

## SZ E M L E

---

*Földrajzi Értesítő 2006. LV. évf. 3–4. füzet, pp. 405–409.*

---

### **A földrajztudomány szerepe a paksi atomerőmű életében**

SCHWEITZER FERENC<sup>1</sup>–TINER TIBOR<sup>2</sup>

A Paksi Atomerőmű (PAE) a hazai energiatermelő rendszer kiemelkedő jelentőségű üzeme, amely működésének megindulása (1984) óta a magyar gazdaság energetikai szektorának szignifikáns tényezőjévé vált, miközben szűkebb és tágabb környezetével bonyolult kölcsönhatásokkal jellemzett viszonyba került, ami az üzemeltetés természetes következménye.

A természeti és társadalom–földrajzi kutatások már az alapok lerakásától folyamatosan vizsgálják azokat a változásokat, kölcsönhatásokat, amelyeket az atomerőmű üzemeltetése okoz a Duna menti táj fejlődésében és az ott élő emberek életében. Az eddig végrehajtott sokoldalú természetföldrajzi vizsgálatok kiterjedtek az erőmű szűkebb és tágabb környezetének földtani szerkezeti és geológiai sajátosságaira, a domborzati viszonyok rövid- és hosszú távú alakulására, a vízföldrajzi jellemzők számbavételére, az erőművet magában foglaló természetföldrajzi tájegység éghajlati, időjárás- és talajföldrajzi sajátosságaira, továbbá – a természetvédelmi szempontok figyelembe vételével – a térség biogeográfiai (növény- és állatföldrajzi) tényezőire.

A társadalom- és gazdaságföldrajzi tényezőkkel kapcsolatos vizsgálatokban kiemelt figyelmet kaptak a PAE térségének népességi viszonyai, településhálózati jellemzői, a térség gazdasági életének regionális és lokális vonásai, az erőművet magában foglaló terület vonal- és települési infrastruktúrája, továbbá a helyi társadalmak viszonya az erőmű működéséhez különös tekintettel a lakosság biztonságérzetére, amely az esetleges káros környezeti hatásokkal kapcsolatos aggodalmakban (pl. sugárzásvesztély) ölt testet.

#### **Az atomerőműhöz kapcsolódó természetföldrajzi kutatások főbb eredményei**

Az elmúlt évtizedekben számos tanulmány és tematikus mérnök-geomorfológiai, geoökológiai, domborzatminősítő térkép készült az MTA Földrajztudományi Kutatóintézetben, amelyek a domborzati formák és morfológiai paraméterek alapján értelmezik a Paksi Atomerőmű biztonságos működését természeti földrajzi adottságaival összevetve.

---

<sup>1</sup> MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 1112 Bp., Budaörsi út 45. E-mail: schweiff@helka.iif.hu

<sup>2</sup> MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 1112 Bp., Budaörsi út 45. E-mail: tinertibor@t-online.hu

Évtizedek kutatómunkája alapján készült el a Kutatóintézetben Schweitzer Ferenc igazgató, témavezető irányításával, Marosi Sándor és Meskó Attila akadémikusok szerkesztésében *A Paksi Atomerőmű földrengésbiztonsága* c. szakkönyv, amely tanulmányok bemutatásával bizonyítja, hogy a szerteágazó földtudományi kutatások földrengés szempontjából biztonságosnak ítélik meg az atomerőmű működését.

A geomorfológiai kutatások szűkítették azokat a neotektonikai eseményeket, amelyekből – a mindenkori felszíni és a domborzati sajátosságokból kiindulva – különböző vizsgálatokkal rekonstruálhatók a korábbi folyamatok, az e folyamatokat létrehozó okok, s ezek tendenciájának ismeretében prognosztizálták az atomerőmű földrengésbiztonságát.

A PAE környezetében feltárt atektonikus törések értelmezésével, földcsuszamlások, roszakadások, omlások, fagydeformációk keletkezésének magyarázatával nagymértékben csökkentek a felszínformáló folyamatok tektonikus eredetét bizonyító tudományos elképzelések, amelyeket nemzetközi vélemények is alátámasztanak. Ennek következményeként lekerült a napirendről az atomerőmű korábban gyakran emlegetett földrengéskockázata. Ezeket az eredményeket a földtudományok területén 1993-ban a Kutatóintézet publikálta elsőként az Akadémia által kiadott fenti szakkönyvben, egyben a tudományos felelősséget is felvállalva az atomerőmű földrengésbiztonságát illetően.

Az 1990-es évektől kutatások folytak a radioizotópok földfelszíni mozgását meghatározó folyamatok és az izotópdúsulási lehetőségek témakörben. Ezek a vizsgálatok az erőmű normál üzemű légköri kibocsátásából eredő radionuklidok, radioezüst stb. környezeti viselkedése és a lakossági sugárterhelés-járulék meghatározására vonatkoztak. Környezet-geomorfológiai jellemzők alapján olyan domborzati formákat vizsgáltunk és térképeztünk, amelyek egy lehetséges radioaktív szennyeződés hatása után pontosítják a földfelszíni izotópdúsulások helyeit. Az 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.

A Paksi Atomerőmű környezetében lemélyített több száz fúrás értékelésével olyan ősföldrajzi térképet készítettünk, amellyel az eltemetett völgyek futásirányait rekonstruáltuk. Erre azért volt szükség, mert az említett eltemetett völgyek határozzák meg a felszín alatti vizek áramlási viszonyait. Vizsgálataink eredményeként lehetőség nyílt a trícium mozgásának nyomon követésére.

Megfigyeléseink kiterjedtek az atomerőmű környezetében a futóhomokkal fedett magas teraszfelszíneken a széleróziós formák vizsgálatára. A jelenkori felszínfejlődés kutatása keretében kutattuk a por- és homokviharok hatását a létesítményre.

A domborzati tényezőkön túl a radionuklidok esetleges száraz és nedves ülepedése szempontján kívül alapvető fontosságú tényezőként szerepel a vegetáció minősége. Ennek meghatározása céljából az MTA Földrajztudományi Kutatóintézet kutatói széles körű növényzeti felvételezéseket végeztek, amelyek révén lehetővé vált az atomerőmű környezetében található növényzeti (élőhely) típusok meghatározására és beazonosítására.

E munkához szervesen kapcsolódott – fontos kiegészítésként – az erőmű környezetére vonatkozó növényzeti magasságtérkép elkészítése. A térkép a különböző vegetációs periódusokhoz kapcsoltn 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.

A PAE hatásterületén végzett geoökológiai vizsgálatok 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.

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

## **A PAE térségében végzett társadalom- és gazdaságföldrajzi vizsgálatok eredmények**

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

Az eddigi kutatómunkában kiemelt feladatként szerepeltek az atomerőmű 10–30 km-es körzetében elhelyezkedő települések mezőgazdasági földhasznosításának, vízügyi infrastruktúrájának és vízhasználati jellemzőinek értékelő elemzései, továbbá a lakosság gazdasági tevékenységének és táplálkozási szokásainak felmérése is.

Széles körű kutatások folytak 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.

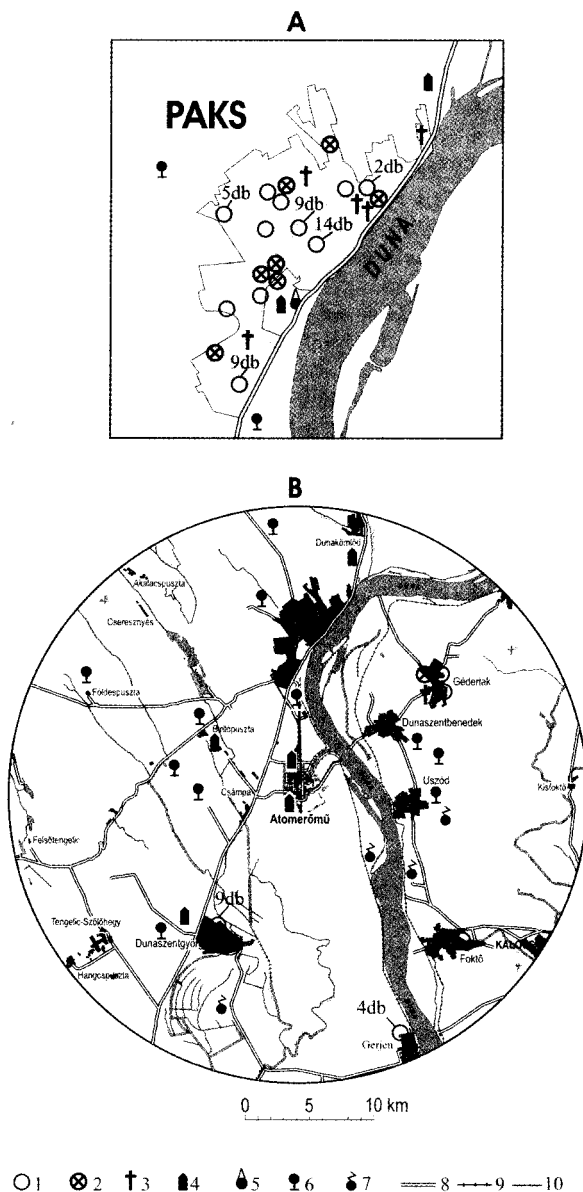
Ez utóbbi vizsgálat keretében egyrészt a PAE környéki vasútvonalak, első- és másodrendű főutak, valamint alsórendű közutak teher- és személygépjármű-forgalmi viszonyainak feltárásával, az e téren eddig bekövetkezett változások elemzésével és a várható tendenciák felvázolásával tettek javaslatot a geográfus szakemberek az atomerőműből kikerülő kis és közepes radioaktivitású anyagok szállításának optimális útvonalára és időintervallumaira.

Másrészt a kutatási program keretében több éves baleseti idősorok részletes elemzésére is sor került, amelynek során külön-külön megvizsgálták a közúti és vasúti balesetek valamennyi jellemzőjét (időpont, helyszín, a balesetben résztvevő járművek, a bekövetkezett személy-, gépjármű-, pálya-, rakomány-, ill. környezeti károsodás jellege és mértéke stb.) különös tekintettel azokra az atomerőmű közelében bekövetkezett balesetekre, amelyek veszélyes anyagok szállításával hozhatók összefüggésbe.

Ugyancsak az erőmű működési biztonságának fokozását szolgálták a Paks környéki légitérhasználat sajátosságait feltáró kutatások. Az ilyen célú elemzések egyaránt kiterjedtek az atomerőmű meghatározott körzetében működő nyilvános és nem nyilvános polgári légikikötőkre, a mezőgazdasági repülőterekre, a sport és egyéb célú repülőterekre, valamint a katonai repülőterek működési és forgalmi jellemzőire. (Az atomerőmű 5 km-es körzetén belüli légtérben teljes körű repülési tilalom van érvényben.)

A kutatási program keretében részletes vizsgálatok történtek az erőmű tágabb környezetében történő repülési gyakoriságra, az e célra használt légi jármű fajtákra, a légtérhasználat jellegére stb. vonatkozóan is. A térség légi forgalmában az elmúlt másfél évtizedben bekövetkezett változásokat a szakemberek külön értékelték az atomerőmű légibaleset okozta esetleges károsodási kockázata szempontjából is.

Hasonló céllal került sor az atomerőmű környezetében elhelyezkedő magas építmények, épületek feltérképezésére is. A közel 8000 építményre kiterjedő vizsgálat során az intézet munkatársai elvégezték a 10 m-nél magasabb építmények magasság szerinti kategorizálását, földrajzi helyük azonosítását, funkcióik meghatározását (pl. templomtorony, víztorony, hidroglóbusz, kémény, antenna, 10 m-t meghaladó magasságú lakóház, középület vagy gazdasági üzemi épület, elektromos távvezeték tartóoszlopa, transzformátor stb.), felderítették használati sajátosságait és fizikai állapotukat. A területen elvégzett mérésekkel és helyszíni terepbejárások során kapott vizsgálati eredményeket tematikus térképeken is megjelenítették (1. ábra).



és helyszíni terepbejárások során kapott vizsgálati eredményeket tematikus térképeken is megjelenítették (1. ábra).

Kiemelkedő módon vesz részt a Kutatóintézet a térség jövőjére vonatkozó fejlődési alternatíva felvázolásában is. E kutatás alapját egyrészt az intézeti szakemberei által az energiatermelő nagylétesítmény társadalmi-gazdasági hatásterületére vonatkozóan már a korábbiakban elvégzett részvizsgálati eredmények képezik, másrészt a kutatók széleskörűen felhasználták a rendelkezésre álló statisztikai és egyéb szakmai adatbázisokat, tematikus munkaanyagokat.

A vizsgálat eredményei között – a szöveges elemzésekén kívül – jelentős helyet foglalnak el az idő- és térbeni folyamatok összehasonlítását elősegítő táblázatok, diagramok és tematikus térképsorozatok, amelyek település szintű bontásban ábrázolják a kistérség társadalmi-gazdasági viszonyaira az eltelt három és fél évtized-

1. ábra. A 10 méternél magasabb építmények elhelyezkedése Pakson (A) és az atomerőmű 25 km-es körzetében (B).  
 – 1 = 10–15 m magas épület;  
 2 = 15 m-nél magasabb épület; 3 = templom; 4 = kémény;  
 5 = víztorony; 6 = hidroglóbusz, 7 = transzformátor; 8 = közút;  
 9 = vasúti sín; 10 = vízfolyás

ben jellemző sajátosságokat, továbbá a legfontosabb társadalmi-gazdasági mutatók alapján kategorizálják a mikrorégió településeit. Mindezek az eredmények felhívják a figyelmet a vizsgált területen lejátszódó pozitív és negatív térfolyamatokra, hozzájárulva ezzel a PAE jövőjére vonatkozó döntések előkészítésének hatékony tudományos megalapozásához.

A gondosan lehatárolt hatásterületre vonatkozóan elvégzett vizsgálatok arra irányultak, hogy áttekintést adjanak az adott kistérségi társadalmi és gazdasági viszonyainak legfontosabb területi sajátosságairól több időbeni keresztmetszetben: a PAE beruházás előtti időszakra (1975-ig), a beruházás kivitelezési időszakára (1975–1985), továbbá az üzemeltetési időszakra (1985–2005) vonatkozóan. További feladat a PAE üzemidejének végéig (2015-ig) várható mikroregionális gazdasági-társadalmi folyamatok főbb sajátosságainak előrebecslése, csakúgy, mint az élettartam-hosszabbítás (2015–2035) feltételezhető hatásainak minőségi értékelése.

A mikrorégió méretű területen a fenti négy időszakra vonatkozóan elvégzett társadalom- és gazdaságföldrajzi vizsgálatok az alábbiakat foglalták magukban:

- a demográfiai térszerkezet változásainak értékelése,
- a települési és humán infrastruktúrában bekövetkezett fejlesztések jellemzése
- a gazdaság ágazati térszerkezetében végbement lényegi változások főbb sajátosságainak elemzése,
- a foglalkozási szerkezetben bekövetkezett átalakulás és a munkanélküliség áttekintése,
- az idegenforgalmi adottságok (üdülés, turizmus, vadászat stb.) értékelése,
- a regionális kapcsolatok alakulásának értékelő elemzése.

A PAE környezetében folyó széleskörű kutatási tevékenységbe a Kutatóintézet szakemberei változatos szakmai feladatokkal kapcsolódnak be. Felelősségteljes kutatómunkájuk során arra is választ igyekeznek találni, hogy az objektum tervezett bővítésének a közvetlen hatásokon túl milyen jövőbeni közvetett – pozitív és negatív – hatásai lehetnek a térség természeti, gazdasági és társadalmi viszonyaira, különös tekintettel a város és környéke lakosságának életkörülményeire és biztonságérzetére. Utóbbi megőrzése az objektum hosszú távú működésének legfontosabb feltétele.