

# HEGY ÉS DOMBVIDÉKI KISVÍZFOLYÁSOK SZÉLSŐSÉGES ÁRVIZEINEK VIZSGÁLATA

## 1. A TÉMA ELŐZMÉNYEI, A VIZSGÁLAT FELTÉTELEI ÉS KÖRÜLMÉNYEI

Hazánkban a területi vízgazdálkodási tevékenységnek csaknem kétszáz éves múltja van: ebből következően a mai vízviszonyok szabályozottak. E történelmi fejlődés folyamán alakultak ki a területi vízgazdálkodás árvízmentesítési, folyószabályozási, síkvidéki vízrendezési, belvízmentesítési, dombvidéki vízrendezési, patakszabályozási, belterületi vízrendezési, helyi vízkárelhárítási és mezőgazdasági vízszolgáltatási szakterületei, melyek egymást feltételező és kiegészítő komplex rendszert alkotnak.

Dombvidéken – hazánk területének mintegy 55%-án – a felszínen hirtelen keletkező, nagy mennyiségű lefolyó víz okoz károkat. A síkvidékkel ellentétben itt igen rövid, egy-két órán belüli, heves, talajpusztulást előidéző lefolyások keletkezhetnek, nagy károkat okozva településeken, műszaki létesítményekben (utak, vasutak), valamint a mezőgazdaságban. Ez egyrészt abból adódik; hogy a dombvidéki vízfolyások a hirtelen megnövekedett vízmennyiséget nem tudják elvezetni, medrükből kilépve elöntik a környező területeket, másrészt a nagy intenzitású csapadékot vagy a hirtelen olvadásból keletkező vízmennyiséget a talaj felső rétege nem tudja befogadni, s a lefelszerűen lefolyó víz megbontja, és magával viszi a talajszemcséket.

A dombvidéki vízrendezés a vízgyűjtőre csapadék formájában jutó víz lehetőség szerinti legalacsonyabb kártételek melletti elvezetését, szabályozott lefolyását célzó összetett tevékenység. Magában foglalja a kisvízfolyások, patakok mederrendezését, képessé téve azokat az árvízhozamok levezetésére, az árhullámokat felfogó tározók építését, a völgyfenéki területek vízrendezését, valamint a völgyoldalak rendezését, erózió elleni védelmét.

A patakok települést, lakott területet, valamint mezőgazdaságilag művelt területeket érintő szakaszain az árhullámok elleni védelem elsősorban megelőzéssel lehetséges, ami történhet a meder megfelelő méretre történő kiépítésével, vagy az árhullámok csökkentését szolgáló tározók létesítésével. A hegy- és dombvidéki vízfolyások 10-33%-os, kivételesen 1-3%-os előfordulási valószínűségű nagyvizek biztonságos elvezetésére vannak kiépítve, de jelentős hosszt képviselnek az kiépítetlen, őszállapotú medrek is. Igényesebb kiépítettsége általában az összes mederhossz 36%-át képviselő KÖVÍZIG és víztársulati kezelésű patakoknak van, míg az összes mederhossz 64%-át kitevő önkormányzati, illetve magán tulajdonú medrek kevésbé épültek ki. Hasonló következtetések vonhatók le a fenntartottság vonatkozásában is. Ilyen kiépítettségi és karbantartottsági viszonyok között nem lehet csodálkozni azon ha jelentősebb (30 mm feletti) zivatarok helyi vízkárokat okoznak.

Egy hosszabb aszályos periódus után 1996. májusában és júniusában felhőszakadás méreteket elérő csapadékok alakultak ki, amelyek visszatérési periódusa több esetben haladta meg az 50 évet (pl: Gyöngyösoroszi 107 mm, május 13-án, Ravazd 96-107 mm június 20-án). Májusban főként a Vértes-Pilis- és Mátra-, valamint a Villányi-hegység környezetére voltak jellemzőek ezek a kiugró csapadékok, míg júniusban a Sokorói-dombvidék területére. Az ezekből a csapadékokból kialakuló árhullámok paraméterei elérték vagy meghaladták a medrek kiépítettségét. A legsúlyosabb károk a társulati és önkormányzati művek mentén alakultak ki, de a medrükből kilépő kizárólagos állami tulajdonú patakok (pl. Benta-patak) is okoztak károkat.

Az elmúlt évtizedekben – az egyre jelentősebb nemzetgazdasági vagyoni felhalmozódása következtében – növekedett a települések kárérzékenysége, de növekedett a kárérzékenység a mély településrészek beépítése által is, melyet esetenként a vízügyi szakvélemény mellőzésével hajtottak végre.

A hatályos joganyag eltérő szemlélettel közelíti meg és nem ad egyértelmű választ a helyi vízkárelhárítás felelősségi és hatásköri kérdéseire. A korábbi jogszabályok az információ szolgáltatási és jelentési kötelezettség kérdését is tisztázatlanul hagyták. Egyetlen jogszabályban sincs előírva a Környezetvédelmi és vízügyi igazgatóságok számára, hogy a főhatóságot tájékoztatni kell olyan helyi vízkárok esetében, amikor saját hatáskörében képes segítségnyújtást adni.

A dombvidéki vízrendezésnek egy speciális területe a települések belterületén jelentkező vízrendezési és vízkárelhárítási feladatok megoldása, beleértve a hegy- és dombvidéki kisvízfolyások belterületeken áthaladó medrét és az abban levonuló árhullámok elleni védekezést.

A rendszerváltást megelőzően a települések vízvezető műveinek kielégítő színvonalú kiépítettségére és karbantartottságára vonatkozó megállapítások szinte kivétel nélkül valamennyi településre általánosíthatóak voltak. A centrális irányítás a vízkárelhárítást területén is érvényesült, és a szabályozás önálló feladatot a települések részére csak ott adott, ahol fővédvonalak nem épültek ki. A települések erejét meghaladó vízkárok esetén minden esetben számíthattak - általában a megyei tanács által koordinált - segítségre, és védekezést követő helyreállítási munkák is központi irányítással folytak.

Az önkormányzatiság első éveit kifejezetten csapadékszegény, aszályos évek voltak, így ebben az időszakban a települések nem szembesültek a belterületi vízrendezés és a vízkárelhárítás problémáival, nem fordítottak sok gondot a vízvezető rendszereik fenntartására, és figyelmüket elkerülte, hogy a jogszabályi környezet változása több, korábban az állam által ellátott feladatot (pl: települési vízrendezés és csapadékvíz elvezetés 1990. évi LXV tv., vízkárelhárítás 1995. évi LVII tv.) az önkormányzatokhoz telepített ugyanebben az időszakban.

Az 1996-tól csapadékosra forduló időjárás felkészületlenül érte az önkormányzatokat. A vízvezető rendszerek nem funkcionáltak megfelelően, és az ismétlődően jelentkező vízkárok miatt - igaz kényszerűségből, lakossági nyomásra - egyre inkább ráeszméltek az önkormányzatok, hogy a jogszabályok által feladatkörükbe utalt vízrendezési, vízkárelhárítási feladatokat más nem fogja elvégezni helyettük. Ugyanakkor azt is meg kell állapítani, különösen az 1999. és 2000. évi vízkárok kapcsán, hogy az előírások szerint kiépített és kifogástalan állapotban lévő rendszerek sem lettek volna képesek - hidrometeorológiai események rendkívülisége, vis maior jellege miatt - károk nélkül elvezetni a vizet. Emiatt és fentiekben említett karbantartottsági hiányok következtében fordulhatott elő, hogy 1999-ben mintegy 12 000 épület és közel 30 000 lakos került veszélybe. Lakhatatlanná vált kb. 400 épület és több mint 3 000 embert kellett kitelepíteni. Az önkormányzatokat ért károk meghaladták a 16 milliárd forintot, és ez az összeg nem tartalmazza a vízfolyásokban, vízilétesítményekben keletkezett károk mértékét.

A hegy- és dombvidéki vízfolyások, tározók, műtárgyak 2000. évre vonatkozó országos adatait az alábbi táblázat foglalja össze.

<b>Megnevezés</b>	
<b>Vízfolyások (főművi és társulati) hossza, km</b>	<b>18 263</b>
ebből: rendezett vízfolyás	10 809
ezen belül: megfelelő állapotú	6 930
<b>Burkolt meder szakaszának:</b>	
hossza, km	722
felülete, ezer m <sup>2</sup>	2 535
<b>Tározók száma összesen, db</b>	<b>85</b>
ebből: árvízcsúcs-csökkentő	69
időszakos	5
<b>Tározók térfogata összesen, millió m<sup>3</sup></b>	<b>107</b>
ebből: árvízcsúcs-csökkentő	70
időszakos	2
<b>Műtárgyak száma összesen, db</b>	<b>12 240</b>
ebből: vízmosáskötők	498
hidak	5 257
zsilipek	1 517

## 2. AZ ÁRHULLÁMOT KIVÁLTÓ CSAPADÉKOK TERÜLETI ELOSZLÁSÁNAK VIZSGÁLATA

### 2.1. A csapadékvizsgálatok korábbi eredményei

Az 1-2 napos csapadékokat Magyarországon már korábban is kiterjedten vizsgálták. A rövidebb időtartamú csapadékok vizsgálata csak regisztráló berendezések adatai alapján lehetséges. Regisztráló állomás sokkal kevesebb és rövidebb észlelési idővel létezik, így ezek vizsgálata csak később és kevésbé kiterjedten indulhatott meg.

Az eddigi vizsgálatok szerint a rövid időtartamú csapadékok valamilyen aszimmetrikus (célszerűen Lognormál) eloszlással írhatók le statisztikailag. A nyári 4 hónap rövid időtartamú csapadékai nem különböznek egymástól szignifikánsan. Ugyancsak nem található szignifikáns különbség rövid időtartamú csapadékok tekintetében az ország különböző mérőállomásai között. Az ennek alapján előállított országos érvényű csapadékfüggvények képezik ma a méretezés alapját.

Az elvégzett vizsgálatok szerint nincs szignifikáns különbség a rövidebb és hosszabb észlelési idők (ha a rövidebb is megfelelő hosszúságú) alapján levont következtetések között. Kezdeti eredmények születtek a rövid időtartamú csapadékok és a területnagyság közötti összefüggésre, valamint a csapadékok időbeli szerkezetére vonatkozóan. Külföldi eredményekkel összhangban az is megállapítható, hogy az igen nagy záporok időtartama általában nem hosszabb 3 óránál.

A csapadék térben és időben nagy változékonyságot mutató meteorológiai paraméter. Ezért – bár fontosságát már régóta felismerték – sokáig hiányoztak a mérési és matematikai eszközök az alapos vizsgálathoz.

A méréseknél a csapadék leggyakoribb mérési időegysége a nap. A csapadékatatok 80-90%-át csak nap pontossággal ismerjük, legfeljebb még valamilyen inkább leíró megjegyzéssel, például reggel, délelőtt stb. Az ombrográfok (gráf regisztrátumú csapadékintenzitás-mérők) már elég hosszú időszakkal rendelkeznek, viszont a feldolgozásuk csak nagy vonalakban történt meg. Ez azt jelenti, hogy rendszeresen csak órás kiértékeléssel rendelkezünk, de elektronikus adathordozón legfeljebb háromórás adatok kerültek rögzítésre. Ennél részletesebb adatkiértékelés csak projekt jelleggel, alkalmilag történt meg. Ma már rendelkezünk ugyan gráfdigitalizáló programmal, de ezt a feldolgozást a finanszírozási problémák hátráltatják.

Jelentős változás történt az automatizálás térnyerésével. Technikai oldalról az automaták már szinte tetszőlegesen kis időlépcsővel (2 másodperctől felfelé) képesek a lehullott csapadékot mérni, így az időbeli felbontás nagyot javult. Mivel a manuális észlelői tevékenység erőteljesen visszaszorult, ezért az automaták számának növekedésével a csapadék intenzitás mérésének térbeli felbontása is sokat javult. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál az automatizálás nagy mértékben az 1996-os évtől indult el. A nagycsapadékok szempontjából szerencsésnek tekinthető, hogy éppen ezek az évek nagyon csapadékosak voltak, így sokkal jobb adatbázishoz jutottunk, mintha például az egész 80-as éveket végigmértük volna. Ezek a megjegyzések csak a folyékony csapadékokra vonatkoznak, mert a szilárd csapadék esetében még különböző korrekciók bevezetése lesz szükséges.

A nagycsapadékokkal foglalkozó munkák száma döntően a külső feltételeknek megfelelően ingadozott. Nagy lökést adott a munkáknak az OMSZ-ban (akkor még OMI-ban) elkészített 1901-1950-es adatokat tartalmazó adatbázis, illetve Hajósy Ferenc részletes munkája a hazai csapadékmérő állomásokról.

Itt jegyezzük meg, hogy a XIX. század végi és a XX. század eleji csapadék- és csapadékintenzitás-mérésekkel kellő óvatossággal kell bánni. Ugyanis abban az időszakban a csapadékmérő edény nem szisztematikus hibával terhelten mérte a csapadékot, ami főként a nagycsapadékok esetében okozhat nagyobb eltérést. A XX. század első néhány évtizedében bevezetett úgynevezett magyar típusú Hellman mérőedény a folyékony csapadékok esetére már jó eredményt szolgáltatott.

Az összeállított adatbázisból már nagylélegzetű feldolgozások jelentek meg, például Kéri és Kulin (1953), Hajósy (1954). Ezek a kiadványok elsősorban klimatográfiai jelleggel tárgyalják az adatbázis különböző szempontú statisztikai feldolgozásait. Ennek megfelelően ezek a kiadványok döntően adattár tartalmúak.

A nagycsapadékok vizsgálatának további mozgatórugói a vízügyi megrendelések és az 1964-65-ös árvíz voltak. Egyfelől az egy napnál rövidebb csapadékhullásról először *Bacsó, Péczely et al.* publikáltak, melynek eredménye a 15300 sz. szabvány 1954-ben, majd a műszaki tervezési segédletekhez (VMS 201/1, OVHMI 10167/1975, 10455/1987) készült dolgozat. Ezek a munkák általában szakvélemény vagy tanulmány formájában jelentek meg [összefoglalva lásd. *Wisnovszky* (1993)]. Az egy napnál nagyobb csapadékokat *Schirokné* (1978, 1983) vizsgálta részletesebben, illetve OTKA dolgozat eredményei között található (szakfolyóiratban részletesen nem lett publikálva, témavezető *Ambrózy Pál*). Ezekben a munkákban a Gumbel és a Frechet eloszlásra való illesztéssel közelítik a lehullott csapadékmennyiségeket, ahol már figyelembe veszik a tengersizint feletti magasságot, illetve havi, évszakos bontásban végezték az elemzéseket.

A nagycsapadékok vizsgálatának másik nagy felhasználója a hidrológiai és meteorológiai előrejelzés. Sok elemzés készült a nagycsapadékok előrejelezhetőségére *Bodolainétól* és *Takácstól* (például 1984, 1986, 1988). Legtöbb ilyen dolgozat az utóbbi időszakban született, elsősorban a 80-as években. Ezek a munkák azért is érdekesek, mert vízgyűjtő centrikusak, ezért elhagyva a mai Magyarország területét, már egységes földrajzi régiókban gondolkodnak, figyelembe véve a komplex orográfiai hatásokat.

A csapadékok, nagycsapadékok további alkalmazási területként jelentkezett az állomások racionális számának és helyének kutatási témája, ami elsősorban *Czelnai* névéhez fűződik. Az állomások szerkezeti függvényeit, a havi területi csapadékatlagok konfidencia szintjeit határozta meg. Ide sorolható *Durayné* és *Faragó* munkája a területi átlagok számítási módjairól (1988), illetve *Péczely* (1984) tervezési munkákat elősegítő táblázatai.

Az elmúlt néhány év éghajlati vizsgálatai újból a figyelem középpontjába állították a nagycsapadékok vizsgálatát. Az éghajlatváltozás egyik legfontosabb, de mégis egyik legbizonytalanabb témaköre az éghajlatváltozás és a csapadékok kapcsolata. Feltehető, hogy régiókban a globális melegedés először csapadékmennyiség csökkenéssel, majd pedig növekedéssel jár. Nagy kérdésként marad azonban a csapadékintenzitások tendenciája. Mivel egységes vélemény nincs (legfeljebb annyit nevezhetünk annak, hogy feltehetőleg az intenzitásoknak növekedniük kellene, elsősorban a nyári időszakban), ezért a mérési eredmények rendszeres és alapos vizsgálata szükséges. Hiszen még azt sem állíthatjuk biztonsággal, hogy a globális vagy kontinensre érvényes jelleg a Kárpát-medencében egyértelműen uralkodóvá válik.

A vizsgálatok egyre inkább a kisebb térségek felé mennek. Ennek több oka is van, egyrészt lassan kialakul a kisebb térségek vizsgálatához szükséges tudományos bázis, másrészt a gazdasági élet igénye is ebbe az irányba hat. Ez szükségessé teszi a felszíni pontméréstől eltérő jellegű mérési technikák eredményeinek felhasználását is. Ezek elsősorban a távérzékelési módszerek, így a radar- és műholdas mérések. Még mindkét technika pontossága elmarad a felszíni mérésektől, de a radarral 2 km\*2 km-es, a NOAA műholdképekkel körülbelül 1.2 km\*1.2 km-es pixeleket tudunk mérni, míg jelenleg a felszíni mérőhálózatban átlagosan 150-180 km<sup>2</sup>-re jut egy csapadékmérő állomás.

Fejlett külföldi meteorológiai szolgálatok már rendelkeznek a nagycsapadékok meghatározásához szükséges segédletekkel. A feladat jelentőségét mutatja, hogy a WMO is adott ki kézikönyvet a meghatározási módszerekhez, illetve a jelenleg készülő éghajlati kézikönyv is fog tartalmazni ilyen jellegű információt. Az amerikai Weather Bureau több kiadványa ismert, illetve a WMO megjelentette *Faragó* társszerzőségében a tervezési vizsgálatokhoz készült anyagot és programot (1990).

Az 1970-es években jelentős kutatómunkát végzett a VITUKI-ban *Goda László* (1965, 1966), aki a többnapos nagycsapadékok gyakoriságát vizsgálta. Ez a kutatás figyelembe vette az 1-6 napos csapadékoknak a havi csapadék törzserékéhez való arányát, az eloszlás függvények paramétereit ( $C_v$  – variációs tényező,  $C_s$  – aszimmetria tényező), ezek területi eloszlásait havonta.

Az 1970-es években a Budapesti Műszaki Egyetemen *Winter János* (1972, 1979, 1988) irányításával végeztek kutatómunkát a rövid idejű nagycsapadékok vizsgálatára. Ennek során az ombrogrammok alapján statisztikai mintákat (adatsorokat) állítottak elő. Minden állomáson a nyári félév 6 hónapjára (április-szeptember) évente a legnagyobb 10, 20, 30 és 60 perces, az 1, 3, 6, 12 és 24 órás, valamint az 1 napos csapadékok alkottak egy-egy (vagyis állomásonként havonta 10) adatsort. Az adatsorokat valószínűségi eloszlásfüggvényekkel közelítették, amelyek közül a Lognormál bizonyult a legalkalmasabbnak. Ennek

paramétereinek a csapadék időtartamával való változása matematikailag is egyszerűen leírható: a középérték változása log-log koordináta-rendszerben lineáris, a szórás konstans.

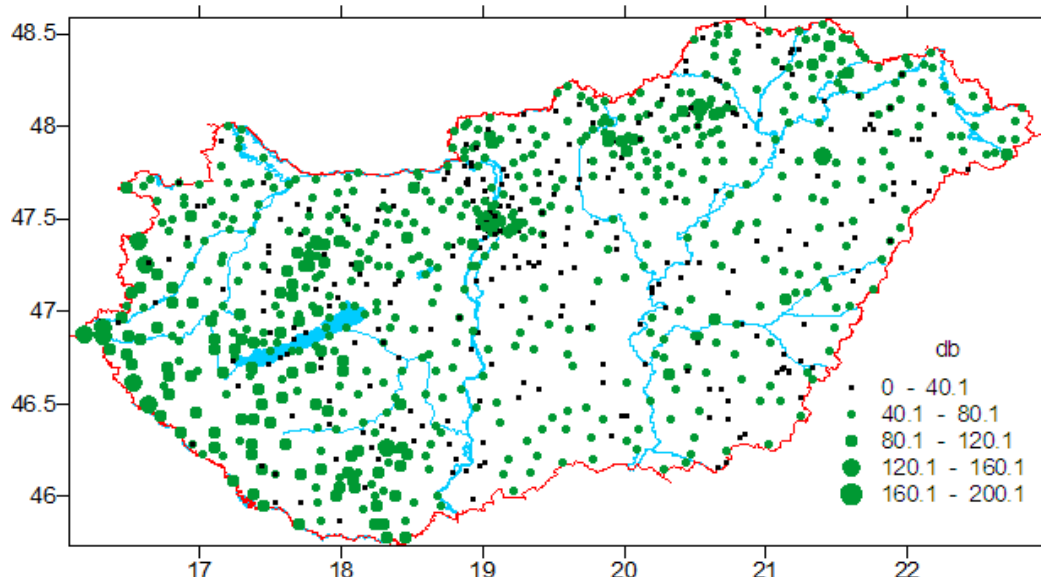
Megállapították, hogy az áprilisi és szeptemberi csapadékok a többi nyári hónapénál kisebbek és más jellegűek. A május-augusztus időszak négy hónapjának Lognormál eloszlásfüggvényei (ill. paraméterei) nem különböznek egymástól szignifikánsan, és mivel az adatsorok igazolhatóan egymástól függetlenek, időtartamonként összevonhatók egy adatsorba. Ezáltal négyszeresére növekszik az adatsor hossza és felére csökken a konfidencia („bizonytalansági”) sáv. Az eredmények alapján országos érvényű csapadék-maximum függvényeket állítottak elő, amelyek ma is a méretezések alapjául szolgálnak (VMS 201/2 A 3 óra - 24 óra időtartamú csapadékok meghatározása).

## 2.2. Az 1980. január-2005. május közötti időszak nagycsapadékainak vizsgálata

A különböző időtartamú nagycsapadékok statisztikai elemzése rendkívül adat- és időigényes feladat. A jelen kutatás keretében nem volt lehetőségünk ilyen vizsgálat közvetlen elvégzésére, miután – megfelelő pénzügyi fedezet hiányában – nem tudtuk megvásárolni az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) megfelelő adatbázisát. Ugyanakkor a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KvVM) Vízkárelhárítási Főosztályának megbízásából az OMSZ végeztetett ilyen feldolgozást 2005. júniusában. A KvVM-től lehetőséget kaptunk, hogy a vizsgálat eredményeit az OTKA téma számára értékeljük és hasznosítsuk.

A vizsgálat alapját az OMSZ hálózatában 1980. január-2005. május között működő állomások adatai képezték. A napi csapadékmérést végző állomások száma az utóbbi 25 évben 800-ról 570-re csökkent, az automata meteorológiai állomásoké jelenleg kb. 90. A jellemzően záporból, zivatarból származó – nagy valószínűséggel kárt okozó – csapadékok különböző küszöbértékek megválasztásával lettek kiszűrve.

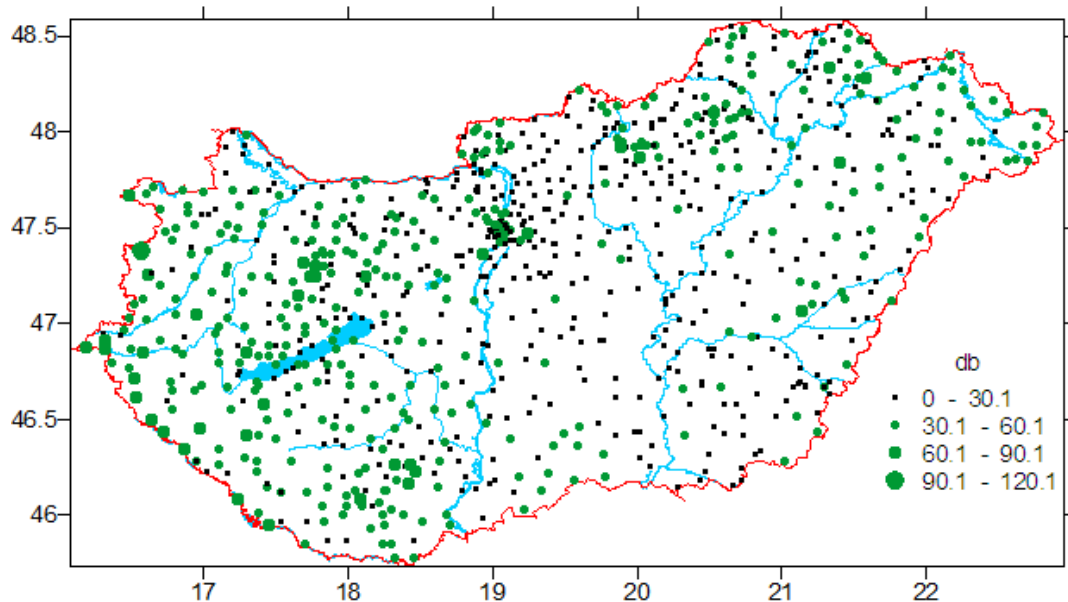
Az 1. ábra az 1980. január –2005. május közötti 25 mm-nél nagyobb napi csapadékösszeg esetszámait (gyakoriságát) tartalmazza. Minden vizsgált állomáson előfordult ilyen esemény, így ez a térkép egyben az állomáshálózat területi eloszlásának illusztrálására is szolgál.



1. ábra. 1980 január – 2005 május közötti 25 mm-nél nagyobb napi csapadékösszeg esetszámai

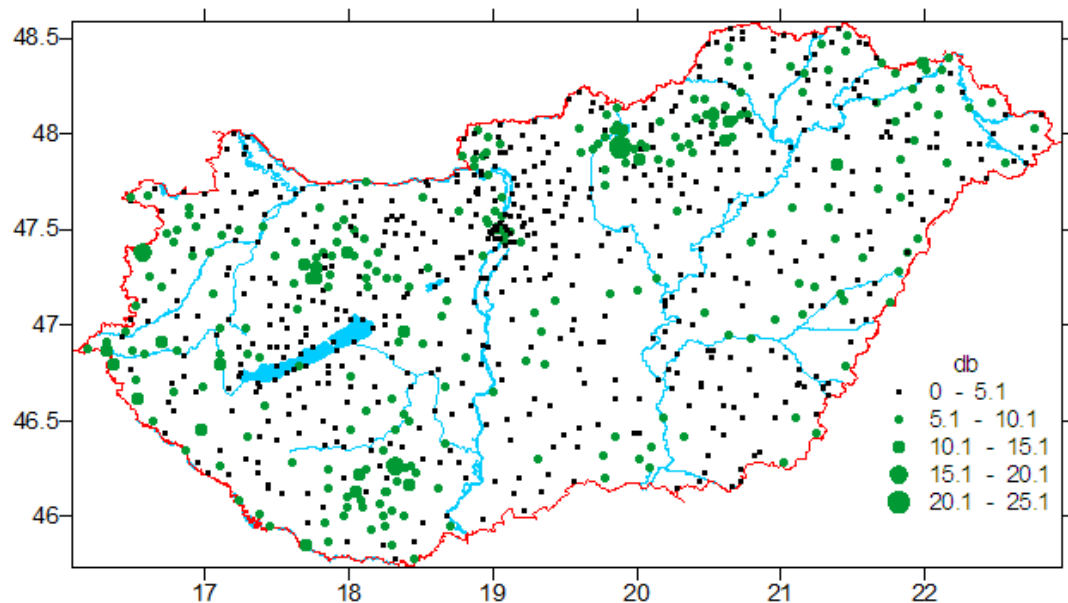
Az 2-5. ábrák az 1980. január –2005. május közötti 30, 50 75 ill. 100 mm-nél nagyobb napi csapadékösszeg esetszámait (gyakoriságát) tartalmazzák. A 24 óra alatt lehullott legalább **30 mm** mennyiségű csapadék (2. ábra) jelentős károkat tud okozni. Ha ezt a küszöbértéket elérő illetőleg megha-

adó csapadékhullás következik be, akkor – a hazai gyakorlat szerint – a biztosító társaságok az ügyfél részére a keletkezett kárt megtérítik, amennyiben az OMSz hivatalosan szakvéleményben igazolja a csapadék előfordulását. A feldolgozás szerint a 25 év alatt minden meteorológiai állomáson változó számban, de legalább egy alkalommal előfordult 30 mm-t meghaladó napi csapadékösszeg. A 719 mérőhelyen kb. 27.000 ilyen nap volt a vizsgált időszakban. Legtöbb ilyen eseményt Budapesten (107 nap), Kőszegen (95), Felsőszölnökön (87), Miskolcon (79), Szentgotthárdon (78) regisztrálták.



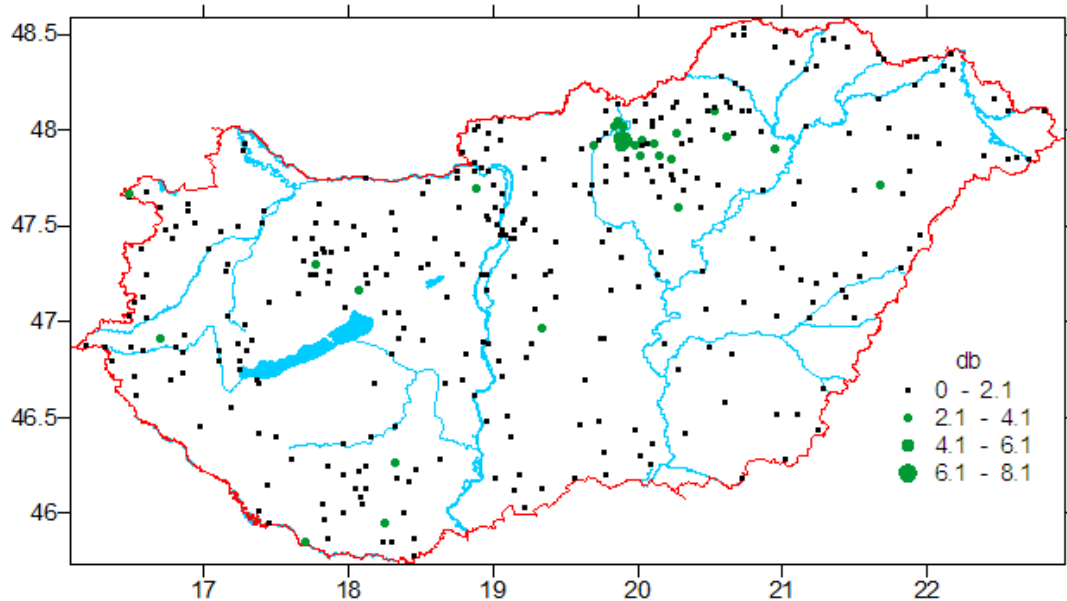
2. ábra. 1980 január – 2005 május közötti 30 mm-nél nagyobb napi csapadékösszegek esetszámai

3831 olyan nappól van tudomásunk, amikor a napi csapadékösszeg meghaladta az **50 mm-t** (3. ábra). A legtöbb esemény a Mátrában, a Bakonyban, a Mecsekben, illetőleg a nyugati országrészben következett be: pl. Mátraszentlászló (21 nap), Kárász (17), Kőszeg (17), Mátraszentimre (16), Szuha (15), Bakonybél (14) stb.



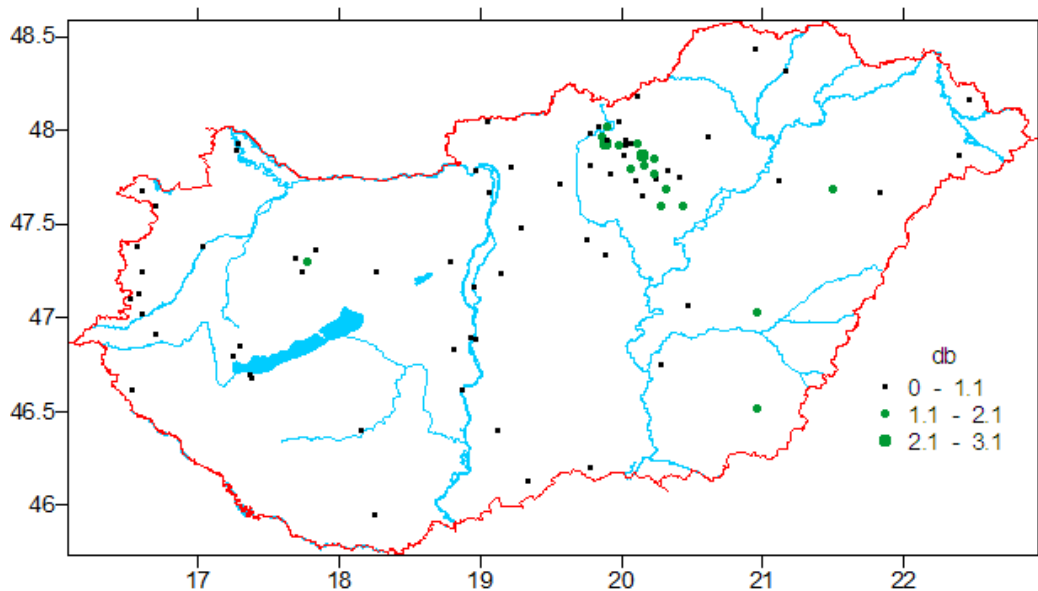
3. ábra. 1980 január – 2005 május közötti 50 mm-nél nagyobb napi csapadékösszegek esetszámai

Az elmúlt 25 év során a **75 mm**-es csapadékot meghaladó napok száma 509 volt (4. ábra), elsősorban az ország egész területén bekövetkezhet ilyen esemény, az ismétlődés leginkább a Mátra térségében fordult elő.



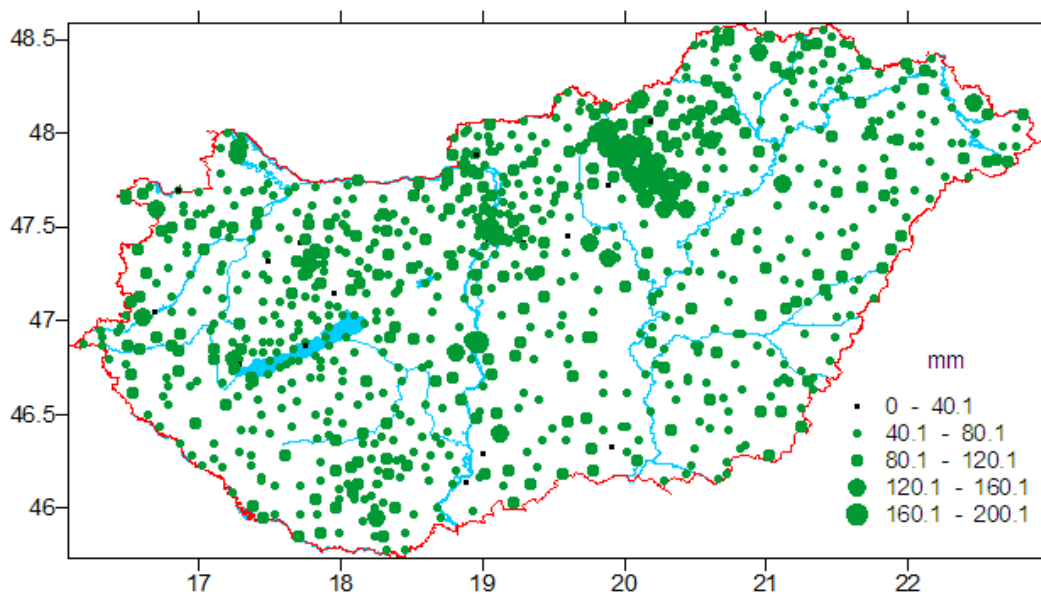
4. ábra. 1980 január – 2005 május közötti 75 mm-nél nagyobb napi csapadékösszegek esetszámai

Összesen 102 olyan nap volt, amikor a napi csapadékösszeg meghaladta a **100 mm**-t (5. ábra). Özönvízserű esőzést okozó zivatar az OMSZ mérőállomások közül 84 helyen fordult elő az országban a vizsgált 1980. január-2005. május közti időszakban. Extrém csapadékok viszonylag ritkán ismétlődnek egy-egy adott helyen: Kisnánán és Mátraszentlászlón 3–3 ilyen nap következett be a 25 év alatt, továbbá 16 olyan település volt, ahol két alkalommal zúdult a településre nagy mennyiségű csapadék.



5. ábra. 1980 január – 2005 május közötti 100 mm-nél nagyobb napi csapadékösszegek esetszámai

A 6. ábrán látható, hogy az 1980. január- 2005. május közötti időszakban hogyan alakultak a napi csapadékösszegek maximumai (mm-ben).



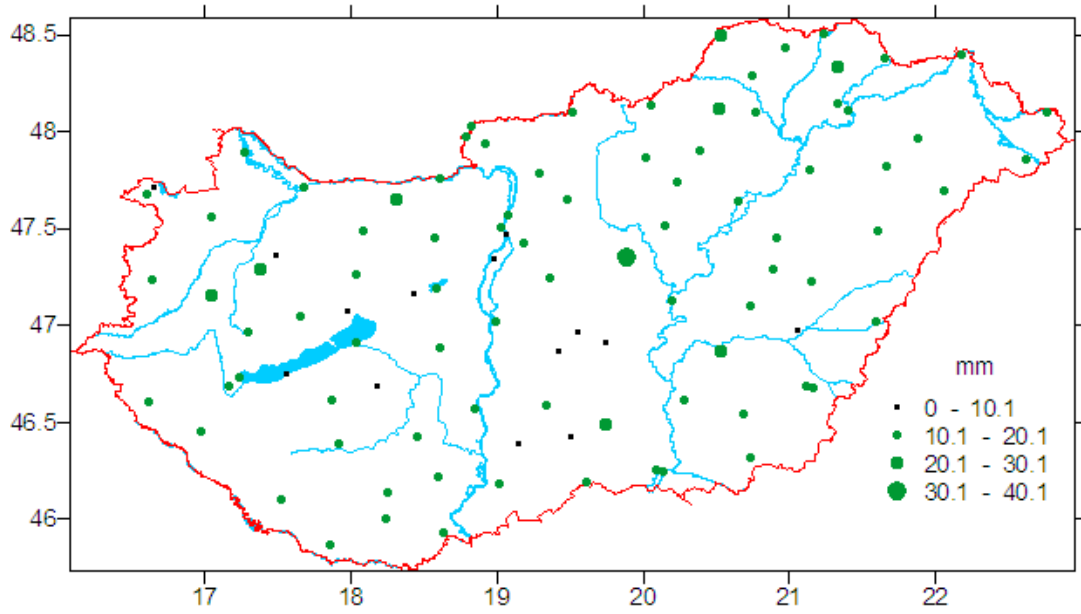
6. ábra. 1980 január – 2005 május közötti napi csapadékösszegek maximumai

Magyarországon 120 mm-nél több napi csapadék 25 év alatt 38 esetben fordult elő, az alábbi táblázatban lévő mérőhelyeken.

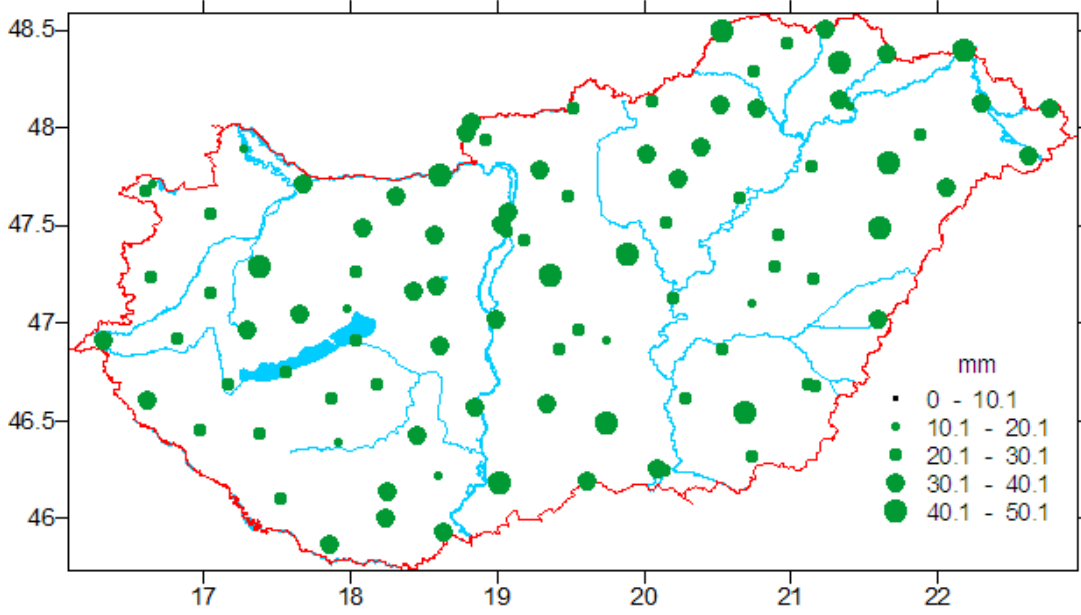
Állomás	Napi csapadék (mm)	Állomás	Napi csapadék(mm)
Erdőtelek	180.0	Bátönyterenye	137.7
Kompolt	176.7	Parádsasvár	137.0
Mátraszentlászló	171.5	Verpelét	135.0
Szuha Mátraalmás	169.0	Bodony	134.4
Apostag	168.0	Parád Óhuta	134.0
Recsk	162.0	Vécs	133.0
Kápolna	156.4	Mosonmagyaróvár	132.1
Tápiószele	155.0	Bakonyszücs Kőrishegy	132.0
Nemti	150.3	Domaháza	131.0
Körmend	147.2	Cserszegtomaj évkönyvben	130.8
Füzesabony	145.6	Előszállás	130.5
Kömlő	143.2	Kisterenye	128.8
Kács	142.1	Tarnaméra	128.6
Gagybátor	141.0	Hajós	127.8
Kékestető	140.6	Újszentmargita	127.7
Heves	140.0	Csaroda	126.5
Nagycenk	140.0	Kisapostag Dunaújváros	125.7
Visonta	139.5	Ludas	124.4
Nagykátán	139.3	Szalánta Németi	123.4

Az 1999. január -2005. június közötti időszak 10 perces ill. 1 órás csapadékmaximumait a 7. és a 8. ábra tünteti fel. A vizsgálatok szerint 20 mm/órás intenzitású csapadéokra az ország bármely pontján hasonló valószínűséggel számíthatunk. Az adatsorban előfordult **1 óra** alatt lehullott csapadék maximuma 48,2 mm volt Tápiószelelén. A **10 perc** alatt lehullott maximum 30,7 mm.





7. ábra. 1999 január – 2005 június közötti 10 perces csapadékmaximumok



8. ábra. 1999 január – 2005 június közötti órás csapadékmaximumok

### 3. A KÖZELMÚLT ÁRVÍZI ESEMÉNYEINEK VIZSGÁLATA MAGYARORSZÁGI KISVÍZGYŰJTŐKÖN (ESETTANULMÁNYOK)

1996-tól kezdődően érzékelhetően fokozódott a nagycsapadékok szélsőségesége (intenzitás, területi előfordulás), valamint a helyi vízkárok előfordulásának gyakorisága. Az 1999-2005. közötti évekre *esettanulmányokban* vizsgáltunk *jellemző időszakokat, területeket és árvízi eseményeket*.

#### 3.1. Az 1999. február–július közötti árhullámok és az azokból származó helyi vízkárok vizsgálata

1999 május első felében *Dél-Európa* felől meleg és nedves légtömegek árasztották el a *Kárpát-medencét*, és szinte egyetlen nap sem múlt el úgy hazánkban, hogy ne alakult volna ki heves zápor vagy zivatar, sok esetben jéggel és viharos erejű széllel kísérvé. Hasonló időjárási helyzetek alakultak ki az ország több pontján 1996 júniusában is. Májusban főként a *Vértes*-, a *Pilis*- és a *Mátra*-, valamint a *Villányi-hegység* környezetében fordultak elő ezek a kiugró csapadékok, míg júniusban a *Sokoróidombvidék* területén. Felhőszakadás méreteket elérő csapadékok hullottak (pl. *Gyöngyösoroszi* - 107 mm, május 13-án, *Ravasz* - 96-107 mm, június 20-án stb.) amelyek visszatérési periódusa több esetben haladta meg az 50 évet. Számos települést jelentős vízkárok sújtottak (pl. *Tinnye*, *Pilismarót*, *Pilisjászfalu*, *Piliscsaba*, *Ellend*, *Hasságy*, *Lapáncsa*, *Gyöngyösoroszi*, *Galgagyörk*, *Bicske*, *Zsámbék*, *Herceghalom*, *Biatorbágy*, *Tárnok*, *Hatvan*, *Lukácsháza*, *Söpte* stb.).

1999 februárjában a *Bakonyban* és a *Gaja-patak* vízgyűjtőjén, 1999 márciusában a *Hernád*- és a *Bódva-völgyben* voltak jelentős árvizek. Az 1999 márciusi áradások a hirtelen bekövetkezett hóolvadásból és a hozzá kapcsolódó esőzésekből keletkeztek. A hónap elején előbb a *Hernád-völgyi* kisvízfolyások (*Vadász*, *Vasonca*, *Bélus*) okoztak elöntéseket, később a *Szerencs-patak* rendkívüli árhulláma okozott belterületi károkat *Abaujszánton*, *Abaujkéren*, *Szerencsen* és *Mezőzomboron*. A *Bódván* két árhullám érkezett, a második az eddig észlelt maximumokat meghaladó vízállásokkal tetőzött és jelentős kül- és belterületi elöntéseket okozott. Megfeszített védekezés folyt *Szendrőben*, *Edelényben*, *Szalonnán* és *Boldván* (*Pados* 2003).

1999 nyara különösen nagy felhőszakadás-szerű esőzéseket hozott és az áradások soha nem tapasztalt károkat okoztak. Június 15-én *Markaz* térségében pl. néhány óra alatt 142,5 mm csapadék hullott. Az intenzív csapadékoság ezt követően is megmaradt és 18-20-án újabb kiterjedt esőzések voltak. A csapadék nagyságára jellemző érték, hogy a *Mátra-alján* fekvő *Kisnána* településen június 15-július 14. között 434 mm eső hullott. Ez a mennyiség az éves átlag mintegy 80%-a.

Júniusban az *Által-ér*, *Concói*, *Galga*, *Tápió*, *Kemence*, *Zagyva*, *Kapos*, *Koppány* vízgyűjtőjén, a *Tarna-völgyben* a *Laskón* és a *Tarnóca patakon*, júliusban és augusztusban pedig a *Mátraalján* és a *Bükkalján* fordultak elő jelentős árvizek. Különösen nagy károk, súlyos elöntések keletkeztek a *Bene-patak* vízgyűjtőjén *Abasár*, *Visonta*, *Halmajugra*, *Markaz* településeken, a *Tarna-völgyben* *Sirok*, *Jászárokszállás* területén, a *Bükk-alján* *Eger*, *Cserépfalu*, *Szomolya*, *Bogács*, *Laskó-völgyben* a *Tardi-Kácsi-Sályi patakok* mentén, *Mezőkeresztesen*, *Mezőnagymihályon*. A dombvidéki vízgyűjtőket sújtó nagy csapadékok súlyos következményekkel jártak, a kialakult rendkívüli vízállások és nagy sebességek számtalan helyen és hosszú szakaszokon okoztak part- és mederkimosódásokat. Az árvíz a burkolt szakaszokat sem kímélte, sok helyen az utak, vasutak és hidak is veszélybe kerültek, megrongálódtak.

1999 június-júliusban a *Tarna* és a *Zagyva* vízgyűjtőjén lehullott nagy mennyiségű és intenzitású csapadék hatására rendkívüli védekezésre került sor a *Tarnán* és mellékágain. A *Tarna-völgy* alsó településeinek nagy része hetekig vízben állt.

*Az esettanulmány keretében részletesen vizsgáltuk a kialakult helyi vízkárokat és a lefolytatott árvízvédekezési tevékenységet.*

##### 3.1.1. A Kemence-patak Bernecebaráti tározójának káreseményei

Az Országos Meteorológiai Szolgálat észlelései alapján a *Kemence-patak* vízgyűjtőjére – 36 órán belül - június 21-én 45 mm, június 22-én 90 mm csapadék hullott. A 90 mm-es egynapos csapadék meghaladja a 100 évenként várható egynapos nagycsapadék értéket ~73 mm. Különösen kiugró az

érték, ha június hónapra vonatkoztatjuk, ahol a 100 éves érték 57 mm (a júliusi 100 éves viszont ~ 86 mm). Mindezt figyelembe véve a leesett csapadék visszatérési ideje 100-150 év.

Ez a nagycsapadék minden eddig észlelt vízszintet meghaladó magassággal vonult le a *Kemence-patakon*. A VITUKI Hidrológiai Intézetében a csapadékból származó árhullám tetőző értékét a patak 6+000 szelvényében lévő 904 ezer m<sup>3</sup> árvízi térfogatú tározójának körbukóján és vész-árapasztóján a tározóban mért 9,70 m-es tetőző vízállás mellett átfolyó vízhozamok összegeként próbálták meghatározni. A körbukón alvízi visszaduzzasztás mellett 50 m<sup>3</sup>/s-t, a vészárapasztón – fényképek alapján becsülve – 110-120 m<sup>3</sup>/s –t határoztak meg, amely inkább alá, mint túlbecsült érték.

A tározó leürüléséből adódó árhullám tetőző értéke 169 m<sup>3</sup>/s-ra adódott. Ennek becslése az előzőnél nagyobb bizonytalanságot tartalmaz – annak ellenére, hogy a vízállás regisztráló a teljes időszakban kifogástalanul működött – mivel a mérőszelvény bal parti oldalát jelentős mértékben elmosta az árhullám, ezzel jelentősen megnövelve a keresztelvény méretét.

A vízállás és vízhozamgörbék segítségével a VITUKI Hidrológiai Intézetben előállították az árhullám teljes időszakára a vízhozam idősört, majd ebből meghatározták a levonult árhullám teljes víztömegét, ami 4,9 millió m<sup>3</sup>-re adódott. Az intézet által készített hidrológiai és hidraulikai összefoglaló jelentés megállapítása szerint „a rendkívüli csapadék egy hosszabb, több mint 24 órás árhullámot okozott, amely mintegy 5 órán át tartó 100-120 m<sup>3</sup>/s-os tetőzéssel vonult le, a vészárapasztó tönkremenetele pedig egy kb. 2 óra időtartamú, 169 m<sup>3</sup>/s-mal tetőző árhullámot eredményezett. Megjegyzendő azonban, hogy a csapadékból származó árhullám tetőzése a tározó nélkül mintegy 20 m<sup>3</sup>/s-mal magasabb lett volna, ugyanis az árhullám első 8 órájában mintegy 300 000 m<sup>3</sup> víz tározódott az üzemi vízszint fölött.”

A vész-árapasztó tönkremenetelét az 1999. június 22-i csapadékok okozták, mivel a méretezésnél figyelembe vett 22,18 m<sup>3</sup>/s helyett, mintegy 60-70 m<sup>3</sup>/s vízhozamot szállított. A bukó feletti vízmagasság a tervezett 0,25 m helyett több mint egy méter volt. Az elvezető alvízi csatorna ment tönkre először a kialakult nagy sebességek és a burkolt rézsút több mint egy méterrel meghaladó vízállások miatt. Az alvízi csatorna tönkremenetele következtében kialakult üst folyamatosan hátrált a vészárapasztó bukó felé, majd 23 óraker elérte azt. A vészárapasztó bukó előbb a vízfolyás szerinti baloldali végénél ment tönkre. Ekkor az áramlás a bukócsészét megkerülve, bal oldali végét leszakítva a közút felé kezdte elmosni az eredeti, termett talajt. Ezt követően a bukó középső és jobb oldali részének alamosása és leszakítása után megkezdődhetett a bukó alatti földtömeg elmosása, az így keletkezett „U” alakú nyíláson keresztül a tározó leürülése.

Összefoglalva megállapítható volt, hogy a káreseményt a valóban rendkívüli nagyságúnak számító árhullám okozta, amelyre nem számíthatott a tervező a bukó méretezésekor. A közvetlen kiváltó ok a vészárapasztó bukó elvezető csatornájának tönkremenetele volt, amelynek vízlevezető képessége nem volt elégséges a tervezéskor figyelembe vett mértékadó vízhozam mintegy 2,5-szeresének megfelelő nagyságú hozam levezetésére.

*A Kemence-patakon levonuló rendkívüli árhullám ellen effektív védekezést a kemencei tározónál az óriási vízmennyiség és vízsebesség lehetetlenné tette.*

A nagymennyiségű és sebességű víz utakat, házakat, vezetékeket mosott el, a védekezés a tározóhoz hasonlóan lehetetlen volt. A településen az árvízkárokban a tározónak befolyása nem volt. *Bernecebaráti* községben az árhullám első 8 órájában kedvezően hatott a tározó, mert mintegy 300 000 m<sup>3</sup> vizet betározott. Az árapasztó tönkremenetele után a visszatartott víz a településen folyt át, de a károk mértékét nem fokozta. A tározóban lerakódott nagymennyiségű iszaptól azonban megvédte a települést, ezzel csökkentve a kárt.

## 2. Helyi vízkárok a Kaposon

A Kaposon 1999-ben két időszakban fordult elő jelentős árhullám és azt kísérően helyi vízkár. Az első 1999. február 23. és március 4. között. A február eleji, évtizedek óta nem tapasztalt hó mennyiséget egy gyors felmelegedés követte igen intenzív csapadéktevékenységgel. A *Mecsek hegységben* lévő átlagosan 40 cm hórétegre majdnem 100 mm-t elérő csapadék hullott. A talaj mindenhol telítődött. A lefolyni kényszerülő vízmennyiség igen rövid idő alatt 1,0 m-rel lépte túl a III. fokú vízállást. (LNV 1999. február 23-án 460 cm). Az árhullám kialakulása és levonulása olyan hirtelen volt, hogy védeke-

zésre nem volt lehetőség, a víz meghágtá a depóniát és 40 km<sup>2</sup> mezőgazdasági terület került elöntés alá. A mellékvízfolyások sem tudtak a *Kaposba* befolyni, így torkolatuknál kiléptek a medrűkből.

*Június 10-22. között a Kapos vízgyűjtőjének Tolna megyei részén rekord mennyiségű csapadék hullott. A Kapos Kurdnál június 15-én 171 cm volt, 18-án reggel már 408 cm, azaz 58 cm-rel haladta meg a III. fokot. A tetőzés 18-án éjjel 461 cm-nél következett be. A víz kilométereken át szabadon folyt át a depóniákon. Az intenzív áradás miatt csak néhány helyen volt lehetőség depónia magasztásra, homokzsákos nyúlgátak építésével. Június 21-22-én újabb csapadék érte a vízgyűjtőt, aminek hatására a vízállás 482 cm-ig emelkedett. A hirtelen árhullámot folyamatos apadás követte. A maximálisan elöntött terület 172 km<sup>2</sup> volt. A védekezést július 19-én fejezték be.*

A tapasztalatok figyelembevételével lehetőségterv készült a *Kapos* folyó völgy átfogó rendezésére. A terv célja, hogy részletesen feltárja az érintett régiók jellemzőit, a folyó völgy és vízgyűjtője vízkárérzékenységét, az érdekeltek körét, igényeit, elvárásait, a műszaki és egyéb beavatkozások lehetőségeit, elvégezze a feltárt lehetőségek műszaki és gazdasági vizsgálatait.)

### **3. Rendkívüli helyi vízkárok az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság területén**

*Június 15-én Markaz térségében néhány óra alatt lehullott 142,5 mm csapadék okozott komoly károkat a Bene-patak vízgyűjtőjén, Abasár, Visonta, Halmajugra és Markaz településeken. A csapadékok néhány nap múlva megismétlődtek, újabb elöntéseket, komoly mederrongálódásokat okozva. Víz folyt pl. a visontai déli bányagödörbe.*

Elöntéseket okozott a *Szarv-ágy*-, az *Ágói*-, a *Tarnóca-patak*, de komoly károkat okoztak a kisebb vízfolyások: *Forrás*-, *Danka*-, *Zám-patakok*, valamint szinte minden mátrai településen a hegyoldalakról lezúduló víz és hordalék.

*Június 18-19-20-án a Tarna-völgyben, (Sirok, Jászárokszállás) és a Bükk lejtőin (Eger, Szomolya, Cserépfalu, Bogács) voltak helyi jellegű nagy csapadékok, jelentős elöntéseket, komoly mederrongálódásokat (Szomolya) okozva. Ismét elöntéseket okozott a Vadász-patak.*

*Június 22-én Jászárokszállás város a Védelmi Bizottság döntése értelmében – lakott településrészek védelmére – a patak jobb parti depóniáját, a város délkeleti részén megnyitotta, és a mélyebb fekvésű, ideiglenes tározónak alkalmas szántóföldi kultúrát elárasztotta.*

Az átvágás a patak jobb parti depónia 5+500 és 5+510 km szelvényei között történt (nem fővédelmi vonalon) két helyen, 2 m hosszan, 0,5 m mélységben. A mederből így kikerülő víz egy része a patak jobb parti depóniája mellett, azzal párhuzamosan folyt le a depónia 3+650 km szelvényében lévő Ø 60 csappantyús zsilipig. A víz többi része a *Vámosgyörk-Újszász* vasútvonal töltésének lábánál folyt dél-keleti irányban, a kb. 2 km-re lévő vasúti átereszig, majd azon keresztül déli irányban a terület legmélyebb vonalán, a *Nyavalyka-éren*, az *Ágói-patak* bal parti töltésének beeresztő műtárgyához.

*Június 23-án a Hejő-vízgyűjtőre hullott nagycsapadék okozott ismét károkat Kistokajban, Mályi és Nyékládháza területén. A vízkárokat növelte, hogy a kavicsteraszban a talajvíz szintje sok helyen te-repszintig emelkedett.*

*Június 24-re a Szarv-ágy patakon a vízszint annyira lecsökkent, hogy a megnyitáson keresztül 20 órától a vízkifolyás megszűnt. A fentebb említett csőzsilipen keresztül pedig megkezdődhetett a patak jobb parti depóniája mellett levonuló víz visszafolyása a patakmederbe. A víz kifolyása a megnyitástól tehát közel 50 órán keresztül tartott.*

*Június 26-án, az árhullám levonulását követően az Ágói-patak bal parti depóniájában lévő Nyavalyka-patak torkolati zsilipe nyitásával megkezdődhetett a terület víztelenítése. A lakott településrész mentesítésére történt átvágásra megfelelő helyen került sor, s a mélyvonulatokat kihasználva a levonuló víztömeg így okozhatta a legkisebb kárt a szántóföldi művelésben. Ezen időszakban viszont a teljes területen jelentős csapadéktesztékenység volt. A június havi csapadékösszegek 118-210 mm között voltak, amelyek kiváltották a Tarnán és mellékfolyásain levonuló árhullámokat is.*

*Június 22-én Hort, Tarnaméra, Visznek, Tarnaörs, Jászdózsa területén 29-65 mm közötti napi csapadék volt, amely nagymértékben megerhelte a kérdéses területet.*

A csapadékokból összegyülekezett víz összekeveredve a *Szarv-ágy* patakból, valamint a *Tarna* jobb parti árvédelmi töltés 11+290 tkm szelvényében lévő meghibásodott műtárgyán keresztül kifolyó

vízzel, okozta az elöntéseket, s amely azt az érzetet keltette, hogy az elöntés a *Szarv-ágy patakból*, illetve a *Tarna* műtárgyán keresztül kifolyó vízből keletkezett.

Július 8-án a *Bükk-alján* esett nagyobb csapadék. Kiöntött a *Tardi*-, *Kácsi-Sályi*-, *Geszti-patak*, *Mezőkeresztesen*, *Mezőnagymihályon* komoly problémákat okozott az árhullám.

Július 10-11-én a lehullott csapadékok hatására (a *Bükkalján* 40-60 mm, a *Máttra* alján 100 mm két nap alatt) újra jelentős árhullám indult el a *Kácsi-patakon*, az *Eger-Laskó-völgyben*, és a *Felső-Tarnán*, amit tetézt az, hogy az *Alsó-Tarna* térségében lehullott csapadék miatt a külvizek („belvizek”) is komoly belterületi elöntéseket okoztak. A *Tarna-völgy* minden települése – a hegyvidéki és síkvidéki települések egyaránt – komoly vízkárokat szenvedtek. Az alsó-tarnai települések nagy részén hetekig állt a víz.

A füzesabonyi polgármesteri hivatal vezetésével megfeszített védekezés folyt a *Laskó-patak* elöntéseinek megakadályozására. A *Laskó-patak* 3. sz. út környéki depónia-szakadásával *Mezőtárkányt* veszélyeztette. A védekezés ellenére a 3. sz. út alatt a depónia több helyen átázott, a víz mindkét oldalon elérte és meghaladta a depónia szintjét. A bal- és a jobb parton 0,25 m magasságban, 30-40 m hosszon bukott át a víz, majd a bal parti depónia átszakadt, a víz elöntötte a közeli benzinkutat, a régi 33. sz. utat, és az új 33. sz. útról is elterelték a forgalmat.

Augusztus 16-án egész *Észak-Magyarország* területén jelentős csapadéktevékenység volt 30-60 mm csapadékkal (*Bánkúton* 91,4 mm-t mértek), de a kiürült medrek az érkező árhullámot tudták vezetni. Kivételt képezett ezúttal a *Sajó-völgy* néhány kisvízfolyása, – az *Arlói*- és a *Hódos-patak* felső szakasza, a *Tardona-patak*, valamint *Sajószentpéteren* a *Nyögő-patak* okozott kisebb elöntést – valamint az *Eger-patak*, amelyen mértékadót meghaladó árhullám vonult, le elöntéseket okozva.

#### 4. Az 1999. évi dél-hevesi védekezés

A rendkívüli eső hatására a belvízöblözet (25. *Hanyi-Sajfoki*) egyik fő vízfolyásán a *Hanyi-éri belvíz-főcsatornán* olyan árhullám indult, mely a csatorna vízszállító képességét jelentősen meghaladta, a csatornapartokat és depóniákat meghágtá és július 11-én *Átányt*, július 12-én *Hevesvezekényt* elöntötte. A csapadékból összegyülekező víz nem csak a csatornahálózatban folyt le, hanem a terep esését követve az egész területen vonult észak - észak-nyugati irányból dél – dél-keleti irányba, melyből további elöntések keletkeztek *Kömlő* és *Tiszanána* belterületén.

A *Sajfoki belvíz-főcsatorna*, mely az öblözet másik főgyűjtője a lehullott csapadék hatására szintén telítődött (a mederteltség megközelítette a 100%-ot) és magas vízállása jelentősen akadályozta *Tiszanána* község mentesítését, valamint a mezőgazdasági területről a mellékcsatornákon érkező belvíz levonulását.

Összességében a dél-hevesi térségnek a KÖTIVIZIG-hez tartozó részén (10.04. számú belvízvédelmi szakasz) 17.300 hektárnyi (173 km<sup>2</sup>) terület és 4 település (*Átány*, *Hevesvezekény*, *Kömlő*, *Tiszanána*) került kisebb-nagyobb mértékben víz alá.

### 3.2. A Máttra és a Bükk déli vízgyűjtőin 1999. évi július-augusztusban kialakult rendkívüli árvizek árvízszámítási esettanulmánya

*Koris Kálmán* és *Winter János* 2004-ben – a jelen OTKA kutatás keretében – elkészítette a *Máttra* és a *Bükk déli vízgyűjtőin* lévő négy patak (*Laskó*, *Eger*, *Hór* és *Kácsi patak*) 1999. július-augusztusi árhullámainak részletes vizsgálatát.

A rendelkezésre álló 12 állomás csapadék adatai alapján megállapították, hogy 1999. július-augusztusban rendkívül nagy csapadékok hullottak a vizsgált területre. Közismert, hogy az ilyen nagy csapadékok nem nagy területi kiterjedésűek, illetve területi változékonyságuk igen nagy. A mérőállomások viszonylag kis száma nem tette lehetővé a területi változás precíz kimunkálását, de az adatok az általános tendenciák jellemzésére mindenképpen alkalmasak voltak.

Összefoglalásul megállapították, annak ellenére, hogy az igen nagy csapadékok általában nem nagy területi kiterjedésűek, az 1999. júliusi-augusztusi időszakban a vizsgált területen a nagy csapadékok többsége nem pontszerűen jelentkezett, hanem több állomáson egyszerre, viszonylag nagy területi kiterjedéssel. Így egy-egy patak vízgyűjtőjének nagy részén, sőt több patakon egyidejűleg is keletkez-

hetett jelentős árvíz. Különösen veszélyes helyzetet eredményezett, hogy nagy csapadékok – elsősorban júliusban – egymást követő napokon, sorozatban fordultak elő. Ezt mutatja, hogy a 3-6 nap időtartam alatt leesett csapadékok igen nagy számban haladják meg az 1%-os, sőt a 0,1%-os valószínűségű értéket.

Az 1 napos csapadékok a táblázatok tanúsága szerint nagyobb valószínűségűnek, vagyis kevésbé veszélyesnek látszanak. Ehhez azonban meg kell jegyezni, hogy korábbi vizsgálataikban megállapították, hogy a rendkívül nagy záporok időtartama ritkán haladja meg a 3 órát. Ha az 1 napos csapadékmagasságok zömét 3-6 óra alatt leestnek tekintjük, sokkal veszélyesebb árvízi helyzet alakulhat ki. A csapadékok napon belüli vizsgálatához ombrográffal regisztrált csapadékatokra lenne szükség.

A vizsgált terület és időszak felszíni lefolyásai (árhullámai, árvizei) tehát azért lehettek rendkívüliek, mert a rendkívüli csapadékok nagy területi kiterjedésűek, és hosszú időtartamúak, illetve ismétlődőek voltak.

A hidrológiai statisztikai vizsgálatok szerint egyes csapadékmérő állomásokon a legnagyobb egy-napos csapadékok visszatérési gyakorisága meghaladta az 1000 évet! E csapadékok hatására a *Mátra* és a *Bükk* déli lejtőinek vízgyűjtőin 1999. júliusában, augusztusában rendkívüli, 0,5%-os előfordulási valószínűségnél jóval kisebb valószínűségű (200 évenkéntinél jóval ritkább visszatérési idejű) árvizek vonultak le.

### **3.3. Hegy- és dombvidéki kisvízfolyások szélsőséges árvizeinek vizsgálata a Parádi-Tarna-patak vízgyűjtőjén**

A Parádi-Tarna-patak, más néven Recski-Tarna-patak Sirok községnél egyesül a főággal. A vízgyűjtő területe 184,6 km<sup>2</sup>, mely magába foglalja a Mátra hegység legmagasabb csúcsait. A vízgyűjtő jelentős részét erdő borítja. A Parádi-Tarna-patak torkolati vízhozama:  $Q_{1\%}=140$  m<sup>3</sup>/s;  $Q_{10\%}=76$  m<sup>3</sup>/s. A Parádi-Tarna-patak vízgyűjtőjén hét település található: *Sirok*, *Recsk*, *Parád* és a közigazgatásilag hozzá tartozó *Parádfürdő* és *Parádóhuta*, valamint *Parádsasvár*, *Mátraderecske*, *Mátraballa*, és *Bodony*.

Az esettanulmány mintaterületeként azért esett a választás a Parádi-Tarna-patak vízgyűjtőjére, mert ez a vízgyűjtő a régmúltban és a közelmúltban is sorozatos vízkáresemények helyszíne volt, és ez a veszélyeztetettség napjainkban is fennáll. A Tarna vízrendszer és azon belül a vízgyűjtő felső részén elhelyezkedő Parádi-Tarna-patak abból a szempontból is alkalmas egy ilyen vizsgálatra, mert jól példázza azt a sokszínűséget, ami a dombvidéki kisvízfolyások árhullámai elleni védekezést és az ettől sokkal tágabb értelmű helyivíz-kár-elhárítást jellemzi.

A Tarna vízgyűjtőjén együtt szemlélhetjük azt a helyzetet, amikor a vízrendszer fővízfolyásának alsó szakaszán állami feladatként ellátandó „árvízvédekezést” kell folytatni, ugyanakkor a fővízfolyás középső szakaszán a vízfolyás még állami tulajdonban van és „folyószerűen” viselkedik, de már nincsenek meg a hagyományos értelemben vett árvízvédekezés feltételei (nem igazán előrejelezhető, nincs felkészülésre idő, nincsenek kiépített védművek stb.), valamint itt már az önkormányzatoknak kell védekezni. A vízgyűjtő felső részén szintén az önkormányzatok feladata a védekezés, egyrészt a kisvízfolyások áradásai, másrészt a településekre hulló és a települést övező hegyoldalokról lefolyó csapadékvizek kártételei ellen.

A Parádi-Tarna vízgyűjtője – a feltett kérdésekre adandó válaszok tekintetében – átlagosnak mondható, ugyanakkor minden egyes vízgyűjtőnek megvannak a maga sajátosságai, így az egyes vizsgálati szempontok az egyéb vízgyűjtőkön más – más súllyal jelentkeznek. A kérdések megválaszolásánál igyekszünk ezekre az eltérésekre is kitérni, legalább utalás szintjén.

A Tarna-patak vízrendszerében az 1954 – 2003. évek közötti időszakot figyelembe véve 19 helyi vízkáros időszakról vannak feljegyzések. Ezen időszakokon belül 45 kisebb–nagyobb kiterjedésű vízkáresemény adatait sikerült összegyűjteni és táblázatosan összefoglalni.

Ezen események tapasztalatainak elemzését kérdőíves formában végeztük el. 5 kérdéscsoportban 36 kérdésből álló kérdőívet szerkesztettünk, amelyet a helyi árvízvédelmi munkákban járatos szakemberekkel töltöttünk ki és készítettünk belőle részletes esettanulmányt. A kérdőív szerkezete az alábbi volt:

**1. A hegy- és dombvidéki kisvízfolyásokra vonatkozó árvízi hidrológiai ismeretek reprezentatív felülvizsgálata, különös tekintettel az elmúlt évtized árvízi eseményeire**

- 1.1. A tervezéshez szükséges - árhullámtömeg és árhullámcsúcs - statisztikák számításához valamilyen hidrológiai modelltől vagy hidrológiai vizsgálatból következtetett becslült adatokat, vagy folytonos vagy eseti észlelésből származó adatsorokat használnak
- 1.2. A nem feltárt kisvízgyűjtőn az árvízi lefolyás becslésére milyen eljárásokat alkalmaznak (a patakszabályozás, vagy tározás tervezésénél alkalmaznak-e lefolyási hidrológiai modellt és ha igen milyen (pl. Csermák típusú formulákat))
- 1.3. Van-e a vízügyi igazgatóság területén oly mértékben feltárt, megfigyelt vízgyűjtő, amelyekre megbízható hidrológiai esetvizsgálatot lehet végezni az árvizek tanulmányozására ill. a megfigyelések alapján egy bekövetkezett árvíz utólag megfelelően rekonstruálható-e
- 1.4. Milyen mértékű az adott vízrendszerben a csapadékszlelés
  - 1.4.1. A kiválasztott kisvízgyűjtőn van-e közvetlen csapadékmérő állomás, ha igen hány db, milyen az észlelési sűrűsége
  - 1.4.2. A vizsgált vízrendszerben ha több csapadékmérő állomás van, alkalmasak-e a terület csapadékeloszlás területi elemzésre vagy készült-e ilyen vizsgálat
  - 1.4.3. Van-e olyan vizsgálat, amely a záporgócok kialakulását vizsgálja
- 1.5. Milyen mértékű a lefolyási feltételek (pl. térszíni fedettség) ismerete
  - 1.5.1. Áll-e rendelkezésre felmérés a térszíni fedettség időbeli változására
  - 1.5.2. Vannak-e olyan ismeretek, amelyekből következtetni lehet a térszín illetve a lefolyás változásra
  - 1.5.3. A természetes ill. szabályozott vízfolyás hálózat a hozzátartozó műtárgyakkal milyen mértékben, milyen arányban befolyásolja az árvízi lefolyást
  - 1.5.4. Milyen a tározó kapacitás, milyen a tározás lefolyást befolyásoló szerepe
- 1.6. Ismerik-e és használják-e a műszaki hidrológiai sorozatban lévő adatokat, ha igen elegendőnek tartják-e vagy helyi munkálkodásukkal előállítottak pontosabbat, vagy saját nyilvántartás készül. Szükségesnek tartják-e az ismeretek pontosítását, a kiadvány korszerűsítését
- 1.7. Az erdészeti szakértők az erdészeti termőhely ill. természetőhely megítélésében megfelelőnek tartják-e és ismerik-e a vízügyben használatos nyilvántartásokat
- 1.8. Van-e valamilyen mértékű megfigyelés a kisvízfolyások morfológiai változására (feliszapolódásra, a meder változására, kimosódásra stb.)
- 1.9. Az elmúlt évtizedbeni megfigyelési, észlelési adatsorok felhasználásával az árvízstatisztika pontosítható-e

**2. A kis vízgyűjtőterületek árvízi viselkedése, a feltételezhető változásokra vonatkozó tapasztalatok összefoglaló értékelése**

- 2.1. Mikor volt rendkívüli árvízi esemény a kijelölt vízrendszerrel és a kiválasztott kisvízfolyásnál, milyen hatása és következményei voltak, készült-e részletes hidrológiai elemzés az eseményről
- 2.2. Amennyiben a hegy- és dombvidéki kisvízfolyásokon az elmúlt évtized árvízi eseményeinek a lefolyási jellemzőit rögzítettek – csúcsvízhozam, árhullámtömeg, elöntés mértéke – az értékek összhangban voltak-e az árvízstatisztika alapján meghatározható szélsőértékekkel
- 2.3. Készült-e valamilyen vizsgálat arra vonatkozóan, hogy a térszín fedettség, a területváltozás avagy a patak állapotának elfajulása okozta-e az árvízi esemény kialakulását
- 2.4. Befolyásolta-e a rendkívüli állapotot a vízgyűjtőn lévő tározás, ill. tározók
- 2.5. A lefolyó víztömeg szélsőséges értékei vagy lokális problémák pl. helyi duzzasztás, miatt következett be az elöntés
- 2.6. A rendkívüli esemény előrejelezhető lett volna-e

**3. Az új ökológiai és lefolyás szabályozási (árvízvédelmi) igényekből következő tervezési követelmények megfogalmazása**

- 3.1. Mennyire kielégítő a kiválasztott kisvízfolyás árvízi szabályozottsága, kiépítettsége, levezetőképessége, mennyire felel meg az árvízi biztonság

- 3.2. Amennyiben nem felel meg, a meg nem felelés a mértékadó árvízszint hibás meghatározásából vagy a patak árvízlevezető képességének csökkenéséből (a fenntartás hiányából) ered
  - 3.3. Az ökológiai szempontok, a tájba illesztés milyen mértékben érvényesül az igazgatóság területén végrehajtott patakszabályozásban, milyen hidrológia megalapozottságot tartanak indokoltnak
  - 3.4. A vízgyűjtőrendezés (rétegirányban művelés, sáncolás stb.) célszerű előirányzatok lehetnek-e az ökológiai állapot fenntartására
  - 3.5. Mi a vélemény az árvíz levezetés, árvízszabályozás mederbővítés nélküli természetes ill. mesterséges megoldásáról (pl. völgyelet elöntés, stb. felhasználásával elkerülhető legyen a mesterséges beavatkozás)
  - 3.6. A völgyfenék művelése megfelel-e a vízfolyás adottságainak (eltűrhető kiöntési gyakoriságúak-e), azaz a művelési ág olyan-e amely az amúgy is rövid idejű elöntéseket károsodás (emberi élet- és vagyont) nélkül kibírja
  - 3.7. A műtárgyak és a mederrendezési munkák karbantartása és fenntartása folyamatos-e
  - 3.8. Mi a vélemény a tározók fejlesztéséről, elegendő-e a 60-as évekbeli tározó fejlesztési program során felhasznált hidrológia vagy új program esetén új adatokra lenne szükség
  - 3.9. Készültek-e esettanulmányok, vagy vizsgálatok új tározási lehetőségek kialakítására, ill. a már meglévő tározók rekonstrukciójára
  - 3.10. Árvízi levezetést segítő mederrendezés vagy árvíz tározására létesült tározó kialakítása célszerűbb ill. gazdaságosabb a földtörvény miatt (a művelésből kivonandó terület magas megváltási költsége)
- 4. A helyi vízkárelhárítást szolgáló veszélyjelzés, illetve az árvízi előrejelzés lehetőségének és módozatának mérlegelése**
- 4.1. Az adott vízrendszer vagy az adott vízfolyás esetén van-e valamilyen tapasztalat az árvízi előrejelzés lehetőségére
  - 4.2. Rendelkezésre áll-e kellő ismeret a csapadékból történő előrejelzésre
  - 4.3. Elegendő, kellő számú észlelés történik-e ahhoz, hogy előrejelezhető legyen az árvizes esemény
  - 4.4. Előrejelzés esetén megvannak-e a tárgyi, személyi feltételek az előrejelzés hasznosításához (pl. riasztáshoz)
- 5. Tervezési és fenntartási munkák során felmerült módosítási igények és lehetőségek összegzése; jogi-, műszaki szabályozások tisztázása**
- 5.1. A jogszabályok módosítása és korszerűsítése szükséges-e vízfolyásrendezés-, mederkarbantartás-, műtárgyfenntartás költségviselése esetén, illetve a tulajdonviszonyok változása miatt
  - 5.2. Kisvízfolyások árvízvédekezésénél mennyire van összhangban a vízügy és az önkormányzat védekezési munkája, mennyire tisztázott jogilag a kötelezettségvállalás

*A kérdőíves felmérés hasznos segédeszköznek bizonyult a kisvízfolyások árvízveszélyességének vizsgálatára, a kiváltó okok és a következmények feltérképezésére és elemzésére, ezért a jövőben hasonló esetekben alkalmazását javasoljuk.*

## **2.4. A hegy- és dombvidéki kisvízfolyásokra vonatkozó árvízi hidrológiai ismeretek reprezentatív felülvizsgálata az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság területén**

Esettanulmány keretében vizsgáltuk az Általér és az Ikva árvízi viszonyait, az árvízi lefolyás becslésére alkalmazott eljárások használhatóságát.

### **2.5. Mecseknádasd 2005. augusztus 3-4.**

Mecseknádasd térségében, az Öreg patak vízgyűjtő területén augusztus 3-án és 4-én nagy intenzitású és mennyiségű csapadék hullott (72-123 mm), amely jelentős elöntéseket okozott. Ennek az árhullámnak a lefolyását is esettanulmányban rögzítettük.

### **2.6. A Kaposon 2005. augusztusi árhulláma**

A Kaposonon 2005. augusztus 22-24. között heves esőzésből rendkívüli árhullám alakult ki, amelynek nagysága meghaladta az 1%-os (100 évenkénti visszatérési idejű) értéket, magassága 1,21 m-rel az



eddig LNV-hez tartozó érték felett tetőzött. A belterületi szakaszon az engedélyben szereplő 21,2 m<sup>3</sup>/s vízhozammal szemben 40 m<sup>3</sup>/s-ot meghaladó vízhozam került levezetésre. Az árhullám lefolyását esettanulmányban rögzítettük.

\* \* \*

Az esettanulmányok keretében végzett vizsgálatok eredményeit több publikációban is közzétettük, konferenciákon ismertettük. (Szlávik-Balogh 2001, Koris-Winter 2002, Szlávik 2003a, Szlávik 2003b, Szlávik-Kling 2004, Szlávik 2005, Szlávik-Kling 2006, Szlávik et al. 2006).

#### 4. Az árvízi veszélyeztetettség vizsgálata a hegy- és dombvidéki vízgyűjtőkön

Magyarország közel 3200 településének belterülete megközelíti a 640 ezer hektárt, ami az ország teljes területének 7%-a. Ezen belül városaink 200 ezer hektár, kisebb településeink 440 ezer hektár területtel részesednek. Összes településünk közül 1000 síkvidéki, 2200 dombvidéki területen helyezkedik el. Természeti adottságainknak megfelelően a vizek kártételeinek lehetősége sík- és dombvidéken, településeinken és városainkban egyaránt fennáll. Országosan a települések 40%-a erősen, és mintegy 80%-a valamilyen mértékben veszélyeztetett a vizek kártételeivel. Alig 20%-ról mondható el, hogy területükön vízkárral nagy valószínűséggel nem kell számolni.

*Helyi vízkár esemény* az év bármelyik időszakában, sík- és dombvidéken egyaránt előfordulhat. Kialakulásának okait mindkét területen elsődlegesen a természeti adottságokban – domborzat, éghajlat, időjárás – kell keresni, másodlagosan az emberi beavatkozásokban vagy azok hiányában.

A hegy- és dombvidéki területeken az adott éghajlati viszonyok mellett az időjárási elemek igen változatosak, aminek következtében az egymáshoz egészen közeli helyeken is nagy különbségek tapasztalhatók. A változatosság kialakulásában nagyrészt a domborzati viszonyok játszanak szerepet. Az időjárási különbségek a csapadékok előfordulásában, eloszlásában, hevésségében (intenzitásában) mutatkoznak meg. Különösen a nyári záporok előfordulására van a domborzatnak befolyása, amikor a hegységek a vándorló légtömegeket egyenlőtlen felmelegedésre készítik, gyors légtömegcserét idézve elő. Minél páradúsabb a vándorló légtömeg, minél egyenlőtlenebb a felmelegedés, annál hevesebb záporra lehet számítani. Legveszélyesebbnek az április-október közötti időszak tekinthető. *Síkvidéki területeken* a természeti jelenségek térbeli és időbeli eloszlása csaknem azonos, általában jelentősebb különbségek csak egymástól nagy távolságban jelentkeznek, de helyi záporgócok itt is kialakulhatnak.

A helyi vízkár kialakulása szempontjából mind a hegy- és dombvidéki, mind a síkvidéki területen döntő jelentőségű a *csapadék*. A területre jutó csapadékvíz egyrészt beszívárog a talajba, másrészt elpárolog, illetve a talaj felületén lefolyik, a mélyebb területeken összegyűlik. A csapadék halmazállapotától és hevésségétől, a hőmérsékleti viszonyoktól függ a helyi vízkárveszély nagysága.

*A téli-tavaszi helyi vízkárt kiváltó jelenségek:*

- a téli időszak alatt felhalmozódott hó mennyiség gyors olvadása
- tartós esőzés a gyors hóolvadás idején
- a felszíni lefolyást gyorsító és a beszivárgást gátló talajfagy.

Súlyosbítja a helyzetet a különböző jelenségek egybeesése.

*A nyári helyi vízkárt kiváltó jelenségek:*

- a vízgyűjtő területre hulló átlagosnál nagyobb mennyiségű csapadék
- a vízgyűjtő területre hulló rövid idejű, nagy intenzitású csapadék.

Mind a téli-tavaszi, mind a nyári évszakokban igen veszélyes a magas *talajvízállás*. A tartósan magas talajvízállás következtében a talajok vízbefogadó képessége jelentősen csökken, és így a felszínen lefolyó, kárt okozó víz mennyisége megnő.

A *hegy- és dombvidéki területeken* bármely jelenségből keletkező káros vizek heves levonulásúak, kiterjedésük lehet településen belüli, vagy nagyobb térségre kiható. Különösen veszélyesek a gyors felszíni lefolyást kiváltó okok, így fagyott talaj esetén a gyors hóolvadás és eső, illetve a nyári záporok, felhőszakadások. Rendkívüli hidrometeorológiai helyzetben a látszólag veszélytelen patakok – amelyek medrében általában alig csörgedezik egy kis víz – vízhozama szinte órák alatt néhány l/s-ról több 10 m<sup>3</sup>/s-ra nőhet, a víz kilép medréből és elsodor mindent, ami útjába kerül. Egyidejűleg a dombvidéki lejtős területekről a gyors lefolyású felszíni víz mozgási energiájával lesodorja a növényzettel nem védett termőtalajt. A lezúduló víz által szállított talaj (hordalék) lakóterületeket, mezőgazdasági területeket, utakat, vasutat temethet be, feltöltve a befogadó vízfolyások, vízelvezető árkok medrét, így azok vízszállító képessége minimálisra csökken, aminek következtében a víz nagy területeket károsítva végigvonul a völgyön, elöntve kül- és belterületet egyaránt.

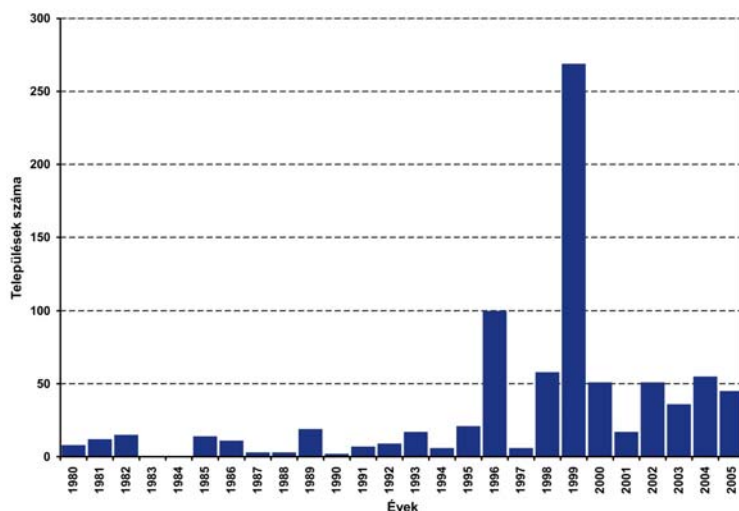
*Síkvidéki területeken* a települések mikrodomborzati viszonyai miatt a káros vizek levonulása igen lassú folyamat. A vízelvezető nyílt csatornahálózat kisesésű, ezért a kialakult nyíltfelszínű elöntések tartósan a területen maradhatnak. A legveszélyesebb helyzetek a télen felhalmozódott hőtömeg gyors olvadásakor alakulhatnak ki, ha az olvadást tartós esőzés is kíséri. Az esetlegesen keletkező elöntéseket jelentősen növelheti a fagyott talaj. Szélsőséges hidrometeorológiai helyzet következtében nagy területeket érhet tartós elöntés.

Jogszabály szerint a helyi önkormányzatok feladatai körébe tartozik a település belterületén a patakok, csatornák áradása, továbbá a csapadék és egyéb vizek kártételének megelőzése, a kül- és belterületeken a patakszabályozás, legfeljebb két település érdekében álló árvízvédelmi létesítmények létesítése, fenntartása, fejlesztése, és azokon a védekezés szervezése, irányítása, végrehajtása, a védelmi szakfelszerelés karbantartása és fejlesztése. A polgármester (főpolgármester) államigazgatási feladat- és hatáskörében gondoskodik a közterők, védekezési anyagok, eszközök összeírásáról, nyilvántartásáról, mozgósításáról, megtervezi és a kiürítést, mentést és visszatelepítést és szükség esetén gondoskodik ezek végrehajtásáról.

A helyi önkormányzatok helyi vízkár-elhárítási feladataihoz a vízügyi igazgatási szervezet szakmai irányítást ad. Az igazgatóságok szakmai segítése, többek között, a megelőzésre, az önkormányzati védelmi tervek szakszerű elkészítésére, és – a már bekövetkezett elöntések esetén – a káros vizek szakszerű visszavezetésére terjedhet ki.

A lokális jelleggel, kis területre koncentrálódó, rövid idejű, nagy csapadék nem ritka *Magyarországon*. 1996-tól kezdődően érezhetően fokozódott a nagycsapadékok szélsőségsége (intenzitás, területi előfordulás).

Vizsgáltuk a nagycsapadékok kiváltotta ún. helyi vízkár eseményeket (a belterületi károk előfordulását). 1980-2005 között 835 ilyen eseményt regisztráltak. Ezek évenkénti megoszlását a 9. ábra mutatja be.



9. ábra. Az 1980 – 2005. közötti nagycsapadékok által okozott helyi vízkárok Magyarország hegy- és dombvidéki településein

Az adatokat a környezetvédelmi és vízügyi igazgatóságoktól gyűjtöttük össze és összegeztük. Valamennyi regisztrált káreseménynél rögzítettük a kiváltó csapadékértékeket és az esemény lefolyásának rövid leírását. Az utóbbi 10 évben lényegesen megnőtt a helyi vízkárok előfordulásának gyakorisága, de ez részben csak látszólagos növekedés, miután figyelembe kell venni azt a körülményt is, hogy az utóbbi évek adatgyűjtése, adatszolgáltatása teljesebb körű; 1980-1995 között csak az igazán extrém helyzetek adatai maradtak fenn.

Rendkívüli természeti jelenségnek minősíthetők az 1999-2005. között előfordult nagy csapadékok, és azokból a *hegy- és dombvidéki kisvízfolyásokon kialakult rendkívül heves árhullámok, amelyek vízhozama minden korábban előfordult értéket meghaladta*. Ezeket az eseményeket alapvetően a *rendkívüli hidrometeorológiai helyzet idézte elő*. A vízgyűjtők talajadottságai jelentősebb mennyiségű beszivárgást nem tettek lehetővé, elsősorban a korábban hullott nagymennyiségű csapadékok következtében telítetté vált talajok miatt. Tovább növelte a vízkárok kialakulásának lehetőségét a vízfolyás medrek benőtsége, a víz lefolyását gátló akadályok (szabálytalan mederelzárások, szemét, hulladék), a vízfolyások feliszapolódása, a nem megfelelő nyílású műtárgyak (hidak, átereszek) csökkent vízszállítása.

*Összefoglalóan megállapítható, hogy a kisvízfolyásokon a vízkár események – a rendkívüli hidrometeorológiai helyzet mellett – a művek elhanyagolt állapota illetve a nem megfelelő működtetése miatt következtek be.*

A dombvidékeken a kis területre koncentrálódó, rövid idejű nagycsapadékok következtében igen rövid, egy-két órán belüli, heves, talajpusztulást előidéző lefolyások keletkezhetnek, nagy károkat okozva településeken, műszaki létesítményekben (utak, vasutak), valamint a mezőgazdaságban. Ez egyrészt abból adódik; hogy a dombvidéki vízfolyások a hirtelen megnövekedett vízmennyiséget nem tudják elvezetni, medrűkből kilépve elöntik a környező területeket, másrészt a nagy intenzitású csapadékot vagy a hirtelen olvadásból keletkező vízmennyiséget a talaj felső rétege nem tudja befogadni, s a lepletszerűen lefolyó víz megbontja, és magával viszi a talajszemcséket. Mivel nincs idő és lehetőség a tényleges beavatkozásra és védekezésre az ilyen rövid időn belül levonuló árhullám ellen, fontos szerepet kap a megelőzés, amely a medrek folyamatos karbantartottságát, megfelelő kiépítettségét jelenti.

Vizsgáltuk a dombvidéki vízfolyások medre és hullámtere vízszállító képességét a benőtségek függvényében. A vízszállító képesség meghatározásakor nagy jelentőségű az érdesség értéke. A mederanyag és hordalék szemcseméret, a keresztmetszvény alakja és annak szabálytalanságai, a vízmozgás rendezettsége, a rézsűhajlás, a sebesség, a vizinövényzet, a parti növényzet alakja, sűrűsége, nagysága, a talajtípus, az évszakok, a tápanyag ellátottság és az időjárás mind hatással vannak az aktuális vízszállító képességre. Ezen szempontokat figyelembe véve több kiválasztott kisvízfolyás vízszállító képességére végeztünk vizsgálatot (Sziebert-Zellei 2001, 2003).

## **5. Az eredmények összefoglalása, javaslatok**

A hegy és dombvidéki kisvízfolyások szélsőséges árvizeinek vizsgálata időszerű feladat. Vizsgáltuk az árhullámot kiváltó csapadékok területi eloszlását. Összegeztük az ezzel kapcsolatos korábbi kutatási eredményeket és elemeztük az 1980-2005. közötti időszak csapadékviszonyait. A jellemzően záporból, zivatarból származó – nagy valószínűséggel kárt okozó – csapadékokat különböző küszöbértékek megválasztásával szűrtük ki. Értékeltek a 30, 50, 75, 100 mm-nél nagyobb napi csapadékoszegek esetszámait (gyakoriságát), a napi, a 10 perces és 1 órás maximumok területi eloszlását.

Az ország 55%-át kitevő területeken a kisvízfolyások árvizei jelentős károkat okozhatnak, elsősorban az érintett 2200 településen. Vizsgáltuk a nagycsapadékok kiváltotta ún. helyi vízkár eseményeket (a belterületi károk előfordulását). 1980-2005 között 835 ilyen eseményt regisztráltak. 1996-tól kezdődően érzékelhetően fokozódott a nagycsapadékok szélsőségessége (intenzitás, területi előfordulás), valamint a helyi vízkárok előfordulásának gyakorisága. (Ebben kétségtelenül szerepet játszott az is, hogy az utóbbi évek adatgyűjtése, adatszolgáltatása teljesebb körű; 1980-1995 között csak az igazán extrém helyzetek adatai maradtak fenn.)

Esettanulmányokat készítettünk a helyi vízkárokat kiváltó okok vizsgálatára. *Összefoglalóan megállapítható, hogy a kisvízfolyásokon a vízkár események – a rendkívüli hidrometeorológiai helyzet mellett – a művek elhanyagolt állapota illetve a nem megfelelő működtetése miatt következtek be.*

Az egyik esettanulmány keretében kérdőíves felmérést próbáltunk ki a kisvízfolyások árvízveszélyességének vizsgálatára, a kiváltó okok és a következmények feltérképezésére és elemzésére. Ez hasznos segédesszköznek bizonyult, ezért a jövőben hasonló esetekben alkalmazását javasoljuk.

2005-ben tapasztal új jelenség volt a rendkívüli heveségű nagycsapadékok esetében az, hogy míg korábban ezek kis vízfolyásokon (10–20 km<sup>2</sup>-es vízgyűjtőkön) okoztak rendkívüli áradásokat, 2005-ben az olyan nagyobb vízfolyásokon is tapasztalhatóak voltak, mint a Vadász patak, vagy a Kapos. Ennek az elsődleges oka a kiváltó csapadék kiterjedtsége, de nem hagyhatók vizsgálódás nélkül az egyéb tényezők sem. Egyértelmű, hogy a mederben lejátszódó folyamatokra az eddigieknél nagyobb figyelmet kell fordítani, ide értve a medrek rendezettségét, vízvezető-képességének fenntartottságát is.

Nyilvánvaló, hogy a súlyos vízkárok kialakulásában fő szerepet játszik a medrek elhanyagoltsága. Ez valamennyi szervezetrendszer esetében igaz:

- Az állami kezelésű vízfolyások fenntartási és üzemeltetési költségkerete reálértékét tekintve a nyolcvanas évek vége óta folyamatosan csökken, a műszakilag szükségesnek a harmadát sem éri el.
- A víztársulatok állami támogatása 2005-re nulla lett, holott a kezelésükben levő csatornák, és kisvízfolyások kétharmada állami tulajdonban van.
- Nincs összegzett adat az önkormányzatok ilyen célú tevékenységéről, de az események azt mutatják, hogy ott sem elegendő a karbantartás.

Fenntartási, üzemeltetési vagy éppen tervezési hiányosságokra utal, hogy számos településen évente visszatérően fordulnak elő az elöntések. *Biztos, hogy a szakszerű, folyamatos, kellő anyagi háttérű fenntartás/üzemeltetés – a megelőzés – végső soron kevesebbe kerül, mint a védekezés és helyreállítás költsége, amiket jövőtehetetlen emberi-családi tragédiák tetéznek.*

A belterületi vízvezetés tervezési gyakorlata is igénytelen, holott ma már a csapadék valószínűségét korszerűen alkalmazó méretezési módszerek, települési lefolyási modellek stb. állnak rendelkezésre, de ezek alkalmazására esélyt sem adnak az e célra fordítható források. A belterületi vízvezetés műszaki és gazdasági tervezésében egyaránt a szennyvízvezetés dominál, holott ez a csapadékvíz-elvezetéssel összhangban kellene, hogy megvalósuljon. Kutatni kellene, hogy milyen mértékben változtak a lefolyási viszonyok a települések beépítettségének, valamint a burkolt felületek arányának a növekedésével, vagy a települések felé folyó külvizek a terület és tájhasználat változások függvényében. A belterületi vízvezetés tekintetében is szükséges a szélsőségek gyakorisága növekedését okozó globális felmelegedés hatásainak elemzése. A műszaki szabályozásban, a pályázati stb. lehetőségek műszaki feltételei között a kutatási eredményeknek korszerűen és gyorsan kell megjelennie, gondoskodva a betartásuk ellenőrzéséről is.

A vízvezető rendszerek hatékonyságának csökkenéséhez jelentősen hozzájárul a társadalom és a víz viszonyának kedvezőtlen alakulása is. Ilyenek pl. a házak előtti árkok, áttereszek állapota, hogy a közösség nem képes rászorítani az egyént a közösséggel szembeni tisztességes magatartásra.

A kisvízfolyások árvízvizsgálata országosan gazdátlan, pedig a gazdasági következmények súlyosak. Javaslatot tettünk a kutatás folytatására, a helyi vízkárok okainak és következményeinek országos vizsgálatára.

#### HIVATKOZOTT IRODALOM

*Bodolainé Jakus E. és Homokiné Ujváry K., 1984: A csapadékmennyiség előrejelzése az orografikus többlet figyelembevételével. OMSZ Kisebb Kiadványai 57. szám*

*Bodolainé Jakus E., 1973: A Dunán és a Tiszán levonuló árhullámokat előidéző időjárás- és csapadékrendszerek leírása. OVH jelentés, Budapest.*

- Durayné Vértessy M. és Faragó T.*, 1988: A területi átlagok számítási módszereinek összehasonlítása. Hidrológiai Konferencia. St. Moritz
- Goda L.*, 1965: Többnapos nagycsapadékok statisztikai vizsgálata. Építés és Közlekedéstudományi Közlemények, 3-4. sz. 461-492. old.
- Goda L.*, 1966: Többnapos nagycsapadékok gyakorisága. Bp., 1966. VITUKI (Tanulmányok és Kutatási eredmények 20. sz.)
- Hajósy F.*, 1954: Adatok a Tisza vízgyűjtőjének csapadékviszonyaihoz. OMI Kisebb Kiadványai, 29.
- Katz, W., Faragó, T.*, 1990: Extremes and design Values in Climatology. WCASP-14. WMO
- Kéri M. és Kulin I.*, 1953: A csapadékösszegek gyakorisága Magyarországon 50 évi (1901-1950) megfigyelések alapján. OMI Hivatalos Kiadványai, XVI. kötet.
- Péczely Gy.*, 1984: A csapadék napi előfordulási valószínűségei hat tájegységi meteorológiai állomáson. Meteorológiai Tanulmányok, 53. szám.
- Schirokné Kriston I.*, 1978: A csapadék gyakoriságanalízise és a valószínű maximális csapadék becslése. OMSZ Hivatalos Kiadványai LXV. kötet
- Schirokné Kriston I.*, 1983: A nagycsapadékok gyakorisági analízise és a valószínű legnagyobb csapadék becslése. Vízügyi Közlemények LXV., 2. füzet
- Takács Á.*, 1986: A potenciálisan kihullható vízmennyiség évszakos és havi átlagértékei Európában. OMSZ Kisebb Kiadványai 62. szám
- Winter J.*, 1972: A rövid időtartamú csapadékok valószínűségi vizsgálata; Hidrológiai Közlöny. 9. sz.
- Winter J. – Wisnovszky I.* 1979: A rövid időtartamú csapadékok területi kiterjedése Magyarországon; Hidrológiai Közlöny. 1. sz.
- Winter J.*, 1988: Az ország rövid időtartamú csapadékainak értékelése; Hidrológiai Közlöny 5. sz.
- Wisnovszky I.*, 1993: Záporcsapadék és hó – a települési vízelvezetés hidraulikai terhelő elemei. Hidrológiai Közlöny, 73. évf. 2. szám, 104-109.

#### A JELEN KUTATÁSI TÉMA KERETÉBEN KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓK

- Bálint Gábor, Szlávik Lajos*: Possibilities of flash flood analysis in view of recent case studies in Hungary. Int. Conf. on water and nature conservation in the Danube-Tisza river basin. Sept. 19-21, 2001, Debrecen, Hungary Magyar Hidrológiai Társaság, 2001. szept. 341-353. old.
- Koris K. – Winter J.*: Az 1999. évi nyári rendkívüli árvizek a Mátra és a Bükk déli vízgyűjtőin; Vízügyi Közlemények. 2002/2.
- Koris Kálmán*: Új hazai árvízszámítási módszer hegy- és dombvidéki vízgyűjtőkre, Magyar Hidrológiai Társaság Vándorgyűlése, Gyula Magyar Hidrológiai Társaság, 2001.júl. 311-319. old.
- Sziebert János – Zellei László*: Dombvidéki vízfolyások medre és hullámtere hidraulikai teljesítőképességének meghatározása, MHT XIX. Országos Vándorgyűlés kiadványa, Budapest, 2001.
- Sziebert János – Zellei László*: Dombvidéki vízfolyások medre és hullámtere vízzállító képességének vizsgálata, Vízügyi Közlemények, 2003. 2. füzet
- Szlávik Lajos Bálint Gábor, Nagy László, Szekeres János*. A bernecebaráti tározó vizsgálata. Vízügyi Közlemények 1998-2001. évi árvíz-belvízi különszám sorozat II. kötet, 2005 (sajtó alatt).
- Szlávik Lajos, Balogh Edit*: Extraordinary floods in Hungary. Int. Conf. on water and nature conservation in the Danube-Tisza river basin. Sept. 19-21, 2001, Debrecen, Hungary Magyar Hidrológiai Társaság, 2001. szept. 353-361. old.
- Szlávik Lajos, Jónás Gábor, Kling Zoltán*: Flood Management Information System (FMIS) in Hungary Int. Conf. on water and nature conservation in the Danube-Tisza river basin. Sept. 19-21, 2001, Debrecen, Hungary Magyar Hidrológiai Társaság, 2001. szept. 485-493. old.
- Szlávik Lajos*: Árvízvédelmi és vízrendezési kutatási feladatok az 1998-2001. évi árvizek és az 1999-2000. évi belvizek után. *Vízügyi Közlemények* 1998-2001. évi árvízi külön füzetek. IV. kötet. 2003.
- Szlávik Lajos*: Az ezredforduló árvizeinek és belvizeinek hidrológiai jellemzése. *Vízügyi Közlemények*, 2003. évi 4. füzet. pp.547-570.
- Szlávik Lajos*: Szélsőséges hidrológiai helyzetek és az árvízi-belvízi biztonság. Magyar Tudomány, 2005. július pp.818-825.

*Szlávik Lajos-Kling Zoltán: Az árvízvédelem és a tájgazdálkodás kapcsolata. I. Magyar Tájökológiai Konferencia Szirák, 2004. szeptember 17 - 19. (Abstract kötet)*

*Szlávik Lajos-Kling Zoltán: Nagycsapadékok és helyi vízkárelhárítási események előfordulása hazánkban. MHT XXIV. Országos Vándorgyűlés kiadványa, Budapest, 2006.*

*Tornay Enikő: Short Review of Hydrological Events Precedings Extreme Floods on the River Tisza in Hungary between 1998-2001 Int. Conf. on water and nature conservation in the Danube-Tisza river basin. Sept. 19-21, 2001, Debrecen, Hungary Magyar Hidrológiai Társaság, 2001. szept. 493-505. old.*