

Aktív tömegmozgásos folyamatok kőszénbányászati meddőhányón

Sütő László

Bevezetés

Tömegmozgásos folyamatok, nemcsak természetes felszíneken, hanem emberi tevékenységek miatt megbomló egyensúlyi helyzetben is kialakulnak. Különösen látványosak – ha társadalmi szempontból nézzük károsak – a bányászathoz köthető tömegmozgásos jelenségek, amelyek a genetikai osztályozás szempontjából többféle változatot képviselnek.

A lejtős tömegmozgások egyik legismertebb példája, az általa okozott tragédia miatt, az aberfani meddőhányón 1966-ban lejátszódott folyásos csuszamlás (Bolt et al. 1975, Benneth és Doyle 1997). Azonban a montanogén felszínformálás során felszínsüllyedések is bekövetkezhetnek, amelyek ugyan szintén tömegmozgások, de így előbb történik meg az anyagáthalmazás egy mélységi üreg felé (Martos 1958), s utána alakul ki az a felszíni lejtő, amely már lejtős tömegmozgásokkal formálódik tovább (Erdösi 1987).

Mind a hazai, mind a külföldi szakirodalomban, a földtani, bányászati eredetű veszélyforrások kutatásai között találunk ilyen jellegű vizsgálatokat, mert nem elsősorban a formaváltozás jellegére, hanem az általuk kiváltott károkozás mértékére figyelnek (Bolt et al. 1975, Benneth és Doyle 1997, Smith és Smith 2004, Bell és Donnelly 2006). A tömegmozgásokat történeti léptékben vizsgálók több helyen megállapították, hogy a bányászat akár már az ókor óta előidézhethet ilyen folyamatokat (Rohn et al. 2005). Éppen ezért a felszínsüllyedések nagyobb felületi kiterjedése, s az általuk kiváltott másodlagos lejtős tömegmozgások jelentősebb kártételei miatt az elvégzett vizsgálatok elsősorban ezek kialakulási mechanizmusának jellemzésére (Li et al. 2004, Rivas et al. 2006, Singh et al. 2008), illetve matematikai modellezésére irányulnak (Alejano et al. 1999, Wen-Xiu és Hai-Ning 2008).

Éppen a kevésbé megkutatott volta miatt, a meddőhányókon kialakult lejtős tömegmozgásokat választottam az esettanulmány tárgyául. A meddőhányók kezdetben növényzeti borítástól mentes, nyers kőzetfelszínén a környezetüknél gyorsabban zajlik a felszínformálódás, ezért rövidebb idő alatt tanulmányozható a folyamatok lefolyása, egy-egy felszínforma megváltozása. Ezért azt vizsgáltuk,

hogy a környező természetes felszín laza üledékéből felhalmozott meddőhányókon hogyan játszódnak le a tömegmozgásos folyamatok.

Módszerek és mintaterület

Mintaterületként, Kazincbarcika DK-i részén, az Ádám-völgyben lerakott meddőhányót választottuk. Ezt az indokolta, hogy az egyik legösszetettebb hányó a térségben, mert a közeli Borsodi Hőerőmű szénosztályozójából kötélpályán ide szállított meddőanyag, a Kelet-borsodi-szénmedence jelentős részét képviseli. A kőszénbányászat csúcsidőszakában felhalmozott hányó hosszú ideig (1923–84) működött lerakóként. A több kúpból összeállt gerincszerű forma közel 1 km hosszúságot, 400 m szélességet, a völgytalptól 100 m legnagyobb magasságot ért el és 1,2 millió m³ kőzetanyagot tartalmaz. A gátszerű forma elzárja a völgyfőt, módosítva a korábbi lefolyási viszonyokat. A völgy felszínközeli rétegeit ottnangi-kárpáti agyagos, csillámos finomszemű homok, aleurit és tufitos betelepülések alkotják. A lejtőkategória-térképen a völgyben 12–20° a lejtőmeredekség, ami a rétegsor ismeretében megerősíti a tömegmozgásokra való hajlamot. További veszélyforrás, hogy mélyművelésű bányászat lefejtett telepei futnak itt a felszín alatt.

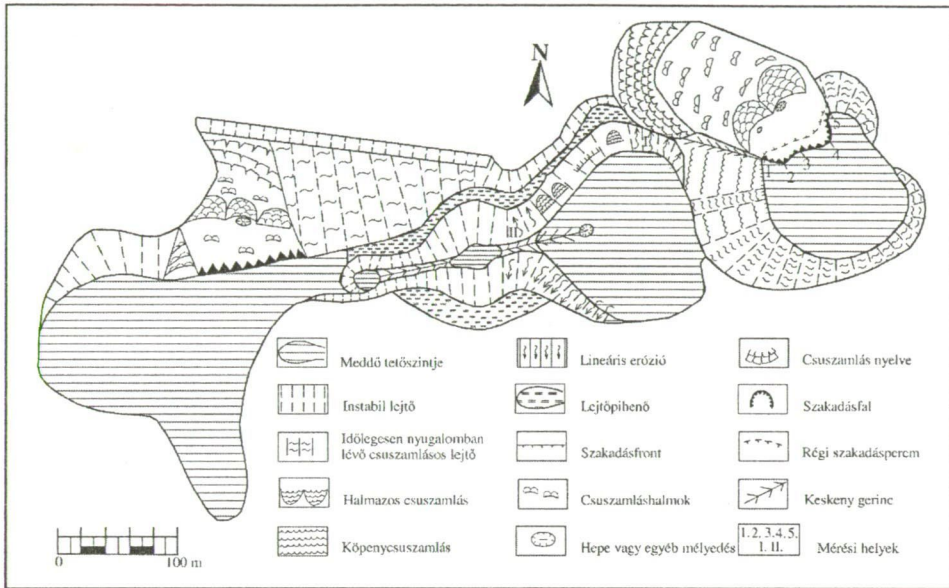
A még kiegészés alatt álló, lassan tömörödő Ádám-völgyi meddőhányót döntően instabilitás jellemzi, nemcsak a nyers felszíneken, hanem a növényzettel borított oldalakon is. A felszínformálódás jellemzésére geomorfológiai térképet készítettünk a meddőhányóról, bejelölve a különböző típusú tömegmozgásos folyamatok által érintett felszíneket. A csuszamlások időbeli változásának mérésére az ÉK-i meddőoldalon egy karéjos csuszamlás 30 m széles, 50 m magas szakadásfalát választottuk ki. A térképen bejelölt tetőszint stabil felszíni pontjaiból öt helyen mértük a fal hátrálását egy-egy irányszög és távolsági adat meghatározásával, havi rendszerességgel 1999 augusztusa és 2000 szeptembere között (*1. ábra*).

Eredmények

A hazai viszonylatban hatalmas méretű meddőhányó, a benne lévő széntörmelék öngyulladás miatt kiegészésen megy keresztül, miközben anyaga lassan tömörödik. Ezért amíg be nem következik a szilárd vázszerkezet kialakulása, a rézsűoldalak általában tömegmozgásokra hajlamosak. A kiegészett meddőrések aránya azonban fontos szerepet játszik a tömegmozgás típusok kialakulásában is.

A kiegészett anyag könnyebben aprózódik. Ennek egyik oka, hogy a kopár, kiegészett felületek sötétebb színe kedvez az inszolációs hatásnak (Erdősi 1987), másrészt a tél elején és végén néhány hétig érvényesülő fagyváltozékony időszak fokozza az összesült blokkok szétesését. A breccsásodott felületek érintkezési zónái, a kiegészési repedések, a rétegzés elősegítik az anyag fellemezesedését.

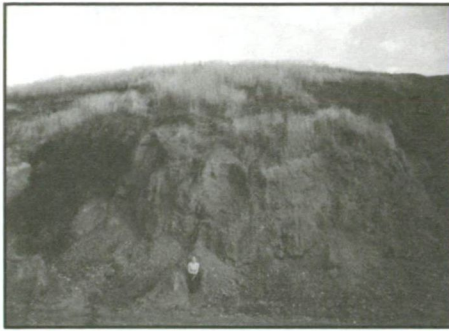
Megfigyeléseinket alátámasztják a fagylaborban elvégzett kísérletek is (Sütő 2007).



1. ábra: Az Ádám-völgyi meddőhányó geomorfológiai térképe (Homoki és Sütő 2000)

A kiégett anyagon kialakult eróziós barázdákon keresztül a felaprózódott kőzetanyag gyorsabban lepusztul. A legmeredekebb oldalakon (35–40°) pedig már ez sem képez stabil lejtőt, így törmelékűppal tagolt omlásos falak alakultak ki (2. ábra). Formailag megfigyelhetők a meredek szakadésfalak, helyenként törmelékgaratokkal, kolluviummal. A túlfejtett falakon folyamatos a kiégett anyag pergése, a lejtőegyensúly megbomlása után újabb leszakadások figyelhetők meg.

A kevésbé kiégett szenespalát tartalmazó meddőanyag vízzel telítve csuszamlásra hajlamos, mint azt az Ádám-völgyi meddőhányón is tanulmányozhattuk (2. ábra). A tetőszintjétől a völgytalpig több mint 50 m magas fő kúpot közvetlenül a völgyfőben rakták le. A meddőhányó alacsonyabb tetőszintje felé eső K-i oldalán, a belső lankásabb lejtőn (átlag 30°) csak szőnyegszerű köpenyecsuszamlások figyelhetők meg (3. ábra). A tömegmozgások rendszeres aktivitásának tényét megerősíti, hogy a csuszamlásos lejtőket borító martilapu (*Tussilago farfara*) több foltban egyeduralkodó.

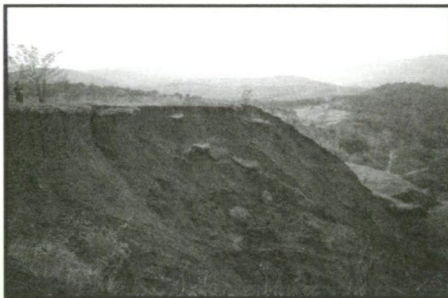


2. ábra: Az Ádám-völgyi meddőhányó ÉNy-i oldalán kialakult omlásos lejtő



3. ábra: Köpenycsuszamlás az Ádám-völgyi meddőhányó fő kúpjának K-i rézsüoldalán

A gyakran 40° -nál meredekebb, a völgy felé néző ÉK-i rézsüoldalon alakult ki a fő szakadással (4. ábra). A tömegmozgást nyomon követve megfigyelhetők rajta a tipikus formaelemek, klasszikus példája a halmazos csuszamlásoknak. A főfal előterében megtaláljuk a lefolyástalan hepéket, a keresztirányú repedésekkel tagolt, szétterjedő csuszamlásnyelvet (5. ábra).



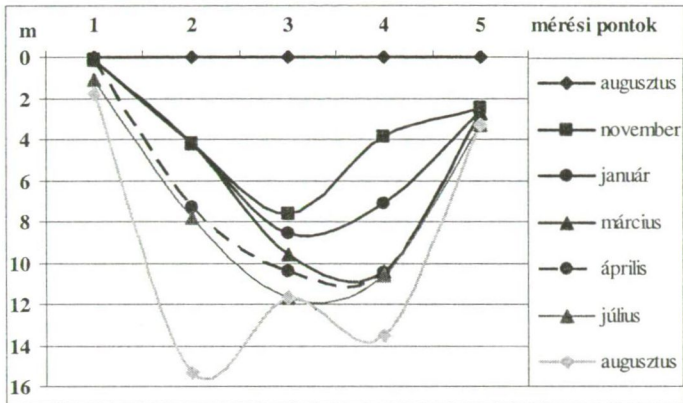
4. ábra: Az Ádám-völgyi meddőhányó ÉK-i oldalán kialakult csuszamlás szakadásfala



5. ábra: A szakadással előterében összezsúszott meddőanyag és a természetes völgyoldal hepe-hupás felszíne

A szakadással elmozdult anyag szeletenként rotálva mozgott tovább, a legnagyobb hepében állóvíz maradt meg. A csuszamlásnyelv az 1989-es EOTR térképen ábrázolt formánál napjainkra jobban szétterült, átcsúszott a túlsó völgyoldalra, majd ott kipréselte az eredeti, laza felszínalkotó molassz üledéket. A csuszamlás-rendszeren havonta átlag $0,5$ m-es elmozdulások következtek be,

amelyet a rajta kialakult természetes erdőfolt sem tudott megállítani. Esetünkben a csuszamlások egyik okaként egyrészt a nagyméretű hányó talajra gyakorolt nyomását említhetjük, másrészt a laza meddőfelszínen a csapadék gyors beszívárgását, a vizet át nem eresztő közettömegig, ahol gyenge állékonyságú folyósföld keletkezhetett abban a közegben, amely normális körülmények között a kapilláris csövecskék miatt szilárdabb.



6. ábra: A csuszamlásfal leszakadásának időbeli menete (mérési pontok helye az 1. ábrán)

A mérések alapján azt tapasztaltuk, hogy a szakadással hátrálása szoros összefüggést mutat az időjárás változásával (6. ábra). A vizsgálati periódusban a novemberi mérés előtt volt a legtöbb csapadék, amely mind az öt mérési pontban hátrálást eredményezett, 0,1–7,6 m mértékben. A második legcsapadékosabb időszakban – július-augusztus hónapokban – közel ugyanakkora, 0,7–7,5 m hátrálás következett be, de nem minden ponton történt változás. A 0,2–6,5 m közötti tavaszi csúszás a hóolvadásból eredő túlnedvesedés következménye. A viszonylag kisebb tél végi, tavaszi értékeket a még fagyott meddőanyaggal magyarázzuk. A szárazabb hónapokban az elmozdulások rendkívül kicsik, sokszor kimutathatatlanok voltak. A hátraharapózás a természetes formafejlődésnek megfelelően a szakadással középső részén a legerőteljesebb, a szakadáskaréj egyre jobban mélyül a plató belseje felé. A növényzet védőhatását mutatja a 4. mérési pontban álló nyárfa (*Populus sp.*), amely a szakadással hátrálása során annak peremére kerülve, hat hónapon keresztül (márciustól augusztusig) megakadályozta a további anyagmozgást.

A méréseket az időközben elindított műszaki rekultiváció miatt fejeztük be. 2002-ben, az átlagosnál csapadékosabb év során a hányó és a természetes lejtőoldal érintkezési zónája, mint potenciális csúszópálya tovább működött a felszín elegyengetése után is, ezért az újabb csapadékos időszak magával hozta az eltüntetett csuszamláshoz hasonló méretű és szerkezetű forma felszakadását, szinte pontosan az előző helyén (7. ábra).



7. ábra: Az Ádám-völgyi meddőhányó ÉK-i oldalán kiújult csuszamlás szakadásfala

Összegzés

Az Ádám-völgyi meddőhányó rendszer korábban ideiglenesen stabilnak tekintett, növényzettel fedett, legmagasabb kúpjának rézsüoldalain aktív csuszamlásos folyamatokat figyeltünk meg. Ezek alapján néhány, a természetes csuszamlásos felszíneken már részben ismert konklúzió vonható le.

A bányászatnak jelentős szerepe van a felszínmozgásokra érzékeny területeken a mozgások újra aktivizálódásában. A lefolyó felszíni vizek hatására átnedvesedő meddőhányó instabillá válhat; a természetes és a még konszolidálatlan meddőanyag határán csúszópálya alakulhat ki; míg a lejtőoldalra rakott meddőhányó tömege többletterhelésként a természetes felszínen is mozgásokat indíthat el.

A meddőkőzet minősége befolyásolja a felszínformálódás jellegét. A kiegészítő blokkokból álló meddőrésztleteken a lineáris erózió, meredek rézsük esetén az omlások, míg kiegészítő szenespala lejtőkön a csuszamlások a fő felszínformáló folyamatok.

A fő szakadásfalon elvégzett mérésorozatról megállapítottuk, hogy a mozgások időbeli lecsengése, a természetes csuszamlásos felszínekhez hasonlóan, szoros összefüggést mutat az időjárás változásaival, a tavaszi hóolvadások, valamint az átlagosnál nagyobb csapadékmennyiséget produkáló időjárási események a felelősek az anyagátalmozás megindulásáért.

A bányameddők fejlődési stádiumainak pontosabb ismerete az utóhasznosítás során számos kellemetlen meglepetést háríthat el. Mint méréseink is bizonyítják, a meddőhányók tájba illesztése során nagyobb figyelmet és több időt kell fordítani azok anyagának, a rajtuk zajló felszínformáló folyamatoknak a részletes elemzésére, valamint a növényzettel fedett lejtőoldalak megtartására, amely a természetes csuszamlásos felszínek stabilizálása szempontjából is fontos feladat. Mindezek hiányában a meddőérés szinte újra az elejéről kezdődhet, évekig veszélyeztetve környezetét.

Felhasznált irodalom

- Alejano L.R. – Ramirez-Oyanguren P. – Taboada J. 1999: FDM predictive methodology for subsidence due to flat and inclined coal seam mining. *Int. J. of Rock Mech. and Mining Sci.* 36/4, 475–491.
- Bell F.G. – Donnelly L.J. 2006: Mining and its impact on the environment. London, New York
- Bennett M.R. – Doyle P. 1997: Environmental Geology: Geology and the Human Environment. Chichester, Wiley
- Bolt B.A. – Horn W.L. – Macdonald .A. – Scott F.R. 1975: Geological hazards. Berlin, Springer-Verlag
- Erdősi F. 1987: A társadalom hatása a felszínre, a vizekre és az éghajlatra a Mecsek tágabb környezetében. Akadémiai Kiadó Budapest, 228.
- Li W.X. – Li H.N.G. 2008: Fuzzy system models (FSMs) for analysis of rock mass displacement caused by underground mining in soft rock strata Expert Systems with Applications, in press
- Li X. – Wang S.J. – Liu T.Y. – Ma F.S. 2004: Engineering geology, ground surface movement and fissures induced by underground mining in the Jinchuan Nickel Mine. *Engineering Geology* 76/1–2, 93–107.
- Martos F. 1958: A külszín elmozdulását befolyásoló tényezők. *Bányászati Lapok* 91/1, 367–372.
- Rivas V. – Cendrero A. – Hurtado M. 2006: Geomorphic consequences of urban development and mining activities. *Geomorphology* 73, 185–206.
- Rohn J. – Ehret D. – Moser M. – Czurda K. 2005: Prehistoric and recent mass movements of the World Cultural Heritage Site Hallstatt, Austria. *Environmental Geology* 47/5, 702–714.
- Singh R. – Mandal P.K. – Singh A.K. – Rakesh Maiti J. – Ghosh A.K. 2008: Upshot of strata movement during underground mining of a thick coal seam below hilly terrain. *Int. J. of Rock Mech. and Mining Sci.* 45/1, 29–46.
- Smith K. – Smith K. 2004: Environmental hazards. London, Routledge
- Sütő L. 2007: A szénbányászat geomorfológiára és területhasználatra gyakorolt hatásainak vizsgálata a Kelet-borsodi-szénmedencében. PhD dolgozat, DE Földtudományi TCs, Debrecen, 177.