

Az Ófalu mellé tervezett radioaktív-hulladék lerakóhely földrajzi környezete

BALOGH JÁNOS—SCHWEITZER FERENC—TINER TIBOR

Az utóbbi időben sokat hallottunk, olvastunk Paks és Ófalu kapcsolatáról, az atomerőműben keletkezett és ott feldolgozott kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezési gondjairól. A beruházók és a lakosság között kialakult széles körű vitában a döntéshozók a létesítmény ellenzőinek adtak igazat. A vélemények és ellenvélemények alátámasztására számos tudományos munka született, amelyek a megvalósítás híján is jól példázák, hogy egy-egy nagyberuházást megelőző döntéshozatalhoz milyen sokoldalú megkutatottság, ismeretanyag lenne szükséges.

Az MTA Földrajztudományi Kutató Intézetének munkatársai - sajnos, kicsit későn - 1988-ban kapcsolódtak be a veszélyes-hulladék lerakóhely területének geomorfológiai, gazdaság- és társadalomföldrajzi környezetének komplex értékelésébe. Ez utóbbira annál is inkább szükség van, mert egy veszélyes-hulladék lerakóhely területének felelősségteljes kijelöléséhez ma már nem lehet figyelmen kívül hagyni olyan - eddig többnyire elhanyagolhatónak ítélt - tényezőket, mint pl. a gazdaság- és társadalomföldrajzi környezet. Ennek alapvonásai (a településhálózat sajátosságai, a lakónépesség szerkezete, a gazdasági tevékenység jellege, az infrastruktúra fejlettségi szintje és állapota stb.) ugyanis - bár általában közvetett módon - hosszú távon erősen hatnak a tárolóhely üzemeltetési körülményeire, az ott dolgozók életviszonyaira és a településkörnyezet használati módjára.

A veszélyes-hulladék tárolásának biztonságában bármilyen okból bekövetkező negatív irányú változás (a káros hatások „kiszabadulása”) pedig közvetlen fenyegetést jelenthet a közelben lakók élet- és munkakörülményeire. A tárolóhely tágabb vagy szűkebb környezetének gazdaság- és társadalomföldrajzi „feltérképezésére” ezért már a lerakóhely kijelölését megelőzően, az ún. *döntéselőkészítés* szakaszában szükség van.

Mivel egyrészt a természeti tájakat, ill. azokon belül egyes tájtypusokat a társadalom mindig racionálisan igyekszik hasznosítani, másrészt a gazdasági fejlődés jelenlegi fokán még nem kerülhető el jelentős mennyiségű - ma még hasznosíthatatlannak ítélt - hulladék képződése, ezért a jövőben egyre gyakrabban fognak jelentkezni olyan problémák, amelyeket (pl. egy tájba idegen, az emberi környezetre káros anyagok elhelyezése) a természet lehető legkisebb károsodásával és a társadalmi érdekek maximális előtérbe helyezésével kell megoldani. Hasonló megfontolások alapján választották a paksi atomerőmű hulladékának elhelyezésére 1983-ban az alábbi tervtanulmányban szereplő területet.

Földtani és geomorfológiai viszonyok

A terület domborzatának fejlődése

A tervezett lerakóhely a Baranyai-dombság tájegységbe beépülő Geresdi-dombság kistáj határain belül helyezkedik el, az Ófalu, Feked—Véménd közti, eróziós völgyekkel felszabdalt, tetőhelyzetű, nagyüzemi mezőgazdasági művelésre alkalmatlan erdős területen.

A vizsgált terület legidősebb képződménye a karbon porfiroblasztikus gránit, ill. gránitoid kőzet, melyet hidrotermális eredetű kalcittal kitöltött hajszálrepedések járnak át. Legfelső szintjük általában bontott (LELKESNÉ FELVÁRI GY.—SASSI F.P. 1983; JANTSKY B. 1953). Mezősós és idősebb harmadidőszaki képződmények nem ismertek. VADÁSZ E. (1935), FERENCZI I. (1937), HETÉNYI R. (1958),

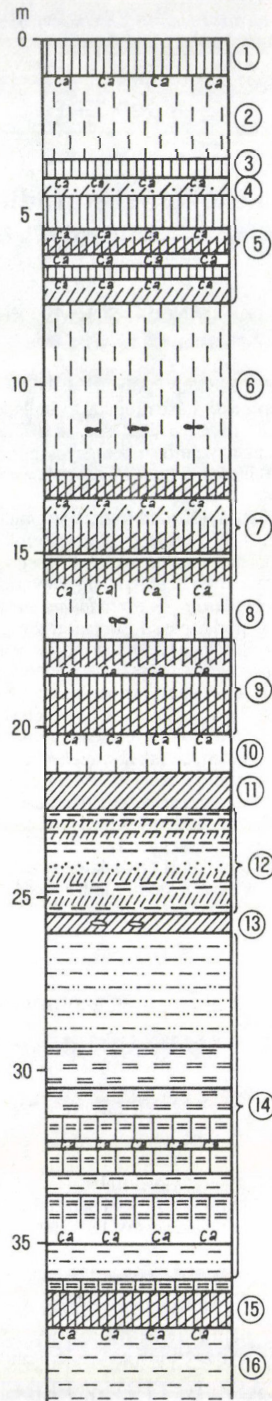
JANTSKY B. (1953), HÁMOR G. (1964, 1966), WEIN GY. (1967) vizsgálatai alapján le sem üledtek vagy üledékgyűjtő kiemelkedése során a miocén időszak helvét (kárpáti) időszaki, teresztrikus eredetű konglomerát, homokkő, tarkaagyag és felsőmiocén (pannóniai) agyag, iszapos agyag és homokkő települ.

A plio-pleisztocén határán, ill. az alsópleisztocénben képződött üledékként fogjuk fel a litológiaiailag feltűnő és jellegzetes teresztrikus vörösagyag talajokat, melyek feltehetően a Keleti-Mecsek alacsonyabb heglábfelszín formálódásának lassú és hosszú ideig tartó időszakához kapcsolhatók (1., 2. ábra).

A negyedidőszak kezdetére (2,5 millió év) a pliocén még uralkodó szemihumid, szemiarid mállási és areális lemosási folyamatai - a gránitmurva-összlet idősebb részének felhalmozódása a gránitfelszín mélyedéseiben stb. - fokozatosan visszaszorultak, s a domborzat formálódását a különböző éghajlat-típusok (hűvös-nedves, hideg-száraz) gyakran ismétlődő váltakozásának hatására a lösz- és lejtőüledékképződés, a mélyítő erózió és a szoliflukciós folyamatok határozták meg.

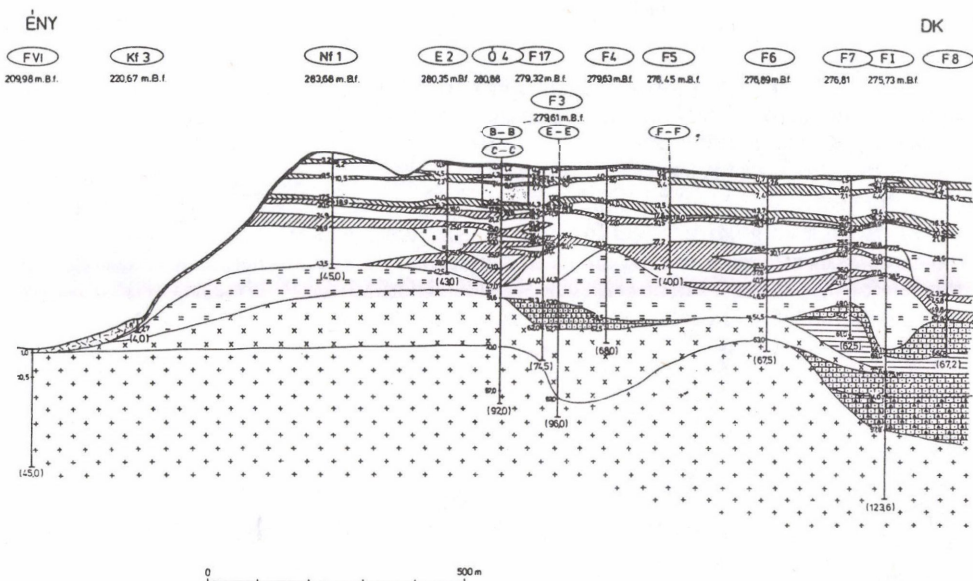
A völgyközi hátakra tagolódo dombsági felszínt vastag löszköpeny borítja. Legnagyobb kifejlődésben Ófalu, Magyarereg környékén 55-60 m vastagságban figyelhető meg (a Harsányi-kereszt környékén 40-50 m). A 40-50 m vastag löszösszlet litológiai és paleopedológiai sajátosságai alapján három részre tagolható.

- *Fiatall löszösszlet*, uralkodóan csernozjom jellegű talajok-



1. ábra. A fekedi E2 fúrás szelvénye. — 1 = recens talaj; 2 = sárga agyagos lösz; 3 = világosbarna fosszilis talaj; 4 = finom homokos lösz; 5 = fosszilis talajkomplexum; 6 = sárga agyagos lösz; 7 = barna talajkomplexum; 8 = CaCO₃ konkreciók agyagos lösz; 9 = barnászörös fosszilis talajok; 10 = agyagos (öreg) lösz; 11 = vörösbarna színű szemipeditolit; 12 = rózsaszínű szemipeditolit; 13 = vörösbarna színű szemipeditolit; 14 = folyóvízi ártéri összlet réti talajokkal tagolt; 15 = vörösbarna agyag; 16 = szürkés-sárga agyag

Profile of Fekedi E2 borehole. — 1 = recent soil; 2 = yellow loess; 3 = light brown paleosol; 4 = fine sandy loess; 5 = paleosol complex; 6 = yellow clayey loess; 7 = brown soil complex; 8 = CaCO₃ concretions in clayey loess; 9 = brownish-red paleosols; 10 = clayey (old) loess; 11 = red semipeditolit; 12 = pink silt; 13 = red semipeditolit; 14 = alluvial sequence with intercalated meadow soils; 15 = red clay; 16 = greyish yellow clay



2. ábra. A Harsányi-kereszt dombtető vázlatos földtani szelvénye a fúrásszámokkal
Geological sketch profile of the Harsányi Cross hill summit with borehole numbers

kal. Ez a löszsorozat (0-13-15 m) meglehetősen homogén, rétegzetlen szerkezetű, közepesen meszes, gyengén finomhomokos lösz, melyen csokoládébarna, mészlepedékes erdős-sztyep talajok képződtek. Egyes tagjai erodálódtak (csonka szelvények), részben áthalmazottak (szemipedolitok) is lehetnek (1. ábra).

- Az öreg löszösszlet világossárga, okkersárga színű, gleyes, elszörtan CaCO_3 konkréciókkal, vörösbarna erdőtallajokkal, szemipedolitokkal tagolva. A fúrásszelvényekben a 13 m-től 25-27 m-ig terjedő szakaszokat foglalják magukba. A löszösszlet e szakaszainak a talajai autochtonnak mutatkoznak és általában önálló felhalmozódási szintekkel rendelkeznek. Az összletben 3-4 eróziós hiátusra is következtetni lehet. A Duna menti löszök analógiája alapján még a Brunhes-időszakhoz tartozhatnak, tehát 0,73 millió évnél nem idősebbek (PÉCSI M. 1985).

- A rózsaszínű szilt, vörös agyagtalajok sorozata mintegy 5-10 m vastagságú. Jellemzője, hogy a lilás vörös-téglavörös színű talajok egymásra települt sorozatából áll, melyeket 10-20 cm vastag mészfelhalmozódási szintek, iszap és agyagrétegek, valamint 1-4 cm vastag zöld és szürke színű bentonitrétegek különítenek el egymástól. Fekvőjüket mállott gránit, helyenként felsőmiocén (pannóniai) iszap, agyag és homokkő alkotja.

A holocén elejére (10 000 év) a fiatal szerkezeti mozgások eredményeként kialakult a dombság domborzatának és vízhálózatának mai képe. A holocénben az eróziós völgyek, eróziós vízmosások, csuszamlásos folyamatok mellett főként a talajtakaró és a zárt erdőtakaró kialakulására került sor, mely az utolsó fél évezred alatt az antropogén tájfejlődés hatására jelentős átalakulást szenvedett.

A domborzat fontosabb geomorfológiai formái

A 30-50 m vastag lösszel fedett domborzat formáit változó kiterjedésű, 50-200 m széles lepusztulásból kimaradt löszhátak, völgyközi hátak, az eróziós folyamatok hatására kiformált lapos, tál alakú eróziós völgyek, deráziós lépcsők és erózióval átformált eróziós völgyek határozzák meg (3. ábra).

Tetőszintek, völgyközi hátak, völgyközi lejtős gerincek. Térbeli előfordulásaik gyakorisága a völgsűrűséggel függ össze. Minden esetben az eróziós és az eróziós-deráziós völgyek között húzódnak, általában É—D-i irányúak és a részvízgyűjtő területek vízválasztóit hordozzák. Az eróziós, a deráziós, kisebb részben a szerkezeti mozgások hatására alakultak ki és a löszös térszín legegységesebb felszíndarabjai (1. kép).



1. kép. A Harsányi-kereszt körüli dombtető (281 m a tszf.). Kiterjedése sík, nyugodt tetőfelszín, legnagyobb szélessége 300 m. Erre a dombtetőre tervezték az objektum helyét

Hilltop around the Harsányi Cross (281 m above sea level). Flat summit level with maximum width of 300 m. Here the structure is projected.

A történelmi idők óta a löszhátak fejlődését a felszíni leöblítés mellett az antropogén hatások befolyásolják a legnagyobb mértékben. A tarvágás, mezőgazdasági művelés, löszmélyutak képződése stb. eredményeként felgyorsult erózió miatt ma mindenütt lekerített formák és pusztuló domború lejtők jellemzik a löszhátakat. Talajtakarójuk is a legnagyobb mértékben erodált.

Az eróziós és deráziós völgyek gyors fejlődése következtében a lösszel fedett tetőszintek, völgyközi hátak főként a felszíni leöblítés, az antropogén hatások és esetenként a kisebb omlásos és csuszamlásos folyamatok hatására ma is fokozatosan pusztulnak, keskenyednek. A különböző típusú völgyek intenzív fejlődése következtében a köztes területek átlagosan 200 m széles völgyközi hátak formájában maradtak



3. ábra. A lerakóhely környékének geomorfológiai térképe. — 1 = stabil lejtő; 2 = régi csuszamlásos felszín (csuszamlásveszélyes lejtők); 3 = barázdás eróziós lejtő; 4 = alacsony fennsík (250-300 m a tszf.); 5 = alacsony gerinc (200-250 m a tszf.); 6 = völgyközi hát (230-280 m a tszf.); 7 = lejtőpihenő; 8 = nyereg; 9 = eróziós vízmosások (1-5 m); 10 = eróziós árkok (5-10 m); 11 = deráziós völgy; 12 = eróziós-deráziós völgy; 13 = csuszamlások halmaza; a = tervezett lerakóhely

Geomorphological map of the disposal site. — 1 = stable slope; 2 = surface with old slumps (slopes with landslide hazard); 3 = slope with rill erosion; 4 = low plateau (250-300 m above sea level); 5 = low ridge (200-250 m above sea level); 6 = interfluvial ridge (230-280 m above sea level); 7 = gentle slope segment; 8 = col; 9 = erosion gullies (1-5 m deep); 10 = erosion gorges (5-10 m deep); 11 = derasional valley; 12 = erosional-derasional valley; 13 = landslide heap; a = the projected disposal site

fenn, de nem ritkák a 40-100 m széles, csipkézett peremű völgyközi háta, „lössgerincek” sem.

A fentebb említett formák lejtőinek jellegzetes alakzatai a *lejtőpihenők*. Ezek a formák enyhe lejtésű térszíni lépcsők, a lejtőket helyenként megszakító terrasserű sík felszíndarabkák, melyeket lejtők kapcsolnak a völgytalpukhoz, ill. a völgyközi háta tetőfelszíneihez. Sok esetben hajdani eróziós völgyek völgytalpját jelzik.

Eróziós, eróziós-deráziós völgyek. Az ebben a csoportban ábrázolt formák közül főként az É—D-i irányú *eróziós völgyeket* emeljük ki. Méretük nagyon különböző, sok esetben szakaszonként változik. Vannak 20-30 m mély időszakos vízfolyású völgyek, de előfordulnak 10-15 m mélységű, állandó vízfolyással rendelkezők is. Utóbbiakat sok esetben 15° feletti lejtők határolják. Kialakulásuk feltehetően a deráziós völgyek irányát előrejelző ÉÉNy—DDK-i vetődéses rétegmozdulás mentén történt (2., 3. kép).

A térképezett területet sűrű völgyhálózat jellemzi, ennek ellenére viszonylag kevés völgyben van kisebb-nagyobb vízhozamú állandó vízfolyás. A holocén csapadékosabb klímaszakaszaiban feltehetően több eróziós-deráziós völgy is - Hutai-patak, Veresvölgyi-patak, Malomvölgyi-patak, Neszervölgyi-patak - állandó vízfolyások eróziós tevékenysége révén alakulhatott ki. Erre a völgyek mélységén kívül a völgykijáratokban a kisebb-nagyobb hordalékkúpok is utalnak.

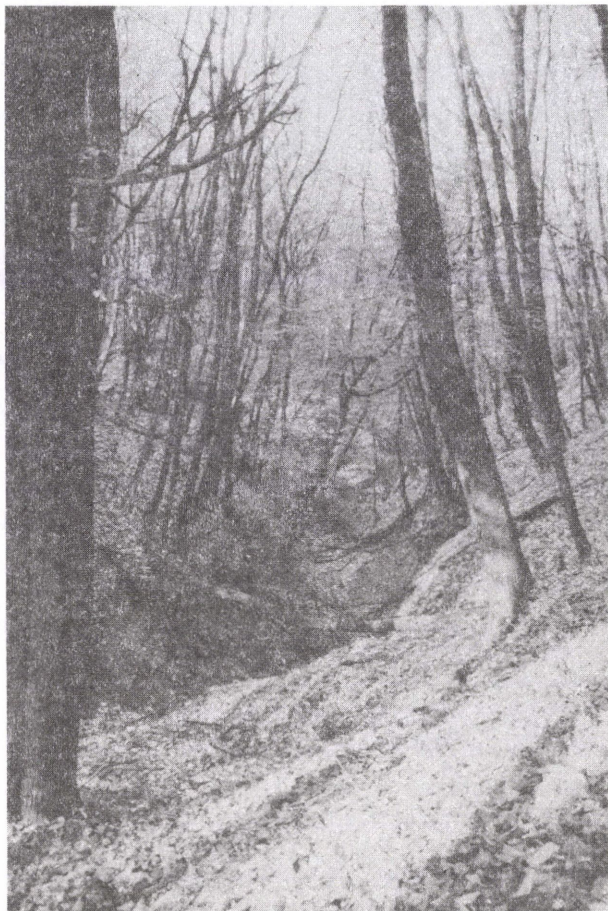
Deráziós völgyek. A terület völgyeinek elterjedt csoportját alkotják. A völgyközi hátaak tagoló lapos, széles, tál alakú völgyek többsége tartozik ide. Legfontosabb jellemvonásuk, hogy sem medrük, sem állandó vízfolyásuk nincs. Többségük a felső-würmi időszakban alakult ki, de átöröklődött a holocénba és napjainkban is jelentős fejlődésben van. A lefolyó csapadékvizek, különösen a nagy záporok idején patakká növekednek, s erősen mélyítik, szélesítik a deráziós völgyeket. A legtöbb esetben nagy esésű deráziós völgyekben a lineáris erózió és az antropogén tevékenység - tarvágás, szántások kialakítása, löszmélyutak stb. - hatására keskeny eróziós árkok, szakadékvölgyek keletkeztek, amelyekben a vízáradó rétegek megcsapolásával állandó, vagy időszakos vízfolyások alakultak ki. A meder és az állandó vagy időszakos vízfolyás kialakulása jelentette a deráziós völgyek fejlődésében a döntő változást. A jelenlegi deráziós völgyek fejlődésének tendenciáját is e folyamatok fogják meghatározni (2. kép).

Eróziós vízmosások, eróziós árkok. A nagy esésű, függő deráziós völgyek völgyfőin, a keskeny völgyközi háta peremein és az eróziós völgyek tagolt, nagy reliefenergiájú völgylejtőin jellegzetesek. Hátravágódással fejlődnek. A vonalas erózióval kialakított vízmosások és eróziós árkok általában 1-3 m-es negatív formák. Az antropogén hatásra vagy omlásos folyamatok hatására könnyen betemetődnek, de a nagyobb esőzések, záporok alkalmával könnyen ki is újulnak (4., 5. kép).

Antropogén formák. Az antropogén formák közül csak a löszmélyutakat ábrázoltuk a térképen, de ezek is csak ritkán fordulnak elő. A felszíni tagoltságban nincs számottevő jelentőségük.

A domborzati tényezők és a hidrometeorológiai adottságok összefüggései

Az objektum közvetlen környezetének hidrometeorológiai adottságai jelentős mértékben kapcsolatban vannak az adott térség domborzati és növényzeti adottsága-



2. kép. Meredek völgyoldalakon, völgyperemen kialakult eróziós vízmosás, eróziós völgyfő a Harsányi-kereszt dombtető É-i lejtőjén

Erosion gully and head on steep valley margins, N slope of Harsányi Cross hill

ival. A klimatikus (meteorológiai) elemek helyi érvényesülése, ill. hatása elsősorban a fent említett tényezők függvénye.

A klimatikus elemek közül legfontosabb hatása a *csapadéknak* van, hiszen alapvető feladata a víz hosszú távú távoltartása az objektumtól. A *hőmérséklet* negatív hatásai - pontosabban a fagy okozta káros jelenségek, ill. folyamatok (pl. szétfagyás) - ellen egyszerűen lehet védekezni. Ebből adódóan ezt az elemet nem szükséges különösebben figyelembe venni. Ennek jelentősége csak a szállítás-biztonsági szempontok mérlegelésénél kerül előtérbe.

A csapadékviszonyok elemzése két szempontból szükséges. Ez határozza meg az évi és évszakos beszivárgás mennyiségét, és ezen keresztül az objektum közelében található források vízhozamát, valamint működésük jellegét (állandó vagy időszakos



3. kép. ÉNY—DK futásirányú eróziós—deráziós völgy a Harsányi-kereszt dombtető D-i oldalán
Erosional-derasional valley (running NW to SE) on the S slope of the Harsányi Cross hill

források). A beszivárgás elsősorban a téli félév jellemző folyamata. A legjelentősebb mennyiségek a hóolvadásból kerülnek a talajba és onnan a forrásokba.

Az 1929—1944 közötti 15 éves időszak teleinek átlagában a területen 7-8 cm az átlagos hóvastagság (KÉRI M. 1952). Ez az országos átlagnak felel meg. A *hólé beszivárgása* azonban a létesítmény szempontjából országos viszonylatban a *legkedvezőtlenebb* körülmények között történik. Országunknak ezt a D-i területét a téli félévben a hazai átlag feletti gyakoriságban érik el a DNY felől érkező enyhe légtömegek. Ebből adódóan gyakoribb a rövid időtartamú hóolvadás, mint az ország más területein. A hó tehát szakaszosabban olvad, mint másutt, így a keletkezett hólének is nagyobb része szivároghat a talajba.

A hazai téli csapadék túlnyomó része azonban eső formájában hullik le. A mennyiségek általában kis összegekben érkeznek, amely szintén nagyon kedvező lehet a beszivárgás szempontjából. Az objektum térségében a XI-III. hó közötti időszakban - amely egy hónappal (november) hosszabb, mint a meteorológiai tél - az 1901—1980 évek átlagában 247 mm csapadék várható. Az ettől való eltérés - a 80 év tapasztalata alapján - igen tekintélyes lehet.

A jelzett időszakban a lehetséges párolgás közepes összege mindössze 37 mm. A téli csapadéknak tehát mindössze 15%-a párolog el, és 85%-a szivárog a talajba. A források táplálása számára tehát 80 évi átlagban 210 mm áll rendelkezésre télen, pontosabban a XI-III. hó közötti időszakban.



4. kép. 2-3 évvel ezelőtt kialakított erdőirtás helyén 50-70 m hosszú, 3-6 m mélységű vízmosásokkal tagolt felszín
Surface dissected by 50-70 m long and 3-6 m wide gullies which developed on the site of forest clearance
2-3 years ago

A tervezett objektum geomorfológiai tekintetben *keskeny háton* fekszik. Figyelembe véve azt, hogy a tervezett létesítmény közelében lévő források által körülhatárolt terület $0,05 \text{ km}^2$, akkor - az elméleti számítások szerint - $10\,500 \text{ m}^3$ víz szivárog a talajba, és áll a forrásvízhozamok rendelkezésére. A tapasztalat szerint a források időszakosan működnek, hosszantartó szárazságban nem szolgáltatnak vizet.

Figyelembe veendő tényező, hogy a terület téli csapadékösszege egyrészt az országos átlag felett van, másrészt annak ún. mennyiségi szerkezete is - az objektum környéki beszivárgás szempontjából - kedvezőtlen. Az ország DNy-i részén, ahol Ófalu is fekszik, a téli félévben az országos átlagnál lényegesen gyakrabban érkeznek légtömegek DNy-i irányból. Ezek, amint az ország csapadéktérképe is mutatja, az országos átlag feletti csapadékoságot eredményeznek. Ebből adódóan a csapadékos napok száma is az országos átlag felett van. Végző soron az országos átlagnál több csapadék, az országos átlagnál több napon keresztül hullik. Ez a téli beszivárgás a mezőgazdasági termelés számára igen kedvező helyzet a leendő objektum szempontjából az „országos átlagnál” kedvezőtlenebb. Ezt - az objektum szempontjából igen fontos hidrometeorológiai szempontot - a létesítmény esetleges megépítése során figyelembe kell venni.

A megállapítás súlyát növeli az is, hogy a beszivárgás ellen védekezni alig lehet, ill. rendkívül költséges.

A téli csapadék minősítésének értékeléséhez tanulmányoztuk az elmúlt 80 év



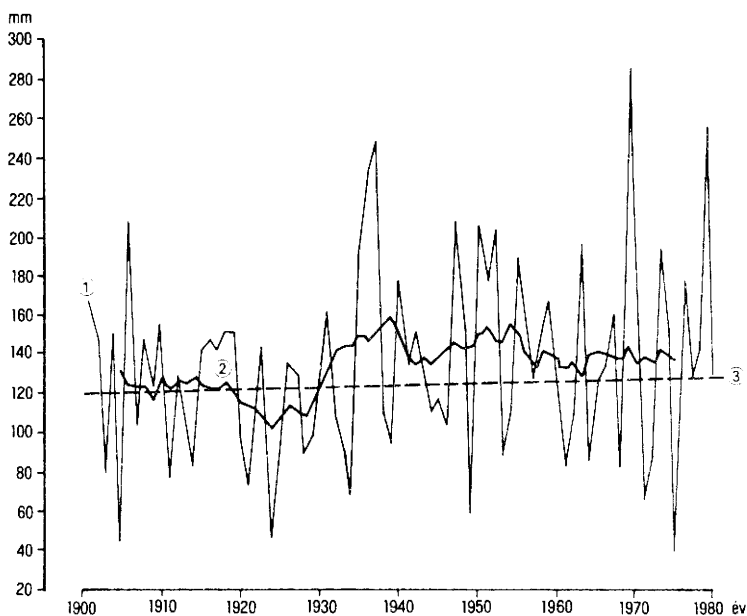
5. kép. A Meszes-patak eróziós-deráziós völgyének talpa a Harsányi-dombtetőtől ÉNY-ra, a talpon a vízfolyás fosszilis csúszáshalmzattal vág át

Floor of the erosional-derasional valley of Meszes stream, NW of the Harsányi Hill the streams cuts through a fossil landslide on the valley floor

téli évszakai (XII-I-II. hó) csapadékösszegeinek változását (4. ábra). A grafikus elemzés igazolja, hogy jelentős szélsőségek és időszakos csökkenő tendenciák (pl. az 1930-as évek előtt) közepette a téli évszak összegei növekvő tendenciát mutatnak. Az iránytrend értéke: 0,35, azaz elméletileg (tendenciózusan) évenként 0,35 mm-t növekedik a téli évszak csapadékösszege. Ez a 80 év alatt 28 mm-nek felel meg, és az összeg a téli csapadékátlag (135 mm) 21%-a (LOVÁSZ GY. 1965).

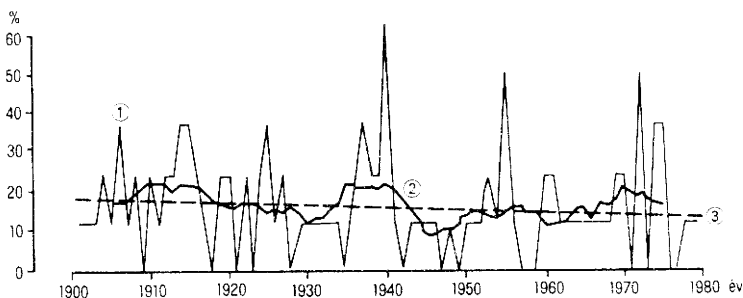
Hidrometeorológiai szempontból hasonlóan kiemelt szerepe van a rövid idő alatt lehulló intenzív nagycsapadékoknak, amelyek záporból, zivatarból származnak (HAJÓSY F. 1935; KAKAS J.—OZORAI Z. 1955; BACSÓ N. 1964). A nagycsapadékok valószínűségi vizsgálatának azért is kiemelt jelentősége van, mert a létesítményt keskeny dombhátra tervezték és ezen a lejtős felszínen különösen nagy lehet az intenzív csapadék kártétele, azaz igen gyakori lehet az eróziós árkok keletkezése, amit a felszínen lerohanó csapadékvíz vált ki. Az eróziós árok keletkezésének geológiai feltételei is igen kedvezőek, hiszen a lejtős felszínt lösszerű képződményen keletkezett talaj fedi, amely könnyen pusztul.

A nagycsapadék kialakulásának jellegzetes időszaka március és október között van. A létesítmény közelében nincs több évtizedes sorozatú csapadékinzintitás mérés, de a 100 mm havi csapadékösszegek valószínűségét tanulmányozva viszonylag megbízható adatokat kapunk a nagycsapadékok valószínűségéről. (Ha ugyanis 100



4. ábra. A téli (XII-I-II. hó) csapadékösszegek változása Pécsváradon, 1901-1980 (Szerk.: LOVÁSZ GY.). — 1 = évenkénti értékek; 2 = trend; 3 = iránytrend

Changes in the amount of winter (December, January and February) precipitation at Pécsvárad, 1901-1980 (ed. by GY. LOVÁSZ). — 1 = annual values; 2 = trend; 3 = direction trend



5. ábra. A 100% havi csapadékösszeg valószínűségének (%) változása a III-X. hó közötti időszakban Pécsváradon, 1901-1980 (Szerk.: LOVÁSZ GY.). — 1 = évenkénti valószínűség; 2 = a változás mozgástrendje; 3 = iránytrendje

Changes in the percentage probability of 100 per cent monthly precipitation amounts for the period from March to October at Pécsvárad, 1901-1980 (ed. by GY. LOVÁSZ). — 1 = annual probability; 2 = moving trend of change; 3 = direction trend

mm, vagy ezt meghaladó egy hónap csapadékösszege, akkor abban a hónapban már biztosan számolni kell komoly eróziós kárral.)

Az elmúlt 80 év valószínűségi értékeit az 5. *ábra* mutatja. Ez a tendencia a vizsgálat szerint a 100%-ot elérő, vagy azt meghaladó hónapok előfordulása III-X. hó között lényegében nem változik. Az említésre nem méltó évenkénti, elméletileg számított 0,06%-os csökkenés 80 év alatt kerekén 5%-nak felel meg (LOVÁSZ GY. 1965).

A 80 éves sor vizsgálata szerint az eseteknek mindössze 20%-ában (16 év) voltak olyan évek, amikor a március-októberi időszakban (6 hónap) nem volt egyetlen 100 mm-t elérő vagy ezt meghaladó havi csapadékösszeg. Az évek 69%-ában viszont a 6 hónapos időszakban 1 vagy 2 hónap csapadékösszege elérte vagy meghaladta a 100 mm-t. Az évek %-ában a 6 hónapos időszakban 3-5 hónap csapadékösszege érte el, vagy haladta meg a 100 mm-t.

A létesítmény térségében tehát a 100 mm csapadékmennyiséget elérő vagy ezt meghaladó hónapok száma igen nagy, átlagosan 16%-os valószínűségű (március-október között), ami komoly mértékű eróziós folyamatok veszélyére figyelmeztet.

Morfográfiai jellemzők és értékelésük

A radioaktív-hulladék elhelyezésre kijelölt dombsági terület az intenzív felszínfejlődés eredményeként erősen felszabdalt. A keskeny völgyközi hátakkal elválasztott mély eróziós völgyek fő futásiránya É—D-i, amelyekbe ENy—DK-i és ÉK—Dny-i lefutású eróziós horhosok torkollnak.

A terület felszabdaltságának következtében a lejtősödés igen jelentős, a lejtőkietettségek és a reliefenergia viszonyok változatosak. Emiatt a domborzati paraméterek különböző sajátosságainak területi vizsgálata részben elméleti, részben pedig gyakorlati szempontból egyaránt fontos, befolyásolnak néhány jelenkori felszínformáló folyamatot és említésre méltó mikrogeomorfológiai módosulásokat okoznak. A domborzati elemek e néhány sajátosságának térbeli elterjedése a legszorosabb kapcsolatban lehet a pleisztocén kori tektonikus mozgásokkal.

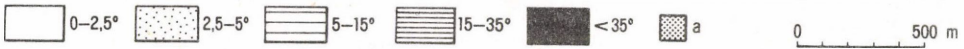
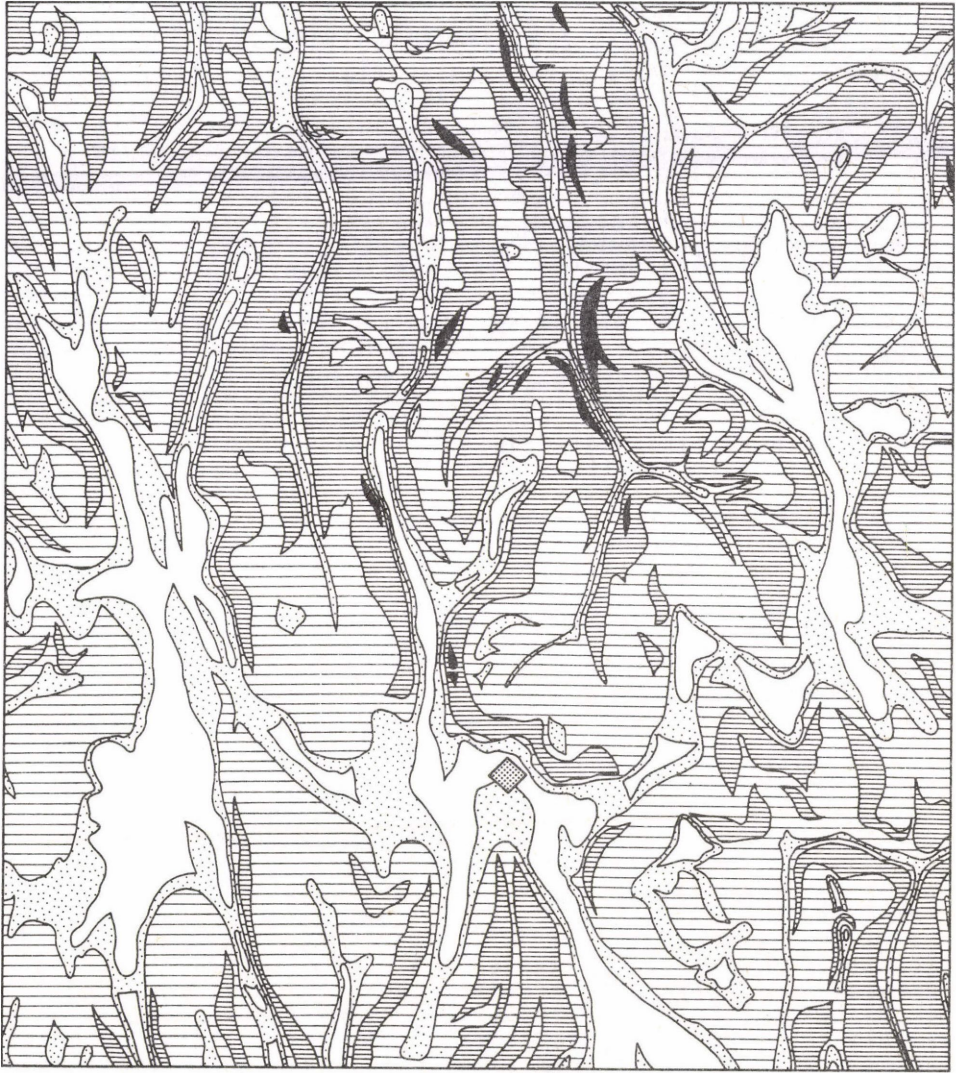
A lejtőszög és a lejtősödés viszonyai. A lejtők térképezésénél a mérnökgeomorfológiai gyakorlatban használatos és bevált lejtőkategóriákat használtuk (6. *ábra*).¹ A 16 km² nagyságú területen a szerkesztett értékek több mint 80%-ban lejtős tartományokra esnek.

A 0-2,5° közötti lejtőkategória értékkel a platófelszíneket, a keskeny völgyközi hátakat, a lejtőpihenőket, valamint a csekély lejtésű völgytalpakat jelöltük.

A 2,5-5° közötti kategória értékek már átmenetet jelentenek a tetőhelyzetű felszínek lejtői és a völgytalpak meredekebb lejtősödései között. Néhány lejtős pihenőt, deráziós lépcsőt is jeleznek.

Az 5-15° és 15-35° közötti értékek a terület uralkodó lejtőkategóriái. Közel egyenlő arányban igen jelentős kiterjedésben jellemzik a lejtősödést. Ezzel a lejtőka-

¹ Az általános felszínlejtést tangens összefüggés alapján számítjuk: $tga = a/b$, ahol a = szintvonal közti magasságkülönbség m -ben, b = két szintvonal közötti távolság m -ben.



6. ábra. A lerakóhely környékének lejtőkategória térképe. — a = tervezett lerakóhely
 Slope category map of the environs of the disposal site. — a = projected disposal site

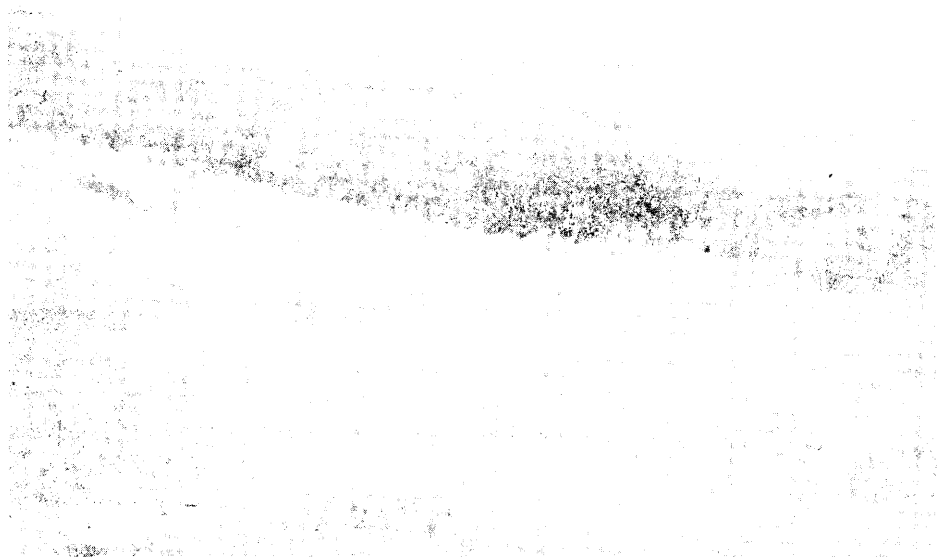
tegória értékkel jellemezhető felszínrészeken fejlődnek, hátrálnak, vágódnak be és vissza a vízmosások. Egy-egy antropogén beavatkozás (pl. erdőirtás) ezeket a területeket veszélyezteti legjobban. A fedettségétől függően itt a legjelentősebb az erózió veszélye is.

A 35° feletti lejtősődés területi aránya csekély; a keskeny eróziós völgyoldalakon hosszan elnyúló sávokban jelzik a felszínfejlődés menetét és a litológiai sajátosságokat.

A lejtőkategória-térkép hajlásszögeinek mértékéből számítani lehet területegységben vagy hosszegységben bekövetkező reliefenergia változásokat, vizsgálni lehet a lejtők alakját, típusát, közvetlenül mérhető a lejtőhosszak. A lejtők hosszának változása, növekedése, csökkenése, a talajeróziós folyamatok, a felületi, barázdás, árkos és szakadékos erózió lehetőségeinek kialakulását prognosztizálják a fedettség függvényében.

Az 1:5000 m.a. lejtőkategória térképen a nagyfokú lejtősődés miatt az összes jellemző lejtőalak vizsgálható, amely közel egyenes vonalú, domború és homorú szakaszokból összetett lehet. Ezek megszüntetik az eróziós folyamatok lejtőalakítását, a pusztítás és felhalmozás helyi hatását.

Az erózió a közel egyenes vonalú lejtőn a középső és alsó harmadrészben rombolja a felszínt. A domború lejtőn a talaj a lejtő alsó harmadában erősen károsodik, viszont a felső harmadban változatlan marad, vagy csak kismértékben pusztul. A középső szakaszban a kitérttség fokától függően a lejtő inflexiós pontja felett igen kevésbé változik, alatta viszont a felszíni lepusztulás mértéke nő (6. kép).



6. kép. Eróziós-deráziós völgyfő, enyhe lejtésű, egyenes vonalú szakasza a Harsányi-kereszt dombtetőtől ÉK-re
Gently sloping, even section of erosional-derasional head-valley NE of the Harsányi Cross hilltop



7. kép. Cszamlásokkal, eróziós folyamatokkal alakított homorú lejtőszakasz a Meszes-patak völgyének peremén

Concave slope segment with landslides and erosion processes on the margin of the Meszes stream

A homorú lejtő felszín a felső és a középső szakasz inflexiós pontja felett van. Itt a lejtőalak gyorsan változik, pusztul, az alsó harmadban viszont a ráhordás alakítja jelentősen a lejtőformát (7. kép).

A vizsgált területen a rövid nagyésű, hosszú egyenes vonalú, domború és homorú lejtőszakaszokból összetett lejtőformák egyaránt jelentős mértékben találhatók, amelyen az előbb említett felszínalkotó folyamatok összetetten és szakaszosan a lejtők mentén változón jelentkeznek.

A lejtő alaktani vizsgálatából, valamint az azt borító lejtőüledékek tanulmányozása alapján következtetni lehet a lejtőt korábban alakító folyamatokra, de a várható további fejlődésre és a lejtőmozgásra is. Ezek ismerete pedig mérnökgeomorfológiai szempontból a műtárgyak biztonságos tervezése miatt egyre nagyobb jelentőségűvé válik.

A Harsányi-kereszt nevű fennsíkon az objektum esetleges megvalósítása esetén szigorúan be kell majd tartani a technológiai fegyelmet. A létesítmény területén, valamint tágabb környezetében széles körű meliorációs munkákat is kell majd végezni.

Egy sajnálatos példa arra hívta fel a figyelmünket, hogy a régészeti kutatások után visszamaradt rendezetlen területen miként változtak meg a lefolyási és beszívargási viszonyok. A viszonylag kis lejtésű, $2,5^\circ$ körüli lejtőkön is megindult az árkosbarázdás erózió (8-9. kép).



8-9. kép. Árkos, barázdás erózió a Harsányi-keresztől K-re a régészeti kutatások után visszamaradt, rendezetlen területen

Rill and gully erosion E of the Harsányi Cross in the area of abandoned archaeological excavations

A beszivárgási viszonyok megváltozása miatt a régészeti ásatásoktól Ny-ra fekvő völgyfő, valamint a völgylejtők peremén a csemetéknek kialakított mesterséges tereplépcsőn nád-sás növényzet alakult ki, amely már a vízháztartás felborulására utal és csúszásveszélyt is előidézhet.

A *lejtők állékonyasága*. A lejtőknek három típusát különítettük el: 1. stabil lejtőket, 2. árkos erózióval veszélyeztetett lejtőket, 3. fosszilis csuszamlásos lejtőket.

A lejtők típusainak elkülönítését és állékonyságának vizsgálatát csak részben - az esetlegesen megépülő objektum, a Harsányi-kereszt közvetlen környezetében, vastag vonallal lehatárolt területen - tudtuk elvégezni. Ennek az volt az oka, hogy a térképezett terület egészét - az igen rövid határidő miatt - nem volt módunkban aprólékosan bejárni, a csuszamlásos formák típusait elkülöníteni, térképezni, ill. a csuszamlások korát meghatározni, valamint a terület várható felszínfejlődésének irányát, ütemét felvázolni.

A tömegmozgásos folyamatokat és formákat vizsgálva kitűnt, hogy kialakulásuk és fejlődésük egyrészt természeti, másrészt antropogén folyamatok eredménye. A *fosszilis csuszamlásos lejtők* közé soroltuk azokat a stabilizálódott csuszamlásos és suvadásos területeket, melyek meredek lejtőikkel mélyrevágódott völgyekre lejtnek, vízmosásokkal, árkokkal felszabdaltak, és felépítésük hidrológiai adottságainál fogva (felszíni vizek, talajvíz elhelyezkedése, rétegforrások, rés- és szivárgó vizek) magukban hordozzák a csuszamlás aktivizálódásának feltételeit.

A legnagyobb méretű és tömegű csuszamlások a Harsányi-keresztől É-ra húzódó eróziós-deráziós völgyekben mentek végbe. A völgylejtő hepe-hupás felszínéből még ma is jól láthatók a kerekded, ovális alakú csuszamlás halmazok, "púpok". A suvadások formáinak kialakulása és jelenlegi helyzete, belső szerkezetük megfelelő feltárások hiányában nem tanulmányozható. Számos részletkérdés csak fúrásokkal dönthető el.

Az érintett völgylejtőkön (l. geomorfológiai térkép) kialakult csuszamlásrendszer nem egyidejűleg keletkezett, hanem különböző időszakokban többször megismétlődött csúszásokkal, leszakadásokkal alakult ki, s néhol a lejtő egy-egy kisebb része a közelmúltban is mozgásban volt. Erre utal a lejtőt borító szálfáknak a lejtő irányában való erős hajlása.

A tömegmozgásos jelenségek egy másik csoportjába soroltuk az *árkos, barázdás és a felületi eróziós folyamatokkal veszélyeztetett lejtőket*. Ezek a tömegmozgásos folyamatok főként meredekebb, 5°-nál nagyobb lejtőkön alakulnak ki. A felszíni leöblítés következtében tartós esőzések és heves záporok idején az egész lejtőt egységesen elborító vízlepel a felszínt felületileg pusztítja és az erős talajpusztulással a tömegmozgásos folyamatokhoz hasonlóan jelentős károkat okozhat. Hasonló felszíni letarolódást a kora tavaszi hóolvadáskor az olvadékvizek is kifejtnek.

A lejtőt felületileg letaroló felszíni leöblítés hatékonysága nem az évi esőmennyiségtől függ, hanem elsősorban az esőgyakoriságtól és az extrém csapadékos napok számától.

Meredekebb lejtőkön (15-30° és 30°-nál meredekebbeken) a talajok és talajképző kőzet kisebb vízelnyelő képessége következtében a felületi lefolyás jelentékenyen felgyorsul és a felszíni leöblítés mellett barázdás és árkos eróziós formák is egyre gyakrabban jelennek meg, maradandó vízmosásos formák is kialakulnak.

A Harsányi-kereszt dombtető morfológiai jellemzése

A létesítmény szempontjából kiszemelt Harsányi-kereszt dombtető legnagyobb szélessége 300 m. Területe a lejtésviszonyoktól függően 15-20 ha. Ezen belül helyezkedik el a kisajátítandó építési terület, amelynek lejtőssége 0-2,5°, sík felszínnek minősített kategóriába tartozik, tszf-i magassága 281 m.

A dombtető É-ias (ÉNy—É—ÉK) kitettséű oldalán intenzív felszínfejlődésű folyamatok hatására a völgyek eróziós vízmosásokkal, deráziós völgyek hátrálásával vágódnak be az 5°-15°, 15°-35° lejtősséű domboldalba.

A D-ies (DK--D, DNy) kitettséű oldalon jelenkori formák nem figyelhetők meg. Lejtőssége 70%-ban az 5-15°-os lejtőtartományba esik. Itt a völgyek hátravágódása és a vízmosások fejlődése lassúbb.

A veszélyes-hulladék elhelyezésére kijelölt terület a lepusztulásból kimaradt kis kiterjedésű dombtető „tetőfelszín”, legkisebb relieffenergia értéke 2-3 m/ha, a felszabdaltság² értéke pedig 0-190 m/ha közé esik. A tetőfelszínhez lejtőkkel is szorosan kapcsolódó völgyközi hátak tetőhelyzetű (0-2,5°) sík felszínének legkisebb szélessége 20-25 m. A lejtősség függvényében főleg a D-i oldalon a völgyközi hátak 100-150 m-re is kiszélesednek. A tetőfelszín peremén a relieffenergia értéke átlagosan 18-20 m/ha, maximuma 36 m/ha. (Utóbbi értéket az É-i oldalon mértük.)

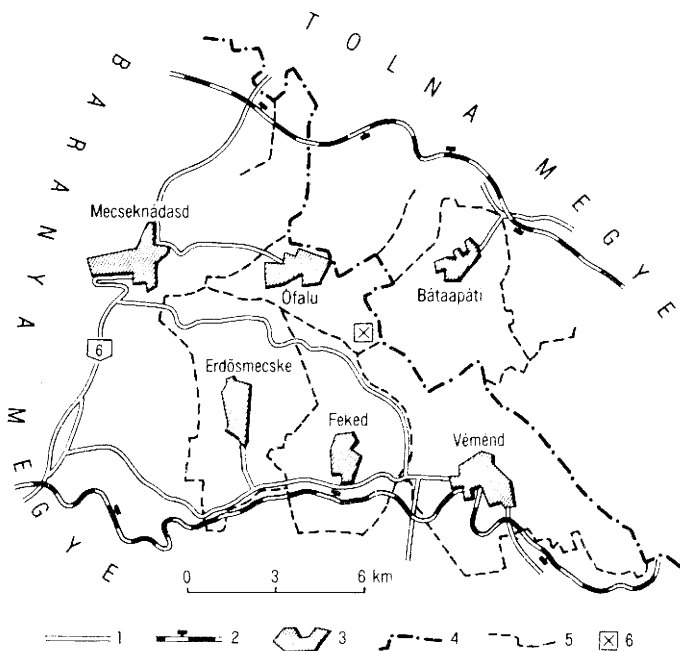
Gazdaság- és társadalomföldrajzi környezet

A településhálózat és a népesség-szerkezet jellemzői

A tervezett lerakóhely Baranya megye ÉK-i peremén, a megyehatárhoz tapadva helyezkedik el. A terület a megyeszékhely Pécs-től kb. 32 km-re fekszik. A két legközelebbi város Bonyhád és Mohács, a lerakóhelytől közúton mért távolságuk 23-24 km. A tároló tágabb (15 km-es) sugarú környezetébe 22 község tartozik. A szűkebb (5 km-es) környék 5 község, a Baranya megyéhez tartozó Ófalu, Erdős-mecske, Feked és Véménd, valamint a Tolna megyében elhelyezkedő Bábaapáti alkotja (7. ábra).

Közigazgatási szempontból 1988-ban Ófalu és Erdős-mecske Komló, Feked és Véménd Mohács városkörnyékéhez tartozott, Bábaapáti Bonyhád városkörnyékének része volt. A települések közül csak Véménd tanácsi székhely. Ófalunak Mecseknádasdon, Erdős-mecskének Pécsváradon, Bábaapátinak Mőcsényben van a községi közös tanács székhelye. Feked Véménd társközsége. A társközségekben csak tanácsi kirendeltségek működnek. Az állami irányítás heterogén jellege nagyban megnehezítette a lerakóterületről esetlegesen kiinduló káros környezeti hatások közigazgatási szempontból egységes kezelhetőségét és az ezzel kapcsolatos kényszerintézkedések jogkörének tisztázását.

² A felszabdaltság mértékének meghatározásánál a már megindult lineáris erózióra vonatkozó értékek vonatkoznak, függetlenül a bevágódás mértékétől.



7. ábra. A lerakóhely szűkebb településkörnyezete. — 1 = közút; 2 = vasút (állomással); 3 = beépített terület; 4 = megyehatár; 5 = a települések közigazgatási határa; 6 = tervezett lerakóhely

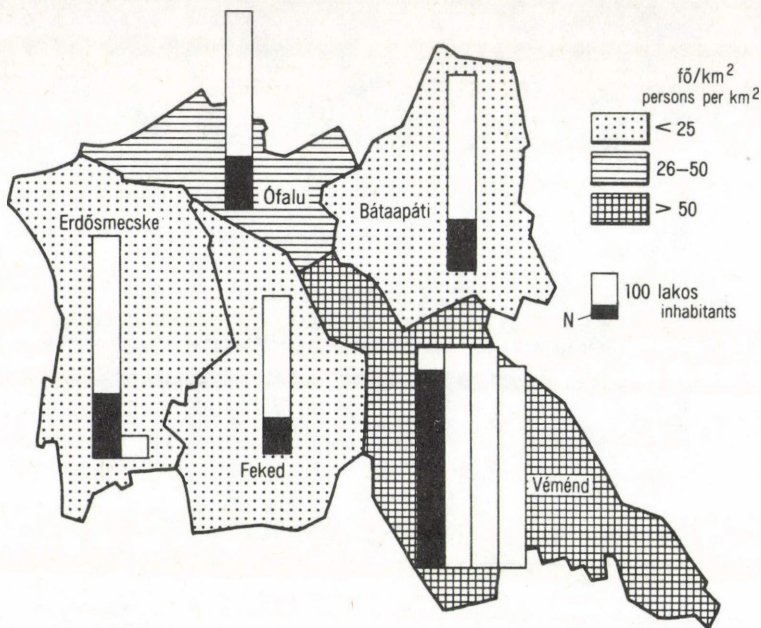
Direct environs of the disposal site. — 1 = public road; 2 = railway (with station); 3 = built-up area; 4 = county boundary; 5 = administrative boundaries of settlements; 6 = projected disposal site

A térség falvai - Véménd kivételével - mérsékeltén fogyó népességű, 500 lakosnál kisebb, többnyire hagyományos mezőgazdálkodást folytató törpefalvak szűkkörű ipari és kereskedelmi tevékenységgel. Véménd többfunkciós, vegyes gazdasági jellegű középfa, lassan fogyó népességgel (BELUSZKY P.—SIKOS T.T. 1982).

Az öt község együttes lakónépessége 3760 fő (1988). Az átlagos népsűrűség ($35 \text{ fő}/\text{km}^2$) alacsony, lényegesen alatta marad a Baranya és Tolna megyei átlagoknak (95 , ill. $71 \text{ fő}/\text{km}^2$), de még a két megye községeire vonatkozó értékeknek is. (Baranya falusi népsűrűsége 46 , Tolnaé $50 \text{ fő}/\text{km}^2$.) Az országos értékek (114 , ill. $63 \text{ fő}/\text{km}^2$) még ez utóbbiaknál is magasabbak.

Az öt település összes lakójának kb. 60%-a német nemzetiségű (1980), Ófalu és Feked lényegében tiszta német falvak. (A német ajkú lakosság aránya több, mint 90%-os.) Bábaapátiiban él viszonylag legkisebb arányban németiség (23%).

Az esetleges sugárzás által terhesség esetén leginkább veszélyeztetett szülőképes korú (15-49 éves) nők aránya a teljes népességben 21-25%, meglehetősen magas (8. ábra). A népességben belül egyébként 3-4%-os a nőtöbbség. A lakosság elöregedése Fekeden erős, a többi településben nem számottevő. Bábaapáti kifejezetten fiatalodik.



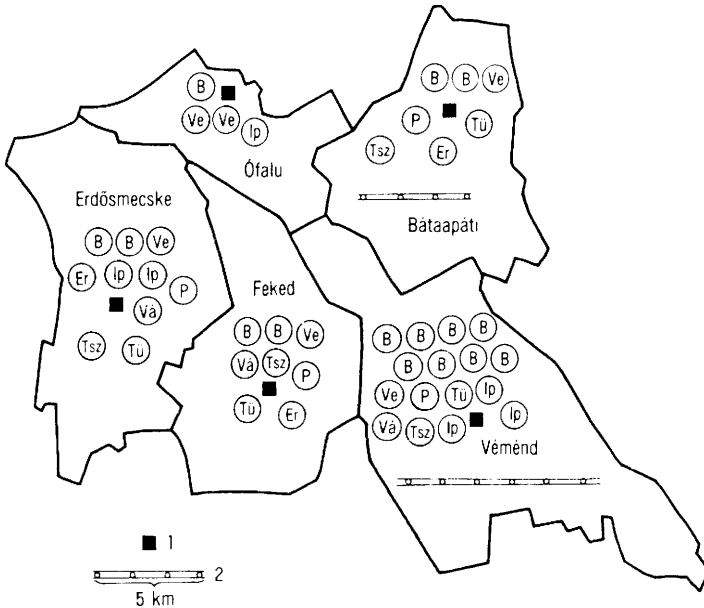
8. ábra. A települések népességszáma és népsűrűsége, 1988. — N = szülőképes korú nők száma
Population numbers and density of settlements, 1988. — N = number of women in child-bearing age

A lakosság képzettségi színvonala a megyei átlag alatti. A középiskolát végzetek aránya 11-18%, a felsőfokú tanintézetet befejezetteké alig 1%. A foglalkozási viszonyokra jellemző, hogy a községekben a gazdaságilag aktív népesség aránya 61-66%, közülük 49-60% mező- és erdőgazdasági dolgozó. Az ipari keresők aránya 33-48%-os, az egyéb keresők (közlekedés, kereskedelem stb.) aránya mindössze 7-13%.

A gazdasági élet fő vonásai

A községek között Véménd és Erdősmecke gazdasági szerepe méltó említésre (9. ábra). Véménden *faipari, könnyűipari* (konfekciókészítés) és *élelmiszeripari* tevékenység (sajtgyártás) folyik, mintegy 100 fő foglalkoztatásával. 80%-uk fizikai dolgozó. Erdősmecke külterületén működött 1987-ig a DÉLKŐ Mecsek Vidéki Kőbányák üzemegysége. A bánya néhány éve még 600 főnek adott munkát.

A térség fő gazdasági profilját a *mező- és erdőgazdaság* jelenti. A kb. 10 800 ha-os terület 68%-a erdő, 22%-a szántó, 9% a rét és a legelő aránya, 1% beépített. A községek aktív lakosságának nagy részét a mócsényi központú „Völgyesség Népe” és a véméendi „Lenin Mgtsz” foglalkoztatja, amelynek - Ófalu kivételével - valamennyi faluban működik üzemegysége. A tsz-ek gyenge minőségű (10-12 AK értékű) földet gazdálkodnak 400-450 fős létszámmal.



9. ábra. A települések gazdasági szerepköre. — I = ipartelep; Er = erdőgazdaság telephelye; Tsz = tsz (üzemegység); B = bolt; Ve = vendéglátóipari üzemegység; Vá = vasútállomás; P = posta; Tü = TÚZÉP-telep; 1 = településközpont; 2 = vízvezeték

Economic functions of settlements. — I = industrial plant; Er = forestry plant; Tsz = cooperative farm plant; B = shop; Ve = catering facility; Vá = railway station; P = post office; Tü = fuel and building material depot; 1 = centre of settlement; 2 = water conduit

A szántóföldi növénytermesztésen kívül legelőgazdálkodással és szarvasmarha-tartással is foglalkoznak. Figyelemre méltó a gabonatermesztés mennyisége is. A mezőgazdasági alapterveken kívüli tevékenység aránya alacsony (10-30%). A környezeti feltételekhez viszonylag jó alkalmazkodást bizonyítja, hogy a két termelőszövetkezet az országos rangsorban már évek óta az első 500 tsz között foglal helyet.

A Pécsi Állami Gazdaság gyümölcsössel képviselteti magát a térségben. Erdőgazdasági tevékenységet a területen a Gemenci Erdő- és Vadgazdaság, valamint a MEFAG erdészeti folytatnak. (A térség vadállományáról nem rendelkezünk információkkal.)

Az esetleges sugárzás veszélyének elsősorban a lerakóhely közelében időszakosan dolgozó fakitermelő szakmunkások lennének kitéve, de érzékenyen érintené egy normaérték feletti radioaktivitás a térség szarvasmarha-tartóit a tej fertőződésének veszélye miatt.

A községek kereskedelme nem jelentős. Az aprófalvak 1-2 vegyesboltját és italboltját a mohácsi, ill. bonyhádi ÁFESZ üzemelteti. Néhány szakbolt alkotta kiskereskedelmi bolthálózatról csak Véménd esetében lehet beszélni.

A szolgáltató-ellátó funkciók sajátosságai

Az öt kis településben a különféle lakossági szolgáltatási-ellátási tevékenység csak a legszükségesebb mértékű, és az is nagyon egyenlőtlen eloszlású (10. ábra).

Az *egészségügyi* alapellátást - Véménd kivételével - a tanácsi székhelyközségben kapják meg a kistalvák lakói, ami utazási szükséglet jelentkezését vonja maga után. Véménden a körzeti orvos helyben van, a község gyógyszertárral és bölcsődével is rendelkezik.

Az *oktatási-nevelési* helyzet is hasonló. Fekeden semmiféle gyermekintézmény nincsen, Ófalun és Erdősmeckén csak 1-2 óvónővel működtetett óvoda üzemel (ami ilyen kevés lakossal rendelkező falvaknál kimondottan jó eredménynek számít), ám iskola nincs. Bátaapátiban egyetlen alsótagozatos összevont osztályban folyik a tanítás. Nagyobb gyermeklétszám fogadására képes óvoda és 8 osztályos általános iskola (napköziotthonnal) csak Véménden van. A *művelődési* igények kielégítésére - a véméndi mozi kivételével - csak a rádió, a televízió és a hírlapok állnak rendelkezésre. A háztartások 80-95%-ában van televízió. Községi könyvtár - szerény könyvállománnyal - valamennyi településen fogad olvasókat.

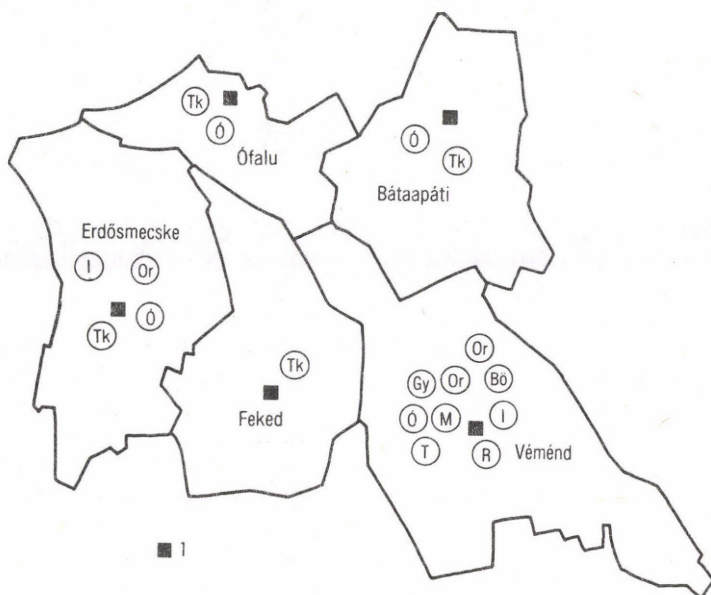
Végző soron a települések alacsony színvonalú ellátó-szolgáltató funkciója valószínűleg nem lenne képes azt az ellátási szintet nyújtani, amilyenre a lerakót működtető személyzetnek és családtagjaiknak várhatóan szükségük volna.

Az infrastruktúra állapota

A települések *belső infrastruktúrája* hiányos kiépítettségű és differenciált színvonalú. A kb. 1250 db-os lakásállomány öreg, az épületek 45-60%-a 1919 előtt épült. Viszonylag kevés (6-15%) az egy szobás lakások aránya. Fürdőszoba vagy mosdóhelyiség a lakások 20-57%-ában van. Villannyal csaknem 100%-uk ellátott. Említésre méltó hosszúságú vízvezetékkel csak Véménd és Bátaapáti rendelkezik. Magas a palackos gáz használati aránya (a háztartások 65-78%-ában van), gázpalack cseretelep viszont csak Véménden üzemel. A lakások fűtésére a lakosság szénét és fát használ, amit - Ófalu kivételével - az építőanyag egy részével együtt a helyi TŰZÉP-telepekről igyekszik beszerezni. Vízüblítéses WC a lakóépületek mindössze 7-17%-ában van, egyedül Véménd értéke éri el a 40%-ot. A szennyvízelvezetés 17-40%-os mértékben az épületek melletti derítőbe, ill. szikkasztóba juttatja a szennyvizet. E mutató tekintetében legkedvezőbb Véménd értéke (70%), a legmostohább a helyzet Bátaapátiban (17%).

A térség *vonalas infrastruktúrájára* jellemző, hogy a terület D-i részén fut végig a Pécs—Bátaszék egyvágányú *vasútvonal* (11. ábra), amelynek Erdősmeckén, Fekeden és Véménden állomása van. A 68 km hosszú vonalon csak 20 t alatti tengelyterhelésű kocsikból álló szerelvények közlekedhetnek max. 40 km/ó sebességgel. A napi áru- és személyforgalom alacsony (1000 t/nap-nál, ill. 5000 utas/nap-nál kisebb).

A terület községeinek *közúthálózati* helyzete viszonylag kedvező. A falvak 12-16 km-re fekszenek két országos főúttól (6. sz. és 56. sz. utak). Velük az 5606. sz. Somberek--Pécsvárad 33 km hosszú összekötő út teremti meg a kapcsolatot. A kétsávos út Véméndtől Zengővárkonyig hegyvidéki jellegű, emelkedései enyhék.



10. ábra. A települések szolgáltató-ellátó funkciói. — T = községi tanács; Tk = községi tanács kirendeltsége; Ó = óvoda; Or = orvosi rendelő; I = általános iskola; M = mozi; Gy = gyógyszertár; Bö = bölcsőde; R = rendőrség; 1 = településközpont

Servicing-supplying functions of settlements. — T = village council; Tk = office of village council; Ó = kindergarten; Or = physician; I = primary school; M = cinema; Gy = pharmacy; Bö = nursery; R = police; 1 = centre of settlement

Átlagos szélessége 60 dm, hajlékony burkolata 26-35 cm vastag. Felülete aszfaltbeton és homokaszfalt, állapota általában megfelelő. Ebből ágazik ki É-i irányba Feked közelében a lerakóhelyhez is vezető, újonnan épített út, amely Mecseknádasdnál torkoll a 6. sz. főútba. (Műszaki jellemzőiről nem rendelkezünk adatokkal.) Az 5606. sz. út a térségben két beton és három vasbeton híddal íveli át az 5-8 m széles vízfolyásokat és árkokat. A hidak hossza 6-14 m, teherbírásuk 40 t körüli. Az út forgalmi terhelése közepes, átlagos napi forgalma 1300-1700 jármű között van.

A főbb országos kőolaj- és földgázvezetékek a térséget elkerülik. A közelben húzódik viszont a Paks—Bonyhád—Pécs 120 kV-os nagyfeszültségű elektromos távvezeték, amelynek Bonyhádon van transzformátorállomása.

A községek *telefonellátottsága* igen alacsony szintű és nagyon egyenetlen. Ófalun 1, Véménden 23 telefonállomás van. Többségük közületi előfizetőkhez van bekötve. Az egyéni előfizetők száma csekély. A belföldi távhívóhálózatba egyetlen település sincs bekapcsolva. A telefonközpontok kézi kezelésűek, postaszolgálat a községekben hétköznapokon csak 8-16 óra között van. Ófalun nincs posta. Az országos telexhálózatba csak a véméndi Lenin Mgtsz van bekötve.

Az ellátás-szolgáltatás értékelésénél leírtak az infrastruktúra kiépítettségi szín-

vonalára is érvényesek. Ilyen mostoha helyzetű infrastruktúrális háttér mellett nem javasolható egy sugárzó anyagot gyűjtő tárolóhely építése és üzemeltetése.

A tömegközlekedés színvonal

A forgalmi árnyékban meghúzódó terület tömegközlekedése a *vasúti közlekedésen* és a menetrendszerű *autóbuszközlekedésen* alapul. Színvonaluk a csekély utasforgalom miatt elmarad a megyei átlagtól. Az öt község tömegközlekedését a ritka járatszám és az alacsony utazási sebesség jellemzi (12. ábra).

A már említett Pécs—Bátaszék *vasúti mellékvonalon* napi hat személyvonatpár közlekedik. Az alacsony utazási sebesség miatt (32 km/6) Bátaszékre 50, a baranyai megyeszékhelyre 80 percet kell utazni. A területet É-ről határoló Bátaszék—Dombóvár -nyáron gyorsvonati közlekedéssel rendelkező - egyvágányú vasútvonalnak nincs hatása a térség utasforgalmára, mivel a napi öt pár személyvonat csak a Bataapátitól 5 km-re lévő Mórágó vasútállomáson áll meg. Igaz, hogy onnan Bátaszék már 10, Dombóvár viszont csak 70 perc alatt érhető el.

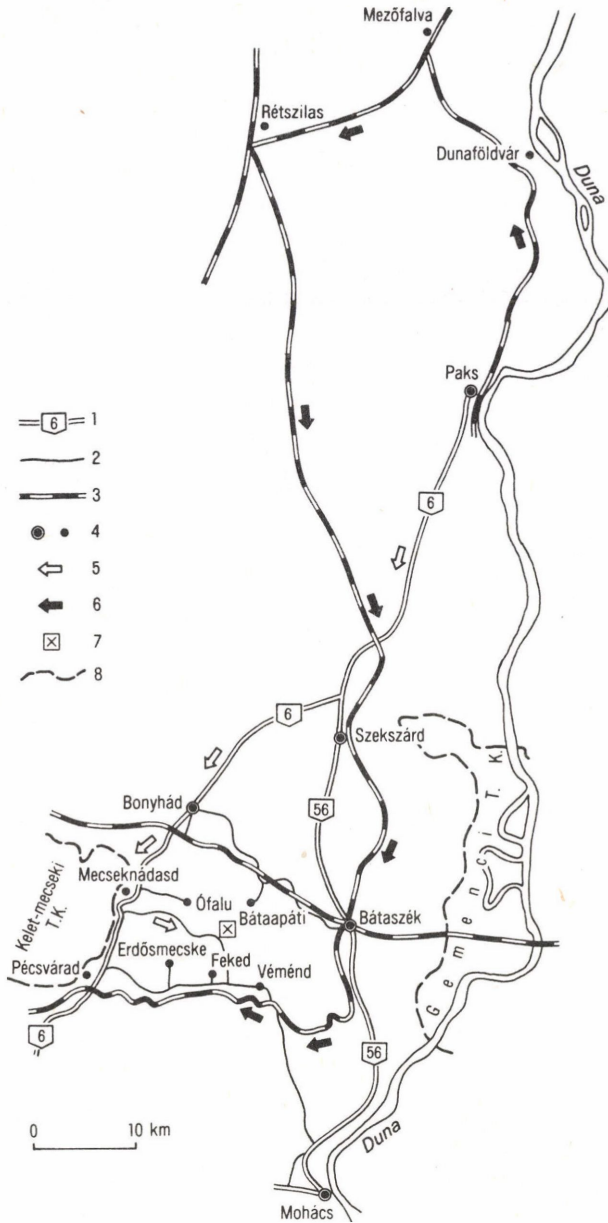
A tervezett lerakóhely környékének települései *autóbuszközlekedés* szempontjából is periferiális helyzetben vannak. Véménd kivételével valamennyi község hálózati végpont, amelyet hétköznapokon csak kevés (4-10 pár), munkakezdéshez igazodó buszjárat köt össze a legközelebbi centrumtelepüléssel. Hétféteken ez a járatszám 1-3-ra csökken, amikor is csak a vasúttal rendelkező három település számára biztosított a nagyobb települések elfogadható gyakoriságú felkeresése (5-7 járatpárral). Ófalu és Bataapáti számára viszont a napi 1-2 járatpár hétfégen nem megoldás.

Végeredményben a térségben nem alakult ki olyan tömegközlekedési rendszer, amely a lakosság utazási igényeit a kor színvonalán kielégítené. Mindez - újabb negatív tényezőként - gátolná a lerakót majdan működtető személyzet egy részének mindennapi mobilitási lehetőségeit.

A hulladékszállítás gondjai

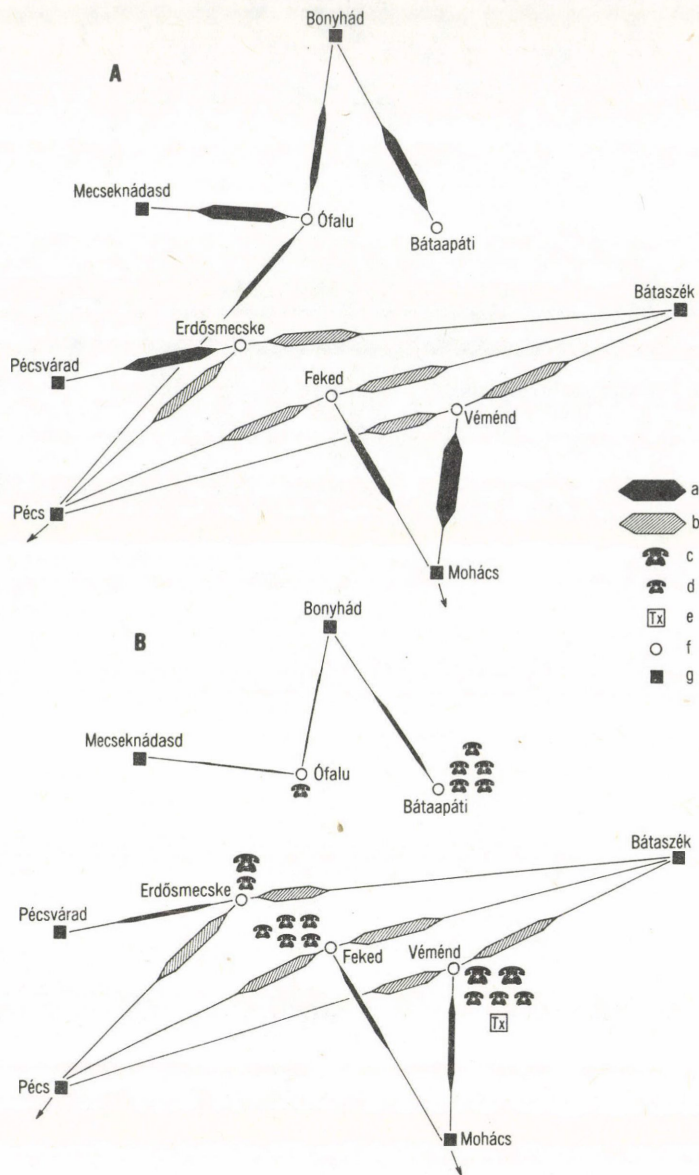
Eltekintve a radioaktív hulladék szállításával kapcsolatos rendkívül szigorú műszaki előírások, forgalombiztonsági stb. rendszabályok betartásának elmulasztásából származó esetleges veszélyektől és károktól, érdemes megvizsgálni a Paksról történő hulladékszállítás egyes sajátosságait, főként az útvonal-variációkat (11. ábra).

A hulladék vasúti fuvarozása több okból sem jöhet szóba. Egyrészt kérdéses, hogy megvannak-e ehhez a megfelelő műszaki és anyagi feltételek (pl. megfelelő sugárvédelemmel ellátott vagon, fokozott útvonalbiztosítás stb.), másrészt a lerakóhely Paksról csak nagy kerülőúton (a Paks—Mezőfalva—Rétság—Szekszárd—Bátaszék—Feked, kb. 167 km-es útvonalon) közelíthető meg, s ehhez még egy vasútról közútra történő átrakásra és egy 6 km-es közúti szállításra is szükség lenne, hogy a sugárzó hulladék a tárolóhoz jusson.



11. ábra. A radioaktív-hulladék szállításának lehetséges útirányai. — 1 = főút; 2 = közút; 3 = vasútvonal; 4 = település; 5 = a közúti; 6 = a vasúti szállítás legrövidebb útvonala; 7 = tervezett lerakóhely; 8 = tájvédelmi körzet határa

Possible routes of nuclear waste transport. — 1 = main road; 2 = public road; 3 = railway; 4 = settlement; 5 = shortest route on road; 6 = on rail; 7 = projected disposal site; 8 = boundary of protected landscape



12. ábra. A települések tömegközlekedési és hírközlési helyzete a munkanapi (A) és a hétvégi (B) járatsűrűség alapján. — a = a közlekedő autóbusz-; b = a vonatpárok száma (0,5 mm = 1 járatpár); Telefonvonalak száma: c = 10 db; d = 1 db; e = telex; f = település; g = központi település

Location of settlements in relation to public transport and communications by density of runs on week-days (A) and on week-ends (B). — a = number of bus run pairs (0.5 mm means one pair of run); b = number of train pairs; Number of telephone lines: c = 10; d = 1; e = telex; f = settlement; g = central settlement

A tervezett közúti szállítás legrövidebb útvonalának hossza 74 km (Paks—Mecseknádasd a 6. sz. főúton 64 km, onnan a lerakóhelyig alsórendű úton 10 km). A Szekszárd—Bátaszék irányba történő szállítás (az 56. sz. főúton) már jelentős kerülőút (az előző útvonalhoz képest kb. 30 km többlet), mivel csak Mohács előtt van lehetőség a Véménd felé való letérésre.

Gond, hogy a szállítási útvonal hosszának csaknem 90%-a Dél-Dunántúl egyik legnagyobb forgalmi terhelésű (kb. 6600 gímű/nap) főújtjára jut (6. sz. főút), ráadásul az út Mecseknádasdnál az egyre jelentősebb rekreációs funkcióval bíró Kelet-mecseki Tájvédelmi Körzetnek egészen a peremén fut.

Maga a lerakóhely is meglehetősen közel (10-12 km-re) fekszik ehhez a fontos üdülő és pihenőhellyel előlélő térséghez, amely valószínűleg aggasztaná a Kelet-Mecsek idegenforgalmi és turisztikai vonzerejének növelésében érdekelt ágazatok képviselőit, a szaporodó hétvégi ház-tulajdonosokat és a falusi turizmus híveit. (A lényegesen távolabb - 18-20 km-re - elhelyezkedő Gemenci Tájvédelmi Körzet vonatkozásában a fenti aggodalom vélhetően elenyésző mértékű lenne.)

Bár nem ismerjük a területet használó erdőgazdaságok álláspontját, sem az ottani vadásztársaságok vagy a környéket járó bakancsos túristák, kirándulók véleményét, nagy valószínűséggel megjósolható, hogy ők sem fogadnák túlzott lelkesedéssel a lerakóhely létesítésének a tervét. Számolni kell továbbá a helyi és környékbeli lakosság részben információ-hiányból, részben a hazai gyakorlat sűrűn előforduló negatív tapasztalataiból táplálkozó aggodalmaival, a tároló létesítése elleni tiltakozó akcióival is.

Igaz, hogy az előzetes számítások szerint a lerakóhely kiépítésének munkálatai a térségben kb. 200 főnek adnának több hónapra való munkát, és a telep fenntartásának, valamint folyamatos üzemeltetésének várható létszámgénye kb. 50-60 fő lenne, ezenkívül az infrastruktúra fejlesztés is további 150-200 munkahely létesítését igényelné, ami csábítóan hathat a munkanélküliségtől féltő helyi munkaerőre. Ám a lerakóhely társadalmi-gazdasági környezetének a fentiekben taglalt kedvezőtlen vonásai, a terület általános infrastrukturális fejletlensége, a települések alacsony kiépítettségű intézményhálózata, a tömegközlekedés szempontjából többszörösen is perifériális helyzet, valamint a radioaktív-hulladék szállításával kapcsolatosan felmerülő gondok gazdaság- és társadalomföldrajzi szempontból egyaránt kérdéssé teszik a kijelölt térség alkalmasságát sugárzó-hulladék lerakóhely létesítésére.

IRODALOM

- BACSÓN. 1964. Eróziót okozó nagy csapadékok intenzitása és gyakoriságának országos eloszlása. - Agrártud. Egyetem, Mezőgazd. tud. Kar Közlemények, Gödöllő, pp. 125-132.
- Baranya megye statisztikai évkönyve 1988. - KSH Baranya megyei Igazgatósága, 1989
- BELUSZKY P.—SIKOS T.T. 1982. Magyarország falutípusai. - Elmélet—Módszer—Gyakorlat 25. MTA FKI Budapest, 168 p.
- FERENCZI I. 1937. Adatok a Pécs környéki harmadkori medencerész földtani viszonyainak ismeretéhez. - Földtani Int. Évi Jel. az 1929-32. évről, Budapest, pp. 365-408.
- HÁMOR G. 1964. A Keleti-Mecsek miocén képződményeinek vizsgálata. - Földtani Int. Évi Jel. az 1961. évről, Budapest, pp. 109-117.
- HÁMOR G. 1966. Újabb adatok a Mecsek-hegység szerkezetföldtani felépítéséhez. - MÁFI Évi Jel. 1964-ről, pp. 193-208.

- HAJÓSY F. 1935. A csapadék eloszlása Magyarországon. - OMI kiadv. 11. Budapest, 34 p.
- HETÉNYI R. 1958. Jelentés az Ófalu—Zengővárkony területén végzett földtani munkálatokról. - MÁFI adattár, Budapest, 64 p.
- JANTSKY B. 1953. A Mecseki kristályos alaphegység földtani és közettani viszonyai. - MÁFI Évi Jel. 1950-ről, pp. 79--80.
- KAKAS J.—OZORAI Z. 1955. A 24 órás csapadék abszolút maximuma Magyarországon. - Időjárás 59. pp. 344-350.
- KÉRI M. 1952. Magyarország hóviszonyai. - Magyarország éghajlata 7. OMI kiadv. Budapest, 75 p.
- LELKESNÉ FELVÁRI GY.—SASSI F.P. 1983. A magyarországi prealpi metamorfitek kialakulásának vázlatja. - MÁFI Évi Jel. 1981-ről, pp. 449-466.
- LOVÁSZ GY. 1965. A reliefenergia új ábrázolása. - Földr. Közl. 15. 1. pp. 131-145.
- Magyarország Nemzeti Atlasza. - Kartográfia, Budapest, 1989.
- PÉCSI, M. 1985. Chronostratigraphy of Hungarian loesses and the underlying subaerial formation. - In: Loess and the Quaternary. Akad. Kiadó, Budapest, pp. 33-49.
- Területi Statisztikai Évkönyv 1988. - KSH Budapest, 1989.
- Tolna megye statisztikai évkönyve 1988. - KSH Tolna megyei Igazgatósága, 1989.
- VADÁSZ E. 1935. A Mecsek-hegység. - Magyar Tájak Földt. Lefrása I. Budapest, 210 p.
- VADÁSZ E. 1954. Magyarország földtani nagyszerkezeti vázlatja. - MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl. 14. 1—3. pp. 217—255.
- VITUKI 1984. Paksi Atomerőmű 1-4 blokk; A radioaktív hulladék tartós tárolása; Feked—Véménd körzetében 1984. évben elvégzendő vizsgálatok. Felszíni vizek, források hidrológiai vizsgálata c. anyag.
- VITUKI 1986. Felszíni vizek, források hidrológiai vizsgálata Feked—Véménd térségében. Mérési eredmények 1986. május-június.
- VITUKI 1987. Felszíni vizek, források hidrológiai vizsgálata Feked—Véménd térségében. Mérési eredmények 1986. november-1987. január, ill. 1987. február-április.
- WEIN GY. 1967. Délkelet-Dunántúl hegységszerkezete. - Földt. Közl. 97. 4. pp. 371—395.

GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT OF THE RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL SITE PLANNED TO ÓFALU

by *J. Balogh—F. Schweitzer—T. Tiner*

S u m m a r y

The disposal of nuclear waste present problems anywhere where nuclear power plants are in operation. Such wastes, requiring special caution to dispose of, are also produced in the Paks power plant. Waste of low and medium radioactivity has to be disposed of within the territory of Hungary, in the site where the risk of environmental contamination is lowest.

For the disposal site of the so-called secondary wastes of the Paks plant an area near the village Ófalu, Baranya county, was selected by designers. In their opinion this area is suitable - on the basis of its physical and geological conditions - for the long-term storage of nuclear waste. Researchers in our Institute were invited by designers to contribute to the complex (geomorphological, socio-economic environmental) evaluation of the disposal site. The results of the investigations can be summarized in the following:

The selected disposal site is located within the limits of the Geresd Hills, part of the Baranya Hills, in the administrative areas of the villages Ófalu, Feked and Véménd. It is a forested landscape, plateau dissected by erosion valleys, unsuitable for large-scale farming.

As a consequence of geological evolution, the interfluvial ridges are mantled with thick loess, constituted of young and old loess series as well as a sequence of pink silt and red clays. At the disposal site loess is 40-50 m thick.

The major relief features are summit levels, interfluvial ridges, sloping ridges, erosional, erosional-derasional and derasional valleys, erosional gullies and gorges. In their geomorphic evolution - in addition to sheet-wash - human interventions (clearcutting, cultivation and others) were most influential and they led to the acceleration of soil erosion.

The hydrometeorological conditions of the environs of the projected structure - taking into account the relief and vegetation endowments of the environs - are unfavourable for the construction of the storage facility. The amount of precipitation is above the average, the number of rainy days is higher than elsewhere. A large part falls in the form of snow (repeated infiltration of snowmelt may endanger the disposal site, which requires total lack of moisture). On the other hand, intense rainfalls are also frequent and they cause heavy and frequent erosion events in the immediate surroundings of the site.

The characteristic slope categories of the area are 5-15 per cent and 15-35 per cent. This also aggravates the erosion hazard and along the middle and lower sections of slopes erosion damage is visible in the environs of the site. Slope morphological investigations suggest that further mass movements and landslide hazards are possible on the slopes. On the long run the above processes may affect the summit level selected as disposal site and endanger safe storage.

The economic and social geographical situation of the area is not soothing either. For administration a heterogeneous position is observed: the five villages around the disposal site belong to four towns from the aspect of council administration. The age structure of population is unfavourable, aging is a great problem. The qualification level of population is below the county average.

Economic activities are mostly restricted to forestry and agriculture, which would be seriously affected by a situation with radiation hazard. The servicing-supplying functions of villages are incomplete, the conditions for medical supply are poor.

Particularly depressing conditions were found in the field of infrastructure: manifested in infrequent runs of public transport and few telephone lines. This is unacceptable as the infrastructural background of the disposal site. The future transport route of radioactive waste (main road No. 6) is overcrowded, its alignment touches on the border of the East Mecsek Landscape Protection Area. The disposal site itself lies in insufficient distance from the nearest landscape protection areas.

The apprehensions of the neighbouring population concerning the construction of the disposal site, the possible protests have to be taken into account, as their opinion had not been asked before allocation.

The physical, economic and social geographical investigations question the suitability of the designated area for building a nuclear waste disposal site.

Translated by D. LÓCZY