



BUDAPESTI KUTATÓREAKTOR



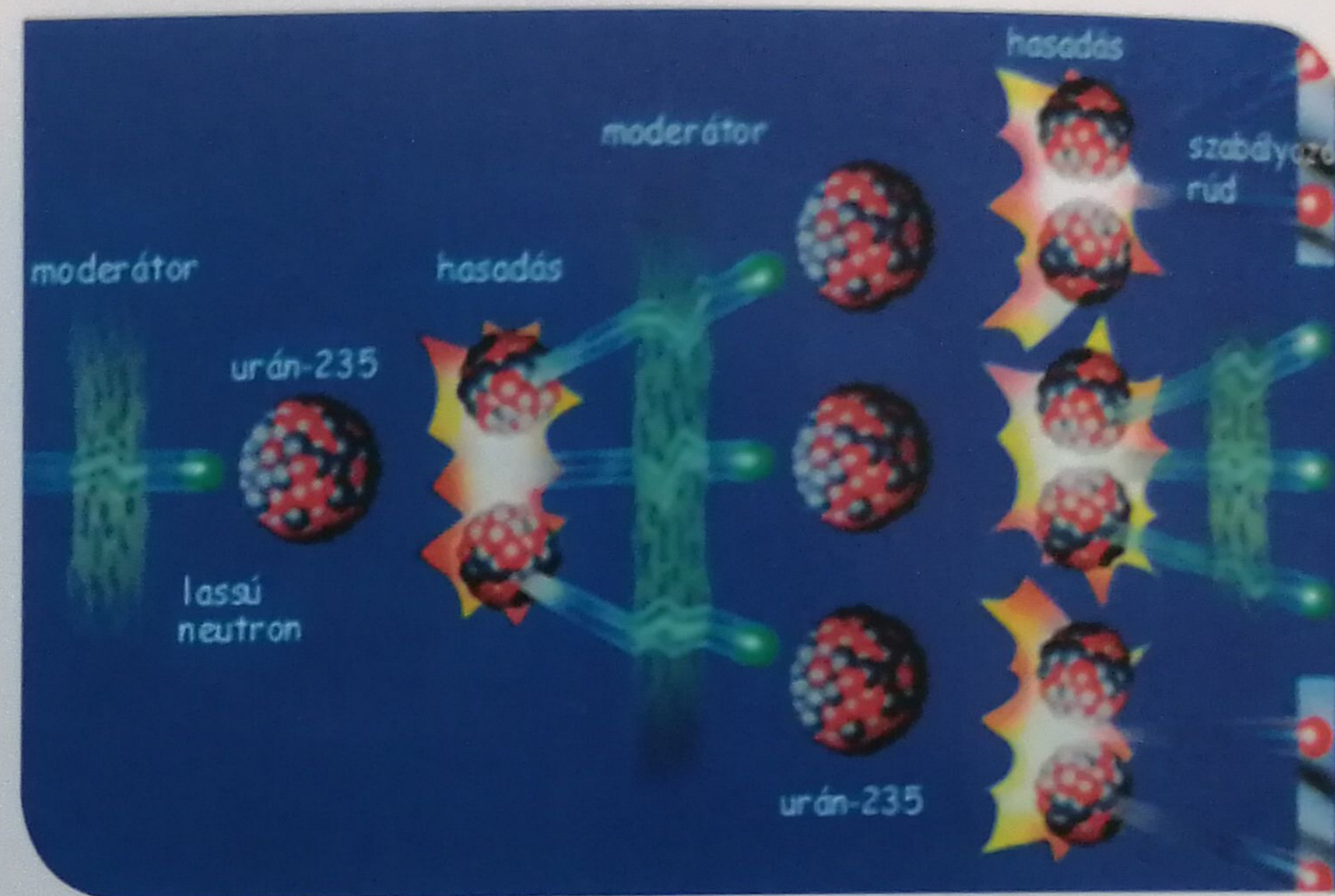
MAGHASADÁS

A XX. század első évtizedeinek talán legnagyobb tudományos áttörése a maghasadás jelenségének felfedezése volt. Maghasadás során egy szabad neutron képes az urán 235-ös izotópját hasítani két kisebb tömegszámú izotópokra, miközben hő és újabb neutronok keletkeznek. Ezt a magreakciót használja napjainkban működő atomreaktorok többsége. Azonban a természetben előforduló uránnak csupán 0,7 %-a ^{235}U izotóp a többi 99,3 % pedig ^{238}U , mely csak igen ritkán hasad. Dúsítási eljárással a természetes izotóp arány megváltoztatható, a hasadáshoz szükséges ^{235}U mennyisége a hasadóanyagban megnövelhető. A maghasadáshoz továbbá az is szükséges, hogy a neutronokat kellő sebességre lassítsuk. Ilyen neutron lassító (moderátor) anyag például a víz vagy a grafit.

KEZDETEK

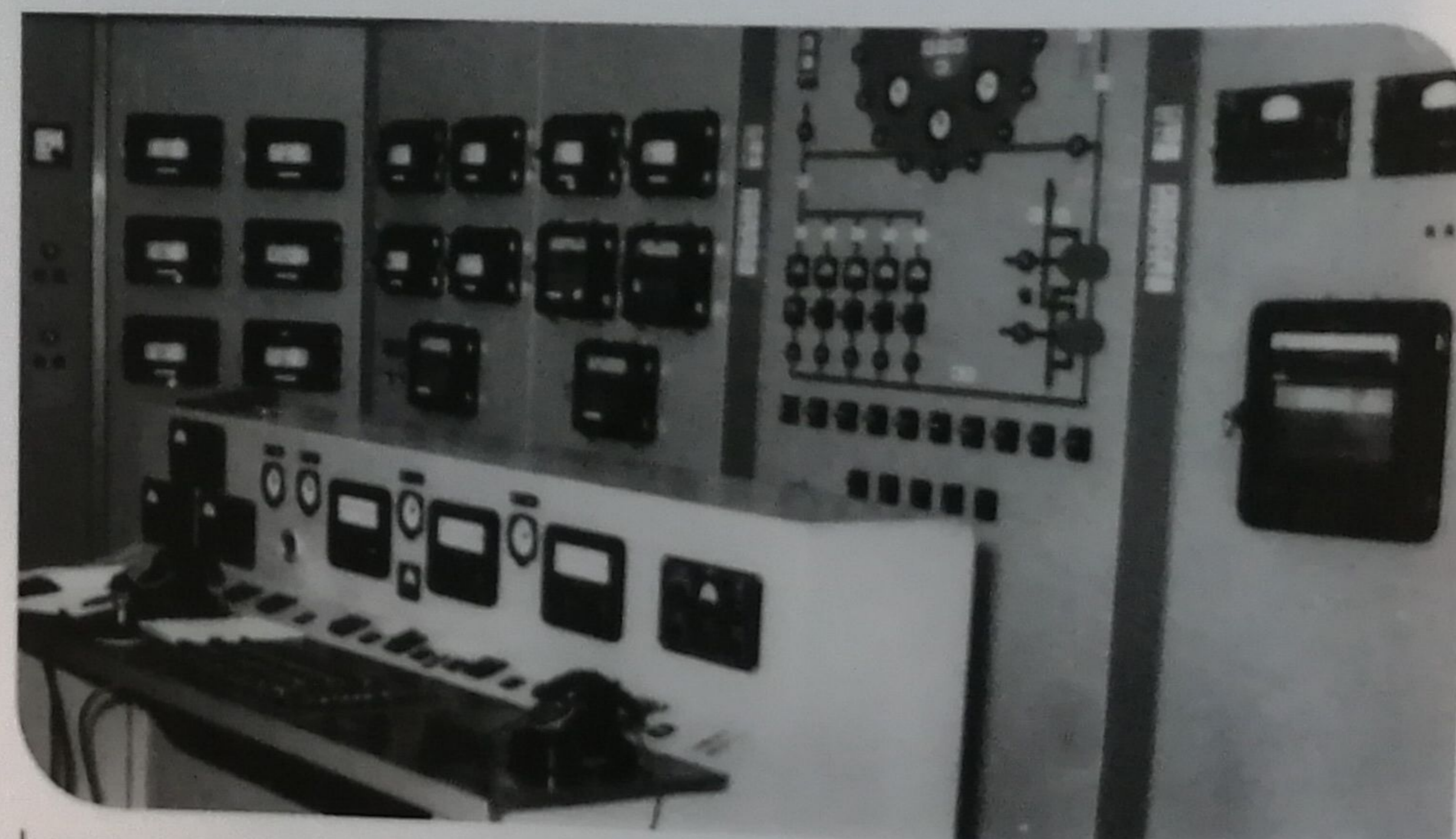
A Budapesti Kutatóreaktor (BKR) első indítására 1959. március 25-én került sor. Ez volt az első szabályozott, önfenntartó láncreakció Magyarországon, mely új fejezetet nyitott a magyar fizika történetében. Ekkor a reaktor csupán 2 MW hő teljesítményen működött. A fűtőelemek EK-10 típusú, 10% ^{235}U dúsításúak voltak. A BKR üzemeltetési tapasztalatait felhasználva 1971-ben épült meg a Budapesti Műszaki Egyetem tanreaktora, valamint 1982–1987 közötti időszakban a Paksi Atomerőmű 4 blokkja.

Az első teljesítmény növelést 1967-ben hajtották végre, a reaktor kezdeti 2 MW-os teljesítményét 5 MW-ra emelték. A második rekonstrukcióra 1986–1992 között került sor. Ez volt a reaktor történetének legátfogóbb fejlesztése, mely során a reaktor építészeti létesítményein kívül



| Maghasadás folyamata atomreaktorban

valamennyi szerkezeti elemét kicserélték és számos biztonságnövelő beruházást is végrehajtottak. Ekkor érte el a reaktor a jelenlegi 10 MW-os hő teljesítményt.

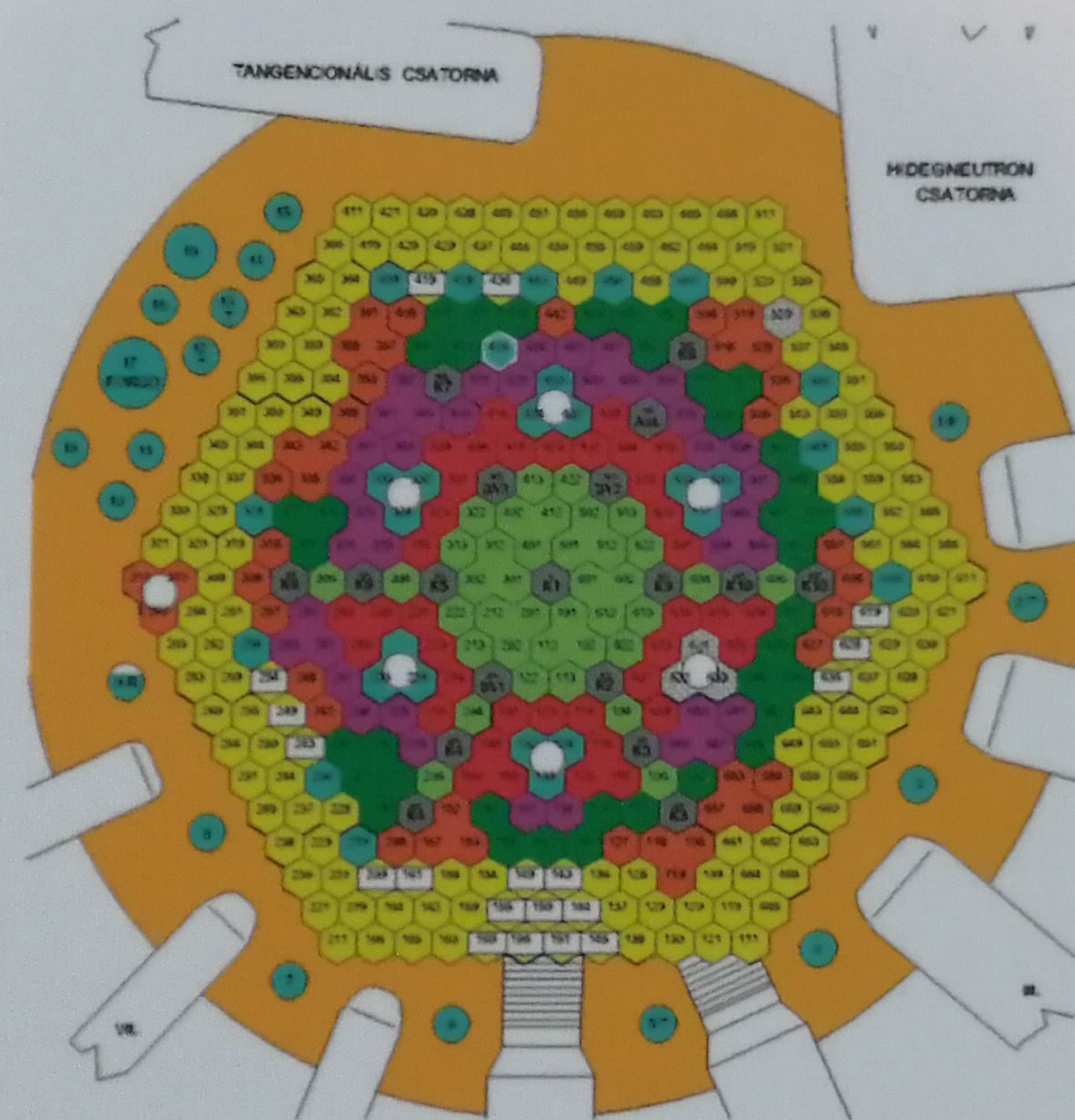


| A rekonstrukció előtti vezénylőterem fényképe

ZÓNA

A reaktor orosz gyártmány, könnyű vízzel moderált és hűtött, berilliummal reflektált, tartály típusú. A reaktor tartály anyaga AlMg ötvözet, ebben helyezkedik el az aktív zóna, mely 190 db alacsony dúsítású ($^{235}\text{U} < 20\%$, VVR-M-LEU) hatszög alakú fűtőköteget tartalmaz. A zóna hozzávetőleges mérete 600 x 1000 mm. A zónában a teljesítmény sűrűség 61,2 kW/liter, ha ezt gépkocsi teljesítményre vetítenénk, akkor az aktívzóna literenkénti teljesítménye egy 82 lóerős autóval érne fel.

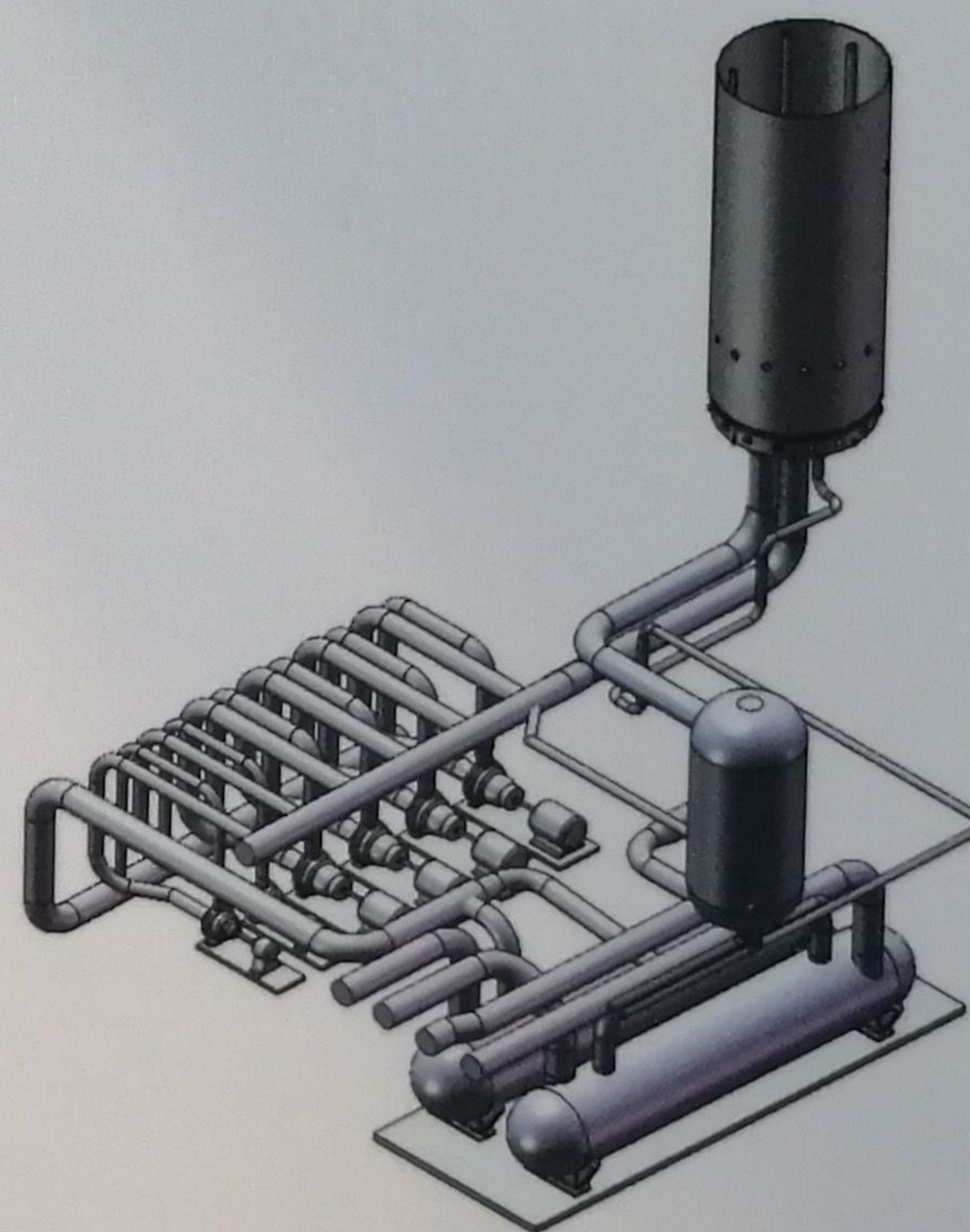
A láncreakciót bór-karbiddal töltött alumíniumcsövekkel, az úgynevezett szabályozó rudakkal tartják ellenőrzés alatt. Ezen kívül 3 db biztonságvédelmi rúd szolgál arra, hogy ezek közül akárcsak egyet a zónába juttatva leállítsa a láncreakciót.



| Zónatérkép

PRIMER KÖR

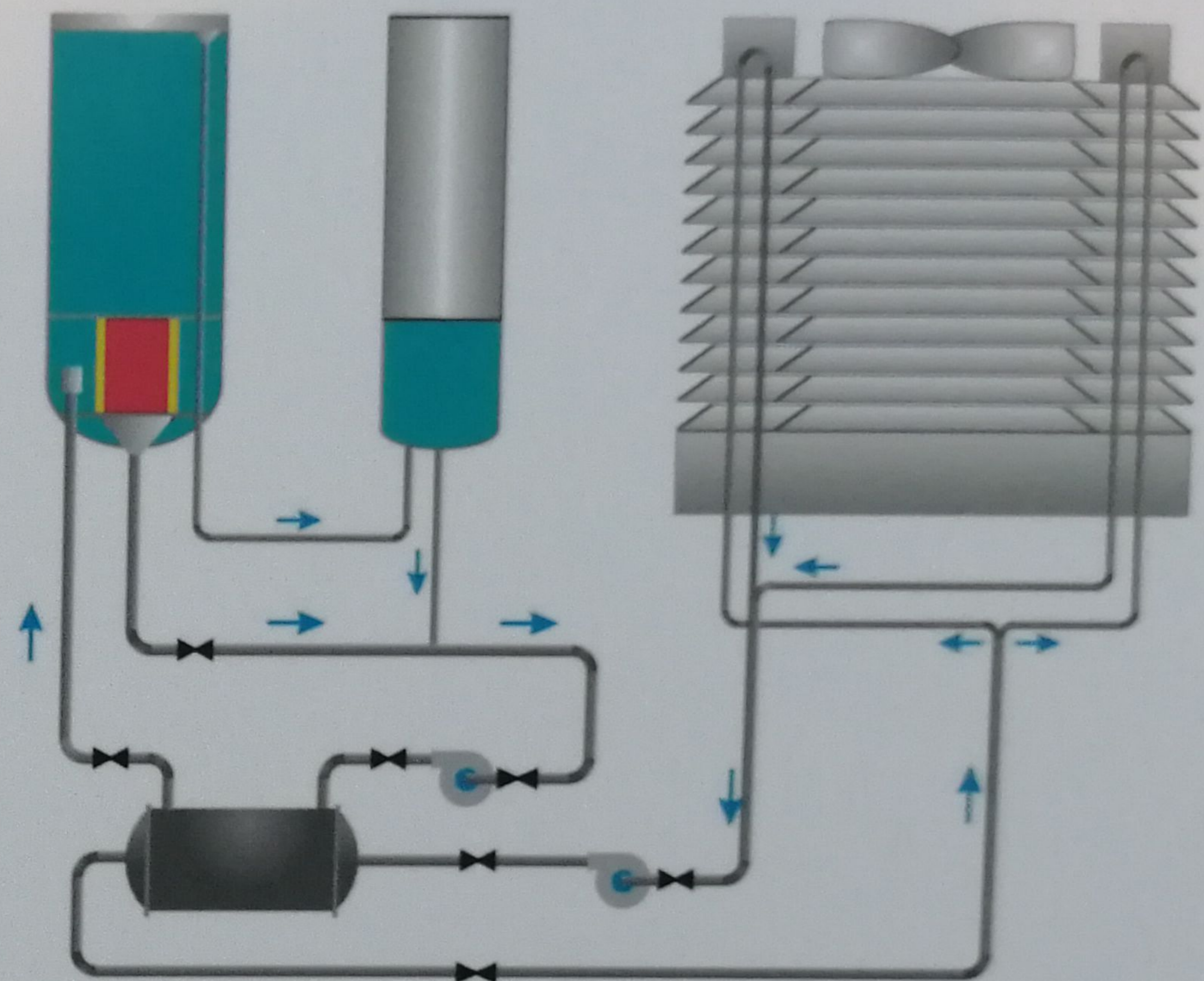
A maghasadások során keletkezett hő elvezetését két egymástól független hűtőkör az ún. primer és szekunder hűtőkör biztosítja. A zóna hűtését 3 üzemi, 1 tartalék és két üzemszüneti keringtető szivattyú látja el. Az üzemi szivattyúk összesen 1650 m³ vizet keringtetnek óránként. Ekkora vízforgalom mellett, körülbelül 5 118 db átlagos fürdőkádat tudnánk megtölteni egy óra alatt. A biztonság további növelése érdekében, - ha minden szivattyú leállna - működésbe lép a gravitációs szükség hűtő berendezés, mely a közlekedő edények elvén fenntartja a víz áramlását a zóna körül. A zónába belépő víz hőmérséklete 45 °C, a kilépőé pedig 50 °C. Az egymással párhuzamos, duplikált hőcserélőkön keresztül a hőt a szekunder hűtőkör szállítja tovább.



| A primer hűtőkör és zónatartály vázlatos ábrázolása

SZEKUNDER KÖR

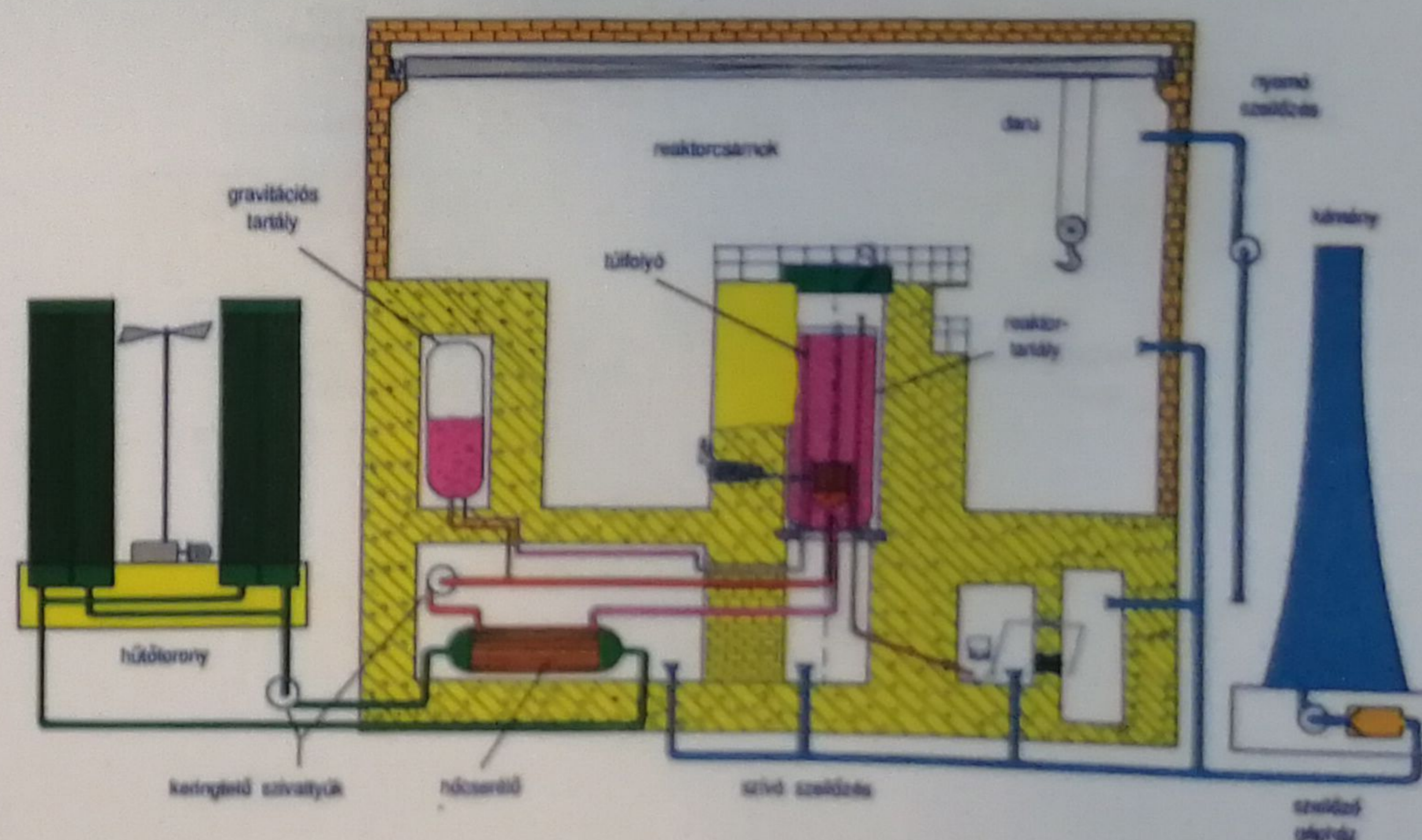
A szekunder hűtőkör a primertől átvett hőt szállítja keringtető szivattyúk segítségével (3+1 tartalék) a 2 db hűtőtornyig. Átmenő vízforgalma 1720 m³ óránként, tervezett hűtési teljesítménye 20 MW, mely kétszerese a reaktor névleges teljesítményének. A kutatóreaktornál az egész világon elterjedt Heller-Forgó-féle hűtőberendezést használjuk, - két Kossuth -díjas magyar mérnök találmánya - amelyben a víz visszahűtése zárt rendszerben, veszteségmentesen, levegővel történik. A hűtőtornyok hűtési teljesítménye a ventilátorok fordulatszámának változtatásával fokozatmentesen szabályozható.



| A primer és szekunder hűtőkörök sematikus ábrája

SZELLŐZÉS

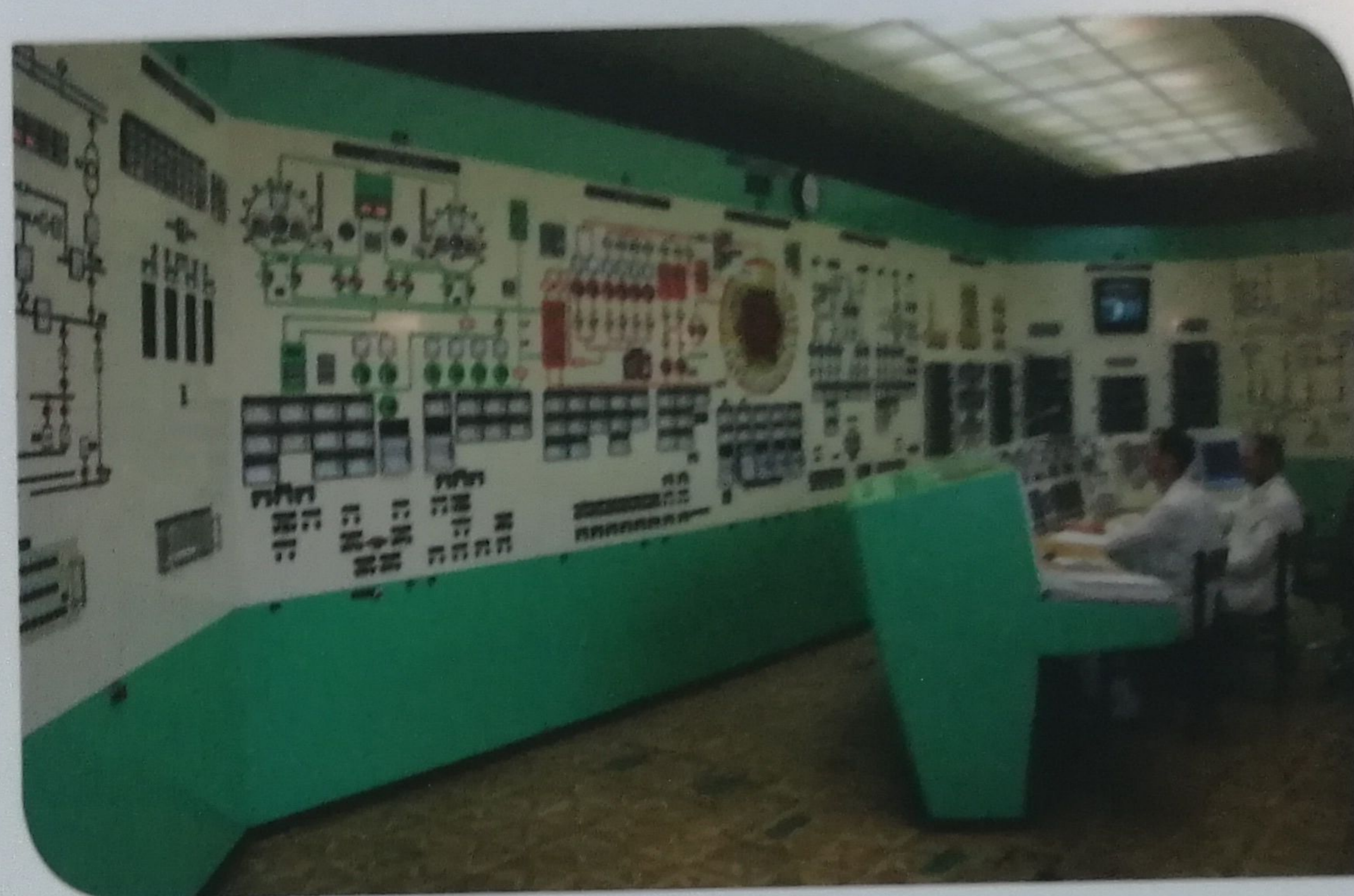
Egy reaktor üzemeltetése során nem csak a zóna megfelelő hűtéséről, de a megfelelő szellőztetésről is gondoskodni kell. Éppen ezért fontos, hogy az érintett helységek (reaktor alatti tér, reaktor csarnok, primer szivattyúterem, stb.) légcseréje folyamatos legyen. A ventilátorok segítségével elszívott levegőt szűrőkön keresztül, ellenőrzés mellett juttatják el a BKR 80 m magas kéményébe.



| Vázlatrajz a reaktor technológiai berendezéseiről

ÜZEMELTETÉS

A BKR üzemeltetője az MTA Energiatudományi Kutatóközpont (MTA EK). A reaktor átlagosan évente 2400 órát üzemel, 10 napos ciklusokban. Az üzemeltetését a reaktor személyzete végzi, az ügyeletes operátor felelős a biztonságos üzemvitelért. Az operátor az ügyeleti személyzettel (sugárvédelem, villamos rendszerek, gépészet) együtt végzi el az üzemeltetési feladatokat. A reaktor működtetése, irányítása a vezénylőteremből történik, innen felügyelik a szabályozási, a gépészeti, a sugárvédelmi berendezések működését is. A Reaktorüzemhez tartoznak az izotópgyártással, és a besugárzásokkal kapcsolatos feladatok is.



KÜLDETÉS

A Budapesti Kutatóreaktor társadalmi szempontból igen hasznos feladatokat lát el; olyan izotópok előállítására szolgál, amely daganatos megbetegedések diagnosztizálására és terápiás kezelésére alkalmas. Emellett ipari alkalmazásokhoz is gyártanak izotópokat. Az alap- és alkalmazott kutatások számára neutronokat állít elő. Az anyagvizsgálati nagyberendezések a kutatóreaktor vízszintes csatornáihoz, ill. a vízszintes csatornákból induló neutronvezetőkhöz kapcsolódnak. Az anyagvizsgálati kutatásokat a Budapest Neutron Centrum koordinálja.



Reaktorcsarnok

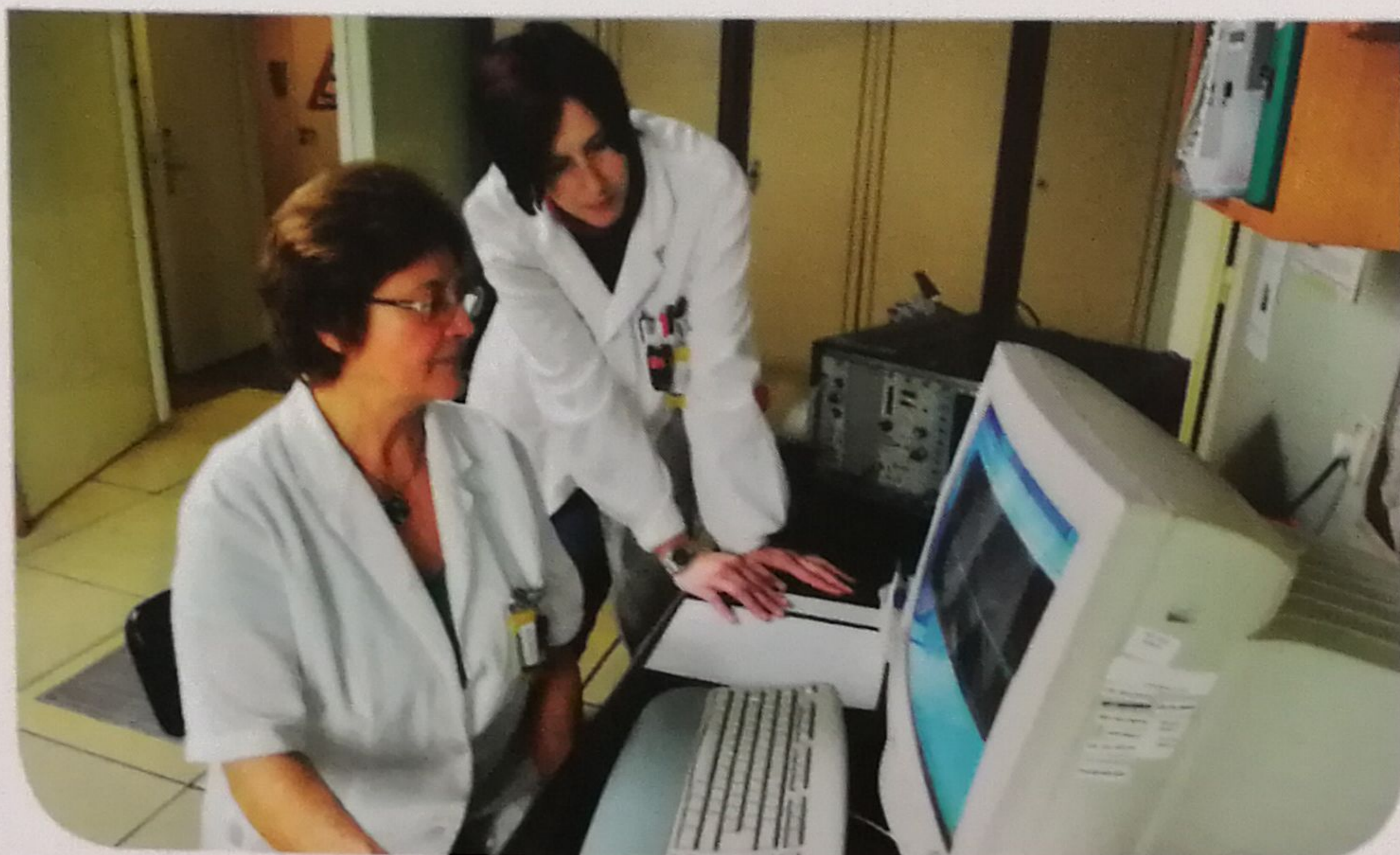
BUDAPEST NEUTRON CENTRUM



A Budapesti Kutatóreaktor hazánk egyetlen, nemzetközi felhasználói rendszerben üzemeltetett „nagyberendezése”, amely az alap-és alkalmazott ku-

tatások számára nagyteljesítményű neutronforrásként szolgál. A reaktor körül 17 nagyberendezés működik, a berendezéseken folyó kutatómunkát a Budapest Neutron Centrum (BNC) koordinálja. A BNC két kutatóközpont a Wigner Fizikai Kutatóközpont és az MTA Energiatudományi Kutatóközpont konzorciuma. A berendezéseken végzett kutatások a tudományterületek széles skáláján - szilárdtestfizika, anyagtudomány, radiográfia, biológia, archeometria, analitika, sugárbiológia - felmerülő problémák megoldásához járulunk hozzá.

A nemzetközi felhasználói program keretében hazai és külföldi kutatók pályázhatnak mérési időre évente két alkalommal. A pályázatok beadási határideje április 1. és október 1. A pályamunkákat nemzetközi bíráló bizottság értékeli és rangsorolja. A berendezések nagymértékű kihasználtsága miatt a kiváló és jónak minősülő pályázatok számára tudunk mérési időt biztosítani. A kutatási pályázatokkal kapcsolatban minden információ megtalálható a www.bnc.hu honlapon.

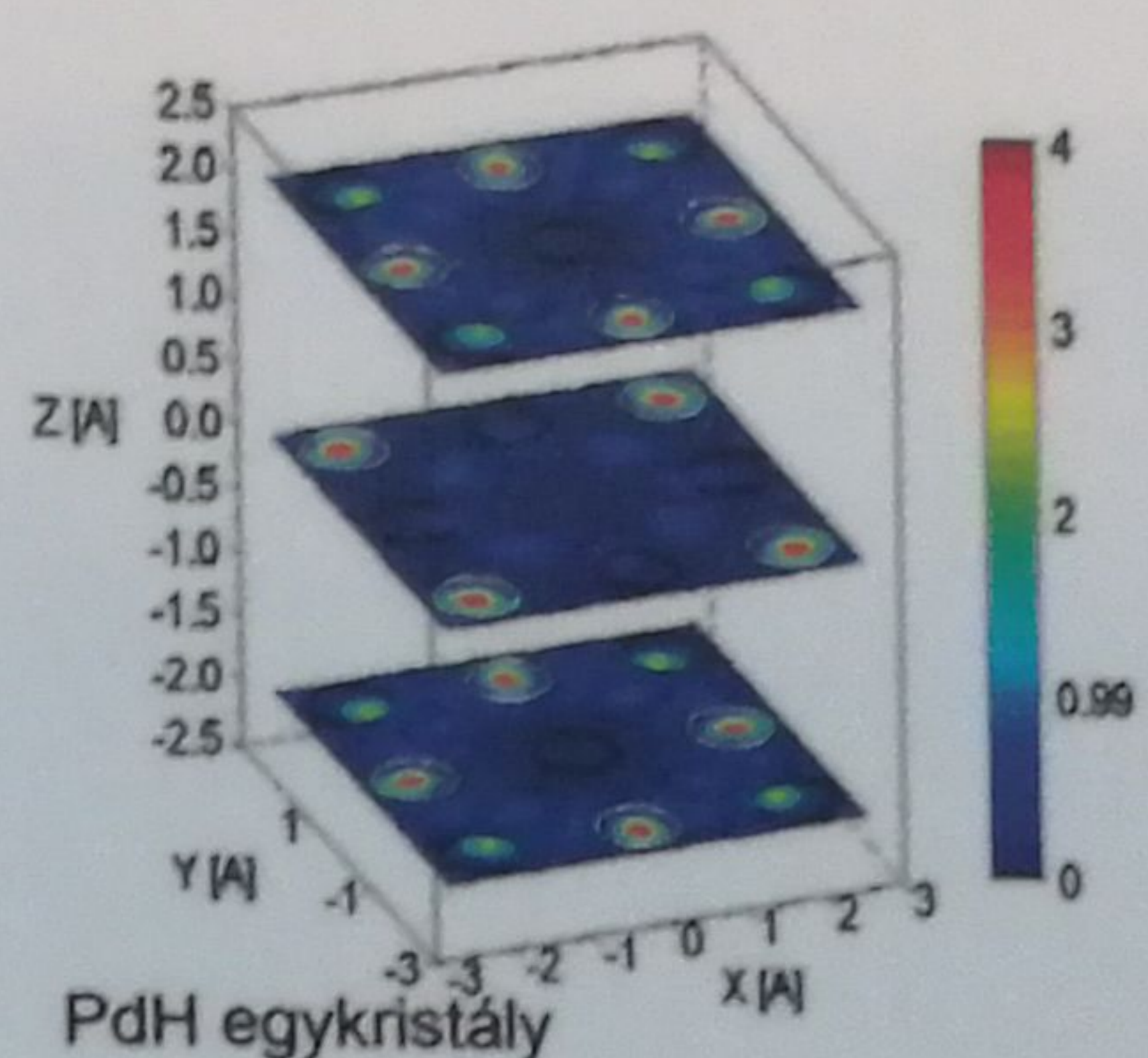


Szakmai- és partnerkapcsolatban állunk valamennyi európai neutronközponttal, teljeskörű tagok vagyunk az elismert és jól működő SINE2020, BRIGHTNESS, CERIC, IPERION programoknak.

Évente megrendezésre kerül a Közép-európai Neutronszórás Iskola (Central European Training School, CETS), az egyhetes képzés során a résztvevők a neutronos anyagvizsgálati módszerekkel ismerkednek meg. Az alapok elsajátítása után a résztvevők gyakorlatban is kipróbálhatják az egyes mérési technikákat, megismerhetik az adott berendezések jellegzetességeit, illetve széleskörű rálátást kapnak, hogy mire és hogyan lehet használni a neutronokat.



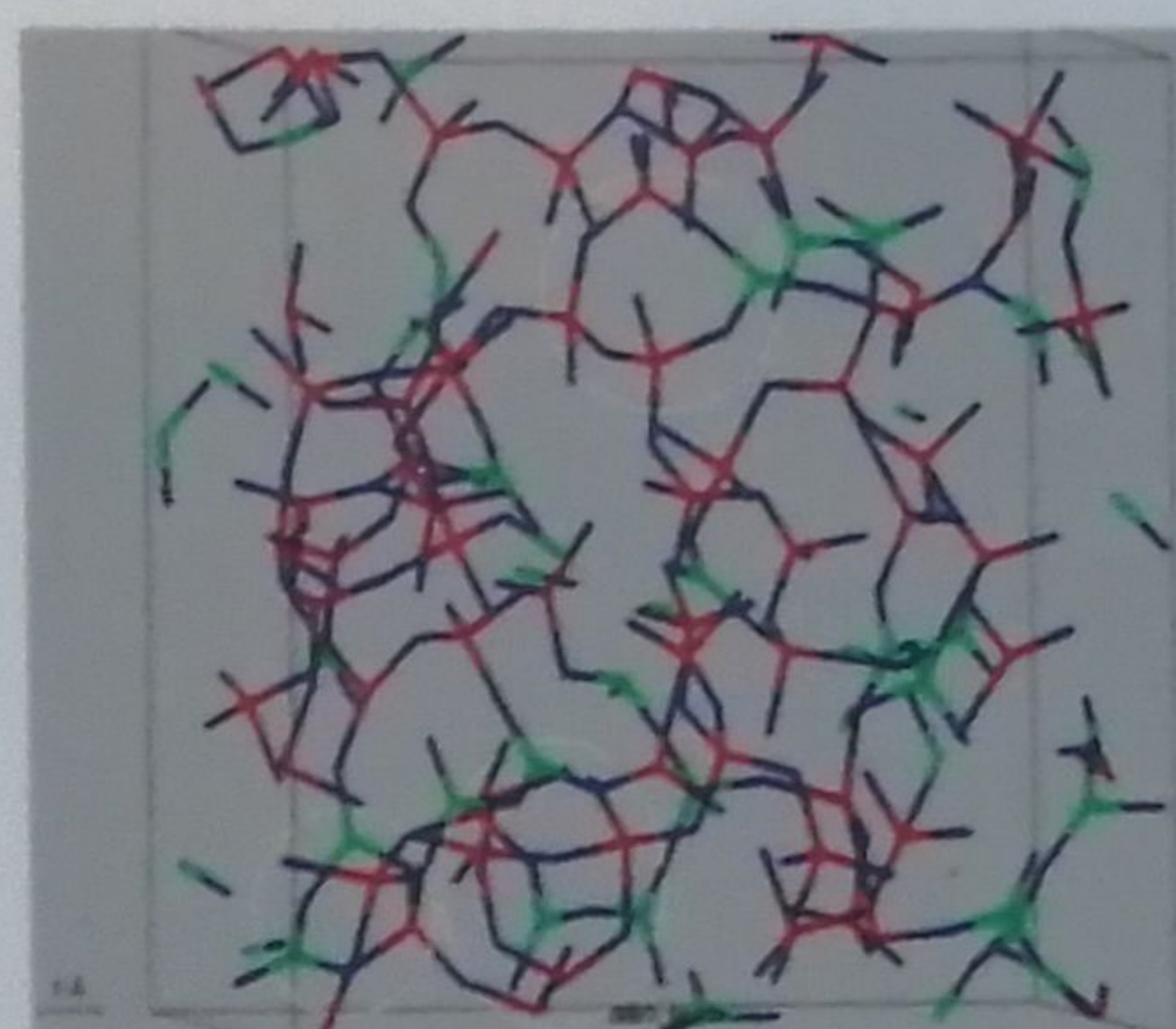
...KUTATÁS, INNOVÁCIÓ



TAST- Háromtengelyű spektrométer



PSD - Neutrodiffraktométer

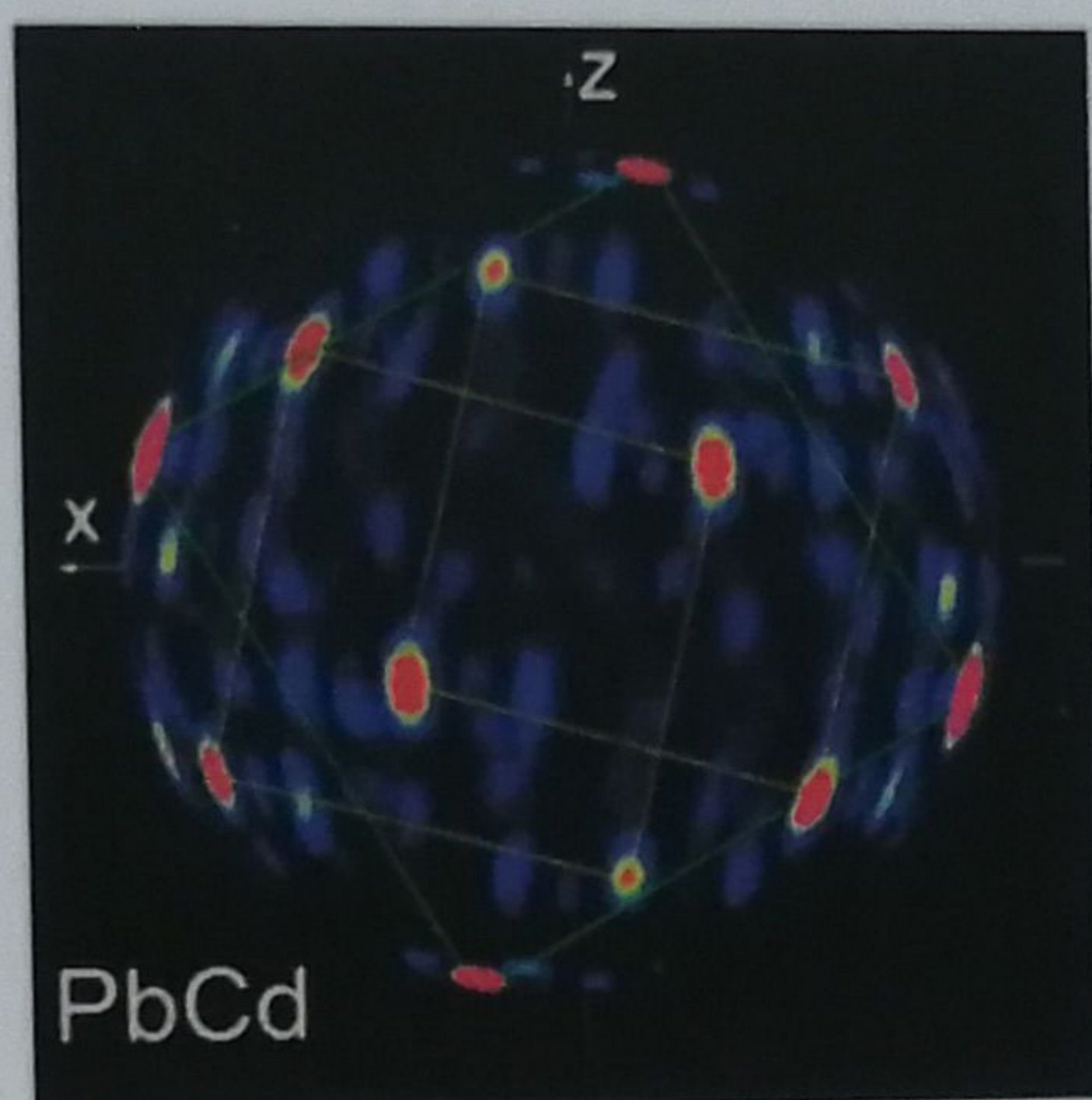


Si-B-O hálószerkezet

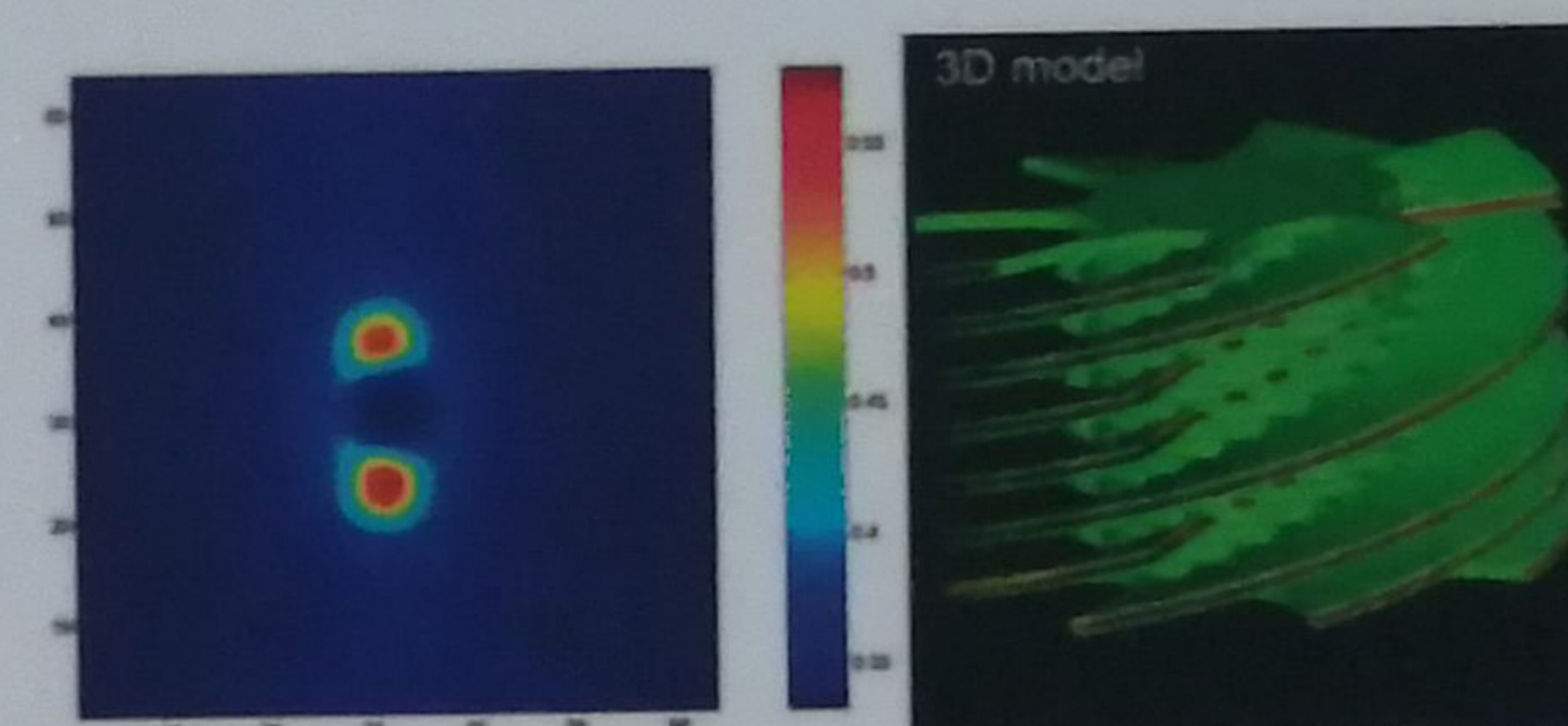
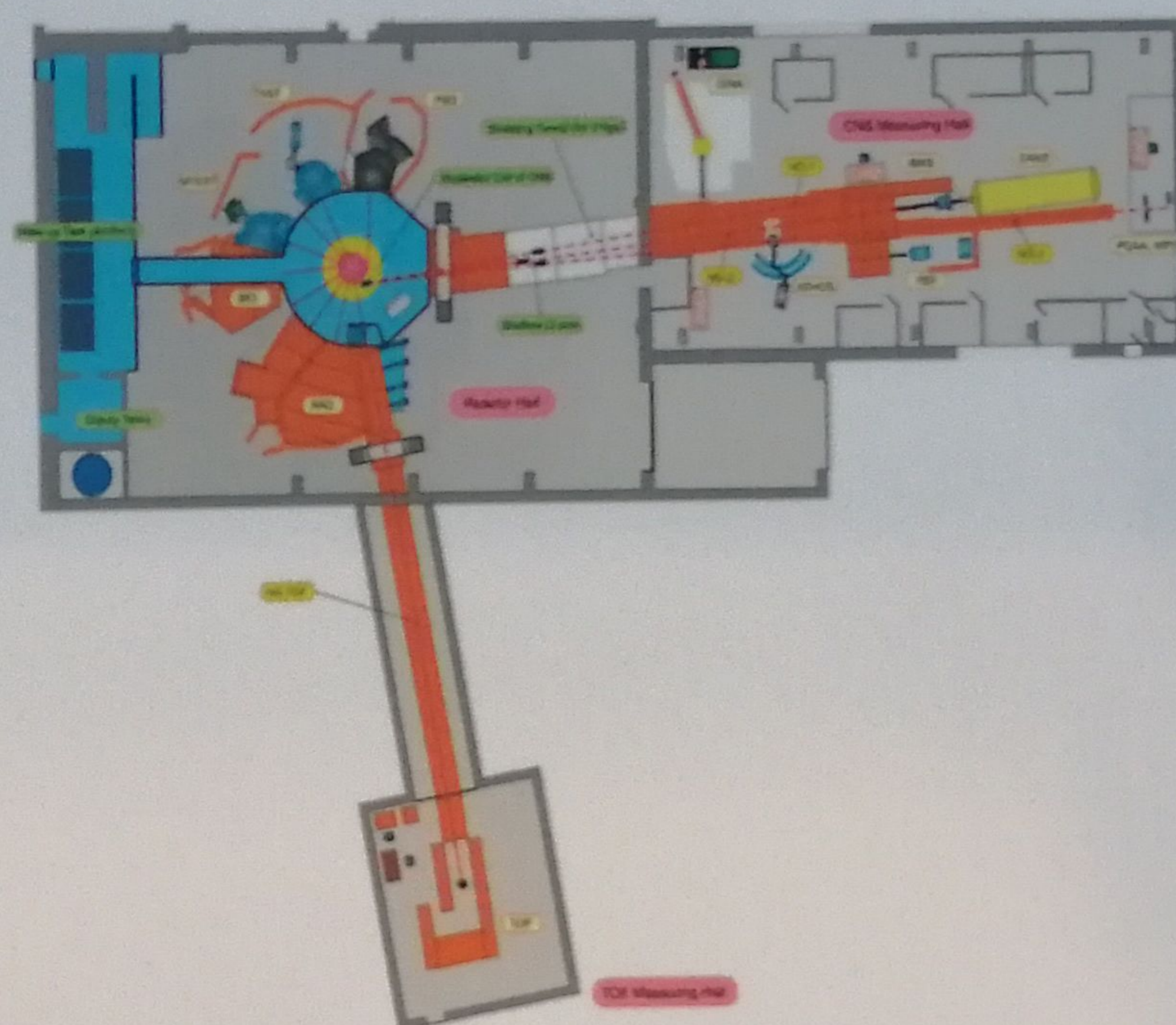


Helikopter rotorlapát méhsejtszerkezete

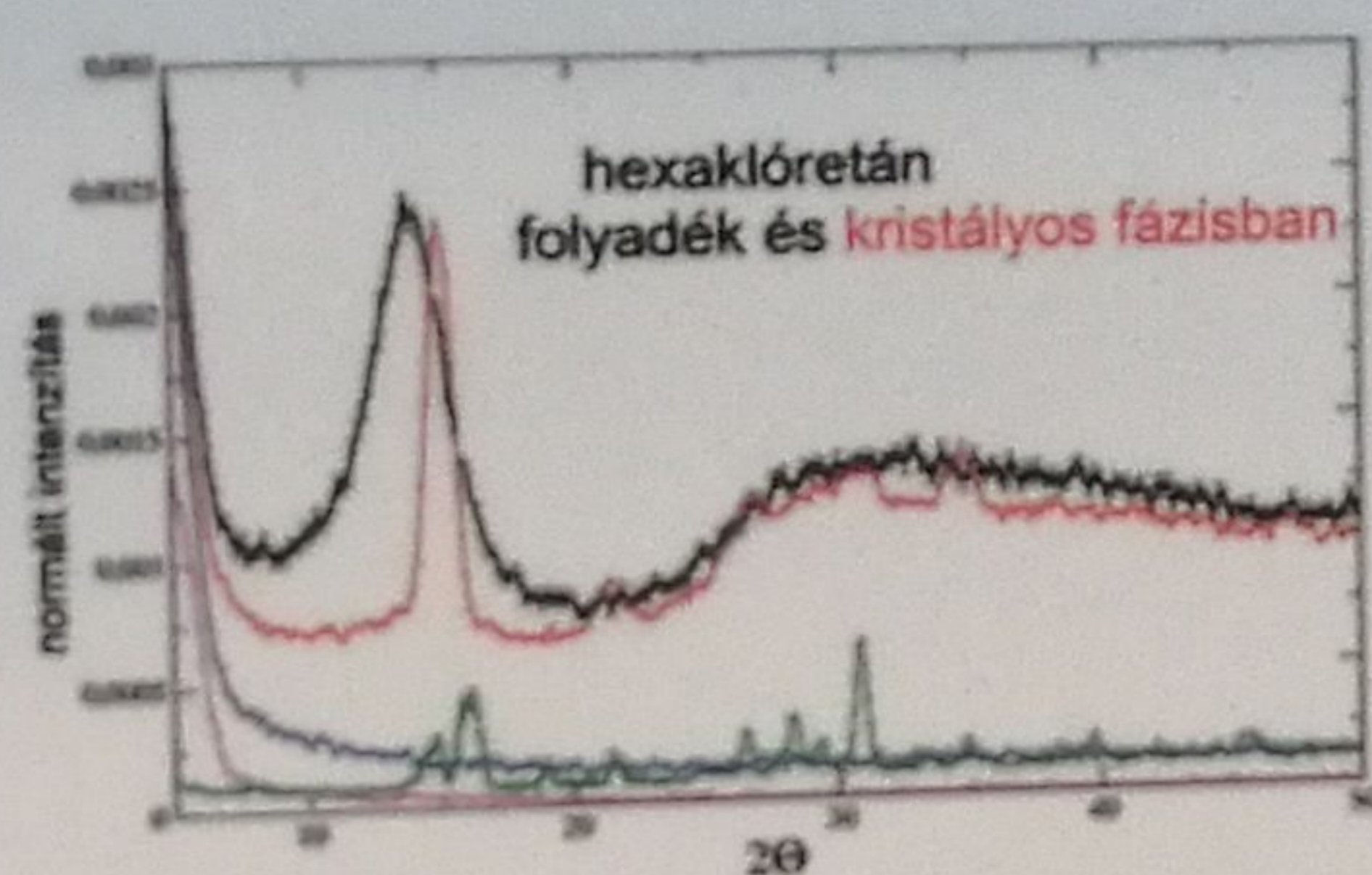
RAD- Neutron radiográfia



Helikopter forgószárnylapát vizsgálata



Fotoszintetikus rendszerek - levél-izolált tilakoid membrán - vizsgálata



MTEST- Diffraktométer

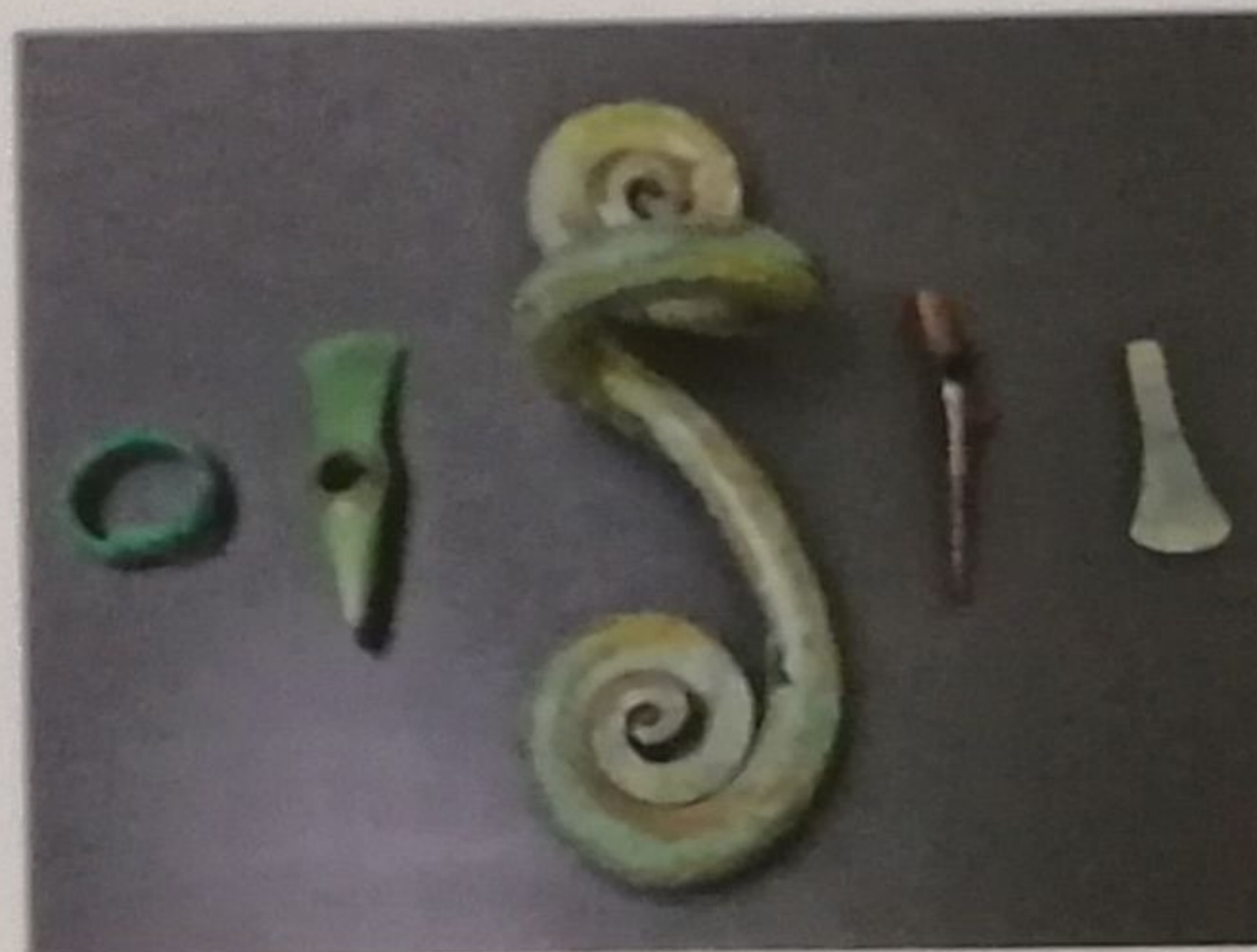
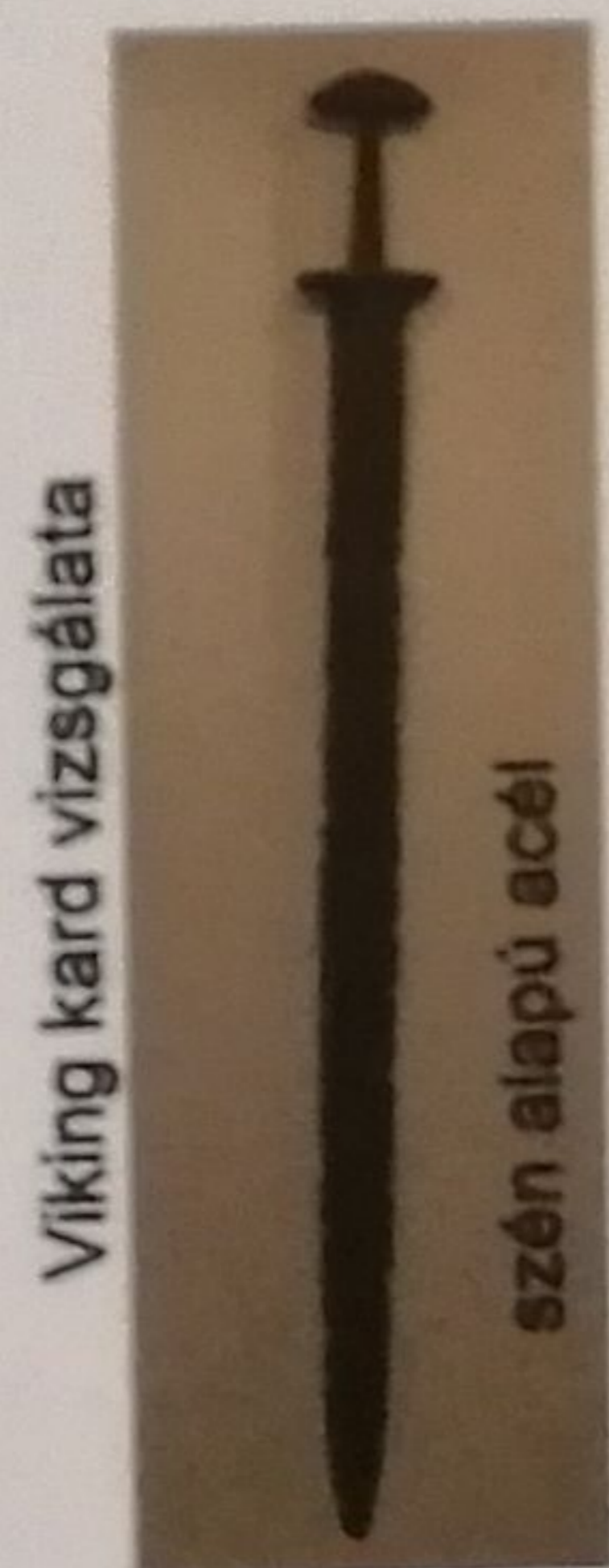


W-un W-1420 W-2470
0.5mm átmérőjű W-szál vizsgálata

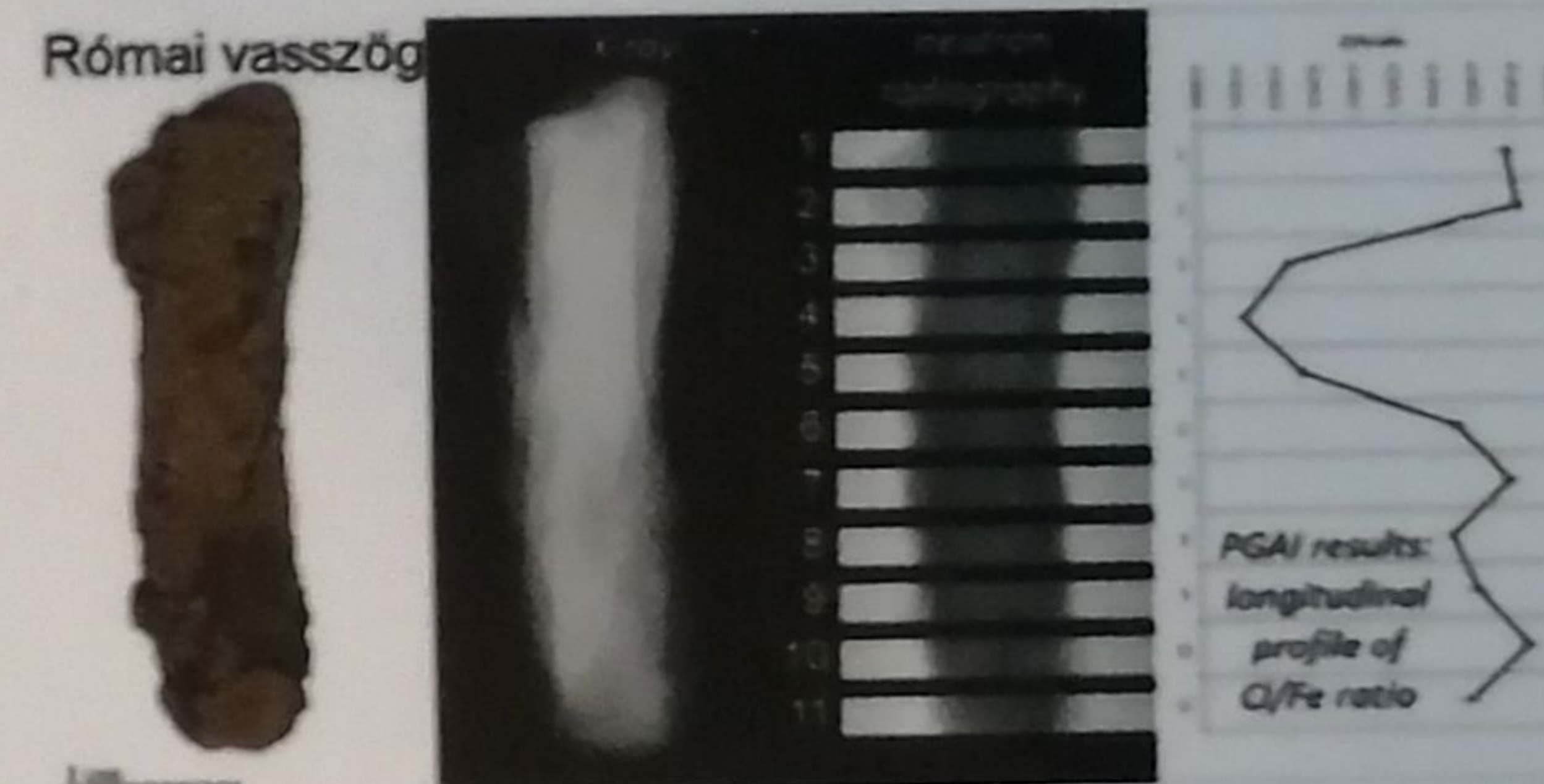
SANS- Kiszögű szórás spektrométer



PGAA - Prompt-gamma aktivációs analitikai berendezés



TOF - Nagyfelbontású repülési-idődiffraktométer



NIPS- Neutron-indukált prompt-gamma sugárzáson alapuló spektrométer



INFORMÁCIÓ

„A tudomány, a technológia - ezt világosan és erősen akarom mondani - nem old meg minden problémát. De tudomány és technológia nélkül semmiféle problémát nem lehet megoldani...”

Teller Ede

YouTube



Látogasson el honlapunkra, ismerjen meg bennünket:

www.bnc.hu

www.energia.mta.hu

További elérhetőségeink:

1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33

BNC Programiroda: useroffice@bnc.hu

Telefon: +36 1 3922799

BKR: reaktoruzem@energia.mta.hu

Telefon: +36 1 3959139

Közép-európai Neutronszerzés Iskola (CETS):

www.kfki.hu/cets