

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
Természettudományi Kar
Földtudományok Doktori Iskola

**A katasztrofális árvizek természeti és antropogén tényezőinek
vizsgálata Kárpátalján**

PhD értekezés tézisei

Izsák Tibor

Témavezető:
Dr. Trócsányi András
PhD, egyetemi docens

Pécs, 2012

A doktori iskola neve: PTE Földtudományok Doktori Iskola
Vezetője: Dr. Dövényi Zoltán DSc, egyetemi tanár
PTE TTK Földrajzi Intézet, Társadalomföldrajzi és
Urbanisztikai Tanszék

A doktori témacsoport neve: Regionális földrajz
Vezetője: Dr. Tóth József Dsc, professor emeritus
PTE TTK Földrajzi Intézet, Társadalomföldrajzi és
Urbanisztikai Tanszék

Az értekezés tudományága: Regionális földrajz
Vezetője: Dr. Tóth József Dsc, professor emeritus
PTE TTK Földrajzi Intézet, Társadalomföldrajzi és
Urbanisztikai Tanszék

1. BEVEZETÉS

Az árvizek kutatása iránti érdeklődésem személyes tapasztalatoknak köszönhető. Környezetemben a XX. század végén (1998 novemberében) és a XXI. század elején (2001 márciusában) az Alföld északkeleti részén, Kárpátalja síkvidéki részén katasztrofális árvizek vonultak le a Tiszán és annak kárpátaljai mellékfolyóin, amelyek mély nyomokat hagytak bennem. Személyesen láttam, tapasztaltam az árhullámok által végzett rombolást, láttam az árvíz sújtotta lakosság veszteségeit, az árvíz elleni védekezésben magam is részt vettem.

A tudomány árvizekkel foglalkozó képviselői különbözőképpen vélekednek a pusztító árvizek kialakulásának tényezőiről. Egy részük a globális felmelegedést (PARDEEP, P. et al. 2011; MIN, S.K. et al. 2011) jelöli meg az első helyen, míg mások az ember gazdasági tevékenységét (JAKUCS L. 1982; KONECSNY K. 2002/b; CSUBATIJ, O. 1968; LISZTOPAD, O. 2001; HENSZIRUK, SZ. – BONDAR, V. 1973), és ezen belül a környezetre gyakorolt negatív hatást, sokszor a természeti összetevők kapcsolatrendszerébe való felelőtlen beavatkozást emelik ki a katasztrofális árvizek kialakulásában (CSUBATIJ, O. 1968; LISZTOPAD, O. 2001).

A Felső-Tisza vidékén (többek között Kárpátalján) kialakuló magas árhullámok okainak megítélésében szintén nem egységes az álláspont. A kutatók egy része az éghajlatváltozási tendenciákban látja a nagy árvizek kialakulásának okát (BODOLAINÉ JAKUS E. 1983; HOMOKINÉ UJVÁRY K. 1999; JAKUCS L. 1982), mások pedig a Kárpátaljai erdők területének, fajösszetételének, kitermelési módszereinek változásában (KOLODKO, M. – TRETYAK, P. 2004; KONECSNY K. 2002/a; RAKONCZAI J. 2000).

2. CÉLKITŰZÉSEK

Az árvizek kialakulására és jellegére hatással vannak természeti és antropogén tényezők. A természeti környezet elemei (kőzetek, domborzat, éghajlat, növény- és állatvilág, talaj, folyók stb.) szoros kapcsolatban állnak egymással. Bármelyik összetevő

változása a többi összetevőben is változást eredményez. A természeti komplexumok összetevői között fennálló kapcsolatrendszerek megbomlását az ember gazdasági tevékenysége idézi elő. Az árvizek tényezőinek kutatása során azoknak az éghajlati komponenseknek (hőmérséklet és csapadék) és antropogén eredetű összetevőknek (erdősültség, beépítettség, mezőgazdaság) vizsgálatát tűztem ki célul, amelyek előidézői lehettek a kialakult magas vízállásoknak. A vízgyűjtőben általam folyamatos mérések nem történtek a vizsgálat alatt, így elsősorban ezek térbeli rendjének tanulmányozását tudtam elvégezni, ezeken keresztül megítélni szerepüket az árvizek kiváltásában. Mindegyik elem-tényező esetében a kutatást az 1970 és 2009 közötti 40 évre terjesztettem ki.

A kutatás előtt és a vizsgálatok végzése közben több megválaszolandó kérdés is felmerült, amelyek a következő fő célokban összesíthetők:

- Az árvizekkel foglalkozó szakirodalom áttekintése.
- Az árvizek előfordulásának vizsgálata 1970 és 2009 között.
- A hullámtér vízzel való borítottságának időtartama az áradások idején.
- Az éghajlati tényezők (hőmérséklet, csapadék) változása az 1970–2001 közötti időszakban.
- Az éghajlati tényezők (hőmérséklet, csapadék) és az árvizek kialakulása közötti kapcsolat vizsgálata.
- A domborzat és az árvizek kialakulása közötti összefüggések.
- Az árhullámok vizének összegyülekezési ideje a Felső-Tisza vidékén.
- Az erdősültség területi változása és az erdők szerepe a magas árhullámok kialakulásában.
- Változások Kárpátalja gazdasági életében (növénytermesztés, állattenyésztés), amelyek kihatással lehettek az árvizek keletkezésére és lefolyására.
- A technogén tényezők (beépítettség, közlekedési utak) hatása az árvizek lefolyására.
- Az árvizek kialakulását elősegítő tényezők (természeti, gazdasági, technogén) hatásának regionalizálása.

3. KUTATÁSI MÓDSZEREK ÉS ADATFORRÁSOK

Az árvizek kialakulására ható természetes tényezőket és azok változását az utóbbi évtizedekben három meteorológiai állomás (beregszászi, rahói és ungvári) adatai alapján, statisztikai módszerek segítségével elemeztem. A Kárpátalján több mérőállomással is rendelkező Kárpátaljai Hidrometeorológiai Központ adattárának adatait vettem alapul a hullámtéri kiöntések gyakoriságának (Tiszaújlak) meghatározásához és az éghajlati elemek havi értékeléséhez, összehasonlításához.

A hőmérséklet- és a csapadékértékek változását két kárpátaljai meteorológiai állomás, Beregszász és Rahó havi felbontású meteorológiai adatainak statisztikai feldolgozásával határoztam meg az 1970–2009-es időszak alatt. Beregszász esetében a beregszászi meteorológiai állomás adatait dolgoztam fel, Rahó adatait az ungvári Kárpátaljai Hidrometeorológiai Központ adattárából gyűjtöttem össze. Az elemzéshez a felsorolt állomásokon kívül figyelembe vettem Ungvár meteorológiai adatait is, amelyeket a National Climatic Data Center internetes forrásból merítettem (NCDC 2010). Az időben legkorábbi, megbízható és folyamatos adatsorokat az 1970-es évtől vannak az interneten, ezért is választottam, többek között ezt az évet kiindulópontnak. A másik fontos tényező abban állt, hogy esetenként a hivatalokban megtagadták az adatszolgáltatást.

A kiértékelés során a lineáris trendelemzésre helyeztem a hangsúlyt. A vizsgálatokat, a diagramok szerkesztését a Microsoft Excel táblázatkezelő program segítségével végeztem el. Használtam a Student-féle t-próbát és a korrelációs számítást is az elemzések során. A saját szerkesztésű térképeket CorelDRAW 3 szerkesztőprogram segítségével hoztam létre.

Az erdősültség változásáról készített táblázatokat a Kárpátaljai Megyei Statisztikai Hivatal adatai alapján állítottam össze. Az esetek többségében gondot okozott a statisztikai kiadványokban fellelhető hiányosságok, amelyek a folyamatos adatkövetést akadályozták.

Műholdképek kiértékelése

Két vízgyűjtő (Talabor és Nagyág) elemzéséhez két műholdfelvétel lett felhasználva. Az egyik a NASA honlapjáról (NASA 2003, <https://zulu.ssc.nasa.gov>) lett letöltve (Landsat-5, 1990), amelynek felbontása 28,5 x 28,5 m/pixel (egy pixel kb. 800 m²). A másikat a Debreceni Egyetem Természetföldrajzi- és Geoinformatikai Tanszékének adattárából lett kölcsönözve (Landsat-7, 2000), felbontása 30 x 30 m/pixel (egy pixel kb. 900 m²).

A kiértékelés IDRISI *Kilimanjaro* programmal lett elkészítve. A felvételeken 4-4 színkategória lett felállítva (LÓKI J. 2002). A kategóriák növényzeti összetevők alapján lettek elnevezve (túlevelű erdők – sötétzöld, lombhullató erdők – világoszöld, szántók – rózsaszín, magas víztartalmú területek – kék).

Lefolyási tényező meghatározása

A kisvízi lefolyási idő meghatározása a Nagyszőlős feletti (a nagyszőlősi híd szelvényétől számított) Felső-Tisza vízgyűjtőjén a következő lépésekben folyt (NAGY B. et al 2002):

1. Először az átlagos lefolyási tényezőt határoztuk meg a Felső-Tisza vízgyűjtőjén.

A számításokat a Kenessey módszerre alapoztuk, eszerint a lefolyási tényező három részre lett bontva:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 ,$$

ahol α_1 a felszín lejtési viszonyait, α_2 a talaj beszivárgási feltételeit, α_3 pedig a felszínt borító növénytakaró hatását fejezi ki (ALMÁSSY E. 1977).

A lejtésvizonyok figyelembe vételére a következő összefüggéseket vettük számításba:

- igen erős lejtő (> 35 %-os esés): $\alpha_1 = 0,30$
- közepes lejtő (11–35 %-os esés): $\alpha_1 = 0,20$
- szelíd lejtő (3,5–11 %-os esés): $\alpha_1 = 0,11$
- síkvidék (< 3,5 %-os esés): $\alpha_1 = 0,05$.

A Felső-Tisza (kárpátaljai) vízgyűjtőjét 10 x 10 kilométeres négyzetrácsal fedtük. A 1:100 000 méretarányú térkép segítségével meghatároztuk a

rácsponti lejtésértékeket százalékban, amelyeket átalakítottunk α_1 értékekké. A beszívargási viszonyok figyelembe vétele:

- igen vízzáró talaj: $\alpha_2 = 0,30$
- közepesen áteresztő talaj: $\alpha_2 = 0,20$
- áteresztő talaj: $\alpha_2 = 0,10$
- igen áteresztő talaj: $\alpha_2 = 0,05$.

A talaj mechanikai összetételéről nem álltak rendelkezésünkre rácsponti bontású adatok, ezért a felszínt általánosan közepesen vízáteresztőnek minősítettük ($\alpha_2 = 0,20$). A növénytakaró figyelembe vétele:

- kopár szilárd kőzet: $\alpha_3 = 0,30$
- rét, legelő: $\alpha_3 = 0,25$
- feltört művelt terület, erdő: $\alpha_3 = 0,15$
- zárt erdő, durva hordalék: $\alpha_3 = 0,05$.

2. Ahhoz, hogy meghatározhassuk a vízszállításba bekapcsolódott területek nagyságát, ismerni kell a lefolyási időt a vízgyűjtő egyes pontjairól. Ez két részből tevődik össze: a terepfelszínen történő vízmozgás idejéből és a mederben (völgyfenéken) végbemenő lefolyás idejéből. Az első szakaszt a terepfelszínen részben lefelszerűen, részben számos kis erecske formájában teszi meg a víz, amit sok tényező befolyásol és nehezen lehet számszerűsíteni. Ilyenek például a lejtőszögön kívül a felszín jellege és állapota, a növényzet, az avar. A völgyoldalon mozgó víz sebességének empirikus képlete a Korbély és Kenessey által ajánlott

$$v = 2\sin(\varphi^{0,6}),$$

ahol a v – a víz sebessége m/s-ban, φ – a lejtő hajlásszöge fokokban (V. NAGY I. 1975; ALMÁSSY E. 1977). A lefolyási sebesség és a lejtőhossz ismeretében meghatározható a terepfelszíni lefolyás ideje.

A völgyoldalon való vízmozgás sebességének másik, a lehullott csapadék magasságát is figyelembe vevő, tapasztalati képlete 0,10 m fűmagasságig (STELCZER K. 2000):

$$v = 1070P^{1,5} I^{1,16},$$

ahol a v – a víz sebessége m/s-ban, P – a csapadékmagasság méterben, I – a terep esése m/m-ben.

3. A vizsgált vízgyűjtő méreteit figyelembe véve a terepfelszíni lefolyási idő részletes meghatározására és térképezésére nem volt módunk. Helyette a mederbe gyülekezés átlagos idejét határoztuk meg az egész vízgyűjtőre vonatkozóan. A lejtőn való vízmozgás sebessége (és ezáltal az ideje is) nagymértékben függ a lejtőszögtől. Terepi és térképi vizsgálataink, a szakirodalommal egybehangzóan, a Felső-Tisza vízgyűjtőjén a 20–30° közötti lejtőket találták uralkodónak. Ebből kiindulva, a Korbély–Kenessey képlet 0,21–0,27 m/s-os lefolyási sebességet szolgáltatott a völgyoldalakon. A csapadékmagasságot is figyelembe vevő formula (STELCZER K. 2000) 5 mm csapadék esetén 0,12–0,20, 10 mm-nél 0,33–0,57 m/s-ot. További számításainkhoz a terepi megfigyelések által is leginkább igazolt 0,2 m/s-ot használtuk, ami 0,72 km/h-nak felel meg. A mederbe kerülési idő meghatározásához a terepfelszíni vízmozgás sebességén kívül szükségünk volt az úthosszra is. Tekintettel arra, hogy az Északkeleti-Kárpátokban, így a kutatási területen is, a folyóhálózat átlagos sűrűsége 2 km/km², joggal feltételezhetjük, hogy a terepre hullott csapadékvíz mederbe jutásig megtett útja többnyire nem haladja meg az egy kilométert. Vagyis a völgyoldalon mozgó víz többnyire szűk másfél óra alatt mederbe ér.
4. A lefolyás mederben végbemenő szakaszának idejét szintén a sebesség és az úthossz alapján számítottuk. A keresztszelvényben az áramlás sebessége pontról pontra változik, ám számunkra elegendő a középsebesség ismerete. Ez alatt azt a sebességet értjük, amellyel a valóságos vízhozammal azonos vízhozam haladna át a szelvényen, ha annak minden pontját a középsebesség jellemezné. A mederben kialakuló középsebesség számítását a Chézy-képlet alábbi változata alapján végeztük:

$$v_k = C \sqrt{mI},$$

ahol m – az átlagos vízmélység (m), I – a vízfelszín esése, C – sebességi tényező, melynek értéke függ a meder érdességétől, alakjától és a vízszint esésétől.

A hullámtér feltöltődése

A hullámtéri feltöltődés két módszerrel lett vizsgálva.

1. Mérések lettek elvégezve, hogy a töltéseken kívüli terület szintje mennyiben különbözik a hullámtér szintjétől;
2. Üledékgyűjtők lettek kihelyezve a magasvizek által a vizsgált területre leülepedett hordalék mennyiségének és minőségének mérésére, amelyek reprezentáltak egy 1 m²-es valódi felszínt. Anyaguk polietilén volt, amelyek a négy sarkukon lettek rögzítve. A mintaterületek úgy lettek kiválasztva, hogy két viszonylag magasabban fekvő és két alacsonyabban fekvő részt fedjenek le. A mintavételi területek reprezentálták a környékre jellemző mindegyik hullámtéri felszíninformát, a kubikoktól a folyóhátakig.

Esésgörbe számítása

A Google Earths Internetes honlap segítségével számítottam ki a Tisza esésgörbáját Fekete-Tisza forrásától a Tiszaújlaki Tisza-híd szelvényéig.

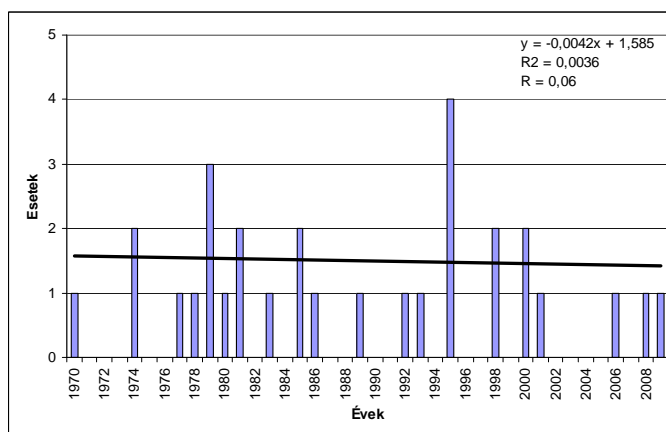
1. meghatároztam a Fekete-Tisza forrásának, a Fekete-Tisza és Fehér-Tisza egyesülési pontjának és Tiszaújlaki folyószelvénynek t.sz.f. magasságát;
2. meghatároztam a folyó hosszát (a folyómelletti települések közötti szakaszokra bontva) a Fekete-Tisza forrásától a Tiszaújlaki Tisza-híd szelvényéig;
3. a kapott adatok és a Microsoft Excel táblázatkezelő program segítségével megszerkesztettem az ábrát.

A felsoroltakon kívül a használt kutatási módszerekhez tartoznak: a magyarországi és kárpátaljai könyvtárakban fellelhető szakirodalom feldolgozása, terepbejárások (fotók), amelyeket az erdőszűrés megállapításánál, a talajtakaró vizsgálatánál végeztem.

A Tisza baloldali mellékfolyójának, a Borzsának torkolatvidékén, az 1998-as és 2001-es nagy árhullámok levonulása után, a hullámtéren visszamaradt iszapmintákat a terepbejárás során gyűjtöttem be, mindkét esetben ugyanarról a helyről.

4. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

1. A Tisza ártéri kilépései 1970-től 2009-ig 30 alkalommal fordult elő (1. ábra). A vizsgált 40 év alatt csökkent a kiöntések gyakorisága, azonban az 1998-as és a 2001-es katasztrofális árvizeket megelőző időszakban (1970–2001 között) enyhén növekedő tendenciát mutattak ki az adatok. Megfigyelhető az árvizek gyakoriságának növekedése az 1977 és 1986 közötti időszakban, amikor 1982 és 1984 kivételével minden évben történt kiöntés a hullámtérre. 1970–2009 között a legtöbb kiöntés (4 eset) 1995-ben figyelhető meg. A Tisza kiöntéseinek gyakorisága és az évek között számított korreláció (a vizsgált 40 év alatt) 95%-os valószínűségi szinten nem szignifikáns változást eredményezett. A kiöntések gyakorisága (1974–2001 között) háromévenként ismétlődött és az ármentes évek nem tartottak két évnél hosszabb ideig. Hosszabb idejű (4 és 5 év) kihagyás csak az 1970–1974 és 2001–2006 időközökben voltak.

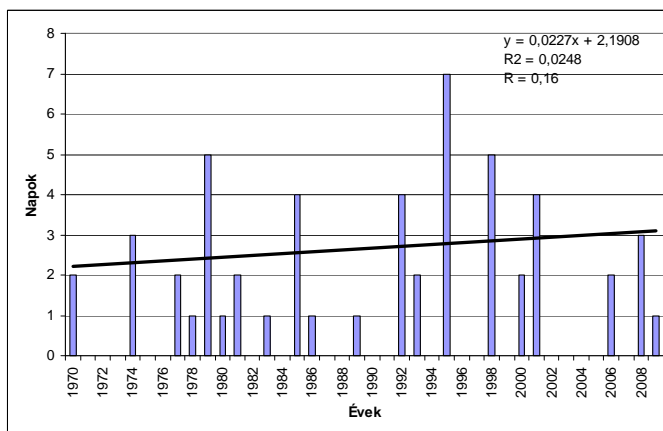


1. ábra: A Tisza kiöntésének gyakorisága (esetek száma) a tiszaujlaki hullámtérre 1970–2009 között.

Forrás: KÁRPÁTALJAI HIDROMETEOROLÓGIAI KÖZPONT adattára, 2010;
Szerkesztette Izsák T.

2. Az ártér vízzel való borítottsága az árvizek idején átlagosan 1–2 nap volt, de kivételesen előfordult 3 (1985, 1995, 1998, 2008), illetve 4 (1992, 2001) napon keresztül is. 1995-ben fordult elő az, hogy az ártér a legtöbb napon át vízzel borított (összeségében 7 nap) volt (2. ábra). A katasztrofális árvizek idején, 1998-ban a folyó (2 esetben) összesen 5 napot tartózkodott az ártéren, 2001-ben (1 esetben) 4 napot. A

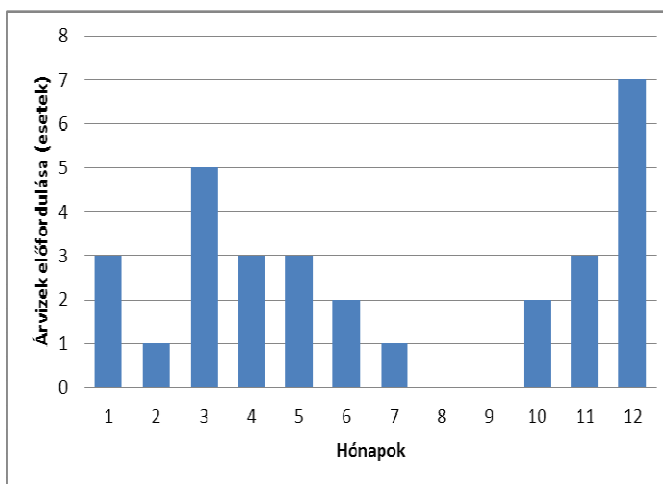
tiszai ártér vízzel való borítottságának időhossz vizsgálata, a katasztrofális árvizeket (1998 és 2001) megelőző 31 éves időszak alatt szignifikáns változást valószínűsít.



2. ábra: A hullámtér vízzel való borítottsága (napok száma) Tiszaújlaknál az árvizek idején 1970–2009 között.

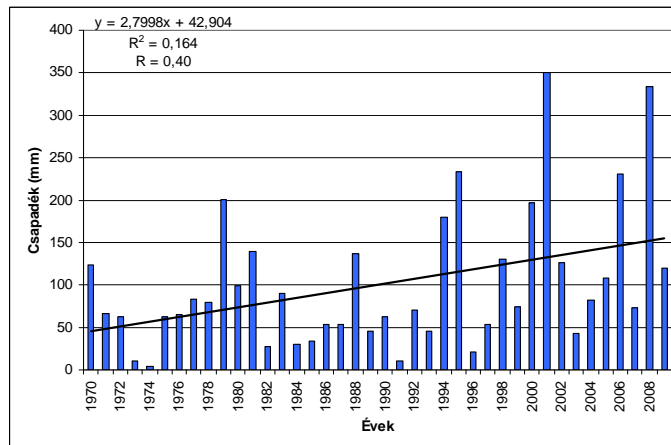
Forrás: KÁRPÁTALJAI HIDROMETEOROLÓGIAI KÖZPONT adattára, 2010;
Szerkesztette Izsák T.

Havi bontásban (3. ábra) a Tisza ártéri kiöntései a leggyakrabban decemberben (7 eset) és márciusban (5 eset) fordultak elő, de 40 év (1970–2009) alatt a folyó egyszer sem öntött ki augusztus és szeptember hónapokban. Az év többi hónapjában átlagosan 1–3 kiöntés fordult elő.



3. ábra: Árvizek előfordulása havi bontásban 1970–2009 között.
Forrás: KÁRPÁTALJAI HIDROMETEOROLÓGIAI KÖZPONT adattára, 2010;
Szerkesztette Izsák T.

Az 1970–2009-es időszakban a csapadék mennyisége március hónapokban emelkedett (4. ábra) a decemberiekben csökkent. A többi hónap alatt vagy kismértékű emelkedést (január, február, április, szeptember, október), vagy csökkenést (május, június, július, augusztus, november) figyelhetünk meg.



4. ábra: A Csapadék mennyiségének változása Rahón 1970–2009 között március hónapokban.

*Forrás: KÁRPÁTALJAI HIDROMETEOROLÓGIAI KÖZPONT adataira, 2010;
Szerkesztette Izsák T.*

A vizsgált 40 év (1970–2009) alatt az árvizek gyakorisága csökkenő tendenciát mutat, azonban a vízzel való borítottság időhossza fokozatosan emelkedett, ezzel együtt növekedett az árvizek levonulása idején levonuló vízmennyiség és az árterekre leülepedő iszap vastagsága. A Borzsa folyó torkolatánál begyűjtött 1998-as minta vastagsága 4,2 centimétert, a 2001-es iszapüledék vastagsága 5,7 centimétert ért el.

3. Kárpátalján az 1970–2009-es időszakban (Beregszász és Rahó meteorológiai adatainak alapján) a trendvonalak segítségével megállapítottam, hogy Beregszászban 1970 és 2009 között (9,5–11,1°C) 1,6°C-kal emelkedett az évi középhőmérséklet, Rahón (7,0–8,2°C) 1,2°C-kal. Az évi középhőmérsékletek és az évek korrelációs együtthatója mindkét állomás esetében szignifikáns változásról tanúskodik.

Az évi abszolút maximális hőmérsékletek fokozatosan emelkedtek az évek folyamán, Beregszászban az 1970–2009 közötti periódusban a trendvonal alapján

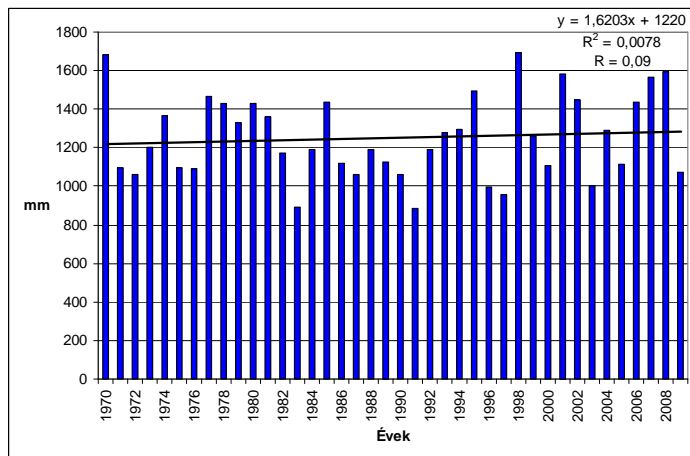
(+31,8°C-ról +35,9°C-ra) 4,1°C-kal emelkedett, Rahón 3,5°C-kal (30,0–33,5°C). A minimális hőmérsékletek között is változások történtek a vizsgált időszakon belül. Az évi abszolút minimális hőmérséklet Beregszászban 1970–2009 között növekedett és a változás elérte a 1,0°C-ot (–18,5°C és –17,5°C), Rahón viszont csökkent –18,8°C-ról –19,2°C-ra (–0,4°C). A legalacsonyabb hőmérsékletet Beregszászban 1987-ben (–26,6°C), Rahón 1987-ben és 2004-ben mérték (–24,0°C). Az évi abszolút minimum hőmérsékletek szignifikáns változást nem mutattak.

Az évi abszolút hőingás 1970 és 2009 között a trendvonalak alapján, Beregszászban (50,0°C és 51,2°C, az abszolút hőingás 1,2°C) és Rahón (48,9°C és 52,9°C, az abszolút hőingás 4°C) is emelkedtek, de a változás csak Rahó esetében szignifikáns.

A hőmérséklet változásának vizsgálatát három meteorológiai állomás adatai alapján is elvégeztem, a Student-féle t-próba töréspont-vizsgálat alapján. Mindhárom állomás esetében szignifikáns töréspontokat találtam (Rahón az 1988–89-es Beregszászban és Ungváron az 1998–99 években), amelyek inkább diszkrét, mint folytonos folyamatokra utalnak és alakulásukra éghajlat-alakító tényezők is hatással vannak.

4. A természeti tényezők között különösen nagy jelentőségű az árvizek kialakulásában a csapadék mennyisége és a mennyiség ingadozása. 1970–2009 között a lehulló csapadék mennyisége (a vizsgált meteorológiai állomások adatai alapján) fokozatosan emelkedett.

A legcsapadékosabb év Beregszászban az 1998-as volt, amikor az évi csapadékmennyiség elérte a 969,8 mm-t. A legkevesebb csapadék 1973-ban hullott (476 mm). Átlagon (697,8 mm 1970 és 2009 között) felüli csapadékos év a vizsgált időszakban 21 évben fordult elő, míg átlagon aluli csapadékmennyiség 19 évben. Rahón, a legcsapadékosabb év szintén az 1998-as volt (1693 mm), míg a legkevesebb csapadék, 1991-ben hullott (883 mm). Átlagon felüli (1253 mm 1970 és 2009 között) csapadékos év a vizsgált időszakban 19 évben fordult elő, míg átlagon aluli csapadékmennyiség 21 évben.

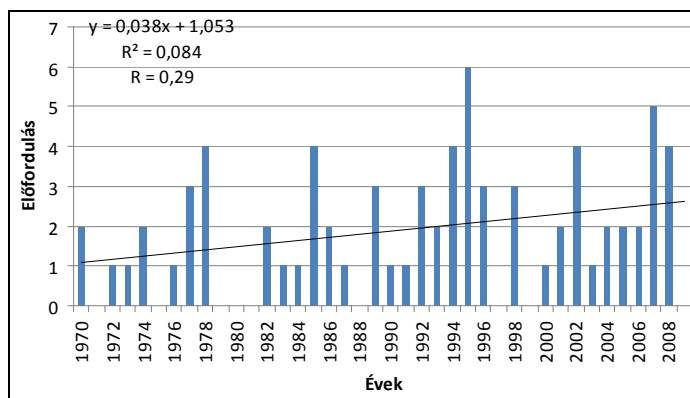


5. ábra: Az évi csapadékmennyiség változása Rahón 1970–2009 között.
 Forrás: KÁRPÁTALJAI MEGYEI HIDROMETEOROLÓGIAI KÖZPONT adataira, 2010;
 Szerkesztette Izsák T.

Trendvonalak segítségével állapítottam meg a sokéves csapadékátlag változását, amely Beregszászban 1970 és 2009 között 15 mm emelkedést eredményezett, Rahón (5. ábra) a növekedés elérte a 60 mm-t, de egyik esetben sem szignifikáns változás.

5. A Tisza hullámtéri kiöntéseinek és a csapadékátlagok vizsgálatával arra az eredményre jutottam, hogy nincs teljes mértékű összefüggés az éves csapadékátlagok és a kiöntések előfordulásának gyakorisága között. A legcsapadékosabb évek a rahói meteorológiai állomáson az 1970-es és 1998-as évek voltak, a legtöbb kiöntés viszont az 1975-ös és 1995-ös években fordult elő. Ha az adatsorokból csak a Kárpátalján 1998-ban és 2001-ben előfordult katasztrófális árvizeket megelőző és tartalmazó 32 évet vesszük figyelembe (1970–2001), akkor a csapadékértékek csökkenését figyelhetjük meg, viszont összességében (1970–2009) a csapadékátlagok lassan emelkedő tendenciát mutatnak.

A csapadék 40 mm fölötti értékei (előfordulásuk 1970 és 2009 között növekedett, 6. ábra) és az árvizek előfordulásának adatai között 17 esetben találtam kapcsolatot, közöttük a két katasztrófális árvizet is (1998. november 4-én 64,4 mm, 2001. március 5-én 92,2 mm csapadék hullott).



6. ábra: A csapadék 40 mm/nap fölötti értékeinek előfordulása Rahón 1970–2009 között.

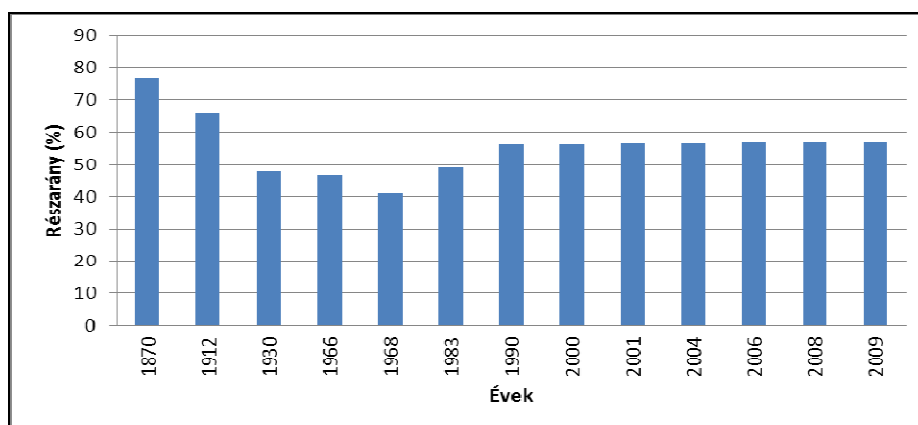
Forrás: KÁRPÁTALJAI MEGYEI HIDROMETEOROLÓGIAI KÖZPONT adataira, 2011; Szerkesztette Izsák T.

Az 1995-ös, 1998-as, 2001-es években a csapadék és a kiöntések száma között összefüggés található. A csapadékmennyiség ezekben az években átlagon felüli volt, hasonlóan a kiöntések gyakoriságával. Az átlagon felüli csapadékos években, többnyire árvizek is kialakultak. Kárpátalján az árvízveszély szempontjából kritikus hónapok a március és (különösen) a december.

6. A domborzat jelentősen befolyásolja az árvizek idején az összegyülekezési időt. A lefolyási idő a kisvízi lefolyás esetében a Talabornál és a Nagyágnál egyformán 30–40 óra körüli, csúcsárvízi viszonyok között ez jelentősen csökken a gyorsabb folyás következtében. A Talaboron az összegyülekezési idő csúcsárvízi viszonyok között 11 óra, a Nagyágon 10 óra. Az utóbbi évtizedekben a domborzatban nem történtek jelentős változások, amelyek hatást gyakoroltak volna az árvizek kialakulásának sűrűsödésére, vagy az árvízszintek emelkedésére.

7. Az erdősültség változása is fontos tényező az árvizek kialakulásában. A II. világháború utáni időszakban az 1960-as évek közepéig intenzív erdőcsökkenés ment végbe, amely felborította az erdők természetes egyensúlyát, de a faállomány nagymértékű kitermelése (a XVIII. század végétől napjainkig) negatív természeti

folyamatokhoz (elsősorban árvizekhez) vezetett. Az erdővel borított területek részaránya 76,9%-ról (1870) 41,1%-ra (1968) csökkent (7. ábra). Változások csak az 1980-as évektől kezdődtek el, amikor csökkentették a fakitermelést, újabb fafeldolgozási technológiákat vezettek be, amelyek a késztermékek gazdaságosabb kibocsátását eredményezte. 2009-ben a megye erdősültsége meghaladja a 724 ezer hektárt, amely Kárpátalja területének 56,8%-a.



7. ábra: Kárpátalja erdősültségének változása 1870-től napjainkig.

Forrás: *BJELOUSZOV, V. et al. 1969; HENSZIRUK, SZ. – BONDAR, V. 1973; MARINICS, O. 1989; KÁRPÁTALJA NÉPGAZDASÁGA 1969, 1989; KÁRPÁTALJA 2000, 2004, 2009; VASZJUTA, SZ. 1991; HRANCSAK, I. et al. 1995; Szerkesztette Izsák T.*

Az erdősültség növekedéséhez az is hozzájárult, hogy a megye települései, az 1990-es évek elejétől fokozatosan tértek át a gáztüzelésre, így kevesebb tűzifára van szükség. A megye 609 településéből 1990-ben 37 volt ellátva földgázzal 1990-ben, 2009-re a számuk 380-ra emelkedett és mára nincsen olyan település, ahol ne lenne földgáz, vagy propán-bután gázellátás. Az államilag engedélyezett erdőirtáson kívül törvénytelen erdőirtásokat is folytattak, amelyek nagysága 1995-ben elérte a 10,7 ezer m³-t.

A minden évben megjelenő statisztikai kiadványok arról tanúskodnak, hogy növekedik az erdősültség, de összevetve a kitermelés és megújulás adatait, arra a következtetésre jutottam, hogy a faállomány átlagosan több mint 10 ezer hektárral (az erdők összterületének 1,4%-a) csökken évente. A legnagyobb erdőveszteség (1970-től számítva) 1970-ben ment végbe, a legkevesebb a 2000-es évben. A faállomány

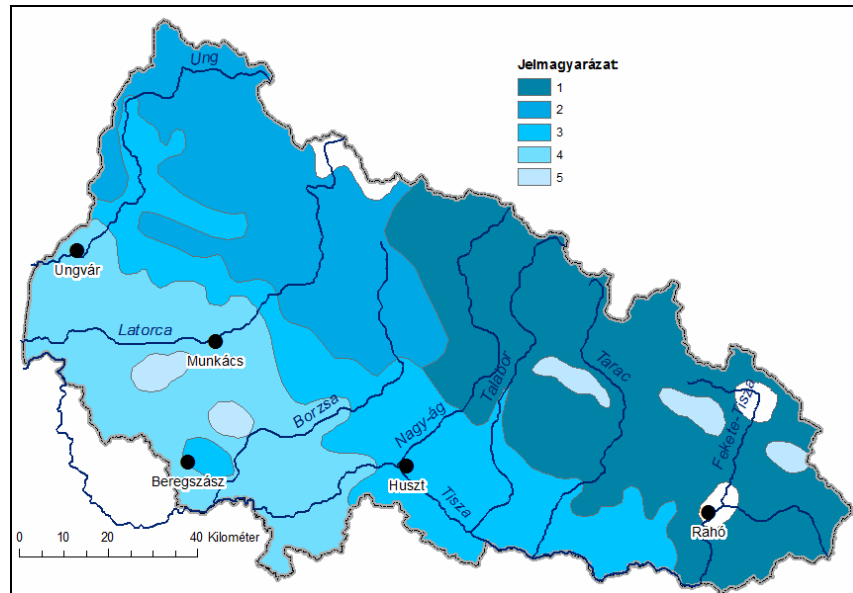
kitermelésének megmentésére és védelmére az egyik lehetőség újabb természetvédelmi területek létrehozása.

8. Az erdők talajtakarójának, különösen a felső avarszintnek jelentős szerepe van a lehulló csapadékvíz és az olvadékvíz tárolásában, az árhullámok méretének csökkenésében. A talajok víztározó képessége a talaj fizikai összetételétől függ, illetve az ember által az erdőkben végzett gazdasági tevékenységétől. A kitermelt fa elszállítási technológiájának változásával degradálódnak, legyalulódnak, tömörödnek a talajok, csökken vízáteresztő és vízfelhalmozó képességük, amely növeli a lefolyás mértékét. Az erdőkben végzett fakitermelési munkálatok növelik a talaj kimosódását, iszap keletkezését, amelynek nagy része végeredményben leöblítődik a hegyoldalokról és a folyókba jut. A torkolatvidéken végzett kutatások azt mutatják, hogy a leülepedett és megmaradt iszap vastagsága egyenesen arányos a domborzat lejtőfokának csökkenésével. A sík hullámtéri részeken és a zárt, medenceszerű mélyedésekben a hordalékiszap felhalmozódik. Az átlagos hullámtér feltöltődés függ az árvizek levonulásának időtartalmától, elérheti egy árvíz alatt az 5–7 centimétert, amely 85–119 cm-es feltöltődést eredményezhetett a folyószabályozási munkálatok befejezése óta.

A folyók torkolatvidékén, a gyakori vízszintingadozás hatására növekedik az oldalerózió. A erózió partromboló hatásának mértéke évente eléri a 20–30 centiméter is lehet.

Az árhullámokat különböző mértékben kialakító természeti (*1. térkép*) és antropogén (*2. és 4. térkép*) tényezőket (összefoglalásként) a korábbiakhoz viszonyítottan részletesebben mutatom be. Az ábrákon szereplő térképek jelmagyarázatában a határfok-kategóriák rövid jellemzést adnak a felszínre érkezett víz mennyiségét befolyásoló (mérseklő) tényezőkről. Árhullám-keltő szerepük megítélésében jelentős mértékben lett figyelembe véve az illető terület kiterjedése és a befogadóhoz viszonyított térbeli helyzete. A térképek egységes árhullám-keltő kategória-rendszere (az igen erős hatástól az igen gyenge hatásig) lehetőséget ad arra, hogy összehasonlítást lehessen tenni az összes hatótényező között is. A Tisza kárpátaljai vízgyűjtőjében ezáltal zónák, illetve régiók ismerhetők fel.

A természeti tényezők között a legjelentősebb (igen erős, erős) árhullám-keltő a hegységi domborzat (1. térkép), amelynek két változata, a magashegységi és a középhegységi hatás-változat különíthető el.



1. térkép: Az árhullám-keltő természeti tényezők térszerkezete Kárpátalján.
Szerkesztette Izsák T.

Jelmagyarázat:

1. Igen erős hatás – magashegységi régió, amelynek túlnyomó része 1000 m tszf magasság feletti felszín. Egyes részei szikla-kopárok, ill. gyakori a havasi legelő. Déli lefolyású, 40–50 km hosszú völgyeihez keskeny vízgyűjtők tartoznak, amelyekben ezen orográfiai okok miatt leggyorsabb a kiürülési idő.
2. Erős hatás – középhegységi térség, amely túlnyomórészt 500–1000 m tszf magasságú, meredek oldalú lejtőkkel szabdaltnak, nagyterjedésű, erdővel borított terület, és a befogadóhoz viszonyítottan távol fekszik.
3. Közepes hatás – az a 200–500 m tszf közötti mezőgazdaságilag művelt terület, amelyet gyenge lejtők, széles hátságok uralnak, valamint a gyakori talajművelés következtében jelentős a beszivárgási és párolgási veszteség.
4. Gyenge hatás – az a 200 m tszf alatti, mezőgazdaságilag művelt, gyakorlatilag teljesen sík, laza talajú térség, amely a sűrű településhálózatú Beregszász-Munkácsi síkon, azaz a befogadó közvetlen közelében fekszik.
5. Igen gyenge hatás – havasi régiókban fekvő legelő, és szikla-kopár, amelynek felszíni lefolyási viszonyai kitűnőek, de kicsiny kiterjedésű, és a

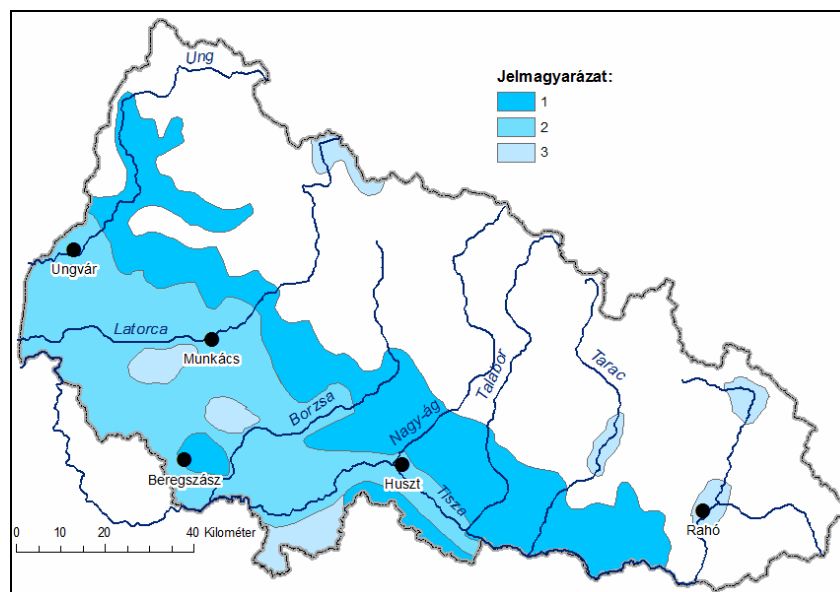
befogadótól való távoli fekvésük következtében árhullám-keltő hatásuk igen gyengének minősíthető.

9. Az 1990-es évektől kezdődően, Kárpátalja gazdaságában jelentős változások mentek végbe. Növekedett a szolgáltatói ágazatok jelentősége, a gazdaságban végbemenő negatív folyamatok a gazdaságszerkezet változását hozták magukkal. Sokan veszítették el munkahelyüket és kerestek külföldön munkát. A gazdasági hanyatlás Kárpátalját sem kerülte el. Egymás után zártak be a gyárak és az üzemek, feloszlottak a mezőgazdasági termelőszövetkezetek. Kárpátalján a mai napig fontos kérdés az ipari termelés fokozatos emelése és az elhanyagolt ökológiai helyzet.

A vegyipari vállalatok természetkárosító működtetése, a haditechnika tárolása, a mezőgazdaságban használt vegyszerek túlzott és helytelen felhasználása, az ipari-, mezőgazdasági- és háztartási szemét elhelyezése, az erdők faállományának drasztikus csökkentése komoly gondokat jelentenek az amúgy is részben állami dotáción működő gazdaság számára.

Kárpátalja agráripari vidék, amely fakészletezésre és fafeldolgozó iparra, élelmiszeriparra és könnyűiparra, gépgyártásra, gyógyüdülői-üdülői szolgáltatásokra, turizmusra, mezőgazdasági termelésre szakosodik. A megye gazdasági életében fontos helyet foglal el az agráripari komplexum. A megyében található gazdasági tevékenységek között a mezőgazdaság (a vadgazdálkodással és az erdőgazdálkodással együtt) a legeredményesebb ágazat. Ebben az ágazatban tevékenykedik a megye munkaképes lakosságának 26,4%-a. Kárpátalja összterületének 35,5%-a tartozik a földművelés alá.

Az antropogén árhullám-keltő tényezők hatása a legjelentősebb (közepes) az Északkeleti-Kárpátok délnyugati, túlnyomóan szántóföldi művelés alatt álló, hegység-előtéri területein (2. térkép).



2. térkép: Az árhullám-keltő antropogén tényezők térszerkezete Kárpátalján.
Szerkesztette Izsák T.

Jelmagyarázat:

1. Közepes hatás – hegylábi lejtők az Északkeleti Kárpátok délnyugati lealacsonyodó lejtővidéke, gyakran széles völgyközi hátakkal tagolt terület, amelyen terjedelmes rét-legelő fekszik. A csapadékból származó felszíni lefolyás közvetlenül a befogadóba kerül.
2. Gyenge hatás – túlnyomórészt szántó művelésű terület, amely általában 200 m tszf magasságig terjed. A felszíni lefolyásnak jelentős párolgási, és beszivárgási vesztesége a gyakori talajlazítás következtében. A csapadékból származó felszíni lefolyás közvetlenül a befogadóba távozik.
3. Igen gyenge hatás – a vízgyűjtőben két típusát lehet meghatározni. Leggyakrabban a magashegységi völgyek nagy településeinek közvetlen szomszédságában fekvő szántóföldi művelésű térség, amelynek számottevő népesség eltartó szerepe van. A felszíni lefolyás részaránya jó, a víz közvetlenül a befogadóba kerül. A típus kicsiny kiterjedése következtében vízgyűjtőbeli összhatása igen gyengének minősíthető.

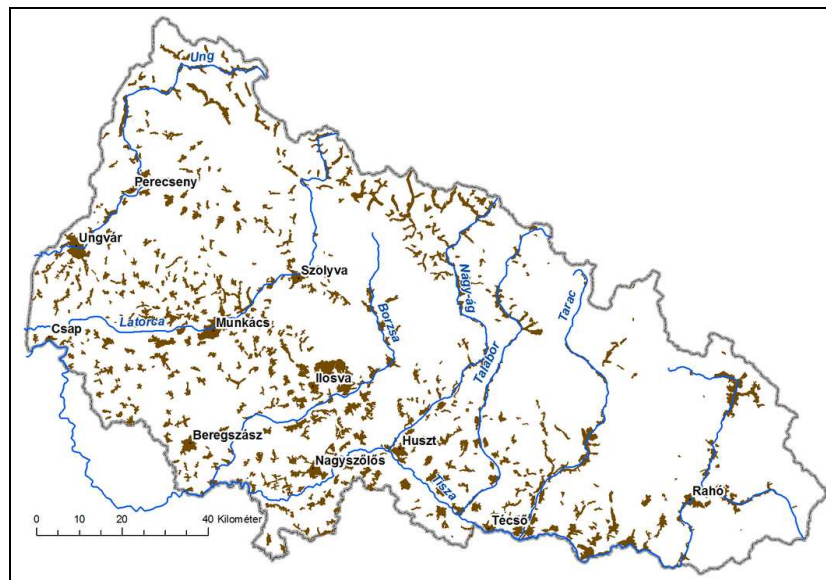
A természeti és antropogén tényezők térszerkezetében (1. és 2. térkép) egyértelműen felismerhető, illetve igazolódik a tengerszint feletti magassággal változó földrajzi (természeti és társadalmi) környezet hidrológiai hatásának mérséklődése.

10. A települések számának és területüknek növekedése gyarapítja a felszíni vizek lefolyását. Az épületek tetőzete, a települések szilárd burkolatú részei, a szilárd

burkolatú úthálózatok, a vasút, a lefolyó- és csatornarendszerek, a csővezetékek és távvezetékek csökkentik a talajba jutó csapadék mennyiségét, a víz beszivárgását és növelik a felszíni lefolyást.

Kárpátalján a népességszám a II. világháború utáni időszakról napjainkig csaknem megkétszereződött. A benépesített területeken és a közlekedési utak mentén fokozatosan romlik az ökológiai helyzet, csökken a természetes növénytakaró, az erdősültség, negatív természeti jelenségek és folyamatok jelennek meg.

A települések száma a XX. század elején 492 volt, jelenleg 609 település található a megyében. A települések számának növekedése magával vonta az általuk elfoglalt területek gyarapodását (3. térkép).



3. térkép: Kárpátalja települései által elfoglalt terület (barna szín – települések).
Forrás: KÁRPÁTALJA ATLASZA 1991; Szerkesztette Molnár D.I. – Izsák T.

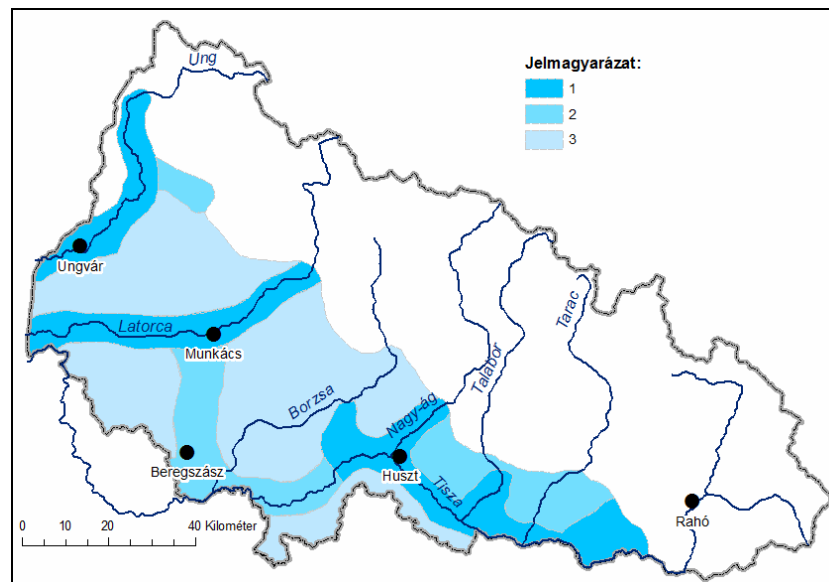
A Tisza szabályozása előtt a települések ott épültek, ahol veszélyeztették az áradások. Az árvizek elleni védvonalak, töltések létrehozása után csaknem mindegyik síkvidéki településen épületek házak a valamikori ártérre.

A szilárd burkolatú utak hossza eléri a 3,3 ezer km-t, amely meghaladja a 261 kilométert 1000 km²-nyi területen. A közutak szélessége átlagosan 16 méter. A közutakra eső terület 52,8 km² (5280 ha), amely a megye területének 0,4%-a. A földutak hossza (erdei, mezei, hegyi stb.) körülbelül ugyanennyi.

A vasútvonalak hossza a XX. század 60-as éveitől nem sokat változott és a hozzájuk tartozó védett sáv által elfoglalt terület Kárpátalján meghaladja a 6,5 km²-t, amely a megye területének 0,05%-a.

A csővezetékek, a magasfeszültségű vezetékek és más hozzájuk tartozó műtárgyak által elfoglalt és a mellettük húzódó védősáv területe közel 4 ezer hektár, amely a megye területének 0,3%-a.

A technogén tényezők (a települések szilárd felszínei: tetők, utak, járdák stb.) hidrológiai hatása a természeti és antropogén tényezőkhez természetesen nem hasonlítható, mert ezek a tájban összefüggő területként jelentkeztek, de a technogén tényezők pontszerűen, egymástól távol helyezkednek el. A vízgyűjtő legalacsonyabb felszínén, és ezen belül a nagyobb vízfolyások közvetlen közelében a legjellemzőbbek (4. térkép).



4. térkép: Az árhullám-keltő technogén tényezők térszerkezete Kárpátalján.
Szerkesztette Izsák T.

Jelmagyarázat:

1. Közepes hatás – a vízgyűjtő településhálózatának azok a régiói, ahol viszonylag jelentős számú, 5000 fővel rendelkező és ezt meghaladó település. Ezeknek a központi térségben a fejlődés folyamán kialakult egy viszonylag jól körülhatárolható területe, amelyen a szilárd felszín aránya (épület-tetők, utak, járdák stb.) 50% felett van. Ezek a települések szinte kizárólag vízfolyás mentén fekszenek, tehát technogén felszínekről

származó minimális párolgási és beszivárgási veszteség nélkül távozik a mederbe.

2. Gyenge hatás – a vízgyűjtő településhálózatának azok a régiói, ahol a 2000–5000 fő közötti településeknek jelentős a száma. Ezeket a kertes településkörnyezet jellemzi, ahol a szilárd felszínek részaránya 25–50% között van.

3. Igen gyenge hatás – a vízgyűjtő sűrű településhálózatú régiójának az a területe, ahol a hálózat elemei (települései) ritkán fekszenek egymástól távolabb 2,5–3 km-nél, és a népesség igen gyakran 500 fő alatti (törpe falvak). A falusias környezetben a szilárd felszínek részaránya alig éri el a 25%-ot, és élő felszíni vízfolyás gyakran több kilométer távolságban található.

Összegezve az árvizek kialakulását előidéző tényezők vizsgálatát, arra a következtetésre jutottam, hogy az árvizek kialakulásában, lefolyásában és katasztrófális méretűvé válásukban elsőrendű szereppel bír az időközönként nagy mennyiségű csapadéknak. Az 1998-as és 2001-es kárpátaljai árvizeket a rövid idő alatt lehulló sok csapadék váltotta ki. A csapadék mellett az ember gazdasági tevékenységét kell megemlíteni. Vezető helyen szerepel az erdősültség változása a II. világháború utáni időszakban (különösen az 1950 és 1980 közötti években) és az utóbbi években végbemenő, sok esetben erdővédelemmel magyarázott fakitermelésnek.

A települések területének növekvése következtében letarolták a környezetükben található erdőket, megváltoztatták a felszínborítottságot, növelték a lefolyási tényezők árvízfokozó hatását.

Jelentős szerep hárul az árvízvédelmi beruházások megvalósítására. Az ukrán állam a mai napig nem tudott az árvizekkel kapcsolatos rendeletekben és törvényekben előírányzott és megígért finanszírozásnak eleget tenni. Továbbra is léteznek az árvízvédelemben, az elért pozitív eredmények mellett, hiányosságok és mulasztások, amelyekre a megoldást estenként csak a megtörtént baj után találják meg.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK ÉS A KUTATÁS TOVÁBBI IRÁNYA

Az elvégzett kutatások alapján a következtetéseket és a javaslatokat néhány pontban lehet összefoglalni:

1. Katasztrofális jellegű árvíz intenzív hóolvadás és felhőszakadásszerű eső egybeesésekor keletkezett (1947, 1957, 1970, 1998, 2001).
2. Kárpátalján az elmúlt évtizedekben kis mértékben, de növekedett az évi középhőmérséklet és az évi csapadék mennyisége, az átlagon felüli csapadékos években növekedett a folyók kilépésének gyakorisága a hullámtérre, de a csapadék átlagos mennyiségének növekedése nem mutat egyöntetű összefüggést az árvizek gyakoriságának növekedésével.
2. A katasztrofális árvizek kialakulásában mindegyik természeti (csapadék, domborzat, erdősültség) és antropogén (fakitermelés a II. világháború utáni években, beépítettség területi növekedése, hidrotechnikai műtárgyak állapota stb.) tényezőknek egyaránt szerepe volt.
3. A legnagyobb mértékű befolyással az árvízszintek növekedésére az éghajlati összetevők váltakozása van, közöttük is a csapadékátlagok növekedésének, az időközönként nagy mennyiségű napi csapadéknak, amelyeknek előfordulási gyakorisága az utóbbi évtizedekben fokozatosan emelkedik.
4. Fontos tényező az erdősültség. Az erdő szabályozza a vízhozamot, jelentős mértékben csökkenti a szélsőségeket, a csapadékot időben széthúzza, visszatartja, tározza a lehulló és olvadó csapadékvizet és késlelteti a lefolyást.
5. A csúcsárvizek kifejlődésében a szovjet időkben folytatott hegyvidéki mezőgazdasági termelésnek, különösen az állattenyésztésnek is szerepe van. A szubalpesi övezetben folytatott juhlegeltetés eredményeként az erdők legfelső természetes határa csökkent, amely következtében a tavaszi olvadás idején kisebb idő alatt nagyobb mennyiségű olvadékvíz jut a folyók medrébe.

6. Árvizek a jövőben is elő fognak fordulni, de a károkozó jellegük megelőzésében továbbra is szerepük lesz a hidrotechnikai építményeknek (töltések, víztározók, átereszek stb.).

7. Az éghajlat változásaiban nem tudunk „pozitív” változásokat eszközölni, ezért a jövőben előforduló nagy árhullámok, csúcsárvízi jelenségek katasztrófális jellegének megelőzésében és az árvizek hullámtéren történő megtartása érdekében szükséges komplex árvíz-megelőzési munkálatokat végezni.

Az árvizek előrejelzéséhez, az árvízszintek meghatározásához, katasztrófális jellegük megelőzéséhez mindegyik kockázati tényező alapos vizsgálatára szükség van, mert az előidéző okok között nem egy tényező, hanem tényezőhalmazok és az őket befolyásoló természeti és antropogén elemek vesznek részt. Ezért a további kutatásokban folytatni kell:

- ❖ az éghajlati összetevők és a közöttük kialakult kapcsolatrendszerek vizsgálatát, többek között a csapadék és a hőmérséklet értékeinek alakulását, változását a Felső-Tisza vízgyűjtőjében és az Kárpát-medence egész területén;
- ❖ továbbra is kutatni és pontosítani kell az erdősültség változását a Tisza részvízgyűjtőin, felmérni a folyamatosan végbemenő csökkenését, növekedését az erdőterületeknek és ennek hatását a lefolyásra;
- ❖ fontos a hullámtér feliszapolódásának további vizsgálata, ezeknek a területeknek kartográfiai felmérése;
- ❖ folytatni kell az árvízvédelemmel kapcsolatos, határokon átnyúló együttműködés kiszélesítését, bevonva ebbe az árvizek kialakulásával, lefolyásával foglalkozó (hidrológusok, meteorológusok, geomorfológusok, politikusok), az árvízvédelemi munkálatokban résztvevő részágazatok (mérnökök, építészek, karbantartók) vezető szakembereit;
- ❖ további kutatásokat igényel az emberi beavatkozások (ipari, mezőgazdasági, közlekedési) hatása a Tisza vízgyűjtőjének egészén és a részvízgyűjtőkön is.

PUBLIKÁCIÓS LISTA

IZSÁK TIBOR

1. A disszertáció alapjául szolgáló publikációk

1.1. Közlemények, tanulmányok, könyvrészletek stb.

1. **IZSÁK T.** (megjelenés alatt): *A Tisza kiöntésének gyakorisága az ártérre Tiszaújlaknál (Kárpátalja)*. Modern Geográfia, Pécs.
2. **IZSÁK T.** (megjelenés alatt): *Kárpátalja természetföldrajzi sajátosságai*. – In. DÖVÉNYI Z. (szerk.): *A Kárpát-medence földrajza*. MTA, Pécs.
3. MOLNÁR J. – **IZSÁK T.** 2012: *Trendek és töréspontok a léghőmérséklet kárpátaljai idősoraiban*. – In. *Légkör*, 56. évfolyam, 2. szám, pp. 49–54. <http://www.met.hu/metadmin/newspaper/2012/02/legkor-2011-2.pdf>
4. **IZSÁK T.** 2010: *The effect of human work on the environment in the delta of river Borzsa, the right-side branch of the Tisza*. – In. *Acta Beregsasiensis*, IX. évfolyam, 1. szám. „PoliPrint Kft” kiadó, Ungvár, pp. 233–239. http://epa.oszk.hu/01600/01626/00003/pdf/acta_beregsasiensis_EPA01626_2010_01_233-240.pdf
5. **IZSÁK T.** 2009: *Beregszászi járás*. – In. BARANYI B. (szerk.): *A Kárpát-medence régiói 11. Kárpátalja*. MTA Regionális Kutatások Központja. Dialóg Campus Kiadó, Pécs–Budapest, pp. 269-273.
6. **IZSÁK T.** 2009: *Ilosvai járás*. – In. BARANYI B. (szerk.): *A Kárpát-medence régiói 11. Kárpátalja*. MTA Regionális Kutatások Központja. Dialóg Campus Kiadó, Pécs–Budapest, pp. 276-278.
7. **IZSÁK T.** 2009: *Nagyszőlősi járás*. – In. BARANYI B. (szerk.): *A Kárpát-medence régiói 11. Kárpátalja*. MTA Regionális Kutatások Központja. Dialóg Campus Kiadó, Pécs–Budapest, pp. 283-285.
8. **IZSÁK T.** 2008: *Az emberi tevékenység hatása a környezetre a Tisza jobboldali mellékfolyójának - a Borzsának torkolatvidékén*. – In. FODOR I. (szerk.): *A Fenntartható fejlődés környezetvédelmi összefüggései a Kárpát-medencében*. Bookmaster Kft, Pécs, pp. 176–183.
9. KOHUT E. – **IZSÁK T.** 2008: *Természeti értékeink. Kárpátalja védett növényei, gombái és állatai*. – In. Rákóczi-füzetek L. II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola. Beregszász. PoliPrint, Ungvár. 156 p.

10. **IZSÁK T.** 2007: *A Beregszászi járás természeti földrajza. Фізико-географічний огляд Берегівського району Закарпатської області.* (magyar és ukrán nyelven) – In. Rákóczi-füzetek. XXXII. Kárpátaljai Magyar Pedagógusszövetség, II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola. „PoliPrint Kft” kiadó, Beregszász, 52 p.
11. **IZSÁK T.** 2007: *Ukrajna természeti földrajza.* – In. Rákóczi-füzetek XXIX. II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, PoliPrint, Ungvár, 215 p.
12. **RADVÁNSZKY B.** – **IZSÁK T.** 2006: *Az Ős-Tisza hordalékkúpja a Huszti-kapu előterében.* – In. Acta Beregsasiensis, V. évfolyam, 2. szám, pp. 135–149.
13. **IZSÁK T.** 2005: *Ukrajna természeti földrajza.* Főiskolai jegyzet. Az Arany János Közalapítvány pályázata. Budapest. 180 p.
14. **IZSÁK T.** 2005: *Kárpátalja ásványi kincsei. Мінеральні ресурси Закарпаття.* – In. SZABÓ I. (szerk.): Természeti erőforrások hasznosításának vizsgálata Kárpátalján. Phare Kísérleti Kisprojekt Alap. Kárpátalja természeti erőforrásai. Tipographic Kft., Nyíregyháza.
15. **IZSÁK T.** 2004: *A Tisza szabályozásának előzményei és kezdete a folyó Kárpátaljai szakaszán.* – In. BARKÁTS J. (szerk.): Fialat kárpátaljai magyar kutatók a természettudományi kutatásban. „PoliPrint” kiadó, Beregszász–Ungvár, pp. 84–92.
16. **IZSÁK T.** 2004: *Természetföldrajzi fogalmak szótára.* – In. II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Matematika és Természettudományi Tanszék. Kárpátaljai Magyar Pedagógusszövetség Tankönyv- és Taneszköztanácsa, Beregszász, 72 p.
17. **KOMONYI É.** – **MOLNÁR J.** – **GÖNCZY S.** – **IZSÁK T.** – **SÁNDOR A.** – **SASS E.** 2003: *A Felső-Tiszai árvizek kialakulásának tényezői.* – In. Az Arany János Közalapítvány pályázata. Kárpátaljai Magyar Tanárképző Főiskola, Beregszász, 78 p.
18. **NAGY B.** – **KOMONYI É.** – **MOLNÁR J.** – **IZSÁK T.** – **GÖNCZY S.** – **KUCSINKA I.** – **SÁNDOR A.** 2002: *Jelentés a Felső-Tiszai árvizek kialakulásának tényezőiről.* Az Arany János Közalapítvány pályázata. Budapest. II.RFKMF adattár, Beregszász; MTA FKI adattár, Budapest. 120 p.
19. **PÜSPÖKI Z.** – **GÖNCZY S.** – **IZSÁK T.** 2000: *Párhuzamok a kárpátaljai és magyarországi neogén kifejlődésekben.* – In. Acta Beregsasiensis, 2000/1. szám. pp. 149–156.

1.2.Konferencia előadásokhoz kapcsolódó publikációk

20. **IZSÁK T.** 2011: *A hőmérséklet és a csapadék értékeinek változása Kárpátalján.* – In. BUNYEVÁ CZ JÓZSEF – IFJ. CSONKA PÁL – FODOR ISTVÁN – GÁLOSI-KOVÁCS BERNADETT (szerk.): „A fenntartható fejlődés, valamint a környezet- és természetvédelem összefüggései a Kárpát-medencében”. Konferencia kiadvány. MTA Pécsi Területi Bizottság, Szent István Tudományos Akadémia, MTA Regionális Kutatások Központja, Total Kft., elektronikus CD kiadvány.

1.3.Konferencia előadások

21. **IZSÁK T.** 2007: *Kárpátalja ásványi erőforrásai.* – In. Kölcsey Nyári Akadémia. Beregszász. 2007. július 9.
22. **IZSÁK T.** 2006: *Vízenergetikai erőforrások kihasználásának lehetőségei Kárpátalján.* – In. Energiahordozók nyomában Pannon-tájakon. HUNGEO 2006. Nemzetközi konferencia. Pécs, 2006. augusztus 21–25.
23. **IZSÁK T.** 2006: *A vízenergetika jelenlegi helyzete Kárpátalján.* – In. Fialat Kárpátaljai Magyar Kutatók 4. konferenciája. Beregszász, 2006. október 28.
24. **IZSÁK T.** 2005: *Kárpátalja ásványi kincseinek gazdasági jelentősége.* – In. Kárpátalja gazdasági és társadalmi helyzetfeltárása. Szakmai konferencia a Nyíregyházi főiskolán. Nemzetközi konferencia. Nyíregyháza, 2005. december 7–10.
25. **IZSÁK T.** 2005: *Kárpátalja ásványi kincsei.* – In. Természeti erőforrások hasznosításának vizsgálata Kárpátalján. Konferencia és workshop a Nyíregyházi Főiskolán. Nemzetközi konferencia. Nyíregyháza, 2005. december 2–3.
26. **IZSÁK T.** 2004: *A Tisza-szabályozás előzményei és kezdete a folyó Kárpátaljai szakaszán.* – In. „Fialat kárpátaljai magyar kutatók a természettudományi kutatásban”. Beregszász, 2004. október 30.
27. **IZSÁK T.** 2003: *A katasztrofális árvizek kialakulásának okai Kárpátalján.* – In. Kölcsey Nyári Akadémia. Beregszász, 2003. július 19.

2. Egyéb publikációk

2.1. Közlemények, tanulmányok, könyvrészletek stb.

1. **IZSÁK T.** 2009: *A gazdaság fejlődésének általános tendenciái.* – In. BARANYI B. (szerk.): A Kárpát-medence régiói 11. Kárpátalja. MTA Regionális Kutatások Központja, Dialóg Campus Kiadó, Pécs–Budapest, pp. 301–303.

2. **IZSÁK T.** 2009: *Kárpátalja mezőgazdasága.* – In. BARANYI B. (szerk.): A Kárpát-medence régiói 11. Kárpátalja. MTA Regionális Kutatások Központja, Dialóg Campus Kiadó, Pécs–Budapest, pp. 320–328.
3. **IZSÁK T.** 2009: *Természetvédelmi területek.* – In. BARANYI B. (szerk.): A Kárpát-medence régiói 11. Kárpátalja. MTA Regionális Kutatások Központja, Dialóg Campus Kiadó, Pécs–Budapest, pp. 154–158.
4. MOLNÁR J. – BERGHAUER S. – FODOR GY. – **IZSÁK T.** – GÖNCZY S. – MOLNÁR D. I. 2007: *A földrajz írásbeli felvételi vizsgák néhány tanulsága a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar főiskolán.* – In. Acta Beregsasiensis, VI. évfolyam, 1. szám, pp. 111–121.
5. CSÁSZÁR ZS. – KOPÁRI L. – **IZSÁK T.** 2005: *A magyarországi erdei iskolák oktatásföldrajzi vizsgálata.* – In. Acta Beregsasiensis, IV. évfolyam, 4. szám, pp. 167–179.
6. **IZSÁK T.** 2004: *Ukrajna helye a jelenkori geopolitikai folyamatokban.* – In. PITRIK J. – ULCZ GY. (szerk.): Társadalmi-gazdasági kapcsolatok az uniós kapcsolatok tükrében. Tanulmánykötet. PTE TTK Földrajzi Intézet, SZTE Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó, Pécs–Szeged. pp. 193–205.
7. **IZSÁK T.** 2001: *Kárpátalja demográfiai képe 1900-ban. (az 1900. évi népszámlálási adatok alapján, Kárpátalja jelenkori közigazgatási és területi határain belül).* – In. Acta Beregsasiensis. Kárpátaljai Magyar Tanárképző Főiskola, Beregszász, pp. 127–134.

2.2 Konferencia előadásokhoz kapcsolódó publikációk

8. **IZSÁK T.** 2005: *Kárpátalja regionális fejlődésének lehetőségei.* – In. RÁCZ SZ. (szerk.): Regionális átalakulás a Kárpát-medencében. Konferenciakötet. Magyar Regionális Tudományi Társaság, Pécs, pp. 124–132. (Regionális fejlődés a Kárpát-medencében és az Európai Unió Transz-regionális politikája. Magyar Regionális Tudományi Társaság III. Vándorgyűlése. Nemzetközi konferencia. Sopron, 2005. november 24–26.)

2.3. Konferencia előadások

9. **IZSÁK T.** 2007: *Kárpátalja fejlesztési lehetőségei.* – In. Kölcsey Nyári Akadémia. Beregszász. 2007. július 10.

10. **IZSÁK T.** 2007: *Természetvédelem Kárpátalján.* – In. Kárpátalja „Vörös Könyvé”-ben szereplő védett növények és állatok. Kölcsey Nyári Akadémia. Beregszász, 2007. július 12.
11. **IZSÁK T.** 2005: *Ukrajna és Kárpátalja természetvédelmi területei.* – In. Kölcsey Nyári Akadémia. Beregszász, 2005. július 12.
12. **IZSÁK T.** 2004: *Kárpátalja népessége 1900-ban.* – In. Kölcsey Nyári Akadémia. Beregszász, 2004. július 5.
13. **IZSÁK T.** 2004: *Kárpátalja „Vörös Könyve”.* – In. Kölcsey Nyári Akadémia. Beregszász, 2004. július 15.
14. **IZSÁK T.** 2004: *Kárpátalja ritka és védett növényei és állatai.* – In. Kölcsey Nyári Akadémia. Beregszász, 2004. július 20.
15. **IZSÁK T.** 2004: *Kárpátalja védett területei.* – In. Kölcsey Nyári Akadémia. Beregszász, 2004. július 26.