletes beosztást készítenek, amelyet centrálisan a körre vetítenek. Minden teodolit mint redukálótahiméter is használható, ha a magassági körét tangensbeosztással látják el és gondoskodnak annak a leolvashatóságáról. Ilyen volt az 1932-ben a budapesti Süss Nándor Præciziós Optikai és Mechanikai Intézet által is gyártott Nr. 10. normálteodolit jelű műszer, a második a Zeiss-Bosshardt szabatos kettősképes redukálótahimétere, mely továbbfejlesztése a Redta 002, a harmadik pedig a Kern DK-RT jelű kettősképes szabatos redukálótahimétere volt. A diagramtahiméterekhez hasonló optikai megoldású tangens-tahiméter gondolata Szepessy Józseftől származik 1923-ból, amelyet a Süss Nándor vállalata, mint a 15S típusú Szepessy-féle tahiméterteodolitot hozott forgalomba. A műszer használhatóságát bizonyítja az is, hogy a Wats et. Son cég Londonban hosszú ideig szintén gyártotta.

2.3. A nagydíjas műszerek

Az ötvenes évek második felére értek be Bors Károly és a Magyar Optikai Művek konstruktőr gárdájának egy modern, nemzetközi mércével is korszerűnek tekinthető műszercsalád kifejlesztésére és

gyártásba állítására tett erőfeszítései. Ebben elévülhetetlen érdemeket szerzett többek között Bezzegh László – aki elképzeléseit a Te-D1 teodolit szerkezeti kialakításában tudta érvényesíteni –, valamint Tóth Pál, Schinagl Ferenc, Pusztai Ferenc, illetve Gyimóthy István. Ezt igazolja, hogy ugyanerre az időszakra esik a vállalat, és egyáltalán a magyar műszeripar szempontjából is jelentős siker, a brüsszeli világkiállításon 1958-ban nyert nagydíj, melyhez Bors Károly jelentős mértékben járult hozzá. A kiállított műszercsalád az Ma-1 mérőasztal felszerelés mellett tartalmazta a Magyar Optikai Művek szakemberei által fejlesztett, illetve tervezett Te-D1 teodolitot és az Ni-B1 szintezőt. A már üvegkörös Ni-B1 típusjelű szintező közvetlen előzménye a Bors Károly által tervezett, még fémkörös 35 U típusjelű szintező volt.[4] [78] [89]

Az Ni-B1 szintezőműszer, mely korszerű távcsöve, vízszintes üvegköre, valamint tetszetős külseje mellett az első olyan magyarországi gyártású geodéziai műszer, amelyben frikciós tengelykötés és úgynevezett rugós-csukló megoldású vízszintes tengely került alkalmazásra.[78] [1] Közepes észlelési körülmények mellett a szintezőműszernél az oda-vissza szintezés kilométeres középhibája $\pm 2,5$ mm volt.

2.4. A másodpercteodolit

Bors Károly írja a teodolitok szerkesztésének kérdéseit taglaló tanulmányában, hogy a Magyar Optikai Művek fejlődésének egyik nagy jelentőségű állomásához akkor érkezett, amikor a geodéziai műszercsalád egyik legkiemelkedőbb tagja, a Te-B1 típusú egymásodperces teodolit sorozatgyártását elindította.[16]

Ahogy ezt 1960-ban írja, hosszú időnek és két háborúnak kellett elmúlnia, amíg a Süss Nándor által lefektetett alapok újra előtérbe kerülhettek és a gyár fejlesztési programjában újra teljes súllyal szerepelhetett a geodéziai műszergyártás. Visszapillantva a múltba megállapítható, hogy a klasszikus geodézia korszakában a műszerek szerkezeti felépítése hosszú időn keresztül alig változott. A régi típusú geodéziai műszereknél a nagyobb pontosságot nagyobb méretekkel érték el, ami természetesen együtt járt a nagyobb súllyal. A régi teodolitokat nagyméretű, ezüstön osztott körök, különböző helyen levő leolvasóberendezések, hosszú távcső, kúpos tengely, sok igazítócsavar, összetett, tagolt alak jellemezte.

Az ipari fejlődés itt is érezte hatását; Heinrich Wild eredményeinek köszönhetően a teodolitok szerkezeti felépítése jelentős változáson esett át. A szerszámgépek tökéletesedésével fokozódott a munkálás minősége és csökkent az előállítás költsége. Tökéletesedtek a mérőműszerek, növekedtek a tapasztalatok a finommechanika és optika egyéb területein, így a mikroszkópok, távcsövek és távmérők készítésének területén is. Igényesebb célra a hossz- és körosztásokat már nem ezüstre, hanem üvegre készítették. Heinrich Wild ötlete az egyesített koincidenciás leolvasású optikai mikrométerrel felszerelt teodolitra vonatkozott, amelynél a diametrálisan szemben fekvő körök képei a távcső mellett lévő leolvasómikroszkóp látómezejében egyidejűleg figyelhetők meg egy választóvonal mentén. Wildnek ez a találmánya iránymutató lett és később már természetes követelmény volt egy korszerű teodolitnál, hogy a körök kényelmesen a távcső mellett levő mikroszkópon át legyenek leolvashatók. Ami a másik fontos kérdést, a teodolit nagy méreteit és súlyát illeti, igazolást nyert, hogy kis körátmérő esetén is nagyon szabatos osztás készíthető, tehát kisebb méretű műszerekkel is elérhető a cél.

A másodperces feloldású teodolit gyártása igen magas szellemi és technológiai felkészültséget igényelt. A gyártó részéről ez nagy tapasztalatokkal rendelkező jól képzett szakembereket, nagy pontosságú szerszámgépeket, bejártott technológiát, jól felszerelt laboratóriumokat, klimatizált helyiségben dolgozó osztógépeket jelentett. Bors Károly tanulmányában érdekes adatokat sorolt és összehasonlításokat végezett; innen tudható, hogy a műszer milyen kiélezett műszaki és gyártási paraméterekkel rendelkezett, ezek folyamatos biztosítása milyen technológiai fegyelmet és felkészültséget igényelt.[16] A Te-B1 teodolithoz közvetlenül kapcsolódó munkálatokban Bors Károly mellett Schinagl Ferenc, Florovits Géza, Besskó Dezső, Lisziewicz Antal, Zbiskó József, Csilling Kálmán és Hafenscher Károly vett részt.

A Te-B1 egymásodperces teodolit, mint ahogy a neve is mutatja, alkalmas volt az 1° -os körosztás mellett az $1''$ közvetlen leolvasására. A teodolitoknak ez a kategóriája az „egyetemes teodolit” elnevezés alatt ismert, igazolandó széleskörű alkalmazhatóságukat, ami alatt az értendő, hogy a teodolit a maga pontossági kategóriájában, a különböző területeken gazdaságosan használható.

A Te-B1 másodpercteodolit, több szabadalom felhasználásával a korszerűség követelményeinek megfelelő kivitelben készült. A műszert kívülről az egyszerű forma, a kezelőgombok célszerű elrendezése

jellemezte. Távcsöve fényerős, optikailag jól korrigált volt. Újszerű megoldás volt a teodolit automatikus rögzítéssel működő szabatos kényszerközpontosítása, mely szerkezeti megoldás a háromlábszator-nás kényszerközpontosítás továbbfejlesztése volt.

A Magyar Optikai Művek Te-B1 másodpercteodolitja minden olyan geodéziai munkához használható volt, melynél a két távcsőállásban mért irányérték megengedett középhibája $\pm 1,5''$, illetve ± 4 cc volt. Főbb alkalmazási területe volt a harmad-, illetve másodrendű háromszögelés, szabatos sokszögelés földfelszínen és föld alatt.

A körök leolvasása mindkét körre vonatkozóan a távcső okulárja mellett levő mikroszkóppal történt. Az optikai mikrométerrel $1''$, illetve 2 cc még közvetlenül leolvasható volt. A választóél melletti, diametrális körrészek egyidejű leolvasása mentes volt a körök külpontossági hibájától. A vízszintes és a magassági kör között a leolvasást egy megfelelő gombbal lehetett átkapcsolni. A műszer sikereire alapozva a Bors Károly által tervezett és sikeresen gyártott másodpercteodolit fejlesztése tovább folytatódott. A Te-B1 kiegészített és korszerűsített változata volt a Te-B3, mely már automatikus magassági indexet tartalmazott.



5. ábra

A Bors Károly által tervezett Te-B1 másodpercteodolit és továbbfejlesztett változatai, a Te-B23 és a Te-B43 a Magyar Optikai Művek Emlékalapítvány gyűjteményében

A sorozat következő tagja a Hollai Kornél és Széles Vince által tervezett Te-B23 jelzésű továbbfejlesztett változat volt, melyben a bronzöntvényeket alumíniumötvözetűekkel váltották ki, és mindkét irányban átfordítható egyenes képállású távcsővel látták el. A kényszerközpontosításhoz a Zeiss-féle megoldást választották, a teljes tartozékcsaládot áttervezték és rendelhető volt a Te-B21 változat is, mely fordított képállású távcsövet tartalmazott. A műszersorozat utolsó tagja a Te-B43 jelzéssel forgalomba hozott, a Te-B23 átdolgozott és modernizált változata volt, mely már úgynevezett kvázi digitális optikai körleolvasással és a terepi munkát segítő levehető hordozófüllel volt ellátva. Ennek a Te-B41 jelzésű változata fordított képállású távcsövet tartalmazott. Az 1981. évi tavaszi Budapesti Nemzetközi Vásáron vásári díjjal jutalmazott műszert Kisfalusi Gábor tervezte.



6. ábra
A Gi-B1 típusjelű giroteodolit

A Magyar Optikai Művek történetének egyik legismertebb sikerterméke volt a giroteodolit műszer-család, melynél teodolitként apróbb módosításokkal és kiegészítésekkel Bors Károly másodpercteodolitját használták fel.[52] A pörgettyűs teodolit fejlesztésére Pusztai Ferenc, a Magyar Optikai Művek tervezője 1960-ban kapott megbízást. Az intenzív elméleti és gyakorlati fejlesztőmunka eredményeként a Gi-B1 típusjelű mintaműszer 1962 elején készült el.[75] A műszer a magyar optikai és finommechanikai ipar számára olyan világra szóló sikereket hozott, hogy ennek kifejlesztéséért méltán kaphatta meg 1963-ban a Kossuth-díjat. Pusztai Ferenc konstruktóri nagyságát igazolják az alkalmazott különleges szerkezeti és konstrukciós megoldások.[43][44] A munkát irányító Pusztai Ferenc mellett a műszer konstruktőre, rajzainak szerkesztője Hollai Kornél, az optikai rendszer tervezője Lisziewicz Antal, az elektronikai részecské Gesztelyi Endre volt.

A műszer nullszériája 1963-ban készült el. Később a műszer-családot a gyártási és felhasználási tapasztalatok figyelembevételével alakították, a berendezés szerkezeti kialakítása is változott, de az elv változatlan maradt. A Magyar Optikai Művek, a giroteodolitokat jellemző kiemelkedő mérési pontosság és mérési idő folytán világviszonylatban is meghatározó geodéziai műszergyártó volt, amíg fennállt a lehetőség a termékcsalád sorozatgyártására.[53] Sikeresen alkalmazták Magyar Optikai Művek gyártmányú giroteodolitot az Amerikai Egyesült Államokat és Kanadát összekötő vasúti alagútnál, vele a Sziklás-hegység alatt mintegy negyven kilométeres nyompályát tűztek ki. A Magyar Optikai Művek giroteodolitjait a kiemelkedő mérési pontosság és viszonylag rövid mérési idő jellemezte. A későbbi fejlesztések is elsősorban a mérési idő hosszának csökkentésére és a mérési pontosság fokozására irányultak. A digitális elektronika a Gi-E1-ben kapott először szerepet. Az elektronika tervezője Gesztelyi Endre és Szántó Tamás volt.

A működés szempontjából kifogástalan minőségben készült torziós szálak előállítási technológiájának kidolgozása a kiváló tervezőre, Gallai Gyulára hárult.[38] [74]

Szintén a Bors Károly másodpercteodolitjára alapozott műszerkonstrukció volt a Magyar Optikai Műveknél fejlesztett és készített Ko-B1 jelű kódteodolit is.[62]



7. ábra

A Ko-B1 típusjelű kódteodolit a hozzá tartozó elektronikus egységgel

A hetvenes évekre már nyilvánvalóvá vált, hogy a geodézia területén a számítógépes adatfeldolgozás nagymértékű automatizálást tesz lehetővé, azonban az automatizálás bevezetése akkor gazdaságos csak, ha a terepmérések adatai kézi beavatkozás nélkül használhatók a számítógépes adatfeldolgozásban.

A kódteodolit a regisztráló teodolitok csoportjába tartozó műszer, mellyel szemben támasztott követelmények között említhető, hogy a szögolvasó berendezés 1" pontosságot, illetve leolvasási élességet biztosítson, így a berendezést háromszögelésre és optikai távolságmérésre is fel lehessen használni. Ne legyen lényegesen nagyobb tömegű és terjedelmű, mint a szokásos teodolitok, illetve a kódolt adatok egyszerűen legyenek feldolgozhatók elektronikus számítógéppel.[34] [35] A Magyar Optikai Művek Ko-B1 jelű kódteodolitja volt az első olyan magyar műszer, melyen teljesen digitálisan történt a szögértékek leolvasása. A 1971-ben bemutatott berendezés egy szögmásodperces folyamatos és digitális leolvasása akkor egyedülálló volt. A műszerben kiemelt szerepet betöltő digitális elektronikát Gyomai László tervezte. Sajnos az elkészült nullszériát követően a gyártást leállították. Mindezek ellenére a műszer sikerét és jó alkalmazhatóságát mi sem bizonyítja jobban, mint az a tény, hogy még hosszú évekig alkalmazták a Ferihegyi repülőtéren, illetve Prága nemzetközi repülőtéren, főként a leszállópálya felületének és állapotának mérésére.[50] Ez a műszer volt a világon az első olyan automatikus szögolvasó rendszerrel működő teodolit, amely terepi körülmények között is teljesítette a követelményeket. A szögérték legkisebb digitális kijelzése egy szögmásodperc volt, a mérési eredményt adathordozóra rögzítette. A műszer mechanikus részét Hollai Kornél, optikáját Lisziewicz Antal tervezte. A kísérleti példányt és a prototípust Soós Imre, a kísérleti osztály műszerésze szerelte. A sikeres gyári és terepi tesztek után egy négydarabos nullszéria készült Kisfalusi Gábor irányításával. Az elektronika fejlesztését Szántó Tamás vette át, a műszereket Gáspár Tibor szerelte. Az egyik nullszériás műszert a jénai Zeiss Művek is vizsgálta, meghibásodás nélkül itt is teljesítette a paramétereket. A négy elkészült műszerből kettőt Csehszlovákiában, kettőt Magyarországon értékesítettek. Sajnos a Magyar Optikai Művek vezetése úgy döntött, hogy nem veszi gyártásba a kódteodolitot a hazai és külföldi érdeklődés ellenére.[57] [51]

3. Szabadalmi

A vállalat gyártmányai között a kezdetektől mindvégig meghatározó hányadot képviseltek a geodéziai műszerek. Végzettségénél és szakmai érdeklődésénél fogva Bors Károly tevékenysége és eredményei e területhez kapcsolódtak. Egyedi ötletei, szerkezeti megoldásai szabadalmaiban, illetve az azokat hasznosító kész termékekben köszöntek vissza. Bejelentései keltezési az ötvenes évekből származnak. Egy 1954. február 20-án Redukáló tahiméter címen bejelentett szabadalmában egy olyan redukáló tangensstahiméterre tesz javaslatot, melynél a magassági körön levő tangensbeosztás a távcső féllátómezejében, a beirányzólécc képe mellett figyelhető meg.[7] A találmány szerinti redukáló tahiméter ezen előnye a szabatos tahimetriában való alkalmazását is lehetővé teszi.

Bors Károly által 1954. június 21-én Tengelyszerkezet elsősorban teodolitokhoz címen benyújtott szabadalma tárgya olyan tengelyszerkezet, amelynél a tengelyt egyik végén alátámasztó golyósor nagy átmérőjű körön van elhelyezve két célszerűen megválasztott forgásfelület – gömb vagy kúpfelület – között.[8] 1957. szeptember 24-én Univerzális redukáló tahiméter és ahhoz tartozó szabatos távolság- és magasságmérésre alkalmas lécc címen nyújtott be szabadalmat.[9]

Az addig szokásos elrendezésű geodéziai műszereken a kötő- és paránycsavar két különböző helyen volt megtalálható. E probléma megoldására 1958. szeptember 22-én Radiális helyzetű koaxiális kötő- és paránycsavar címen szabadalmat jelentett be, mely szerinti szerkezetnél a kötő- és paránycsavar egytengelyes elrendezésű és radiális helyzetű.[10]

A két legjobban elterjedt kényszerközpontosító szerkezet hátrányainak kiküszöbölésére tett javaslatot 1958. szeptember 22-én Kényszerközpontosító szerkezet geodéziai műszerekhez címen bejelentett szabadalmában,[11] illetve Egytengelyes kötő- és parány csavar címen jelentett be szabadalmat 1958. szeptember 22-én.[12]

A geodéziai műszerekhez alkalmazott állványok kialakításával kapcsolatosan nyújtott be Állvány, főleg geodéziai műszerekhez címen szabadalmat 1959. november 6-án.[13]

4. Az oktató

Bors Károly a negyvenes évek elején kapcsolódott be a vállalat akkor már igen komoly hagyományokkal rendelkező oktatási intézményének munkájába.[39] [40] A tanonciskola évkönyveinek tanulása szerint Bors Károly vállalati főmérnök óraadóként heti három órában a III. és IV. osztályok, valamint a továbbképző részére az 1941/42. tanévben Optika címen tartott órákat.[41] [42]

Ezen felül a vállalat tanonciskolájában több alkalommal oktatta az Optika tantárgyat az esztergályosok, marósok, lakatosok és művezetők részére szervezett tanfolyamokon, illetve az Optikai alapismertek és az Anyagismeret című tantárgyakból tartott foglalkozásokat a vállalat Minőségellenőrzési Osztályának dolgozói részére szervezett tanfolyamokon.[15] A második világháború után, elsősorban az ötvenes évek első felében, már mint nagy tapasztalatú és elismert műszertervező kapcsolódott be a Műegyetemen folyó szakemberképzésbe.

A Műegyetem Mérnöktovábbképző Intézete részére tartott előadásai jellemzően a gépészeti gyártás ellenőrzésének műszereihez, illetve a mérési adatok értékelésének statisztikai vonatkozásaihoz, nem igazi szakterületéhez, az optikához, vagy a geodéziai műszerek tervezéséhez, szerkesztéséhez, esetleg szabályozásához kapcsolódtak.

A Műegyetem Mérnöki Továbbképző Intézete szervezésében az 1951–52. tanévre tanfolyamot hirdetett Gépipari mérőműszerek címmel.[90] Tematikája tartalmazta az általános sémák és lehetőségek leírását a mechanikai, optikai, elektrotechnikai és hidraulikus úton való szabatos mérésekre vonatkozóan. Ismertette az egyes mérőeszközöket, működésüket, a pontosságot alkalmazásuk szempontjából. Bemutatta a tapintómutató mikrométert, a mérőórát, az optimétert, a spektrométert, az elektromos mikrométert, a hidraulikus és pneumatikus mérőműszereket.

Az 1953–54. tanévi tanfolyamok keretén belül Matematikai statisztika ipari alkalmazásban címmel hirdetett előadássorozatot, melyen belül tárgyalta a mérési hibák elméletét, a Gauss-féle hibaelosztást, az alapvető valószínűségi eloszlásokat, a gyakorlatilag fontos alkalmazásokat, valamint az átvételi feltételek és minőségig összefüggését.[91]

Az 1954–55. tanévi előadások között szerepelt a Méretellenőrző mechanikai módszerek és jellemzésük a pontosság szempontjából címen hirdetett tanfolyama, melyben ismertette a mérőhasábokat, a mérőórát, a mikrométert, a tapintómutató mikrométert, a különféle tapintóemelyűs mérőműszereket,

a mikrokátort, a furatellenőrzés mérőműszereit, illetve a műszerek alkalmazásának, pontosságának, szerkezetének kritikai vizsgálatát.[92]

Bors Károly munkáját mindig nagyon komolyan vette, az ismeretek elmélyítésében a hallgatókat részletgazdag segédanyagokkal támogatta. Alaposságának ékes bizonyítékai a megjelent egyetemi jegyzetek, melyek első darabját 1952-ben adták ki Gépipari mérőműszerek címen.[21] [22] [23] Kifejti, hogy a fejlett ipar gyártási folyamatai jelentős részben a mérés technika hatása alatt állnak, ugyanis a korszerű gyártás célja az alkatrészek gazdaságos előállítása, mely cél megvalósításának nélkülözhetetlen eszköze a mérés technika.

A gépipari mérések során fellépő hibákról jelentetett meg jegyzetet 1954-ben Hibaelmélet és mérés ellenőrző műszerek jellemzői címen, melyben gyakorlati szempontból tárgyalja és mutatja be a mérési hibák elméletét és jelentőségét.[24] A jegyzet bevezetőjében kitér arra, hogy a mérési hibák elmélete, mint a valószínűség számítás egyik fejezete a geodéziával kapcsolatos mérések és számítások során fejlődött ki. Megállapítja, hogy a hibaelmélet alkalmazási területei megtalálhatók a mérés technikában és a műszer gyártásban, a cserélhetőséget lehetővé tevő tömeggyártásnál és ellenőrzésnél, valamint a precíziós műszerek gyártás technológiájában. E terület részleteiben Bors Károly az óraműves gyűjtőhöz kapcsolódó gyártás technológia kidolgozása során tudott elméleti és gyakorlati oldalról elmélyülni. Bevezetés a valószínűség számítás tömeggyártási alkalmazásába címen megjelent egyetemi jegyzetében alapvetően a valószínűség elmélet és a matematikai statisztika elméleti és gyakorlati kérdéseivel foglalkozott.[25]

5. Összefoglaló

Bors Károly személyében az utókor a magyarországi geodéziai műszerépítés egyik legnagyobbikát tisztelheti. A műszer tervezés folyamatában éppúgy, mint más műszaki alkotó tevékenységek során nem az a fontos, hogy a mérnök milyen feladaton dolgozik, hanem az, hogy azt hogyan oldja meg. Ebben a hogyanban rejlik tudásának, alkotó erejének, kreativitásának és nem utolsósorban egyéniségének kifejeződése; tehetségének igazi erőpróbája. Bors Károly e tekintetben is példát mutatott. A felmerülő problémákra újszerű megoldások, szabadalmak formájában tudott választ adni, és talán ami legalább ilyen fontos, ötleteit működő szerkezetek formájában tudta sikerre vinni. Mindezek mellett gondja volt arra is, hogy tudását, ipari tapasztalatait oktatóként is megossza, illetve munkájával a tudományos közösség elismerését is kiváltsa.

Méltán tekinthetjük Bors Károlyt a hazai geodézia műszer tervezés egyik és egyben utolérhetetlen mesterének. Alkotó munkájának egyedisége megmutatkozott a felhasznált, már ismert elemekre és az új ötletek szülte megoldásokra épülő formakultúrájában és letisztult, felhasználócentrikus szerkezetei egyszerűségben. Terveit a könnyű áttekinthetőség mögötti gondolat központú megoldások jellemezték. A hagyományos szerkezeteket egyedi ötletei és az általa ösztönzött mives kivitelezés tette újszerűvé; ragaszkodva a hagyományokhoz és nyitottan az újdonságokra vált már életében klasszikussá.



8. ábra

A Bors Károly részére adományozott Kossuth-díjhoz tartozó oklevél

Munkásságának tanulmányozását ajánlom elsősorban a magyarországi ipartörténet fejezetei iránt érdeklődőknek, továbbá tanulságképpen azoknak, akik az egyedi megoldásokra és kreatív ötletekre épülő, nagy szellemi hányadot tartalmazó és hozzáadott értéket képviselő termékek fejlesztésében és ipari méretű előállításában látják a gazdasági föllendülés és növekedés jövőbeni kizárólagos útját.

Irodalmi hivatkozások

- [1] ALPÁR Gyula, SOMOGYI József: A MOM Ni-B1 szintezőműszer teljesítményadatainak vizsgálata, *Geodézia és Kartográfia*, 12. évf. 1. sz. (1960) 37–45. o.
- [2] ANTAL Ildikó: SÜSS Nándor, a hazai finommechanikai ipar megteremtője, in: *Süss Nándor Emlékkötet*, szerk.: Imre László, Magyar Optikai Művek Emlékalapítvány, Budapest, (2018) 17–30. o.
- [3] BÁRÁNY Nándor: *Optikai Műszerek Elmélete és Gyakorlata III. kötet*, Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, Budapest, (1953) 238–269. o.
- [4] BENDEFY László: *A magyar földmérés 1890–1920*, MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatala, Budapest (1970)
- [5] BENDEFY László: Korszerű szintezőműszerek, *Geodézia és Kartográfia*, 5. évf. 3. sz. (1953) 143–150. o.
- [6] BERNOLÁK Kálmán (szerk.): *Százéves a Magyar Optikai Művek*, szerk.: BERNOLÁK Kálmán, Magyar Optikai Művek, Budapest, (1976)
- [7] BORS Károly: Redukáló tachiméter, szabadalmi leírás, lajstromszám: 142.076 (1956)
- [8] BORS Károly: Tengelyszerkezet elsősorban teodolitokhoz, szabadalmi leírás, lajstromszám: 144.439 (1954)
- [9] BORS Károly: Univerzális redukáló tachiméter és ahhoz tartozó szabatos távolság- és magasságmérésre alkalmas lécs, szabadalmi bejelentés, lajstromszám: 146.190 (1960)
- [10] BORS Károly: Radiális helyzetű koaxiális kötő- és paránycsavar, szabadalmi leírás, lajstromszám: 147.351 (1958)
- [11] BORS Károly: Kényszerközpontosító szerkezet geodéziai műszerekhez, szabadalmi leírás, lajstromszám: 147.352 (1961)
- [12] BORS Károly: Egytengelyes kötő- és parány csavar, szabadalmi leírás, lajstromszám: 147.353 (1960)
- [13] BORS Károly: Állvány, főleg geodéziai műszerekhez, szabadalmi leírás, lajstromszám: 148.521 (1961)
- [14] BORS Károly: 80 éves a Magyar Optikai Művek, *Geodézia és Kartográfia*, 8. évf. 4. sz. (1956) 311–321. o.
- [15] BORS Károly 1960. május 26-án kelt önéletrajza alapján, melyet Bors Ágnes és dr. Selymes Alfonz bocsátott rendelkezésre.
- [16] BORS Károly: A korszerű teodolitok szerkesztésének problémái, *Geodézia és Kartográfia*, 12. évf. 2. sz. (1960) 77–87. o.

- [17] BORS Károly (1956) i. m. 311–321. o.
- [18] BORS Károly: A Magyar Optikai Művek MOM MF típusú mérőasztala, *Geodézia és Kartográfia*, 8. évf. 1. sz. (1959) 56–67. o.
- [19] BORS Károly: A tangenstáv mérők fejlődése, *Geodézia és Kartográfia*, 11. évf. 4. sz. (1959) 275–282. o.
- [20] BORS Károly: Korszerű teodolitok szerkesztésének problémái, A Magyar Optikai Művek egymásodperces teodolitja, *Geodézia és Kartográfia*, 12. évf. 2. szám (1960) 77–87. o.
- [21] BORS Károly: *Gépipari mérőműszerek*, Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, (1952)
- [22] BORS Károly: *Gépipari mérőműszerek*, Tankönyvkiadó Budapest (1952)
- [23] BORS Károly: *Gépipari mérőműszerek*, Közoktatásügyi Jegyzetellátó Budapest (1953)
- [24] BORS Károly: *Hibaelmélet és méretellenőrző műszerek jellemzői*, Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, (1954)
- [25] BORS Károly: *Bevezetés a valószínűségszámítás tömeggyártási alkalmazásába*, Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, (1955)
- [26] COUTTS, Brian John: *The Influence of Technology on the Land Surveying Profession*, értekezés, University of Otago, New Zealand, (2017) 73-74. o.
- [27] COX, Ronald C. The development of survey instrumentation 1780–1980, *Survey Review*, Volume 28, Issue 219 (1986) 234–255. o.
- [28] DARVAS Pálné et al. (szerk.): *Kossuth-díjasok és Állami Díjasok almanachja 1948–1985*, szerk.: KLEMENT Tamás, TERJÉK József, Akadémiai Kiadó, Budapest, (1988) 334. o.
- [29] ELISZEEV, Szergej Vladimirovics: *Geodezicseszkie insztrumenti i pribori*, 3rd ed. Nedra, Moscow, (1973) 216–224. o.
- [30] FEJÉR Zoltán: *Magyar fényképezőgépek 1856–1966*, Soós kereskedés kiadása (1977)
- [31] FEJÉR Zoltán: *Hungarian Cameras - Ungarische Kameras*, Hogyf Editio, Budapest, (2001)
- [32] FIALOVSKY Lajos (szerk.): *Geodéziai műszerek*, szerk.: FIALOVSKY Lajos, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, (1979) 308–309. o.
- [33] FIALOVSKY Lajos (1979) i. m. 117–125. o.
- [34] FIALOVSKY Lajos (1979) i. m. 172–178. o.
- [35] FIALOVSKY Lajos (szerk.): *Surveying instruments and their operational principles*, szerk.: Lajos FIALOVSKY, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam (1991), 200–201. o.
- [36] FRIC, Josef Jan Alexander & FRIC, Jan LUDVÍK: Der neue Grubentheodolit „Duplex”, *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 6, c.7, (1886) 221–232. o.
- [37] FRIC, Josef Jan Alexander & FRIC, Jan LUDVÍK: Der neue Grubentheodolit „Duplex”, *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 6, c.9, (1886) 305–308. o.
- [38] GALLAI Gyula: Torziós felfüggesztő szálak méretezési és stabilitási kérdései, *Finommechanika*, 3. évf. (1964) 361–364. o.
- [39] GROHS György (szerk.): *Magyar Optikai Művek R.-T. „Süss Nándor” Műszerész és Optikai Szakirányú Iparostanonciskolájának Évkönyve az 1941–42. iskolai évről, az iskola fennállásának 58. évében*, közzétette: GROHS György, Az Iparostanonciskola Igazgatósága, Budapest, (1942) 5–6. o.
- [40] GROHS György (szerk.): *Magyar Optikai Művek R.-T. „Süss Nándor” Műszerész és Optikai Szakirányú Iparostanonciskolájának Évkönyve az 1942-43. iskolai évről, az iskola fennállásának 59. évében*, közzétette: GROHS György, Az Iparostanonciskola Igazgatósága, Budapest, (1943) 8. o.
- [41] GROHS György i. m. (1943) 18. o.
- [42] GROHS György i. m. (1942) 17–20. o.
- [43] HALMOS Ferenc: A rátétgiroszkópok szerkezeti kialakítása és vizsgálatuk eredményei, *Geodézia és Kartográfia*, 19. évf. 6. sz. (1967) 414–422. o.
- [44] HALMOS Ferenc: Giroteodolitok torziós felfüggesztő szalagjainak vizsgálata, *Bányászati és Kohászati Lapok. Bányászat*, 101. évf. 9. sz. (1968) 569–574. o.
- [45] HÁNEK, Pavel, ŠVEJDA, Antonín: *To the History of the Production of Geodetic Instruments in Bohemia, XXI Congress FIG, Brighton, Papers from the ad hoc Commission History of Surveying*, (1998) 59–67. o.
- [46] HÁNEK, Pavel: Tradition geodätischer Instrumente in Tschechien, Vermessung, Photogrammetrie, *Kulturtechnik*, Band (Jahr): 99 Heft 4, (2001) 237–241. o.
- [47] HÁNEK, Pavel: History of surveying instruments in Bohemia, *Jemná mechanika a optika*, 42, No. 4, (1997) 94–98. o.
- [48] HÁNEK, Pavel, ŠVEJDA, Antonín: Dulní teodolit DUPLEX firmy J. & J. Frič. *II. konference Merické přístroje a výpočetní technika - historie a současnost*, Ostrava, Společnost dulních měřičů a geologů ČR, (1993) 35–39. o.
- [49] HÁNEK, Pavel: K historii výroby geodetických přístrojů v Čechách, *Jemná mechanika a optika*, 42, 4, (1997) 94–98. o.

- [50] HOLLAI Kornél: Hollai Kornél gépészmérnök és a MOM, in: *Fejezetek a Magyar Optikai Művek és utódai történetéből 1876–2015*, szerk.: NÁDUDVARI Zoltán, Magyar Optikai Művek Emlékalapítvány, Budapest (2015) 150–152. o.
- [51] HOLLAI Kornél: A MOM Ko-BI kódteodolit és használata, *Geodézia és Kartográfia*, 24. évf. 2. sz. (1972), 118–122. o.
- [52] KALLÓ Péter: A magyar girotájolók, *Haditechnika*, 18. évf. 1. sz. (1984) 2–9. o.
- [53] KALLÓ Péter: Maradandó élményeim a MOM-ról, in: *Fejezetek a Magyar Optikai Művek és utódai történetéből 1876–2015*, szerk.: NÁDUDVARI Zoltán, MOM Emlékalapítvány, Budapest, (2015) 187–188. o.
- [54] KISFALUSI Gábor: A finommechanikai ipar meghonosítása Magyarországon, *A Magyar Optikai Művek (MOM) vázlatos története*, Unicus Műhely, Budapest (2018) 43–44. o.
- [55] KISFALUSI Gábor: 110 éve nyitotta meg kapuit a Magyar Optikai Művek, *Honismeret*, 2. sz. (2015) 11–13. o.
- [56] KISFALUSI Gábor: A MOM parkban álló Íjazó szobor története, in: *Hegyvidéki históriák*, Tarsoly Kiadó, Budapest, (2014) 88–92. o.
- [57] KISFALUSI Gábor: Egykori MOM vezető tervező visszaemlékezése, in: *Fejezetek a Magyar Optikai Művek és utódai történetéből 1876–2015*, szerk.: NÁDUDVARI Zoltán, Magyar Optikai Művek Emlékalapítvány, Budapest (2015) 156–159. o.
- [58] MAKRA Zsigmond: Díjak 1950–1990, *Fizikai Szemle*, XLI. évf. 12. sz. (1991) 453. o.
- [59] MIHANCSIK Zsófia (szerk.): A Farkasréti Temető 3., *Budapesti Negyed*, 42., szerk.: MIHANCSIK Zsófia, Budapest Főváros Levéltára, Budapest, (2003) 617. o.
- [60] MISCH Sebő: Ismét íjazhat egy szobor a volt MOM területén, *Hegyvidék Újság*, XXXVII. évf. 21. sz. (2007)
- [61] NÁDASI András: Calderoni István és Hopp Ferenc vállalata, *Könyv és Nevelés*, 4. sz. (2007) 102–114. o.
- [62] NÁDUDVARI Zoltán (szerk.): A MOM meghatározó gyártmányai, technológiái 1990-ig és azok részbeni folytatása napjainkban, in: *Fejezetek a Magyar Optikai Művek és utódai történetéből, 1876-2015*, szerk.: NÁDUDVARI Zoltán, MOM Emlékalapítvány, Budapest, (2015) 21-36. o.
- [63] PARRAGH Ferenc: A teodolit körének készítése és megbízhatósága, *Térképészeti Közlöny*, III. kötet, 1-2. füzet, Magyar Királyi Állami Térképészet, Budapest, (1934) 113–142. o.
- [64] PEKÁR Dezső: *Báró Eötvös Loránd A torziós inga ötven éves jubileumára*, Kis Akadémia, Budapest (1941)
- [65] PINTÉR Gábor Kisfalusi Gábor közreműködésével: Süss Nándor, a finommechanikai ipar magyarországi meghonosítója, *Bivio* (2018) 64-128. o.
- [66] PINTÉR Nándor: A Magyar Optikai Művek története 1876-1963, Magyar Történelmi Társulat - *Üzemtörténeti Füzetek*, Budapest, 5. sz. (1972)
- [67] RADNAI Gyula: Hogyan választott Eötvös Loránd kutatási témát?, *Természet Világa: Természettudományi Közlöny*, 11. sz. (1999) 491-494. o.
- [68] REGÓCZI Emil: Százestendő a Magyar Optikai Művek, *Geodézia és Kartográfia*, 29. évf. 1. sz. (1977) 2–8. o.
- [69] SÁRDY Andor: *Geodéziai alapismeretek II.* Tankönyvkiadó, Budapest, (1970) 30. o.
- [70] SEREG ISTVÁNNÉ POSCH Adrienne: Főhajtás Posch Gyula emléke előtt, In.: *Fejezetek a Magyar Optikai Művek és utódai történetéből, 1876-2015*, szerk.: NÁDUDVARI Zoltán, MOM Emlékalapítvány, Budapest, (2015) 68–71. o.
- [71] SÖRÖS Antal: A MOM Emlékalapítvány története, in: *Süss Nándor Emlékkötet*, szerk.: IMRE László, Magyar Optikai Művek Emlékalapítvány, Budapest, (2018) 7–15. o.
- [72] STAIGER, Rudolf: Push the Button – or Does the „Art of Measurement” Still Exist?, *FIG Working Week, Surveyors’ Key Role in Accelerated Development* (2009) 1–18. o.
- [73] STRASSER, G. J.: Heinrich Wild's Contribution to the development of Modern Survey Instruments, *Survey Review*, Vol. 18. (1966) 263–268. o.
- [74] SZÁNTÓ Tamás: A geodéziai műszereink sikerének titka, in: *Fejezetek a Magyar Optikai Művek és utódai történetéből 1876–2015*, szerk.: Nádudvari Zoltán, MOM Emlékalapítvány, Budapest (2015) 160–165. o.
- [75] SZÉKELY Domokos: 80 éve született Pusztai Ferenc Kossuth-díjas geodéziai műszertervező, *Geodézia és Kartográfia*, 55. évf. 12. sz. (2003) 34–35. o.
- [76] SZÉKELY Domokos: 25 éve hunyt el dr. Bors Károly Kossuth-díjas geodéziai műszertervező, *Geodézia és Kartográfia*, 53. évf. 3. sz. (2001) 42–43. o.
- [77] SZÉKELY Domokos: 70 éve alapították a Kossuth-díjat, *Geodézia és Kartográfia*, 70. évf. 6. sz. (2018) 28–29. o.
- [78] TÁRCZY-HORNOCH Antal, ALPÁR Gyula: A magyar geodéziai műszerfejlesztés és műszergyártás főbb eredményei, *Geodézia és Kartográfia*, 22. évf. 3. sz. (1970) 182–188. o.
- [79] VAJDA PÁL: A műszeripar és a finommechanika magyar úttörői, *Technikatörténeti szemle*, 1-2. sz. (1962) 97–148. o.

- [80] VINCZE, S.: About Geodetic Instruments Fitted with Glass Circles, *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 1. évf. 3. sz. (1957) 307–314. o.
- [81] WARD, A. H.: The changing face of survey instruments, *Australian Surveyor*, Vol. 22, Issue 2 (1968) 97–112. o.
- [82] WILD, Heinrich: Der neue Theodolit, *Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik*, 6. (1925) 97–107. o., 121–124. o.
- [83] WINKLER György (szerk.): *A Magyar földmérők arcképcsarnoka II.* szerk.: WINKLER György, RAUM Frigyes, Budapesti Geodéziai és Térképészeti Vállalat, Budapest, (1983) 84. o.
- [84] *** Magyar földmérők arcképcsarnoka a Geodézia és Kartográfiában ... akikre még személyesen is emlékezhetünk, Bors Károly (1906–1975), *Geodézia és Kartográfia*, 60. évf. 5-6. sz. (2008) 64. o.
- [85] *** Kitüntetések, *Geodézia és Kartográfia*, 10. évf. 2. sz. (1958) 157. o.
- [86] *** 80 éves a *Magyar Optikai Művek*: 1876–1956, Magyar Optikai Művek jubileumi ünnepségeit előkészítő bizottság, Budapest, 1956
- [87] *** Új doktorok és kandidátusok, *Magyar Tudomány - A Magyar Tudományos Akadémia Értesítője*, LXVI. kötet. - Új folyam, IV. kötet 4. sz. (1959) 206. o.
- [88] *** 130. výročí založení podniku bratří Fřičů, *Geodetický a kartografický obzor*, 59/101, 10, (2013) 252. o.
- [89] *** *MOM mérnöki szintezőműszer körrel MOM 35 U típus*, Használati és szabályozási utasítás, MOM Budapest, (é. n.)
- [90] *** Tájékoztató a Mérnöki Továbbképző Intézet 1951-52. évi tanfolyamairól, Könnyűipari Kiadó, Budapest, (1951) 39. o.
- [91] *** Tájékoztató a Mérnöki Továbbképző Intézet 1953-54. évi tanfolyamairól, Könnyűipari Kiadó, Budapest, (1953) 192. o.
- [92] *** Tájékoztató a Mérnöki Továbbképző Intézet 1954-55. évi tanfolyamairól, Könnyűipari Kiadó, Budapest, (1954) 8. o.