

4 Az Egyesült Izzó Kutató Intézetének története

1921-1949, 1. rész

(Forrás: dr. Kardos Ferenc: Az Egyesült Izzó Kutató Laboratóriumának története, 1958. 09. 30.; Surguta László: A TUNGSRAM-márka története, 2007-2010, www.holux.hu/publikaciok)

Előszó helyett

Örömmel olvashattuk az elmúlt hónapokban a híreket az 1990 elején amerikai tulajdonba került patinás magyar vállalat, a Tungsram újjáéledéséről – még akkor is, ha ez együtt járt a logó alapos – nem feltétlenül szerencsés – módosításával. A hozzáfűzött „Örökségünk az innováció” üzenet azonban nagyon is rendben van, kifejezi azt, hogy az új vezetés igyekszik megőrizni az egykori vállalat korábbi sikeres évtizedei alatt – talán nem is csak a műszaki haladás területén – felhalmozódott pozitív értékeket.

Mindenesetre ez adta az apropóját annak, hogy egy régi adósságot törlesszünk, s közre adjuk dr. Kardos Ferenc „Az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. Kutató Laboratóriumának története” című munkáját, amely annak idején idő és hely hiányában kimaradt „A TUNGSRAM-márka története” című cikksorozatból, s amely kitűnően bemutatja a tungsramos innováció forrásának, Európa első ipari kutatóintézetének kezdeti néhány évtizedét.

Az eredeti írás 1958. szeptember 30-i keltezésű – alig két évvel a II. világháború utáni újabb magyar „világégés” után. Pályázati anyagként született, akkoriban ui. feltehetőleg a vállalat alapítását még 1889. febr. 1-jére datálták. Ekkor alakult meg az Egger-féle elődvállalatnak a budapesti Huszár utcában működő izzólámpa osztályából a Villanyos Izzólámpagyár Rt. Így tehát a vállalat 1959-ben éppen 70 éves fennállását ünnepelhette volna, s feltehetőleg ez a pályázat is az ünnepi készülődés része volt. Arról sajnos nem szól a fáma, hogy akkoriban tartottak-e valóban ünnepi megemlékezést. Később ugyanis a vállalat igazi elődjének az 1896. aug. 1-jén Egyesült Villamossági Rt. néven bejegyzett céget ismerték el, így azután az igazi nagy, 75. évforduló megünneplésére 1971-ben került sor.

Mindenesetre a tervezett ünnepi megemlékezésre beérkezett pályaműveket bíráló grémium, vagy annak egyik (feltehetőleg elektroncső-kutatással foglalkozó) tagja (neve a fennmaradt dokumentumból nem derül ki) erősen nehezményezte, hogy a szóban forgó írás a rádiócső-kutatás rovására erősen izzólámpa-centrikus, s felsorol néhány „tárgyi tévedést” is, ezért a pályamű kinyomtatását vagy díjazását annak „élénk stílusa mellett” sem javasolta. A bírálat fontosnak vélhető megállapításait a teljesség kedvéért az alábbiakban közöl-

juk, azzal a megjegyzéssel, hogy persze a bírálat bírálatát nem tisztünk elvégezni.

„Annak ellenére, hogy az elektroncső-gyártás érték volumenben egyenrangú volt az izzólámpa-termeléssel, kutatásilag sokkal inkább volt saját eredményeire utalva, mint az izzólámpa-gyártás. Az elektroncső-gyártás megindulásakor semmiféle külföldi tapasztalatcsere rendelkezésre nem állott. Az elektroncső-kutatásban résztvevő munkaerőknek mindent a saját erejükből kellett megteremteni és mindent a legintenzívebben és legsúlyosabb szabaddalmi harcok közepette.”

A pályaműből „nem derül ki, hogy a báriumkatóda az Egyesült Izzó önálló kutatási eredménye, amelynek segítségével a 20-as évek végén az Egyesült Izzó elektroncsövei a világ legjobb elektroncsövei voltak, és azokkal legfeljebb a Philips csövei vehették fel a minőség szempontjából a versenyt. Arra sem található semmiféle utalás, hogy a Telefunken cég 8 éven keresztül az Egyesült Izzó báriumkatód-szabadalma szerint gyártotta csöveit, és ennek volt köszönhető, hogy az Egyesült Izzó a szabaddalmi harcban nem roppant össze, hanem a redukciós báriumkatód-szabadalom ellenében jogot kapott a nélkülözhetetlen kulcsszabadalmak, mint pl. a Schottky-szabadalom használatára.

Nem található utalás a báriumkatóda kidolgozásával kapcsolatban nyert tudományos eredményekre (pl. arra sem, hogy a kutatások során az elektroncső laboratórium kifejlesztett bárium fémkatódját). Megállapította, hogy az aktív oxidkatódában szabad fém bárium jelenlétére van szükség stb., de egy szó említés sem található a kettős vezérlésű végerősítő-csövek, az ún. „pp” csövek kifejlesztéséről, amelyek nélkül a magyar rádiócsőgyártás nem lett volna lehetséges...

Tárgyi tévedés, hogy a 20-as években a régi kutatóépületben folyt az alapproblémák vizsgálata, az elektroncsövekre vonatkozólag és az elektroncsövek kidolgozását, konstrukcióját viszont az Audion épületben lévő csoport Winter Ernő és Czukor Károly vezetésével végezte, valamint hogy 1931 körül egyesültek az elektroncső-kutatással foglalkozó erők az új kutató épület második emeletén. – 1928-ig az elektroncsövekre vonatkozó kutatás gyakorlatilag csak az elektroncső-gyártásban folyt, és 1929 év végén, 1930 év elején

TUNGSRAM



alakult meg az elektroncső-laboratórium az új Kutató II. emeletén.

...az elektroncső-kutatásban részt vettek felsorolásából hiányzik Pinczés Géza neve, aki többek között a legelső Magyarországon működő diffúziós szivattyút készítette és ezzel úttörője lett a magyar vákuumtechnikai iparnak...”

Úgy érezzük azonban, hogy mindezek ellenére dr. Kardos Ferenc írása fontos és értékes kordokumentum – már csak azért is, mert a szerző hosszú éveken át dolgozott kutatóként az Egyesült Izzó Kutató Intézetében, tehát igencsak jól ismerhette, s tudományos munkájának eredményeit számos szabadalom fémjelzi.

Az eredeti kézirat fotókat, táblázatokat tartalmazó mellékletének sajnos nyoma veszett, ezért például a Kutató Intézet egykori szervezeti felépítését nem tudjuk megmutatni. Vonatkozó fotók azonban bőven találhatók az említett „A TUNGSRAM-márka története” című összeállításban.

A kézirat az elütések javításától és a régies anyagnevek átírásától eltekintve változatlan. Mindössze egyetlen, személyiségi jogokat sértő „tréfás” megjegyzést töröltünk, s terjedelmi okokból nem kapott helyet a szerző által a régi kutatók eredményeit ismertető irodalomjegyzék sem.

Az íráson érezhető „az akkori idők elvárásainak” való megfelelési kényszer, ezért találhatjuk például néha a „kapitalista” szót pejoratívnak, de ez semmit sem von le az írás értékeiből.

A kézirat egyébként lényegében az Egyesült Izzó Kutató Intézetének első nagy korszakát teljes egészében felöleli, hiszen 1949 után ezt a fajta önállóságát évtizedekre elveszítette. 1949-ben belőle alakult meg a Távközlési Kutató Intézet (TKI), majd 1953-ban a TKI-ról leválasztott fényforrás- és volfrámtechnológiai fejlesztéssel foglalkozó csoport adta a Híradástechnikai Kutató Intézet (HIKI) magvát. Az újabb nagy változást 1982 hozta, amikor a HIKI és a Tungsram félévezetőkkel foglalkozó részlegeinek összevonásával megalakult a Mikroelektronikai Vállalat, s a hagyományosan a Tungsramhoz kötődő kutatási tevékenység ismét teljes egészében a Tungsram fennhatósága alá került. De ez már egy egészen más történet...

(A Szerk.)

dr. Kardos Ferenc: Az Egyesült Izzó Kutató Laboratóriumának története

Az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. „Tungsram” Kutató Laboratóriumának történetét tudományos dolgozatok, irattárának maradványai és főleg a laboratóriummal annak idején kapcsolatban állt személyek tanúsága alapján próbáltam összeállítani.

Ez az összefoglalás viszonylag rövid idő, mintegy 35 év eseményeit öleli fel. Lehet, hogy éppen ez a tény kétségeket is szül: érdemes-e ilyen közelmúlt eseményeivel történeti szempontból foglalkozni, megvan-e egyáltalában a szükséges történelmi távlat?

Ha valaki azonban elkezd foglalkozni a Tungsram Laboratórium régi dolgaival, úgy fogja találni, hogy érdemes feleleveníteni a történeteket, alaposan megismerni a múltat. Akarva sem lesz képes abbahagyni a vizsgálódást, míg maradéktalanul meg nem ismerte a Laboratórium fejlődésének részleteit.

Mi az, ami megragadja az embert, amikor megkísérli előhozni a lassan feledés homályából a Tungsram Laboratórium múltjának eseményeit?

Talán az a felismerés, hogy az ország egyik legnagyobb és legkorszerűbb gyárának kutatólaboratóriumáról van szó. Hogy az első és hosszú időig egyedüli önálló kutatóintézet volt ez hazánkban, mely sok szép, külföldön is elismert eredménnyel dicsekedhet. De még szubjektívebb élményt jelent a szerepet játszó személyekkel való megismerkedés. Egymás után kerülnek elő a nagy nevek. Gazdasági és tudományos életünk számos vezetőjéről, kutatóintézeteink vezető kádereiről és a nemzetközi tudomány számos oszlopáról hamar kiderül, hogy pályáját a Tungsram Kutató Laboratóriumában kezdte, vagy pályájának egy szakaszán szoros kapcsolatban volt vele. Tudásban és emberségben megmutatott nagyságukkal tiszteletet követelő nevek készítetik a vizsgálódót, hogy minél több részletet felderítsen.

A nagy egyéniségek jelenléte a történeti áttekintés szempontjából néha zavaróan is hat. Egy testület, egy laboratórium történetét feldolgozni volna a kitűzött cél, de a mindennapi emberek tömegéből magasán kiemelkedő személyek annyira magukra vonják a figyelmet, annyira főszerplői az eseményeknek, hogy nehéz megtalálni a tárgyalás helyes útját. Meddig tartozik az egyéni munka és élet a testület történetéhez, és mikor vezet a további részletezés oda, hogy a dolgozat nagy tudósok élettraj-

zából összerakott mozaikká lesz?

Az eltévedésnek megpróbáltam elejét venni a munka következő felépítésével: az első rész a Laboratórium életének eseményeit követi, szem előtt tartva a társadalmi és általános történelmi vonatkozásokat is. A végzett tudományos és műszaki munka története egy külön, második részben következik. Végül egy szűkre szabott lexikális jellegű részben engedek a belső kényszernek, hogy a kutatók személyéről is írjak legalább néhány adatot. Így, három lépésben talán kibontakozhat a teljes kép: először a külvilághoz való viszonyt is tükröző események kerülnek előtérbe.

Az a tény, hogy csak egy 35 éves visszapillantást végzünk, természetszerűleg jelenti, hogy a szereplők egy része ma is él. Az a munka, melyet az Egyesült Izzó Kutató Laboratóriuma kezdett meg, ma is folyik, tehát bizonyos folytonosság van, és ez megint olyan szempont, mely ellentmond az események történeti feldolgozhatóságának.

Azt is látnunk kell azonban, hogy az elmúlt idők lezárt korszakokat is tartalmaznak. A tudomány és az ipar fejlődése a tárgyalt időszakban rendkívül gyors volt. Ez a közhelyszerű megállapítás a híradástechnika és a vákuumtechnika területén különösen is igaz, ezért sok problémának, mely az Egyesült Izzó Laboratóriumát foglalkoztatta, ma már a műszaki tudományok szempontjából történeti érdekessége is van. Igaz az is, hogy 35 éve a maihoz viszonyítva egészen más körülmények között, más társadalmi rendben, más tulajdonviszonyok mellett, más ösztönző erőtől hajtva és más erkölctől ellenőrizve indult meg a kutatómunka. Megváltozott a kutatás szervezete is hazánkban. A Tungsram Kutató Laboratórium eredeti formájában már nincs meg, helyére, örökségébe egész sor ipari kutatóintézet lépett. Megváltoztak a körülmények, lezárultak korszakok, a régi rendnek sok hibáját látó szemmel feltárjuk, de visszanézve nagy eredményeket és eredményes munkában naggyá növő embereket is kell látnunk. Sikerekben méltó utódokká szeretnénk válni, ezért érdemes az elmúlt eseményeket és gondolatokat feleleveníteni és belőlük a sikerek titkát megtanulni.

AZ ESEMÉNYEK

A Kutató megalakulásához vezető út

Még jóval a századforduló előtt kezdte működését a Huszár utca 7. szám alatti Egger-féle távirka-építő vállalat. Ez a kis manufaktúra jellegű üzem 1886-ban újdonságként szén-szálas izzólámpákat is kezd

gyártani. 1897-től vasútbiztosító berendezéseket is készítenek, úgyhogy végül a jól menő üzemnek költöznie kell megfelelőbb helyre, ahol terjeszkedésének elég teret találhat. Így költözik egy egyesülés kapcsán Újpestre, ahol Egyesült Villamossági Rt. néven 1901-ben alakul meg a gyár.

Az izzólámpagyártás ekkor még elég kockázatos vállalkozás. A szén-szálas lámpa gyártása nehéz, sok vesződséggel járó munka, a kész körte drága és kényessége, rossz hatásfoka meg a villamos hálózat korlátozott kiterjedtsége miatt nehezen bírja a versenyt a gázvilágítással. A gyártás azért folyik, és azzal párhuzamosan nagy erőfeszítések, hogy az elektromos izzólámpa szálanyagául a szénnél megfelelőbb anyagot találjanak. A feltételek, követelmények ismertek: magas olvadáspontú, magas hőmérsékleten is kevésbé párolgó, jó mechanikai szilárdságú, szál formájában könnyen előállítható anyagra van szükség. Számos vegyész keresi a megoldást, mert ekkor még és ezután is hosszú ideig az izzószál és lámpagyártás problémái teljesen a kémiai technológia tárgykörébe tartoztak. Külföldi gyárak némi haladást érnek el az ozmium és tantál szálanyagul való felhasználásával, de a technikának ebben a csatájában a döntő győzelem magyar földön, és éppen az újpesti Egyesült Villamossági gyártelepen születik meg. Just Sándor és Hanaman Ferenc itt dolgozták ki volfrám izzószálakra vonatkozó szabadalmukat.* Ez a két magyar vegyész a bécsi egyetemen tanársegédeskedett, de munkájuk híre eljutott Újpestre is, és a gyár erre rögtön egy címükre küldött meghívással válaszolt. Egy évi munka után 1905-ben készült el a volfrámszál készítésére irányuló munka. Sem ez az első ún. szubsztitúciós eljárás, sem az ezt sűrűn követő javított változatok nem váltak véglegessé, azonban itt indult meg az a folyamat, melynek eredményeképpen a volfrám egyeduralmódóvá lett az izzólámpa-gyártásban. Az a tény, hogy ezen a téren az újpesti gyár kezdeményező volt, önmagára is kedvezően hatott vissza. Ettől az időtől kezdve esett mind nagyobb súly a gyár termékei közül az izzólámpára. Kifejezésre jutott ez egy névváltoztatásban is. 1906 óta egy új részvénytársaság a gyár tulajdonosa: az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. A későbbiek során foglalom

*A történeti hűség kedvéért: a vállalat a szabadalmi leírás megjelenésének napján, 1904. dec. 13-án vásárolta meg a Just Sándor és Hanaman Ferenc feltalálótól, a bécsi Technische Hochschule tanársegédeitől a volfrámszálas izzólámpa kizárólagos gyártási és értékesítési jogát Ausztria-Magyarország területére, vállalva a tömeggyártás megindítását és a szabadalom további értékesítésében való részvételt. – A Szerk.

vált „Tungsram” név eredete is az újpesti találmánynak elismert volfrámlámpára vezethető vissza. A vége a wolfram szóból lett, míg eleje ennek az angolszász megfelelőjéből, a tungsten szóból származik. (tung = szelén, sten = kő)*

A gyár igen szépen fejlődött. 1913-ban már 4000 alkalmazottat foglalkoztat. Ezek között kitűnő szakemberek vannak, mint Perczel Aladár, Helfgott Ármin és Hevesy Gyula, akik mindent elkövetnek a jó minőség és a korszerű gyártmányfejlesztés biztosítására. Az izzólámpagyártás az üzem tevékenységének még mindig csak egyik ága, azonban ekkor már a gyengeáramú és vasútbiztosító berendezések mellett szén-szálas és fémfonalas lámpákból vegyesen naponta 30-35 000 darabot gyárt.

Az első világháború a fejlődést jelentősen visszavetette, de a béke éveiben azután ismét lendületet vett.

1921-ben Aschner Lipótot nevezték ki az Izzó vezérigazgatójává. Ez az ember, aki gyakornokból törte fel magát a vezérigazgatói székre, kitűnő gazdasági érzékkel rendelkezett. Elsőrangú szervező volt, jártas a nemzetközi kereskedelmi életben, át tudta tekinteni teljes terjedelmében az izzólámpagyártást és piacot. Izzig-vérig kapitalista volt. Minden cselekedetének végső rugója a többi termelésre, a konkurencia legyőzésére, a nagyobb piac megszerzésére, a nagyobb profit elérésére való törekvés volt. De ő már nem a 19. századi véres, klasszikus kapitalizmus híve. Felfogásában liberalista, törekvéseit igyekszik nem erőszakosan, hanem okosan elérni. Vezetése alatt az Egyesült Izzó Magyarországon legszélesebb, legmodernebb kapitalista üzem lett. A fizetések viszonylag (tehát a többi egykorú gyárhoz képest) magasak voltak, szociális és kulturális juttatások terén a gyár évtizedekkel megelőzte a kapitalista Magyarország többi üzemét. De a mi tárgyunk szempontjából ez csak mellékesen érdekes, csak segítség, hogy jobban megértsük az egész helyzetet.

Számunkra érdekesebb, hogy Aschner Lipót volt az, aki éles elmével meglátta, hogy tervszerű és speciális célkitűzésektől vezérelt kutatómunkára van szükség ahhoz, hogy az Izzó a nemzetközi konkurenciával szemben a versenyt bírassa, és ezért megalapította a Kutató Laboratóriumot. Aschner ma is olyan emberként él a munkatársai emlékezetében, mint aki műszaki problémák részleteihez nem igen ért, de zseniális szervező és kereskedő, és igen jó érzékkel tudja megválasztani munkatársait. Így a későbbiek száz százalékig igazolták választását, mikor Pfeifer Ignác professzort bízta meg a megalapítandó Kutató

Laboratórium szervezésével és vezetésével.

Az első évek

1921-22-ben a kezdet igen szerény volt, legalábbis külsőségeiben. Egy földszintes, néhány helyiségből álló épületet szenteltek a kutatómunka otthonává. Ez előzőleg ló-istálló volt, ma pedig asztalosműhely a gyártelep Dallos utcai frontján.

Az egyszerű épületben azonban nagy tehetségű emberek kezdtek munkához. Pfeifer első munkatársai kipróbált, tudományos munkában már elismerést szerzett kutatók voltak. Dr. Bródy Imre, dr. Selényi Pál és dr. Vidor Pál, mint maga Pfeifer professzor is, az elméletibb egyetemi tudományos munka területéről tértek át az ipari kutatás vonalára.

Fontos tudni, hogy nem teljesen saját jószándékukból tették ezt. A politikai körülmények segítették az Egyesült Izzót abban, hogy a kiváló szakembereket Kutató Laboratóriumában egyesíthesse. Ez a tény pedig a Kutató Laboratórium szellemére, a kis közösség beállítottságára a továbbiakban meghatározólag hatott.

Pfeifer maga is politikai okokból visszavonulásra kényszerített ember volt. 1912 óta a kémiai technológia tanára a Műegyetemen. Közismerten a haladó szellemet képviselte, és az akkor nálunk feltörekvőben lévő polgárság egyik jellegzetesen liberális szervezetének, a szabadkőművészségnek lelkes híve, a budai szabadkőműves páholy nagymestere. Ez az a Tanácsköztársaság ideje alatti magatartás volt az ok, amiért annak bukása után Pfeifer professzor a Műegyetemen nyugdíjazását kéri. Mint ez irányú kérvényében írja: a kialakult körülmények között „nem rendelkeztem a tekintélynek azzal a csorbítatlan mértékével, mely az oktatás sikerét biztosította volna”. Emberi méltóságához kétség sem férhet, tekintélyét az ellenforradalom csorbította meg, így ő inkább lemond tanszékéről. Speciális érdeklődési körébe a vizek technológiája, a kazánépítés és az ezzel kapcsolatos vízlágyítási és más gyakorlati, kémiai-technológiai problémák tartoznak.

Nyugdíjazása után egy időre Nyugatra megy, majd Aschner hívására visszatér és elvállalja az Izzó Kutató Laboratóriumának szervezését. Aschner a professzor 70 éves születésnapján így emlékezik vissza: „csodás körülmények között” vállalkozott erre. Ez a megállapítás érthető, hiszen Pfeifer, a Kutató népszerű Profja már idős ember ekkor, és inkább a pihenés járna ki neki, mint az új kezdet; és mert ez eltérést jelent tulajdonképpen tudományos érdek-

lődésétől. Ennek visszásságát talán kollégái is érzik, ezt fejezi ki később az előbb említett ünnepségen mondott felköszöntőjében dr. Keleti Károly, mikor a következő szavakkal fordul az ő szeretett Náci bácsijához. „...Téged ugyan szorosán vett vegyészeti munkakörödből más *egyesült* irányokba terelt *izzó* lelkesedésed, de számunkra megmaradtál a jóakarátú, kedves barátunk...” Mindenesetre Pfeifer személyében kitűnő vezetőt kap a Kutató, a gyár pedig a szerény kezdet ellenére jó lehetőségeket biztosít számára, bőkezű mecénásként áll mögötte. Nemcsak hogy az első magyar ipari kutatóintézet vezetését veheti kezébe, és világviszonylatban is magas nívón, jó felszereléssel és – ami a legfontosabb – kiváló munkatársak segítségével láthat neki az úttörő munka elvégzésének.

A személyek megválasztása a Kutatóban mindig központi kérdés volt. Világosan látták, hogy a jó feltételek, a jó felszerelés és anyagiak még nem teremtik meg az eredményes munkát. Megfelelő munkatársakra is szükség van, és ha valakit ilyennek ismertek fel, erre féltve is vigyáztak, hogy el ne veszítsék.

Pfeifer professzor első munkatársaiul már nem kezdő embereket választott.

Vidor Pállal már egy évtizede együtt dolgozott a Műegyetemen, elismerten jó hírű vegyész volt már ekkor, és meg kell jegyezni, hogy az egyetemről távozásának okai a professzorához hasonlóan társadalmiak voltak.

Selényi Pál a Tudományegyetem Fizikai Intézetében Eötvös mellett betöltött tanársági munkaköréből jött az Izzóba. Szintén a politikai helyzet ajándékozta meg az ipari kutatást és a gyártást ezzel a nagy tudású fizikussal. Komoly eredményeket tudott már a háta mögött a kísérleti fizika területén. A fény hullámtermészetét igazoló kísérletei máig is fundamentális jelentőségűek. Saját vágyai az egyetemen, a tudományos kutatás mellett tartották volna, de a húszas évek ellenforradalmi légkörében ettől meg kellett válnia, hiszen ő éppen a Kommün megbízásából volt a tanszék vezetője a Tanácsköztársaság idején. Az ipari kutatásba való bekapcsolódás alacsonyabb rendű munkakört, a tudományos karrier kettőtörését jelentette – különösen a kívülállók szerint. Selényi belevetette magát a munkába, és megmutatta, hogy az ipari kutatás területén is lehet jelentős alkotótevékenységet kifejtteni.

*Egészen pontosan: Az angol és francia nyelvterületen elterjedt *tungsten* szó a kalciumvolfrámról származik, svéd *Tung Sten* (am. nehéz kő) szóra vezethető vissza. – A Szerk.

Sematikus hős-avatás volna azt állítani, hogy Selényi számára nem volt keserű dolog az egyetemi munkáról lemondani, de megtalálta az új helyzetben is a helyét. Évek múltán egész világosan foglalja össze a kétféle kutatómunka közti különbséget és a kettő kapcsolatát: „A tudományos kutatás célja új természeti jelenségek vagy ismeretes jelenségek közötti kapcsolatok, természeti törvények, vagy ha úgy tetszik, természeti igazságok felismerése. Az ipari kutatás célja gyártási eljárások tökéletesítése, új gyártási eljárások kidolgozása, új ipari termékek, vagy mondjuk röviden: új ipari találmányok létrehozása. Ez előbbit végzi a tudós tisztán eszményi, az utóbbit a feltaláló tisztán gyakorlati célokért. A valóságban azonban ez az éles elválasztás nemcsak, hogy nem áll fenn, hanem annál inkább elmosódik, minél közelebb kerülünk a dolgot szemügyre. Elsősorban is köztudomású, hogy a tudománynak önmagától is megvan az a belső tulajdonsága, hogy előbb-utóbb technika, vagyis találmány legyen belőle, és az ipari kutató alapján véve nem is tesz mást, mint hogy ezt a folyamatot igyekszik meggyorsítani.”

Ilyen megfontolás alapján igyekezett alkalmazkodni az ipari kutatás követelményeihez, és tudjuk, hogy 20 éves ilyen természetű munkássága nem kis nyeresége volt a magyar vákuumtechnikai iparnak. Állásfoglalását pedig azért idézem itt, mert általánosságban véve is jó meghatározása az ipari kutatómunka jellegét, és nem csak Selényi Pál egyéni véleményét, hanem az egész Kutató mentalitását is tükrözi.

De tudni kell és el kell ismerni azt is, hogy a másik oldalról a gyár vezetősége igen nagy szabadságot biztosított kutatóinak, megkövetelte, hogy időnként eredményeket mutassanak fel, mégpedig olyan eredményeket is, amelyek a gyárnak gazdasági hasznot hajtanak, és ezen túlmenően nemcsak elnézte, de támogatta is kutatói munkáját olyan területeken, amelynek nem volt közvetlen kapcsolata a gyártás profiljával. Ha ehhez még hozzátesszük, hogy a Horthy-Magyarországon az egyetemi intézetekben a személyzet száma, a munkanélküli diplomások számai ellenére is olyan alacsony volt, hogy az oktatómunkán túl kutatótevékenységre ott idő nem jutott, akkor válik világossá, hogy miként történhetett meg, hogy egy gyári, ipari kutatólaboratórium egyben a magyar fizikai kutatás csomópontja is lett. Mert a Tungstram Laboratórium az idők folyamán azzá vált. Nagy szerepe volt ebben a harmadik alapító tagnak, Bródy Imrének is. Ő Göttingá-

ból, Bohr professzor mellett végzett elméleti fizikai kutatómunkából jött az Egyesült Izzóba, és a kutatógárdának mindvégig egyik legkiemelkedőbb alakja volt.

Ez a Pfeifer professzor vezérlete alatt egyesült gárda jelentette a magot, melyből a nagy hírű Tungstram Kutató Laboratórium kifejlődött; az ő tudományos felkészültségük, emberi nagyságuk formálta azt a légkört, melyben a tehetséges fiatalok alkotó munkássága kibontakozott.

Mert hamarosan fiatalokkal bővült ki a kutatócsoport. Ezeknek a fiataloknak a kiválasztásában nem kevésbé kényszerűen figyeltek a kimagasló tehetségre és a készségre, hogy a fiatal mérnökök a Kutató munkájába témakör és szellem tekintetében jól bekapcsolódjanak.

Így lettek a Kutató tagjai Szász Tibor, Tury Pál, Tarján Imre, Patai Imre és Miller Tivadar. Nem kis megtiszteltetés volt ez, és mint anyagi karrier is sokat jelentett. Az értelmiségi munkanélküliség idején egy pusztán fix állás is csak a kiváltságosak része lehetett. Az Izzó mérnökévé válni pedig többet jelentett, mint egy átlagos állást elnyerni. A kutatók kezdő fizetése 160-200 pengő havi fix között ingadozott, ami még az üzemben szokásos kezdő fizetésnél is 10-20 százalékkal magasabb. A gyakorlott kutatók fizetése azonban hamar emelkedett és elérhette a 4-5-6 vagy esetleg a 800 pengőt is. Összehasonlításként talán jó megemlíteni, hogy 1931-ben az üzemi konyhán a négyfogásos ebéd ára 0,64 fillér, a háromfogásos pedig 0,42. A havi 200 fix akkoriban a megénekelte vágyak közé tartozott. De a Kutató tagjainak lenni az összes anyagi és szociális előnyökön kívül még igen nagy szakmai elismerést is jelentett.

Az első időben a feladatok az izzólámpagyártás tökéletesítése körül sűrűsödtek. A végzett munkáról a belső jelentések alapján majd számot adunk. Érdekes azonban, hogy ezek a saját, illetve gyári használatra készült jelentések többnyire német nyelvűek. Ennek az a magyarázata, hogy a gyárnak hosszú ideig voltak német-ajkú igazgatói, és így a gyáron belül a német mintegy hivatalos nyelvként szerepelt. Így volt ez egészen a harmincas évek közepéig, amikor azután Aschner elrendelte, hogy a belső jelentéseket magyarul kell írni.

A kutatógárda összetételét nézve látható, hogy az Egyesült Izzó Kutató Laboratóriuma szolgáltatta az első és hosszú időnkig hazánkban követés nélkül maradt példát arra, hogy az ipari kutatásba fizikusokat is kell bevonni. Kétségtávol, hogy kísérleti fejlesztési, vagy ha úgy tetszik, kutatómunka folyt más magyar gyárakban is.

Így például elsősorban a gyógyszer- és textiliparban, de a gép- és elektromos iparban is. Az utóbbit természetesen főleg gépész- és elektromérnökök végezték, míg az előbbi vegyészek. A Kutató megalakulása előtt a kísérleti munka terhe az Izzóban is vegyészekre nehezedett, különösen akkor, amikor a volfrámszálat még paszta-eljárással készítették.

A Laboratórium megalakulásakor azonban már világos volt, hogy a vákuumtechnikai iparban szükség van a fizika aktuális eredményeinek alkalmazására is. Tehát itt nem lehetett az évszázados ipari tapasztalatokból megélni, melyek az apáról fiúra szálló mesterségbeli szaktudástól a kézműiparon keresztül megőrződtek és fejlődtek a modern nagyiparig. Itt szükség volt a legújabb laboratóriumi kísérletek és ismeretek átvételére és továbbfejlesztésére, közvetlen ipari alkalmazására. Hogy Pfeifer professzor ezt tudatosan látta, azt bizonyítja egy napilapunkban megjelent cikkéből vett következő idézet: „A matematikával és fizikával való telítés javára vált a kémia, mert az a sok részt gyakorlati tudomány szabadságát jelentékenyen fokozta.” Ilyen megfontolás alapján kerestek az új ipari Kutató Laboratórium számára elméleti tudású embereket és a tudományos kutatás terén gyakorlattal rendelkező fizikusokat is.

A jó kollektíva nagyon hamar kialakult. A Kutató, melynek szervezetéhez természetesen nemcsak a már felsorolt mérnökök és fizikusok tartoztak, hanem még technikusok, laboránsok és tisztviselők csoportja is, egy nagy családra emlékeztetett. A jó hangulat talán elsősorban a „családfő”, a Prof érdeme. Emberi nagyságának számos emléke maradt fenn írott dokumentumok és hálás emberek emlékezetében. Mint általában a jó főnökök, igen szigorú volt. Megkövetelte a rendet, a fegyelmet, a kényszerű tisztságot. Azonban magát sem tekintette kivételnek. Minden reggel elsőnek érkezett a Kutatóba, és jókor munkához látott, még a fizikai dolgozók előtt, akiket a tisztviselők már csak egy óra múlva követtek. A Prof naponta minden helyiséget végigjárt, és behatóan érdeklődött a munka állása, eredményei és nehézségei iránt. Látogatásai sokszor túllépték a tisztán tudományos számonkérés kereteit. Mindenkihez volt kedves szava, érdeklődése kiterjedt a dolgozók személyére, magánéletére is, és nem egyszer megesett, hogy egy-egy szomorú tekintet, kísért szem láttán a fájdalom oka iránt kezdett érdeklődni. Vigasza mindig a konkrét segítségre is kiterjedt, és miután jó módú ember volt, segítsége tudott bőkezű is lenni.

Szívesen vendégelte meg munkatársait baráti körben is a professzor. Ezekben a vidám esteken a Megyeri-csárdában, vagy később az Izzó üdülőtelepén még tovább mélyültek azok a személyes jó barátságok, melyek a napi munka közben a kutatók között kialakultak. Tudunk több esetről, hogy rokon témán dolgozó kutatópartnereket a magánéletükre is kiterjedő, meleg barátság szálai fűztek egymáshoz. Voltak persze irigységek is, riválisok is akadtak, és az általános jó légkörben ez nem éleződhetett ki. Bár a legényemberek társasága, a „tízes csoport” hétvégeken külön mulatságokat rendezett, a szoros emberi kapcsolatok sorában a Kutatón belül később néhány házasság is született, ami persze szintén növelte az együttes összetartását.

Kedves, baráti együttlét volt a mindennapi ebéd is, amit néhányan áthoztak maguknak a kultúrházból a kutatóépületbe, és ott közösen fogyasztottak el. Ez persze igen jó alkalom volt a szakmai tájékozódásra is, hiszen itt egyszerre voltak jelen különböző érdeklődésű szakemberek.

A család hétköznapijainak sorába néha ünnepek is iktatódtak. Ilyen volt például Pfeifer professzor 60. születésnapja is. A Chemische Rundschaunak, mely a megtévesztő német név ellenére a Magyar Chemikusok Egyesületének volt a hivatalos lapja, ebből az alkalomból külön jubileumi szám jelent meg. Tartalmához minden kutató hozzájárult valamivel a maga témaköréből. Talán jó képet ad az 1927-es kutatógárdáról és az őket foglalkoztató témákról az ünnepi szám cikkeinek jegyzéke:

- dr. Vidor Pál: Pfeifer Ignác 60. születésnapján;
- Bródy Imre és Millner T.: A szén párologáshőjéről;
- Czukor Károly: A magnézium gázelnyelő hatásáról;
- dr. Knapp O.: Újabb nézetek az üveg szerkezetéről;
- dr. Márton L. és Rostás R.: Fotocellák elektrolitikus előállítás és azok gyakorlati alkalmazása;
- Pillitz Dezső: Vasat és alumíniumot tartalmazó vizcek vizsgálata;
- dr. Pollányi Mihály: Fali reakciók elméletéhez;
- dr. Selényi Pál: Az üveg elektrolitikus vezetésével kapcsolatos vizsgálatok légűjás, fémszálas izzólámpákban;
- Szász Tibor: Újabb előhaladás a kis specifikus fogyasztású izzólámpák gyártásában;
- Tarján Imre és Turay Pál: Egyetlen kristályból álló volfrámrudak előállítása volfrámporból.

1932. szeptember 30-át, a Prof 65. születésnapját nagy vacsorával is megünnepelelték. Ebből az alkalomból csoportkép is készült a Kutató dolgozóiról. A jó hangulatra jellemző, hogy ennek a felvételnek karikatúra változata is elkészült. Székely Endre, a Prof titkára kívágta a csoportképről az egyes fejeket és felragasztotta egy rajzlapra, ahol a kutatóegyüttes egy osztály nebulóinak alakzatát veszi fel. A padban ülnek, illetve többé-kevésbé rendetlenked-

nek és figyelik a katedrán álló Proft, aki éppen egyik társukat leckézteti. Ez a rajz különösen Selényi Pál munkája, bár ő a szerzőséget soha nem ismerte el. Ő alkotta ugyanakkor azokat a kis névkártyákat is, melyek a New York étteremben az ünnepi asztalnál az egyes dolgozók helyét kijelölték, és amelyeken a karikatúra mellett kis versek is állt.

A csoportképről jól leolvasható az is, hogy milyen arány alakult ki a kutató és az őket munkájukban segítő dolgozók között. Hangsúlyozott elv volt, hogy annyi laboráns és műszerészt kell alkalmazni, hogy a mérnökök idejét maximálisan ki lehessen használni intellektuális vonatkozásban.

Ezzel azonban már elébe vágtam az eseményeknek. Közben a kutatás szempontjából fontos dolgok történtek, és inkább ezekre térek rá.

Megépül az új „Kutató”

A fejlődő Laboratórium kinőtte első, szegény otthonát. Ezért hamarosan elkészült egy új épület a gyár szívében, mely már csak méreteiben is méltóbb volt ahhoz a komoly munkához, mely a Kutatóban folyt. Az építkezés során nehézségekkel is kerültek szembe: a már majdnem kész épület folyosói beszakadással fenyegettek, mert a laza, hulladékkal feltöltött altalajon a kétemeletes épület saját súlya alatt megröppant. Lévé, hogy az építkezési vállalkozó közeli kapcsolatban állt a vezérigazgatóval – Aschner öccse volt –, különösebb vita ebből nem származott, a hibát hamarosan kijavították, és 1930 elején a kutatóhelyiségeket átadták nemes rendeltetésüknek.

Az akkori követelményekhez képest igen korszerű laboratóriumi épület volt ez. A kutatóknak és a kisegítő személyzetnek jó és kényelmes munkalehetőséget biztosítottak itt. Tiszta, kókusz szőnyegekkel borított lépcsőháza és folyosói pedig már a belépés pillanatában kellemes, jó benyomást gyakoroltak a belépőre.

Tekintélyes összegbe került az új épület, de a Kutató fenntartása is az Izzónak. Megmaradt költségvetési adatok szerint ebben az időszakban, a harmincas évek elején fenntartási és beruházási célokra (a személyi kiadásokon kívül) 15 000 pengőt irányoztak elő. Ebből akkor még meg is tudtak takarítani, de a mind nagyobb kutatóprogrammal együtt a költségvetési összeg is rohamosan emelkedik, és 1937-re már 70 000 pengő körül járt, a háború éveiben pedig már százazrekre rúg.

Miért áldozott kutatómunkára ilyen összegeket a gyár? Bródy György 1936-ban így válaszolja meg ezt a kérdést: a gyárak

„nem emberszeretetből adták a sok pénzt a kutatólaboratóriumok fenntartására, hanem azért áldoztak, hogy egy jól bevált találmány a befektetett tőkét és annak jól megszámított kamatait behozza.” És hogy a Tungsram Laboratórium mennyire felelt meg ennek a követelménynek, azt Osztrovszky György akadémikus 1955-ben, az I. Híradástechnikai Konferencián mondott megnyitójában a következőképpen jellemzi: „Nagy híradástechnikai gyáraink külföldi érdekeltségek kezében voltak: ennek következtében a gyártás külföldi dokumentáció alapján történt. Volt azonban kivétel is: az Egyesült Izzó keretében történő önálló fejlesztés. Ennek köszönhető, hogy gyártmányai felvették a versenyt az egész világ legfejlettebb ipari országainak gyártmányaival.”

A Kutató tudományos dolgozói, vezetői mindig így tekintettek munkájukra, ilyen felelősséggel végezték: biztosítani a gyár önállóságát, gyártmányainak korszerűségét, és büszkén nézhettek munkájukra, elvégezték a rájuk bízottakat.

A kapitalista Aschner Lipót még más szempontból is sokra értékelte az „ő Kutatóját”. Mivel tudta, hogy az önálló fejlesztés ellenére is még mindig sok pénzt kell kifizetni idegen szabadalmak használatáért, ezt a másik szempontot talán előtérbe is helyezte. Ő a Kutató pusztá létének propagandahatását is nagyra becsülte. Mondják, hogy egyszer a következő hasonlatot mondta: „a Kutató nekem ugyanolyan propagandaeszköz, mint a cipőpasztagyárnak a magasba emelkedő repülőgép, mely az esti égen részleteiben villantja fel a Schmolli-paszta reklámot.” Az ő programja az volt, hogy az Izzónak nemzetközi méretekben súlyt szerezzen, és ehhez szükséges volt, hogy külföldi tárgyalásokon büszkén mondhasa „az én Kutatóintézetem”, „az én professzorom”. Hogy számítása nem csalta meg, annak legjobb bizonyítéka, hogy 1931-ben a nemzetközi kartell vezetését is kezébe vehette Aschner.

A nemzetközi kapcsolatok a gyárnak jó exportlehetőségeket biztosítottak, amihez persze jó minőségű áru kellett. Ennek biztosítása a Kutatóra hárult, de a kartell keretén belül a kutatóknak sok tanulmányútra nyílt lehetőségük. Ki is használták az alkalmakat, és minden évben néhányan ellátogattak az Osram- vagy Philips-gyárba, a Company des Lamps telepre, vagy a többi tag gyárának egyikébe. Az újtjelentések mutatják, hogy mennyi tapasztalatot gyűjtöttek, mennyit tanultak ezeken az utakon. A nagy költségbefektetéssel megépült nagyobb épület további fejlődés lehetőségét

nyitotta meg. A személyi állomány már az új épület felavatása előtt kibővült néhány kutatóval, Czukor Károly, Szigeti György, Winter Ernő, Theisz Emil, Vészi Gábor és Neumann Mihály ezekben az években indulnak el azon az úton, melynek során eredményes munkásságukkal beírták nevüket a magyar műszaki tudomány történetébe.

Az érdeklődés középpontjában az első időkben az izzólámpa állott. Emellett azonban már korszerűbb témákra is szenteltek időt. Elektroncsövekkel, glimmlámpákkal, gázkisülésekkel kapcsolatos kutatás már korán megindul. Ezek közül az elektroncső-fejlesztés annyira új problémákat vet fel, az eddiektől eltérő gondolkodásmódot és mérési módszereket kíván, hogy erősebb munkamegosztásra van szükség. Így 1930-ban az épület második emeletén megkezdik működését az Elektroncső Laboratórium. Ez a Kutató keretén belül igen nagy önállóságot élvez, a vezetését Winter Ernőre bízzák, akinek érdeklődése már régebben az elektroncsövek irányába mutat.

A bővebb helyen szép, nagy könyvtárat is be lehet rendezni. Ennek eleinte Bródy Imre a vezetője, és bár a munka zömét később átveszik tőle mások, a szellemi irányítás végig az ő kezében marad. A könyvállomány mellett sok a folyóirat, több mint 70-et fizetnek elő. Ezeket a kutatók rendszeresen referálják. Érdekes, hogy már 1938-ban járatták a *Physikalische Zeitschrift von Sovietunion*-t. Talán a szovjet tudomány ismerete is segítette a Tungsram Kutató dolgozóit, hogy a háború miatt ne üljének fel a fasiszta propagandának? Bizonyosan.

A könyvtár nemcsak a kutatók használatára volt rendelve, hanem egyben az egész gyár műszaki könyvtára is volt. Ez a hely volt a Kutató és a gyár többi mérnökei közti érintkezés csomópontja. Ez az érintkezés igen eleven volt. Gyakran az újonnan felvett mérnökök, mielőtt a termelésben feladatot kaptak volna, a Kutatóban tanultak valamelyik tudós mellett. Sokszor egy-egy probléma megoldásának az idejére valamelyik gyári mérnök beköltözött a Kutatóba, és ott annak dolgozóival együtt keresték a megoldást a gyártási problémára. Ez a jövés-menés igen termékeny volt a gyártásra is, hiszen ilyen módon sok új tudományos eredményt vittek ki az üzemből, rövid úton.

Az Egyesült Izzó kutatógárdájának a hatása azonban túlnyúlik a gyártelep határain. Pfeifer a Magyar Chenikusok Egyesületének ügyvezető elnöke, Vidor Pál, majd Pillitz Dezső tölti be a főtitkári tiszte-

mellette. Az egyesület folyóiratának szerkesztésében, előadások tartásában a Kutató dolgozói jelentős részt vállaltak. Mások, különösen később, az Elektrotechnikai Egyesületben működnek, és így hatásuk az egész magyar műszaki és tudományos életre kiterjed.

A Laboratórium eredményeinek és általában a világítástechnika vívmányainak fő népszerűsítője Pillitz Dezső. Ő az Izzóban viselt állásán kívül a Világítástechnikai Állomás vezetését is végzi. Ez hivatalos fővárosi szerv, mely az Eötvös u. 11/a alatt székel. Itt rendszeresen folynak előadások és előadássorozatok, melyeket többek között a gyár mérnökei és kutatói tartanak. Az előre megszervezett ismeretterjesztő munkán kívül állandó tanácsadó szolgálatot tartottak fenn, és a hozzájuk fordulóknak korszerű világítástechnikai megoldásokat tervezésében és kivitelezésében segítséget nyújtottak. Pillitz hihetetlen mennyiségű népszerűsítő munkát végzett a világítástechnika területén. Jóformán alig van olyan alkalmazási területe a villamos világításnak, melyről 17 kis füzetének egyikében ne írt volna. Komoly tudományos alapokon, népszerű hangon ír az ipari, sport, közúti világítás mellett a mesterséges fény hatásáról a növénytermesztésben (eredményes kutatásait jól dokumentálja, hogy évek múlva karácsonykor saját természetű, „villanyfényen nőtt” földieperrel kedveskedik feletteseinek), de népszerűsíti a gyár és a Kutató tudományos eredményeit is.

Pillitz Dezső tulajdonképpen nem tartozik a Kutató állományába, ő a kémiai minőségi ellenőrzés vezetője, mely azután a Laboratórium épületében kap helyet és a professzor ellenőrzése alá tartozik. Az itt végzett rendszeres ellenőrző és összehasonlító vizsgálatok biztosították, hogy a Tungsram-védjegyű lámpák minőség tekintetében ne maradjanak el a nemzetközi színvonaltól. A „társbérlő” minőségi ellenőrzés vegyészei, Pillitz Dezső és dr. Krassó Tibor annyira hozzátartoztak a Kutatóhoz, hogy annak történetében nekik is méltó helyet kell biztosítani.

A Laboratórium épületében gyakran fordulnak meg vendégek is. Ezek közül többen szakértőként, Aschner hívására érkeznek, hogy valamilyen munkaterületen tanácsokat adjanak.

A berlini, majd manchesteri professzor Polányi Mihály látogatásai rendszeresek voltak. Neumann János szintén szakértője volt a Kutatónak. A bécsi Salpéter és a berlini Bruno Lange professzorral egy-egy kérdésben szoros együttműködés alakul ki. Gábor Dénes 1933-ban hosszabb ideig dol-

gozott a Kutatóban, hogy néhány eredeti világítástechnikai ötletét szabadalomkész állapotba hozza. 1938-ban R.W. Pohl, majd Zworikyn nézi meg az Intézetet.

Rendszeres látogató a technikai érdeklődésű József főherceg is. ... Pfeifernek nagy tisztelője, és tanácsát gyakran kikéri. Pfeifer és a kutatók különösen nagy ügyet látogatásaiból nem csináltak. Tudomásul vették, hogy érdekli a technika, és kutatásaiban segítségére voltak.

Annak idején, az új épületbe való költözéssel új szokások bevezetése is járt. A nagyobb rendszeresség kedvéért 1930. február 1-jén megtartották az első kutatói konferenciát, melyen a Prof elnökletével dr. Selényi Pál, dr. Bródy Imre, Szigeti György, Frommer József, Millner Tivadar, Theisz Emil, Tury Pál, Szász Tibor, dr. Czukor Károly, Winter Ernő, Pillitz Dezső, Mende László és Bródy György vesznek részt a jegyzőkönyv tanúsága szerint. Elhatározzák, hogy ettől kezdve hetenként lesznek hasonló konferenciák. Hat hétig tart is ez a rendszer, azután azonban az ülések el-elmaradoznak, és végül ismét a spontán megbeszélések és olykor összehívott konferenciák irányítják a munkát. A spontán megbeszéléseknek nem maradt persze írásos nyoma, Csak tudjuk, hogy egy-egy érdekesebb folyóirat szám, közlemény megjelenésekor hamar összegyűltek a kutatók egyik vagy másik szobában és megbeszélték az új eredményeket és esetleges ezzel kapcsolatos saját kísérleteiket. A hat hivatalos konferenciának, melyet a műfaj kialakításáig tartottak, jegyzőkönyve is fennmaradt, és ezek nagyon érdekes adatokkal szolgálnak a Kutató szellemét illetően.

A legérdekesebb, hogy a Laboratórium munkáját, a témák választását és az egyes kutatók gondolkodását mennyire a szabadalmi helyzet irányítja. Az Izzó szabadalmi irodája szorosan a Kutató szervezetéhez tartozott, ezért látjuk ott Mende Lászlónak, a szabadalmi ügyek intézőjének nevét a Kutató konferenciákon résztvevők között. A kapitalista iparpolitikának egy országon belül és nemzetközi méretekben is egyik legfontosabb alaptörvénye a szabadalmi jog. Ennek paragrafusai között az embernek kiismerni magát és az általa nyújtott lehetőségeket optimálisan kihasználni nem is volt olyan egyszerű dolog. De a kapitalista számára létkérdés volt, hogy mestere legyen a szabadalmi kérdéseknek. Így tudta gyártmányait tökéletesíteni, a piacon keresetté tenni, de a konkurenciával szemben is védeni magát. A szabadalom érvényességének időtartama ez biztosította a vállalat számára,

hogy egy bizonyos gyártmányt csak ő viszi a piacra, és főleg, hogy más nem vihet! Ha tehát valakinek sok jól megalapozott szabadalma volt, ez tőkét jelentett. Ha a szabadalmak folytonosan követték egymást, mindig jobb és jobb minőségű, új áru fajták eladásában biztosítva az egyeduralmat a vállalatnak, akkor ez a tőke bőséges profitot hozott. Aschner Lipót jó kapitalista vonásaihoz az is hozzátartozott, hogy a szabadalmi manipulációknak bajnoka volt.

Ezek után érthető, hogy a kutatók felé is legfőbb követelményként hangsúlyozták az ilyen irányú munkát. A Kutatóba felvett mérnökök és fizikusok szerződése fő helyen tartalmazta azt a megállapítást, hogy a kutatók kötelessége a rájuk bízott munkát olyan irányba terelni és olyan fokra fejleszteni, hogy abból szabadalmak születhessenek. A szabadalmat természetesen az Egyesült Izzó neve alatt kellett bejelenteni, és az ebből származó összes anyagi előnyök a vállalatot illették meg. Ez önmagában véve nem kedvező a kutatókra nézve, mégis igyekeztek minél több találmányt a szabadalmi irodának bejelentésre átadni, mert ezek szerezték meg számukra az erkölcsi megbecsülést munkaadójuknál. Az olyan mérnök, aki jól értette a szabadalmi politikát, sok külföldi kiküldetést is élvezhetett, mert a szabadalmat nem egyszer kellett idegenben szabadalmi bíróság előtt megvédeni, vagyis bebizonyítani, hogy a szóban forgó találmány valóban új, egyetlen már elfogadott szabadalomtól sem követhető. Ez a munka komoly tudományos felkészültséget is igényelt, hiszen rögtönözve, vagy esetleg néhány órá előtanulmány után kellett más szakemberek előtt egyértelműen és tudományos érvekkel bebizonyítani. Egy európai, vagy különösen tengerentúli útról megvédett szabadalommal visszatérni, ez komoly tróféának számított.

A szabadalmakkal való kereskedés persze a gyár gazdasági vezetőire, elsősorban Aschnerre tartozott. De az a tény, hogy a szabadalom a kapitalista gazdasági rendszerben szintén értékes portéka, adás-vételi cikk, magyarázatul szolgál arra is, hogy miért engedte a vállalat viszonylag szabadon választott témakörökben dolgozni kutatóit. Nem szívbéli jóságból. A gyárnak nem szükséges szabadalom ugyanis szintén hasznát hajtott, esetleg egyenértékű volt egy termékhez szükséges szabadalommal, mert arra megfelelő kerülrőn el lehetett cserélni. Ezért lehetett viszonylag szabadon megfogalmazni a kutatók feladatát: nem lényeges bizonyos határok között, hogy milyen témakörben, de időnként mutassanak fel kézzelfogható eredményeket.

Persze nem szabad abszolutizálni ezt a kérdést. A nem szabadalmaztatható tudományos eredményt is megbecsülték, hiszen ezek a Tungram Kutató jó hírét, presztízsét sokszor még szélesebb körök előtt emelték.

Másrészről a szabadalmak irányították a kutatómunkát, megszabták a témaválasztást. A szabadalmi iroda állandóan figyelemmel kísérte az új találmányokat, és a külföldi szabadalmi ügyvivők hálózata hasonló jelentésekkel szolgált. Innen derült fény az aktuális, a nagy világcégeknel is az érdeklődés középpontjában álló témákra, és innen jöttek azok az érvek is, melyek miatt más, kerülő megoldást kellett keresni egy-egy kérdésben, mert a már ismert, vagy a könnyebb út idegen tulajdonban lévő szabadalom védelme alatt állt.

Hogy milyen erős hatást gyakorolt a szabadalmi helyzet a Laboratórium és az egyes kutatók munkájára, sok példán lehetne szemléltetni, de talán legvilágosabban mutatja ezt Bródy Imre beszámolója az Izzó erőfeszítéseiről, melyeket az izzólámpa tökéletesítésére tett. Ezek az erőfeszítések vezettek a kriptónlámpa feltalálásához 1929-30-ban, ami talán az egész magyar műszaki tudomány egyik legszebb teljesítménye. De miért éppen ezekben az években volt szükséges foglalkozni – ahogy Bródy maga írja – „nemcsak a lépésről lépésre haladó tökéletesítés módszereivel, hanem mélyreható, valódi feltaláló tevékenységgel is?” Mert ezekben az években jártak le azok az alapvető szabadalmak, melyek a nagy kartellbe tömörült gyárak előnyét a gyártmányok minősége terén biztosították. Tehát a szabadalmak lejártá követeli a megfeszített erővel végzett kutatást. Az eredményes munka után megnyugodva jelenti Bródy Imre: „komoly kilátásunk van az elektromos lámpa minőségének oly mérvű megjavítására, mely már lényeges fegyvert ad kezünkbe az outside-ekkel szemben.”

Egy olyan munka számára, mely híven szeretné demonstrálni a Kutató teljesítményét, a fenti tényből komoly következtetést kell levonni. Nem szabad csak a publikációkban keresni a végzett munka szumáját, mert azokból csak hiányos képzet lehet kapni. Igen sok munka és éppen a legjelentősebb eredmények éppen szabadalmi okokból nem kerültek közlésre, vagy csak nagy időközesséssel jutottak el odáig. A sok publikációt Aschner azért nem szerette, mert félt, hogy emberei széles körben ismertek lesznek, és esetleg kecsesgató ajándékkal a konkurencia elcsábítja őket tőle. Valószínűleg hasonló mentalitás húzódik meg a mögött is, hogy mindig szívesen al-

kalmaztak politikailag üldözött embereket, mert ezek a felkarolásért az Izzónak lekötelezettjei lettek, és mozgási lehetőségük különben is korlátozott volt. Visszatérve a végzett munka dokumentálásának kérdésére, azt kell szem előtt tartani, hogy csak a belső jelentések, a publikációk és a szabadalmak együttes áttekintése adhat teljes képet.

A Kutató fennállásának első másfél évtizede 1936-tal jár le. Pfeifer Ignác közben már 70. életéve felé közeledik, lassan utódjáról kell gondoskodni. Nem könnyű a választás, sok szempontot kell összeegyeztetni. Az Izzónak az egész ország gazdasági életében már olyan jelentős szerepe van, hogy ilyen döntő fontosságú személyváltást az állam is figyelemmel kísért. Végül Bay Zoltánnak, a Szegedi Tudományegyetem fizikaprofesszorának személyében találják meg az alkalmas új vezetőt. Ezzel azonban, ha nem is éles határral, de egy korszak zárul le a Kutató történetében. A kialakulás, a munkába lendülés korszaka ez, melynek jellegét egyrészt a két háború közötti békés fejlődés, másrészt Pfeifer professzor igen szimpatikus személye határozza meg.

Új vezető a Kutató élén

Egy intézmény történetének részekre tagolása mindig bizonyos fokig önkényes, nem annyira éles határpontok, mint inkább az áttekinthetőség praktikus szempontja teszi indokolttá.

Hogy a Kutató életében a beállott személyi változás zökkenőt ne okozzon, erről külön is gondoskodnak. Pfeifer professzor megint csak magas mércéjű erkölcsiségről, jó emberismeretről, nagy tapintatról tesz tanúságot, majdnem két évig még a Kutatóban marad, és fokozatosan adja át a vezetést utódjának, míg maga mindinkább háttérbe vonul. Az Egyesült Izzó és Villamosági Rt.-nek továbbra is igazgatósági tagja, úgyhogy a kapcsolatok teljes megszakadása csak a negyvenes évek végén, halálával következik be.

Bay Zoltán 1936. július 1-jén lép a Kutató állományába. Nem könnyű a feladata, olyan népszerű, humánumban olyan nagyszerű embert kell helyettesítenie, mint Pfeifer Ignác. Bay ekkor 36 éves, de már hat évi szegedi egyetemi tanárság tapasztalata van mögötte. Úgy tartják számon, mint a fiatal magyar fizikusgeneráció egyik letehetségesebb tagját. Ifjúsága igen küzdelmes, nélkülözésekkel terhes, ami emberi jellemén mély nyomokat hagy hátra. Feltétlenül korrekt ember, azonban erősen keresi a kárpótlást a tanári oklevélhez és a bölcsészdoktori címhez vezető ne-

héz útért. Tehetsége, páratlan logikus gondolkodásmódja gyors felemelkedést biztosít számára. Az Izzóban tudják, hogy az egyetemi tanárság erkölcsileg, rangban többet jelent, mint egy ipari kutatólaboratórium vezetőjének lenni, és ehhez mérik a Szegedre küldött meghívás ígéreteit. Fizetés tekintetében a kapitalista nagyvállalat könnyen túl tudja lícitálni az egyetemi tanár munkaadóját, az államot. Azonban tudják, hogy a tudósnál nem minden a pénz. Ezért a Kutató két szobáját, megfelelő segítőket és anyagiakat rendelkezésére bocsátanak, hogy saját atomfizikai érdeklődésének megfelelő kutatómunkát végezhessen. Két tanársegédjét, Horváth Antalt és Szepesi Zoltánt magával hozza Szegedről az Izzóba, és elsősorban ők vannak segítségére a munkában. 1938 szeptemberében teljesen kárpótolja az Izzó Bay Zoltánt az elhagyott szegedi tanszékért, amikor egy 300 000 pengős alapítvánnyal a Műegyetemen atomfizikai tanszékét létesít, kifejezetten saját laboratóriumvezetője számára. A „personal unio” sok hasznot, együttműködési lehetőséget jelentett, de egyben Bay Zoltán idejének és energiájának egy részét el is vonta a Kutatótól.

Pedig ekkor már a Kutatón belül is igen széleskörű és erősen differenciált munka folyik. 1937 óta az Elektroncső Laboratórium mellett még egy többé-kevésbé önálló részleg működik: a Czukor Károly vezette Televíziós Laboratórium. Ennek már nem is jut hely az épületben, a szomszédos víztoronyban kap két szobát. Egy ebből az időből megmaradt diagram mutatja a Kutatót foglalkoztató témákat és a munkamegosztást.* Az élő kortársak elbeszélése nyomán ez az ábra meglevőnek. Látni, hogy bár nagyvonalakban jól mutatja a kutatás szervezetét, mégis az általa mutatott kép sokkal merevebb a valóságosnál. A munkakörök nem válnak ennyire szét, sokkal több az átfedés, az együttműködés. A vonalas rajz felső sorában elhelyezkedő négyszögek a már klasszikussá vált kutatási területet ábrázolják, míg az alsó négyszögek az új, modern témaköröket mutatják. A felső sor *special research* felirata az egyedüli, ami talán magyarázatra szorul: ez Bay magánérdeklődési körébe vágó kutatást jelöl, amiről már volt szó.

A gyár szervezeti felépítésében a Kutató közvetlenül a vezérigazgató, Aschner Lipót fennhatósága alá tartozik. Minden lényeges kérdésben, elsősorban a költségvetésre vonatkozóakban, hozzá kell fordulni jóváhagyásért, és a kutatás eredményeit ugyancsak neki kell jelenteni.

Nehéz évek

A szépen kifejlődött szervezet, a sok ágú, egyre inkább a modern fizikai irányba terelődő munka ellenére, elsősorban külső okokból nehéz esztendőket következnek a Kutatóra. Az egész ország számára nehéz esztendőket voltak a háborús készülődés, a fasiszálódás és a háború évei. Az Izzó és a Kutató tragédiája az egész ország tragédiájának része volt.

Selényi Pál nyugdíjazása 1939 végén volt a rossz előjelek közül az első. Munkaerőjének teljében volt még, mikor politikai, faji okokból ismét kizökkentették ezt a nagy tudású fizikust megszokott munkamenetéből. Sajnos a *numerus clausus* következtében többeknek követnie kell őt ezen az úton.

A háborúval járó létbizonytalanság nem kedvez a kutatómunkának. Az Izzó igyekszik dolgozóinak segítséget nyújtani, de hiába a zsírigénylések gyűjtése, a jegyellátás, a háború általános leromlást, életszínvonal-csökkenést hoz, és a munkakedv is minimumra süllyed.

Az Izzó hadiüzem lesz. Bay Zoltán maga is tagja a Honvédelmi Minisztérium fennhatósága alá tartozó Műszaki Hadi Tanácsnak, és ezen keresztül a Kutató is sok katonai megbízást kap.

A régi meleg, családias közösségnek nyoma sincs. A körözwények hangja egyre szigorúbb, katonás, majdnem hogy goromba. 1943-ban megjelenik a leveleken a „Szebb jövőt!” köszöntés, egyre jobban kiélezik a faji kérdést, már 1942-ben is csak a származás igazolása után vesznek fel új alkalmazottat, még kiegészítő állásba is.

A Kutató sok régi tagja zsidó származású. Bay professzor és az Izzó vezetősége igyekszik sok mindent megtenni mentésükre. Bay is haladó, baloldali, antifasiszta beállítottságú ember. Nem politikus, de régóta szimpatizált a népies, parasztpárti irányzattal. Neki is meggyőződése, hogy a kutatógárdát együtt kell tartani, mert a háború utáni kutatás ezen áll vagy bukik. Érvényesül a régi elv: anyagiakat, épületeket, pénzt lehet ismét szerezni, de az összeszokott, nagy tudású kutatókollektíva pótolhatatlan, hát mindenáron meg kell őrizni.

1942 nyarán mégis megérkezik az első behívók. Az Egyesült Izzó több mint 200 baloldali és zsidó származású mérnöke indul Tápiószőlőről különleges büntető munkaszázaddal a frontra. A keret megkapja a parancsot: a rájuk bízottak közül senki sem térhet élve vissza. És a Kutató veszteséglistáján megjelennek az első nevek. Grünwald Géza 1943 júliusában agyonlővik, Lukács Ernő néhány hónap múlva belehal

fagyási sebeibe, melyeket hiányos öltözkéiben szerzett az orosz téiben. Preisach Ferencet az első vonalba hajtják aknákat szedni, és felrobban. Selényi György, Glasner Imre, Gléziusz Tibor sem tér többé haza.

Itthon is egyre romlanak a viszonyok, a németek és magyar cinkosai már készítik tömegpusztító terveiket.

A Kutatón belüli baloldali, antifasiszta együttműködést alig bontja meg egy-egy disszonáns hang. A segítségnyújtásban, a menteni akarásban, a kollegiális összetartásban azonban ezek is vállalják a közösséget.

A gyárnak sikerül elérnie, hogy a Werkmacht számára nem kell szállítani felszerelést, de a magyar katonai hatóságoknak kell munkát végezni. Ezt az Izzó vezetősége szívesen veszi, mert ebben kivételes helyzet biztosításának lehetőségét látja. Sokan valóban felmentést kapnak a katonai szolgálat alól, de vannak, akik felmentés hiányában sem tesznek eleget a bevonulási parancsoknak. Ezek tovább dolgoznak, és ha jön az igazgató őrzője, elbújniuk a gyártelep valamelyik zugában. 1944-ben drámaivá válnak az események, elmondásuk szétfeszíti az objektív történeti beszámoló kereteit.

A zsidó származású kutatók gettóba kerülnek. Nagy eredmény például, mikor Bródy Imrénék és családjának tudományos munkásságára tekintettel egy külön kis kamrárt sikerül biztosítani. Hamarosan azonban a családokat is szétszakítják. A férfiakat a gyár területére hívják be munkaszolgálatra. Szokott munkahelyükön dolgoznak, a kultúrház fedett sportpályáján alszanak.

Ez nem tart soká. Az idegek már felmondják a szolgálatot. Bródy Imre július 3-án a deportálás hírére családjához siet, és együtt hurcolják őket a németországi Mühldorfba (nem jutott el, csak Sopronkőhidáig?), ahol sok más újpesztivel, izzóssal együtt a halál vár rájuk.

Amikor a gyárban lakó munkaszolgálatosokat is elviszik, Pillitz Dezső, Krassó Tibor, Mende László és még egy mérnök, ha csak passzívan is, de ellenállnak: elbújniuk a gyári szellőzőberendezésben. Hármukat ott kutatják fel, Krassó Tibort a ventilátor véresre zúzza, ott halt meg.

A gyár ismét megpróbál segíteni. Aschner Lipótot tőkés érdeklőségek jó pénzért kiváltják a németektől, és ő már rég Svájcban van, de utódai is vállalják ezt a harcot.

*A bevezetőben utaltunk már arra, hogy az eredeti írás mellékletei sajnos hiányoznak, így „A Kutató szervezetét ábrázoló diagram 1937-ből” címűt sem tudjuk bemutatni. – A Szerk.

A vagonokból emelnek ki és hoznak vissza négy embert a kutatók közül: Barta Istvánt, Dallos Györgyöt, Szigeti Györgyöt és Winter Ernőt. Ettől kezdve az újpesti munkásszázad tagjai, az Izzó tulajdonában lévő régi, Just-féle gyártelepen laknak, és onnan járnak be naponta dolgozni. Dolgozni! El lehet képzelni, hogy ebben a légkörben milyen alkotómunka folyt.

Mindennaposak az igazoltatások, házkutatások, zaklatások. Senkinek sincs nyugta, senkinek sincs biztonságban az élete. Az Izzót megbízhatatlan, baloldali fészkeként kezelik.

A radarkutató csoport a bombatámadások elől Nógrádverőcére költözik, és itt titokban folyik tovább a munka. Titokban már csak azért is, mert a katonai munkát már elszabotálják, és lassan átállnak a békés célú mikrohullámú kísérletek kidolgozására.

Dallos György tagja az ellenállási mozgalomnak, kapcsolatot teremt Bay és az ellenállók között, és tudatosan, a központi utasításoknak megfelelően folyik a szabotázs.

De a pusztításban még nincs megállás. Dallos Györgyöt feljelentésre letartóztatják, a haditörvényszék 15 évre ítéli, és Sopronkőhidára szállítják. – Bay Zoltán is megtapasztalja a Margit körüli vallatást és fogságot. Két nap után hazaengedik, Dallos a kínzás ellenére sem adta ki főnöke nevét. De ezentúl, ha jön az őrző, Bay is az óvóhelyre bújlik előlük.

A gyárat a németek le akarják szerelni. December 16-án érkezik a bénítási parancs, de a gyár igazgatója, Telegdy Árpád inkább saját szívét bénítja meg öngyilkossággal. Ekkor már egy ideje Bay Zoltán a gyár műszaki vezérigazgatója. A felelőség egy része tehát rajta van. A gyár gépeinek alkatrészeit a kőbányai sörpincékbe és ahová lehet, elrejtik. Már hallani a szovjet ágyúk hangját, még néhány hét ellenállás, és szabad lesz Újpest és a gyár!

Újrakezdés

A felszabadulás után hamar megindul a munka. A gyár területén és környékén nem volt harc. A szovjet gyárparancsnok kívánja a gyártás mielőbbi beindítását. A legtöbb gép hiányzik, de január 20-án már

megindul a munka a termelés újrafelvételéért.

A Kutató felszerelése is hiányos, elpusztult a könyvtár, de ami a legnagyobb veszteség: nem sikerült együtt tartani a kutatógárdát. Az említettek kivül Marton Mátyás, Pillitz Dezső, Terebesi Pál is elpusztult, többen átkerülnek a termelésbe a kiesett mérnökök helyébe.

Fiatalok lépnek az elpusztultak helyére, és újraindul a kutatómunka is. Egy ideig nagy a létszám, mert az Atomfizikai tanszék dolgozói is Újpestre járnak, míg az egyetem is meg nem nyitja kapuit.

A viszonyok normalizálódásakor érezni, hogy milyen nyomasztó a káderhiány. A Kutató tagjai részt vállalnak a pótlásra irányuló munkában. Valkó Iván Péter, Dallos András, Barta István a Műszaki főiskola keretében részt vesznek a híradástechnikai szakemberek képzésében.

De a munkából még további személyek is kiesnek. 1948 tavaszán disszidál Bay Zoltán, és néhány fiatal munkatársa követi őt.

A vezetést Szigeti György veszi át, majd nemsokára átszervezés történik, és 1950-ben az Egyesült Izzó Kutató Laboratóriuma mint ilyen befejezi működését.

Ez a befejezés nagyon szomorú lenne, mert hamarosan kiderült, hogy a Kutató utódja, a TKI (Távközlési Kutató Intézet) nem alkalmas a régi munka folytatására, az ipar követelményeinek megfelelő kutatás vitelére. 1953-ban néhány hónapra ismét az Izzóé lesz a Kutató, de azután kialakul a végleges forma: a vákuumtechnikai ipar kutatási feladatainak terhére egy új intézet, a HIKI (Híradástechnikai Ipari Kutató Intézet) veszi magára. Az Izzó területén ennek az intézetnek két laboratóriuma van: a régi Kutató épületében a mártírhaltalt halt fizikusról elnevezett Bródy Imre Laboratórium, és egy másik épületben az elektronikus laboratórium. Ezeket, különösen az előbbi, kell a régi Kutató jogutódjának tekinteni, mert helyiség, vezetők és feladatok tekintetében egyaránt annak örökébe léptek.

Az új intézetek sok nehézséggel küzdöttek, de ma már a megalakulásuk óta megtett, eredményekben nem szegény útra visszanevezve, optimalisták lehetünk.

A kutatás volumene hatalmasat nőtt. A TKI-t és a HIKI-t egyaránt számba véve, mondhatjuk, hogy megtízszereződött.

Fiatalkorú szakemberek generációja nőtt fel, akik lelkes alkotni akarással hajtják végre a kitűzött kutatási programokat.

A felsővezetésben is tisztázódott a kutatás nagy jelentősége, párt- és kormányhatározatok formájában a törvény erejével segítik a tudományos munkát. Országunkban így a kutatás már nem egy vállalat, hanem egy egész társadalom felemelkedésének ügye lett.

(Folytatás a HOLUX Hírek következő számában. – A Szerk.)

HOLUX Kft. 1135 Budapest, Béke u. 51-55.

HOLUX Központ és Mérnökiroda Tel.: (06 1) 450 2700 Fax: (06 1) 450 2710

HOLUX Vevőszolgálat Tel.: (06 1) 450 2727 Fax: (06 1) 450 2710

HOLUX Üzletház Tel.: (06 1) 450 2718 Fax: (06 1) 320 3258

HOLUX Fényszaküzlet Kőrmend Tel.: (06 94) 594 315 Fax: (06 94) 594 316

HOLUX Fényszaküzlet Nyíregyháza Tel.: (06 42) 438 345 Fax: (06 42) 596 479

HOLUX Fényszaküzlet Szeged Tel.: (06 62) 426 819 Fax: (06 62) 426 702

www.holux.hu www.fenyaruhaz.hu e-mail: hoso@holux.hu

Minőségirányítási
rendszer



A MEE Világítástechnikai Társaság
tagja



3 Az Egyesült Izzó Kutató Intézetének története

1921-1949, 2. rész

(Forrás: dr. Kardos Ferenc: Az Egyesült Izzó Kutató Laboratóriumának története, 1958. szept. 30.; Surguta László: A TUNGSRAM-márka története, 2007-2010)

dr. Kardos Ferenc: Az Egyesült Izzó Kutató Laboratóriumának története, folytatás

A Kutató tevékenysége a műszaki tudományok területén

A kísérleti, műszaki fejlesztési munka az újpesti gyártelepen jóval a Kutató megalakulása előtt indult. Még a szénszálás vákuumlámpák korában, a századforduló után kezdődtek meg azok, a lámpa minőségének javítását célzó munkálatok, melyeknek eredménye Just és Hanaman 1904-es 34.541 sz. magyar szabadalma a volfrám izzószál előállítására.* Ezzel a találmánnyal nagy lendületet adtak az izzó-lámpa-fejlesztés ügyének. A magyar kutatók munkájának az a nagy jelentősége, hogy utat mutattak a 3380 °C-on olvadó és kis göznyomású volfrám fém száanyagként való felhasználására.

Az addig használt szénszál olvadáspontja ugyan még magasabb (3523 °C), de erős párolgása a magas hőmérsékleten szükségessé tette, hogy a lámpában a szál ne izzon 1500-1600 °C felett. A szénszálás lámpa búrja még így is hamar feketedett az izzószálról elpárolgó szénatomok hatására, míg az elvékonyodó szál a lámpa korai halálát jelezte. A gazdaságosság és a kellemes fényösszetétel viszont azt kíváná, hogy az izzítás hőmérséklete minél magasabb, ideálisan 6000 °C körüli legyen. A mai izzó-lámpák volfrámspirálja 2700 °C-on világít; e felé jelentette dr. Just és Hanaman munkája az első lépést. Mások külföldön ozmiummal és tantállaal kísérleteztek, de az első volfrámszálak rögtön megmutatták, hogy ezé a fémé a jövő. Eljárásuk és az akkor gyártott lámpák még persze hosszú út előtt álltak, míg a mai fejlődési fokra eljutottak.

A volfrámszál előállítására a volfrám-oxid klorid gőzt tartalmazó hidrogén atmoszférában szénszálat izzítottak. Ekkor a következő kémiai reakció játszódik le: $WO_2Cl_2 + 2C + H_2 = 2HCl + 2CO + W$, vagyis helycserével kémiailag tiszta volfrámfém keletkezik (szubsztitúciós eljárás). Ez a volfrámszál rendkívül törekeny, belőle nagy elővigyázatossággal, darabonként gyártották a nagyvákuumba leszívott lámpákat. Erős légritkítást azért használtak, hogy a jelenlévő gáznyomok hővezetéssel ne vonjanak el energiát a száltól, és ezáltal ne romoljon a lámpa hatásfoka. Ezekben a lámpákban a volfrámszál 2000 °C-on

izzott, és ez a szénszálás lámpához képest 75% ökonómia javulást eredményezett.

Nem vitte előbbre a szálkészítést a tömeggyártás irányába az 1914-ben Fintsch által kidolgozott paszta eljárás sem. Ennél szerves anyagokkal pépessé gyúrt, 2% tórium-oxidot tartalmazó volfrámport kis lyukakon át fonallá sajtolják, majd 2000-2200 °C-on hőkezelésnek vetik alá. Ez az eljárás még mindig kis teljesítőképességű, drága, és a kapott fémzál törekeny, magas hőmérsékleten nem alaktartó.

A kísérletezések tovább folynak tehát, hogy az előnyös tulajdonságokkal rendelkező volfrám fémét nagyüzemi módon tudják előállítani. A század elején az Izzóban Helfgott Ármin vegyészmérnök vezeti a kísérleteket. Mielőtt valaki lebecsülően gondolna az akkori kutatás színvonalára, olvassa el Helfgott 1914-ben „az izzó-lámpák tudományos és technikai alapjairól” írt cikkét, és látni fogja, hogy ez a mérnök milyen magas színvonalon ismerte a fizika, köztük a fiatal kvantumelmélet eredményeit már akkor. A volfrám-előállítás forradalmi javítása terén azonban a siker az amerikai Coolidge munkáját koronázta. 1908-ban volfrámporból zsugorított, majd 1500 °C-on kovácsolt volfrámfémre alkalmazza a dróthúzás módszerét. 1911-től kezdve átveszik ezt a módszert az újpesti gyárban is. A bevezetés megint sok kísérleti munkát igényel, melyet ekkor Percel Aladár főmérnök vezet.

Az Egyesült Izzóban a kísérletek még 1913-ban megindulnak, és ennek eredményeképpen Percel Aladár, Helfgott Ármin és Hevesi Gyula néhány éven belül kidolgozzák a hazai gáztöltésű lámpák gyártási módszerét.

A gáztöltésű lámpákhoz szükséges volfrámspirálok előállítása közben felmerült nehézségek ismét a volfrám technológiai tulajdonságainak javítását sürgették. 1916-ban például már megpróbálkoztak a spirál ismételt feltekerésselével kettős spirált előállítani, de a volfrámdrót hajlékonysága miatt ez a kísérlet akkor még kudarcba fulladt. Csak 1927-30 között dolgozta ki az Egyesült Államokban a magyar származású Pácz Aladár a kedvezőbb mechanikai tulajdonságokkal rendelkező, magas hőmérsékleten is alaktartó volfrámszálak előállításának módszerét. Módszerének lényege, hogy a Coolidge-féle eljárás alapanyagául szolgáló fémport kb. 1% alkáli- és

Kedves Olvasó!

Az összeállításból érthető módon hiányoznak a benne szereplők további életútjáról szóló adatok. Nincs már HIKI és TKI sem, és az alap- és ipari kutatások témái is jelentősen megváltoztak azóta. Ugyanakkor sokunk számára, még ilyen formában is pótolhatatlan információul szolgálhat. Nem írtuk át a „jelen időben” (tehát 1958-ban!) fogalmazott utalásokat sem – erre gondolni kell a visszaemlékezés olvasásakor. – A Szerk.

kovasav tartalommal készíti el. Ebből az alapanyagból kedvező tulajdonságú drótot nyertek, bár az eljárást tiszta empiria-suggallta, és teljesen tisztázatlan volt és maradt még sokáig, hogy milyen mechanizmussal végzik a járulékos anyagok a minőségjavítást.

Ezen a fokon volt körülbelül az izzó-lámpagyártás, amikor 1922-ben a kísérleti munka határozott formát öltött az Egyesült Izzóban, és megkezdte működését a Kutató Laboratórium.

Korán kialakul az a nézet, hogy a kedvező mechanikai tulajdonságok a fém kristályszerkezetétől függenek. Magas hőmérsékleten a drót csak akkor alaktartó, ha egész keresztmetszetét hosszú, nagykristályok töltik ki. A kísérleti munka célja világos: az ilyen nagykristályos szerkezetű volfrámfém előállítása. Nehézzé teszi a kutatást, hogy a fém végső tulajdonságait igen sok tényező együttes hatása szabja meg. Ez azt jelenti, hogy a késztermék tulajdonságait igen sokféleképpen lehet befolyásolni, de azt is, hogy a sok kombinációs lehetőséget nehéz áttekinteni. Az üzemi, tömeggyártásbeli körülmények lényegesen bonyolultabbak, és kevésbé pontosan meghatározhatók, mint a laboratóriumiak. Ezért nehéz a laboratóriumi eredményeket az üzemben alkalmazni, ezért ezt a területet az empiria és az intuíció uralja.

Tury Pál és Tarján Imre széleskörű kémiai és metallurgiai vizsgálatokat folytatnak (1924-1930). Megállapítják, hogy bár a nagykristályos szerkezetű a kész lámpában, magas hőmérsékleten lezajlott újrakristályosodás után kell elérni, a kiinduló volfrámpor struktúrájának döntő fontossága van. Ezért a 20-as években használt kis ThO₂ tartalmú fémre kidolgozzák a redukciós eljárás olyan formáját, mely a megfelelő minőségű fémport adja.

*A történeti hűség kedvéért megismételjük az 1. részben már leírtakat: a vállalat a szabadalmi leírás megjelenésének napján, 1904. dec. 13-án vásárolta meg a Just Sándor és Hanaman Ferenc feltalálólóktól, a bécsi Technische Hochschule tanársegédeitől a volfrámszál izzó-lámpa kizárólagos gyártási és értékesítési jogát Ausztria-Magyarország területére, vállalva a tömeggyártás megindítását és a szabadalom további értékesítésében való részvételt. Az azonban tény, hogy a szabadalom ipari felhasználásának kidolgozása a két feltaláló közreműködésével már az Egyesült Izzó nevéhez fűződik, amit az izzó-lámpa történetével foglalkozó visszaemlékezésekben sokszor figyelmen kívül hagynak. – A Szerk.

Mivel a magas hőmérsékletű újrakristályosodás az első bekapcsoláskor következik be az izzólámpában, és mivel eközben a drót különösen könnyen áthajlik, Tury Pál javaslatára bevezetik az égők előzetes hőkezelését. Így ellenőrzött körülmények között zajlik le a kristályosodás, és az áthajlások száma lecsökken. Ezzel az eljárással az Izzó megelőzte a többi lámpagyártat.

A Laboratóriumban eközben a főkérdés, hogy vajon a megfelelő kristályszerkezet kialakulásában milyen szerepe van a jelenlévő adalékanyagoknak. Vajon tisztító hatásukkal javítják a fém technológiai tulajdonságait, vagy éppen mint szennyező anyagok működnek jótékonyan. Ez a probléma évtizedeken keresztül foglalkoztatja az újpesti volfrámkutatást.

Közben 1931-ben megszületik az a találmány, mely világviszonylatban is első helyre állítja a magyar volfrámgyártást. A 0,2% NaCl, 0,3% KCl, 0,4% SiO₂, 0,05% Al₂O₃ és 0,05% Fe₂O₃ adalékanyaggal készült fémpor a szokásos gyártásmenet alkalmazása után olyan drótot eredményez, mely a kívánt alaktartó, nagykristályos szerkezettel bír. Az eljárás újdonsága elsősorban az alumíniumsálak használata, mely elődeinél, az amerikai eredetű „C” fémnél, sem annak újpesti változatánál, a „CC” fémnél, sem pedig a bécsi Watt gyárnál használt „N” fémnél nem volt szokásos. A Millner Tivadar és Tury Pál által kidolgozott ún. GK drót oly jónak bizonyult, hogy mindmáig uralkodó szerepe van az izzólámpa-gyártásban.

A kutatásnak ezért még igen sok feladatot kellett megoldania. A gyártás általában jó, nem törekeny drótot szállít, de időnként mégis panaszok érkeznek a spiralizálóból, hogy a drót tekerceselés közben helyenként ridegen elpattan.

Kézenfekvő a gondolat, hogy a törekeny szakaszokon a kémiai összetétel kedvezőtlen, talán ott az anyag szennyezésekben feldúsult. Széleskörű vizsgálat indul tehát a fém összetételének, a szennyező anyagok eloszlásának igen pontos megállapítására. Ez nehéz analitikai feladat, mert a vizsgálatok megmutatják, hogy a szennyező anyagok nagy része a zsugorítás és hőkezelések folyamán kipárolg a fémről, és a visszamaradt ezredszázalék nagyságrendben jelenlévő adalékanyagok eloszlását kell nyomon kísérni. Hosszú évekre elnyúló, egészen napjainkig tartó munkával dolgozzák ki Millner Tivadar és munkatársai a szóba jöhető szennyező anyagokra a megfelelően finom, legtöbb esetben 10 000 atom között egy idegent is kimutató analitikai eljárásokat.

1945 után a vizsgálatokat a természettudo-

mányos alapkérdések tisztázására lehetett összpontosítani. Ezek a korábbi eredményekkel együtt már elég jó képet adnak a GK fémről. A kísérletek szerint jó minőségű volfrámfém eléréséhez elengedhetetlen, hogy megfelelő mennyiségben Si, Al és K adalékanyag-hármas legyen a volfrámsavban a redukció során. Fémfizikai szempontból igen érdekes nézetek következtek ebből a felismerésből. A preparált porból készült atomanyag sem tartalmaz több adalékanyagot, mint a legtisztább alapanyag. Mégis a GK alapanyagból kiindulva nagykristályos, nem törekeny fémeket kapunk, a tiszta anyagból viszont nem. Következtetés: megfelelő adalékanyag-többség esetén „szennyező atomok” épülnek be a fémrácsba redukció közben, a főleg pedig kristályhatárokon mechanikusan kötődik, zárványokat képez. Az előbbi, kémiaiilag kötött atomok szájuk meg az előnyös kristályosodási tulajdonságokat, a zárványok pedig a mechanikai viselkedést befolyásolják, mégpedig károsan. Ezért Millner Tivadar és munkatársai kidolgozzák 1953-ban a zsugorításnak olyan módját, hogy azalatt a fém a zárványoktól teljesen megszabaduljon, de az oldott szennyező atomokat mégis tartalmazza. Hogy ez sikerült és a várt eredményeket hozta, szép igazolása az előbb vázolt nézeteknek. Ezzel azonban egy igen érdekes területére érünk a fémfizikának, ahol a jó mechanikai tulajdonságokat a nagy tisztaság, a megfelelő kristályosodást pedig a kimutathatatlanul kevés szennyező anyag biztosítja. 1949-ben egy másik igen fontos felismeréssel gazdagodott a volfrám terület: ez a vízgőzös illékonyosság. Régi probléma volt, hogy az anyag hogyan vándorol a redukció során, hiszen egyik ismert volfrámoxid sem illó a szóban forgó 8-900°C-os hőmérsékleten. Millner Tivadar és Neugebauer Jenő azonban megállapították, hogy a WO₃ redukciójakor szükségképpen keletkező vízgőz illékonytságot kölcsönöz az oxidoknak, melynek mértékét a szennyező anyagok katalitikusan szabályozzák. Ez a technológiára is fontos következményeket hozott, de tudományosan is nagyon érdekes eredmény.

A HIKI Bródy Imre Laboratóriumban ma is a kis szennyezésekkel kapcsolatos kutatás áll az előtérben. Sok új módszer bevezetésével (termomérleges vizsgálatok, melegkeménység mérés, magas hőmérsékletű röntgenvizsgálatok, Robison kísérletek, finom analitikai eljárások stb.), széles körű természettudományos kutatással törekednek az Izzólámpa osztályon a volfrámmal kapcsolatos alapkérdések tisztázására és a volfrámgyártás minőségének javí-

tására.

Annak idején, 1926 körül egy igen érdekes elméleti döntés után állt rá a Kutató még nagyobb erővel a volfrámkutatására. Mikor a gáztöltés és a spirál izzószál bevezetésével a volfrámlámpa hatásfoka ugrás-szerűen megjavult, felmerült a kérdés, hogy hasonló újítások nem eredményeznének-e a szénszálas lámpa esetében még nagyobb javulást, hiszen a szén olvadáspontja fölött van a volfráménak. Bródy Imre és Millner Tivadar meghatározták a kétféle száanyag párolgási hőjét, és ennek alapján válaszolják meg a kérdést. A kiszámolt párolgáshők viszonya (volfrámra 210 kcal, szénre 160 kcal) bizonyítja azt, hogy az olvadáspontbeli hátrány ellenére a volfrám párolgáshőjének magassága miatt előnyben van.

A Kutatóban sok fémtechnikai vizsgálat vonatkozik a másik fontos vákuumtechnikai alapanyagra, a molibdén fémre. Ezek azonban egyrészt nem játszanak oly központi szerepet, mint a volfrámvizsgálatok, másrészt sokszor azzal analógok.

Az alapanyagokra vonatkozó kutatáshoz tartozik az üvegvizsgálatok sora is. Ilyen kísérletek az első évektől mindvégig folytak a Kutatóban. Az üvegek legnagyobb szakértője Knapp Oszkár, és többen mások is végeznek üvegekémiai kutatást, a fizikai mérések többségét viszont Selényi Pál végzi. Kiemelkedő eredményekről nem tudunk, de az állandó kutatás biztosította a megfelelően megmunkálható, kívánt átteresztőképességű üveg gyártását, a kész üveg marási, festési és bevonási eljárásait. A 20-as években lépésről-lépésre javították az izzólámpák minőségét újabb spirálkonstrukciókkal és a ballon alkalmasabb kiképzésével. Ezeket a munkákat főleg Bródy Imre és Szász Tibor végezték. Az utóbbi szerkesztette a gyár első duplaspirállámpáját is a 20-as évek végén. Ezek fogyasztása már csak 1/2W Hefner gyertyánként, míg az egyszerű spirállámpáké még 0,8-1,0 W/HGy*. A 20-as évek végén nagy erőfeszítések kezdődtek az izzólámpa további javítására.

Bródy Imre elgondolásaihoz az alapot egy régi, meglepetést okozó kísérlet adta. Az ugyanis, hogy a nitrogént argontöltéssel felcserélve az izzólámpa hatásfoka többlet javult, mint az várható lett volna az argon kisebb hővezetőképessége folytán. Ennek a magyarázatát régóta keresték a kutatók. Bródy egész gondolkodásmódja természet- és technikai beállítottságú volt, ezért erről az oldalról közelítette a kérdést. Segítségére volt egy akkoriban megjelent közlemény.

* 1 Hefner-gyertya $\approx$ 0,920 candela. – A Szerk.

Ebben Ibbs a szilárd testekre már ismert Ludwig-Soret effektust kimutatta gázokra is. Más néven ezt a jelenséget termikus diffúzióknak hívják. – E szerint ha egy nagy hőmérsékletgradiensű térészben több fajta gáz egyidejűleg van jelen és a könnyebb komponens túlsúlyban van, akkor a nehéz atomok a hideg hely felé áramlanak, és diffúziójuk annál erősebb, minél nagyobb a két komponens atomsúlya közti különbség. Az argontöltéssel járó várakozáson felüli javulást 1929-ben Bródy a Soret-hatással magyarázza. Az argon atomsúlya (40) közelebb áll a volfráméhoz (184), mint a nitrogéné (14), tehát argonban lassúbb a termikus diffúzió, magasabb hőmérsékleten jobb hatásfokkal működtethető a lámpa. A dolog annyira fontos, hogy Ibbs kísérleteit azonnal, még 1929-ben Újpesten is reprodukálják. Két erősen különböző atomsúlyú gáz, N és H elegyével megtöltenek egy hosszú üvegcsövet, melynek tengelyében volfrámszál izzik. Két szonda van a csőbe bevezetve: az egyik közvetlenül a szál mellé nyúlik, a másik a száltól távolabb, a gáztérbe. Gázmintákat vesznek működés közben a csőből, ezeket analizálják, és az eredmények kimutatják a Soret-effektust.

Ha viszont ez így igaz, akkor az elvet tudatosan alkalmazni kell, és az izzólámpa töltőanyagát a nagy atomsúlyú anyagok közül kell megválasztani. A kriptongázt lámpatöltésre mások már évtizedekkel előbb ajánlották, mert hiszen hővezetőképessége előnyösen kicsi. Bródy felismerte, hogy a termikus diffúzió szempontjából is alkalmas töltőgáz lenne. A kriptongáz azonban hihetetlenül drága volt. 1933-ban 1 liter gáz ára 25 000 német márka. Ha azonban a nagy atomsúlyt helyezzük előtérbe, akkor vannak még a kriptonnál is előnyösebb gázok. Ilyenek pl. a nehézfémek halogénvegyületei, és ezek előállítása nem is költséges. Kétséges azonban, hogy az izzólámpa magas hőmérsékletű szálával érintkezve nem fognak-e felbomlani ezek a vegyületek. Nem lehet azonban kísérlet nélkül a pusztán kétségek alapján elvetni az ötletet. A Kutató vezetősége Millner Tivadart elküldi Bresslauba Otto Ruffhoz, hogy sajátítsa el a nehéz vegyületgázok készítésének módszerét. Hazatérve Theisz Emillel készítettek is lámpákat ilyen gáztöltéssel, azonban sajnos nem a remények, hanem a kétségek igazolódnak be.

Nem marad más lehetőség, mint a kripton felhasználása. Már rég terveznek egy kísérletet elgondolásaik negatív oldalról való igazolására, de az ehhez szükséges héliumgázt csak Amerikából lehetne beszerezni,

viszont ezt kiviteli tilalom lehetetlenné teszi. 1931 februárjában mégis hozzájutnak a kívánt héliumhoz. Egy ismerős amerikai tudós nitrogén felirátú palackban küldi el Bródyék címére a ritka kincset. Elkészülnek a héliumtöltésű lámpák, és valóban ezek élettartama igen rövid. Hogy a hatásfok rossz lesz, az várható volt, de az élettartam-rövidülés az erős volfrámpárolgásról, vagyis a Soret-effektusról tanúskodik.

Érdemes tehát anyagi áldozat árán is előállítani a kriptonlámpát. 1931-ben ½ liter kripton vásárolnak az Aschner által kiharcolt kedvezményes áron Linde-éktől, és júliusban elkészül az első lámpa.

Teljes a siker. A magasabb hőmérsékleten izzított lámpák fénye szép fehér, a hatásfok lényegesen javul, és egy váratlan eredmény is adódik: a búrát sokkal kisebbre is lehet méretezni káros következmények nélkül. Így kevesebb töltőgáz is elég, ami a drága kriptonnal nagy gazdasági nyereség. A kripton gáz előállításának kérdése azonban még mindig nincs megoldva. A nagyszerű újítást csak akkor lehet majd igazán kiaknázni, ha olcsó kripton gáz áll rendelkezésre. Bródynak erre nézve is megvannak a saját elképzelései, de megfelelő tapasztalatok hiányában az Izzó egységében nem láthat ezek megvalósításához.

Megkezdődnek a gazdasági tárgyalások a nagy külföldi gázgyárakkal. A tárgyalófelek bolondnak nézik Bródyt, mikor közli, hogy köbméter számra szeretnének kripton gázt vásárolni lámpatöltéshez. Nem hiszik, hogy megvalósítható lenne Bródy ötlete: a kripton gáz főtermékként való előállítása. Bródy azonban hisz ebben a lehetőségben. A további munkához először is tudni kell, hogy mennyi a levegő nemesgáz tartalma. Szakirodalomból ismeretesekek már adatok erre vonatkozóan, de ezek szerzőről-szerzőre erősen eltérőek. Bródy és Körösy színképelemzés módszerével újra, most már pontosan meghatározza a levegő nemesgáz-tartalmát, és $1,5 \cdot 10^{-6}$ térfogatrésznek találja azt. Ez a szám nagyobb, mint a többi szerző által megadottak.

Erre az ismeretre alapozva Bródy Polányival és Háberrel közösen kidolgozza a kripton gáz előállításának gazdaságos módszerét. Eszerint nem az oxigéngyártás melléktermékeként, mint eddig, hanem főtermékként kell előállítani az izzólámpagyártás számára legelőnyösebb kripton-xenon keveréket. Több megoldási lehetőség is felmerül, végül a következő valósul meg: a feldolgozandó levegő egy részét cseppfolyósítják és ezzel a többiből kimosás az oxigénnél magasabb forráspontú nehéz nemesgázokat. A folyadék így feldúsul

kriptonban és xenonban. Ezt a viszonylag kis tömegű dúsított mosófolyadékot dolgozzák fel ezután a következő lépésben. Rektifikáció* és sokszoros tisztítás után így nyerik a nehéz nemesgázokat.

Körösy, Orowán és Pillitz ültetik át a gyakorlatba az elgondolást, a műszaki felszerelést pedig a német Linde cég szállítja, mely ugyanebben az időben dolgoz ki hasonló kripton-előállítási eljárást. Így épül meg Ajkán, az energiaforrást jelentő bányához közel a világ első gázgyára, mely főtermékként izzólámpagyártás céljaira állítja elő a kripton.

A gázgyártásra vonatkozó munka és a kriptonlámpa kikísérletezése egy időben folytak. Természetesen ezzel az újítással kapcsolatban az izzólámpa felépítésén is változtatni kellett; az új töltőgáz új lámpakonstrukciót is kívánt. – Sokáig ezek a kísérletek nagy titoktartás mellett folytak. Kifelé gammagáz lámpákról beszéltek, nem részletezve a titokzatos gammagáz kémiai összetételét. Mikor azonban az elvek igazolódtak, és a problémák nagy része is megoldottá vált, 1933 végén közölték a kartellbeli partnerekkel az eredményeket. (A szabadalmak jóval korábbiak, itt azonban már arról van szó, hogy a kivitelezés is sikerült.) A kartell többi tagjai ebben az időben a duplaspirál-lámpák gyártását szorgalmazták. Ez lényeges javulást adott az egyszeres spirálhoz képest, de a kriptonlámpa mögött lemaradt. Az Izzóban megvalósítják a duplaspirál kriptonlámpát, ami valamennyi között a legjobb.

A tiszta kriptonnal töltött lámpának azonban rossz tulajdonságai vannak. A kripton szigetelőképessége rossz, könnyen keletkezik ív az egyes spirálmenetek között, ekkor az áram nem a volfrámdróton, hanem igen nagy erősséggel a gázon keresztül folyik, és eközben a spirál könnyen tönkremegy, a lámpa leég.

A bajt az idők folyamán több módon is orvosolják. Elsősorban nem használnak tiszta kripton töltőgázt, hanem jó szigetelőképességű nitrogént kevernek hozzá. Megalapítást nyer az is, hogy a spirál előzetes hőkezelés után kisebb átütési veszélynek van kitéve. Ezért a gyártásmenetbe előtisztítást iktatnak, melyet gázöblítés mellett, fokozatosan emelt, a névlegesnél 20-30%-kal magasabb feszültséggel végeznek.

Egy másik megoldás, melyen Körösy és Pillitz is dolgozik Bródy mellett, kevés jó vagy jódtartalmú gáz adagolása a kriptonlámpához. Ez szintén megakadályozza az ívleégést.

* folyadékelegyek szétválasztása – A Szerk.)

Az 1936-os budapesti nemzetközi vásáron az Izzó tudományos kiállítást rendez. Ez önmagában is érdekes újdonság. A kiállításon sok érdekes műszert, kutatási eszközt mutatnak be, de a látogatók között a legnagyobb sikert a kriptonégő aratja. 1937-re pedig már a világpiacra van az Egyesült Izzó és az egész magyar ipar büszkesége, a kriptonlámpa.

Egy táblázat talán jó segítség a kriptonlámpa előnyének felmérésére:

A kriptonlámpánál elért nyereség az argon-lámpával szemben

Típus	Egyszerű spirál	Kettős spirál
220V 25W	30%	15%
220V 40W	24%	14%

Ez a nyereség több tényezőtől tevődik össze: 1. a kriptongáznak kisebb a hővezetőképessége; 2. a 83 atomsúlyú kriptonban csökken a termikus diffúzió, de 3. kisebb a közönséges diffúzió is. Ezeket figyelembe véve a kriptonlámpában 80 °C-kal magasabb hőmérsékleten lehet izzítani a spirált, és így alakul ki a végső, kedvező energia-mérleg.

Igaz a kriptonégő előállítása költségesebb, mint többi társáé, de mégis érdemes világításra ezt használni, mert mint Bródy Imre kiszámolta, kisebb energiafogyasztásával élete folyamán 240 pengőt takarít meg gazdájának (1933-as áramtarifa mellett). Ezenfelül fénye igen szép, de elő lehet állítani kis méretben, különleges formákban is (gyertyaégő), ami a régi töltőgázok mellett nem volt megvalósítható.

A Kutató nem elégedett meg azonban ezzel az eredménnyel. További tökéletesítéseket terveztek, különösen a nagyteljesítményű, közvilágítási célokra használt lámpák vonalán. Már régen kísérleteztek a töltőgáz nyomásának emelésével, mert a volfrám párolgása ily módon is fékezhető. Bródy Imre a kriptontöltés már bebizonyított előnyeit nagy (2-3 atm) és szuper nagy (>10 atm) nyomások alkalmazásával akarta megsokszorozni. Neumann Mihállyal kezdtek neki a kísérletezésnek. Várbíró Lajosra, az üvegtechnikusra is nehéz feladat hárult: kvarcból kellett az 5, 10, sőt néha 50 atmoszférás nyomást is kiálló ballonokat elkészíteni. A nagynyomású lámpák elvét és kivitelezési lehetőségeit több szabadalomban is leírták. Az egyik 1939-re kidolgozott megoldásnál 70 mm hosszú, 18-20 mm belső átmérőjű és 5-6 mm falvastagságú kvarccsőbe helyezték el mobilizált tartókon a volfrámspirált. Folyékony levegő hőmérsékletén kiszámolt mennyiségű kriptont töltöttek a csőbe, kevés nitrogén kíséretében, és így leforrasztás után a

szobahőmérsékleten beállt a kívánt 15-2 atm nyomás. A szuper-nagynyomású kripton izzólámpában a volfrám párolgása elenyészően kicsire csökkent, és így az izzítás hőmérsékletét élettartam-rövidülés nélkül tovább lehetett emelni. De a kis bűraméret miatt ez a kis párolgás is erős feketedést okozott. Ezért külön kis „teszteszkéket” építettek a lámpába megfelelő módon a gázáramlás útjába helyezve, hogy a volfrám a bűra fala helyett ezeken csapódjon le. A 210V-os, 150W teljesítményű kísérleti példányok hatásfoka elérte a 20 lm/W értéket is.

Megoldásra váró kérdés volt még a nagynyomású lámpáknál a robbanásveszély kiküszöbölése. Bródy Imre azonban ezen a ponton kiesett a munkából, és a háború után nem tért vissza az érdeklődés ehhez a témához.

A felszabadulás után is él a törekvés a Kutatóban az izzólámpák minőségének javítására, és bár a kriptonlámpához hasonlítható forradalmi felfedezés nem születik, a mai izzólámpák hatásfoka eléri már a 12-18 lm/W értéket.

Az eddigiekben megpróbáltam időrendben követni az izzólámpa fejlesztésén végzett fontosabb munkák fonalát. Közben számtalan kisebb eredményt kihagytam. Nem is lehet ezek hiánytalan felsorolására vállalkozni, de néhányat címszó szerint mégis megemlítek.

Még az alapítást követő években sokat foglalkoztatta a kutatókat az izzólámpába rekedt vízgőz káros hatása. Tarján Imre mérte ki a vízgőz parciális nyomása és a lámpa élettartama közötti összefüggést. A megfelelő getteranyag, a szilícium-tetrafluorid alkalmazását Millner Tivadar dolgozta ki ezután.

Selényi Páltól egész sereg mérési eljárás származik a lámpa „léghijassági fokának” mérésére, tóriumnyomok kimutatására stb. Bródy igen sok elméleti vizsgálatot végzett az izzólámpával összefüggésben. Pfeifer professzor mondta egy beszélgetésen, melyet 1934. nov. 26-án, a Magyar Racionalizálási Bizottság előtt tartott: „...ritkán látható előre, hogy valamilyen tisztán elméleti kutatástól milyen gyakorlati eredmény várható; az elméleti kutatás az a forrás, melyből a gyakorlat hatalmas folyama keletkezik. Elméleti megfigyelések egy-egy másba való kapcsolása vezet gyakran a legfontosabb gyakorlati eredményekre.” Ez a megállapítás nagyon igaz Bródy munkáira. 1927-ben írt „Wie brennt eine „C” Lampe aus?”* című belső jelentése kollégái és a gyár mérnökei számára is sok segítséget nyújtott az izzólámpában lezajló folyama-tokra nézve.

Körösyvel közösen beható vizsgálatnak vetették alá 1937-38-ban a Langmuir-réteget. Újra definiálták a réteg határát, új mérési módszert dolgoztak ki a Langmuir-réteg vastagságának és a szál körüli hőmérséklet-eloszlásnak mérésére. Kimutatták, hogy a korábban elfogadott nézetek csak első közelítésben jók. A Langmuir-rétegben a gáz nem teljesen nyugszik, a hőátadás nagy része ugyan valóban vezetéssel történik, de azért szerepe van az áramlásnak is.

Ha megpróbálnánk kiemelni a Kutatóban végzett izzólámpa-fejlesztés legfontosabb eredményeit, akkor okvetlenül kettőt kell megemlíteni: a GK volfrámdrót és a kriptonlámpa kidolgozását. Ezen a két területen az újpésti gyár világviszonylatban első helyen áll.

Voltak jelentős kezdeményezések és eredmények az izzólámpán kívül egyéb fényforrások területén is..

Egyéb fényforrások

A fénycsövekkel való foglalkozást a jegyzőkönyv tanúsága szerint az 1930.02.18-án tartott konferencián határozták el a kutatók. Ekkor még nem lehetett látni, hogy ez a világító eszköz be fog válni a gyakorlatban is, de mint a Prof mondta, meg kell indítani a munkát, nehogy lemaradjanak a fejlődéstől. Szigeti György specializálja magát erre a szakterületre, hiszen ő már évek óta foglalkozott a rokontémát jelentő glimmlámpákkal. 1932 és 34 között sok kísérletezés folyik a gázkisülésekkel. Később a higany és kadmium fémgőzlámpák kerülnek előtérbe. Ezeknél lehet világításra használni a szelektív rezonancia vonalakat, vagy ami kellemes fényhatást eredményez, fluoreszcens festéket világításra gerjesztetni a fémgőz vonalaival. A kísérletek eredményeképpen a Tungsram Kutatóba is kérésitenek izzókatódos fluoreszcens fénycsöveket. A fejlődés ezek után külföldön és itthon is a nagynyomású fémgőzlámpák felé vezetett. Nagy nyomások alkalmazása esetén ugyanis azt tapasztalták, hogy nem csak vonalas, hanem folytonos színek is jelentkeznek, ami a kapott fény minősége szempontjából igen előnyös. Nagynyomású higany- és kadmiumgőz-lámpákat világszerte és 1936-tól a Kutatóban is készítenek. Bay Zoltán ötlete nyomán azonban Szigeti György a nagynyomású gázkisüléssel lámpáknak egy új fajtáját dolgozta ki: a nemesgáz-töltésű nagynyomású ívlámpát. A kripton ívlámpa 1937-ben készült el, szintén adott folytonos spektrumot is, hatásfoka pedig 30 lm/W érték körül

*"Hogyan ég ki egy 'spirállámpa'?" – A Szerk.

mozgott. Nehézséget jelentett, hogy a gyújtáshoz nagy feszültségre volt szükség, de ezt különleges, ún. mozgó elektróda-konstrukcióval sikerült kiküszöbölni.

Bár a kísérletek, mint az a fentiekből látszik, elég előrehaladott állapotban voltak, és még a háború alatt is folytatódtak, a nagynyomású ívlámpák itthon nem kerültek gyártásra. Külföldön egy másik változat, a nagynyomású xenon ívlámpa nagyon elterjedt, és sok helyen használják nagy térségek világítására.

A fénycsőgyártás azonban megindult, és a felszabadulás után különösen nagy méreteket öltött. A kutatómunka is igen erősen folyik mindmáig a Kutató jogutódjának, a Bródy Imre Laboratóriumnak Szabó János vezette osztályán.

A legmodernebb világítóeszközök terén sem volt lemaradva a Tungsram Kutató.

Először említett az a világítótestet, melyet napjainkban különösen az Egyesült Államokban többfelé alkalmaznak, de az ötlet a Kutatóból, Szigeti Györgytől származik. Ez egy radioaktív fényforrás, mely itthon nem jutott az ötlet fokon túl. Az eredeti szabadalom sokféle kiviteli módot megenged, a lényeg az, hogy fluoreszcens festékanyagot bétasugárzással gerjesztünk világításra. Megoldható ez pl. úgy, hogy egy gömb alakú üvegbúra falát vonjuk be világító festékkel, és a búrát tríciumot tartalmazó gázzal töltjük meg. A tríciumból (a radioaktív hármas hidrogénizotópból) származó bétarészecskék a festékanyagba ütközve egyenesen világító „örökégő” teszik a gömböt.

A legmodernebb világítóeszköznek, a „jövő fényforrásának” szabadalma szintén a Kutatóban született. Bay Zoltán és Szigeti György ismerte fel először, hogy a Loszev szovjet fizikus által megfigyelt jelenség, az elektrolumineszcencia fényforrás célokra is felhasználható. A kísérleti tény itt az, hogy vannak olyan anyagok, melyek normál hőmérsékleten a rajtuk áthaladó elektromos áram hatására teljes tömegükben világítanak. Közelebbről megvizsgálva a kérdést a Tungsram Kutatóban derítették fel azt is, hogy itt tulajdonképpen a kristályon áthaladó elektronok által okozott fluoreszcenciáról van szó.*

A fénycsővek és katódsugárcsővek gyártásával függött össze, hogy 1940-ben megindultak a kutatások a lumineszkálás elméletének néhány kérdésével kapcsolatban. Szigeti György kezdte a munkát, néhány év múlva Nagy Elemérrel közösen folytatták, és a felszabadulás után egész kis csoport (Szigeti, Nagy, Bodó, Makai, Gergely) végezte a kutatást. A vizsgálatok tárgya a legtöbb esetben a mangánnal aktivált

cinkszilikát és cinkberil-szilikát volt.

Ezen a területen jelentős elméleti eredmények is felmutathatók. A fő mérőeszköz egy átalakított Steinheil-spektroszkóp képezte, melynél intenzitásmérésre elektronsokszorozót használtak, és az eredményeket erősítés után oszcillográfon regisztrálták.

A húszas években a régi Kutató épületében folyt az alapproblémák vizsgálata. Ilyenek az elektronsövekkel összefüggő üvegproblémák, a tóriumos volfrámdrót előállításának kérdése, az oxidkatódokra vonatkozó elméleti munka. Itt folytak a kész Audion-csővekre vonatkozó ellenőrző mérések és tartóségetési vizsgálatok is. Az elektronsövek kidolgozásának, konstrukciójának problémáit viszont az Audion-épületben lévő csoport Winter Ernő és Czukor Károly vezetésével végezte. 1931 körül egyesültek az elektronső kutatással foglalkozó erők az új Kutató épület második emeletén. De ez az egység néhány év múlva ismét megbomlott. Preisach, Budincsevits és Frommer maradtak a Kutató Elektronső Laboratóriumában, Winter, Glasner és Lukács pedig az üzemi elektronső laboratóriumban végzik tovább fejlesztési munkájukat. A két csoport között azért továbbra is szoros az együttműködés.

Ebben a témakörben három csoportra osztották a kérdéseket: 1. alapanyag problémák, 2. csőkonstrukciók, 3. alkalmazások. A legfontosabb alapanyag kérdés megfelelő elektronevítelő anyagok előállítása az izzókatódok számára. – A közvetlen fűtésű katódok korában Tury és Tarján dolgozzák ki a tóriumos volfrámszálak előállításának módját.

Az oxidkatódok területén Winter Ernő találmányai folyamatosan biztosították a fejlődést. A húszas évek végén Czukor Károly társaságában sokat vizsgálták, hogy vajon a tiszta fémnek, vagy az oxidnak vannak előnyösebb emitter tulajdonságai. Ebből a munkából született meg a világ-szabadalmat jelentő, kiválóan emittáló, tiszta fémbarium réteggel bevont katód.

A katódfejlesztési program része Theisz Emil 1929-30 közötti munkája a volfrám-bronz előállítására. Kolloid formájában felvitt bárium-metavolframáttól sikerült megfelelő bronzbevonatot előállítani nikeldrótokon. Később, 1931 körül oldja meg az alkáliföldfém-karbonátok leválasztását nikkellel, arany vagy platina elektródákra szerves formiát oldatból váltóáramú elektrolízissel. A mind fejlettebb izzókatódoknak egész sora következik még ezután az Elektronső Laboratórium évtizedes munkájának eredményeképpen.

Igen sok eredeti csőkonstrukciós megoldás származik a Kutatóból. Szinte valamennyi Tungsramban gyártott csövet itt dolgoznak ki, így nehéz lenne ezeket felsorolni. Néhány nevezetesebb eredményt azért említeni kell.

A harmincas években a többárcsós csövek szerkesztése folyik. 1932-35 között Winter Ernő megalkotja az antimikrofóniás csőtípust, miután a rácsemisszió okait tisztázta. Preisach és Zakariás találmánya a két katódkivezetés, Lukácsé a tértöltéscsatolás alkalmazása.

1937-38-ra már készen van egy egész sorozat miniatűrűs terve. Ezeknél a fűtőteltjesítmény kisebb, mint a világ legjobb rádiócsőgyárainak csöveinél.

Szekunderemissziós katódok előállítása hosszú évekig a törekvések középpontjában áll. Bay és Budincsevics dolgozzák ki az ezüst-magnézium ötvözetből készült szekunderemissziós rétegeket, melyek segítségével épült meg az elektronsokszorozó, amiről még más helyen külön kell beszélni. A szekunderemissziós elektródákat multiplikációs elven működő, rövidhullámú csövek szerkesztésére is felhasználják.

A harmincas évek végére már erősen tért hódítanak a rádiótechnikában a mikrohullámok. Ekkor ilyen csőtípusok tervezése folyik. A legkonkrétabb igény a lokátor kísérletekkel kapcsolatban merül fel. A mikrohullámú generátorhoz kell megfelelő csöveket szállítani. A frekvencia emelésével egyidejűleg itt a csőteltjesítményt is a szokásos sokszorosára kell emelni. Winter és Budincsevics ezt eredeti elgondolással, a meglévő színűveg triódák módosításával éri el. Az adócső (EC 108) fűtőteltjesítmény szempontjából jobb, mint a külföldiek.

Az alkalmazási kérdéseknek reklám jellege is van: bizonyítani kell, hogy a Tungsram-csővekkel jó készülékeket lehet építeni, de ez tanulmányi szempontból is hasznos munkaterület. Az alkalmazási kérdésekben folyó kutatást Frommer, majd Valkó vezeti. Az ő munkájukból származik az első hordozható rádiókészülék és a varázsszem felhasználása a kivezérlés mérésére. Idetartoznak a hangszóró vizsgálatok is, melyeket Valkó Iván Péter újszerűen, egészen finom likópódiumporral végez. A porból kirajzolódó ábrák jól mutatják a hangszóró önzregési módjait, míg más gyárakban ezt a kérdést csak nagy nehézségekkel tudják vizsgálni.

*A LED-ek történetéről részletesebb beszámoló pl. a HOLUX Hírek 51., 2007 decemberi számában olvasható „100 éves a LED? – A kezdetek és a jövő” címmel.

A mikrohullámú kísérletsorozat is sok csőalkalmazási kérdést vet fel 1942 és 1946 között, de erről külön lesz szó. Az alkalmazások munkája határozott kereteket kapott a felszabadulás után az ún. Segéd Műszer Programban. Ez az SMP igen sok kutató munkáját kötötte le, és a cél az volt, hogy az Orion számára modern műszer prototípusokat (generátorok, oszcillográf stb.) dolgozzanak ki és a laboratóriumot is felszereljék korszerű elektronikus műszerekkel (csővoltmérő, nagyfrekvenciás hidak stb.).

A későbbi átszervezések során az elektroncső-fejlesztés, különösen a mikrohullámú csövek problémái a TKI hatáskörébe kerültek, míg az alkalmazási kérdéseken a HIKI elektronikus laboratóriuma dolgozik. A Bródy Laboratóriumban a felszabadulás után indult meg, és ma már külön osztály keretében folyik a legmodernebb rádiótechnikai eszközök, a germánium-diódák és -transzisztorok kidolgozása és a velük kapcsolatos kutatás.

Televíziós Laboratórium

Czukur Károly 1936 végén érkezett haza Londonból, ahol ekkor már működött televíziós adás. A szerzett tapasztalatok alapján írja 1936. október 5-i keltezésű javaslatát az Izzó Televíziós Laboratóriumának a felállítására. Hivatkozik arra, hogy már tisztázódott, hogy a vétel módosított Braun-csővel fog történni, ez pedig az újpesti gyár profiljába tartozik. Elő kell készülni, a problémákat jól megérteni, hogy ha majd aktuálissá válik a képcsőgyártás, legyenek megfelelő szakemberek a vezetéshez.

Barta István, Terebesi Pál és Magó Kálmán ilyen célkitűzésekkel költöznek jobb helyiség hiányában a víztorony második emeletére, az 1937-ben megalakított Televíziós Laboratóriumba.

A rádiófrekvenciás résszel nem sokat foglalkoznak, csak egyik szobából a másikba továbbítják a képeket. Erejüket és tudásukat a képfelbontás és -összerakás kérdéseinek megismerésére összpontosítják, hogy ezáltal ismerjék meg a képcsővekkel szemben támasztott igényeket.

Először csak állóképeket továbbítanak: az egyik szobában az oszcillográf ernaőjére egy Miki egeret rajzolnak, ezt a képet veszik a másik szobában egy hasonló oszcillográffal. Az első ilyen kép 1937. július 21-én rajzolódik ki a vevőernőn. Persze ezen még sok a tökéletesíteni való. Később mozgóképek továbbítását is megvalósítják. A negyvenes években már abbamaradnak ezek a kísérletek, részben mert más sürgető témákat kell megoldani.

Az elektronsokszorozó

Időrendben ez a munka az utolsók között következne, de a történeti hűség kedvéért itt kell megemlíteni, mert a Televíziós Labor egy megfigyeléséből nőtt ki. Jól előtett szobában megfigyeltek a képernyőn olyan felvillanásokat, melyek csak egyes elektronok hatásaként voltak magyarázhatók.

A jelenséget megmutatták Bay professzornak, és ezáltal jutott ő az elektronsokszorozós elektronszámlálás gondolatára. Elektronsokszorozót Zworykin már évekkel előbb szerkesztett, és ilyen eszközök építését a Kutatóban Preisch és Vészi még akkor megkezdte, mikor Bay átvette a vezetést. Mikor azonban megszületett a célkitűzés, hogy egyes elektronokat akarnak számolni a sokszorozó segítségével, az egészen különös követelményeket jelentett.

Elsősorban a sötétáramot kellett minimalisra szorítani. A normálisan használt céziumelektródás sokszorozó termikus sötétárama 10^{10} elektron/cm² szobahőmérsékleten, és ez lehetetlenné teszi, hogy ilyen eszközzel egyes elektronokat lehessen észlelni, hiszen az általuk okozott kisebb áramot a sötétáram így elfedi.

A cél leghamarabb mégis a már ismert céziumos sokszorozókkal látszott elérhetőnek. A hosszú kísérletsorozatban az első lépést az jelentette, hogy a sokszorozót folyékony levegővel lehűtötték, és így a termikus zajt gyakorlatilag nullára csökkentették. Nem volt azonban bizonyos, hogy ilyen hőmérsékleten a fotokatód és az egész eszköz megőrzi érzékenységét. A kísérletek kedvező választ adtak erre a kérdésre. A cseppfolyós levegővel hűtött Ag-Ca₂O-Cs elektródás sokszorozóval 1937-ben sikerült egyes elektronokat észlelni. A prioritást Bay Zoltán igyekezett több nyugati folyóiratban is rögzíteni.

Az első sikeren felbuzdulva megindultak a kísérletek nagyobb kilépési munkával rendelkező szekunderemissziós rétegek előállítására. Ezekről várni lehetett, hogy termikus hatásokra hűtés nélkül sem fognak áramot adni.

Így készült el először a Ni-BaC-Ba szekunderemissziós réteg 1938-ban. 9-12 fokozatú, mágneses eltérítésű sokszorozókat építettek ezzel az anyaggal, és ennek már csak percenként egy lökés volt a nullaefektusa. Hogy akusztikusan vagy vizuálisan észlelni lehessen egy katódból kilépő egyes elektronokat, a kapott jelet egy változtatható sáv szélességű erősítő után hangszóróra vagy oszcilloszkópra vitték. Mint fénymérő, ez érzékenyebb volt, mint az emberi szem, vagy a legjobb fényérzékeny emulzió. Az eszköz felbontóképessége

kisebb volt 10^{-8} /s-nál. Ez igen nagy haladást jelentett a korábban használt gáz-töltésű számlálókhöz képest, ami érthető, hiszen az elektronfutási idő a sokszorozóban lényegesen kisebb, mint az ionlavina felépüléséhez szükséges idő egy gázos számlálóban.

Ezzel az eredménnyel sem elégedtek meg azonban a kutatók. A további tökéletesítést az ezüst-magnézium szekunderemissziós elektródák kidolgozása jelentette. A háború alatt azután más témák kötötték le a munkaerőt, és az elektronsokszorozós kísérletek csak a háború után folytatódtak nagyobb intenzitással. Budincevics és Papp ekkor építették meg az ezüst-magnézium elektródás sokszorozót, mely már $5 \cdot 10^{-9}$ felbontóképességgel működött, és nulleffektusa is jobb volt, mint elődjének.

Ezzel az eszközzel azután igen sok mérést végeztek. Részecskéket számoltak, előkészületek folytak neutron számolására, kipróbálták a röntgen érzékenységét, egészen kis fényintenzitásokat regisztráltak segítségével.

Igen sok elektronikus berendezéssel egészítették ki a későbbiek során a sokszorozót. A legfontosabb ezek közül a koincidenciás mérőberendezések.

1948-ban azután, Bay távozását követően, ez a téma a Kutatóban kikerült az érdeklődés középpontjából.

Fotocella, fényelem

Ez a kutatási terület már a 20-as években többeket foglalkoztatott a Kutatóban. A munka azután évtizedekig eltartott, sőt Selényi Pál – nyugdíjaztatása után – a Kutatótól függetlenül, a háború alatt és után is fényelemekkel foglalkozott.

Márton és Rostás kezdték a kísérleteket, ők építették az első nátriumos fotocellákat a Kutatóban 1925 körül. Ezek csak házi használatra készültek, de miután híruk kiszivárgott a Laboratóriumból, idegenek is kérni kezdtek ilyen cellákat, és végül az igény olyan nagy volt, hogy a gyártást is megindították, ha nem is nagy méretekben. Az üveg elektrolitikus szétbontása, és idegen anyagoknak zárt üvegedényekbe való bevitele ennek segítségével kedvenc témája volt Selényi Pálnak. Ezt a módszert alkalmazta a cellák fotokatódjának kiképzésére Márton és Rostás is. Közöséges autólámpát NaNO₃, NaNO₂ olvadátkába helyezték, az izzó volfrámspirált pozitív pólusnak, a sőolvadékat negatívnek kapcsolva elektrolízisnek vetették alá az üvegbúrát. Ilyen módon a lámpába nátriumot lehetett juttatni, mely belül vékony, nagy tisztaságú bevonat formájában rakódik le a búra fel nem melegített részén.

A 20-as évek végén Selényi viszi tovább ezt a témát. Törekvése a cellák érzékenységet növelni, különösen a vörös fény irányában. Ezt nikkel, majd még tartósabban O_2 bevitelével sikerült elérnie.

A fotocellák alkalmazásának igen sok lehetőségét is kidolgozza Selényi. Felhasználja fotometrálásra, fényrelé építésére és még igen sok laboratóriumi és üzemi mérésre.

Ennek a munkásságnak mellékhatásaként foglalkoznak a szelén és rézoxidul fényelemekkel, együttműködve Bruno Lange professzorral. – Elméleti vonalon itt új az a modell, melynek segítségével Selényi és Körösy szemléletesen magyarázza a fényelem működését. A fényelemet mint egy fotocellát és vele párhuzamosan kapcsolt egyenirányítót írják le. Így sikerült a primer fotóhatás és a zárórétgen való áthaladás aktusát különválasztani, és ez nagyban segíti a megértést. A rézoxidul fényelemek gyakorlati kivitelezését Neumann, a szelén fényelemekét Vészi dolgozza ki.

Elektrográfia

Ez a szó a Kutatóban ma is fogalom. Ennek az igen érdekes, szellemes, de a fejlődés más iránya miatt alkalmazásra nem került eljárásnak feltalálója és egyedüli fejlesztője: Selényi Pál. Tudományos történeti szempontból igen érdekes nyomon kísérni a téma fejlődését.

1923-ban Selényi megfigyelte, hogy ha szigetelőlemezen egy drótot húz végig, akkor a dörzsölés következtében a felületen töltések jelennek meg, és ezek porszemeket vonzanak magukhoz, úgyhogy a drót nyoma megmutatkozik. Ha finom likopódium porszemcséket szór a lemezre, akkor ezek a szórásai művelet súrlódásától feltöltődve még sokkal jobban kirajzolják a dróttal húzott vonalat. Tehát elektrosztatikus töltésekkel lehet rajzolni! (Innen a név = elektrográfia.) Mivel a módszer lényege a láthatatlan rajznak porral való előhívása, a Kutatóban tréfásan „pornográfának” is nevezték.)

Az első megfigyelést 6 évi szünet követi. 1930 körül Selényi sokat foglalkozik Braun-csővekkel, és akkor jut eszébe, hogy az elektronnyaláb bizonyára ott is képes a szigetelő csőfalon láthatatlan elektrosztatikus rajzokat produkálni, amit azután színes porral elő lehet hívni. Így kidolgoz egy újfajta oszcillográfot, mellyel a katódsugár-cső homloklalán rögzített képet lehet létrehozni.

Újabb 6 év múlva, 1936 körül sikerül egy olyan berendezést építeni, mely nem nagyvákuumban, mint a katódsugárcsőveknél, hanem szabad levegőn rajzok kívánt ábráit

töltött részecskék segítségével szigetelő anyagra. Egy ionforrásnak a rögzíteni kívánt jellel modulált áramát mozgó szigetelőlemeze vezeti megfelelő gyorsító feszültség segítségével, de az így létrehozott töltéeloszlást likopódiumporral „hívja elő”. Szükség esetén a képet lakkozással tartósítani is lehet.

Ekkor úgy látszik, hogy a módszernek nagy jövője lesz. Selényiben él a meggyőződés, hogy az általa kidolgozott új úton sikerül majd előbbre vinni a képtovábbításnak ekkor még megoldatlan kérdését

A következő években számtalan változatban használja fel Selényi Pál az elktrográfia módszerét oszcillográfok, képtelegrafáló berendezések, televíziós felvétel és leadók szerkesztésére. Megoldja elektrografikus úton mozgóképek folyamatos továbbításának problémáját is.

Az egész eljárás és az egyes gyakorlati megoldások rendkívüli ügyességről, kombinatív készségről és arról a sok munkáról tanúskodnak, melyet Selényi Pál és segítő-társa, Patak János a kísérletekre fordítottak. Érdekes lenne részletesebben is ismertetni ezt a munkát, de itt egy olyan kutatási területtel találkozunk, melyet az idő máig még nem igazolt, és úgy látszik, hogy gyakorlati jelentősége nem is lesz.*

Mikrohullámú kísérletek

A harmincas évek második felében már kezdenek tért hódítani a rádiótechnikában a mikrohullámok. A Kutatóban ekkor még csak egy ember: Dallos György foglalkozik ilyen berendezésekkel, bár mikrohullámú csövekkel és ezzel összefüggő témákkal (pl. frekvenciamodulációval) más is dolgozik.

Az első lépés volt egy mikrohullámú adóvevő építése távbeszélő összeköttetés céljaira. A Winter, Szepesi és Budincsevics által triódából alakított csővel 58 cm hullámhosszon néhány kW-os adót építenek 1941-ben. Ezzel sikerül beszédösszeköttetést létesíteni először a két Duna parti Tungram-vízitelep, majd Újpest és a Naszály-hegy között.

A háború alatt lokátorkísérletek végzésére kapnak utasítást a kutatók. Ekkor már igen megnehezíti a munkát, hogy el vannak vágva minden külföldi tájékoztatástól. Teljesen magukra hagyva, sokszor elpazarolva az energiát mások által már megoldott problémákon kell végezni a kutatást. – A lokátorral kapcsolatban sincs semmi irodalmi adat, támpont. Bay Zoltánnak és Jáky őrnagynak, aki a Honvédelmi Minisztérium részéről vesz részt a munkában a németek nagy titokban megmutatják saját radarberendezésüket.

De csak kívülről szabad megnézni, a műszereket és vezérlő gombokat látják csak, ami nem nagy segítséget jelent. Sőt, az ott látott háromszög alakú oszcillográf kisütés nyomán hosszú ideig téves irányban halad a munka, míg ki nem derül, hogy a jó energiakihasználás csak négyszög és nem háromszög impulzusokkal érhető el.

A lokátorépítés sok részfeladatra tagolódik, és sokan vesznek részt benne, amit a katonai hatóságok anyagi támogatása is lehetővé tesz.

Az elméleti, tervező munkát Papp, Simonyi és Solyi végzik. Az antennatervezés a Standard részéről segítséget nyújtó Istvánffy munkája. – Az adót Szepesi, a vevőt Dallos György építi meg. 1943. április 13-án tudják földi tereptárgyakról az első visszaverődéseket észlelni.

Nagy feladat még az oldal-, magasság- és távolságmérő berendezések felépítése. A távolságmérő teljesen eredeti elgondolás alapján készül. Bay ötletét Magó és Papp György ülteti át a gyakorlatba: a visszaverődött impulzust és egy helyi segédimpulzust közös oszcillográfra viszik. A segédimpulzust fáziseltolással fedésbe hozzák a reflektált jellel. A fedést az oszcillográf képernyőjén vizuálisan észlelik, a távolságot pedig a fáziseltolást szabályozó gomb megfelelően kalibrált skáláján olvassák le.

Így épült meg 1944-ben a Borbála nevű tüzérségi lokátor, mely azonban ekkor már nem sok katonai hasznot hajt.

Bay Zoltán és munkatársai az utolsó időben már különben is szabotálják a katonai kutatást, és 1944 márciusától mind jobban egy tudományos mikrohullámú kísérletet készítenek elő. – Ki akarják próbálni, hogy a mikrohullámok áthaladnak-e az ionoszférán, és lehet-e a Holdról mikrohullámú reflexiót kapni.

Bayt, a tudóst rendkívüli módon megragadta az a lehetőség, hogy az ember kozmikus méretekben hajtson végre kísérleteket, és ne csak megfigyelésekre legyen utalva, mint ebben a csillagászati tudományágban eddig. Korszakalkotónak tartja, ha a kísérlet pozitív eredménnyel fog járni.

A tervet azonban csak a felszabadulás után lehet megvalósítani. Lokátor maradványokból sikerül összeállítani egy 2,5 méteres hullámhosszon dolgozó adót.

*Ebben a Szerző tévedett. A Selényi-féle elektrográfia a xeroográfia leglényegesebb elemeit tartalmazta: Selényi elektrográfias képátvitelét állítólag jobb minőségű volt, mint a xeroográfia széles körben elfogadott feltalálójaként tisztelt Chester F. Carlson 1938. október 22-én készült első xerografikus másolata. – A Szerk.

A legnagyobb nehézség az, hogy ennél a kísérletnél igen rossz a jel/zaj viszony, és így nehéz lesz a gyenge reflexiót észlelni. Erzékenyebb eszköz hiányában kénytelenek végül a nehézkes és hosszadalmas híd-rogén Cuolomb-méterrel észleléshez folyamodni. Sok munkatárs közreműködésével 1945 augusztusa és 1946 januárja között megépítik az egész felszerelést, és február 6-án végrehajtják az első sikeres mérést.

Az Egyesült Államokból és a Szovjetunióból röviddel előtte jelentik hasonló kísérletek sikerét. A kutatóknak kicsit fáj a lemaradás, különösen, mert tudják, hogy a háború vetette vissza munkájukat, békében lehettek volna elsők is, de a harmadik hely is szép eredmény.

Ugyanezzel a berendezéssel a világon elsőnek észlelik a Nap rádióhullámú sugárzását, de ezt az eredményt nem tudják kiaknázni, mások előbb publikálják a sugárzás vételét.

Akarattal hagytam ezt a munkát a beszámolóban utolsónak. Mondják, hogy a Hold-kísérlet végrehajtásának volt egy hátsó gondolata is. – Ebben az időben a konkurens gyárak nyugaton azt híresztelték, hogy az Egyesült Izzó a háborús károk következtében megsemmisült, és így akarták elhódítani piacát. Az Izzóban érezték, hogy ezeket a híreket szavahihetően meg kell cáfolni, hiszen a gyár működik és kész híres, jó minőségű áruinak szállítására.

A Hold-kísérlet jó cáfolata volt a kacsának, minden hirdetésnél hathatósabban és olcsóbban tanúsította, hogy az Izzó és a Kutató él és dolgozik. A világ összes rádióállomásai és újságjai szenzációként jelentik: „a Tungsram Kutató Laboratórium munkatársai észlelték mikrohullámok reflexióját a Holdról.”

Ezért hagytam utoljára ezt a kozmikus kísérletet. Jelképe lehet ez a Kutató több évtizedes munkájának, melynek során annyiszor írta az „égre” a magyar ipar jó hírét és a Tungsram nevét.

Az Egyesült Izzó kutatógárdája

Nem problémamentes kérdés, hogy ilyen címszó alatt kikről kell megemlékezni. Nem mértékadó a kérdés eldöntése szempontjából, hogy kinek van vagy volt diplomája, és kinek nem. Sokan dolgoztak a Kutatóban képesítés nélkül, de ha valaki megállta a helyét, akkor munkakör és fizetés tekintetében egyaránt ennek megfelelően bírálták el. A kutatók egymás közt nem vizsgálták ezt a kérdést. – Nem lehet szelekciót végezni egyedül az állománybeli hovatartozás szerint sem. Van, aki a

gyártásban volt alkalmazva hosszú időn át, munkája mégis javarészt a Kutatóval kapcsolatos. Tehát az egyedüli mérték a tudományos munkásság lehet, és ennek alapján felsorolok mindenkit, aki legjobb tudomásom szerint a kutatómunkában részt vett.

E rész összeállítása közben is fő szempont volt, hogy a személyi állományon keresztül magára a Kutatóra, az egész kollektívára vessen fényt. Ezért az egyes kutatók rövid személyi adatain és az őket foglalkoztató témákon kívül igyekeztem feltüntetni, hogy milyen pályát futottak be, milyen eredményeket értek el, akik munkájukat a Tungsram Kutató Laboratóriumában kezdték.

Nem szabad azonban megfeledkezni arról, hogy a kutatómunka sikere nagyrészt nyugodott azoknak a technikusoknak, laboránsoknak és műszerészeknek, tisztviselőknek a lelkiismeretes munkáján, akiknek neveit itt hiánytalanul felsorolni meg sem kíséreltem. Minden kutató bevallotta, hogy az előbbieket által nyújtott segítség nélkül munkája lehetetlen lett volna. A segítő munkások érdeme annál nagyobb, mert munkájukért nevük megőrzését sem várhatják az utókortól. Bár igaz, hogy sok közlemény végén találhatunk utalást a segítőtársak munkájára is, és az is igaz, hogy vannak köztük olyanok, akik azóta már önálló beosztást is elértek, mint Szemző Imre, Kincse Kálmán, Pataki János és Barta László. Az előzőekben szerepelt már néhány név a Kutató nem tudományos beosztású dolgozói közül. Hármát a leghűségesebbek közül, akik több évtized után ma is a HIKI Bródy Imre laboratóriumában a kutatómunka szolgálatában állnak, hadd emeljek ki külön is: Móder Józsefnét, Ficker Irént és Várbíró Lajost. Személyükön keresztül szóljon e helyről is a megbecsülés szava mindannyiuk felé.

Voltak a Kutatóban még más névtelenek is, akiknek emlékét, legalább egy ilyen négyükről írt közös bekezdésben meg kell örököteni. Ezek névtelen diplomások, illetve doktorok voltak. Négy nőről van szó, akik egyetemi végzettséggel, munkásnői beosztásban végeztek tudományos, műszaki fejlesztési munkát a Kutatóban. A férfi kutatók közül is többen mint műszerészek vagy más gyári dolgozók kezdték pályafutásukat az Izzóban, de az ő számukra nyitva állt a lehetőség, hogy egy idő után kutatói munkakört kapjanak. Őket azonban Aschner elvből nem vett fel önálló munkakörbe, de a nagy értelmiségi munkanélküliség lehetővé tette, hogy férfiak között kedvére válogasson. A kutatók és a gyár vezetősége között általában jó viszony, egyetértés volt, ez a kérdés azonban

kivétel, a kutatók néhány kolléganőjüket munkásnői minőségben felvették a Kutatóba, és azután munkájukat titokban megosztották velük. A titok azonban idővel kitudódott, és így itt állhat a „névtelenek” neve: dr. Blum Erzsébet, Ciffer Zsuzsa, Kálmán Béláné sz. Weiss Lilly (?) és dr. Keresztes Zsuzsanna. Munkájuk eredménye az emberek tudatában beleolvadt a férfi munkatárséba, de ahol a tényállás tudatában megtehetem, ott külön is megemlékezem róluk, munkájukról, mikor az egyes kutatókra rátérek.

Dr. Hegedűs András, Sass Lóránd, dr. Sasvári Kálmán, dr. Szabó János és Weisburg János az Egyesült Izzó Kutató Laboratórium fennállásának utolsó évében, 1948-49-ben kezdték meg itt munkájukat. Munkájukról és személyükről egyenként nem írok, mert kutató munkásságuk nagyobb méretű kibontakozása már a jogutód intézmények korszakába esik.

Dr. BARTA István (1910-) – A Televíziós Laboratórium megalakulásakor, 1937-ben került az Izzóba. 1942-ig a televíziós fejlesztési programon dolgozik, majd az Audion gyárrészlegében folytatja munkáját. A felszabadulás után ismét a Kutatóban az Orion műszerprogrammal és mikrohullámú kísérletekkel foglalkozik. 1949 óta a Budapesti Műszaki Egyetem Vezetéknélküli Híradástechnikai Tanszékének vezető tanára, akadémikus. Munkatársai a háború előtt: Czukor, Terebesi, Magó, a felszabadulás után: Dallos A., Valkó voltak.

Dr. BAY Zoltán (1900-) – Szegedi fizikaprofesszori székből kerül az Izzóba. 1936. júl. 1-jétől fokozatosan átveszi a Kutató Laboratórium vezetését a nyugalomba vonuló Pfeifer Ignác-tól. 1938 szeptemberétől egyidejűleg a pesti Műegyetem Atomfizikai tanszékének egyetemi tanári állását is betölti. Ehhez járul harmadiknak 1944 őszén az Egyesült Izzó műszaki vezérigazgatósága is, majd a felszabadulás után az MTA III. Osztályának titkársága, az Elektrotechnikai Egyesület elnöksége és számos más tudományos és társadalmi szerv vezetőségi tagsága. A Kutató vezetésén túlmenően személyes tudományos érdeklődésének tárgya: az elektronsokszorozó és ennek felhasználása, különösen koincidenziás mérésekhez. A háború alatt a lokátorkísérleteket vezeti, majd a munkának békés utóterméke a Holdról az ionoszférán keresztül reflektált mikrohullámok felfogása.

Bay 1948 tavaszán elhagyta Magyarországot, és jelenleg az USA-ban dolgozik a National Bureau of Standards laboratóriumában. Közvetlen munkatársai: Horváth Antal, Szepesi Zoltán, Papp György, Simonyi Károly, Dallos György, Winter Ernő, Budincsevic Andor, Magó Kálmán és 1945-től Bodó Zsolt, Pócza Jenő, Horváth Tibor, Takács Lajos és Csiki Jenő.

Dr. BODÓ Zalán (1919-) – 1945-ben a Hold-kísérlettel kapcsolatos kutatásba kapcsolódik be. Hamarosan azonban áttér igazi tématerületére: a fluoreszcencia és lumineszcencia vizsgálatára, de általánosabban a félvezetőkkel kapcsolatos problémákra. Jelenleg mint a HIKI osztályvezetője az ott folyó félvezetőkutatást vezeti. Kutatóbeli munkáját főleg Nagy Elemérrel, Szigeti Györggyel és Weissburg Jánossal végzi.

BRÓDY György – A húszas évek végén kezdi munkáját a Laboratóriumban. Tudományos munkásságát csak néhány évig folytat. Üvegek fizikai és kémiai tulajdonságaival foglalkozik. A háború után a HIKI elektronikus laboratóriumában ismét kutatómunkát végez, míg 1957-ben nyugalmába nem vonul.

Dr. BRÓDY Imre (1890-1945?) – Az Egyesült Izzó Kutató Laboratóriumának alapító tagjai közé tartozott. Amint a Born professzor mellett, Göttingában betöltött állását elhagyta, 1923. július 1-jén lépett be az Izzóba. Itt kutatómunkája elsősorban az izzólámpa tökéletesítésére irányult. Szilárdtestfizikai alapon több munkája vonatkozik az izzószál és izzókatód anyagára és viselkedésére. Tudományos munkája mellett évekig viseli a Kutató könyvtárának gondjait. Nevéhez fűződik a kriptonlámpa találmánya és ezzel kapcsolatosan a kriptongáz gazdaságos előállításának kidolgozása. A nagynyomású kriptonlámpára vonatkozó kísérleteinek már csak egyes részleteit tudja befejezni. 1944. július 3-án deportálják, és a németországi Mühldorfban, valószínűleg 1945-ben pusztul el. Túlsúlyban elméleti fizikai, termodinamikai munkájához Millnertől, Theisztól, Körösytól, Neumann Mihálytól és Kálmán Bélánétól kap kémiai, illetve kísérleti vonatkozású segítséget. Az ajkai kriptongyár építése Polányival, Grovannal és Héberrel közös munkájuk.

BUDINCSEVICS Andor – 1930-ban, az Elektroncső Laboratórium megalakulásakor, annak keretében kezdi munkáját az Izzóban. Problémái időrendben: gázgőzös katódbevonás, több-rácsos csövek konstrukciója, álkolloid katódbevonás katóforézissel, 1936 után Ag/Mg szekunderemissziós katóddal foglalkozik, majd 40-től a lokátor-, majd Hold-kísérletben vesz részt. Ennek befejeztével ismét az elektronsokszorozó fejlesztésén dolgozik. Később mikrohullámú csövekkel foglalkozik. Kossuth-díjas. 1950 óta a TÁKI állományába tartozik, amelynek osztályvezetője. A Kutatóban munkáit Winter Ernővel, Bay Zoltánnal, Zakariás Imrével, Preisach Ferencel és Papp Györggyel végezte együtt.

Dr. CZUKOR Károly (...-1945) – A 20-as években kerül a gyárba, és elektroncső-fejlesztéssel foglalkozik. A rádiócsőgyártás megindítása részben az ő nevéhez fűződik. Az új épület átadásakor ő is a második emeleti elektroncső-laboratóriumban kezd dolgozni. 1933-36-ig az Izzó londoni fiókját vezeti. Itt szerez értékes tapasztalatokat a televízióra vonatkozóan, és

hazatérése után, 1937-től a televíziós laboratórium vezetője. A zsidótörvények miatt korán nyugdíjazták. 1945-ben, a háborús nélkülözésektől megviselve, kiéhezve hal meg. Eleinte Winter Ernő és Preisach Ferenc társaságában végzi munkáját. A Televíziós Laboratóriumban Barta, Terebesi és Magó a munkatársai.

CSIKI Jenő – 1945 után rövid ideig mint elektromérnök működik a Kutatóban. Munkája a Hold-kísérlet műszerezésével kapcsolatos.

Dr. DALLOS András (1921-) – 1945 óta dolgozott a Kutató Laboratóriumban. Először a műszerprototípus-építési programban vett részt, majd az elektronsokszorozó továbbfejlesztésében. A nagyfrekvenciás csövekkel kapcsolatos munkája már átnyúlik a TKI korszakába. Jelenleg ennek főosztályvezetője. Barta István, Papp György és Budincsevics Andor voltak a munkatársai.

DALLOS György (1910-1945) – 1936-tól kezdve a Kutató ultrarövidhullámú specialista. A rövidhullámú távbeszélő, majd a radar – elsősorban a vevő rész – kidolgozásában vesz részt. Sokat foglalkozik a rádiózavarok elhárításának kérdéseivel. Közel tíz éves kutatómunka áll már mögötte, amikor 1944-ben feljelentik az ellenállási mozgalomban való részvételért. Katonai bíróság előtt 15 évre ítélik, és Sopronkőhidára szállítják. A kegyetlen bánásmód felőrlő idegeit, és röviddel a foglyok szabadulása előtt végez életével. Ma Újpesten utca hirdeti emlékét.

Dr. FARAGÓ Péter – Közvetlenül a felszabadulás után kapcsolódik bele a munkába. Érdekldése az elektronoptikai mellett a részecskeszámlálási problémákra, elsősorban az elektronsokszorozóval és a koincidenciás mérésekkel kapcsolatos kérdésekre terjed ki. A tömegspektrográf építési munkája már félbemarad. 1950-ben kilép a Kutatóból. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem docense, a KFKI osztályvezetője lett. Jelenleg Angliában él.

FROMMER József – Az új épület megépülésekor, 1930-ban csatlakozik a Kutató gárdájához. Az elektroncsövek alkalmazásával, készülék-szerkesztéssel foglalkozik. 1939-ben Ausztráliába vándorol ki, jelenleg az USA-ban él.

Dr. GERGELY György – 1948-50-ig dolgozik a Kutatóban. Foszforenciával kapcsolatos színkép- és utánvilágítási kérdésekkel foglalkozik. Az átszervezéssel a TKI-ba kerül, most annak osztályvezetője.

GLASNER Imre – 1931-től az Elektroncső Laboratóriumban dolgozik. Az elektroncsövekkel összefüggő kémiai problémák, katódokkal kapcsolatban új bevonási módszerek kidolgozása foglalkoztatja. Egy időben az egyenirányítók fejlesztésén dolgozik. 1937 körül az üzembe megy át, majd 1942-ben bevonul munkaszolgálatra, ahonnan nem is tér haza.

GLOSICS Tibor – Német egyetemen végzett fizikus-mérnök. Az Elektroncső Laboratóriumban a 30-as évek második felében lesz munkatársa. Néhány évi, főleg triádokra vonatkozó munka után bevonul munkaszolgálatra. A fasiszták áldozata lesz.

Dr. GOMBÁS Pál – A Kutatónak, különösen a felszabadulást követő években szakértője.

Dr. GRÜNWALD Géza – Csak néhány évet dolgozik az Egyesült Izzóban mint a Kutató matematikusa. Az elektronsokszorozó méretezésének számítási munkáját végzi. A 401-es különleges munkásszázdába vonul be 1942-ben, de röviddel ezután a keretlegények megölik.

HORVÁTH Antal (1905-) – 1936-ban Bayt követte cserélte fel a szegedi tanársegédi állását a Kutatóval. Az elektronsokszorozó kifejlesztésében kezdettől fogva részt vesz. A lokátorkísérletek idején, és később, az egész kutatómunkával kapcsolatban mint a nagyon elfoglalt Bay professzor összekötője működik. Később fénypor elektrosztatikus rögzítésének lehetőségével, majd félvezető szilíciumkristályok és szilíciumötvözetek előállításával és diódként való alkalmazásával foglalkozik. Jelenleg volfrám témakörben a HIKI Bródy Imre laboratóriumban dolgozik. Munkájában Bay, Szigeti, Nagy, Bodó, legutóbb pedig Millner Tivadar a társa.

HORVÁTH Tibor (1922-) – 1944-ben gyakorló elektromérnökként kapcsolódott be a mikrohullámú lokátor-kísérletekbe. A későbbi Hold-kísérletben és a koincidenciás számláló építésében is mint elektronikus impulzusteknikai érdeklődésű szakember vesz részt. 1950 óta a TKI-ban dolgozik, melynek egyik osztályát vezeti.

Dr. KNAPP Oszkár – Az Egyesült Izzóval, a Laboratóriummal és Pfeifer professzorral évtizedeken keresztül szoros kapcsolatot tart fenn. A tokodi üvegyár vezető munkatársa, majd a 30-as évek második felében már a Kutatóban van helyileg is. 1958-ban történő nyugdíjba vonulását megelőzően az újpesti gyártelepen lévő üvegyárat irányítja. Szakterülete mindvégig az üvegyártás és az ezzel összefüggő kémiai és fizikai kutatás volt.

Dr. KÖRÖSY FERENC – 1934 áprilisában kezdi kutatóbeli munkáját. A kriptonlámpa továbbfejlesztésével és a kriptongáz előállításával kapcsolatos elméleti és kísérleti munkák foglalkoztatják. Az izzólámpára vonatkozó termodinamikai vizsgálatokat végzi. Jódvegyületeknek ívleégés elleni felhasználását dolgozza ki. Ezen a területen főleg Bródyval és Pillitz-cel dolgozik együtt. Munkásságának másik részét képezi a fotocellákkal és fényelemekkel kapcsolatos kutatás, Selényi Pál mellett. Gázok nedvességtartalmának mérési módszerét, kripton adalékanyagának mérését Kálmán Bélánéval dolgozza ki. 1939-ben kilép, az USA-ba utazik, de onnan még a háború alatt visszatér. Ekkortól a Kutatóval csak mint külső munkatárs van

kapcsolatban. Később a HIKI Alkatrész laboratóriumának dolgozója, majd 1957-ben kivándorol Izraelbe, ahol jelenleg egyetemi tanár.

Dr. KRASSÓ Tibor – Tulajdonképpen nem a Kutató dolgozója, de az épület alagsorában lévő Kémiai Minőségi Ellenőrzés kémikusa hosszú időken keresztül. Az izzólámpák gáztöltésével, a kriptongyártással kapcsolatos problémáknál különösen szoros együttműködésben dolgozik a kutatókkal. Szintén a nációk áldozata.

KUNOS Ferenc (1909-) – 1931-1942-ig dolgozott a Kutatóban. A nagykristályos GK volfrámdrót kidolgozásával és üzemi bevezetésével kapcsolatos problémákkal foglalkozott, elsősorban analitikai vonalon. 1942 augusztusában ő is a különleges munkaszolgálatba vonulók közé tartozott. Ma az Egyesült Izzó volfrámgyártásának egyik vezetője. A Kutatóban Millner Tivadar és Tury Pál munkatársa.

LUKÁCS Ernő (...-1943) – Az elektroncsőgyártás egyik szakembere. A Kutató épületében csak 1938 előtt egy rövid ideig dolgozott. Nevéhez fűződik a tértöltéscsatolás kimutatása. 38-ban a gyári elektroncsőlaborba megy át. 1942-ben különleges munkaszolgálatra hívják be, és a Don-kanyarban fagyási sebei következtében hal meg. Winter Ernővel dolgozott együtt.

MAGÓ Kálmán (1908-) – 1937-től kezdve a Televíziós Laboratórium tagja. Előzőleg már két évet az oktatói alkalmazási problémáin dolgozik Frommer Józseffel. Czukorral, Bartával és Terebesivel végzett televíziós kutatások után 1942-től a lokátoros csoporthoz csatlakozik, és munkamegosztás alapján az indikátor rész építését vállalja magára. A felszabadulás után a Hold-kísérletekben vesz részt, és ezzel párhuzamosan incidenciában dolgozó lökesszámlálót készít az elektronsokszorozóhoz. Részt vesz az Orion műszerprogramban is. Később katódsugárcsővel és mikrohullámú csövekkel foglalkozik. Jelenleg osztályvezető a TKI-ban.

Dr. MAKAI Endre – Vegyész és matematikus. 1945 után a fluoreszcencia-vizsgálatokba kapcsolódik be. Nehézfűz-készítéssel is foglalkozik, mely moderátoranyagként szükséges a részecskeszámlálásnál használt neutronforráshoz. Ez a munkája Faragó Péterrel közös. A fluoreszcencia-vizsgálatokat Szigetivel, Nagy Elemérrel, Bodóval végzi közösen. Jelenleg a műegyetemi matematika tanszéken (Gallai Tanszék) docens.

MARTON Mátyás – Két részre tagolódik a kutatóbeli működése. Először 1931-ben szerepel a különböző névsorokon. A harmincas évek második felében Párizsba helyezik valamilyen, az Izzó érdekkörébe tartozó munkára. Franciaország német megszállásakor mint idegen állampolgárnak haza kell jönnie. Elektroncsövek és rádiós alkalmazásai a szakterülete, de másodszor is csak rövid ideig dolgozik a Kutatóban, mert hamarosan elhurcolják, és a nációk áldozata lesz.

Dr. MÁRTON László – A húszas években tagja a Laboratóriumnak. Munkája a fotocella-kísérletekre irányul, ezzel kapcsolatban kidolgozák az üveg elektrolitikus szétbontásának és idegen anyagoknak zárt üvegedényekbe való bevitelének módszerét. 1930-ban a brüsszeli Piccard professzor munkatársa lesz, jelenleg pedig az amerikai RCA-nál dolgozik. Az NBS igazgatója. A Kutatóban Rostás Ernő a társa, majd Selényi Pál veszi át a témát.

Dr. MILLNER Tivadar (1899-) – Fiatalkorban 1924-ben csatlakozik a Kutató akkor még kis gárdájához. A volfrámgyártás és a volfrámfém tulajdonságai kezdettől fogva érdeklődése középpontjában állnak. Analitikai, kémiai metallurgiai vizsgálatok a Kutató munkamegosztásában reá tartoznak. 1929 körül a gáztöltésű lámpák getterezési problémáin dolgozik. A kriptonlámpához vezető úton a vegyület-gáz töltésű izzólámpák kidolgozása fűződik nevéhez. Ezt követi a GK volfrámfém kidolgozása és ezzel kapcsolatos finomanalitikai vizsgálatok. 1945 után a volfrámgyártás természettudományos alapkérdéseivel foglalkozik, elsősorban az igen kis, ezredszázalék nagyságrendjében jelenlévő szennyezőatom technológiai hatásával. Kossuth-díjas, az Akadémia levelező tagja. Jelenleg a HIKI Bródy Imre Laboratóriumában osztályvezető és a HIKI igazgatóhelyettese. Munkatársai Bródy Imre, Tury Pál, Theisz Emil, Kunos Ferenc voltak, újabban pedig Hegedűs András, Horváth Antal, Sass Lóránd és az Izzó állományában lévő dr. Neugebauer Jenő.

Dr. NAGY Elemér – 1943-tól kezdve foszforreszcenciával kapcsolatos kutatásokat végez. Általában a félvezető csoport munkájában vesz részt, a lumineszkáló cinkszilikáton és cinkberil-szilikáton kívül foglalkozik szilícium-diódával, germánium-problémákkal is. Munkáját folytatja a TKI és HIKI keretein belül is, míg 1957-ben kilép. Jelenleg az ELTE I.s. Kísérleti Fizikai Intézetének professzora. Munkatársai Szigeti, Bodó, Makai, Gergely és Horváth A. voltak.

Dr. NEUMANN János – Az Egyesült Államokban élő elméleti fizikus, az atomkutatás vezető egyénisége. A háború előtt hosszabb ideig szakértőként működik a Kutatóban.

NEUMANN Mihály – 1932-39-ig dolgozik az Izzó Kutató Laboratóriumában. A nagynyomású kripton izzólámpa megvalósításában Bródy Imre munkatársa. A fotocella-kutatásban is részt vesz Selényi Pállal és Körösy Ferencsel együtt. Kevésbé fontos témája az elektroncsövek rácshegesztésének új megoldása. 1939-ben az USA-ba vándorol ki, ahol a Westinghausnál köt ki.

Dr. OROWÁN(Y) Egon – 1936-39-ig, elsősorban az ajkai kriptongyár építésével kapcsolatos kutatómunkában vesz részt. Utána Angliában dolgozik. Bródy Imre, Körösy Ferenc a munkatársai.

Dr. PAPP György – A műegyetemi Atomfizikai tanszék magántanára és emellett hosszú évekig (1943-48) szakértője a Kutatónak. A háború után idejének nagy részét tölti Újpesten. A lokátor- és Hold-reflexiók kísérletek után az elektronsokszorozóval végzett részecskeszámlálás kérdéseivel foglalkozik.

PATAI Imre – A Kutató fennállásának első éveiben izzólámpa-, elsősorban pedig üveg- és volfrám-tématerületen dolgozik. 1927 körül kiválk, és megalapítja a Wien Elektroncsőgyárt.

PFEIFER Ignác (1867-194...) – A kutatómunka megszervezője, a Kutató első igazgatója annak megalakulásától 1936-ig. Előzőleg a Műegyetemen a Kémiai Technológia tanára. A Tanácsköztársaság bukása után ott nyugdíjazták. Saját tudományos témája az Izzóban nincs, mint igazgató általános irányító munkát végez. Az Egyesült Izzó és Villamossági Rt. Igazgatósági tagja. A Magyar Kemikusok Egyesületének újjászervezője, másfél évtizedig elnöke, a Technikai Kurír felelős szerkesztője. Több közéleti és tudományos egyesületben vezető szerepet tölt be. 1936 és 1938 között fokozatosan átadja a Kutató vezetését Bay Zoltánnak, maga pedig nyugalomba vonul, hiszen ekkor már 70 éves. A felszabadulás után hal meg.

PILLITZ Dezső (1895-1944) – 1921-ben Pfeiffer professzor tanszékéről, vele együtt jön a gyárba. A lámpatöltő gázok tisztítása és a kémiai minőségellenőrzés a munkaterülete. Ezekkel kapcsolatban számtalan vonatkozásban a kutatómunkában is részt vesz. 1927-től a főváros fennhatósága alá tartozó Világítástechnikai Állomásnak is vezetője. Rengeteg világítástechnikai tárgyú előadása és 17 ismeretterjesztő füzetet a korszak gyümölcse. Külön erre a célra felszerelt és világítástechnikailag megfelelően berendezett szobában szenedvényes kedvtelés-ként növénykísérleteket folytat. 1931-41-ig a Magyar Kemikusok Egyesületének főtitkára. 1944-ben deportálják, és Mühldorfban pusztul el.

Dr. PÓCZA Jenő – 1945-től szakértői minőségben vesz részt a Kutató munkájában. Tevékenysége eleinte a Hold-kísérlettel kapcsolatos, később a nagyfelbontású elektronsokszorozó és a hozzávaló incidenciás berendezésen dolgozik. Kidolgozza igen kis fénymennyiségek mérésnek módszerét, ezzel kapcsolatban meghatározza a sokszorozó kvantumhatásfokát. A Nier-féle tömegspektrográf építése már félbemarad. 1950-ben az ELTE Kísérleti Fizikai Intézetének tanszékvezető docense lesz. A mikrohullámú Hold-kísérlet csoportján kívül elsősorban Faragó Péterrel és Takács Lajossal dolgozik együtt.

Dr. POLÁNYI Mihály – Évtizedeken keresztül szakértője a Kutatónak. Az ajkai kriptongyár tervezésében egész konkrétan részt vesz.

Dr. PREISACH Ferenc – Hitler uralomra jutása után kell távoznia Weiss professzor intézetéből, és hazatérve, 1934 szeptemberétől az Elektroncső Laboratóriumban folytat kutatómunkát. Érdeklődése inkább elméleti irányú. A szekunderemisszió alapuló multiplikációs típusú csövek, a kettős katódkivezetés az ő munkái. Nagyfrekvenciás csöveket is tervez. Preisach Ferenc is a fasiszta pusztítás áldozatai között van. Winter Ernő, Zakariás Imre, Budincsevics Andor és Lukács Ernő voltak a munkatársai.

ROSTÁS Ernő – Kb. 1924-től dolgozik a Kutatóban. Márton Lászlóval az üvegelektrolízis és a fotocella problémáján dolgoznak közösen. Ez a munka Selényi Pált is érinti, de vele közös a vákuumlámpákban fellépő termoionok vizsgálata is. Ugyancsak vele építik meg újrendszert oszcillográfjukat, mely a Kerr-effektus alapján regisztrál. A harmincas évek elején a kartellen belül egy párizsi laboratóriumnak adják át az érdeklődésének megfelelő fotocella-program kidolgozására.

ROTTER László – 1945 után kapcsolódik be a munkába. Több témán dolgozik. Először a műszerprogram megvalósításában vesz részt, majd gyémánt dróthúzókövek fűrására dolgoz ki módszert. Később a félvezető szilícium- és germánium-kristályokkal összefüggő kutatásban vesz részt. A TKI osztályvezetője lesz, míg 1956-ban disszidál.

Dr. SELÉNYI György – 1938-ban végezte az egyetemet, a Kutatóval édesapja révén már korábban is kapcsolatban állt. Fényporok mellett több aktuális, kisebb kérdéssel foglalkozik. Doktori dolgozatának tárgya a röntgenes anyagszerkezet-vizsgálat. Munkaszolgálatra hívják be, és onnan nem is tér vissza.

Dr. SELÉNYI Pál (1884-1954) – A 20-as évek antiszemitizmusának üldözöttjeként hagyja el a pesti Tudományegyetem II.sz. Fizikai Intézetét, hogy azután az Egyesült Izzóban Pfeifer egyik első munkatársaként találjon újra munkalehetőséget. A Kutató megmaradt levéltári anyaga között található a következő, 1940. okt. 20-án kelt, dr. Selényi Pálnak címzett levél: „Kívánságára igazoljuk, hogy Ön 1921. okt. 21 -1939. dec. 31-ig vállalatunknál, Kutató Laboratóriumunkban mint fizikus volt alkalmazásban. Ezen idő alatt az izzólámpa- és elektroncső-gyártás terén, valamint ehhez rokon területeken, fénymérés, fotocellák, fénylemek, katódsugárcsövek, képtelegrafálás és távolbalítás területén számos találmányt és gyártási eljárást és vizsgálati módszert dolgozott ki és különféle villamos és optikai készülékeket szerkesztett. A Laboratórium kísérleti műszerész műhelyének ellenőrzése ugyancsak az Ön állandó munkaköréhez tartozott.” 1939 ismét kényszernyugdíjaztatását hozza a numerus clausus következtében. Rehabilitálását csak a felszabadulás után éri meg: az Eötvös Loránd Tudományegyetem rendkívüli tanára, az Akadémia levelező tagja lesz. Kossuth-díjat kap. A fotocella-kutatás területén hosszabb ideig együttműködik

Brunó Lange professzorral, a Kutatóban Kőrosy Ferenc, Rostás Ernő, Vészi Gábor, Neumann Mihály és Kálmán Béláné a munkatársai. Rövid ideig Dr. Keresztes Zsuzsával is dolgozik együtt.

Dr. SIMONYI Károly – 1942-46-ig a mikro-hullámú radar- és Hold-kísérlettel kapcsolatban a Kutató szakértője.

SÓLYI Antal – A negyvenes években mint fizikus és matematikus fejt ki tevékenységet a laboratórium rövidhullámokkal foglalkozó részlegében. 1945 után, félve háború alatti jobboldali magatartásának következményeitől, vidékre megy, ahol agyhártyagyulladásban meghal. Szepesi Zoltánnal dolgozott együtt.

Dr. SZALKAY Ferenc – Munkássága a Kutató utolsó éveire esik. Többek között ultrahang-keltő berendezést épít. 54-ben kilép, az Optikai és Finommechanikai Kutatóintézet vezetője lesz.

SZÁSZ Tibor – Nem sokkal a Laboratórium alapítása után csatlakozik a kutatócsoporthoz. Munkássága mindvégig az izzólámpák tökéletesítésére irányul. Spirálszerkesztési elvek, az első duplaspirállámpa, ballonkonstrukciók, sok fotométeres izzólámpa-vizsgálat, higanygőzlámpához ultraibolyát áteresztő ballon készítése, fénycsővizsgálatok – ezek a témái. A 30-as évek elején egy ideig az Izzó kísérleti lámpagyártását vezeti. Mint tartalékos főhadnagy a háború alatt a Kutató katonai parancsnoka. Ezért meg külön emberi vonásai miatt 1945-ben nem igazolják. Később, mintegy rehabilitálva ismét felveszik a gyárba, majd hamarosan nyugalomba vonul, és a negyvenes évek végén meghal.

Dr. SZEPESI Zoltán – 1936-ban Bay kísérletében jön Szegedről, ahol az ő tanársegéde volt. Fő témája a Kutatóban a frekvenciamoduláció. Később az elektroncsöves készülékek és műszerek „zajforrásait” kutatja. A lokátor-kísérletekkel kapcsolatban az adó rész építését végzi. 1947 tavaszán külföldre megy, jelenleg Montreálban dolgozik. Munkáit Bay Zoltánnal, Sólyi Antalal, Preisach Ferencel és a lokátoros csoporttal végzi együtt.

Dr. SZIGETI György (1905-) – 1928 óta vesz részt a Kutató Laboratórium munkájában. Ez idő óta foglalkozott: elektroncső-tartóségetési vizsgálatokkal, izzó- és hidegkatódos gáztöltésű egyenirányítók, fényforrás célját szolgáló gázkisülésekkel, fémgőzlámpákkal, katódsugárcső-fejlesztéssel, nagynyomású gázkisülésekkel, majd fénycsővel. A legutóbbi időkben félvezető-problémák, elsősorban a tranzistorok foglalkoztatták. Előzőleg évekig lumineszcencia-vizsgálatokkal foglalkozik. 1948 augusztusától vezeti a Laboratóriumot, melynek neve jelenleg HIKI Bródy Imre Laboratórium. Az Akadémia levelező tagja, a MÜFKI igazgatója, az Eötvös Loránd Fizikai Egyesület főtítkára. Kossuth-díjas. Korábbi munkáiban Vészi Gábor, Selényi Pál, Nagy Elemér, Makai Endre,

Bodó Zalán és Horváth Antal a munkatársai.

Dr. TAKÁCS Lajos – A 45-46-os Hold-kísérletekkel kezdődik munkája a Kutatóban. Mint matematikus az elektronsokszorozóval és a koincidenciás berendezéssel kapcsolatos számításokat végzi. Részt vesz azonban Pócza Jenő és Faragó Péter társaságában a kísérletek kivitelezésében is. 1951-ben hagyja el a Kutatót. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Valószínűségszámítási Tanszékének docense.

TARI László – Elektronikus szakember. A Hold-kísérlet elektronikus berendezéseit tervezi és készíti. Több automatizálási problémán dolgozott. Sok munkát végzett Csiki Jenővel együtt. A KFKI-ban, majd a Kisipari Szövetkezetben működik.

TARTJÁN Imre – Az első tíz évben a Kutató munkatársa. Fémek, mindenekelőtt a volfrám technológiai tulajdonságai képezik kutatómunkájának tárgyát. A nagykristályos, alaktartó volfrámdrót megteremtésén fáradozik. Több tanulmányutat tesz a berlini Osram gyárban, és végül ennek alkalmazottja lesz. Tury Pállal dolgozik együtt a volfrám témán.

Dr. TEREYESI Pál – 1937-ben az új Televíziós Laboratórium egyik munkatársa lesz. Eleinte teljes erővel a televíziós adás-vétel tulajdonságait, a kép minőségét befolyásoló tényezőket vizsgálják. 1940 körül ettől kicsi eltérve adó- és egyenirányító-csővel kezd foglalkozni, de ezt a munkát már félbeszakítja a munkaszolgálatos behívó. Ez az értékes szakember is fiatalon a fasiszták áldozata lett. Czukor, Barta, Magó a munkatársai.

THEISZ Emil (1901-) – 1929-1944-ig végzi a Kutatóban az izzólámpa-fejlesztéssel összefüggő kémiai vizsgálatokat. A volfrámbronzokra és alkáliföldfém-karbonátokra vonatkozó két katód-kísérleti munka után először a vegyületgáz, majd kripton-töltésű gáz megvalósításán dolgozik. Következő témája az ivleégés vizsgálata különböző gázokban, ezzel kapcsolatban megfelelő spirál szerkesztése. A háború alatt katonai megrendelésre kis tehetetlenségű hanglámpát dolgoz ki. 1944 vége óta a termelésben dolgozik, jelenleg az Egyesült Izzó izzólámpa kémiai laboratóriumának vezetője. Munkatársai: Millner Tivadar, majd Bródy Imre.

TURY Pál (1894-) – Rejtő professzor műegyetemi mechanikai technológia tanszékéről 1922 elején kerül a Kutatóba. Mint metallurgus a volfrám technológiai fejlesztésén dolgozik. Hosszú évekig Tartján Imre a munkatársa. A nagykristályos, át nem hajló volfrámdrót felé vezető utat először különböző hőkezelésekben, majd az adalékanyagok megfelelő megválasztásában keresi. A megoldást jelentő GK volfrámhuzal Millner Tivadarral közös munkája. A továbbiakban is mindig a volfrám- és molibdén-fém gyártásának tökéletesítésével foglalkozik. 1930 óta a gyár volfrámlaboratóriumának a vezetője. 1946-tól a gyár igazgatásában működik közre, jelenleg mint főtechnológus.

VALKÓ Iván Péter – 1936-ban lép a Tungram Laboratórium kötelékébe. Először üvegek optikai vizsgálataival és fiziológiai optikával, majd glimmlámpákkal foglalkozik. 1938-tól kezdve elektroncső alkalmazási és akusztikai, konkrétan hangszóró-problémákkal foglalkozik. 1942-ben az üzembe, a behívott Lukács Ernő helyére kerül. A felszabadulás után újra a Kutatóban van. A műszerfejlesztési programban, majd kapcsolásméleti kérdéseken dolgozik. A Műszaki Főiskolán meginduló híradástechnikai káderképzés szervezői között van. 1950-ben a TKI egyik vezetője lesz, majd az 1953-ban megalakuló HIKI elektronikus laboratóriumát vezeti. Munkáit Selényi Pállal, Frommer Józseffel, Winter Ernővel és Blum Erzsébettel végzi közösen.

Dr. VÉSZI Gábor – 1930-38-ig tagja a Kutatónak. Fizikai kémia a szakterülete. Üvegekkel foglalkozik, majd az Audion-gyártás néhány problémájával. Később a szelén fénylem kidolgozása foglalja le, majd nagynyomású higanygőz izzólámpák kikísérletezése. 38-ban kivándorol Angliába. Egy-egy kérdésben Szigetivel, Selényivel és Bródy Imrével dolgozik együtt.

Dr. VIDOR Pál – Pfeifer professzor tanszékéről, őt követve lép a Kutató alapító tagjai közé. A volfrám gyártásával kapcsolatos problémák foglalkoztatják. Erre az időre esik főtítkársága a Magyar Chemikusok Egyesületében. Üvegek és izzólámpák tulajdonságait kutató tevékenysége 1928-ig követhető. Valószínűleg ekkor lép ki a Kutató állományából.

WINTER Ernő (1897-) – Az Egyesült Izzó elektroncső-gyártásában már korábban is, a Kutatóban 1930 óta dolgozik. Elsősorban az izzókatódok fejlesztésével foglalkozik. Kidolgozza a Ba-katódát. 1938-ban néhány munkatársával együtt ismét elköltözik az épületből, és az üzem rádiócsőfejlesztési osztályát vezeti. Munkája azonban itt is tervező-, kutatómunka. A Kutatóban mint tanácsadó működik. Jelenleg a TKI és az MFKI igazgatóhelyettese, az Akadémia levelező tagja, Kossuth-díjas. Budincsevics, Lukács, Bay, Glasner, Czukor és Preisach hosszabb időn keresztül munkatársai voltak.

ZAKARIÁS Imre – Először az elektroncsőgyártásban Czukor Károllyal, majd a kutatóbeli elektroncsőlaborban dolgozik. Főleg mikro-hullámcső-problémák foglalkoztatják. A ket-tős katódkivezetés Preisach Ferencsel közös munkájuk. 1939-ben kilép, és önállósítja magát. A 40-es évek végén ismét az Izzó területén dolgozik, ekkor a HIKI elektronikus laboratóriumának munkatársa. Innen disszidál 1956-ban.



A Kutató Laboratórium személyzete 1936-ból – a legfelső sorban állók laboránsok és ipari tanulók; felülről a második sorban Budincsevics Andor (16), Krassó Tibor (18), Pillitz Dezső (40); a harmadik sorban Winter Ernő (42), Millner Tivadar (49), Tury Pál (44), Lukács Ernő (48), Frommer Vilmos (49), Valkó Iván Péter (50), Körössy Ferenc (57), Theisz Emil (61), Dallos György (62); az ülő sorban Knapp Oszkár (84), Bródy Imre (85), Aschner Lipót (89), Pfeifer Ignác (90), Bay Zoltán (91), id. Selényi Pál (92), Szigeti György (95).

(Forrás: A TUNGSRAM Rt. Története 1896-1996, Aschner Lipót Alapítvány, 2004)

HOLUX Kft. 1135 Budapest, Béke u. 51-55.

HOLUX Központ és Mérnökiroda Tel.: (06 1) 450 2700 Fax: (06 1) 450 2710
 HOLUX Vevőszolgálat Tel.: (06 1) 450 2727 Fax: (06 1) 450 2710
 HOLUX Üzletház Tel.: (06 1) 450 2718 Fax: (06 1) 320 3258
 HOLUX Fényszaküzlet Kőrmend Tel.: (06 94) 594 315 Fax: (06 94) 594 316
 HOLUX Fényszaküzlet Nyíregyháza Tel.: (06 42) 438 345 Fax: (06 42) 596 479
 HOLUX Fényszaküzlet Szeged Tel.: (06 62) 426 819 Fax: (06 62) 426 702
 www.holux.hu www.fenyaruhaz.hu e-mail: hoso@holux.hu

Minőségirányítási
rendszer



A MEE Világítástechnikai Társaság
tagja

