

Wilhelm Conrad Röntgentől dr. Gillemot Lászlóig

Becker István

Wilhelm Conrad Röntgen életrajza

Wilhelm Conrad Röntgen 1846-ban született Németországban a Düsseldorf melletti **Lenne**-ben. (ma Remscheid). Elemi iskoláit Hollandiában, **Appeldoorn**-ban végezte, mert az édesapjának ott volt posttölgára. Polgári iskolába **Utrecht**-ben járt. Érettségi előtt három hónappal kizárták az iskolából, fegyelmi vétség miatt. Még magán úton sem tudott leérettségizni, mert görögből és latinból elégtelen volt.

A **zürichi** műszaki főiskola volt az egyetlen a német nyelvterületen, ahol érettségi nélkül folytathatta tanulmányait. (ezen a főiskolán végzett Albert Einstein is). Itt szerzett gépészmérnöki diplomát 1868-ban. Már a főiskolai tanulmányai alatt is a fizika felé fordult az érdeklődése, Robert Clausius „kinetikus gázelmélet” tárgyú előadásai miatt. Clausius August Kundt követte a kísérleti fizika tanszéken, aki felfedezte az ifjú Röntgen tehetségét és rábeszélte őt doktori „vizsgára” (Studium über Gase 1869). 1869-ben **Würzburg**-ban helyezkedett el August Kundt mellett, mint asszisztens.

A würzburgi egyetem, Kundt javaslata ellenére, nem nevezte ki magántanárnak, mert nem volt érettségije. Kundt, munkatársával Röntgennel 1872-ben **Strassbourg**-ba ment. Röntgen itt doktori „címet” szerzett és magántanár lett. 1875-től a **Hohenheimi** Akadémiára került, rendes tanárként. Az akadémiának azonban nem volt fizika-laboratóriuma. Ezért 1876-ban visszatért **Strassbourg**-ba, ahol Kundttal folytathatta kísérleteit. 1881-ben a **gießeni** egyetemre került a fizika-tanszék vezetőjeként 1888-ban a **würzburgi** egyetem professzora lett. 1895-ben **Lenne**-ben, a saját laboratóriumában az **ismeretlen (X) sugárzást** fedezte fel. 1900-ban a bajor kormány felkérésére a **müncheni** egyetem professzora lett.

1991-ben első fizikusként kapta meg a **Nobel díjat**.

Az I. világháború alatt **Amerikában** tartózkodott. A világháború után visszatért **Münchenbe**.

1921-ben ment nyugdíjba. 1923. február 10-én (egyek források szerint 23-án) rákban halt meg (betegsége kapcsolatban lehetett saját sugaras kísérleteivel).

Szakmai életrajz

Wilhelm Conrad Röntgent „változatos életútja” folyamán számos kutatási téma kötötte le. Ilyen témák voltak:

- Ozmózis (Zürich).
- A levegő fájhője (Würzburg).
- A mágneses tér hatása a polarizált fényre hidrogén gázban (Strassbourg).
- Az elektromos tér hatása a polarizált fényre.
- Elektro optika (Gießen).
- A dielektromos polarizáció elektromágneses hatása.
- Saját töltéssel nem rendelkező dielektrikumok, állandó mágneses mezőben, elektromos áramot fejlesztenek = „Röntgenáram”.
- Katódsugárzás (Lenard féle kisülési cső) Würzburg 1889–1894.
- **Crookes féle katódsugár-csőből X-sugárzás, 1895 Lenne (= Remscheid).**

Az X-sugárzás felfedezése

Kevés olyan korszakalkotó felfedezést ismerünk, mint Wilhelm Conrad Röntgen X-sugara, mely több mint 100 éve nem vesztett sem az orvostudomány (diagnosztika, terápia), sem a roncsolásmentes anyagvizsgálatok gyakorlati felhasználásának a jelentőségéből.

1895. november 8-án Remscheid-Lennep községben (Düsseldorftól keletre kb. 30 km) a saját laboratóriumában dolgozott Wilhelm Conrad Röntgen. Kutatásának témája a Hertz-Lenard féle katódsugárzás tanulmányozása volt.

Crookes féle katódsugárcsővének beállításakor meglepetéssel állapította meg, hogy egy fekete karton mögött lévő bariumtetracyanoplatinat réteggel bevont ernyő – messze a gázkisülési csőtől – fluoreszkálni kezdett. A jelenséget nem tudta a katódsugarakkal indokolni. Néhány egyszerű fogással bizonyította, hogy az ismeretlen sugárzás valóban a katódsugárcsőből származik, a sugárzás nem fény, se nem elektromosság. De hát akkor mi? Úgy tűnt, hogy ez, talán egy újfajta, „nem látható fénysugárzás” Az új sugarak könnyen áthatoltak a papíron, szöveten, fán. Ezt az ismeretlen sugárzást Wilhelm Conrad Röntgen a matematika ismeretlen jelével „X” - jelölte és X-sugárzásnak nevezte (X-ray).

Röntgen felfedezésének örömeiben és lázában minden, a háztartásában fellelhető anyagot, eszközt (könyvet, kártyát, üveget, hüvelyes borsót stb.) átsugárzott. A fluoreszkáló ernyőt felváltotta a fényérzékeny lemez, melyről könnyű volt másolatokat is készíteni.

Felfedezése olyan intenzív kutatásra készítette, hogy még az ágyát is a laboratóriumába vitette. Ott is étkezett. Felesége nem értette férje „elhidegülését” mindaddig, amíg Röntgen le nem ültette feleségét laboratóriumi asztalához és az asszony kezét 15 perc mozdulatlanúságra ítélve felvételt készített róla. Előhívás után felesége döbbenetben látta saját „csontvázát”, mely látvány a halált ébresztette fel benne.

Röntgen 7 hétig szinte éjjel nappal kísérletezett, hogy az addigi megfigyeléseit, megállapításait ellenőrizze és reprodukálja. Tapasztalhatta, hogy az ismeretlen sugárzást világos nappal is tanulmányozhatja, csak az érzékelő fényérzékeny lemezt kell fekete papírba csomagolni.

Megállapította, hogy a rendelkezésére álló anyagok közül az ólom engedi át legkevésbé az X-sugarakat. Akkor még nem tudatosan, inkább ösztönösen ólomvédelmet készített kísérleteihez. (Sajnos csak később lett ismert az X-sugaraknak a káros hatása az élő szervezetekre, amikor már számos „radiológus” és „páciens” károsodott az X-sugaraktól.)

Wilhelm Conrad Röntgen számára néhány héten belül világhíressé vált felfedezésének – akkor még felmérhetetlen – értéke. Türelmetlenségét növelte az a tény, hogy a közelgő karácsonyi ünnepek miatt nem tudta eredményeit nyilvánosan bemutatni. Elhatározta, hogy felkéri a „Würzburgi Fizikai Orvosi Társaság”-ot hogy felfedezését – egyelőre – írásban ismertethesse. Publikációjának címe: „A sugárzások egy új fajtája”. Kutatásának részleteit e publikáció utolsó 10 oldala tartalmazta.

1896. január 1-jén újévi ajándékként kollegáinak elküldte X-sugár képeinek néhány másolatát abban a reményben, hogy ezek a tudósok majd támogatón fogják értékelni felfedezését.

A felfedezés futótűzként terjedt nemcsak a tudósok körében, hanem a sajtóban is. A nagy kapkodásban a Wiener Presse 1896. jan. 5-i számában sajtóhibával „Routgen X-sugarai”-ról számolt be.

1896. január 23-án este zsúfolva volt a „Würzburgi Fizikai-Orvosi Társaság” auditoriuma. Már órákkal előtte minden helyet elfoglaltak az X-sugárzás iránt érdeklődők. Conrad Röntgent már pusztá meglepésnek nagy ovációval fogadták. Előadása folyamán is többször csatant fel az elismerés tapsa.

Röntgen előadásának bevezetőjében a katódsugár fizika úttörőinek (Hertz, Lenard, Crookes) érdemeit és eredményeit méltatta, majd ismertette kutatásait és bemutatta néhány felvételét. Ezután felkérte a híres anatómust Albert von Köllikert, engedje meg, hogy a kezéről, ott az auditoriumban felvételt készíthessen. A felvétel sikerült. Kölliker nagy

lelkesezésében kijelentette: a Társaságban eltöltött 48 éve alatt nem vett részt ilyen fontosságú ülésen, majd azt ajánlotta, hogy az ismeretlen sugárzást ezentúl Röntgensugárzásnak nevezzék. Javaslatát a jelenlevők óriási tapsal fogadták el.

A röntgensugarak gyakorlati felhasználásának és alkalmazásának lehetősége számos üzletember fantáziáját megmozgatta. Leveleikkel, néha agresszív látogatásaikkal ostromolták Conrad Röntgen. Röntgen szerénységének igazolására legyen szabad Őt idéznem: „Az Egyetem legjobb tradícióinak szellemében az a véleményem, hogy az ott elért felfedezések az emberiséget illetik, sem szabadalmak, sem licenck, vagy szerződések sem befolyásolhatják azokat és semmilyen csoport sem gyakorolhat ellenőrzést felettük”.

Publikációjának és felvételeinek szétküldése után kitört a pokol körülötte. A dicsérő és elismerő levelek áradatától kezdve a felfedezését utánozni kívánók tanácskéréséig özönlöttek a levelek. Megszűnt a középkorú professzor nyugodt élete. Felesége is panaszkodott a nagy felfedezésnek a családi békéjükre gyakorolt hátrányos hatása miatt.

Kapott olyan leveleket is, melyben az írója azt állította, hogy az „X-sugárzást” már korábban felfedezte. Szomorúan tapasztalta Röntgen, hogy a látogatók számában növekedésével növekedett a felvételeinek „eltűnése” (ellopása) is.

1901-ben, Stockholmban a királyi hercegtől vehette át az első fizikai Nobel díjat (Diploma, aranyérem, pénzjutalom). Röntgen visszautasította azt a kérést, hogy egy „Nobel díj előadást” tartson. Megköszönte a Nobel díj bizottság elismerő szavait, majd kijelentette, hogy munkájának elismerése bátorítja őt, hogy tudományos kutatásait, melyek az emberiség számára hasznosnak bizonyulnak tovább folytassa.

1920-ban Conrad Röntgen visszavonult a fizikai professzori állásából, de két laboratórium továbbra is a rendelkezésére állott.

Rudolf Grashey szavaival fejezem be Conrad Röntgen életútjának rövid ismertetését:

„Az élet olyan sokat adott Neki, de Ő többet adott nekünk, mint amit Ő kapott. Szellemének egy szikrája fényt gyújtott, mely a tudomány sötét útját megvilágította. **Hallhatatlan az Ő műve? Hallhatatlan az Ő neve?**”

Radiográfia

Az X-sugárzástól a röntgenfelvételekig

Wilhelm Conrad Röntgen az X-sugarait laboratóriumi körülmények között fedezte fel. Lázás sietséggel vizsgálta az új, ismeretlen sugárzás természetét, kezdve a báriumtetracyanoplatinát ernyőfluoreszkálástól, a fekete papírba csomagolt fényérzékeny (fotó) lemez, előhívás utáni elfekedéséig. A fotólemezek elé helyezett anyagok, tárgyak felismerhetők voltak. A feleségének kezéről készített „röntgenkép” tekinthető az első orvosi alkalmazásnak, míg a puskacsővéről készült felvétel az első műszaki röntgenfelvétel.

Az X-sugárzás híre szenzációként terjedt, mind orvosi, mind pedig műszaki körökben, de a gyakorlati felhasználást késleltette az alkalmas „röntgenkészülék” hiánya.

Conrad Röntgen fia és a hamburgi lámpa gyáros Richard Seifert fia iskolai osztálytársak voltak. A szülők ismerték egymást. Röntgen megkérte a lámpa gyárost, hogy gyártson egy a gyakorlatban is használható készüléket.

Számos próbálkozás után, **Richard Seifert 1928-ban** készítette el az első iparilag használható, piacképes „Isovolt” típusú röntgenkészüléket.

Gillemot László a budapesti Mechanikai Technológiai Intézet adjunktusa 1939–1940-ben szintén ilyen készülékkel végezte kísérleteit, doktori disszertációjához a hegesztési varratok hibáinak kimutatása témakörben.

A **röntgenkészülékek** utáni kereslet annyira megnőtt, hogy más cégek is elkezdtek röntgenkészülékeket gyártani (Müller, Balteau, Andrex).

Az akkori röntgenkészülékek nagyfeszültségű villamos energiáját 2

db, 30–40 kg súlyú transzformátor (anód-transzformátor, katód-transzformátor) szolgáltatta. A transzformátoroktól kb. 100 mm átmérőjű, 3–5 m hosszú, nagyfeszültségű kábelek vezettek magához a röntgensőhöz. A röntgenső házában ólomköpeny volt, egy kis ablakkal. Magát az üvegsövet (10^{-7} Hgmm vákuum) a buborékmentes hűtőolaj, illetve olajszigetelés vette körül. Az olajhűtésről, illetve a szigetelésről egy kis szivattyú gondoskodott. Végül egy kapcsoló szekrény tette lehetővé a vizsgálati paraméterek beállítását. A sugárzás áthatolóképességét (hullámhosszát) a feszültség (40.000–250.000 V) szabályozásával lehetett beállítani. A sugárzás intenzitását a mA (milliamper) mérő mutatta. Végül az expozíciós idő beállítására egy kapcsoló óra szolgált.

A sugárzás dokumentálására fényérzékeny anyagokra van szükség. Kezdetben a fényérzékeny emulziót üveglemezre vitték fel, melyek csak sík-felületek vizsgálatára voltak alkalmasak. A cellulóz, majd poliészter alapú „**filmek**” kiszorították az üveglemezeket. A filmek érzékenységét azzal lehetett növelni, hogy a filmek mindkét oldalára felvitték az emulziót: 1898-ban az AGFA-nál (Aktiengesellschaft für Anilin Fabrikation). Az AGFA konkurenciája a belga Gevaert Photo Produktion Antwerpen csak 1929-ben kezdte el a „röntgen anyagok” gyártását. Az Agfa és a Gevaert később egyesült. Amerikában az Eastmann, KODAK fantáziánéven állított elő mindenféle fotóanyagot.

A filmek érzékenysége mellett, azok felbontóképessége (szemcse finomsága) is fontos paraméter.

Az expozíciós idő lerövidíthető úgy is, hogy a röntgenfilmeket sötétkamrában **erősítő fóliák** közé helyezik, majd fénymentesen becsomagolják (papír, gumitasak). A kalciumwolframát erősítőfóliák a röntgenfény intenzitásával arányos látható fényt bocsátanak ki, megnövelve a film előhívás utáni feketedését. A 120.000 Volt feletti „kemény sugárzásához” ólomfóliákat használnak (0,1 – 0,15 mm vastag!), mert ezeknek kisebb a szórt sugárzása.

A röntgenfelvétel készítésének utolsó fázisa a **filmek előhívása**: kicsomagolás, előhívás, közbenső mosás, fixálás, végső mosás, szárítás. Ez a „pepecselés”, főleg a száradás, miatt néha több órát vesz igénybe a labormunka, szemben a korszerű automata hívással, mely 8 perc!

A helyesen exponált röntgenfelvétel alapfekedése 0,6–0,9. (gradációs görbe). Ebben az esetben a kép élessége a sugárzás hullámhosszától (feszültség), a sugárforrás méretétől (pontoszerű) és a film-fókusz távolságtól függ. Szabvány szerint a vizsgált anyag vastagságának 1%-os változása érzékelhető kell, hogy legyen. A képélesség ellenőrzésére a legjobban beváltak a „tűsorok” (különböző átmérőjű huzalok egymás mellett).

1939 előtt Magyarországon még nem volt röntgenkészülék. Gillemot Lászlónak meg kellett ismerkednie a fentebb leírt technológiákkal is. Ezek elsajátítása után térhetett rá a röntgenfelvételeken látható hegesztési eltérések (hibák) interpretálására. Ez igen magas fokú szellemi munkát jelentett, mert nemcsak a hegesztés technológiát kellett részleteiben ismernie, hanem a szerkezetek szilárdsági tulajdonságait is.

Misángyi Vilmos a Mechanikai Technológiai Tanszék vezetője, felismerve a roncsolásmentes anyagvizsgálat fontosságát, már a II. világháború előtt lehetővé tette adjunktusának Dr. Gillemot Lászlónak a röntgenvizsgálat gyakorlati alkalmazását.

A II. világháború után, Magyarországon, a Mechanikai Technológia tanszék Seifert Isovolt készüléke volt az egyetlen. Az „újjaépítés” fázisában a Kossuth-híd övlemezeinek vizsgálatától kezdve, az épülő erőművek hegesztési varratainak vizsgálatáig a tanszék ifjú gárdája végezte az akkor már tanszékvezető professzor Dr. Gillemot László vezetése mellett.

Prof. Dr. Gillemot László akadémikus rövid (rövidített) életrajza

Gillemot László 1912. október 7-én született Budapesten. Édesapja, Gillemot Ferenc ismert sportvezető volt. 1916-ban a román harctéren hősi halált halt.

Középiskolai tanulmányait 1930-ban fejezte be, majd beiratkozott a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem gépészmérnöki karára. Mint rendkívüli egyetemi hallgató a Pázmány Péter Tudomány Egyetemen matematikát, fizikát és filozófiát hallgatott. Gépészmérnöki oklevelet 1935. júniusban szerzett. Mérnöki pályáját a Standard Villamossági Rt-nél kezdte, de már 1935. szeptember 2-től haláláig a Műegyetem Mechanikai Technológiai tanszékének lett munkatársa: gyakornok, tanársegéd, adjunktus, magántanár, nyilvános rendkívüli tanár, nyilvános rendes tanár.

Gillemot szakismerete szervező készsége, egyénisége predesztinálta őt sok felelős vezető szerep vállalására:

- A Nehézipari központ tudományos osztályának vezetője.
- 1948-tól 1969-ig az Alumínium (majd Fémipari) kutató Intézet megalapítója és igazgatója. 1949-től a Vasipari Kutató Intézet megszervezése is a feladata volt.
- 1949-től a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja.
- 1954. szeptember 1-től 1957. 08. 01-ig a Budapesti Műszaki Egyetem rektora.
- 1964. 08. 01. – 1967. 06. 01. között az Egyetem tudományos rektor-helyettese.
- 1965-ben lett a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja.
- 1969-től a Jugoszláv Tudományos Akadémia levelező tagja.

Megszámlálhatatlan kitüntetései közül kiemelésre érdemes:

- 1949 Kossuth díj arany fokozata
- 1957 Kossuth díj ezüst fokozata (fémítán kutatás)
- 1949 Köztársasági Érdemérem ezüst fokozatát 1950-ben a (Népköztársasági Érdeméremre módosították).
- 1966-ban a Francia Tudományos Akadémia az „Ordre du Mérite pour la Recherche et l'Invention”
- 1972 Munkaéremrend arany fokozata

Társadalmi tevékenységeit is nehéz felsorolni:

- Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete,

- Mérnök és építész egyesület,
- Magyar mérnökök és technikusok szabad szakszervezete
- Bányászati és Kohászati Egyesület
- MTESZ
- Magyar Tudományos Akadémia Kohászati Főbizottság
- Budapest városi tanács tagja
- Hazafias Népfront budapesti bizottsága
- Országos Béketanács tagja
- Kohó és gépipari miniszter műszaki tanácsának tagja
- Nehézipari miniszter műszaki tanácsának tagja
- Művelődési miniszter kollégiumának tagja
- Legfelsőbb bíróság műszaki ülnöke
- MTA gépészeti és kohászati szakcsoport
- MTA elméleti technológiai bizottság
- GTE tudományos bizottság
- BME gépészeti tudományos tanács
- BME egyetemi tanács és kari tanács
- Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság

Nemzetközi szervezetek:

- International Institute of Welding (IIW) kormányzótanács tagja, majd alelnöke (Páris és London)
- C.I.R.F. College International pour l'Étude Scientifique des Techniques de Production Mécanique (Páris)
- Metals Society (London)
- International Congress on Fracture magyar nemzeti bizottság elnöke (Japán)

Tudományos és műszaki tevékenységét több szakkönyv és több mint 150 dolgozat igazolja.

A fentiekben két zseniális embert ismerhettünk meg. Az egyik, aki az X-sugarakat feltalálta, a másik, aki hazánkban azokat a roncsolásmentes anyagvizsgálat számára hasznosította.

Digitális röntgen vizsgálati eljárások

Balaskó Márton, Horváth László*

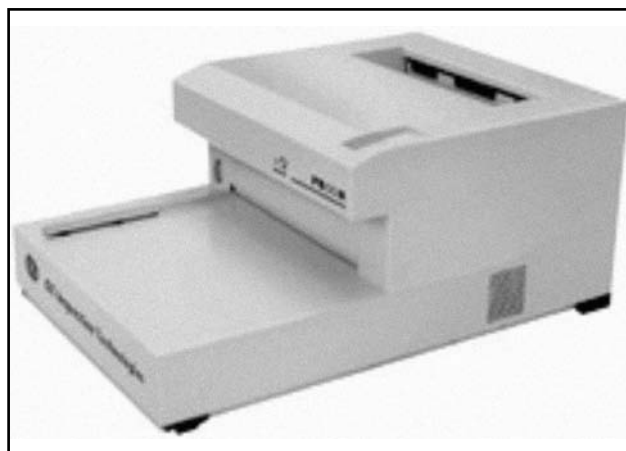
A digitális technika széles körű elterjedése tapasztalható a roncsolásmentes anyagvizsgálatok területén. A röntgensugárással végzett munka során elsőként a képfelvévő eszközökben került alkalmazásra, majd a felvételek kiértékelésében és a felvételek archiválásában vált nélkülözhetetlenné. A digitális adat tárolás nagy előnye, hogy az így tárolt adatok időállóbbak, mint a hagyományos adathordozók (pl. fotólemez) információi. Fontos viszont ügyelnünk arra, hogy a számítástechnika rengeteg eszköze könnyen meghamisíthatóvá teszi a képek hordozta információt. Természetesen vannak olyan röntgen vizsgálati módszerek is, ahol nem a képalkotási tulajdonságok miatt alkalmazzák a röntgen technikát, mint a röntgen diffrakció vagy a röntgen fluoreszcencia, azonban a „digitalizáció” ezeket a módszereket is elérte. Ezekről is említést teszünk.

Digitális röntgenkép készítés

Röntgen filmdigitalizáló

Nem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy az elmúlt időszakban többnyire röntgen filmeket használtak a röntgen radiográfiai és radiológiai munkák során a felvételek elkészítésekor és azok archiválásakor. Elképzelhető, hogy a filmek tárolása milyen hatalmas hely igényel jár, akár a műszaki gyakorlatban, akár az egészségügyben felhalmozódó, kötele-

zően archiválható anyagokra gondolunk. Ezért létrehozták a röntgen filmdigitalizáló készülékeket, amelyek segítségével az archiválás hely igényét, annak tört részére lehet csökkenteni, anélkül, hogy az eredeti film-felvétel minősége számottevően csökkenne [1]. Egy ilyen készülék fotója látható az 1. ábrán. Ebben a készülékben egy HeNe lézer világítja meg a filmet, amelynek intenzitását pontról-pontra kiolvassa egy speciális csatolású multiplier, vagy vonal kamera, amelyeknek a



1. ábra. Röntgen filmdigitalizáló

* MTA Energetikai Kutatóközpont