

Kopolya ismeret

Dr. Nagy László

BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék

A történelmi gátszakadások statisztikai feldolgozása jó lehetőséget biztosít a Gátszakadások hosszának meghatározására. Csaknem a 2858 gátszakadás felénél van a megnyílás szélességére adat. Ugyanakkor a kopolya keletkezés elvi feltételeinek vizsgálatához, a feltevések igazolásához, azt kell látni, hogy a történelmi adatok hiányosak, különösen akkor, ha jobban visszamegyünk az időben. A Kárpát-medence területére eső több mint 2858 összegyűjtött gátszakadásból tehát 116 esetéből 68-nál (~59%) biztosan tudjuk, hogy keletkezett kopolya, 48-nál (~41%) pedig biztosan tudjuk, hogy nem keletkezett. Az előző 200 év gátszakadásait vizsgálva a következő emlékezetes árvizek idézhetők fel:

- Az 1876. évi jeges árvíznél a Duna bal parton közvetlenül az ercsi jégtorlasz felett keletkezett két gátszakadásnál szintén keletkezett kopolya, melyek még az 1990-es években is azonosíthatóak voltak. Ezeken a gátszakadásokon keresztül öntötte el a víz Csepel-szigetet, majd az akkor nemrég megalakult Pestmegyei Sárközi Ármentesítő Társulat (Moder 1896) területére is átfolyt a víz, és vonult le hosszan Bajáig. A gátszakadás eredeti nyomvonalon lett helyreállítva.
- Talán az egyik legemlékezetesebb gátszakadás Magyarország területén, ahol szintén keletkezett kopolya, 1879-ben a Tisza jobb parton a Szegedi katasztrófához vezető Petresi gátszakadás volt. Az árvízvédelmi biztonság helyreállítása mentett oldali megkerülő töltéssel készült.
- 1899. szeptember 20. Nagybajcs és Szunyogmajor között 12+000 körül, 1802 és 1804 fkm között (1. kép).
- Az 1954. évi Szigetközi árvíznél mind a négy gátszakadásnál keletkezett kopolya, valószínűleg a szemcsés altalaj miatt. A 2. kép a gátszakadás helyét mutatja közvetlenül a víz levonulása után.
- Legmélyebb ismert kopolya a Duna jobb parton Bogyiszló mellett a 18+627 szelvényben alakult ki 1956-ban. A kopolya mélysége a helyreállítási jelentés szerint 18,2 méter volt a korona szint, és 15,5 m a terepszint alatt. A kopolya átnyúlt a vízoldalra is, a töltés tengelyétől 15 méterre a mélysége elérte a 12 métert. A március 11-i szakadást júliusra állították helyre, kordés földmunkával, a kopolya betöméséhez 50000 m³ talajt használtak fel.
- A legnagyobb kiterjedésű ismert kopolya is az 1956. évi árvízhez kapcsolódik a mai Magyarország területén. Dombori és Bogyiszló között a 39+750 szelvényben március 10-én keletkezett gátszakadás talajtörés következtében. Az iszapos homok altalajt több mint 4 hektáron mosta el a víz. A gátszakadás 250 méter hosszúra bővült, a kopolya átterjedt a vízoldalra is. A kopolya legmélyebb pontja a mentett oldalon a töltés tengelyétől 50 méterre 10,5 méter, a töltés tengelyben 12 méter és a mentett oldalon a töltés tengelyétől 25 méterre 9 méter volt a terepszint alatt. A terület helyreállításához 216400 m³ földet építettek be.
- 1980-ban a Kettős-Körös jobb parton a Hosszúfoki szivattyútelepnél keletkezett gátszakadás. A gátszakadásnál a kopolya a vízoldalra is annyira átterjedt (valószínűleg a terepszinten lévő diszperzív agyag jelenléte miatt), hogy a szokással ellentétben a

szádlemezés elzárását a mentett oldalon kellett készíteni. (Szepessy 1981, 1983) Az utolsó lemez beverésekor az alvíz és felvíz magasságkülönbsége csaknem 50 cm volt.



1. kép Szigetközi kopolyáknál a helyreállítás. A bal oldali kopolya az 1899. évi gátszakadás helye.



2. kép Az 1954. évi szigetközi árvíz gátszakadásának kopolyája



3. kép Mulde folyó (Szászország) mellett kialakult kopolya alakja 2002. évi árvíz



4. kép Kopolya a kimondhatatlan nevű Goitzsch-nél az Elba 2002. évi árvizénél

A kopolya helyszínrajzi alakja rendkívül változatos. Erről nemcsak a kialakult gátszakadások után visszamaradt kopolyák (3. és 4. képek) tanúskodnak, de a helyreállításnak a megkerülő töltései is (5. - 22. képek). A kopolyák alakja tehát attól függ, hogy merre talál elmosható talajt a folyóból kiömlő víz. A szántások fellazított talaja mindenképpen a könnyen elsodorható talaj kategóriájába esik, függetlenül a talaj milyenségétől, függetlenül a talaj erózió érzékenységétől. A képek is megmutatják, hogy a kopolya változatos alakot és mélységet vehet fel. A légi és űrfelvételeken többnyire csak a nagyobb mélységű kopolyák, illetve azokban kialakult tó azonosítható. A kopolya alakjának felvétele közvetlenül a gátszakadást okozó árhullám levonulása után készíthető el. A kopolyában lévő víz kirajzolja annak alakját (például 3., 4. és 8. képek). Megállapítható, hogy a kopolya roppant változatos lehet a helyszínrajzon, alakja és mélysége jelenleg még semmilyen módszerrel előre nem tervezhető, nem becsülhető, nem modellezhető.

Kétségtelen tény, hogy a kopolyák és a hozzá tartozó talajviszonyok tekintetében a legpontosabb adatok az 1956. évi jeges árvíz gátszakadásáról maradtak fenn. A kopolyaképződés statisztikai elemzésénél nemcsak azt kell vizsgálni, hogy mikor, milyen feltételek között keletkezik kopolya és annak mi volt az oka, hanem azt is, hogy amikor nem keletkezett, annak mi volt az oka. Ezzel a kétoldalról történő bizonyítással pontosabb közelítés érhető el.

Kopolya		Min.	Átlag	Max.	Adatok száma
Mélysége	m	0,4	5,7	15,0	36
Területe	m ²	100	8260	40700	22
Térfogata	m ³	200	43600	216000	20

1. táblázat A kopolya méretének statisztikai adatai

A Duna és a Tisza mellett 68 db ismert kopolya esetén csak 22 esetben (32 %) van információnk a kopolya területéről, és 36 esetben (53 %) a mélységéről (1. táblázat). A kopolyák átlagos mélysége 5,7 méter, átlagos területük 8260 m² a 1. táblázatban feltüntetett maximális és minimális¹ értékek mellett. Átlagosan 43600 m³ talajt kellett beépíteni a kopolyába 20 rendelkezésre álló adat alapján (29 %). Kétségtelen tény, hogy a kopolya méretével kapcsolatban ott maradtak fenn adatok, ahol azok helyreállítása jelentős költséget igényelt, így az átlagos területre illetve az átlagosan beépített helyreállítási térfogatra meghatározott értékek valószínűleg túl vannak becsülve.

Kopolya	Víz-oldalon	Töltés alatt	Mentett oldalon	Mindhárom helyen	Összes adat	Átlagos mélység
Vízoldalon	0	0	0	15	15	6,3
Töltés alatt		7	5		27	8,0
Mentett oldalon			8		28	6,7

2. táblázat Kopolya elhelyezkedése a töltéshez viszonyítva

Összesen 35 olyan kopolyáról tudunk, ahol információ van a gát keresztmetszeti elhelyezkedéséről. Ezek közül csak a mentett oldalon volt kopolya 8 (23 %), csak a töltés alatt volt kopolya 7 (20 %) esetben, a mentett oldal és a töltés alatt volt 5-ször (2. táblázat). Abból a tényből, hogy csak a vízoldalon illetve a vízoldalon és a töltés alatt egyetlen egyszer sem volt kopolya egyértelműen következik az is, hogy kopolya a mentett oldalon a töltés alatt keletkezik, vagyis a kopolyaképződéséről felállított elképzelés helyes (2. táblázat).

Az említett 35 keresztmetszvényileg ismertebb kopolyánál 15 esetben (43 %) a gödör a víz oldalra is áterjedt (2. táblázat), vagyis a mentett oldalra, a víz oldalra és a töltés alatti területre is kiterjedt. Más szavakkal, vízoldalon csak akkor volt kopolya, ha az a mentett oldalról vagy a töltés alól rágódott át.

Ezen utóbbi adatok alapján a kopolyák átlagos mélységét a 2. táblázat mutatja a keresztmetszvényben. Bár az átlagos mélységek között nincs nagy különbség, mégis meglepő, hogy a kopolyák vízoldali mélysége közel megegyezik a mentett oldali mélységgel, az átlagos mélység a korona alatt a legnagyobb.

	Adat	Átlagos hossz
	db	m
Volt kopolya	40	83,4
Nem volt kopolya	59	63,2
Összesen	99	71,4

3. táblázat Kopolyás és nem kopolyás gátszakadások hossza

A 116 gátszakadásból 99-nek ismerjük a hosszát (3. táblázat). A kopolyás gátszakadások átlagos hossza (83 méter) 30 %-al nagyobb, mint azoké, ahol kopolya nem keletkezett (63 méter). Ez a két adat azt sugallja, hogy kopolya nagy szakadásoknál könnyebben alakul ki minden más tényezőtől függetlenül, vagy a kopolyánál kialakuló turbulens mozgás visszahat a szakadás szélességének növekedésére.

A kopolyákról rendelkezésre álló információk nagy része 1945 utáni. Az adatgyűjtésben nagy segítséget jelentett ÁBK SZ (1974) kiadványa, melyben a kopolyával kapcsolatban két fontos megjegyzés található: A felmért 81 gátszakadás közül 24-nél (30%) volt kopolya. Ez az arány több, mint hétszerese, az összes gátszakadásra vonatkoztatott arálynak.

¹ Valójában a minimális érték, ha nincs kopolya, de ettől jelen esetben eltekintünk.

Az 1945 óta eltelt időszak viszonylag pontosabb adatai arra engednek következtetni, hogy a gátszakadások 30-40 %-nál volt kopolya. Ha szem előtt tartjuk, hogy a vizsgált 99 gátszakadás reprezentálja az összes gátszakadást, akkor az mondható, hogy 2858 gátszakadás közül legalább 1000-nél lehetett kopolya.

A KOPOLYA KIALAKULÁSÁNAK GEOTECHNIKAI ADOTTSÁGAI

A kopolyaképződésénél kétség kívül az egyik legérdekesebb kérdés az árvízvédelmi gát altalajának geotechnikai adottságaihoz kapcsolódik. A finom szemcsés és az átmeneti talajok veszélyesek kopolya képződésre. Ugyanezek veszélyesek buzgárképződésre is.

Az ÁBK SZ (1974) kiadványa szerint: „A kopolyaképződésre akkor nem kell számítani, ha a kötött fedőréteg vastagsága legalább 2,5 méter.” Ez a rövidke megállapítás számos pontatlanságot hordoz magában:

- A magyar - és számos külföldi ország szabványa szerint is - az iszapok, sőt az Eurocode 7 bevezetése előtti időben az iszapos homokliszt is kötött talajnak minősült (mert plasztikus index készíthető volt belőle). Feltételezhetően a kiadvány készítői nem iszapra vagy iszapos homoklisztre gondoltak, amikor a kötött talaj elmoshatatlanságáról ezt az ideológiát felállították.
- Erősen kötött talaj is lehet laza szerkezetű, a laza talajok könnyebben erodálhatóak.
- Erősen kötött talaj is lehet átmeneti vagy gyengén kötött talajjal mikro rétegzett, ami feltétlenül elősegítheti a felszín megbontását, majd elmosását.
- A 2,5 méteres vastagságot, mint határértéket megadni értelmetlen. A víz mindig a felszínt bontja meg, és amikor a felszínt bontja „fogalma sincs” arról, hogy milyen talaj van egy előre meghatározott mélység alatt.

A víz addig bontja az éppen aktuális felszínt és bővíti a kopolyát, amíg az energiája akkora, hogy a talajszemcséket el tudja mosni². Ennek az eredménye, hogy egészen mély kopolyák is kialakulhatnak.

Kétségtelen tény, hogy a kohézió nélküli (vagy alacsony kohéziójú) finom szemcsés, átmeneti talajok lényegesen kisebb vízsebesség mellett is elmoshatók helyükről, mint az erősen kötött talajok. Ez a hatás a kopolyaképződés szempontjából fontos. Egy 4 méter magas árvízvédelmi gát átszakadásánál³ 5 m/s vízsebesség is kialakulhat a gátszakadásban.

		Kopolya		
		Volt	Nem volt	Összesen
Talaj	Agyag	3	4	7
	Diszperz agyag	1	-	1
	Homokos agyag	6	4	10
	Agyagos homok	9	2	11
	Iszapos homok	6	1	7
	Homok	10	4	14
	Kavicsos homok	1	-	1
	Homokos kavics	3	-	3
	Kavics	3	-	3
	Nincs adat	26	33	59
Összesen		68	48	116

4. táblázat Különböző talajok esetén a kopolya léte

² Nem szabad elfelejtenni arról, hogy megfelelően nagy víznyomással minden talajt, sőt kőzetet is el lehet mosni.

³ Természetesen feltételezve, hogy nem lábvíznél szakad át a gát!

A gátszakadások helyének leírása geotechnikai szempontból nagyon gyenge. A rendelkezésre álló adatok nem tartalmaznak réteghatárokat, rétegleírásokat, talajjellemzőket. Így a gátszakadásnál előfordult talajok és a kopolya léte szerinti megoszlása csak a bemenő adatok minőségétől függ (4. táblázat), bár meg kell jegyezni, hogy a leírások nem elég részletesek és nem laboratóriumi vizsgálatokon alapulnak.

A 68 kopolyás gátszakadásból 42 esetben (62 %) volt információ az átszakadt töltés altalajáról. Azon esetek száma viszonylag alacsony (15 db – 31 %), amikor tudjuk, hogy nem volt kopolya, de ismerjük az altalaj viszonyokat. A 4. táblázat szerint, ha a gátszakadásnál az altalajban homok, homokos kavics, kavicsos homok vagy kavics volt, ott minden esetben keletkezett kopolya. Ahol csak agyag talajt jeleztek a leírások, ott fordított a helyzet, többször nem volt



5. kép Sorozatos gátszakadások a Jangce bal parton Wuhan felett



6. kép Kopolya helyreállítása Rhone mellett Mellöknél. Vízoldali helyreállítás.



7. - 8. képek Kopolyák kikerülése az árvízvédelmi gát helyreállításával a Vörös folyó mellett (Vietnam). Egy vízoldali és egy mentett oldali helyreállítás.

kopolya, mint volt (4. táblázat).

Külön problémát jelentenek az erózióra veszélyes talajok, a rosszul tömörített talajok és a diszperzív talajok jelenléte. Feltételezhetően egy alacsony egyenlőtlenégi mutatójú homok, egy járatos erózióra hajlamos agyag (Szepessy 1983), egy fellazított talaj (pl. mélyszántás) az átlagnál könnyebben mosódik el. A fentiek közül az 1980. évi Hosszúfoki gátszakadásnál lévő diszperzív agyagra van példa.

Bár a gát keresztmetszeti alakja csak részben geotechnikai kérdés, mégis itt célszerű vele foglalkozni egy megállapítás erejéig. A 116 gátszakadás közül 57-nél (~49 %) ismerjük a gát feltételezett altalaját a szakadás előtt. Az 1976. évi előírásokig a töltés mentett oldali rézsúja meredekebb volt, mint a vízoldali, ami a sok meghágásos tönkremenetel esetében azért kedvezőtlen, mert az átbukó víz neki ütközik az altalajnak. Ezen gátszakadások csaknem háromnegyedénél keletkezett kopolya!

A TÖNKREMETNELI MECHANIZMUS SZEREPE A KOPOLYAKÉPZŐDÉSNÉL

Mint ahogy korábbi megállapításban szerepelt, bizonyos tönkremeneteli mechanizmusok (buzgár, hidraulikus altalajtörés, altalaj csurgás) automatikusan jelentik kopolya kifejlődését. Ezt támasztja alá a történelmi adatok statisztikai feldolgozása is.

Mechanizmus	Eset	Kopolya	
		volt	nem volt
Meghágás	66	26	40
Altalaj	20	20	0
Erőszakos átvágás	0	0	0
Elhabolás	1	1	0
Műtárgy	3	1	2
Töltéstest	8	5	3
Egyéb ismert	3	2	1
Nem ismert mechanizmus	15	13	2
Összesen	116	68	48

5. táblázat Kopolyák megoszlása a gátszakadás mechanizmusa alapján

A Kárpát-medence területén 116 gátszakadásnál⁴ van pontos információk kopolya létevel kapcsolatban. Ezekből 101 esetben (~85 %) ismerjük a gát tönkremenetelének mechanizmusát. Ezekből 43-nél (~43 %) keletkezett kopolya, és 47-nél (~47 %) nem.

A számok azt mutatják, hogy mind a 20 esetben (!), amikor a gátszakadást altalaj törés okozta keletkezett kopolya is (5. táblázat). Ugyanakkor a táblázat többi adata a meghágások kivételével végérvényes megállapítás levonására alkalmatlan az esetek kis száma miatt.

A 116 esetből 17-nél (~15 %) nem ismerjük a gát tönkremenetelének mechanizmusát. Ezeknél hatszor annyi alkalommal keletkezett kopolya, mint hogy nem keletkezett (5. táblázat). Az adatok megbízhatóságát az ismeretlen mechanizmusú kopolyás gátszakadások jobb megismerésével, a **kopolyák és környezetük feltárásával** és a folyók menti talajvizsgálatok végzésével lehetne javítani.

A KIÖMLŐ VÍZ BUKÓMAGASSÁGA

Gátszakadás mindig egy ponton keletkezik, onnan fejlődik rendszerint mindkét irányban a töltés hossz tengelye mentén. Kopolya is egy ponton keletkezik, és onnan terjed tovább vízszintesen és függőlegesen. Az idő előre haladtával egyensúlyi állapot jön létre, a

⁴ Az összes gátszakadás 4,1 %-a.

gátszakadáson átbukó víz ereje nem képes tovább nagyobbítani a kopolyát. Adott viszonyok (altalaj rétegződés és gátszakadás topográfiai elhelyezkedése stb.) mint adottságok mellett a kiömlő víz elmosó ereje (bukómagassága és ezáltal a víz sebessége) az, ami a kopolyát kialakítja. A bukómagasság a gátszakadás kezdetén alacsony. Ahogy a töltést egyre jobban elmossa a víz, úgy nő a bukómagasság. Ez egy gyors folyamat. Amikor a töltés elmosásra került, a megnyílás kiszélesedett, a bukómagasság már csak lassan változik a vízállás változásával. A gátszakadáson kiömlő víz a megnyílást egészen addig fejleszti, amíg egyensúlyba nem kerül a talaj ellenállásával. Ebből a szempontból fontos szerepe van az időnek is. A kopolya nem változtatja meg a bukómagasságot, mert az a felvízi (jelen esetben a folyó vízszintje) és az alvízi (jelen esetben a terepen szétterülő) vízszint különbsége.

Kopolya kialakulása egyértelműen a gátszakadáson átáramló víz elragadó hatásának eredménye. A bukó képlet alapján könnyen belátható, hogy a magyarországi árvízvédelmi gátak szakadásánál is kialakulhat 4-5 m/s-nál nagyobb vízsebesség a gátszakadásban. Kopolyaképződés valószínűleg ott kezdődik, ahol a rohanó víz sebessége megtörik és áramló vízzé alakul, vagyis a mentett oldalon a mentett oldali töltéslábnál. A későbbiekben a kopolya fejlődése történhet a vízoldal felé is.

A kopolyáról meglévő történeti adatoknál 26 esetben tudjuk, hogy a gátszakadáson keresztül kiömlött víz által elöntött területet (18 esetben volt kopolya), úgy, hogy ismert volt a gátszakadás hossza is. Ezeknél az elöntött terület nagysága 220 - 55000 ha között változott (átlag 14500 ha). Kopolyás gátszakadásoknál (8 eset) az átlagosan elöntött terület 16140 ha. Ezzel szemben a nem kopolyás gátszakadásoknál az átlagosan elöntött terület kisebb, 12500 hektár. Ezen kevés számú adat azt sugallja, hogy a kopolyás gátszakadásoknál nagyobb volt az elöntött terület, vagy éppen a fordítottját, hogy nagy elöntött területekhez tartozó gátszakadásoknál nagyobb valószínűséggel lesz kopolya.

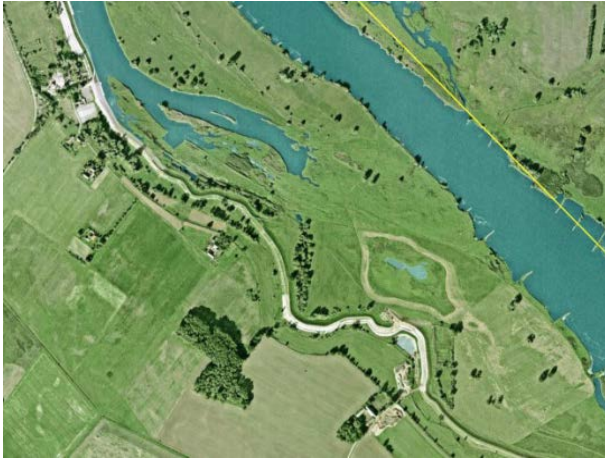
A vizsgált 26 gátszakadás 14 Duna menti volt, további 7 a Duna-völgyben (Sió, Völgységi p., Marcal, Rába), és 5 db a Tisza mellékfolyóján (Szamos, Körösök). A legnagyobb elöntött terület a Duna menti kopolyás gátszakadásoknál adódott, majd a Tisza mellékfolyói következtek. A kevés számú adat alapján is az becsülhető, hogy a folyó vízhozamának szerepe van a kopolyaképződésre, ami visszahat a gátszakadás várható hosszára.

116 gátszakadásból 15-nél nem ismerjük a gát tönkremenetelének mechanizmusát. A maradék 101 esetből 66 db (~66%) meghágás volt (5. táblázat), melyek közül 50-nél ismerjük a töltés magasságát is. A meghágásoknál 26 esetben volt kopolya és 40-szer nem. Ezek közül 22 esetben tudjuk a gát magasságát és 28-szer nem. Meg kell jegyezni, hogy 22 esetnél átlagosnál magasabb, a 28 esetnél pedig alacsonyabb töltések voltak. Az átlagos töltés magasságok aránya 2,9:2,5-ra adódott (mindkét adat méterben), ami azt sugallja, hogy az átlagosan magasabb töltéseknél (átlagosan nagyobb bukó magasságnál) nagyobb a kopolyaképződés valószínűsége.

AZ IDŐ SZEREPE A KOPOLYA KIALAKULÁSÁNÁL

Az idő szerepe a gátszakadás kialakulásában több szempontból is meghatározó jelentőségű. A megnyílás szélessége idővel egy egyensúlyi állapotig nő (Nagy 2004). Hasonló a helyzet a kopolyával is. Az idő múlásával a gátszakadáson kifolyó víz egyre nagyobb kopolyát hoz létre, majd a kifolyó víz bukómagasságának, a kifolyó víz vízhozamának csökkenése illetve az öblözet esetleges feltöltődése miatt a bukó magasság csökken. Ekkor a kopolya növekedése abbamarad, egyensúlyi állapot alakul ki. Ebből a szempontból fontos, hogy mennyi ideig folyik át a megnyíláson a víz. A gátszakadáson keresztül a víz kifolyásának négy tényező fontossága emelhető ki:

- a folyó vízállásának tartóssága,
- a mentesített terület feltöltődése,
- az árvízvédekezők aktivitása a gátszakadás bezárására,
- a gátszakadás időpontja a tetőzéshez képest.



9. kép Egymás után többször helyreállított gátszakadások az Odera mellett Frankfurtól északra



10. kép Erdővel benőtt kopolyák az Odera bal parton



11. kép Erdővel benőtt kopolya a Duna bal parton Calafat alatt



12. kép Kopolya a Duna bal parton Kevevárától nyugatra

Az árvízi vízállás tartóssága Magyarországon folyónként, illetve folyó szakaszonként széles határok között változik. A kisebb folyók felső szakaszán a vízgyűjtő nagyságának függvényében fél naptól egy-két napos árvizet jelenthet. A magyarországi Duna szakaszon az árvíz 15-20 napig, különleges esetekben akár 50-70 napig is tarthat, de volt már példa, hogy rendkívüli esetben 90 napig is tartott egy árvíz. Még kedvezőtlenebb ebből a szempontból a Tisza középső és alsó szakasza, ahol az árvíz időtartam elérheti a 90-120 napot is. 1876-ban az árvíz, mely már a nagyrészt szabályozott Tiszán vonult le 163 napig tartott Szegeden, amiben természetesen része volt a Duna visszaduzzasztásának is.



13.-14. képek Kopolyák Cairo (USA) és a torkolat között a Mississippi jobb parton

Az árvízvédekezők aktivitásának is jelentős szerepe lehet a kopolya kialakulásánál gátszakadás esetén. Az árvízvédekezők csökkenthetik is a gátszakadás szélességét, csökkenthetik a megnyíláson keresztül kifolyó víz mennyiségét és időtartalmát. Ugyanakkor az kell mondani, hogy szívós és kitartó munkával, szakszerűtlen munkavégzéssel növelhetik is a kopolya nagyságát. A magyar árvízvédelem története a Kárpát-medencében több olyan gátszakadást is ismer, amikor a védekezők emberfeletti munkával a gátszakadást elzárták még mielőtt a vízszintek kiegyenlítődése lejátszódott volna. Gátszakadás elzárása esetén megszűnik a kopolyaképző hatás. A kopolya méretének vizsgálatánál ez a tényező semmilyen módon jelenleg még nem modellezhető.



15.-16. képek Kopolyák St. Luis-tól délre Mississippi jobb part

Az idő másik szerepe (amire a gátszakadásokkal kapcsolatos adatgyűjtés is kiterjedt), hogy a tetőzéshez viszonyítva mikor jön létre a gátszakadás. Kétségtelenül az a kedvezőtlenebb, ha már tetőzés előtt kialakul a töltés megnyílása. Ez nemcsak azokon a helyeken fontos, ahol az árvíz lefutása csak néhány napig tart. A gátszakadásnak a tetőzéshez⁵ viszonyított időpontjára eddig 24 adattal rendelkezünk. Ezen értékek a tetőzés előtti 43 órától a tetőzés utáni három

⁵ A tetőzés definíció szerint az az időpont, amikor először eléri a vízszint azt a magasságot, aminél nagyobb már nem lesz az árhullám ideje alatt.

napig terjednek. Az átlag csak kevéssel több, mint 2 óra. Tekintettel arra, hogy ezen gátszakadások nagy része az 1954. és 1956. évi dunai árhullámmal kapcsolatosak, relatív homogenitást biztosít a folyó méretével kapcsolatos vizsgálat szempontjából. Aggasztó viszont a kevés elemszám mellett az adatok nagy szórása, ami csökkenti a további elemzés értékét.

A KOPOLYA HATÁSA A GÁTSZAKADÁS HOSSZÁRA

A kopolya információknál 26 esetben tudjuk a gátszakadás hosszát és az elöntött területet is. A 26 gátszakadás összes hossza 2936 méter, ebből a 18 kopolyás gátszakadásra 2362 méter jut. Egy gátszakadás átlagos hossza kopolya esetén 131 méter, ellenkező esetben 72 méter. Tehát a kopolya nagyobb gátszakadás hosszát mutat.

A 116 kopolyára információt adó gátszakadásból 40 tartalmazott adatot a gátszakadás hosszára. Ezeknél az átlagos gátszakadás 83,4 méterre adódott (6. táblázat), húsz méterrel hosszabbra, mint a kopolya nélküli gátszakadásoknál. Ez a lényeges különbség azt mutatja, hogy a kopolya meglétéhez nagyobb gátszakadás hossz rendelhető statisztikai feldolgozás alapján.

	Adat	Gátszakadás átlagos hossza
	db	m
Volt kopolya	40	83,4
Nem volt kopolya	59	63,2
Összesen	99	71,4

6. táblázat A gátszakadás hossza a kopolya léte szerint

KOPOLYÁK AZONOSÍTÁSA ŪRFELVÉTELEK ALAPJÁN

Kopolya számos folyó mellett azonosítható. Rendszerint jelentős földtömegre volt szükség a betömésükhöz, így a XX. század második fele előtt inkább kikerülték. A 3.-22. képeken különböző országban azonosított kopolya látható. A kopolyában a folyó vízszintjének apadása után visszamarad a víz. Ezt a nyílt vízfelületet később a talajvizen keresztül a folyó vize táplálja. Idővel a kopolya feltöltődik (például vízdalon a folyó ismételt kiöntéseinek hatására hozott hordalékkal), egyre kisebb lesz a vízmélység, majd megtelepülnek benne a fák. Így valamilyen szinten becsülni lehet a kopolya korát is. Az erdőcsoportok is jól mutatják a kopolya helyét a gátban kialakított iránytörésekkel együtt. A kopolya teljes rehabilitációját a mezőgazdasági termelésbe történő bevonása jelenti a mentett oldalon.

A kopolyák azonosítása ūrfelvételekről, vagy légi fotókról a gát mással nem magyarázható iránytörése (5. - 20. képek), a gátszakadás kopolyájában lévő vízfelület (3., 7., 8., 12. - 14., 16. - 18. és 20. képek), valamint a kopolyában kialakult erdősültség (6., 10., 11., 13., 15., 16. és 19. képek) alapján egyenként, vagy együttesen lehetséges.



17. kép Apatintól délre két kopolya helyreállítása



18. kép Kopolya Dunagárdony mellett



19. kép Apatintól északnyugatra a Harcsás csárdánál



20. kép Kopolya Kabol mellet Duna bal part

Mint ahogy a 193. - 214. képek mutatják a gátszakadások azonosítása űrfelvételek alapján lehetséges. A Kárpát-medencében több, mint 100 gátszakadást lehetett azonosítani a töltés nyomvonalazása (193, 194, 204, 209. - 214. képek), a kopolya látványa (193, 194, 204, 209. és 210. képek) és/vagy a töltés melletti deformációk (209. - 214 képek) léte alapján. Ez azt is jelenti, hogy legtöbb esetben a töltés védképességének a helyreállítása a töltés eredeti nyomvonalazása mentén történt, akkor is, ha volt kopolya.

ÖSSZEFOGLALÁS

Nagyon keveset tudunk a kopolyákról. 2858 gátszakadásból mindössze mintegy 100 darab esetén van „hiteles” információ a kopolya meglétéről vagy hiányáról. A geotechnikai leírás még ennél is kevesebb. A talajmechanikai adatokat ismerete a kérdés, akkor pedig igazán kétségbeejtő a helyzet. Minden lehetőséget meg kell tehát ragadni, hogy ismereteinket bővítsük. Fel kell használni korabeli geodéziai felvételeket, az űrfelvételeket, nyomozni kell minden lehetséges irodalmi forrásban. A kopolyák meglétéről árulkodik például az 1794 évben Öry Dánielnek Csicsónál végzett felmérése, ahol is hat kopolyát mutat az 1. ábra. Ugyancsak korabeli térképet mutat a 2. ábra egy a patkányosnál kialakult gátszakadás kopolyás helyét.

Ha már összegyűjtöttük a kopolyák meglétével kapcsolatos információt, kezdődhet a kopolya méretére és altalajára vonatkozó információk beszerzése. A kopolya méretére viszonylag jól következtethetünk a helyszíni méretek, űrfelvételek segítségével. Az altalajjal kapcsolatos adatoknál a hagyományos talajfeltárást kell alkalmazni. Becsülni kell a korabeli gátmagasságot,

az árvízszintet, a kifolyt vízhozamot, stb. Csak így bővíthetjük információinkat az árvízvédelmi gátaknál keletkező kopolyákkal kapcsolatban.



21. kép Nagycigándi gátszakadás a Tisza jobb parton, helyreállítása a vízoldalon



22. kép Egresi gátszakadás helyreállítása a Maros bal parton

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Emberi Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a BME FIKP-VÍZ tématerületi programja keretében.

IRODALOM

- ÁBKSZ (1974): Útmutató gátszakadások elzárásához. OVH Műszaki Fejlesztési Kiadványok, Készítette a VIZITERV 5. Iroda.
- Moder F. szerk. (1896): A Pestmegyei Sárközi Ármentesítő Társulat huszonnégy éves története 1872-1895. Kalocsa.
- Nagy L. (2004) A Tiszai gátszakadások hossza. VK, LXXXVI. évf., 4. füzet.
- Nagy L. (2006): Estimating Dike Breach Length from Historical Data, Periodica Polytechnica, Vol. 50. No. 2, pp. 125-139, ISSN 0553-6626.
- Szepessy J. (1981): Vízépítési földművek talajainak diszperzitás-vizsgálata. VK, 2. szám.
- Szepessy J. (1983): Szemcsés és kötött talajok járatos eróziója, illetve megfolyósodása árvízvédelmi gátakban. Hidrológiai Közöny, 1. szám.



1. ábra Csicsótól nyugatra lévő hat kopolya. Úgy tűnik, hogy egy a holtmeder kereszteződésnél van. Három kopolyánál a mentett oldalon, háromnál a vízoldalon állították helyre a gátat.



2. ábra Patkányosnál bekövetkezett gátszakadás helyreállítása a mentett oldalon XIX. század eleji felmérés