

## AZ MTA FÖLDRAJZTUDOMÁNYI KUTATÓINTÉZET SZEREPE A PAKSI ATOMERŐMŰ ÉLETÉBEN

SCHWEITZER FERENC<sup>75</sup>

### STUDIES BY THE GEOGRAPHICAL RESEARCH INSTITUTE (GRI) ON THE ENVIRONMENTAL EFFECT OF PAKS NUCLEAR POWER PLANT

**Abstract:** For the time being the Paks Nuclear Power Plant (PNPP) is the only object of such kind in Hungary. It produces nearly half of the energy consumed in the country so its safe operation is an imperative necessity. Four blocks of VVER-44V-213 type comprising the power plant were put into operation between 1982 and 1987.

Geomorphological investigations into the closer and wider surroundings of PNPP performed in the GRI HAS (together with studies in the realm of related geosciences) suggested seismic safety of its operation. Assessment of atectonic faults, landslides, slumps, collapses, frost phenomena were instrumental in ruling out tectonic origin of relief shaping processes; the tectonic trigger was also rejected by international expertise. A volume of studies was devoted to this topic and published in English in 1997.

In the 1990s geomorphic studies were focused on surface movements of radioisotopes and places of enrichment of isotopes as the most relevant characteristics of spatial behaviour of radionuclides (dry and wet deposition). A topic of utmost importance was the identification and mapping of the distribution of radioactive fallout, i.e. zones of outwash, transit and accumulation of radionuclides.

Hydrological regimes of the cooling system of the PNPP, the bottom configuration of and silting up processes in fishponds located south of the power plant were investigated. Flood plain soils were analysed as to their sedimentological, pedological, physical and chemical properties.

Several hundred boreholes were deepened in the surroundings of the PNPP and the data thus obtained were used for the reconstruction and mapping of buried valleys that helped identify subsurface flows and trace tritium currents. Eolian transport of radionuclides was studied on high terraces with landforms sculptured by wind erosion, with special reference to the effect of dust and sand storms. Vegetation survey included description of habitat types.

Geocological base map can be considered a synthesis of the knowledge accumulated on matter circulation in the vicinity of the PNPP. Spatial entities identified in this map reflect homogeneity with regard to matter circulation.

A Paksi jelenleg az egyetlen atomerőmű Magyarországon, s a magyar gazdaság energetikai szektorának szignifikáns tényezője. A négy VVER-44V-213 típusú blokkot 1982 és 1987 között helyezték üzembe, az általuk termelt villamos energia az ország szükségletének közel felét állítja elő. Emiatt is nagyon fontos, hogy ez a kapacitás minden időben a legnagyobb biztonsággal álljon rendelkezésre. A működési biztonságot felmérő földtudományi kutatásokba az MTA Földrajztudományi Kutatóintézet is bekapcsolódott, mely munka keretében geomorfológiai, neotektonikai és szedimentológiai vizsgálatokat, valamint társadalom- és gazdaságföldrajzi kutatásokat is folytatott.

---

<sup>75</sup> MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. 1112 Budapest, Budaörsi út 45.  
E-mail: schweif@mtafki.hu

A természeti és társadalomföldrajzi kutatások már az alapok lerakásától folyamatosan vizsgálják azokat a változásokat, kölcsönhatásokat, amelyeket a Duna menti táj fejlődésében és az ott élő emberek életében az Atomerőmű üzemeltetése okoz.

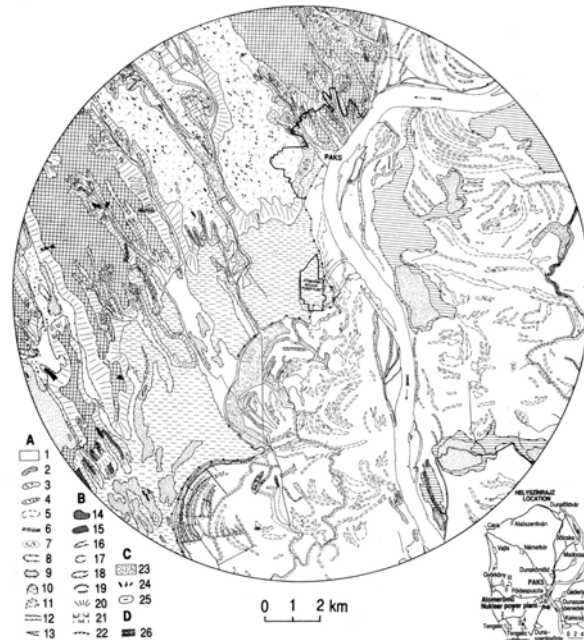
Az elmúlt évtizedekben az MTA Földrajztudományi Kutatóintézetben számos tanulmány és tematikus mérnökgeomorfológiai, geoökológiai, neotektonikai és domborzatminősítő térkép készült, amelyek a domborzati formák és morfológiai paraméterek alapján a természetföldrajzi adottságok figyelembevételével értelmezik a Paksi Atomerőmű biztonságos működését. Ezek közül csak néhány – általunk fontosnak ítélt – kutatásról és azok eredményeiről szeretnék számot adni.

*Marosi Sándor* és *Meskó Attila* akadémikusok szerkesztésével 1997-ben elkészült a „Paksi atomerőmű földrengésbiztonsága” című könyv, amely évtizedek kutatómunkáját foglalja össze. A kötetben megjelent tanulmányok bizonyítják, hogy a földtudományi kutatások földrengés szempontjából biztonságosnak ítélik meg az Atomerőmű működését (*Marosi S. – Schweitzer F.* 1997). A geomorfológiai kutatások szűkítették azokat a neotektonikai eseményeket, amelyekből a mindenkor felszíndomborzatból különböző vizsgálatokkal rekonstruálhatók a korábbi folyamatok, a létrehozó okok, s ezek tendenciájának ismeretében prognosztizálták az Atomerőmű földrengésbiztonságát. A PAV környezetében feltárt atektonikus törések értelmezésével, földcsuszamlások, roszakadások, omlások, fagydeformációk keletkezésének magyarázatával nagymértékben csökkentek a felszinformáló folyamatok tektonikus eredetét bizonyító tudományos elképzelések, amelyeket nemzetközi vélemények is alátámasztottak (*1. ábra*).

Ennek következményeként lekerült a napirendről az Atomerőmű földrengés kockázata. A földtudományokban 1993-ban az MTA Földrajztudományi Kutatóintézet publikálta elsőként az Atomerőmű földrengésbiztonságát (*Balla Z. et al.* 1993), s a kutatóintézet egyben a tudományos felelősséget is felvállalta.

Az 1990-es évektől a radioizotópok földfelszíni mozgását meghatározó folyamatok és az izotópdúsulási lehetőségek témakörében folytak kutatások. Ezek a vizsgálatok az erőmű normál üzemű légköri kibocsátásából eredő radionuklidok környezeti viselkedése és a lakossági sugárterhelés járuléka meghatározására vonatkoztak (*Kanyár B. – Schweitzer F.* 1996).

Környezetgeomorfológiai és geoökológiai jellemzők alapján olyan domborzati formákat vizsgáltunk és térképeztünk, amelyek egy lehetséges radioaktív szennyeződés hatása után pontosítják a földfelszíni izotópdúsulások helyeit. A vizsgálatok a lehetséges radioaktív szennyezettségi helyek kijelölésére, a kimosódási, a tranzit és felhalmozódási helyek térképezésére és mérésére irányultak. Ezen geomorfológiai felszínek térképi ábrázolását azért tartjuk fontosnak, mert egy esetleges üzemzavar vagy baleseti erőműi kibocsátást követően az összemosódási, felhalmozódási helyeken radioaktív szennyeződési dúsulások alakulhatnak ki (*2. ábra, 1. táblázat*).

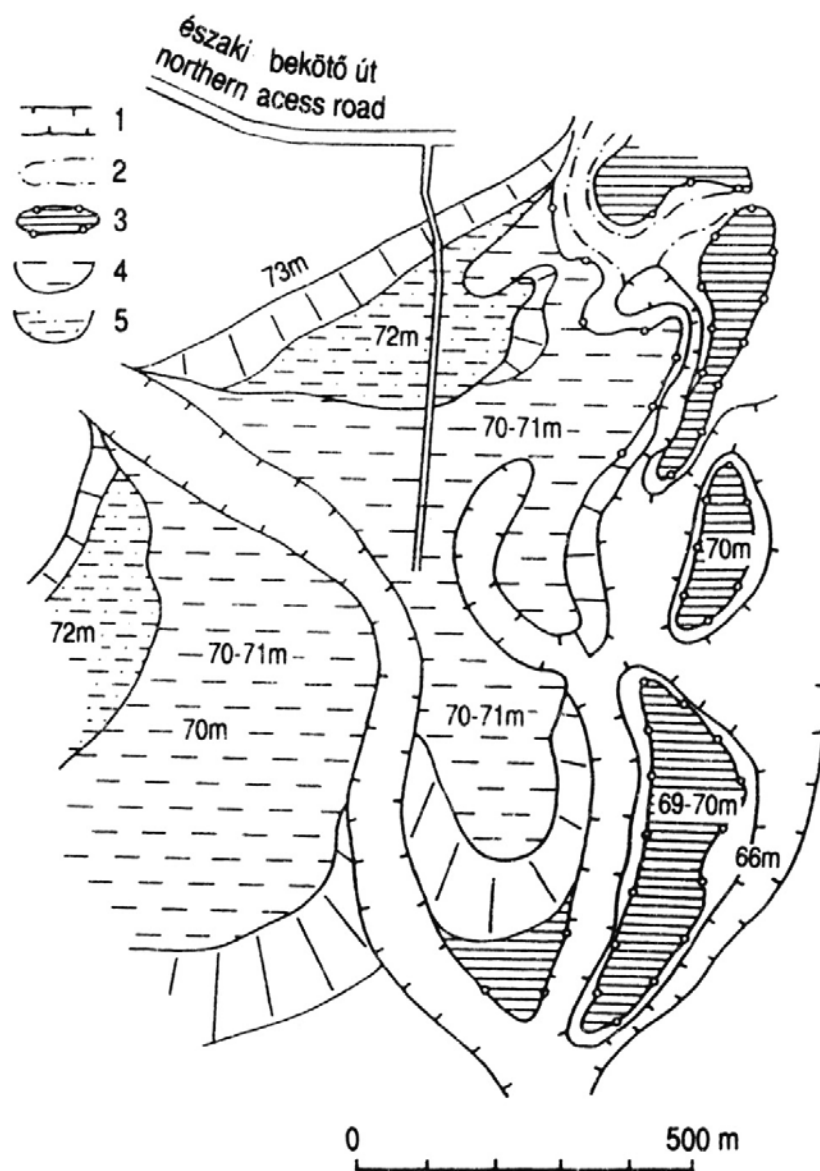


1. ábra A Paksi Atomerőmű környékének geomorfológiai térképe (Balogh J. et al. 1994). –

A = Folyóvízi eróziós és akkumulációs formák: 1 = alacsony ártér, 2 = Hajdani lefűzött–levágott meanderek, 3 = feltöltött hajdani meander ártéri időszakos vízborítással, vízínövényzettel, 4 = hajdani lefűzött–levágott meander ártéri erdőben, 5 = feltöltött hajdani meander mezőgazdasági művelésben, 6 = csatornázott feltöltött hajdani meander, 7 = belvízzel gyakran borított szikes laposok, 8 = magasártér, 9 = egykori ártéri teraszsziget, 10 = folyóterasz, 11 = hordalékkúp-síkság, 12 = széles lapos eróziós völgy, 13 = eróziós szakadék. B = komplex genesisű formák: 14 = löszplató, 15 = alacsony völgyközi hát, 16 = deráziós szárazföld, 17 = deráziós fülke, 18 = eróziós–deráziós völgy, 19 = deráziós nyereg, 20 = lejtő általában, 21 = stabilizálódott fosszilis csuszamlásos lejtő, 22 = instabil meredek magaspart. C = Deflációs formák: 23 = lepelhomok, 24 = homokformák (főleg hosszanti garmadabuckák, szélbarázdák), 25 = deflációs mélyedések. D = Antropogén formák: 26 = löszmélyút

Figure 1 Geomorphological map of the environs of the Paks Nuclear Power Plant (Balogh J. et al. 1994). –

A = Fluvial erosional and accumulative landforms: 1 = low flood plain, 2 = former, abandoned or cut-off meander, 3 = former, filled meander, intermittently inundated, with water vegetation, 4 = former, abandoned or cut-off meander, in flood-plain forest, 5 = former, filled meander, cultivated, 6 = former, filled meander, channelised, 7 = alkali flat, frequently waterlogged, 8 = high flood plain, 9 = former point bar on the flood plain, 10 = river terrace, 11 = alluvial fan, 12 = broad, flat erosional valley, 13 = gully. B = Landforms of complex genesis: 14 = loess plateau, 15 = low interfluvial ridge, 16 = derasional valley, 17 = derasional niche, 18 = erosional-derasional valley, 19 = derasional col, 20 = slope, undistinguished, 21 = slope with stabilised fossil slump, 22 = unstable bluff. C = Landforms of deflation: 23 = sand blanket, 24 = sand forms (longitudinal dunes, blowout, residual ridges), 25 = deflational hollows, D = Man-made landforms: 26 = sunken road



2. ábra Folyóvízi üledékek fekjének paleodomborzata az erőmű térségében (szerk. **Schweitzer F.** 1995). – 1 = eróziós völgy, 2 = feltételezett eróziós völgy, 3 = (domborzati) sziget (69-70 m tszf), 4 = erodált felszínek (70-71 m tszf), 5 = erodált felszínek (72-73 m tszf).

Figure 2 Paleorelief underlying fluvial deposits in the immediate vicinity of the PNPP (**Schweitzer F.** 1995). – 1 = erosional valley, 2 = erosional valley, assumed, 3 = islets (69-70 m a.s.l.), 4 = eroded surfaces (70-71 m a.s.l.), 5 = eroded surfaces (72-73 m a.s.l.)

1. táblázat Növényi minták (fakéreg, fű, sás) jellemzői\* és az aktivitásmérések eredményei  
 Table 1 Results of vegetation sampling (rind, grass, sedge)\*  
 and radionuclid concentration measurements

Minta	Tömeg/geom. g	Mintavétel		Kitermelés	Ag-110 m konc. Bq/kg		Cs-137 Bq/kg
		helye	ideje		r-spekt.	β-mérés	
fakéreg, mohás	405/VKP70 405/ALU30	I/8-4,9	03. 27.	0,60	<0,20 0,12±40%	0,32±20%	115
fakéreg	715/VKP100 715/ALU30	I/8-4,9	03. 27.	0,70	<0,30 <0,04	<0,09	62
fakéreg, mohás	460/VKP50 460/ALU30	II/7-4,1	03. 27.	0,69	<0,40 0,22±30%	0,31±17%	125
fakéreg, mohás	610/SKP150 610/ALU30	II/7-4,1	05. 28.	0,38	<0,30 0,17±38%	0,39±18%	121
fakéreg	865/VKP100 865/ALU30	II/2-4,1	05. 28.	0,90	<0,40 <0,10	0,12±23%	54
fakéreg	860/SKP100 860/ALU30	III/7-2,7	03. 27.	0,64	<0,10 0,07±39%	0,11±22%	30
fakéreg	460/VKP70 460/ALU30	V/3-3,2	03. 27.	0,86	<200 0,10±50%	<0,11	11
fakéreg	1400/VKP100 1400/ALU30	VI/13- 0,7	05. 28.	0,69	<0,40 <0,02	<0,05	5
fű	230/SKP100 230/ALU30	I/8-4,9	03. 26.	0,83	<0,60 0,16±57%	0,45±23%	<5
sás	170/VKP100 170/ALU30	IV/7- 1,4	03. 27.	0,87	<0,30 0,23±52%	0,41±25%	<5

\* Előkészítés: hamu leválasztás után.

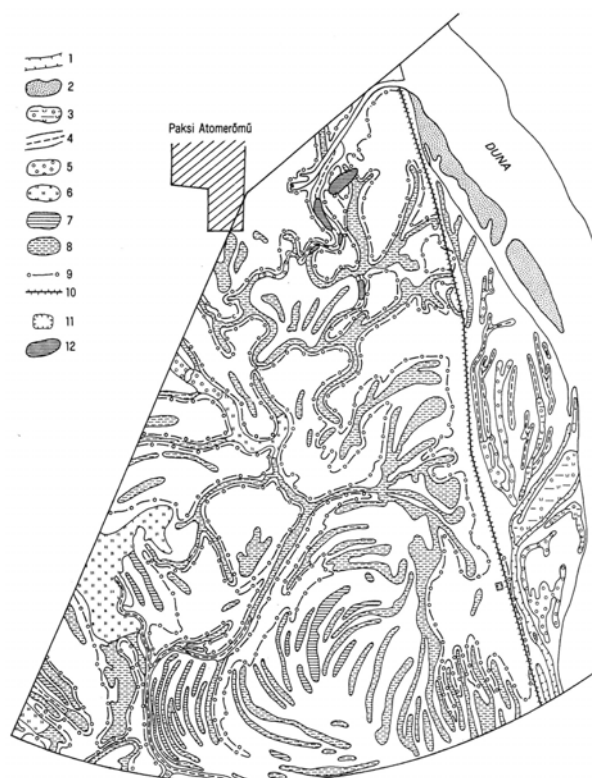
Alacsony és magas ártéri területeken vizsgáltuk a hidegvíz- és melegvíz-csatorna környezetét, valamint az Erőműtől D-re található halastavak fenékviszonyait a feliszapolódás szempontjából, szedimentológiai, pedológiai, talajfizikai és kémiai laboratóriumi vizsgálatokat végeztünk az ártéri területek talajaiból vett mintákon.

A Paksi Atomerőmű környezetében lemélyített több száz fúrás értékelésével olyan ösföldrajzi térképet készítettünk, amellyel rekonstruáltuk az eltemetett völgyek futásirányait. Ezek az eltemetett völgyek határozzák meg a felszín alatti vizek áramlási viszonyait, ezzel lehetővé vált a trícium mozgásának nyomon követése (3. ábra).

Tevékenységünk kiterjedt az Atomerőmű környezetében a futóhomokkal fedett magas teraszfelszínek szélerezési formáinak vizsgálatára is. A jelenkori felszínfejlődés kutatása keretében mértük a por- és homokviharak hatását a létesítményre, és a radioizotópok szél által történt szállítására is.

A domborzati tényezőkön túl a radionuklidok esetleges száraz és nedves ülepedése szempontján kívül alapvető fontosságú tényezőként szerepel a vegetáció

minősége. Az MTA Földrajztudományi Kutatóintézet széles körű növényzeti felvételezéseket végzett, és az Atomerőmű környezetében található növényzeti (élőhely) típusokat írta le. E munka kiterjesztése volt az Erőmű környezetére vonatkozó növényzeti magasság térkép elkészítése. A térkép a különböző vegetációs periódusokhoz kapcsolatosan adta meg a különböző növényzeti egységek magasságát, valamint azok felszínborítási és fitomassza értékeit. E munka alapul szolgálhat a jövőben elkészítendő, a növényzeti típusok fajlagos felületét ábrázoló térképnek.



3. ábra A Paksi Atomerőmű Vállalat területének geomorfológiai fáciestérképe (Szerk.: **Balogh J. et al.** 1991). – 1 = hullámtéri élő mellékágak, 2 = zátonyszigetek, 3 = időszakos vízborítású hullámtéri medrek náddal, sással, erdővel fedve, 4 = meanderek időszakos vízhatás alatt, 5 = lefűzött medermaradványok ligeterdővel, 6 = meandermaradványok rétekekkel, 7 = alacsony ártéri egykori zátonyszigetek, 8 = meander mezőgazdasági művelés alatt, 9 = magas ártér, 10 = település, 10 = árvédelmi töltés, 11 = bányagödör, 12 = mesterséges tó

Figure 3 Map of geomorphic groups of facies in the vicinity of the PNPP (comp. by **Balogh J. et al.** 1991) – 1 = living branches on the flood plain, 2 = point bars, 3 = intermittent waterlogged depressions on the flood bed covered by sedge, reed and forest, 4 = intermittent waterlogged meanders, 5 = remnants of cut-off meanders under gallery forests, 6 = remnants of cut-off meanders under meadow, 7 = former point-bars on the flood plain, 8 = meanders under cultivation, 9 = high flood plain, 10 = flood control dyke, 11 = pit, 12 = lake

A PAV Rt. területén végzett geoökológiai kutatások célja a vizsgált területek anyagforgalmának geográfiai szempontú értékelése volt. E témakörön belül elkészült Paks környezetének geoökológiai alaptérképe, amely az anyagforgalom tekintetében homogénnek tekinthető téregységeket határolt le (**Kanyár B. – Schweitzer F.** 1991).

A jövőbeli kutatások elsősorban a lehatárolt geoökológiai terület egységek (ökotópok) belső anyagforgalmának vizsgálatát célozzák. Az anyagforgalom vizsgálata egyúttal ökotóponkénti bontásban foglalja magába az esetlegesen kiüledő radionuklidok sorsának (felvethetőség és oldékonyság) megismerését, valamint segítheti további alappontok helyének kijelölését környezeti monitoring céljaira.

Az Atomerőmű társadalmi-gazdasági környezetre gyakorolt hatásainak feltárását célzó vizsgálatok csaknem negyedszázada folynak a Földrajztudományi Kutatóintézetben. Ezek keretében került sor Paks és környéke településhálózati jellemzőinek feltárására, a térség népesedési viszonyainak értékelésére, továbbá a politikai-gazdasági rendszerváltás térségi következményeinek elemzésére.

A vizsgálatokban kiemelt szerepet kap az Atomerőmű 10-30 km-es körzetében elhelyezkedő települések mezőgazdasági földhasznosításának, vízügyi infrastruktúrájának és vízhasználati jellemzőinek áttekintése, továbbá a lakosság gazdasági tevékenységének és táplálkozási szokásainak felmérése.

Széles körű kutatások folytak (és folynak) a térség közlekedési infrastruktúrájának kiépítettségére és állapotára vonatkozóan, különös tekintettel az Atomerőműből kikerülő kis és közepes radioaktivitású hulladékok, mint veszélyes anyagok közúti és vasúti szállításának baleseti kockázatára.

Ugyancsak az Erőmű működési biztonságának fokozását szolgálják a Paks környéki légtérhasználat sajátosságait feltáró elemzések. E kutatások az elmúlt másfél évtizedben bekövetkezett változásokat az Atomerőmű légi baleset okozta esetleges károsodási kockázata szempontjából értékelik. Hasonló céllal került sor az Atomerőmű környezetében elhelyezkedő magasépületek feltérképezésére is. A Földrajztudományi Kutatóintézet tevékenyen részt vesz a térség jövőjére vonatkozó fejlődési alternatívák felvázolásában is. Munkatársai felelősségteljes kutatómunkát folytatnak arra vonatkozóan is, hogy az objektum tervezett bővítésének milyen jövőbeni pozitív és negatív hatásai lehetnek a térség természeti, gazdasági és társadalmi viszonyaira, különös tekintettel a város és környéke lakosságának életkörülményeire és biztonságérzetére.

## IRODALOM

- Balla Z. – Marosi S. – Scheuer Gy. – Schweitzer F. – Szeidovitz Gy.** 1993. A Paksi Atomerőmű földrengéskockázatával kapcsolatos tektonikai és geomorfológiai vizsgálatok. Földr. Ért. 1-4. pp. 111-140.
- Kanyár B. – Schweitzer F.** 1991. Radioizotópok földfelszíni mozgását meghatározó folyamatok; izotópdúsulási lehetőségek a PAV környékén. Kézirat. OSSK–MTA FKI, Budapest. 45 p.

- Kanyár B. – Schweitzer F.** 1996. Investigations of a potential enrichment of radionuclides in the environment of the Paks nuclear power plant. In: **Halasi-Kun, G. J.** (ed.). Environmental problems and possible solutions in the Carpathian basin. Centre for Regional Studies Hung. Acad. of Sciences, Pécs. (Pollution and water resources Columbia University Seminar Series. Vol. 28. 1994). pp. 311-322.
- Marosi S. – Meskó A.** (eds.) 1997. Seismic Safety of the Paks Nuclear Power Plant. Akadémiai Kiadó, Budapest. 193 p.
- Marosi S. – Schweitzer F.** 1997. Geomorfológiai vizsgálatok Paks környékén. In: **Marosi S. – Meskó A.** (szerk.). A Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsága. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 153-175.