

# **Beszámoló**

## **a Radiokémiai Bizottság tevékenységéről**

### **(2000-2002)**

#### **1. A szakterület**

A nukleáris kémia egy interdiszciplína a fizika egyik területe, a magfizika és a kémia teljes kiterjedése között. Magába foglalja a magfizika eredményeinek alkalmazásait a kémia részterületein (magkémia) és a magfizikai kutatások során alkalmazott kémiai módszereket (radiokémia). Az előbbire példa a nukleáris szerkezetvizsgáló módszerek, az aktivációs analízis, sugárhatáskémia, stb., az utóbbira az izotópdúsítás és nuklidszétválasztás kémiai módszerekkel. A magkémia és radiokémia fogalmak között nagy az átfedés, de nem teljesen szinonímák.

A nukleáris tudomány, és benne a nukleáris kémia fejlődése a 19. és 20. század fordulóján indult a radioaktivitás felfedezésével. A 20. század első évtizedeiben ez a fejlődés igen intenzív volt, megtermékenyítve és magával húzva a természettudományos diszciplínákat. A század közepére már a gazdasági életre és a globális katonapolitikára is meghatározó hatást fejtett ki. A nukleáris kémiai kutatások erősen fellendülő szakasza az 1960-as és 1970-es évekre esett. Ez megnyilvánult a közlemények rendkívül nagy számában és a témában rendezett, nagy érdeklődéssel kísért, nemzetközi konferenciák látogatottságában. Az elméleti jellegű vizsgálatok mellett a nukleáris kémia módszereit alkalmazták számos ipari és gyakorlati természetű probléma megoldására is. A magkémia és radiokémia szoros kapcsolatba került más, alap- vagy alkalmazott kutatási területekkel (pl. anyag- és kémiai-szerkezetvizsgálat, környezeti kémia, orvostudomány, biokémia, geológia, stb.) azáltal, hogy ismeretanyaga, alkalmazása, valamint a nukleáris technika kiterjedt és beépült ezen diszciplínákba. Az egyre szorosabb kapcsolódás és a létrejövő tudományterületi kölcsönhatások miatt a nukleáris kémia interdiszciplináris fejlődése jelenleg is jelentős.

A radioaktív anyagokkal végzett magyarországi kutatások elősegítésének céljából az MTA 1954-ben létrehozta a Központi Izotóp Bizottságot. A radioaktív készítmények száma – amelyek a Szovjetunióból érkeztek – 1958-ra már 800 fölé emelkedett. Ennek eredményeként az Országos Atomenergia Bizottság elrendelte az Izotópkutató Intézet megszervezését, amelynek első igazgatója Tétényi Pál lett. Az intézet 1967-ben az MTA Kémiai Tudományok Osztályának felügyelete és gondozása alá került, és még ugyanazon évben indokoltá vált egy tudományos szakbizottság, a Radiokémiai Bizottság létrehozása. Első elnöke Schay Géza lett haláláig, akit Nagy Lajos György követett az elnöki poszton 1993-ig. Azóta Vértes Attila tölti be a Bizottság elnöki tisztét.

#### **2. A Radiokémiai Bizottság adatai**

létszáma: 24 fő

elnöke: Vértes Attila

titkára: Salma Imre

munkabizottságai:

Izotópalkalmazási Munkabizottság

elnök: Varga Kálmán, titkár: Baranyai Lajos

Nukleáris Anyagvizsgálati Munkabizottság

elnök: Homonnay Zoltán, titkár: Kuzmann Ernő

Nukleáris Környezetanalitikai Munkabizottság

elnök: Solymosi József, titkár: Vincze Árpád

Sugárhatáskémiai Munkabizottság

elnök: Wojnárovits László, titkár: Takács Erzsébet

állandó meghívottjai: 13 fő

Az 1999. évtől a Bizottság Internetes lapja a

<http://www.kfki.hu/~cheminfo/osztaly/bizott/radio.html> címen található, amely alapvető adatokat és a tevékenységünkkel kapcsolatos aktuális híreket és további információkat tartalmaz.

A Bizottság éves munkatervével, tevékenységével, valamint egyéb, szervezési és tudománypolitikai kérdésekkel kapcsolatban évente 4 alkalommal kerül sor bizottsági szintű megbeszélésre. A munkabizottságok általában 3 ülést tartanak ezen túlmenően, amelyek egy része egyben előadói ülés is meghívott külföldi szakemberek előadásaival.

### **3. A Bizottság tevékenységének rövid áttekintése**

A Bizottság egyik legfontosabb, rendszeres tevékenysége között szerepel az Őszi Radiokémiai Napok megszervezése. A konferenciát a Magyar Kémikusok Egyesületével közösen rendezzük minden év októberének harmadik hetében szerdától péntekig. A konferencia célja a hazai magkémia és radiokémia valamennyi területén elért legújabb kutatási eredmény áttekintése, valamint szakmai fórum teremtése a doktoránsok és fiatal kutatók részére munkájuk bemutatására. A fiatal kollégák előadásai és munkái színvonalának ösztönözése céljából Hevesy Györgyről elnevezett Előadói Nívódíjat alapítottunk 1997-ben a Magyar Kémikusok Egyesületével és a Paksi Atomerőmű Rt.-vel közösen. A díjjal az Őszi Radiokémiai Napokon a 30. életévét be nem töltött, fiatal kutató által bemutatott legértékesebb előadásokat jutalmazza egy szakmai zsűri (elnöke 2001-ig Földiák Gábor, jelenleg Schiller Róbert, tagjai: Berei Klára, Fehér István és a munkabizottságok elnökei, valamint a Bizottság titkára) a hallgatóság szavazatának figyelembevételével. A díj oklevélből és pénzjutalomból (rendre 70, 60 és 50 eFt) tevődik össze, amelyet a Magyar Tudomány Napján az MTA Székházban adunk át. A díjazottak előadásainak írásos anyaga a Magyar Kémiai Folyóiratban jelenik meg. Az eddig kitüntetett előadók névsorát az [1. számú melléklet](#) tartalmazza. A konferenciára néhány, elismert előadót is meghívunk, aki szakterületünk kiválasztott részének legújabb nemzetközi fejlődését és tendenciáit tekinti át. A jelenlegi ciklus konferenciáinak alapvető adatait az 1. számú táblázatban foglaltuk össze.

A Bizottság évente szervez egynapos, kihelyezett előadói bizottsági ülést, amelyet a nukleáris kémia hazai kutatói és oktatói bázisaiban tartunk abból a célból, hogy jobban megismerjük a kiválasztott műhelyekben folyó tevékenységet. 2000-ben az ELTE TTK-n folyó nukleáris

kémiai kutatásokat tekintettük át, míg 2001-ben a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemre látogattunk. Idén a KK Izotóp- és Felületkémiai Intézetének bemutatkozását tervezzük.

A Tihany Symposium on Radiation Chemistry nemzetközi konferencia szervezését a Sugárhatáskémiai Munkabizottság vállalja fel most már rendszeresen. A legutóbbi tanácskozás Tatán volt 1998-ban mindegy 140 (köztük 30 magyar) résztvevővel a világ 30 országából. A következő, 10. konferenciára 2002. augusztus 31. és szeptember 5. között kerül sor Sopronban.

*1. táblázat: Az Őszi Radiokémiai Napok néhány összefoglaló adata az elmúlt 5 évben*

| <i>Év</i> | <i>Helyszín</i> | <i>Előadások száma</i> | <i>Hevesy-versenyben résztvevők száma</i> | <i>Meghívott előadók</i>   |
|-----------|-----------------|------------------------|---|--|
| 1997.     | Tata            | 36                     | 14  | Faigel Gy. (KFKI SzKI), Farkas J. (KE), Ördögh J. (OAH), Szilvási I. (HIETE) |
| 1998.     | Paks            | 24*                    | 9   | G. Münzenberg (GSI, Németország)   |
| 1999.     | Kecskemét       | 38                     | 19  | –  |
| 2000.     | Hévíz           | 33                     | 12  | W. Hofmann (Salzburgi Egyetem, Ausztria), Motoc A. (OSSKI)                   |
| 2001.     | Mátraháza       | 31                     | 11  | Veres Á. (KK IFI), Csom Gy. (BME NTI)  |

\* A konferencián egy délutánt a Paksi Atomerőmű meglátogatásával töltöttünk.

Rendszeres tevékenységünk közé tartozik az Izotópalkalmazási Munkabizottság által minden év áprilisában szervezett egynapos tudományos ülés, amelyet “In vivo” orvosi izotópalkalmazás: radioaktív nyomjelzés az élő szervezetben címmel tartottunk 2000-ben, míg 2001-ben a nukleáris energiatermelés hazai és nemzetközi helyzetét tekintettük át. A szimpóziumon általában 9–10 előadás hangzik el az adott témakörben. Az idei ülés a nukleáris tudományok egyetemi és középiskolai oktatásával és népszerűsítésével foglalkozik majd.

A Nukleáris Anyagvizsgálati Munkabizottság rendszeresen résztvesz és beszámolót tart a Budapesti Neutronközpont éves beszámolója alkalmából rendezett szakmai műhelyeken.

A Bizottság hozzájárult Hevesy György Nobel-díjas kémikus hamvainak újratemetéséhez kapcsolódó rendezvények szervezéséhez. A Hevesy- emlékülés az Akadémia Dísztermében zajlott 2001. április 18-án, amelyen tagjaink elnöki feladatot láttak el és több előadást is tartottak. Az előadások írásos formában a Fizikai Szemle 2001/5–6 számában és a Magyar

Kémiai Folyóirat 2001, 10. emlékszámban jelentek meg. A hamvak végső nyugalomra helyezése 2001. április 19-én történt.

A IUPAC új eljárást fogadott el a közelmúltban felfedezett, 110–112 sorszámú kémiai elemek elnevezéséről, amely szerint a névadásban legnagyobb súlya az előállító intézmény javaslatának lesz. Bizottságunk levéllel fordult a Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt (Németország) szupernehéz elemeket előállító laboratóriumának vezetőihez (S. Hofmann és G. Münzenberg), akik feltehetően jogosultak lesznek a javaslatételre, és kezdeményezte, hogy egy újjal előállított elemet nevezzenek el Hevesy Györgyről.

A Bizottság részt vett a 15 éve történt a Csernobili Atomerőmű balesete című konferencia szervezésében, amely a Akadémia Székházában zajlott 2001-ben. A rendezvényen több tagtársunk előadást tartott.

A nukleáris kémia nemzetközi és hazai helyzetéről és fő irányairól egy tanulmányban készítettünk, amely a Kémiai Tudományok az Ezredfordulón (szerk. Görög Sándor) című MTA kiadványban (Stratégiai Kutatások a Magyar Tudományos Akadémián, Műhelytanulmányok) jelent meg.

A Nukleáris tudomány és a 20. század című, az MTA Műhelytanulmányok (Stratégiai Kutatások a Magyar Tudományos Akadémián) sorozatában 2001-ben megjelent könyv (szerk. Vértes A.) írásában a Bizottság több tagja részt vett.

#### **4. A nukleáris kémia fő irányai Magyarországon**

A Debreceni Egyetem Pozitronemissziós Tomográf (PET) Centrumának üzembehelyezése nagymértékben megnövelte a hazai nukleáris medicina eszköztárát. A központ unikális lehetőségeket biztosít az orvosi diagnosztikai képalkotó eljárások számára. Az alkalmazott humán radiodiagnosztikai célú farmakonok az ATOMKI MGC-20 ciklotronjával készülnek a Radiokémiai Csoport közreműködésével. A PET-izotópokkal (pl.  $^{18}\text{F}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$  radionuklidokkal) jelzett radiofarmakonok szintézise ultramikro mennyiségekben (igen rövid felezési idők és nagy radioaktivitás) a radiokémiai törvényszerűségek megismerésén és tudományos kutatásokon is alapul.

Terápiás célokra is alkalmaznak radioaktív izotópokkal jelzett vegyületeket az orvostudományban és az orvosi gyakorlatban. Magyarországon egy igen aktív és sikeres orvosi közösség munkálkodik ezeken a területeken (Magyar Orvostudományi Nukleáris Társaság), amely több szállal kötődik néhány radiokémiai kutatócsoporthoz. Együtt színvonalas kutatásokat végeznek egyes biológiai jelentőségű vegyületek radioaktív izotópokkal való jelzése, ezen vegyületek stabilitási és farmakokinetikai tulajdonságainak megállapítása terén. Az együttműködés eredményeként már több terápiás, ill. fájdalomcsillapító radiofarmakont tudtak gyakorlati célokra is előállítani. Ennek a tudományterületnek egyik fontos bázisa az Izotóp Intézet Kft., ahol diagnosztikai és terápiás célokra állítanak elő nyitott és zárt izotópkészítményeket. Termékeik számottevő részét külföldön értékesítik.

A rekonstruált és megnövelt teljesítményű Budapesti Kutatóreaktor európai jelentőségű nemzeti érték. Fontos hazai bázisa a nukleáris analitikának, sugárvédelemnek és az izotópgyártásnak, illetve nemzetközi viszonylatban is jelentős szerepet tölt be. Az itt folyó

neutronaktivációs analitikai vizsgálatok (KFKI AEKI) egyrészt módszertani és alap kutatás jellegűek, másrészt az említett interdiszciplinaritás jegyében igen nagy mértékben kapcsolódnak más, gyakran nem nukleáris kutatási témákhoz. Unikális lehetőségei révén termékenyítőleg hat más (szub)diszciplínák fejlődésére, elsősorban azokon a területeken, ahol korábbi/vagy más analitikai módszerek korlátozott érzékenysége és/vagy hiányos eredményei nem tették lehetővé számos kérdés megválaszolását, pl. a környezetkémia, anyagtudomány, biokémiai, geológiai és régészeti kutatások. A hidegneutron-forrás megépítése, amely a kutatóreaktor legnagyobb beruházása volt az elmúlt években, tovább növeli néhány kutatási terület, köztük a prompt-gamma aktivációs analízis (KKK IFI) és a kémiai szerkezetvizsgálatra is alkalmas kisszögű neutronszórás lehetőségeit.

A nukleáris szerkezetvizsgáló módszerek közül a Mössbauer-spektroszkópia és a pozitronannihilációs spektroszkópia az elmúlt három évtizedben folyamatosan alkalmazást nyert a kémiai kutatások igen sok területén (ELTE Magkémiai Tsz.). A Mössbauer-spektroszkópia legfontosabb alkalmazási területei között kell megemlíteni a különböző módon (elektrokémiaiilag, párologtatással, gyorsűtéssel, ionkeveréssel, stb.) előállított amorf anyagok vizsgálatát, ami igen széles spektrumot ölel fel, és kitartó igény mutatkozik ilyen vizsgálatokra a jövőben is. A hangsúly a kristályosodási mechanizmusok részletes vizsgálata helyett sokszor inkább a technológiai lépések karakterizálása felé tolódik el, hasonlóan ahhoz az általános trendhez, ami az alkalmazott tudományok térnyerését jellemzi a világban az alap kutatások rovására. Talán kevésbé jellemző ez azokra a szilárdtest-kutatásokra, amelyeknek alapanyagai olyan különleges oxidok (esetenként fullerénvegyületek), amelyek vagy szupravezetést, vagy különleges mágneses ellenállást, vagy egyéb speciális tulajdonságokat mutatnak. E sajátságok interpretálása fundamentális jelentőségűnek látszik és életben tartja a hozzá kapcsolódó alap kutatásokat is. A Mössbauer-spektroszkópia esetén ez előtérbe helyezte a nyomjelzéses technika alkalmazását. Érdeemes megjegyezni, hogy a szinkrotronos kutatások már jelenleg is fontos részét képezik a magyarországi szerkezetkutatásoknak, amelyek az Európai Unióhoz való csatlakozásunk, és a tagországok által közösen létrehozott nagyműszerek könnyebb és rendszeresebb felhasználása eredményeként várhatóan még jelentősebb lesz. A pozitronannihilációs spektroszkópia terén az élettartammérések igen hasznosnak bizonyultak a polimerekben kialakuló szabad térfogatok mennyiségének és méreteloszlásának mérésére.

Tudományterületünk alavető feladatai között kell említenünk a hazai atomenergiaipar különböző technológiai és kutatási igényeinek maradéktalan kielégítését. A feladat súlyát jelzi az a tény, hogy a Paksi Atomerőmű Rt. (PA Rt.) Magyarország villamosenergia-termelésének mintegy felét szolgáltatja. A biztonságos működtetéssel, a létesítmények élettartalmának meghosszabbításával, a fűtőelemek esetleges meghibásodási lehetőségeivel, a keletkezett radioaktív hulladékok analízisével és kezelésével, valamint a kiegészítő fűtőelemek elhelyezésével kapcsolatos kutatásoknak az ad kiemelkedő fontosságot, hogy megbízható előrejelzések szerint a négy paksi energetikai reaktor akár még 20–25 évig is üzemelhet. A PA Rt. részben saját kutatásaival, de nagyobb részben az országban jelenlevő szellemi-tudományos töke bevonásával és felhasználásával (KFKI AEKI, ATOMKI, BME Nukleáris Technikai Intézet, VE Radiokémiai Tsz.) több projektet működtet. Ez a tény jelentős alkalmazott kutatást és nagyszámú radiokémikust igényel. A munkákhoz kapcsolódik az elmúlt évben alakult Radioaktív Hulladékokat Kezelő KhT. tevékenysége is.

A sugárhatáskémiai kutatások területén a KK Izotóp- és Felületkémiai Intézetben (KK IFI) fokozatosan kialakult egy olyan nagyműszeres háttér (nagy aktivitású  $^{60}\text{Co}$  besugárzó, impulzus radiolízis mérőegység, elektronmikroszkóp), mellyel színvonalasan munka

végezhető. Az impulzus radiolízis mérőberendezés elsősorban a közepes és a hosszú idők (10  $\mu$ s – 1 s) tartományában használható. A világban nem sok, hosszú idők tartományában is használható berendezés van, ezért a mérések gyakran nemzetközi együttműködésben történnek Magyarországon. A kutatások főként két irányban folynak. Vizsgálják az akrilát típusú monomerek sugárzás iniciálta polimerizációjának kinetikáját, valamint foglalkoznak az orvos-biológiai szempontból fontos akrilát alapú hidrogének szintézisével és minősítésével. Tanulmányozzák továbbá az egyszerű, személyi és technológiai doziméterként is alkalmazható rendszereket. Ezek között foglalkoznak természetes anyagok felhasználásával sugárdózismérésre, pl. régészeti tárgyak korának megállapítása, vagy baleseti dozimetria céljából. Az országban több helyütt is vizsgálják az élelmiszerek sugártartósításának elméleti és gyakorlati kérdésével. Sugártartósító üzem az 1970-es évek óta működik Magyarországon, és a jövőben e technológia erős expanziója várható.

A magyar kutatók tevékenysége a nukleáris környezetanalitika területén szervesen illeszkedik a nemzetközi gyakorlatba. Fontos jellegzetesség, hogy kutatással és fejlesztéssel nemcsak akadémiai (KFKI AEKI, KK IFI, ATOMKI) és egyetemi (VE, ZMNE, BME, DE, ELTE, stb.) kutatóhelyek, hanem a hatóságok (Országos Atomenergia Hivatal, környezetvédelmi felügyelet, FM Állategészségügyi és Élelmiszerellenőrző Szolgálat), az OSSKI, valamint a PA Rt. szakemberei is foglalkoznak. A kutatások egy része szervesen kapcsolódik a nukleárisbaleset-elhárításhoz (pl. felkészülés az esetleges káros következmények hatásának csökkentésére, előrejelzés, és a beavatkozások optimálás tervezése). Ezen kutatókat szervezetileg is összekapcsolja az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszer (ONER) által működtetett országos monitorozó hálózat (OSJER), melyben a résztvevő szakemberek "rutinszerű" feladatai terepi mérőállomások, mozgó- és helyhez kötött laboratóriumok, modellező és értékelő központok működtetésére is kiterjednek.

Az emberiség az egyre növekvő igényeinek kielégítése közben sok szempontból meghatározó átalakítója vált környezetének, ami már földi méretekben is megmutatkozik. Jövönk az ember és környezete kapcsolatának megértésétől és összehangolásától függ. Ebben a folyamatban jelentős szerepet játszanak a nagyérzékenységű nukleáris analitikai módszerek (pl. a neutronaktivációs analízis) és nukleáris technikák, valamint a radioaktív nyomjelzés mert ezek előnyei kitűnően érvényesülnek környezeti minták (talaj, pernye, por, üledék, hulladékok, aeroszol, szén, illetve biomonitorok) vizsgálatakor. A környezetvédelem növekvő jelentőségének megfelelően, a jövőben várható az említett módszerek felértékelődése, mivel ezek sokszor a leginkább célravezetőek és a leghatékonyabbak (ELTE Kémiai Technológiai és Környezetkémiai Tsz., KK IFI, ATOMKI, DE Izotópalkalmazási Tsz.). A környezeti elemek állapotának felmérése és folyamatainak meghatározása kiemelt fontosságú feladat az EU csatlakozás kapcsán is. A kutatási feladatok áttekintése, állandó országos fórumok és az információ rendszeres folyamának biztosítása nagyon fontos feladat.

Az érintett témakörök is sejtetik, hogy több, hazai kutatási feladat megoldásában szükség van és lesz a nukleáris kémia törvényszerűségeinek felderítésére, jól képzett radiokémikusok közreműködésére. Ezért a radiokémia megfelelő szintű egyetemi oktatása, a hallgatók érdeklődésének a mostaninál jóval eredményesebb felkeltése rendkívül fontosnak látszik.

## **5. Kapcsolatok rokon szervezetekkel**

A Radiokémiai Bizottság folyamatos kapcsolatot tart fent az MTA Fizikai Tudományok Osztálya Sugárvédelmi, Környezet- és Reaktorfizikai Bizottságával, a Magyar Orvosok

Nukleáris Társaságával, valamint az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Sugárvédelmi Szakcsoportjával. A Bizottság legfontosabb előadói üléseit a Magyar Nukleáris Társaság hálózatát felhasználva is rendszeresen meghirdetjük.

Az Olasz Kémikusok Egyesületének Radiokémiai Csoportja (Interdivisional Group of Radiochemistry, Italian Society of Chemistry) megkeresésére tárgyalást folytatunk a velük való hivatalos kapcsolatfelvétel előkészítése céljából.

Budapest, 2002. február 22.

Vértes Attila  
az RKB elnöke

Salma Imre  
az RKB titkára

1. számú melléklet  
**Az Őszi Radiokémiai Napok**  
**Ifjúsági Hevesy Előadói Nívódíjának**  
**kitüntetettjei**



| <i>Helyszín, év</i> | <i>Díjazott</i>                  | <i>Munkahely</i>            | <i>Témavezető</i> |
|---------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Tata, 1997.         | 1. hely: Wazelischen-Kun Gyöngyi | KLTE Izotópalkalmazási Tsz. | Kónya József      |
|                     | 2. hely: Klencsár Zoltán<br>ELTE | Magkémiai Tsz.0             | Vértes Attila     |
|                     | 3. hely: Östör József            | VE Fizika TSz./IKI          | Molnár Gábor      |
| Paks, 1998.         | 1. hely: Kertész István          | SzBK                        | Tóth Géza         |
|                     | 2. hely: Eged Katalin            | VE Radiokémiai Tsz.         | Kanyár Béla       |

|                     |  |                             |   |
|---------------------|--|-----------------------------|---|
| Kecskemét,<br>1999. | 1. hely: Demény Orsolya                                | VE Fizika Tsz.              | Méray László                                      |
|                     | 2. hely: Klencsár Zoltán                               | ELTE Magkémiai Tsz.         | Vértes Attila                                     |
|                     | 3. hely: Csurgai József<br>Gulyás Éva<br>Palcsu László | ZMNE<br>SzBK<br>KLTE/ATOMKI | Sólymosi<br>József<br>Tóth Géza<br>Hertelendi Ede |
| Hévíz, 2000.        | 1. hely: Ember Péter Pál<br>Tömböly Csaba              | KK IKI<br>SzBK              | Molnár Gábor<br>Tóth Géza                         |
|                     | 3. hely: Fehér Attila                                  | ELTE KTKK Tsz.              | Salma Imre  |
| Mátraháza,<br>2001. | 1. hely: Dajka Katalin                                 | KK IFI                      | Takács<br>Erzsébet                                |
|                     | 2. hely: Miklovicz Tünde                               | DE PET Centrum              | Mikecz Pál  |
|                     | 3. hely: Gáncs Lajos                                   | VE Radiokémia Tsz.          | Németh Zoltán                                     |

---