

Buzgárból kimosott talaj szemeloszlása

Nagy László

BME Geotechnikai Tanszék, lacinagy@mail.bme.hu

ÖSSZEFOGLALÁS: A buzgár elleni védekezés felhívja a figyelmet néhány, az árvízvédekezés szempontjából fontos kérdésre, a jelenség egyes részleteinek figyelembe vételére. Nem vizsgálták a buzgárból kimosott anyag szemeloszlását és az eredményt nem vetették össze az altalaj-rétegződés szemeloszlásával. Nagy kérdés: egy réteg kerül kimosásra, vagy csak valamilyen frakció egy rétegből? A Tiszasasi buzgár is több kérdést felvetett, melyek új, korábban nem tapasztalt jelenség kialakulása is lehetséges. Ugyanakkor jelentős ütemben fejlődik a nemzetközi tapasztalat, a számítógépi modellezés, a diszkrét szemcsék vizsgálata és az árvízi jelenségek elméleti alátámasztása, amire szintén hasznos volna nagyobb figyelmet fordítani. A Vízügyi Környezetvédelmi Központi Igazgatóság megbízásából 2006-ban több buzgárból történt mintavétel. Ezek a vizsgálatok adják jelen közlemény gerincét.

Kulcsszavak: Árvízvédelmi gátak, buzgár, szemeloszlási görbe,

1. BEVEZETÉS

Jelen közleményben a buzgár elleni védekezés egy különleges részlete kapott nagyobb hangsúlyt, felhívva a figyelmet néhány, az árvízvédekezés szempontjából fontos kérdésre, a jelenség egyes részleteinek figyelembe vételére. Kétségtelen tény, hogy sokkal többet tudunk a buzgárokról, mint például akár 30 évvel ezelőtt, azonban tovább kell fejlődni. A vizsgálatok több területen is folynak, melyek valós problémákra keresik a választ:

- A kialakult buzgároknál az átlagos hidraulikus gradiens értéke rendszerint a megengedett érték ötödét sem éri el, mégis létrejön talajtörés (Nagy és tsi. 1994).
- A szemeloszlási entrópia rámutatott a buzgár veszélyes talajokra elméleti oldalról (Lőrincz 1986, 1993, Lőrincz és tsi. 2004, Imre és tsi. 2008), ugyanakkor a gyakorlati megközelítés azt mondta, hogy minden buzgár környékén a rétegek között volt buzgáros talajtörésre veszélyes réteg (Lőrincz, Nagy 1995, 2010).
- A 2000. évi tiszasasi buzgár is több kérdést felvetett, ugyanis a töltésen (és nem az altalajon) keresztül alakult ki buzgár. Ez a korábban nem tapasztalt jelenség is lehetséges, ha kellően laza a töltés anyaga és van megfelelő buzgárosodásra hajlamos talajréteg.
- A fentiekkel párhuzamosan jelentős ütemben fejlődik a nemzetközi tapasztalat, a számítógépi modellezés, a diszkrét szemcsék tranziens jelenségének vizsgálata az árvízi jelenségek elméleti alátámasztása.

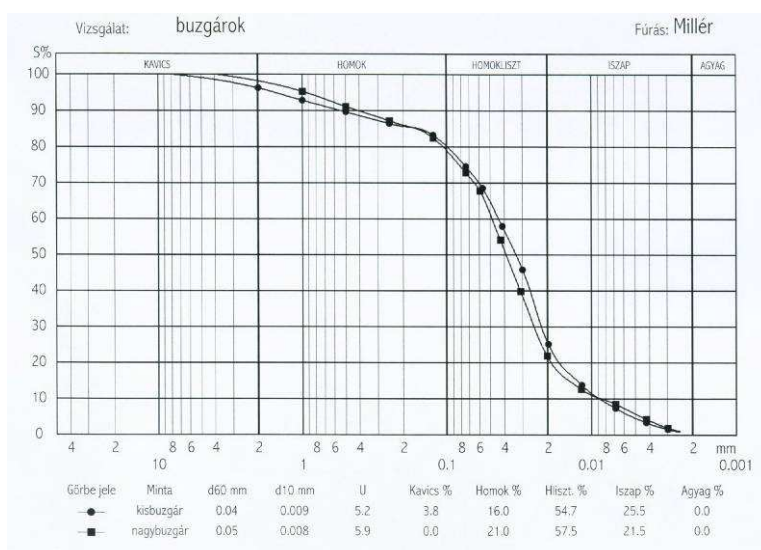
Korábban kevés figyelmet kapott a buzgárból kimosott anyag vizsgálata (Nagy 2000). Nem vizsgálták a buzgárból kimosott anyag szemeloszlását és az eredményt nem került összevetésre az altalaj-rétegződés szemeloszlásával.

2. VIZSGÁLATI HELYEK

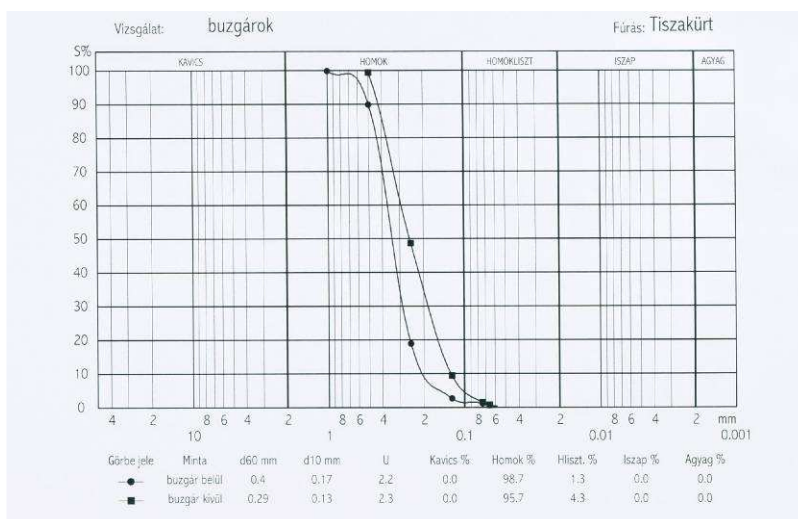
A vizsgálati helyek összefoglalása az 1. táblázatban található évek szerinti csoportosításban. 12 db tiszai, 7 db Duna menti és egy Sajó buzgárból kimosott anyag vizsgálatára került sor. A vizsgálati helyeknél a talajminták alapján több tényező hatására is fény derült.

Egymástól maximum méterekre lévő buzgárok (ld. például 3. kép) szemeloszlási görbéje eltérő képet mutat-e? Az egymás mellett lévő buzgárokban (5-8 és 17-18 sorszámú minták az 1. táblázatban) elvileg ugyanolyan szemeloszlási görbével kell rendelkezni, a mérési tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy különbség van a szemeloszlási görbe lefutásában (ld. 1. ábra).

Ugyancsak kérdésként merül fel, hogy egy buzgár különböző részeiből vett minták szemeloszlása milyen eltérést mutat (2-3, 5-6, 7-8, 14-15 és 19-20 sorszámú minták az 1. táblázatban). Megállapítható, hogy a szemeloszlási görbék között itt is különbség van. A finomabb szemcséket a víz e kürtőtől messzebb szállítja, messzebb rakja le. Ez alapján azon a helyen, ahol a buzgár vize koncentráltan áramlik ki ott kell a legdurvább szemcsékre számítani, attól távolodva pedig finomabb szemcsékre. A szemeloszlási görbék tanúsága szerint ez az eltérés relatíve nagy is lehet (2. ábra)



1. ábra Egymáshoz közeli buzgárok szemeloszlási görbéje (17-18. sorszámú talajok az 1. táblázatban)



2. ábra A buzgár különböző részeiből vett szemeloszlási görbe (19-20. talajok az 1. táblázatban)



1. kép Buzgár a bölcskei holtág szélén (2006) a holtág terepszintje és a mellette lévő magaspart szintje között legalább két méter szintkülönbség van. (9-10. sorszámú terület az 1. táblázatban)

Tény, hogy minden vizsgálat annyit ér, mint az alapadatok megbízhatósága. A geotechnikában a szemeloszlás meghatározása rutin vizsgálat, nemcsak bízni lehet benne, hogy a vizsgálati eredmények megfelelőek. Azonban minden elméleti fejtegetés hiábavaló, ha nem megbízható a szemeloszlási görbe meghatározása. Jelen vizsgálat sorozatnál több helyen történt a laboratóriumi vizsgálat, bár kétségtelen, hogy a minták nagy része a Műegyetem Geotechnikai Laboratóriumába került.

1. táblázat Buzgárok vizsgálatának helye

Sorszám	Év	Folyó, hely	Megjegyzés	d_{10}	C_u	Talaj megnevezése
1	1998	Tisza jp.	Tivadar belső oldal	0,08	3,25	Finom homok
2	1998	Tisza jp.	Tivadar külső oldal	0,025	8,4	Iszapos homok
3	1998	Tisza jp.	Dombrád	0,036	4,6	Iszapos homok
4	2006	Duna jp. 12+150	Abda	0,0071	17,8	Iszapos homok
5	2006	Duna jp. 41+206	Dombori, kis buzgár	0,007	13,9	Iszapos homok
6	2006	Duna jp. 41+206	Dombori, kis buzgár kürtő	0,041	2,4	Homok
7	2006	Duna jp. 41+206	Dombori, nagy buzgár	0,026	4,3	Homok
8	2006	Duna jp. 41+206	Dombori nagy buzgár kürtő	0,006	15,2	Iszapos homok
9	2006	Duna jp. 79+420	Bölcske-holtág	0,026	6,5	Iszapos homok
10	2006	Duna jp. 79+420	Bölcske-holtág	0,016	10,8	Iszapos homok
11	2006	Tisza jp. 61+075		0,056	2,1	Finom homok
12	2006	Tisza jp. 71+300		0,049	3,5	Iszapos homok
13	2006	Tisza bp. 13+250	Tiszasas rekettyés	0,106	2,2	Finom homok
14	2006	Tisza bp. 13+580	Tiszasas, kürtő széle	0,073	2,3	Finom homok
15	2006	Tisza bp. 13+580	Tiszasas kürtő közepe	0,051	2,6	Finom homok
16	2010	Sajó bp. 6+266		0,007	12,6	Iszapos homok
17	2010	Tisza, Millér	Kis buzgár	0,007	6,1	Iszapos homok
18	2010	Tisza, Millér	Nagy buzgár	0,0083	5,9	Iszapos homok
19	2010	Tisza, Tizsakürt	Külső része	0,17	2,2	Homok
20	2010	Tisza, Tizsakürt	Belső rész	0,13	2,3	Homok

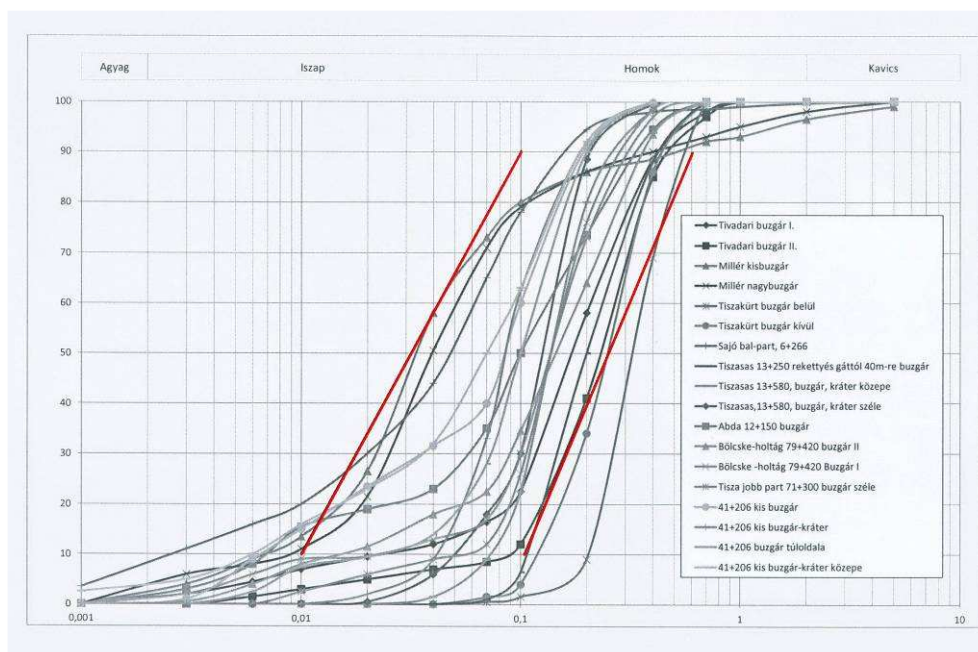
3. A SZEMELOSZLÁSI GÖRBE LEFUTÁSA

A buzgárból kimosott talajok szemeloszlási görbéje minden esetben folyamatos lefutású, természetes talajokban előforduló jellegűt mutatott. Az összes görbét egy szemeloszlási ábrán felrakva, egyértelműen megállapítható, hogy a görbék egy sávot jelölnek ki. Ebben a sávban (iszapos homok, finom homok, homok) a talajoknak már nincs számottevő kohéziója, ugyanakkor a talajszemcsék tömege olyan kicsi, hogy az áramló víz el tudja mozdítani a szemcséket. (3. ábra) Meg kell jegyezni,

hogy megfelelően magas hidraulikus gradienssel minden talaj (sőt kőzet is) elmosható. Itt inkább az dominál, hogy ezen szemeloszlási tartományoknál van a legkisebb gradiensre szükség.



2. kép Dombori buzgár a gátkoronáról (2006). A talaj kimosódás mintegy 20 méterre a töltéslábtól keletkezett. (5-8. sorszámú terület az 1. és 2. táblázatban)

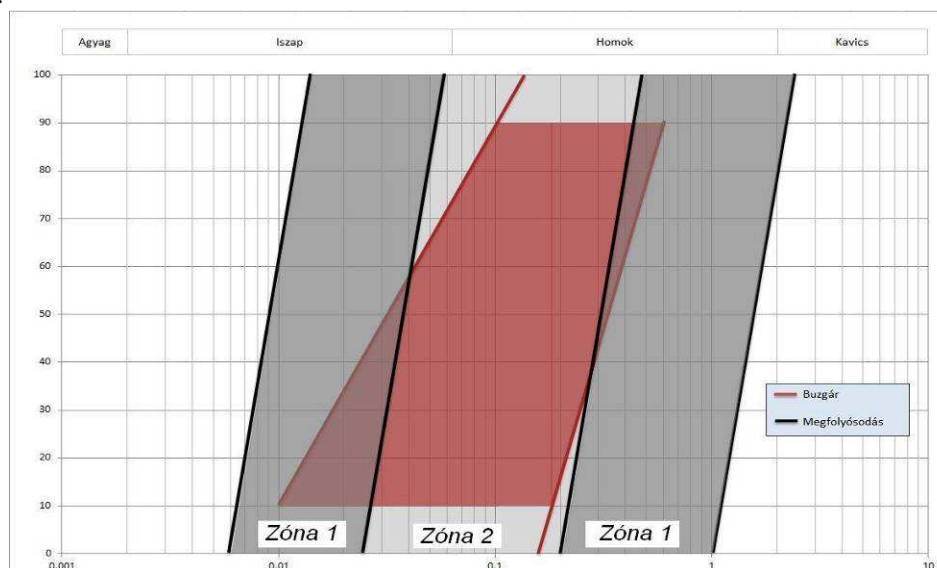


3. ábra A szemeloszlási görbék és a határgörbék bemutatása

Szemcsés talajok földrengéskori megfolyósodásának (liquefaction) határát reprezentáló görbék (Ishihara 1993) alapján készült sematizált határgörbéket (Smoltczyk 2002) a 4. ábra mutatja (1. zóna kevésbé veszélyes, 2. zóna nagyon veszélyes). Ugyanott ábrázoltuk a buzgárból kimosott melynek a tartománya kísértetiesen hasonlógot mutat a földrengésnél tapasztalzakhoz. Már korábban is felvetődött az a hipotetikus kérdés, hogy az árvízkor keletkező buzgár alakra a földrengéskor tapasztalt megfolyósodáshoz hasonló felszíni jelenséget mutat, egy vulkáni kúpot, melynél a kútból áramlik ki a víz, szemcséket sodorva magával. A szemeloszlási görbék tartományának hasonlósága (3. ábra) arra hívja fel a figyelmet, hogy a két jelenség valóban közel állhat egymáshoz.

A fentiek alapján felmerül a kérdés a két jelenségnél a hasonló felszíni megjelenés illetve a szemeloszlások hasonlóságával kapcsolatban: **A buzgár egy statikus liquefaction, vagy a megfolyósodás (liquefaction) egy dinamikus buzgár.**

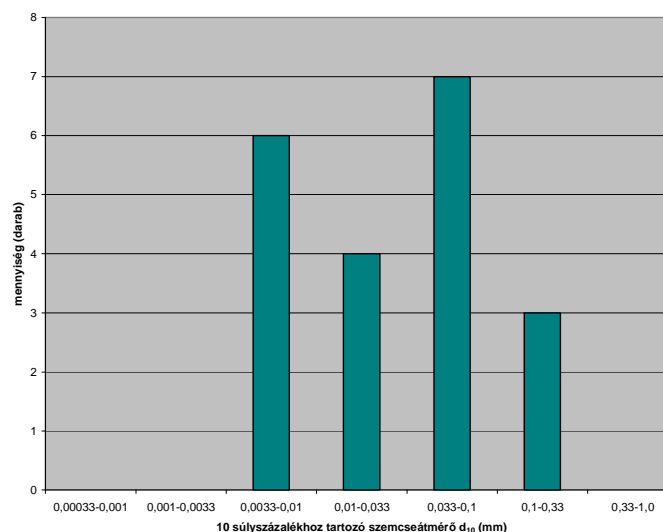
Meg kell jegyezni, hogy a zagyátek tönkremenetelével kapcsolatban több olyan szakértői vélemény is készült, melyek szerint a gátszakadást liquefaction okozta, de földrengésről az adott tönkremenetelnél nem számoltak be. Ez azt jelenti, hogy megfolyósodás (liquefaction) statikus terhelés hatására is kialakulhat.



4. ábra A megfolyósodásra leginkább veszélyes talajok (Smoltczyk 2002), kiegészítve a buzgár határgörbékkel

4. A 10 SÚLYSZÁZALÉKHOZ TARTOZÓ SZEMCSEÁTMÉRŐ

A szemeloszlási görbe vizsgálatánál egy sarkalatos pont a **10** súlyszázalékhoz tartozó szemcseátmérő meghatározása (ld. 2. táblázat). Ez a szemcseátmérő a meghatározó a szivárgási folyamatok szempontjából, illetve a szemeloszlás elnyújtottságának megítélésénél. A buzgárból kimosott anyagoknál nem azonosítottunk $d_{10} > 0,33$ és $d_{10} < 0,0033$ mm átmérőjű szemcsét (5. ábra). Tehát a d_{10} -hez tartozó szemcséknek kevesebb, mint két nagyságrendnyi tartománya érintett a buzgár kimosódásban. Az 5. ábra szélei felé a gyakoriságnak csökkennie kellene, azonban valószínűleg a relatíve kis elemszám és a kategóriák számának szűkössége miatt ez a tendencia nem érvényesül.



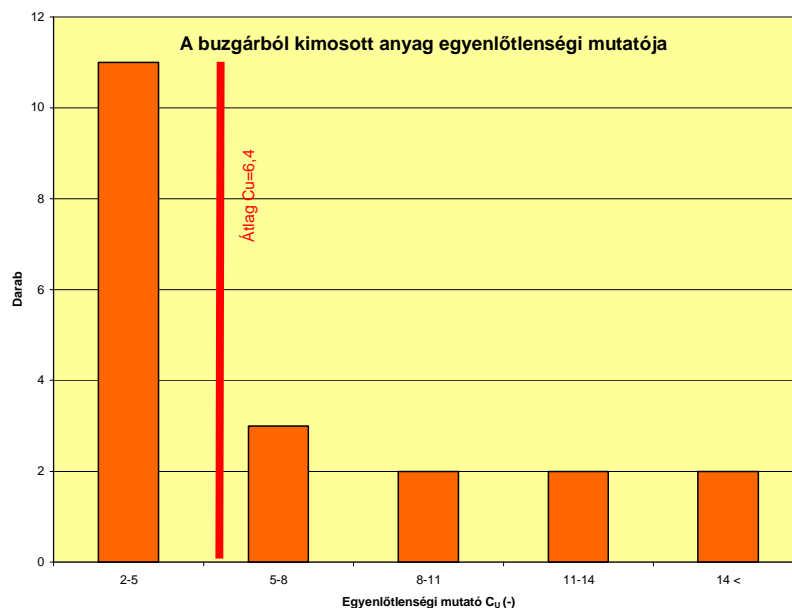
5. ábra Az d_{10} megoszlása a buzgár által kimosott anyagban



3. kép Tiszasas rekettyés buzgár (2006) mintegy 40 méterre a gátlábtól (13. sorszámú terület az 1. és 2. táblázatban)

5. AZ EGYENLŐTLENSÉGI MUTATÓ

A buzgárból kimosott talajok egyenlőtlenségi mutató (C_U) értékei az 1. táblázatban vannak feltüntetve. A legmagasabb érték $C_U = 17,8$, az átlag $C_U = 6,4$ -re adódott. $C_U < 2,0$ talajt nem azonosítottunk. Az egyenlőtlenségi mutató megoszlását a 6. ábra mutatja, melyben a $C_U = 2-5$ kategória legnépesebb, több mint a minták fele esik ide. Az alacsony egyenlőtlenségi mutatójú finom szemcsés talajok a legkönnyebben elmoshatók, vagy elmozdíthatók a helyükről, ugyanis kohéziójuk nincs, a szemcsék tömege pedig kicsi.



6. ábra Az egyenlőtlenségi mutatómegoszlása a buzgár által kimosott anyagban

6. AZ EGYENLŐTLENSÉGI MUTATÓ ÉS D_{10} KAPCSOLATA

Megvizsgálva az egyenlőtlenségi mutató (C_U) és a szemeloszlási görbe 10 súlyszázalékához kapcsolódó szemcseátmérő (d_{10}) viszonyát, megállapítható egy inverz kapcsolat, vagyis d_{10} növekedésével C_U értéke csökken. Magyarul: minél durvábbak a kimosott talajok, annál egyszemcsésebbek. Ami pedig a legmeglepőbb, a kapcsolat korrelációja (annak ellenére, hogy az országban sok helyről származó minták voltak, több laborban készültek a vizsgálatok) szoros, csaknem $R = 0,9$!! (ld. 6. ábra)

buzgárból kimosott anyag szemeloszlását vizsgáltuk meg a szemeloszlási görbe néhány kitüntetett pontja és az egyenlőtlenségi mutató alapján. A vizsgálatok alapján meg tudjuk fogalmazni, hogy milyen szemeloszlás frakciók mosódnak ki és tudjuk jellemezni azt is amilyen frakciók kimosódása nem várható. Szemeloszlási görbék alapján le tudjuk határozni a kimosódásra veszélyes tartományokat. A vizsgálatok hasznos eredményt mutattak az egyenlőtlenségi mutató és a 10 súlyszázalékhoz kapcsolódó szemcseátmérő értékére, valamint ezek kapcsolatára.

A buzgárosodási folyamat megértéséhez vizsgálni kell, hogy a kimosott anyag egy réteg anyaga, vagy csak szemcsefrakció egy rétegből. Ehhez fontos lenne a buzgár környezetének pontosabb megismerése.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- Durst Z. szerk. 1962. Az árvízvédekezés gyakorlati ismeretei. Országos Vízügyi Főigazgatóság, Budapest.
- Imre, E., Rózsa, P., Lőrincz J. 2008. Characterization of some sand mixtures. Proc. of the 12th Int. Conf. of Int. Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (IACMAG) 1-6 October, 2008 Goa, India, pp: 2064-2075.
- Ishihara, K. (1993): Liquefaction and flow failure during earthquakes. Geotechnique, Vol. 47, No. 3, pp. 349-451.
- Lőrincz J, Imre E, Gálos M, Trang Q.P, Telekes G, Rajkai K. 2004. Grading entropy variation due to soil crushing. Second International Conference from Experimental Evidence Towards Numerical Modelling of Unsaturated Soils. September 18-19, 2003 Bauhaus-university, Weimar, Germany. pp: 215-231.
- Lőrincz J., Nagy L. 2010. Buzgárosodásra való hajlam gyakorlati vizsgálata szemeloszlási entrópia segítségével, Hidrológiai Közlöny, 90. évfolyam, 3. szám, pp. 59-64.
- Lőrincz, J. 1986. Talajok szemeloszlási entrópiája. Dr. Univ. disszertáció. BME Építőmérnöki kar, Geotechnikai tanszék.
- Lőrincz, J. 1993. On particle migration with the help of grading entropy. Proc., Conf. on Filter sin Geotechnical and Hydraulic Engineering, Brauns, Heibaum and Schuler, eds., Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp. 63 - 65
- Lőrincz, J., Nagy L. 1995. Árvízvédelmi töltések altalajának vizsgálata buzgárosodásra való hajlam szempontjából a szemeloszlási entrópia segítségével. OMFB által támogatott alap kutatás.
- Nagy L. 2000. Az árvízvédelmi gátak geotechnikai problémái. Vízügyi Közlemények, LXXXII. évf., 1. füzet, pp. 121-146.
- Nagy L. Árvízvédekezés a településeken. Innova-Print Kft. nyomda, ISBN 978-963-06-7458-4. 2009, 2. kiadás 2010.
- Nagy L. és tsai. 1994. Engineering Geophysical Method for Risk Mapping of Flood Protection Sub-catchment Defended by Levees. 7th Int. IAEG Congress, Lisboa, pp. 617-641.
- Nagy L., Szlávik L szerk. 2004. Árvízvédelem a gyakorlatban. KTVM Vízügyi Hivatala, Budapest.
- Nagy L. 2002. 200 Years Dike Failures in the Carpathian Basin. Proceedings of the 2nd International Symposium on Flood Defence (ISFD'2002), Beijing, Balkema Publishers, pp. 786-793, 2002.
- Nagy L. 2009: Árvízvédekezés a településeken. Innova-Print Kft. nyomda.
- Nagy L. 2000. Az árvízvédelmi gátak geotechnikai problémái. Vízügyi Közlemények, **LXXXII**(1) 121-146.
- Nagy L. 1999. Az 1998. novemberi tivadari buzgár vizsgálata. Hidrológiai Közlöny, 79. évf., 4. szám, pp. 217-222.
- Nagy L. 2003. A dombrádi buzgár vizsgálata. Vízügyi Közlemények külön szám, 1. kötet, pp. 205-215.
- Péchy J. 1892. Gátvédelem, Gyakorlati kézikönyv vízi mérnökök és gátvédők részére. Budapest.
- Polgár és tsi. szerk. 1974. Árvízvédekezési kézikönyv. VÍZDOK, Budapest.
- Szlávik L., Nagy L. 1997. A surányi jelenség, Veszélyes töltés meghibásodások az 1997 évi júliusi dunai árhullám levonulásakor. Vízűkör, XXXVIII. évf., 4. szám, p. 35.
- Smolczyk U. ed.: Geotechnical Engineering Handbook, 2002.
- Tápay L., Szalai M. 1954. Árvízvédelmi kézikönyv. Budapest.