

PhD Tézisek

**ÁRVÍZI KOCKÁZAT AZ ÁRVÍZVÉDELMI GÁT
TÖNKREMENTELE ALAPJÁN**

PhD értekezés tézisei

Nagy László

**Tudományos vezető:
Dr. Farkas József**

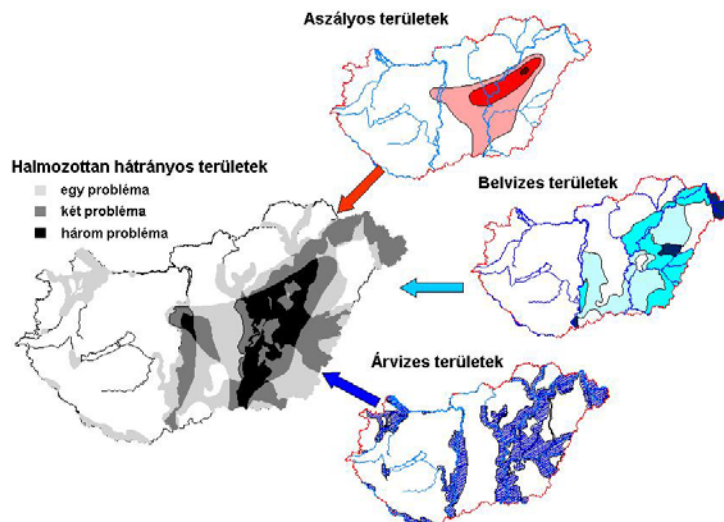
Budapest
2005 április

Tartalomjegyzék

- 1. A választott téma indoklása**
- 2. Az értekezés célkitűzései**
- 3. A téma rövid ismertetése**
- 4. Tézisek**
- 5. Publikációk, előadások**

1. A VÁLASZTOTT TÉMA INDOKLÁSA

Magyarország legnagyobb természeti veszélyforrása a víz (1. ábra). A víz okozta (árvíz, belvíz, aszály) károkkal való együttélésnek, a vízkárok elleni küzdelemnek évszázados hagyományai vannak.



1. ábra Vízrel kapcsolatos veszélyforrások Magyarország területén

Tapasztalati tények mutatják, hogy

- a tervszerű megelőzéssel felépített mű költsége kevesebb, mint tizede annak a védműnek, amit védekezési időszakban építünk meg (mindamelllett árvízvédekezéskor az ideiglenes művek megépítésével új értéket nem hozunk létre, ezeket a veszély elmúltával el kell bontani),
- a tervszerű megelőzés költsége (a hely függvényében) százada-ezrede a várható kárnak.

Az árvízi események a természeti folyamatok részét képezik. A vízkár a természeti katasztrófák egy fajtája. Árvizek eddig is voltak és a jövőben is lesznek. Az országok, az emberek mindig lépés hátrányban voltak az árvizekkel kapcsolatban, Magyarországon rendszeresen finanszírozási problémákkal küszködik az árvízvédelem. Szem előtt kell tartani a természeti folyamatok gyenge előre jelezhetőségét.

Árvíz megjelenésére a jövőben is számítani kell, sőt a klímaváltozás miatt veszélyessége fokozódhat. Következményei azonban megfelelő stratégiával csökkenthetők. A vízkárelhárítás stratégiája a megelőzés. Az árvízi stratégiának ki kell terjednie az egész vízgyűjtőre és elő kell mozdítania a vízzel, a földterülettel és az ezekhez kapcsolódó erőforrásokkal kapcsolatos tevékenységek koordinált fejlesztését, kezelését és a természeti környezet megőrzését. Az árvizek fenntartható megelőzése, az árvízmentesítés és az árvízvédekezés legfontosabb szempontja¹.

A természeti veszélyek elleni védelem - így az árvízvédelem is - Magyarország biztonságpolitikájának része. A mindenkori kormányzat alapfeladata az állampolgárok biztonsága. A „gondoskodó állam” felelőssége azonban sokszor csak a fokozott veszély pillanataiban nyilvánul meg.

¹ Az Európai Unió által kiadott az „Árvízvédekezés legjobb gyakorlat” dokumentuma szerint.

A vízzel, az árvízzel kapcsolatos feladatok jelentős része a szociális ellátáshoz és a létbiztonsághoz kötődik, ezért a gazdasági megközelítésnek is követnie kell a társadalmi gazdasági igényeket szigorú etikai és politikai kompromisszumok mellett. Ezért a műszaki biztonság megfogalmazásának is érthetőnek és átláthatónak kell lennie.

Folyóink árterein 700 településen 2,5 millió ember él. A vasutak 32%-a, a közutak 15%-a, mezőgazdasági területeink harmada itt helyezkedik el (Tóth 1993), összesen több mint 1600 milliárd Ft nemzeti vagyont halmozódott fel, a GDP csaknem 30%-át itt termelik meg. Az egyszeri mértékadó árvízi elöntésből az adott öblözetben a teljes gazdasági érték 33%-át kitevő kár keletkezhet. Ez legkevesebb 5–6 milliárd Ft-ot érhet el, ami megegyezik az átlagosan 10 évenként bekövetkező belvízkár értékével; de a rendkívüli árvíz okozta katasztrófális elöntés egy átlagos gazdasági fejlettségű öblözetben 50–80 milliárd, különösen értékes területek elöntése manapság pedig már 200–250 milliárd Ft feletti kárral járhat.

Az árvízvédelmi biztonság fogalma térben és időben változó, ugyanakkor jelentős mértékben függ az egyén és a közösség fejlettségétől, tűrőképességétől. Ahhoz, hogy a biztonság kezelhető (számszerűsíthető, tervezhető, mérlegelhető) legyen, az első és legfontosabb szempont az árvízvédelmi biztonságpolitika megfelelő szintű megfogalmazása.

A biztonságpolitika deklarálása, jóváhagyása, elfogadása kormányzati, parlamenti feladat, mely politika megvalósulása intézményi, szabályozási és költségvetési eszközökkel történik. A biztonságpolitika műszaki oldala egyrészt a különböző szabványokon, műszaki irányelveken keresztül valósul meg, másrészt olyan előírásokon, amelyek módszertani illetve eljárási szabályokat rögzítenek (pl. tilos a fagyott talaj beépítése az árvízvédelmi gátakba, terület használati korlátozás előírása).

Az árvízvédelmi biztonság műszaki oldala - mely értékelésével az értekezésben foglalkozom -, alkalmazza mind a szerkezeti, mind a nem szerkezeti módszereket, számszerűsíthető és nem számszerűsíthető részekre osztható.

A biztonság számszerűsíthető része például a töltés magasságának, a töltés rézsú hajlásának vagy a gát biztonsági tényezőjének az előírása. A biztonság nem számszerűsíthető (vagy nehezen számszerűsíthető²) része például a riasztás, a védekezés intenzitása vagy a hullámtéri erdők telepítése, a mentett oldali 10 méteres sáv szabadon hagyása, stb. A hazai számszerűsíthető, szerkezeti módszereken alapuló, jelenleg alkalmazott műszaki szabályozás elemeinek nagy részét az MSZ 15292 az „Árvízvédelmi gátak biztonsága” tartalmazza, melynek kidolgozásában részt vettem.

Arra a kérdésre, hogy „Mennyire biztonságos?” és hogy „Biztonságos-e eléggé?” a következők alapján felelhetünk meg. A természeti katasztrófák értékelése az eltérő megközelítések ellenére két tényező, a visszatérési valószínűség és a keletkezett kár alapján elvégezhető:

- **Mérhetőnek kell lennie a természeti veszélyforrás eseményének**, vagyis olyan jellemzővel kell rendelkezni, amely több veszélyforrás esetén megadható. Ez az előfordulási valószínűség és a keletkezett kár.
- **Kritérium rendszerrel kell rendelkezni a katasztrófa nagyságát illetően**, aminek a segítségével eldönthető az, hogy a vizsgált katasztrófa mennyire súlyos.

A felsorolt nem könnyű feladatok megoldásához kíván az értekezés bizonyos mértékben hozzájárulni. Elkészítésére jelentős mértékben inspirált a téma gazdasági jelentősége is.

² Eddig még nem történt kísérlet a számszerűsítésre Magyarországon.

2. AZ ÉRTEKEZÉS CÉLKITŰZÉSEI

Magyarországon az ártér 97%-a gáttal védett, nagyobb mértékű elöntés csak gátszakadással jöhet létre. Az árvízvédelem és az árvízi biztonság kulcseleme az árvízvédelmi gát állékonysága. Az árvízvédelmi gát meghibásodása, tönkremenetele, mint veszélyforrás, magában hordozza a katasztrófa lehetőségét. Ezért az árvízvédelmi gát biztonsága kiemelt fontosságú az árvízvédelemben³.

A disszertáció célja az árvízvédelmi gátak biztonságának elemzése, ezen belül:

- Hogyan változik a determinisztikus biztonsági tényező a hazai és a külföldi mélyépítési mérnöki szerkezeteknél?
- A biztonság meghatározásának milyen semi-valószínűségi és megbízhatósági módszerei alkalmazhatók a kockázat számításnál?
- Hogyan változott az árvízvédelmi biztonság megfogalmazása az előző két évszázadban Magyarországon, kifejezve a kor műszaki-társadalmi ismereteit?
- Milyen trendek alakultak ki az árvízvédelmi biztonság megfogalmazásában, hogyan mutatható be a biztonság megfogalmazásának időbeli változása?
- Az árvízvédelmi gát tönkremeneteli valószínűségének becslésére milyen számítási módszerek alkalmazhatók?
- Hogyan számolható a tönkremeneteli valószínűség egy gát keresztmetszetben különböző vízállásoknál?
- A talajfizikai paraméterek változékonyságát hogyan lehet a gát állékonyságának számításánál figyelembe venni?
- Mi a számítás menete az alapadatok meghatározásától kezdve a kockázat becsléséig?
- Milyen módszerek alkalmazhatók a magasság hiányos és/vagy kopott töltések meghágási valószínűségének meghatározására?
- Hogyan becsülhető a meghágás valószínűsége egy keresztmetszetre és egy árvízvédelmi vonalra?
- A megbízhatóságon alapuló méretezéssel hogyan határozható meg egy árvízvédelmi vonal tönkremeneteli valószínűsége?
- Hogyan becsülhető meg az árvízvédelmi öblözet elöntés valószínűsége?
- Milyen tönkremeneteli valószínűség határérték adható meg egy árvízvédelmi rendszerre?
- Melyek azok a módszerek, melyek segítségével a kockázat számításnál a biztonság értékelhető?

Az értekezésben szem előtt tartottam, hogy az ellenállás oldaláról (geotechnikai valószínűségelméleti megfontolások), és nem a terhelés oldaláról (hidrológiai valószínűségelméleti megfontolások) közelítsek a probléma megoldásához, mert

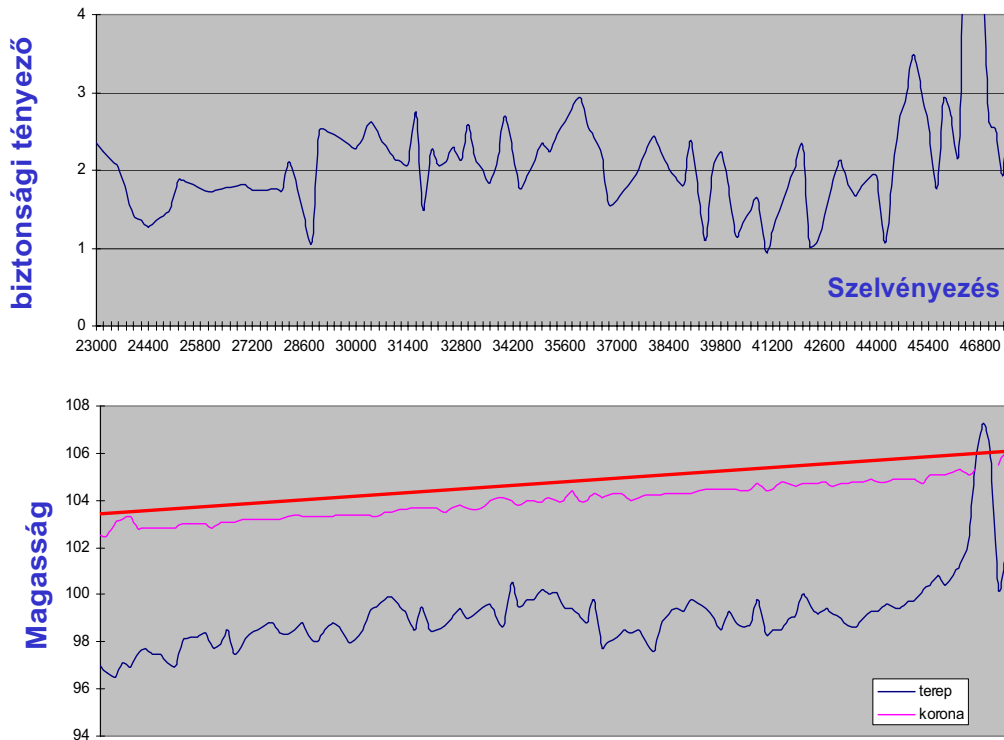
- a hidrológiai oldal elméleti közelítése jobban kidolgozott, másrészt
- a geotechnikai oldal bizonytalanságai okozzák a töltés tönkremenetelét adott vízterhelésre (2. ábra). A példaként bemutatott 07.02. árvízvédelmi szakasz hossz-szelvénye alapján egy gáton 400 m-rel arrébb is gyakorlatilag ugyanakkora a vízterhelés és mégis teljesen más a biztonsági tényező.

A geotechnikai oldal számítási modellje korábban jelentős hiányosságokkal küzdött, ennek okai közül a következőket emelem ki:

- a talajok statisztikai jellemzéséhez relatíve sok talajmechanikai vizsgálatra van szükség;

³ Ezzel magyarázható, hogy a 2000 évi Közép-tiszai árvíznél csúcsidőben több mint 18000 ember dolgozott a gátakon.

- a talajok különböző jellemzői a legrosszabb relatív pontossággal mérhetők illetve adhatók meg minden más mérnöki szerkezet anyagával összehasonlítva;
- a kérdés nemzetközi irodalma meglehetősen szűk, mert az árvízvédelem terén más országok nem rendelkeznek olyan hagyományokkal és adatbázissal az árvízvédelmi töltések altalaj állékonyságára vagy az árvízi jelenségekre vonatkozóan mint hazánk;
- hosszú (több lépcsős) a tervezési folyamat, mellyel eljutunk a biztonságos gát megépítéséig, különösen az évtizedek alatt többször erősített ún. „hagyma szerkezetű” árvízvédelmi töltéseknél.



2. ábra A 07.02 árvízvédelmi szakaszon a biztonsági tényező változása

Az értekezés kidolgozása során nem lehetett cél valamennyi megfogalmazott kérdés, probléma tökéletes megfogalmazása, de remélem - ha minimális mértékben is -, hozzájárulhatok ahhoz, hogy világosabban értékelhessük az árvízvédelmi gátak biztonságának alapelveit.

3. A TÉMA RÖVID ISMERTETÉSE

Az emberiséget évszázadok óta érdekli, hogy mennyire biztonságos

- természeti katasztrófák ellen az a terület, ahol él,
- az a létesítmény, amelyet létrehozott.

A biztonság megfogalmazása a mindennapi ember számára nehéz, elvont fogalomként jelentkezik. Az utóbbi években világszerte kiterjedt kutatásokat végeznek a biztonság definiálására és számszerűsítésére azért, hogy minél inkább kezelhetővé, tervezhetővé és ellenőrizhetővé váljon. A biztonság olyan megfogalmazására van szükség, mely globálisan kezeli a természeti veszélyeket, a munkahelyi biztonságot az egészségügyi problémákat, stb. Erre nagy részben a lakosság biztonság iránti növekvő igénye miatt van szükség.

Manapság általánosságban elmondható, hogy a természeti katasztrófák elleni védelem alapvetően állami feladat (bár az állami szerepvállalás csökkenése, csökkentése a cél több fejlett országban, például az Egyesült Államokban és Japánban) ugyanúgy, mint a katasztrófák bekövetkeztekor a gyors hatékony ellenintézkedések megtétele, a helyreállítások azonnali megindítása.

Az emberek nincsenek tudatában a valóságos veszélyeknek, ami különleges felelősséget ró a szakértőkre és a döntéshozókra. Az állampolgárok sokszor a hétköznapi élet nagyobb veszélyei felett hajlandók elsiklani, de képesek túlértékelni nagyon ritkán jelentkező, relatíve nagyobb intenzitású veszélyeket. Hasonló a helyzet az árvízvédelem megítélésénél is. A veszélyérzet befolyásolható.

Az árvízi biztonság kialakításánál **szerkezeti és nem szerkezeti módszereket** különböztetünk meg. Szerkezeti módszerek amelyek valamilyen építési fenntartási tevékenységgel járnak, úgymint töltés, árvíz csúcscsökkentő tározó, árvíz levezető csatorna, stb. építése. A szerkezeti módszerek az árvízvédelem és árvízvédekezés legfontosabb módszerei és a jövőben is azok maradnak.

A „nem szerkezeti módszerek”: úgymint előre jelzés, riasztás, a védekező szervezet gyakorlatoztatása, kutatás, védekezési tervek készítése, veszélyhelyzeti szimuláció, a lakosság oktatása, védanyagok karbantartása, stb. minden kárelhárító szervezet fontos feladata. Az EU az „Árvízvédekezés legjobb gyakorlata” dokumentuma szerint:

„Az árvízvédekezés és a nem-szerkezeti jellegű intézkedések potenciálisan a vízzel kapcsolatos problémák hatékonyabb és hosszabb távon fenntartható megoldásává válhatnak, és azokat elő kell mozdítani különösen az árvízi kockázatnak kitett emberek és javak sérülékenységének csökkentése érdekében.”

Magyarországon a szerkezeti és nem-szerkezeti módszerek alkalmazásának igen nagy hagyományai vannak az árvízvédekezésben.

Az árvízi biztonság szerkezeti módszerének megfogalmazása jelenleg eljárási szabályokból⁴, és négy számszerűsíthető determinisztikus elemből áll Magyarországon:

- mértékadó árvízszint meghatározása a 100 vagy 1000 éves visszatérési idő alapján,
- a magassági biztonság értéke,
- előírt korona szélesség és rézsűhajlás,
- előírt biztonsági tényező az állékonyság számításoknál.

Ezen determinisztikusan meghatározott elemek pontos alkalmazása azt a hamis biztonság érzetet sugallja, hogy betartásuk esetén biztonságban érezhetjük magunkat, pedig a tönkremenetelnek ekkor is van valószínűsége. A valószínűséget csökkenthetjük a szabályok szigorításával, de nullára nem redukálhatjuk. Ezért a biztonság növelő projekteknél csak tönkremeneteli valószínűség csökkentésről, **kockázat csökkentésről** beszélhetünk.

Az értekezésben egy olyan számítási vizsgálati rendszert mutatok be, mely az alapadatoktól a politikai döntésig műszaki és gazdasági alapokon nyugszik. Az árvízvédelmi fejlesztések során is alapvető műszaki és gazdasági döntéseket kell hozni, ezért szükséges a döntés előkészítés tudományos módszereit fokozottan alkalmazni. Ezen módszerek figyelembe vétele segít megítélni a védvonalrendszer jelenlegi védőképességét, megbízhatóságát, a tönkremeneteli valószínűséget és a tönkremeneteli valószínűséghez fűződő bizonytalanságokat.

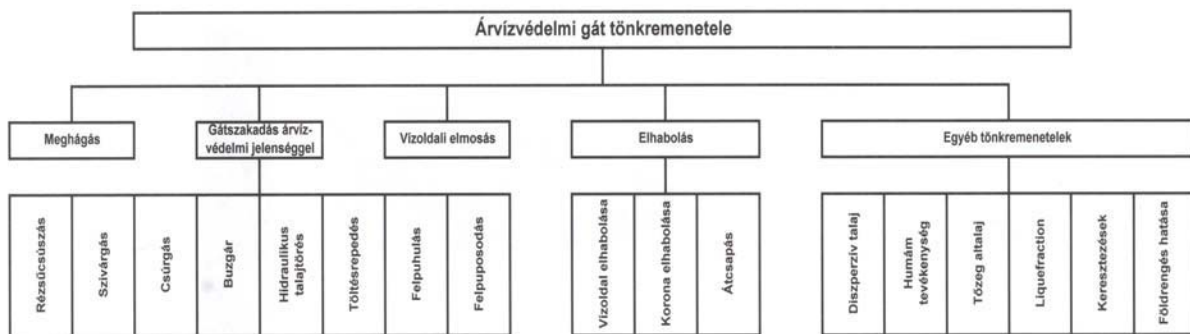
Kidolgoztam egy olyan **geotechnikai alapon álló kockázat számítást**, melynek eredménye a gát állékonysági viszonyaitól függő kockázata a vizsgált árvízvédelmi öblözetnek. A rendszer szemlélet azonosítható abban, hogy a talajfizikai jellemzőktől, mint műszaki alap adatoktól kiindulva hogyan épül fel a tönkremeneteli valószínűség becsülésén keresztül a kockázat

⁴ Úgymint a tömörségi fok előírása, mentett oldali 10 méteres biztonsági sáv, fagyos időben történő földműépítés megtiltása, tözeg, szemét és diszperzív agyag beépítésének tilalma, stb.

számítás egészen addig, hogy a politikai döntéshozóknak meg kell határozni az elviselhető kockázat mértékét. A tönkremeneteli valószínűség becslését a következő tíz lépésben foglalom össze:

- (i) A méretek felvétele és a létesítmény további tulajdonságainak megállapítása hagyományos determinisztikus eljárás alapján történik.
- (ii) Azonos viselkedésű szakaszokra (árvízvédelmi elemekre) kell osztani az árvízvédelmi vonalat a meglévő információk alapján. Csak így tudunk hosszú vonalas földművet kezelni (3.2.1 fejezet).
- (iii) Az árvízvédelmi elemen belül ki kell jelölni a mértékadó keresztmetszelvényt a terhelések és ellenállások várható hatása alapján (3.2.1 fejezet).
- (iv) Minden számottevő tönkremeneteli mechanizmust meg kell állapítani (3. ábra) az árvízvédelmi elemre (3.2.2 fejezet).
- (v) Meg kell határozni a tönkremeneteli mechanizmushoz tartozó becslési módszert (3.3 fejezet). Ennél a lépésnél minden lehetséges információforrást (iratok, adatbankok, interjúk, történelmi adatok, stb.) és közelítési lehetőséget igénybe kell venni, hogy a valószínűségek lehető legrészletesebb elemzése elvégezhető legyen. Fel kell használni minden elérhető történelmi adatot, hogy összeállításra kerüljön a jelentősebb káresetek listája. A számítással történő becslésnél a határállapotok két lehetséges esetét kell figyelembe venni: A terhelhetőség és a használhatóság határesetét.
- (vi) Becsülni kell a különböző tönkremeneteli mechanizmusok valószínűségét (p_{fi}) a mértékadó keresztmetszelvényben (3.5.1-3.5.9 fejezetek).
- (vii) A mechanizmusok tönkremeneteli valószínűsége alapján meg kell határozni az elemet jellemző keresztmetszet eredő tönkremeneteli valószínűségét (3.5 fejezet). Külön kell értékelni azokat a tönkremeneteli mechanizmusokat, amelyek időbeli párhuzamosságuk alapján részben átfedést jelentenek (például mentett oldali rézsűcsúszás és meghágásból származó mentett oldali elmosás egy időben), illetve azokat, amelyek több tönkremeneteli mechanizmushoz vezethetnek párhuzamosan (például a hullámvész okozhat vízoldali elmosást, a korona elhabolását, meghágást vagy koronán átcsapás következtében mentett oldali elmosást). Egy keresztmetszet tönkremeneteli valószínűsége (p_{fm}) alatt tönkremeneteli mechanizmusok valószínűségéből számolt tönkremeneteli valószínűségét kell érteni, amit Ditlevsen formulával határozhatunk meg (3.4 fejezet).
- (viii) Az egyes elemek valószínűsége (p_{fm}) alapján számoljuk az árvízvédelmi vonal (3.6 fejezet) tönkremeneteli valószínűségét (p_{fi}).
- (ix) Árvízvédelmi vonal tönkremeneteli valószínűsége alapadat az öblözet, mint rendszer tönkremeneteli valószínűség számításához (p_{fs}). Árvízvédelmi rendszer tönkremeneteli valószínűsége (3.7 fejezet) az árvízvédelmi rendszer részeinek (mint pl. gátaknak, árvízvédelmi falaknak, nyári gátaknak, lokalizációs töltéseknek, stb.) mint nem kapcsolt elemek tönkremeneteli alapján határozható meg.
- (x) Az öblözet előntési valószínűségét (p_{f6}) az öblözetet védő teljes rendszer tönkremeneteli valószínűsége (p_{fs}) alapján határozzuk meg a vízállás valószínűség figyelembe vételével (3.8 fejezet). Figyelembe kell venni az öblözetben és a kazettákban a vízmozgást és feltöltődést.

A szerkezeti jellegű intézkedések (a védművek) az árvízvédelem fontos elemei, elsődlegesen az emberi egészség és biztonság, továbbá az értékes javak és tulajdonok védelmét szolgálják. Szem előtt kell tartanunk, hogy az árvízmentesítés, a védettség soha sem abszolút mértékű, ami hamis biztonságérzetet kelthet. Figyelembe kell ezért venni a megmaradó kockázatot, beleértve a lehetséges tönkremenetelt és meghibásodást.



3. ábra Számottevő tönkremeneteli mechanizmusok a hazai árvízvédelmi gátaknál

Az árvízvédelmi elem megbízhatóságának becsléséhez a tönkremeneteli mechanizmusok ismerete szükséges. Ezeket értékeltem a következő tönkremeneteli mechanizmusok esetén:

- altalaj állékonyság számítása,
- rézsűállékonyság számítása,
- hidraulikus altalaj törés,
- meghágás valószínűsége,
- hullámozás hatása,
- gát keresztezések (műtárgy) tönkremenetele,
- humán tevékenység,
- vízoldali elmosás,
- diszperzív anyag jelenléte,
- földrengés hatása az árvíz ideje alatt.

Az árvízvédelmi öblözetek védőképességének fejlesztésénél, a gátrendszer kiépítésénél nem közömbös a mentesített területen keletkezett kár. Nagyobb értékű öblözetnél (ahol feltételezhetően a keletkező kár is nagyobb) a biztonságnak is követnie kell a magasabb gazdasági igényeket. Ezt javasolja az Európai Unió is az „Árvízvédekezés legjobb gyakorlata” dokumentumban. Bár a kockázat számítás menete a hétköznapi ember számára nem azonnal érthető, az elv logikus volta, tisztasága nyomon követhető és társadalmilag ellenőrizhető⁵.

A kockázatelemzésen – mint a legjobb elérhető számítási módszeren – alapuló vizsgálatnál nem csak a műszaki biztonságot veszik figyelembe, hanem a védett (gazdasági) értékben keletkező károkat is. Ezzel a társadalmi gazdasági igényeket a biztonság megfogalmazása jobban követni tudja (sőt helyenként a fejlődés motorja is lehet).

A kockázatszámítás kialakulásával új lehetőség adódott a biztonság megfogalmazására. Segítségével, az amúgy be sem tartható „abszolút biztonság elve” felváltható. Ezzel az új módszerrel a biztonság tervezhetővé, ellenőrizhetővé válik. Kockázatszámítással mód van a megtörtént események feldolgozására és a jövőben feltételezett események szimulációjára.

A mérnöki értelemben vett döntés a műszaki és gazdasági szempontokat mindig egyidejűleg, kölcsönhatásukban veszi figyelembe. Ezt az elvet a hagyományos tervezési metodikát követve úgy szokás megfogalmazni, hogy a "műszakilag egyenértékű" megoldások közül a "legolcsóbbat" kell kiválasztanunk. Ez a szemlélet a kockázat és a megbízhatóságon alapuló biztonsági számítás tükrében vizsgálva alapvetően hibás. Nincsenek ugyanis egyenértékű megoldások, mivel minden megoldás tönkremeneteli valószínűsége más és más. Ez azzal a

⁵ Kockázat elemzést javasol az árvízvédelemben a Magyar Hidrológiai Társaság 2004 évi vándorgyűlése is.

következménnyel jár, hogy a várható kockázat a megoldás módjával (pl. a geometriai méretek, a felhasznált anyag mennyiség stb.) változik.

Paradigma váltásra van szükség, az új biztonságpolitikai megfogalmazására; a veszély elleni defenzív tevékenységről át kell térni a megelőzésre, a kockázat elemzésre és kockázatkezelésre valamint az árvizekkel történő együttélésre, észben tartva, hogy az árvizek megelőzése nem korlátozódhat csak az olyan árvízi eseményekre, amelyek gyakran fordulnak elő. A vízkárelhárítás magába kell, hogy foglalja a ritka eseményeket is. A vezérlő elv a meglévő rendszer olyan fejlesztése kell legyen, amelynél a szerzett jogok nem csorbulnak. Előre lépni, fejleszteni a társadalmi igények kielégítésével, a nagyobb biztonság irányába kell.

Az „Árvízvédelem legjobb gyakorlata” az Európai Unió árvízvédekezéssel kapcsolatos ajánlásai szerint:

„Annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy az árvízmentesítés milyen szintjét fogadhatjuk el, feltételezi a következmények vizsgálatát, azt, hogy megfelelően értékelték-e a kockázatot. Vagyis a 100 év vagy más visszatérési időre történő tervezés csak akkor elfogadható és megalapozott, ha bizonyítva van ennek elégségessége, megfelelősége.”

A társadalmi tudatosság előfeltétele, hogy a lakosok tudjanak a veszélyekről, ismerve annak minden fontos paraméterét, úgymint az árvizeknél az elöntés típusa (statikus, dinamikus), valószínűsége, intenzitása (az elöntés mélysége, áramlási sebesség, elöntés tartósság) és hatásának mértéke. Ezeket az ismereteket meggyőző módon tudatára kell hozni minden szereplőnek. Ehhez nyújt segítséget a kockázat térképezés, ahol a védművek tönkremeneteli valószínűsége alapadatként szerepel.

A kockázati térkép a jövőben valamilyen valószínűséggel bekövetkező katasztrófa jellegzetességeinek kartográfiai reprezentációja. A kockázati térképek a zónatérképek gazdasági adatokkal történő kiegészítésével készülnek. Ezek a gazdasági adatok rendszerint kárértékek, melyek a vizsgált jelenség bekövetkezésekor várhatóak. Tehát a kockázati térkép végeredményben nem más, mint a várható kár és a bekövetkezési valószínűségének területi eloszlása, amit különböző műszaki megközelítések alapján határozzunk meg.

A térképeknek könnyen olvashatóknak kell lenniük és be kell mutatniuk a veszélyeztetettség különböző szintjeit. Szükség van rájuk a különböző tevékenységek koordinálásához. Tervezési eszközként szolgálnak és biztosítják, hogy az összes érdekeltnek és szereplőnek ugyanaz az információ álljon rendelkezésére egy bizonyos veszély térbeli kiterjedésének megítéléséhez. Az árvízi térképeket a kárpotenciál csökkentésére kell használni, integrálva a belőlük nyerhető információkat a területrendezési- és a kárelhárítási tervezésbe.

Az árvíz-kockázati térkép minden területfejlesztési politikának és minden területi árvízvédelmi beavatkozási politikának alapvető eszköze, s egyben kiindulópontja is. Az árvíz-kockázati térképek a következő célokat szolgálhatják:

- a területhasználat tervezéséhez szükséges alapvető kezdeti információkat nyújtanak, lehetővé teszik az új lakó- és fejlesztési területek megfelelő kijelölését és fejlesztését,
- segítségükkel megállapíthatóak a várható árvíz okozta károk és a kockázat csökkentésével járó előnyök,
- a nem-szerkezeti árvízvédelmi intézkedések – pl. az árvízálló területhasználat, vagy építési mód - megvalósíthatósága pontosan megállapíthatóvá válik,
- lokalizációs tervek készítéséhez meghatározza a magas kockázatú területeket,
- megállapíthatóak az árvíz okozta károk és a kockázat csökkentésével járó előnyök,
- térképi támogatást nyújtanak a döntés előkészítési folyamatban,
- bármiféle biztosítási terv alapját adják,

- logikai alapját képezik a beruházások tervezésének és a prioritások megállapításának, különösen a szerkezeti intézkedések esetén,
- növelik a lakosság valós ismereteit a várható veszélyekről, bemutatják a lakosságnak a reális veszélyeket.

Az árvíz kockázati térkép információkat tartalmaz:

- az ártéri öblözet védvonalának védőképességéről;
- az árvizek által a gátszakadást követő elöntések kiterjedéséről, határaitól;
- a fenti elöntések tartósságáról, annak területi eloszlásáról;
- az elöntési mélység-tartósság területi eloszlásáról;
- az elöntési folyamat során kialakuló áramlási viszonyokról, kritikus víz sebességű zónákról;
- a kárérzékeny területekről (beleértve nemcsak a bekövetkező elöntés okozta károsodásokat, hanem védekezési helyzet miatt várható korlátozásokat is);
- a veszélyeztetett terület népsűrűségéről, annak eloszlásáról;
- a magas kockázattal jellemezhető zónákról.

Az árvízvédelmi gátak tönkremeneteli valószínűségének és az öblözetek elöntési valószínűségének számítása önmagában is értékes új eredmény, azonban ezen számítási eredmények csak alapadatok az árvízi kockázat térképezéshez.

Fontos feladatnak tekintetem munkámban a tudományos vonatkozásokon túlmenően azt is, hogy a gátépítésben és tervezésben, a gyakorlatban tevékenykedő mérnökök számára is adhassak többlet ismereteket, a mérnöki képzés céljait szolgáljam, hogy csökkenteni lehessen azokat a károkat, amelyek az árvizek miatt érik a létesítményeinket, s a nemzetgazdaságot.

4. TÉZISEK

A több mint egy évtizedes kockázat számítással kapcsolatos és 25 éves geotechnikai munkásságom legfontosabb eredményének tartom annak a számítási rendszernek a felépítését, mely a talajok változékonyságának figyelembevételétől kiindulva a különböző számítási módszerek felhasználásával, az árvízvédelmi földművek állékonyságának megbízhatósági elv alapján történő méretezés segítségével eljutott a kockázat elemzéshez és értékeléshez. Először alkalmaztam tönkremeneteli valószínűség számítását Magyarországon árvízvédelmi gátak állékonyságának meghatározására, először alkalmaztam Magyarországon kockázat számítását az árvízvédelmi biztonság meghatározására és értékelésére.

Árvízvédelmi gátaknál a kiépítettség alapján bizonyos tönkremeneteli valószínűséggel és kockázattal mindenképpen kell számolnunk. A kockázat analízis kvantitatív módszerei lehetővé teszik a rendszeres ellenőrzésre, fenntartásra és katasztrófa elhárításra irányuló stratégiák, módszerek és irányelvek tovább fejlesztését és optimalizálását.

A kvantitatív kockázat számítás a jövőben az árvízvédelmi stratégiában – reményeim szerint - fontos szerepet fog játszani. Az árvízvédelmi rendszerek kockázat számításához az alapot a valószínűségi elven alapuló méretezési eljárások adják, ahol a rendszer minden egyes elemének (földmű, magaspárt, árvízvédelmi fal, lokalizációs védvonal, nyárigát, műtárgyak, beleértve az átvezetéseket is, stb.) a tönkremeneteli valószínűségét meg kell határozni.

A megbízhatósági elven alapuló kockázatanalízis végrehajtásának teljes koncepcióját a következő nyolc végrehajtandó lépésben foglaltam össze (vastaggal kiemelve a disszertációban részletesen érintett részeket):

- (i) A vízállás elemzése.
- (ii) **Árvízvédelmi elemek és mértékadó keresztmetszet meghatározása:** Az árvízvédelmi rendszert azonos viselkedésű szakaszokra, árvízvédelmi elemekre kell bontani. Ez a módszer elősegíti, hogy az árvízvédelmi gát, mint „végtelen” hosszú vonalas műtárgy kezelhető legyen. Az árvízvédelmi elem állékonyság szempontjából a

- mértékadó keresztmetszettel jellemezhető.
- (iii) **Árvízvédelmi elem tönkremeneteli mechanizmusok valószínűségének becslésére több módszert mutattam be.** Az árvízvédelmi elem tönkremeneteli valószínűségéből az árvízvédelmi vonal és az öblözetet védő árvízvédelmi rendszer tönkremeneteli valószínűsége számolható.
- (iv) **Árvízvédelmi öblözet elöntési valószínűsége az árvízvédelmi rendszer tönkremeneteli valószínűségéből és a vízállás valószínűségéből határozható meg.**
- (v) Várható kár meghatározása.
- (vi) Kockázat számítása: A becsült tönkremeneteli valószínűség és a becsült kár alapján kiszámítható a kockázat felméréskori értéke. Az árvízi kockázat rendszerint egy öblözetre adható meg.
- (vii) **Kockázat értékelése:** Egy tönkremenetel várható következményeinek elemzése végül egy olyan kockázat értékeléséhez vezet, ahol a meghatározott kockázat az elfogadható kockázat (szociális és politikai elfogadhatóság vagy gazdasági szempontok figyelembe vétele segítségével meghatározott) értékével kerül összehasonlításra. **A számított kockázat összehasonlítható más műszaki létesítmények és a természeti veszélyek kockázatával is.**
- (viii) A kockázat management döntéshozói feladat. A reziduális kockázatnak a becslése a legtöbb esetben nem csupán technikai, hanem egy gazdasági és szociálpolitikai kérdés, mely csak valószínűségi elven alapuló kockázat analízis alapján válaszolható meg. Menedzselni kell a reziduális kockázatot, vagyis meg kell határozni a fejlesztés, a monitoring, a kárcsökkentés és a fenntartás stratégiáját, emberi élet veszélyeztetése esetén a katasztrófa elhárítás lehetőségeit.

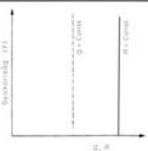
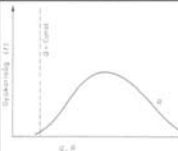
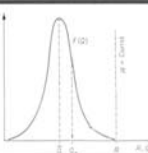
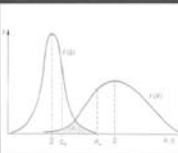
A gátak tönkremeneteli valószínűségén alapuló kockázat számítás alkalmas múltbeli események bemutatására és speciális tesztelő feladatra, mely alapján szimulálni lehet a jövőben bekövetkező gátszakadások következményeit. A töltésezett folyókon kialakuló gátszakadás bekövetkezési valószínűsége a kockázat térképezés alapadata.

Eredményeimet részletesen a következőkben foglalom össze:

1. Tézis

Elemeztem a determinisztikus biztonsági tényező változását a hazai és külföldi mélyépítési mérnöki szerkezeteknél, a biztonság meghatározásának milyen semi-valószínűségi és megbízhatósági módszerei alkalmazhatók a kockázat számításnál.

1. táblázat

Árvízvédelmi gátnaknál a terhelés és ellenállás figyelembe vétele		Ellenállások			
		Determinisztikus A gyakorlat alapján egy értékkel kerül figyelembe vételre a talaj jellemzője.		Valószínűségi A talaj jellemzők a teljes eloszlás tartományát figyelembe veszik.	
Terhelések	Determinisztikus A tervezési vízszintet egy kiválasztott értékkel adják meg.	Szabvány töltésszelvények alkalmazása. Az LNV vagy a MÁSZ figyelembe vételével az MSz 10429.		A mértékadó árvízszint alapján az altalaj állékonysági vizsgálatok. MSz 15292	
	Valószínűségi A teljes vízállás valószínűségi tartományt figyelembe veszik.	Nagy gátak biztonsága. Nyílt ártér elöntési valószínűsége. Bogárdi (1973)		Árvízvédelmi gátak tönkremeneteli valószínűség meghatározása. Nagy (1996, 2000)	

Az árvízvédelmi gátaknál alkalmazott biztonság az ellenállások és terhelések determinisztikus vagy valószínűségi alkalmazása alapján történik (1. táblázat). Vizsgáltam a biztonság különböző megfogalmazásának módszereit, előnyeit és hátrányait.

Megállapítottam, hogy az árvízi biztonság jelenlegi meghatározása nem korszerű, keverednek benne a determinisztikus és a semi-valószínűségi elemek, ugyanakkor nem veszi figyelembe a kiindulási adatok megbízhatóságát és a védett terület jellemzőit. Különösen vitatható a magassági biztonság megfogalmazása, mely nem ad választ arra, hogy mi ellen jelent biztonságot.

2. Tézis

Megfogalmaztam, hogyan változott az árvízvédelmi biztonság megfogalmazása az előző két évszázadban Magyarországon, kifejezve a kor műszaki-társadalmi ismereteit. Megállapítottam, hogy a biztonság megfogalmazása hagyományosan az **azonosság** alapján történik, mindenki ugyanabban a biztonságban részesül, nem teszünk, nem tehetünk különbséget az egyes állampolgárok biztonsága között.

Történelmi vizsgálódásaim alapján megfogalmaztam, hogy az árvízvédelmi **biztonság korábbi gyakorlatát** az:

- azonos magasságú töltésekkel,
- azonos keresztmetszetű töltésekkel,
- azonos biztonsági tényezőjű gátakkal,
- azonos tönkremeneteli valószínűségű gátakkal lehet jellemezni.

Megállapítottam, hogy a legmodernebb biztonsági elemzés valószínűség elméleti alapokon áll és figyelembe veszi a mentesített területen a gazdasági viszonyokat is. Az **azonos kockázatú árvízvédelmi rendszer** kialakítása az árvízi biztonság megfogalmazásának a legjobb elérhető gyakorlata.

Az öblözetenkénti biztonság értékelésére az ott élők száma és gazdasági adatok alapján három módszert mutattam be. Ezek kombináltan is alkalmazhatók.

3. Tézis

Kimutattam külföldi és hazai irodalmi adatok alapján

- nagygátak,
- a külföldi árvízvédelmi töltések és
- más földművek

károsodásának és tönkremenetelének legfontosabb okait.

Megállapítottam, hogy mind a nagygátaknál, mind az árvízvédelmi gátaknál

- a tönkremeneteleknél legnagyobb valószínűséggel a gát szintmeghaladási (meghágási) valószínűsége szerepel, a nem megfelelő vízhozam és vízállás meghatározás miatt az esetek 32-66 %-ban nem volt megfelelő magasságú a gát.
- a gátszakadások **24-60 %-ban a töltés talajával, vagy az altalajjal összefüggő geotechnikai problémák** jelentették a tönkremenetel okát.

A gátak állékonysága a jövőben is nagy mértékben függ a biztonság megfogalmazásától. A biztonság megfogalmazásában paradigma váltásra van szükség. A megbízhatóságon alapuló tönkremeneteli valószínűség számításra épülő kockázat számítás alkalmazásával tovább csökkenthető a gátszakadások száma és csökkenthető a gátszakadások következménye is.

4. Tézis

Meghatároztam azt a **számítási szerkezetet**, mely egy árvízvédelmi öblözet elöntési valószínűségének meghatározásához szükséges.

Példákat mutattam be arra, hogyan lehet alkalmazni a talajfizikai jellemzők változékonyságára épülő kockázat számítást az árvízvédelmi öblözetek biztonságánál.

Számítással igazoltam, hogy

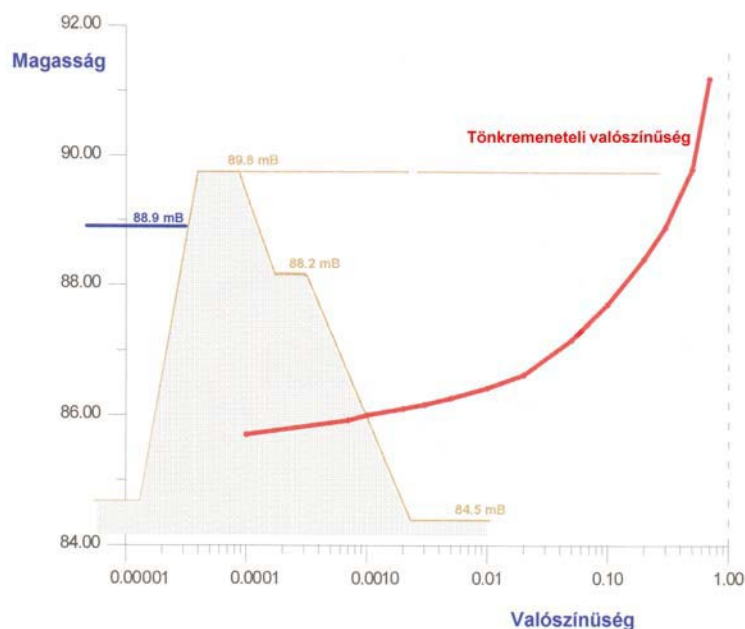
- a determinisztikus módon felvett biztonsági tényezők értékei milyen ellentmondást hordoznak,
- a nem kellő biztonsági tényezőjú helyeknél történt beavatkozások hogyan javítják az árvízvédelmi elem, és ezáltal az árvízvédelmi vonal valamint az árvízvédelmi rendszer tönkremeneteli valószínűségét.

Kimutattam, hogy

- a megismert **leggyengébb láncszem (és az ehhez kapcsolódó elv)** nem alkalmas az öblözet védtöltésének mint rendszernek a jellemzésére. Nem zárható ki, hogy még gyengébb láncszemet is lehet találni;
- a leggyengébb láncszem helyének ismerete nem fontos az elöntés valószínűségének számításához;
- az **abszolút biztonság** nem létezik, elérése gazdaságtalan ábránd, a rossz kockázat kommunikáció eredménye. Azt a hamis biztonság érzetet kelti, hogy a jelenlegi gáttervezési és gátépítési szabványok és előírások betartása teljes biztonságot nyújt, pedig ekkor még jelentős reziduális kockázatra kell számítani. A reziduális kockázat eltérő mértéke minden árvízvédelmi öblözetre már jelenleg is meghatározható.

5. Tézis

Egy keresztmetszelyben különböző vízszintekre végzett számításokon mutattam be, hogyan változik a vízterhelés hatására az altalajtörés tönkremeneteli valószínűsége (4. ábra). Számítással igazoltam, hogy hasonló módon adható meg a rézsúcsúzásra vonatkozó tönkremeneteli valószínűség érték is.

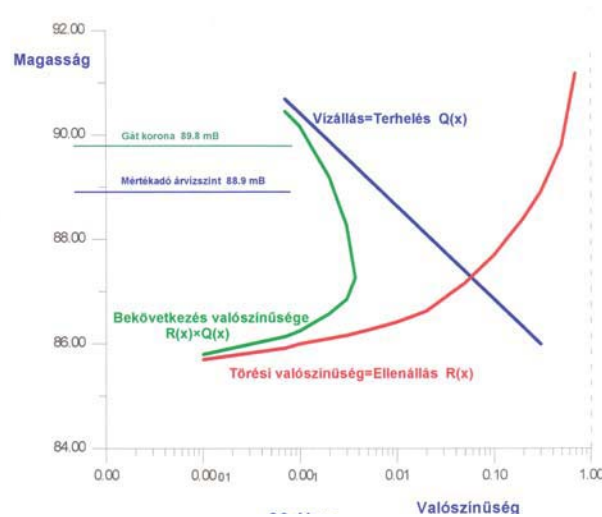


4. ábra

A **gátszakadás bekövetkezésének valószínűségét** altalaj törésnél a terhelés és ellenállás szorzata függvényében javaslom figyelembe venni, mivel mindkettő kialakulása csak bizonyos valószínűséggel adható meg. A tönkremenetel bekövetkezésének valószínűsége a két független valószínűség szorzata $R(x) \times Q(x)$. Ennek maximuma (ami egy szakaszra adott vízállás valószínűség görbe esetén) az ellenállás görbe helyzetétől függ (5. ábra).

Javaslom a bekövetkezési valószínűséget a szorzat görbe **legnagyobb értékével** számításba venni. Megállapítottam, hogy a gát megbízhatóságát az $R(x) \times Q(x)$ görbe maximumának magasságával is lehet jellemezni.

Számítással igazoltam, hogy hasonló módon adható meg a rézsűcsúszásra vonatkozó bekövetkezési valószínűség érték is.



5. ábra

6. Tézis

Számítási módszert dolgoztam ki a **gát keresztmetszeti állékonyságának** (tönkremeneteli valószínűségének) meghatározására;

- az altalaj hidraulikus törés,
- a rézsűcsúszás,
- az altalaj állékonyság,
- a meghágás

valószínűségének becslésére a talajfizikai jellemzők és a gát keresztmetszeti méreteinek statisztikai feldolgozása alapján. Rézsűállékonyság számításánál több egymást helyettesítő módszer közül azt kell alkalmazni, amelyik az adott geometriai, talajmechanikai környezethez legjobban alkalmazkodik. Azoknál a tönkremeneteli mechanizmusoknál, ahol még nem rendelkezünk számítási eljárással (vízoldali elmosás, humán aktivitás, keresztezések, diszperzív talaj, stb.), módszereket mutattam be a tönkremeneteli valószínűség becslésére, úgymint:

- műszaki becslés,
- megtörtént események statisztikájának alkalmazása,
- döntési fa alkalmazása.

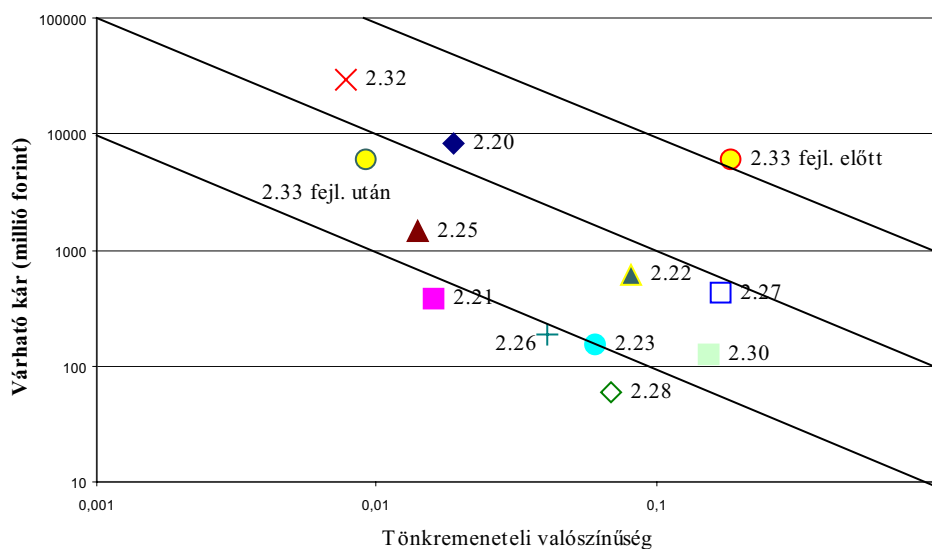
7. Tézis

Meghatároztam azokat a módszereket, melyek segítségével a kockázat számítás alapján a biztonság értékelhető. Irodalmi adatok alapján bemutattam néhány országban az elviselhető kockázatra figyelembe vett határértékeket, valamint azt, hogy

- egyes műszaki tevékenységek és
- a természeti katasztrófák kockázatot jelentenek, valamint
- néhány civilizációs veszély milyen kockázattal jár.

A veszélyek, károk és a kockázat helyes biztonság politikával⁶, helyes kommunikációs stratégiával is csökkenthetők. A Sajó menti árvízvédelmi öblözetek biztonságát a védművek tönkremeneteli valószínűsége és a várható kár alapján határoztam meg. Megállapítottam, hogy a **kockázat értékelő grafikon** (6. ábra) alapján a biztonság ellenőrizhető, jól differenciálható, a fejlesztés igénye sorolható.

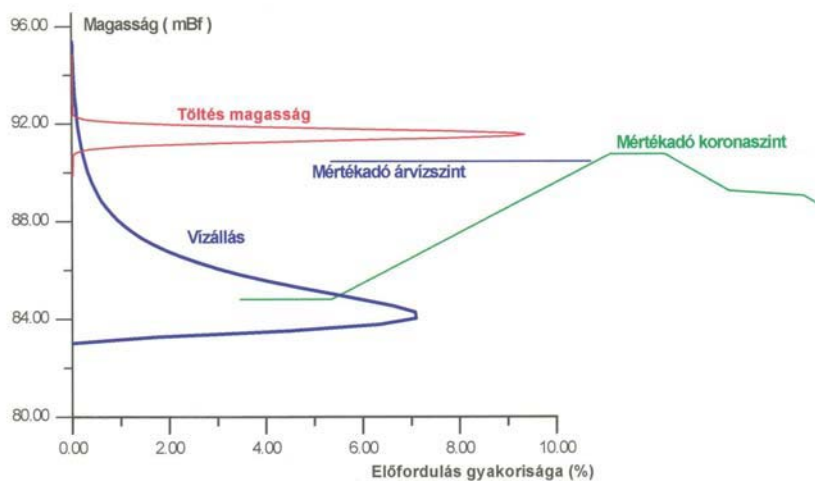
Műszaki beavatkozással első sorban a tönkremeneteli valószínűségeire lehetünk hatással, ami a kockázatot megfelelő módon csökkentheti.



6. ábra

8. Tézis

Meghatároztam a **meghágás valószínűségének** számítási módszerét egy keresztszelvényre és egy árvízvédelmi vonalra. A meghágás valószínűsége adott helyen (adott vízállás eloszlás mellett) a korona magasságától függ.



7. ábra

Árvízvédelmi vonalon a korona magassága méterről-méterre változik (7. ábra). A korona magassága statisztikai módszerekkel értékelhető, átlag értéke és szórása meghatározható.

⁶ És a biztonság politikához rendelt eszközrendszerrel.

A korona magasság és vízállás gyakoriság alapján egyszerű számítási módszert dolgoztam ki a meghágási valószínűség számítására. Vizsgálataim alapján javaslatot tettem az árvízvédelmi vonal meghágás számításánál a **mértékadó koronaszint** (H_m)

$$H_m = H - 2\sigma$$

módon történő figyelembe vételére, ahol H az átlagos korona magasság, σ pedig a korona magasság szórása az árvízvédelmi vonalon.

9. Tézis

Részletes számítást készítettem a Felső-tiszai⁷ és a Sajó menti árvízvédelmi öblözetek biztonságának értékelésére. **Egy keresztszelvényre** a számítások és az előző 35 év gátszakadásai alapján előzetesen a

$$p_f < 10^{-3}$$

tönkremeneteli valószínűség (0,001 vagy 0,1%) figyelembevétele javasolható. Az **előntési valószínűség**⁸ értékére

$$p_f < 10^{-5}$$

felvétele adható meg mint határérték a vizsgálatok jelen állásában. A számítások szerint ezen értékek alkalmazása a kockázat térképezés szempontjából is megfelelő lehet.

4. PUBLIKÁCIÓK, ELŐADÁSOK

4.1 Könyv

1. Nagy L., Szilávik L. szerk.: Árvízvédelem a gyakorlatban. Budapest, KTVM Vízügyi Hivatala, 2004.

4.2 Könyv részlet

1. Nagy L.: A talajok alkotó részei. Az „Árvízvédelem a gyakorlatban” című könyvben. KTVM Vízügyi Hivatala, pp. 32-42, Budapest, 2004.
2. Nagy L.: Töltésrepedések. Az „Árvízvédelem a gyakorlatban” című könyvben. KTVM Vízügyi Hivatala, pp. 112-124, Budapest, 2004.
3. Nagy L.: Védekezés rézsűcsúszás ellen. Az „Árvízvédelem a gyakorlatban” című könyvben. KTVM Vízügyi Hivatala, pp. 168-187, Budapest, 2004.
4. Nagy L.: Felpuhulás és felpuposodás elleni védekezés. Az „Árvízvédelem a gyakorlatban” című könyvben. KTVM Vízügyi Hivatala, pp. 204-207, Budapest, 2004.

4.3 Nemzetközi konferencia kiadványban megjelent idegen nyelvű előadás

1. Nagy, L.: Investigation on Flood Embankment in Hungary. British-Hungarian Flood Control Workshop. Proc. of the Workshop, pp. 223-248, 1993.

⁷ Ami a Felső-tiszai fejlesztési stratégia egyik alapja.

⁸ Árvízvédelmi rendszer tönkremeneteli valószínűsége szorozva az árvíz előfordulási valószínűségével.

2. Nagy L. és tsai.: Engineering Geophysical Method for Risk Mapping of Flood Protection Subcatchment Defended by Levees. 7th Int. IAEG Congress, Lisboa, pp. 617-641, 1994.
3. Nagy L.: Flood Risk of Protected Floodplain Basin. XI. Danube European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Porec, Balkema, Rotterdam, May 25-29, 1998.
4. Nagy L., Kovács A., Varga M.: Geoelectric Investigation on Flood Control Embankment: Two Case Histories. Proceedings of 5th Meeting Environmental and Engineering Geophysics, Budapest, 1999.
5. Prónay Zs., Hermann L., Törös E., Nagy L.: Geophysical Investigation of Earth Dams. Proceedings of 5th Meeting Environmental and Engineering Geophysics, Budapest, 1999.
6. Nagy L.: Geotechnical Aspects of 200 Years Dike Failures in the Carpathian Basin. 12th Danube-European Soil Mechanics and Geotechnical Conference, Passau, 2002.
7. Nagy L.: 200 Years Dike Failures in the Carpathian Basin. Proceedings of the 2nd International Symposium on Flood Defence (ISFD'2002), Beijing, Balkema Publishers, 2002.
8. Salát P., Nagy L.: Quality Controlled Geotechnical-Geophysical Monitoring of Flood Levee's Condition in Hungary. Proceedings of the 2nd International Symposium on Flood Defence (ISFD'2002), Beijing, Balkema Publishers, 2002.
9. Salát P. Nagy L.: Integrated Geotechnical – Geophysical Investigation and Testing of Hazardous Man-made Objects. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Prag, 2003.
10. Nagy L.: Geotechnical Aspects of Dike Failures in the Carpathian Basin. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Prag, 2003.
11. Nagy L.: 200 Years Dike Failures in Hungary. 36 DEFRA Congress, 2001 Jule Keele, 2001.
12. Nagy L.: Geotechnical aspects of dike failures in the Carpathian basin, Proceedings of the th European Soil Mechanics and Geotechnical Conference, Prag, 2003.

Megjelenés alatt

1. Nagy L.: Flood Risk From Dike Failure. International Flood Defence Conference, 2005.
2. Nagy L., Kovács A., Varga M.: Cracked Clay Dikes Investigation with Geoelectrical Tomography. International Flood Defence Conference, 2005.
3. Nagy L., Tóth S.: Dike Breach at Gyula No. I. Pump Station in December 1995. International Flood Defence Conference, 2005.

4.4 Elektronikus publikáció

1. Nagy L.: 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.
2. Salát P., Nagy L.: Quality Controlled Geotechnical-Geophysical Monitoring of Flood Levee's Condition in Hungary. Proceeding of the 2nd International Symposium on Flood Defence (ISFD'2002), Beijing, Balkema Publishers, pp. 629–636, 2002.
3. Salát P. Nagy L.: Integrated Geotechnical – Geophysical Investigation and Testing of Hazardous Man-made Objects. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, pp. 837-842, Prag, 2003.
4. Nagy L.: Geotechnical Aspects of Dike Failures in the Carpathian Basin. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, pp. 167-172, Prag, 2003.
5. Nagy L.: Kockázat alapú megközelítést javasol az EU az árvízvédelemben. XXII. MHT Vándorgyűlés kiadványa, Keszthely, 2004.
6. Nagy L.: Árvízvédelmi gátak szakadásai. MHT Vándorgyűlés kiadványa, Szolnok, 2003.

4.5 Belföldön megjelent idegen nyelvű folyóirataikk

1. Farkas, J., Nagy, L.: Investigation of a Slope Slide on the Motorway M3. Periodica Polytechnica, vol. 26. No.3-4, 1982.

Megjelenés alatt:

1. Nagy, L.: Estimating Dike Breach Length from Historical Data. *Periodica Polytechnica*, 2005.
2. Nagy, L.: Investigation some details of historical dike breaches. *Periodica Polytechnica*, 2005.

4.6 Magyar nyelvű publikációk

1. Farkas J., Nagy L.: Az M3 autópályán bekövetkezett egyik rézsúcsúszás vizsgálata. *Mélyépitéstudományi Szemle*, XXX. évfolyam, 10. szám, pp. 454-461, 1980.
2. Nagy L.: Korszerű tervezési módszerek szerves-tőzezes talajon történő földmű építésénél. *Magyar Hidrológiai Társaság X. Ifjúsági Napok Kiadványa*, pp. 261-273, 1985.
3. Nagy L.: Tőzegek másodlagos konszolidációja. *Fiatal Mérnökök III. Talaj-mechanikai és Mélyépitési Konferenciája*, Ráckeve, 1986.
4. Nagy L.: Szerves tőzezes talajon épült töltések másodlagos konszolidációjának vizsgálata. *Fiatal Mérnökök III. Talajmechanikai és Mélyépitési Konferenciája*, Ráckeve, 1986.
5. Nagy L., Szepessy, J.: Pórusvíznyomás mérésének lehetőségei gát alatti puha agyag talajban. *MHT Vándorgyűlés kiadványa*. pp. 452-461, Salgótarján, 1987.
6. Nagy L.: Árvízvédelmi gátak vizsgálata Magyarországon, Angol-magyar árvízvédelmi szakmai műhely. *Kiadvány kézirat*, pp. 223-248, 1993.
7. Fehér Á., Nagy L.: Hozzászólás Gál D.: A Duna jobb parti töltésének szakadása c. cikkéhez. *Vízügyi Közlemények*, LXXV., No. 3., pp. 314-318, 1993.
8. Nagy L.: Árvízvédelmi töltések repedései, Kárpát-medence vízkészlete és vízi környezetvédelme. *Kongresszus*, Eger, 1994. okt. 17-21.
9. Nagy L.: Az árvízvédelmi művek állapota, a töltésvizsgálatok tapasztalatai. Emlékkülés az 1965-os Duna-völgyi és az 1970-es Tisza-völgyi árvízvédekezések 30. ill. 25. évfordulója alkalmából. *Baja*, 1995. nov. 7-8.
10. Nagy L.: Biztonsági tényező és törési valószínűség az árvízvédelmi gátaknál. *MHT Vándorgyűlés kiadványa*, pp. 617-641, Kaposvár, 1997.
11. Szlávik L., Nagy L.: A surányi jelenség, Veszélyes töltés meghibásodások az 1997 évi júliusi dunai árhullám levonulásakor. *Víztükör*, XXXVIII. évf., 4. szám, p. 35, 1997.
12. Nagy L.: A szolgáltatások szintjének módszere. *Hidrológiai Közöny*, 79. évf., 2. szám, pp. 81-85, 1999.
13. Nagy L.: Húsvéti árvíz Angliában. *Víztükör*, XXXVIII. évf., 4. szám, p. 35, 1998.
14. Nagy L.: Velence veszélyben. *Hidrológiai Közöny*, 79. évf., 3. szám, pp. 139-151, 1999.
15. Nagy L.: Korszerű árvízvédelem. *OMIK, Környezetvédelmi füzetek*, 25. füzet, 1999.
16. Nagy L.: A Tivadari buzgár. 17. *MHT Vándorgyűlés Miskolc*, 1. kötet, pp. 130-146, 1999.
17. Nagy L.: Velence megóvása az árvíztől. *Vízügyi Közlemények*, 2. füzet, pp. 295-310, 1999.
18. Nagy L.: Az 1988 áprilisi (húsvéti) árvíz tapasztalatai Angliában. *Hidrológiai Közöny*, 79. évf., 1. szám, pp. 56-57, 1999.
19. Nagy L.: Az új földmű tömörítési szabvány. *Víztükör*, XXXIX. évf., 6. szám, p. 8, 1999.
20. Nagy L.: Az 1998. novemberi tivadari buzgár vizsgálata. *Hidrológiai Közöny*, 79. évf., 4. szám, pp. 217-222, 1999.
21. Nagy L.: Az EUROFLOOD projekt. *Víztükör*, XXXVIII. évf., 5. szám, 1999.
22. Nagy L.: Az árvíz típusai. *Víztükör*, XXXVIII. évf., 6. szám, 1999.
23. Nagy L.: Az árvízi biztonság fejlődése. *Hidrológiai Közöny*, 80. évf., 2. szám. pp. 111-118, 2000.
24. Nagy L.: Az árvízvédelmi gátak terhelései és biztonsági tényezői. *Víztükör*, XL. évf., 1. szám, p. 7-8, 2000.
25. Nagy L.: 100 éves a nyilvántartási tervek készítésének kötelezettsége. *Víztükör*, XL. évf., 1. szám, p. 16, 2000.
26. Nagy L.: Biztonságosabb világot a XXI. Században. *Víztükör*, XL. évf., 1. szám, p. 17, 2000.
27. Nagy L.: Az árvíz-kockázati térképezés alapjai. *Hidrológiai Közöny*, 80. évf., 4. szám, pp. 251-258, 2000.
28. Nagy L.: Az árvízvédelmi gátak geotechnikai problémái. *Vízügyi Közlemények*, LXXXII. évf., 1. füzet, pp. 121-146, 2000.
29. Nagy L.: Kemence pataki tározó gátjának tönkremenetele. *Hidrológiai Közöny*, 81. évf., 2. szám, pp. 108-110, 2000.

30. Nagy L.: Módszerek árvízvédelmi gátak tönkremeneteli valószínűségének meghatározására. *Vízügyi Közlemények*, LXXXII. évf., 2. füzet, pp. 220-231, 2000.
31. Nagy L.: Árvízvédelmi gátak tönkremeneteli valószínűségének meghatározása. *Hidrológiai közlöny*, 3. szám, pp. 137-144, 2001.
32. Nagy L.: Természeti veszélyek és kockázat. *Vízügyi Közlemények*, LXXXIII. évf., 3. füzet, pp. 565-580, 2001.
33. Nagy L.: Az elviselhető kockázat. *Vízügyi Közlemények*, LXXXIII. évf., 4. füzet, pp. 429-450, 2001.
34. Nagy L.: 200 év gátszakadásai a Kárpát medencében. 5th Water Management Congress in the Carpathian Basin, pp. 453-462, Debrecen, 2001 szeptember.
35. Nagy L., Tóth S.: Veszély, Zóna és Kockázat térképezés. *Vízügyi Közlemények*, LXXXIII. évf., 2. füzet, pp. 288-308, 2001.
36. Nagy L.: Három-szoros-vízerőmű. *Vízügyi Közlemények*, LXXXIV. évf., 3. füzet, pp. 379-410, 2002.
37. Szilávik L., Tóth S., Nagy L., Szél S.: Árvízi kockázatok elemzésének és térképezésének irányelvei. *Vízügyi Közlemények*, LXXXIV. évf., 4. füzet, pp. 489-526, 2002.
38. Nagy L.: A Három-Torok erőmű-építkezés Kínában. *Hidrológiai Közlöny*, 83. évf., 2. szám, pp. 99-107, 2003.
39. Nagy L.: Árvízvédelmi gátak szakadásai. MHT Vándorgyűlés kiadványa, Szolnok, 2003.
40. Nagy L., Ivaskó L.: Az 1999 márciusi tiszai árvíz szolnoki „Niagara csurgás”-a. *Hidrológiai Közlöny*, pp. 221-224, 2003.
41. Nagy L., Nagy G.T.: Természeti katasztrófák súlyossága. *Hidrológiai Közlöny*, 83. évf., 6. szám, pp. 361-364, 2003.
42. Nagy L.: Nagykatasztrófák. *Hidrológiai Közlöny*, 83. évf., 6. szám, pp. 365-373, 2003.
43. Korompay A., Kránicz I., Nagy L.: Jelenségek a védműveken, a töltésfeltárások megállapításai és tapasztalatai az 1998 évi novemberi árvíznél. *Vízügyi Közlemények külön szám*, 1. kötet, pp. 181-193, 2003.
44. Nagy L.: A mentett oldali rézsú csúszása Tarpa mellett. *Vízügyi Közlemények külön szám*, 1. kötet, pp. 193-205, 2003.
45. Nagy L.: A dombrádi buzgár vizsgálata. *Vízügyi Közlemények külön szám*, 1. kötet, pp. 205-215, 2003.
46. Csipak V.P., Illés L., Nagy L.: Árvíz Ukrajnában 1998 novemberében. *Vízügyi Közlemények külön szám*, 1. kötet, pp. 105-111, 2003.
47. Nagy L., Tóth S.: Árvizek rendkívüliségének jellemzése. *Vízügyi Közlemények*, LXXXV. évf., 2. füzet, pp. 101-134, 2003.
48. Nagy L. (2004): Az árvízvédelmi biztonság jelenlegi megfogalmazása. *Hidrológiai Közlöny*, LXXXV. évf., 4. füzet, pp. 1-7,
49. Nagy L.: Differenciált védelmi szintek az árvízvédelemben. *Vízügyi Közlemények*, LXXXV. évf., 3. füzet, pp. 433-454, 2003.
50. Nagy L.: Kockázat alapú megközelítést javasol az EU az árvízvédelemben. XXII. MHT Vándorgyűlés kiadványa, Keszthely, 2004.
51. Nagy L.: Zöld út a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztésének, *Mélyépítő tükörkép magazin*, pp. 42-43, 2004 június.
52. Nagy L.: Geoelektromos mérések vonalas létesítmények tervezésénél. *Mélyépítő tükörkép magazin*, pp. 8-9, 2004 augusztus.
53. Nagy L.: A Három-torok-project (1. rész). *Mélyépítő tükörkép magazin*, pp. 8-10, 2004 október.
54. Nagy L.: A Három-torok-project (2. rész). *Mélyépítő tükörkép magazin*, pp. 8-11, 2004 december.
55. Nagy L.: A Három-torok Projekt. *Mérnök Újság*, pp. 21-25, 2004 december.
56. Nagy L.: Aqua alta Velence. *Mérnök Újság*, pp. 18-21, 2005 január.
57. Nagy L.: Kockázat számítás az árvízvédelemben - az EU javaslata. *Hidrológiai Közlöny*, 2. szám, 17-20, 2005.
58. Nagy L.: MoSE terv, Velence múltja, jelene, megmentése. 1. rész. *Mélyépítő tükörkép magazin*, pp. 42-43, 2005 február.
59. Nagy L.: MoSE terv, Velence múltja, jelene, megmentése. 2. rész. *Mélyépítő tükörkép magazin*, pp. 42-43, 2005 április.

Megjelenés alatt:

60. Dénes Gy., Nagy L.: Gátszakadás a Gyula I. szivattyútelepnél. Vízügyi Közlemények, LXXXV. évf., 4. füzet, 2003.
61. Nagy L.: Vízoldali rézsú csúszása a Zagyva jobb partján. Vízügyi Közlemények, LXXXVI. évf., 4. füzet, 2003.
62. Nagy L.: Bárna-patak gátszakadás. Vízügyi Közlemények, LXXXVI. évf., 1. füzet, 2004.
63. Nagy L.: A Tiszai gátszakadások hossza. Vízügyi Közlemények, LXXXVI. évf., 4. füzet, 2004.
64. Nagy L.: Gátszakadás alakja és a kopolya kialakulása. Vízügyi Közlemények, LXXXVI. évf., 1. füzet, 2004.
65. Ivaskó L., Nagy L.: Árvízvédekezés a volt vasúti töltésen Szolnokon. Vízügyi Közlemények külön szám, 2. kötet, pp. 2004.
66. Nagy L.: A 2000 évi áprilisi árvíz geotechnikai problémái, az Országos Műszaki Irányító Törzs Töltésfeltáró Szakcsoportjának munkája az árvíz alatt. Vízügyi Közlemények külön szám, 2. kötet, pp. 2005.
67. Nagy L.: Rézsúcúszások a 2000 évi áprilisi árvíznél. Vízügyi Közlemények külön szám, 2. kötet, pp. 2005.
68. Bálint G., Szekeres J., Nagy L.: A bernecebaráti tározó vizsgálata. Vízügyi Közlemények külön szám, 2. kötet, pp. 2005.

4.7 Hivatkozási jegyzék

Lacza I.: Brit-magyar árvízvédelmi konferencia, Vízügyi Közlemények, LXXV. évfolyam, 1. füzet, pp. 112-123, 1994.

Nagy, L.: Árvízvédelmi gátak vizsgálata Magyarországon. Angol-magyar árvízvédelmi szakmai műhely, Kiadvány kézirat, pp 223-248, 1993.

Szlávik L., Bálint G.: Az 1997 évi tavaszi-nyári ár- és belvizek és védekezési munkák, Vízügyi Közlemények, LXXIX. évfolyam, 4. füzet, pp. 423-472, 1997.

Szlávik L., Nagy L.: A Surányi jelenség, Veszélyes töltés meghibásodások az 1997 évi júliusi dunai árhullám levonulásakor. Vízükör, XXXVIII. évf., 4. szám, p. 35, 1997.

Nagy L.: A Szentendre szigeti töltés altalaj vizsgálata a 6+000-8+500 szelvények között. Szakértői vélemény kézirat, 1997.

Vágás I.: Velence veszélyben. Magyar Tudomány, 9. füzet, pp. 1120-1124, 1999.

Nagy L.: Velence veszélyben. Hidrológiai Közlöny, 79. évf., 3. szám. pp. 139-151, 1999.

Szlávik L.: Magyarország árvízvédelmének stratégiai kérdései. Vízügyi Közlemények, LXXXII. évfolyam, 3-4. füzet, pp. 553-595, 2000.

Nagy L.: Az árvízvédelmi biztonság és kockázat, A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. MTA Stratégiai kutatások programja (kézirat), Budapest, 1999.

Nagy L.: Az árvízvédelmi biztonság geotechnikai kérdései. A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. MTA Stratégiai kutatások programja (kézirat), Budapest, 1999.

Nagy L.: Az árvízvédelmi gátak geotechnikai problémái. Vízügyi Közlemények, LXXXII évf. 1. füzet, pp 121-146, 2000.

Kozák M.: Vízfolyások szabályozásáról a tények alapján és a jövő szemszögéből. Vízügyi Közlemények, LXXXIV. évfolyam, 4. füzet, pp. 573-600, 2002.

Nagy L.: Három-szoros vízerőmű. Vízügyi Közlemények, LXXXIV évf., 3. füzet, pp. 379-410, 2002.

Somlyódy L. szerk.: Magyarország az ezredfordulón, Vízgazdálkodás. A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. MTA Stratégiai kutatások programja, MTA, Budapest, 2002.

- Nagy L.: Az árvízvédelmi biztonság és kockázat. A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. MTA Stratégiai kutatások programja (kézirat), Budapest, 1999.
- Nagy L.: Az árvízvédelmi biztonság geotechnikai kérdései. A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. MTA Stratégiai kutatások programja (kézirat), Budapest, 1999.
- Nagy L.: Az árvízvédelmi gátak geotechnikai problémái. Vízügyi Közlemények, LXXXII évf. 1. füzet, pp. 121-146, 2000.

Szlávik L.: Az árvízvédelmi biztonság elemzése, VITUKI 76 kiadvány, Budapest, 2003.

- Nagy L.: Árvízi kockázat térképezés. Kutatási jelentés, 1996.
- Fehér Á. - Nagy L.: Hozzászólás Gál D.: A Duna jobb parti töltésének szakadása c. cikkéhez, Vízügyi Közlemények, LXXV., No. 3., pp. 314-318 1993.
- Tóth S., Nagy L.: Árvízi kockázati térképezés. Tanulmány a nemzetközi gyakorlat és a hazai eredmények alapján a hazai fejlesztési lehetőségekről. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás, 1994.
- Nagy L., Lőrincz J.: Árvízvédelmi töltések altalajának vizsgálata buzgárosodásra való hajlam szempontjából a szemeloszlási entrópia segítségével, Kutatási jelentés, OMFB által támogatott alapkutatás, 1995.
- Nagy L.: Árvízi kockázati térképezés műszaki előkészítés I. ütem. Kockázat az árvízvédelmi földműveknél. Kutatási jelentés, OMFB által támogatott alkalmazott kutatás, 1996.
- Nagy L.: Biztonsági tényező és törési valószínűség az árvízvédelmi gátaknál. MHT Vándorgyűlés, Kaposvár, pp. 617-641. 1997.
- Nagy L.: Árvízi gátak tomográfus szerkezet vizsgálatának fejlesztése. Kutatási jelentés, OMFB által támogatott alkalmazott kutatás, 1997.
- Fehér Á., Nagy L.: Árvízvédelmi vonalak állékonyság vizsgálati adatbázisának értékelése, Vízügyi Alap által támogatott kutatási jelentés, 1997.

Illés Lajos és társ.: Az 1998. novemberi árhullám hidrológiája. Vízügyi Közlemények külön szám, 1. kötet, 2003.

- Csipak V.P., Illés L., Nagy L.: Árvíz Ukrajnában 1998 novemberében. Vízügyi Közlemények külön szám, 1. kötet, pp. 105-111, 2003.

Várad J., Varga M., Szlávik L.: Az 1998. novemberi tiszai árvíz elleni védelem országos irányítása, vezetése és tapasztalatai. Vízügyi Közlemények külön szám, 1. kötet, 2003.

- Korompay A., Kránicz I., Nagy L.: Jelenségek a védműveken, a töltésfeltárások megállapításai és tapasztalatai az 1998 évi novemberi árvíznél. Vízügyi Közlemények külön szám, 1. kötet, pp. 181-193, 2003.
- Nagy L.: A mentett oldali rézsű csúszása Tarpa mellett. Vízügyi Közlemények külön szám, 1. kötet, pp. 193-205, 2003.
- Nagy L.: A dombrádi buzgár vizsgálata. Vízügyi Közlemények külön szám, 1. kötet, pp. 205-215, 2003.
- Nagy L.: Az 1998. novemberi tivadari buzgár vizsgálata. Hidrológiai Közöny, 79. évf., 4. szám. pp. 217-222, 1999.

4.8 Könyvtárban el nem helyezett kutatási jelentések

Angol nyelven:

Investigation on Extreme Flood Processes and Uncertainty (IMPACT) project. 2002-2004, Eu V. Kutatási keret program.

Magyarul:

A következő kutatási jelentéseket vezettem, illetve készítésében vettem részt:

- In-situ "k" tényező mérési módszerének kiválasztása. Vízügyi Alap terhére végzett alkalmazott kutatás. 1992.
- Árvízvédelmi gátaknál alkalmazott altalaj vizsgálati módszer időszakos értékelése. Vízügyi Alap terhére készített tanulmány. 1992.

- Nem kielégítő biztonsági tényezőjű szakaszok vizsgálata. OMFB által támogatott döntés előkészítő tanulmány. 1993.
- Szinguláris helyek vizsgálata az árvízvédelmi töltések altalajnál. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. 1993.
- A töltésrepedések feltárásának módszeréhez geofizikai mérések szűrővizsgálata. Vízügyi alap terhére végzett alkalmazott kutatás. 1994.
- Árvízi kockázati térképezés. Tanulmány a nemzetközi gyakorlat és a hazai eredmények alapján a hazai fejlesztési lehetőségekről. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. 1994.
- Árvízvédelmi töltéseknél alkalmazható tomográf vizsgálat lehetőségeinek feltárása. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. 1994.
- Eltemetett elektródák alkalmazása az árvízvédelmi töltés tomográf vizsgálatánál. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. 1994.
- Árvízvédelmi módszerek és eszközök fejlesztése, Világ-szint kutatás és alkalmazástechnikai javaslatok. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. 1995.
- Árvízvédelmi töltések állapotfelmérése geofizikai mérések nem mesterséges töltésrepedéseken. Vízügyi Alap terhére végzett alkalmazott kutatás. 1995.
- Jól graduált talajok szivárgási tényezőjének meghatározása. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. 1995.
- Árvízvédelmi töltések altalajának vizsgálata buzgárosodásra való hajlam szempontjából a szemeloszlási entrópia segítségével. OMFB által támogatott alapkutatás. 1995.
- Árvízi kockázati térképezés műszaki előkészítés I. ütem. Kockázat az árvízvédelmi földműveknél. I. részjelentés: Árvízvédelmi töltések törési valószínűsége. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. 1996.
- Árvízi kockázati térképezés műszaki előkészítés I. ütem. Kockázat az árvízvédelmi földműveknél. Zárójelentés. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. 1996.
- Árvízi gátak tomográfus szerkezet vizsgálatának fejlesztése. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. 1997.
- Árvízvédelmi vonalak állékonyság vizsgálati adatbázisának értékelése. VA kutatási jelentés. 1997.
- Szivárgási tényező statisztikai paramétereinek értékelése. VA kutatási jelentés. 1997.
- Az árvízvédelmi biztonság és kockázat. Kutatási jelentés kézirat. „Magyarország vízgazdálkodási stratégiája az ezredfordulón”, MTA stratégiai kutatási program. 1999.
- Árvízvédelmi gátak szakadásai. VA kutatási jelentés. 2000.
- Árvízvédelmi gátak szakadásai. Szakadások statisztikai feldolgozása. VICE kutatási téma, 2001.
- Árvízi kockázat elemzése és térképezése. Irányelvek kidolgozása. 2002.
- Az elöntés valószínűségének becslése. VICE kutatási téma, 2001.

4.9 Idegen nyelvű előadások

- Exploration and Stability Calculation Method for Subsoil of Flood Dikes. NATO Advanced Study Institut, Erice (Italy), 1992.
- Investigation and Research on Flood Embankments in Hungary. Hungarian-English Workshop on Flood Defence, Angol-Magyar árvízvédelmi értekezlet, Budapest, 1993. szeptember.
- Some Stability Problems of the Hungarian Flood Levees, Defence from Flood and Floodplain Management. 14 th NATO ASI, Budapest, 1994.
- Investigation of Flood Dikes, UDCID Conf on 2nd Ann. of the 1993 Mississippi Flood. Saint Luis, Missouri, USA. poszter prezentáció, 1995.
- Engineering Geophysical Method for Risk Mapping of Flood Protection Sub-catchment Defended by Levees. 7th Int. IAEG Congress, Lisboa, 1994.
- 200 Years Dike Failures in Hungary. 36 DEFRA Congress, Keele, 2001 July.
- Investigation on Extreme Floods in Hungary. Wallingford, (England), 2002 június.
- Geotechnical Aspects of 200 Years Dike Failures in the Carpathian Basin. 12th Danube-European Soil Mechanics and Geotechnical Conference, Passau, 2002.

- 200 Years Dike Failures in the Carpathian Basin. 2nd International Symposium on Flood Defence (ISFD'2002), Beijing, 2002.
- Quality Controlled Geotechnical-Geophysical Monitoring of Flood Levee's Condition in Hungary. 2nd International Symposium on Flood Defence (ISFD'2002), Beijing, 2002.
- Hungarian Flood Control System. Tokyo és Fukuoka, Japan, 2002 április.
- Floods in Tisza-valley 1998-2001, Tokyo és Fukuoka, Japan, 2002 április.
- August Flood 2002, Tokyo, Japan, 2002 november.
- August Flood 2002, Budapest, VITUKI Training Nemzetközi hidrológiai tanfolyam, Budapest, 2002 november.

4.10 Fontosabb magyar nyelvű előadások

- Zagyva töltéskárosodás Szolnok belterületén (Hidrológiai Társaság Árvízvédelmi és Folyószabályozási szakosztály vezetőség választó ülése, 1988. Budapest).
- Árvízvédelmi töltések állapot feltárásában elért eredmények, 1992. évi árvízvédelmi, folyó és tószabályozási, vízkárelhárítási értekezlet, 1992. Keszthely.
- Árvízvédelmi töltések repedéseinek feltárása roncsolás mentes módszerrel, Vízkárelhárítási Országos Értekezlet, 1994, Nyíregyháza.
- Az árvízvédelmi töltések állapota és a vizsgálatok tapasztalatai, Emlék-ülés az 1965-os Duna-völgyi és az 1970-es Tisza-völgyi árvízvédekezések 30. ill. 25. évfordulója alkalmából. 1995. nov. 7-8. Baja.
- 200 év gátszakadásai a Kárpát medencében. 5th Water Management Congress in the Carpathian Basin, Debrecen, 2001 szeptember.
- Árvízvédelmi töltések repedései, Kárpát-medence vízkészlete és vízi környezetvédelme Kongresszus, Eger, 1994. okt. 17-21.
- Biztonsági tényező és törési valószínűség az árvízvédelmi gátaknál, MHT Vándorgyűlés, 1997. jun. 5-7. Kaposvár.
- Árvízvédelmi gátak törési valószínűsége, MHT Árvízvédelmi és Folyószabályozási szakosztály előadó ülése, 1998 jan. 22.
- Az 1998. évi rendkívüli árvíz a Felső-Tisza-vidéken, MHT üllés, 1999. február 23.
- A töltés feltáró szakcsoport tevékenysége, Az 1999. és 2000. évi Tisza-völgyi árvizek, MHT konferencia, 2000. szeptember 20.
- Talajfajták, Talajjellemzők, Szakasz-védelemvezetői tanfolyam, Debrecen, Siófok, Baja, 2001 január.
- Töltésrepedések, Szakasz-védelemvezetői tanfolyam, Debrecen, Siófok, Baja, 2001 január.
- Védekezés rézsúcsúszsok ellen, Szakasz-védelemvezetői tanfolyam, Debrecen, Siófok, Baja, 2001 január.
- Védekezés felpuhulás, felpuposodás ellen, Szakasz-védelemvezetői tanfolyam, Debrecen, Siófok, Baja, 2001 január.
- Gátszakadás a 2001, Ráckeve, 2002 október.
- Gátszakadás a 2001 évi Felső-Tiszai árvíznél, Győr, 2002 november.
- Árvízi katasztrófák a világon, 2004 víz világnap központi rendezvény, 2004 március, Nyíregyháza.
- Természeti veszélyek, árvízi katasztrófák. Baja, 2004 május.
- Természeti veszélyek, műszaki kockázatok, 2004 október, Ráckeve.

Továbbá:

Előadások az Eötvös J. Főiskola Műszaki fakultásán, Baja.

Előadások Magyarország árvízvédelméről, az árvízvédelmi rendszer fejlődéséről, és az előző évek árvizeiről országszerte.

Előadások vízügyi továbbképzéseken, és a Hidrológiai Társaságban.

4.11 Magyar szabadalom

Süllyedésmérő készülék talajok, talajrétegek összenyomódásának mérésére, lajstromszám: 193610

4.12 Fontosabb szakvélemények idegen nyelven

A következő fontosabb szakvéleményeket készítettem, illetve vettem részt készítésükben:

- NATO-Ukraine Flood Prevention Project in Tisza-basin, V. Workgroup. Chapter 5, Flood Management, angol nyelven, 2001.
- Study on the Tisza river flood management in Hungary. Study for Japan Institute of Construction Engineering, angol nyelven. 2002.
- Al Wasit halgazdaság (Irak). Talajmechanikai szakvélemény a kiviteli tervhez. VIZITERV. 1982.
- Al Suwaira halgazdaság (Irak). VIZITERV talajmechanikai szakvélemény a kiviteli tervhez. 1982.
- Árvízvédelmi gát állékonyság vizsgálata Tisza jobbpart Ukrajnai részén Badalo és Vári között, Szakértői vélemény. 1997.
- Árvízvédelmi gát altalaj állékonyság vizsgálata a Tisza jobbpart Csap-Szalóka közötti részen, Talajmechanikai vizsgálatok. 2000.

4.13 Fontosabb szakvélemények magyar nyelven

A következő fontosabb szakvéleményeket készítettem, illetve vettem részt készítésükben:

- Ráckevei Duna meder és partszabályozás az 56+950-57+111 fkm közötti szakaszon. Talajmechanikai szakvélemény a kiviteli tervhez. VIZITERV. 1980.
- Körös menti vízhasznosítási főművek rekonstrukciós munkáinak előkészítése. Körösladányi rendszer. VIZITERV területismertető talajmechanikai szakvélemény. 1981.
- 10 db iraki kukorica szárító telep talajmechanikai feltárása. VIZITERV feladat. 1981.
- Tisza menti vízhasznosítási főművek rekonstrukciós munkáinak előkészítése Szarvas - Kákafoki rendszer, VIZITERV területismertető talajmechanikai szakvélemény. 1981.
- Kiskörei vízlépcső létesítményeinek továbbfejlesztése. Talajmechanikai szakvélemények, 1980-1983.
- Termogravimetrikus vizsgálatok alkalmazása a talajmechanikában, VIZITERV pályázat. 1983.
- A Sámson-Apátfalvi Szárazér főcsatorna 14+150-18+500 fkm közötti szakaszának kiviteli terve. VIZITERV talajmechanikai szakvélemény. 1983.
- Módszertani leírás, öntöző rendszerekhez kapcsolódó talajmechanikai vizsgálatokhoz. VIZITERV műszaki feltételek. 1983.
- Kis-Balaton védőrendszer II. ütem. Zala völgyelzárás talajmechanikai feltárása, a földgát mintakeresztszelvényének megtervezése. VITUKI jelentés. 1984.
- A Buzsáki halastó völgyzárógát tervezésében és művezetésében. VITUKI jelentés. 1984.
- Szivárgás vizsgálat az Ordacsehi komplex vízminőség szabályozó rendszer tanulmány tervéhez. VITUKI jelentés. 1984.
- Kis-Balaton védőrendszer II. ütem Zalavári belvízöblözet határoló töltésének talajmechanikai vizsgálata. Kiviteli terv. VITUKI jelentés. 1985.
- Kis-Balaton védőrendszer II. ütem. Szerves tőzeges talajon épülő félüzemi kísérleti töltés előfeltárása. VITUKI jelentés. 1985.
- Tájékoztató szakvélemény a Csurgónagymartoni tározó területén lévő felszín-mozgásról. VITUKI jelentés. 1985.
- Útmutató tervezet a szerves tőzeges talajok talajmechanikai vizsgálatához. VITUKI jelentés. 1985.
- Útmutató a szerves tőzeges talajon létesülő töltések tervezéséhez. VITUKI jelentés. 1985.
- Zagyva jobbpart 1+324 - 1+350 szelvények közötti töltéskárosodás vizsgálata. VITUKI jelentés. 1985.
- A Palahányó patakon létesült aprószenmosó ideiglenes széniszap tározó gáterősítésének vizsgálata. VITUKI jelentés. 1986.

- A tatabányai Új-Dubnik patakon létesülő 8 millió m³ térfogatú zagytározó 30 m magas gát terveinek ellenőrző vizsgálata. VITUKI jelentés. 1986.
- Zalacsányi jóléti tározó talajmechanikai vizsgálata, VITUKI jelentés. 1987.
- A Dunai Kőolajipari Vállalat talajvíz problémáinak megoldása. VITUKI szakértői jelentés. 1987.
- Pórusvíz-nyomásmérő és süllyedésmérő telepítése és mérés az Új-Dubnik patakon épülő zagytározó 30 m magas 1. számú gátjánál. VITUKI jelentés. 1987.
- Varsány - Tábpsztai tározó altalajvizsgálata. VITUKI jelentés. 1988.
- Zagyva jobbpart 0+525 - 1+148 fkm közötti szakasz feltárása, rézsúállékonyság vizsgálata. VITUKI jelentés. 1988.
- Szivárgási tényező meghatározás az Aszód - Galgamácsai veszélyes hulladéklerakónál. VITUKI jelentés. 1988.
- Szakértői vélemény az Aszód - Nagyvölgyi veszélyes hulladéklerakó II. v.o. medencék műszaki védelmével kapcsolatban. 1988.
- Kutyatanyai és Karaszi-foki műtárgyak szivárgás vizsgálata. VITUKI jelentés. 1988.
- Mechanikai laboratórium Híradástechnikai Kisvállalat Dunakeszi Gyáregysége, Galvániszap szikkasztó műszaki védelem vizsgálata. VITUKI jelentés. 1989.
- VITUKI Vízkémiai csúcslaboratóriuma talajmechanikai vizsgálata. Talajmechanikai szakvélemény a kiviteli tervhez. 1989.
- Szakvélemény az Aszód - Nagyvölgyi veszélyes hulladékártoló I/1. és III/1. medencéiről. VITUKI jelentés. 1989.
- Talajmechanikai vizsgálatok a Budapesti Konzervgyár hűtőház bővítéséhez. VITUKI jelentés. 1989.
- Ellenőrző mérések az Új-Dubnik patakon épülő zagytározó völgyzáró gátjának 1. építési üteme után. VITUKI jelentés. 1989.
- A Borsodi Vegyi Kombinát higany szennyezés vizsgálata. VITUKI jelentés. 1990.
- A Paksi Atomerőmű Vállalat 2x10000 m³-es tervezett medence műszaki védelem, paksi agyagbánya vizsgálata. Szakértői vélemény. 1990.
- Geomembránok tulajdonságai és azok vizsgálata. Szakértői vélemény. 1990.
- Töltésállékonysági vizsgálat a Szamos töltés-erősítésnél (12+000 -13+000 szelvények között). VITUKI jelentés. 1990.
- Aszód - Galgamácsai veszélyes hulladék lerakó felső lezárásának vizsgálata. Szakértői vélemény. 1991.
- Környezeti károk felmérése 11 db volt szovjet laktanya területén. ÁBK SZ jelentések. 1991.
- Fehérvár-Csurgói tározó I. völgyzárógát rézsűburkolat károsodás vizsgálata. ÁBK SZ jelentés. 1992.
- Szennyeződés feltárási szakvélemény a Kisvárdai Caroflex fékbetétgyár gyártelepén. Szakértői vélemény. 1992.
- Töltésrepedés vizsgálata a Tisza bal part 96+580-97+330 tkm szelvények között, Szakértői vélemény. 1994.
- Tiszadobi nyárigát védőképességi szintjének meghatározása, Szakértői vélemény. 1995.
- Töltésvizsgálati eredmények a Zagyva bal part 17+500-17+900 és Zagyva jobbpart 19+850 - 20+250 szelvények közötti diszperz talajnál, Szakértői vélemény. 1995.
- Nem kellő biztonsági tényezőjű töltés altalajának vizsgálata a Rába jobbpart 11+900 - 12+650 szelvények között. Szakértői vélemény. 1995.
- Fővédvonal vizsgálat a Tisza bp. 2+700 - 4+700 és a Hármaskörös jp. 0+000 - 2+000 szelvények között, Szakértői vélemény. 1996.
- Gát állékonysági vizsgálat a dunafüredi öblözetnél, Szakértői vélemény. 1996.
- Gát áthelyezés a Rába bp. 1+580 - 1+838 szelvények között, Szakértői vélemény. 1996.
- Töltés állékonyság javítás a Marcal jp. 5+400 - 5+900 szelvények között, Geotechnikai szakértői vélemény. 1996.
- Fővédvonal vizsgálat a Tisza bp. 0+000-2+050, 4+700-9+550 és a Hármaskörös jp. 0+000-2+500 tkm. szelvények között, Szakértői vélemény. 1996.
- Tisza bp. 101+500 - 106+600 tkm. szelvények közötti szakasz repedezettségének vízgazdálkodási problémái, Szakértői vélemény. 1996.
- Állékonyság vizsgálat a Kis-Delta tározónál, Szakértői vélemény. 1996.

- Mosoni-Duna jp. 8+600 - 10+000 tkm. szelvények közötti szakasz altalaj állékonyság vizsgálata, Szakértői vélemény. 1996.
- Likócsi árvízvédelmi töltés állékonyság vizsgálata, Szakértői vélemény. 1997.
- Kritikus állékonyságú helyek vizsgálata a Bodroglóban, Szakértői vélemény. 1997.
- Fővédvonal vizsgálat a Tisza bp. 9+500-15+500 tkm. szelvények között, Szakértői vélemény. 1997.
- A bodroglói öblözet védtöltéseinek törési valószínűségi értékelése, Szakértői vélemény. 1997.
- Sajó menti árvízvédelmi gátak állékonyságának értékelése a törési valószínűség alapján, Szakértői vélemény. 1997.
- Fővédvonal vizsgálat a Hármaskörös jp. 7+000-10+000 tkm. szelvények között, Szakértői vélemény. 1998.
- A Tivadari buzgár vizsgálata, Szakértői vélemény. 1998.
- A Dombrádi buzgár vizsgálata, Szakértői vélemény. 1998.
- Az 1.25 árvízvédelmi öblözet védtöltéseinek törési valószínűségi értékelése, Szakértői vélemény. 1998.
- Az 1.33, 1.34 és 1.35 árvízvédelmi öblözetek védtöltéseinek törési valószínűségi értékelése, Szakértői vélemény. 1998.
- A 10.01 és 10.05 árvízvédelmi szakaszok védtöltéseinek törési valószínűségi értékelése, Szakértői vélemény. 1998.
- Árvízvédelmi fővédvonal vizsgálat a Körös-zugban 2,5 km hosszban, Szakértői vélemény. 1998.
- Mentett oldali töltésrészű csúszása Tarpa mellett a Tisza jp. 62+550 tkm. szelvényénél, Szakértői vélemény. 1998.
- A Sajó bp. 5+170 tkm-ben észlelt buzgár és környezetének vizsgálata, Talajmechanikai szakértői vélemény. 1999.
- A Hortobágy-Berettyó jp. 13+400-15+000 és 16+400-17+700 tkm. szelvényei közötti töltés vizsgálata, Talajmechanikai szakértői vélemény. 1999.
- A Takta bp. 8+050-8+150 tkm közötti árvízvédelmi gát vizsgálata, Talajmechanikai szakértői vélemény. 1999.
- A 08.04 és 08.10 árvízvédelmi szakaszok védtöltéseinek tönkremeneteli valószínűségi értékelése, Talajmechanikai szakértői vélemény. 1999.
- Szolnokon a volt vasúti töltés vizsgálata, Szakértői vélemény. 1999.
- Talajmechanikai vizsgálatok végzése a Tiszaroffi buzgárnál. 2000.
- Talajmechanikai vizsgálatok végzése a Tiszasasi buzgárnál, Talajmechanikai vizsgálatok. 2000.
- A tiszaoérvényi töltés beszakadás, Talajmechanikai szakértői vélemény. 2001.
- Árvízszintek korrekciója a töltésszakadások figyelembe vételével. 2001.
- Budapest III. ker. Római parti, Barát patak – Pünkösdfürdő utca közötti szakasz, Talajmechanikai vizsgálata, Szakértői vélemény. 2003.
- A kockázat számítás jelentősége a hidrológiai katasztrófák megelőzésében, Szakértői jelentés az Állami Számvevőszéknek, 2004.

Továbbá:

- 9 db hulladék-elhelyezési szakvélemény 1987-1991 között.
- 13 db töltés károsodással kapcsolatos szakvélemény 1985-2005 között.
- 16 db töltés repedéssel kapcsolatos szakvélemény 1989-1998 között.
- 34 db árvízvédelmi gát állékonyság ellenőrzéssel kapcsolatos szakvélemény 1985-2004 között.
- 22 db árvízvédelmi gát tervezésével kapcsolatos szakvélemény 1985-2004 között.
- meg nem számolt tömörségellenőrzéssel kapcsolatos szakvélemény 1989-1998 között.