

Farkas Péter
farkas.peter@viziterv.hu

BÓDVA ÁRVÍZI VÍZJÁRÁSÁNAK HIDROLÓGIAI ELEMZÉSE

Absztrakt

2010-ben rekord mennyiségű csapadék hullott Magyarországon. Az átlagos csapadék 959 mm volt, ami több mint 135 mm-rel haladja meg az addigi rekordot. A májusi és júniusi rekord mennyiségű csapadék miatt a hazai kisvízfolyásokon és nagyobb folyóinkon is, országszerte áradások következtek be. A Sajó, a Bódva és a Hernád együttes áradása kritikus árvízi állapotot eredményezett Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, ahol összesen 170 településen védekeztek. A Bódva magyarországi szakaszán májusban és júniusban is rekord magasságú vízállások alakultak ki. A statisztikai vizsgálataink szerint 2010 júniusában a magyar határra egy megközelítőleg 100 éves visszatérési idejű árhullám érkezett, ami a magyarországi mellékvízfolyások vízszállítása miatt az alsóbb szakaszokon (a magyar szakasz nagyobb részén) már 200 évesnél ritkább árvízzé növekedett. A Bódva menti települések többsége elöntés alá került.

In 2010 Hungary experienced a record rainfall. The average precipitation was 959mm, that exceeded with more than 135mm the former record. Because of the record quantity rainfall in May and June a nation-wide flood came about on smaller and larger rivers. The concurrent flood on rivers Sajó, Bódva and Hernád caused a critical state of flooding in the Borsod-Abaúj-Zemplén county, with emergency flood defense in more than 170 towns. Record water levels were recorded throughout May and June on the Hungarian section of Bódva. According to our statistical analysis an approximately 100 year return period flood wave arrived to the Hungarian border in June 2010 that increased to a once-in-200 year flood on the lower parts of the river (on the major part of the Hungarian sections) due to the water carrying capacity of the Hungarian tributaries. Most of the towns along the Bódva were flooded.

Kulcsszavak: árvíz, Bódva, műszaki hidrológia ~ flood, Bódva, hydrology

BEVEZETÉS

A 2010. év meteorológia szempontból a rekordok éve volt:

- • Országos átlagban 959 mm csapadék hullott, mely több mint 130 mm-rel haladta meg az eddigi rekordot, az 1940. évi 824 mm-es éves mennyiséget.
- • A legextrémebb hónap hazánkban a május volt, amikor a normál esőmennyiség közel háromszorosa hullott le, ezzel megdöntötte az 1939. évi májusi csúcsot.
- • A magyarországi állomásokon a méréseket tekintve szintén kiemelkedett a 2010. év, mivel az eddigi legnagyobb éves csapadékot 1937-ben Kőszeg-Stájerházak állomásokon regisztrálták (1510 mm), melyet most Kékestető (1517,5 mm) és Miskolc Lillafüred-Jávorkút (1554,9 mm) adatai is meghaladtak.[1]

A májusi rekord mennyiségű csapadék miatt a hazai kisvízfolyásokon és nagyobb folyóinkon is, országszerte áradások következtek be. A Sajó, a Bódva és a Hernád együttes áradása kritikus árvízi állapotot eredményezett Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, ahol összesen 170 településen védekeztek. A térségből több mint 2000 embert kellett kitelepíteni, több település közúton megközelíthetatlenné vált. A kialakult helyzetre való tekintettel a Magyar Köztársaság Kormánya 2010. május 17-én Borsod-Abaúj-Zemplén megye teljes közigazgatási területére árvízi veszélyhelyzetet hirdetett ki. A veszélyhelyzet 2010. május 25-én veszítette hatályát.

Alig szüntették meg a veszélyhelyzetet újabb esőzések kezdődtek a hónap végén, melyek Borsod-Abaúj-Zemplén megyében újabb rekord árvizeket jeleztek előre. A Kormány emiatt 2010. június 2-án 10 órától ismét veszélyhelyzet kihirdetésére kényszerült Borsod-Abaúj-Zemplén megye teljes közigazgatási területére. A megyében ár- és belvíz ellen 208 településen védekeztek. Mintegy 11 500 magán- és önkormányzati épületet és közel 100 ezer ember biztonságát veszélyeztették a megáradt patakok, folyók. Az ár levonulását követően megkezdődtek a kárfelmérések, melyek alapján a megyében csaknem hatezer ingatlan sérült meg, összesen 284 épület dőlt össze vagy vált életveszélyessé. Hatalmas károk keletkeztek az árvízvédelmi művekben és a mezőgazdasági területeken is. A veszélyhelyzetben 4643 fő került kitelepítésre, akik rokonoknál vagy önkormányzati ingatlanokban kerestek ideiglenesen menedéket.[2]

A Borsod-Abaúj-Zemplén megyei vízfolyásaink közül súlyos áradások voltak a Bódva-folyón is. A hidvégardói vízmércén áprilisban, májusban és júniusban is rendre megdőlt az előző vízállásrekord; Szendrőn május 18-án 5 cm-rel, június 5-én 39 cm-rel mértek magasabb tetőző vízállást, mint az 1974-es nagy árvíz idején.

Az egymást követő árhullámok nagy károkat okoztak a folyó menti településeken: különösen Szendrőn, Edelényben, Szendrőladon, Komjátiban és Boldván került sok lakóingatlan víz alá.

A 2010. évi bódvai árvízi események feltárására kaptunk megbízást a Nemzeti Közszolgálati Egyetemtől. A megbízás keretében három tanulmányt készítünk, melyből az első, jelen tanulmányunk a Bódva árvízi vízjárásának hidrológiai elemzésével foglalkozik.

A BÓDVA VÍZGYŰJTŐ TERÜLETE ÉS VÍZRENDSZERE

A Bódva a hazai vízfolyásaink között a vízrajzilag kevésbé feldolgozottak csoportjába tartozik. A vízfolyás teljes hossza (~110 km) és a vízgyűjtő terület nagysága (~1700 km²) alapján - az alsó, magyarországi szakaszán - már a folyó kategóriába sorolható, de a legtöbbször általában pataknak nevezik. Bár esése hazai viszonylatban nagynak számít, és elméleti vízerőképző is jelentős, a Sajó és a Hernád szomszédságában a Bódva nagy gazdasági jelentőségre nem tett szert.

A vízjárásának rendszeres észlelését 1928-ban kezdték meg, a szendrői vízmérce kiépítésével. A vízrajzi észlelés megkezdése az 1930-as években meginduló vízrendezési

munkákhoz kapcsolódott, melynek keretében a főmedernek a Szendrő-országhatár közötti szakaszát vették munkába.

A vízrendszer kiterjedtebb vízrajzi észlelése csak az 1950-60-as évektől indult meg újabb vízmérce-állomások kiépítésével a főmederben és a nagyobb mellékvízfolyásokon.

Az 1960-as árvíz után átfogóbb szabályozási munkába kezdtek, mely során átmetszések készítésére, folyószabályozási művek, partbiztosítások, fenékgátak építésére került sor. A rendezés célja a 10 éves gyakoriságú árvizek mederben történő levezetésének biztosítása volt; a belterületek védelmére a 100 éves, egyes külterületek védelmére az 50 éves gyakoriságú nagyvizek ellen depóniákat építettek.

Több település védelmét biztosító, állami fővédvonalak a vízfolyás mentén nincsenek, ezért a Bódvára vonatkozóan a mértékadó árvízszintek nem kerültek meghatározásra.

Önálló vízrajzi atlasz szintén nem készült a vízfolyásról (átfogó, egységes szemlélettel készített geodéziai felmérésről sincs tudomásunk); a Sajó vízrajzi atlaszának hidrográfiai, geomorfológiai leírásában foglalkoztak a Bódvával, mint a Sajó egyik legjelentősebb mellékvízfolyásával. [3]

Az 1950-es, 60-as években készített hidrológiai atlasz sorozatban sem érdemelt önálló kötetet, a Sajó atlaszában vették számba a vízgyűjtő területének főbb adatait. [4]

Az 1930-as, 50-es évektől gyűjtött vízrajzi mérések, megfigyelések átfogóbb elemzésére vonatkozóan is csak egyetlen irodalmat találtunk: a Vízgazdálkodási Intézet 1984-ben készített „A Felső-Tisza jobb parti vízrendszere” című kötetében a Bódva és két jelentősebb mellékvízfolyása (a Jósza és a Meszes patakok) vízhozam-adatait vízgazdálkodási és árvízvédelmi szempontból is feldolgozták. [5]

A Bódva vízgyűjtő területe

A Bódva vízgyűjtő területe 1.727 km², melyből 869 km² esik Magyarország területére.

A vízgyűjtő területet északról a Szlovák Érchegység, kelet felől a Cserehát, nyugatról az Aggtelek-Rudabányai-hegyvidék, illetve délről a Sajó-völgye határolja.

A vízgyűjtő legmagasabb pontja a Szlovák Érchegységben található, 1.187 m magas Nagy Csükerész. A magyarországi vízgyűjtő legmagasabb pontja az Aggteleki hegységben levő Fertős tető már csak 604 m magasságban van, a Cserehát legmagasabb részei alig haladják meg a 300 m-t és Bódva-völgy 110-120 tengerszint feletti magasságban éri el a Sajó-völgyet (1. ábra).

A Bódva-völgy a folyásiránynak megfelelően a földtani felépítés, valamint az eltérő völgyfejlődés alapján az alábbi főbb szakaszokra osztható:

- Felső Bódva-völgy,
- Kanyapta-medence,
- Alsó Bódva-völgy,
- Edelényi völgykapu.

A Felső Bódva-völgyén a keskeny és mély érchegységi völgyszakaszt, medenceszerűen kiszélesedő és ellaposodó völgyszakasz váltja fel, a völgytalp 300-400 méteres magasságról 150-180 méteres tengerszint feletti magasságra csökken. A folyó a Kanyapta-medencében síkvidéki jelleget vesz fel, valamint folyásirányban jelentős változás következik be.

A magyarországi szakaszon a fenti csoportosítás szerinti Alsó Bódva-völgybe lép a folyó. Ezt a szakaszt a hazai vízgyűjtőn a Bódva felső völgyének tekinthetjük. Az államhatártól Perkupaig a folyó jobb partján fekvő Tornai Alsó-hegy és a bal partján elhelyezkedő pannóniai üledékekből kiemelkedő mészkőszirtek határolják a völgyet. A völgy folytatásaként Perkupa után Szalonnáig egy keskeny szurdokszerű szakasz következik, ahol a Bódva a Rudabányai- valamint a Szalonnai-hegység között halad el, majd ezt egy tágas medencejellegű rész, a Szendrői-medence váltja fel. A tetőmagasságok itt mindössze 350 méter körüliek. Az Alsó Bódva-völgy lezárásaként az Edelényi völgykapu előtt a Bódva a Szendrőládi szurdokon halad

végig, majd Edelény térségében egy kiszélesedő, ellaposodó tájon végigvonulva Boldvánál a Sajóba ömlik, annak 69,3 fkm-énél.



1. ábra. A Bódva vízgyűjtő területe I.

A területre alapvetően erdőtársulások jellemzők, az alacsonyabban fekvő területeken cseres-tölgyesek, a magasabbakon gyertyános-tölgyesek helyezkednek el. A meredekebb sziklás hegyoldalakat töredékes megjelenésű sziklaerdő foltok borítják. A több évezredes emberi jelenlét során, a növényzet az emberi beavatkozások jeleit is őrzi. Az emberi tevékenység miatt jelentős kiterjedésű másodlagos társulások jöttek létre, többek között a rétek és a sztyeppszerű gyepek. Ilyen területek közé tartoznak a települések környékén elhelyezkedő egykor művelt szántóföldek, gyümölcsösök is. A vízfolyások mentén mocsárrétek és patakkísérő égerligetek összefüggő állományai találhatóak, ez utóbbiak korábban jóval nagyobb kiterjedésűek voltak, de a termékeny patakvölgyek művelésbe vonása miatt nagyrésztük a vízfolyások melletti keskeny sávba szorult. Tájidegen fafajták is képviselve vannak a területen, nevezetesen a fenyőfélék és az akác. Az akác néhol az őshonos fajokkal elegyedik, azonban önálló akácerdők is megtalálhatóak a területen. A hegy- és dombvidék jellegű területeken erőteljesen jelentkezik az erózió talajpusztító hatása, aminek következtében a talaj pH értéke jelentősen csökken. Ilyen helyeken a legrosszabb minőségi kategóriába tartozó, változatos kifejlődésű redzina talajok találhatóak. A talajtakaró nélküli fedetlen karszt területek aránya mintegy 3% körüli. Minőségi szempontból a térség barna erdőtalajainak mintegy harmada a gyengén savanyú, a kétharmada

közepesen savanyú talajok közé tartozik. A savanyúság azonban még az utóbb említett esetében sem jelent alapvető gátat a termőképesség szempontjából.

A vízgyűjtő terület átmenetet képez a hegyvidéki és az alföldi területek között. Kisebb területi egységeket vizsgálva megállapítható, hogy ezeken belül az éghajlati elemek változása jelentős lehet. Az évi középhőmérséklet 8-9°C körüli. A laposabb, síkság jellegű területek melegebbek és szárazabbak az északabbra elhelyezkedő hegyvidéki területekhez képest, ahol 800 méteres magasság felett a léghőmérséklet átlaga még a 7°C-ot sem éri el.

A Bódva vízgyűjtő területe a domborzati viszonyoknak köszönhetően mind a szlovák, mind pedig a magyar területeken csapadékarányokban van. A szlovák érchegységben az évi csapadék mennyiség 800-900 mm körüli értéket mutat. A magyarországi vízgyűjtőn sokéves átlagot figyelembe véve, az éves csapadékmennyiség, a földrajzi elhelyezkedés és a domborzat függvényében 550-650 mm-re tehető. A lehulló csapadék 60%-a tavaszi illetve a nyári hónapokban jelentkezik, a maximuma júniusban, a minimuma, pedig január, február környékén van.

A Bódva vízrendszere

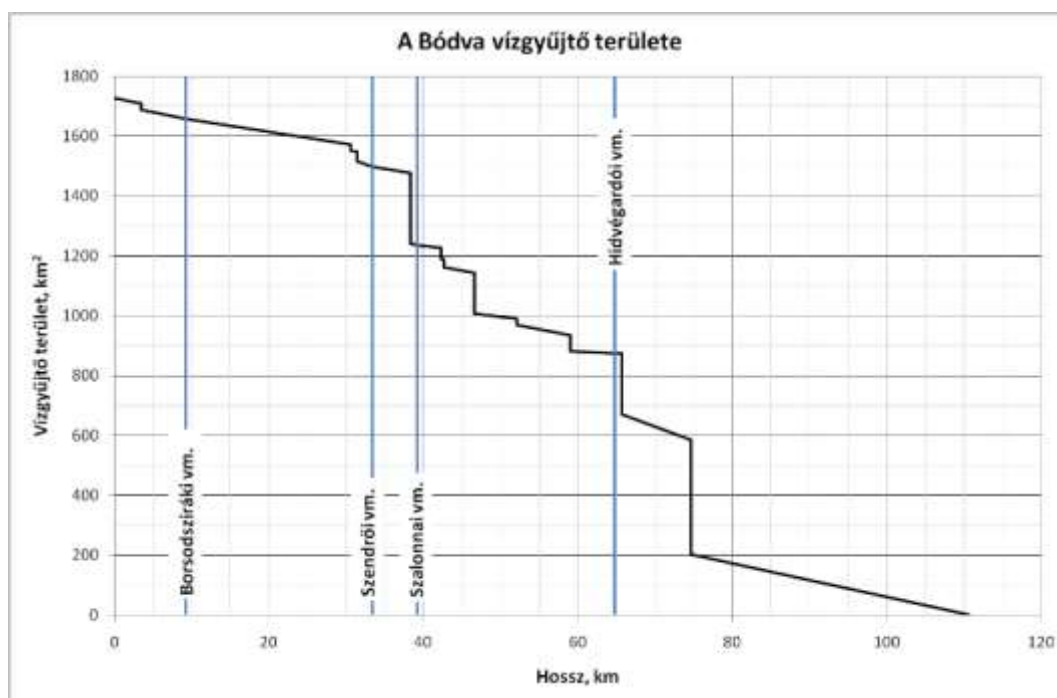
A Bódva a Sajó baloldali mellékfolyója. A folyómeder teljes hossza 110,7 km, ebből a magyarországi szakasz mintegy 65,5 km. Hazai szakaszon a meder legmagasabb és legalacsonyabb pontja közötti különbség 46 méter, esése közel egyenletes, átlagosan 0,8-1,2 m/km. Az egységes középvízi meder szélessége 2-15 m, mélysége 2 m alatt van.

A Bódva közepesen beágyazott középvízi medre Bódvaszilas és Szalonna, valamint Szendrőlád és Szendrő között viszonylag szűk völgyben, hegyek között folyik. E két szűkület között, a Rakaca beömlésénél a völgy szétterül, illetve Szendrő alatt, Edelénynél már a Sajó szélesebb völgyébe lép. A meder anyaga többnyire homokos iszappal kevert kavics. Torkolatánál zsilipet építettek, és így elérhető, hogy 1,9 m³/s feletti vízhozamát a Kis-Sajóba adja le.

A Bódvába torkolló jelentősebb vízfolyások a következők (lásd 1. táblázat):

Megnevezés	Torkolat (Bódva fkm)	Hossz (km)	Vízgyűjtő terület (km ²)
Ida-patak	74.7	51.8	381.6
Torna-patak	65.7	31.2	204.8
Sas-patak	59.0	17.1	51.7
Juhász-patak	52.1	6.9	19.8
Jósza-patak	46.6	16.4	136.8
Rét-patak	42.6	13.4	29.3
Telekes-patak	42.3	15.3	36.8
Rakaca-patak	38.3	36.3	236.2
Abódi-patak	31.4	13.9	33.2
Szuhogyi-patak	30.6	6.2	21.7
Ördög-patak	3.5	9.0	21.3

1. táblázat. Jelentősebb vízfolyások



2. ábra. A Bódva vízgyűjtő területe II.

A Bódva vízgyűjtőjén 3 olyan víztározó található, mely alkalmas jelentős mértékű lefolyás-szabályozásra:

Tározó neve:	Bukovec II. tározó	Bukovec I. tározó	Rakacai tározó
Tápláló vízfolyás:	Ida-patak	Ida-patak	Rakaca-patak
Vízgyűjtő terület (km²):	47,4	65,4	233,0
Teljes térfogat (Mm³):	23,40	2,19	6,40
Árvízi térfogat (Mm³):	1,10	0,31	0,63
Üzemelés kezdete:	1976	1966	1962

2. táblázat.

Az Ida patakra települt tározók méretüknél fogva alkalmasak a nagyvizek betározására, de az Ida patakban hagyandó minimális mennyiségen kívül a kisvizeket is felfogják. A tározók vizet adnak le a Kassa vízellátását szolgáló bukoveci vízműnek. A Bódva vízgyűjtőjéről ezáltal folyamatosan a Hernád vízgyűjtőjébe kerülő minimális vízmennyiség 400 l/s-ra, maximálisan 700 l/s-ra tehető.

A Rakacai tározó létesítésének egyik célja a Bódva kisvízi vízhozamainak 1,9 m³/s-ra történő kiegészítése, ezáltal a sajoecsegi ipari vízmű vízpótlásának biztosítása.

Mindhárom tározó elsősorban vízpótlási céllal épült, az árapasztás céljára rendelkezésre álló térfogat a korábbi hosszabb időszak csapadékmennyiségének és vízfogyasztásának függvénye, és vízlebecsajtásuk az árapasztó beindulása után már alig szabályozható. Mindemellett a minimálisan rendelkezésre álló tározótérfogat (különösen a Bukovec II. és Rakacai tározók esetén) már jelentős árhullám-csillapítást tesz lehetővé, és az árvizek levonulását a tározók az árhullámok késleltetésével is jelentősen befolyásolják.

(A Rakacai-tározó árhullám-csillapító hatását a 2005. évi árvíznél az ÉVIZIG munkatársai részletesen elemezték.[6])

A 210. ÉVI ÁRVÍZ HIDROLÓGIAI ELEMZÉSE

Az árhullámok kialakulásának hidrometeorológiai előzményei

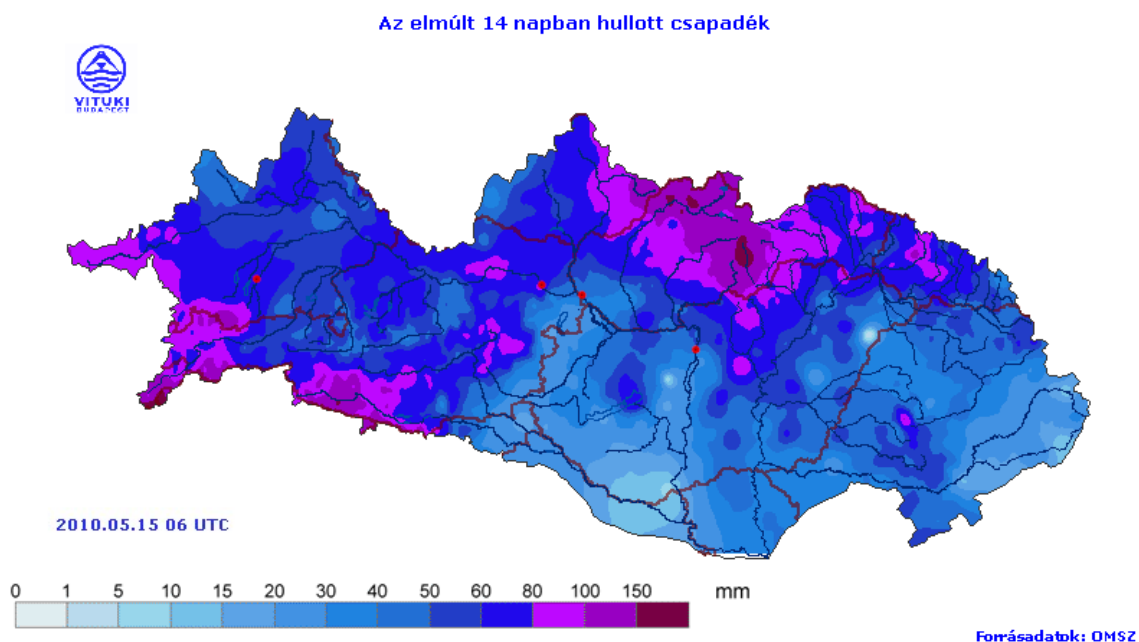
A 2009/2010-es télen a Földközi-tenger medencéjében, a Balkán-félszigeten, a Kárpát-medence középső és keleti részén, valamint Kelet-Európában az átlagoshoz képest jelentős csapadéktöbblet mutatkozott. Hazánkban a 2009/2010-es tél az 1901-től terjedő időszak negyedik-ötödik legcsapadékosabb tele volt.[7]

A csapadékos telet követő évszakok szintén az átlagot meghaladó csapadékokat hoztak, és ezzel a 2010. év az észlelés kezdete óta a kiemelkedően legcsapadékosabb évvé vált. Az éves csapadékatlag Magyarországon 995 mm volt, ami több mint 20 %-al haladta meg az addigi, 1940-ben mért rekordot.

Március és október kivételével minden hónap az átlagosnál csapadékosabb volt, kiemelkedően a május, amikor a sokéves átlagnál majdnem háromszor több csapadék hullott.

Áprilisban több ciklon hatására már az átlagostól közel 50 %-kal több eső esett és jelentősebb árhullámok is kialakultak.

Május első felében az ország nagyobb részén – a nyugati és délnyugati területeket kivéve – már szintén átlagot meghaladó csapadék hullott. Ennek egyik oka a május 5-én és 6-án a Kárpát-medence közelében örvénylő ciklon, majd a második dekád elején egy frontrendszer előtt délnyugati irányból áramló, nedves labilis állapotú légtömeg volt.



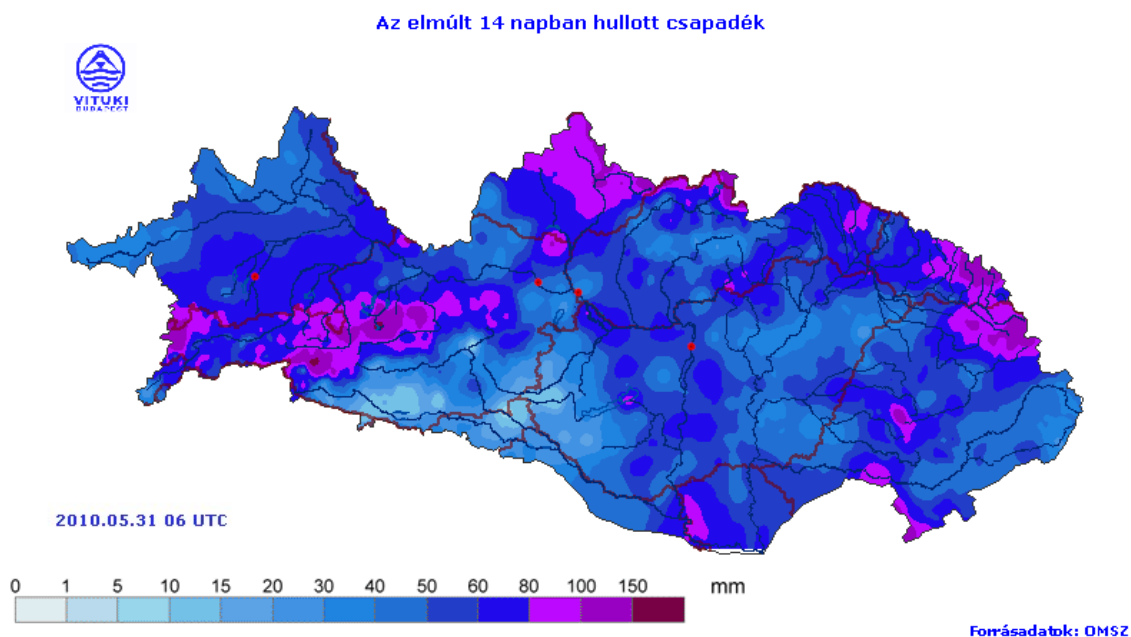
3. ábra.

Május 15. és 18. között egy lassan mozgó intenzív mediterrán ciklon alakította a Kárpát-medence időjárását. A Dél-Olaszország felett, május 15-én hirtelen kialakuló ciklon centruma május 16-ra Magyarország fölé helyeződött át. A Bakonyban és a Mecsek környékén a 72 óra alatt lehullott csapadék mennyisége több helyen meghaladta a 150 mm-t, illetve a Bakonyban 250 mm fölötti értéket is mértek. A havi csapadékhozam kétszerese, háromszorosa is lehullott.[8] A vihar igen jelentős anyagi károkkal járt, részben a szél okozta fakidölések és épületkárok, részben pedig a hirtelen kialakuló árvizek miatt. A vihar legfőbb sajátossága volt, hogy egyszerre esett le igen nagy mennyiségű csapadék, valamint fűt orkánerejű és hosszan tartó szél. A csapadék nem függőlegesen hullott, így a meredekebb partokon könnyebben okozott suvadást (lejtőcsuszamlás), a tetők alá becsapva pedig beázásokat. A korábbi zivatarok következtében a talaj sokfelé telített volt, így a beszívargás nem tudta csökkenteni az intenzív

lefolyást, főként a hegyvidékeken és dombosabb területeken a patakok hirtelen kiléptek medrükből.

Május 16-án – ahogy a ciklon északkelet felé helyeződött - a csapadék zöme is határainkon túl, nagyjából a felvidéken hullott. Május 17-től, némileg csökkent a csapadékhajlam, de ez inkább csak a napi rendszerességgel ismétlődő esők mennyiségének csökkenését jelentette. Előbbi időponttól a hónap utolsó napjának reggeléig szinte minden nap volt csapadék és összességében hazai területen mintegy 20-80, helyenként 80-120 mm-nyi eső áztatta a földeket.

A külföldi vízgyűjtők közül leginkább a Bodrog és Felső-Tisza vízgyűjtőjén volt jelentős az időszak csapadéka, de a Felvidéken mért 40-60 mm-es értékek is meghaladták az átlagot.



4. ábra.

2010. május 31. és június 4. között hazánk felett egy újabb mérsékeltövi ciklon (Angéla ciklon) örvénylett, amely elsősorban a rendkívüli csapadékkal okozott katasztrófhelyzetet az ország jelentős részén. A csapadék fő intenzitása az Északi-középhegységre és az Északi-Kárpátok térségére koncentrált, amely tovább súlyosbította a már apadásnak indult folyók elöntéseit. A Sajó és a Hernád vízgyűjtőjén pár nap leforgása alatt, helyenként 100–150 mm csapadék is hullott, amely a folyók mentén rekord vízállásokat okozott.[9]

A lehullott csapadék jellemző értékei a Bódva vízgyűjtőjén

2010. május-júniusban[10]

Időszak	05.01-05.16.	05.17-05.28.	05.29-06.01.	06.03-06.04.
Csapadékatlag	113	45	67	42

3. táblázat.

Az árhullámok levonulása

A bőséges csapadéknak köszönhetően már a téli hónapokban több jelentős árhullám (Hidvégárdóinál 200 cm-t meghaladó vízállást okozó) vonult le a Bódván.

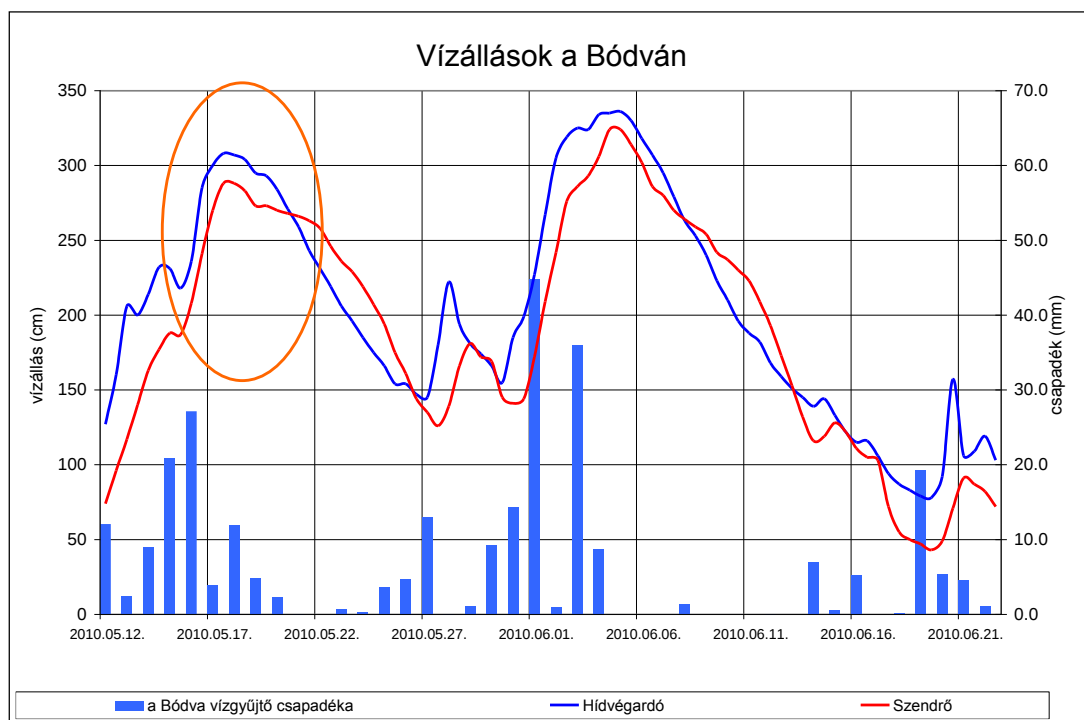
A márciusi csapadékszegényebb hónap után, az áprilisi ciklonoknak köszönhetően rendkívüli árhullám alakult ki. A határszelvényben, Hidvégárdóinál 2010 áprilisában a korábbi, 291 cm-es maximumot 14 cm-rel meghaladó, 305 cm-es tetőzést észleltek.

Május elején a Kárpát-medence felett örvénylő ciklon csapadékrendszeréből május 5-én és 6-án leginkább a Sajó és a Hernád vízgyűjtőjén hullott nagyobb mennyiségű eső, záporosó,

lokálisan pedig felhőszakadás méretű csapadék. Ennek megfelelően ezen a két vízfolyáson alakultak ki jelentősebb vízszintemelkedések. Az ezt követő napok esői a vízszinteket magasan tartották, ill. a Bodrog esetében folyamatos lassú áradáshoz vezettek.

Május 10-től a Nyugat-Európa felett húzódó frontrendszer előtt - délnyugati irányból - nedves, labilis levegő áramlott a Kárpát-medence fölé, amelyben kedvező feltételek teremtődtek a záporok, zivatarok kialakulásához.

A Bódva teljes vízgyűjtőjén szinte mindennap jelentős csapadék esett, ezért áradás indult meg a vízfolyás teljes hazai szakaszán.



5. ábra. (ÉKÖVIZIG[10])

Május 15-től a Magyarország felett kimélyült ciklonból hulló csapadék előbb hazai területen, majd a külföldi vízgyűjtőkön is ismételten árhullámokat hozott létre. Május 16-án intenzív áradás indult meg a Bódván, a hazai szakaszon közel 70 cm-t emelkedett a víz egy nap alatt. Május 17-én ismét jelentős mennyiségű csapadék esett a vízgyűjtőn, de ezen a napon már bekövetkezett az árhullám (minden eddigi szintet meghaladó) tetőzése.

A Bódva torkolatánál, a patak árhullámcúcsának megérkezése előtt, mintegy 24-36 órával tetőzött a Sajó, így előbbi víztömege inkább az apadó ágat táplálta.

A Sajó és a Bódva vízmennyiségének egy része (kb. 50 m³/s) a főmedertől távolabb a folyó Sajóecseg alatti bal parti, nyílt árterén folytatta útját. Az ezen az árterén áramló víz Miskolc és Felsőzsolca városok között éri el újra a főmedret és a két „ág” itt egyesül újra.

A május közepén és utolsó dekádjában hullott csapadékok (a hónap közepén levonult árhullámokat követően) magasan tartották a vízszinteket.

Május 30-án és 31-én újabb jelentős eső volt, amely hatására intenzív áradás kezdődött a Sajó, a Bódva, a Hernád és a Bodrog vízrendszerében. Június első napjának hajnalán érkezett meg az „Angéla” ciklon csapadékszámja, amely aztán 50-100 mm-nyi csapadékaival kiváltotta a Sajó, a Bódva, a Hernád minden eddigi szintet meghaladó árvizeit.

A június 1-én lehulló rekord mennyiségű csapadék hatására szinte azonnal intenzív áradás indult meg a Bódván. Bár az esőzés június 2-án is tovább folytatódott, június 3-án tetőzött az árhullám a hidvégdói szelvényben. Június 3-án azonban ismét rekord mennyiségű csapadék hullott, amelyből lefolyó víz az éppen apadni kezdő árhullámra ráfutott. A hazai mellékvízfolyások szintén rekord mennyiségű vizet hoztak, megtelt a Rakacai tározó, az

árapasztó szivornyákon kívül, a vészárapasztó is szállította a vizet. Ennek köszönhetően alakultak ki a 2009-ig észlelt legmagasabb vízszinteket ~50 cm-rel meghaladó vízszintek a Bódva teljes magyarországi szakaszán.

A BÓDVA ÁRVÍZI VÍZJÁRÁSA

A Bódva a hazai vízfolyásaink között a vízrajzilag kevésbé feldolgozottak csoportjába tartozik. Kisebb gazdasági jelentősége miatt vízjárásának rendszeres észlelését csak 1928-ban kezdték meg, a szendrői vízmérce kiépítésével, és a vízrendszer kiterjedtebb vízrajzi észlelése csak az 1950-60-as évektől indult meg újabb vízmérce-állomások kiépítésével a főmederben és a nagyobb mellékvízfolyásokon.

Az 1930-as, 50-es évektől gyűjtött vízrajzi mérések, megfigyelések átfogóbb elemzésére – ismereteink szerint – utoljára 1984-ben került sor, mikor a Vízgazdálkodási Intézet „A Felső-Tisza jobb parti vízrendszere” című kötetében a Bódva és két jelentősebb mellékvízfolyása (a Jósza és a Meszes patakok) vízhozam-adatait vízgazdálkodási és árvízvédelmi szempontból is feldolgozta.[5]

Az 1984-ben rendelkezésre álló idősorok rövidege, illetve az azóta eltelt idő hossza miatt (mely idő alatt, főleg az utóbbi években több nagy árvíz bekövetkezett) helyesnek tartottuk az árvízhidrológiai vizsgálatok újbóli elvégzését. A friss adatsorokon végzett vizsgálatok jó alapot adhatnak a jövőbeli fejlesztési elképzelésekhez, lehetővé teszik az utóbbi évek árvizeinek hidrológiai értékelését is, illetve megkönnyíti annak a kérdésnek a megválaszolását, hogy mennyire tekinthető ritka eseménynek a 2010. évi árvíz.

A Bódva magyarországi szakaszán több ízben is végeztek átfogóbb vízrendezési munkákat, de a vízrendezési munkák óta eltelt idő, és a meder fenntartásának utóbbi években tapasztalható hiánya miatt a hidrológiai-statisztikai elemzéseinket elsősorban a vízhozam adatokra alapoztuk.

A rendelkezésre álló adatok

A Bódva magyarországi vízgyűjtőjén a főmedren 4 helyen (Borsodszirák, Szendrő, Szalonna és Hidvégardó mellett), a nagyobb mellékvízfolyások közül a Jósza-patakon Színnél, illetve a Rakaca-patakon Meszesnél található olyan vízmérce-állomás, melynek a hosszúidejű adatsora értékelhető.

Megnevezés	Vízfolyás	Szelvény (fkm)	Vízgyűjtő (km ²)	Nullpont magassága (mBf)	Vízállás-észlelés kezdete	Vízhozam -mérés kezdete
Borsodszirák vm.	Bódva	9.3	1657	121.26	1950	1976
Szendrő vm.	Bódva	33.4	1496	138.06	1928	1947
Szalonna vm.	Bódva	39.2	1235	143.00	1960	1960
Hidvégardói vm.	Bódva	64.8	875	165.28	1981	1976
Szín vm.	Jósza-patak	1.15	96	155.52	1951	1951
Meszes vm.	Rakaca-patak	6.2	220	152.72	1963	1963

4. táblázat.

Az ÉVIZIG vízrajzi csoportja a 2010. évi árvizeknél átfogó vízhozam-mérési programot hajtott végre, melynek tapasztalataira az adatok felhasználásánál támaszkodtunk, ezért azokat az ÉVIZIG kiadványa[10] nyomán röviden ismertetjük.

Borsodsziráki vízmérce

A vízmérceállomást 1950-ben létesítették a Borsodszirákot a 21-es úttal összekötő közút hídja alatti szakaszon. (Ménestanya) A vízmércét többször áthelyezték, mely miatt a „0”-pontjának magassága jelentősen változott.

Az állomáson vízállás észlelés nem történik, a vízállások a műszer regisztrátumai alapján rekonstruálhatók.

A szelvényben 1976 óta több mint 300 alkalommal végeztek vízhozam-mérést, elsősorban a kisvizes tartományban. A nagyvizek mérését nehezíti, hogy 70-80 m³/s vízhozam mellett jelentős mélységű és kiterjedésű útátfolyások alakulnak ki. 2010-ig a legnagyobb mért vízhozam 68 m³/s volt.

A vízfolyás tetőzése a vízmérce szelvényben 2010.05.19-én napközben 462 cm-es vízállással következett be. A korábbi 502 cm-es LNV-t a vízfolyás ugyanezen szelvényében létesített, de más nullpontú vízmércéjén észlelték. A jelenlegi vízmérce nullpontjára átszámítva a korábbi LNV-t 451 cm-es vízállást jelentett.

A tetőző vízállásnál 97,4 m³/s vízhozamot mértek, bemérve az útátfolyásokat is.

A leírtakat figyelembe véve tehát megállapítható, hogy az állomáson LNV meghaladás történt, az új LNV értéke 462 cm.

A regisztráló berendezés pontosságának ellenőrzését megnehezítette, hogy a vízmérce legfelső tagját eltulajdonították, a pótlása még nem történt meg, így a vízszint meghatározása közvetett módszerrel történhetett csak meg.

Szendrői vízmérce

A vízmérceállomást 1928-ban létesítették Szendrőn a Vasút utcai (Ivánka-tanya) közúti híd alatti szelvényben. A vízállásészlelés és vízhozammérés rendszeressége alapján a szendrői vízmérceállomás adatait kell a legmegbízhatóbbnak tartanunk.

A szelvényben található álló vízmérce 300 cm-ig mér, ezért az azt megközelítő, vagy meghaladó vízállások leolvasása nehézkes.

A szelvényben 1947 óta végeznek rendszeres vízhozammérést. Az elvégzett mérések száma mára meghaladja a 700-at. A mérések nagy része a szendrői mércénél is a kisvizes tartományba esik. 2010-ig a legnagyobb mért vízhozam 87 m³/s volt.

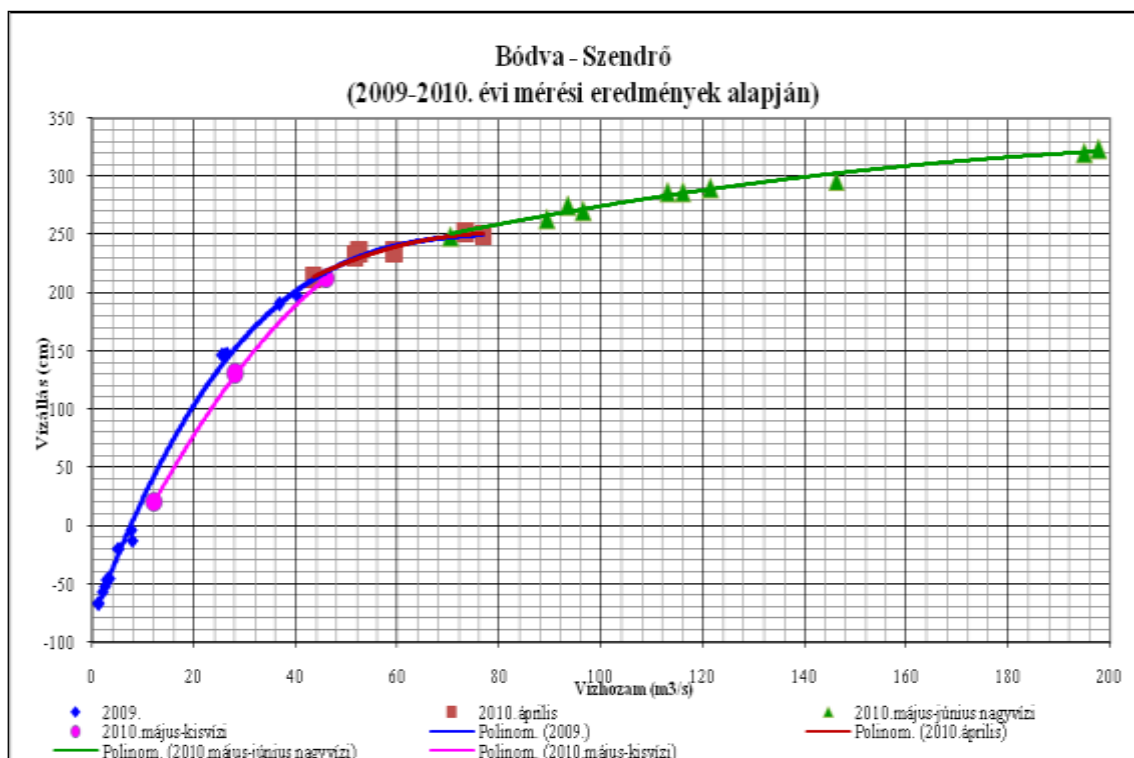
A vízfolyás tetőzése a vízmérce szelvényében 2010.05.18-án 10 órakor következett be az eddigi LNV-t 5 cm-rel meghaladó, 291 cm-es vízállással. A bekövetkezett tetőzés időben megelőzte a Szalonna állomáson észlelt tetőzést, melynek oka a Rakacai-tározó árapasztása lehetett.

A vízfolyáson érkező árhullám önmagában nem okozta volna az állomáson új LNV kialakulását, de az árhullám vízmennyiségéhez hozzáadódott az árapasztásból származó (teljes zsilipnyítás, két árapasztó szifon és a vészárapasztón átbukó) víz mennyisége. Mindez együttesen váltotta ki az LNV-t meghaladó vízállás kialakulását. A 291 cm-es vízálláshoz tartozó vízhozam 123 m³/s értékre becsülhető.

A vízfolyás a szelvényben (a május hónapban kialakult 291 cm-es LNV vízállást meghaladva) 2010.06.05-én tetőzött 325 cm-es vízállással. A szelvényben ismét LNV meghaladás történt.

A mérési eredmények a Q-H görbe alapján: a 325 cm-es tetőző vízálláshoz tartozó becsült vízhozam 200 m³/s.

1974-ben az akkor LNV-t jelentő 286 cm-es vízállásnál vonult le a szelvényben 134 m³/s vízhozam. Ez volt az LNQ érték. Ebből következik, hogy az állomáson LNQ meghaladás is történt.



6. ábra. (ÉKÖVIZIG[10])

Szalonnai vízmérce

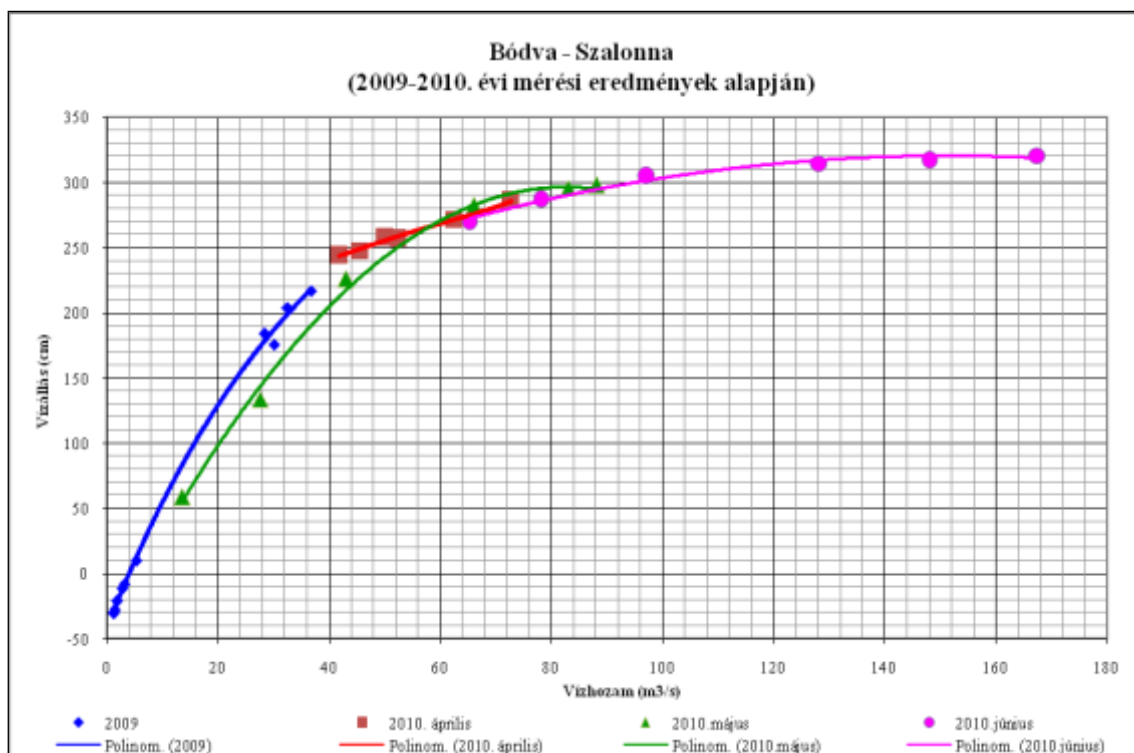
A vízmérceállomást 1960-ban létesítették Szalonnán a Kossuth utcai közúti hídnál lévő szelvényben. A vízállásészlelés és vízhozammérés rendszeressége alapján szintén megbízhatóbb adatsorral rendelkező mércék közé sorolhatjuk.

A szelvényben 1960 óta végeznek rendszeres vízhozammérést. Az elvégzett mérések száma mára meghaladja a 800-at. A mérések nagy része a kisvizes tartományba esik. 2010-ig a legnagyobb mért vízhozam $39,1 \text{ m}^3/\text{s}$ volt.

A nagyvízi vízhozammérést nehezíti, hogy 280 cm feletti vízállásnál a hídszelvény mellett jelentős vízátfolyás keletkezik.

A vízfolyás tetőzése a vízmérce szelvényében 2010.05.18-án délben következett be 299 cm-es (mércejavított) vízállással (a vízmércén leolvasott nyers észlelt vízállás 302 cm). Az állomáson eddig észlelt legnagyobb vízállás 320 cm, tehát az árhullám levonulásának alkalmával LNV meghaladás nem történt. A 298 cm-es vízállásnál mért $88,2 \text{ m}^3/\text{s}$ vízhozam tetőző hozamnak tekinthető.

A vízfolyás a szelvényben 2010.06.04-én a vízmércén leolvasott 326 cm-es vízállással tetőzött. A vízmérce elhelyezkedése miatt a szelvényben mércejavító függvényt kell alkalmaznunk, amelyet követően a valós tetőző vízállás 323 cm volt. Az állomáson LNV meghaladás történt. A korábbi LNV érték 320 cm volt. A tetőző vízálláshoz tartozó becsült vízhozam $170 \text{ m}^3/\text{s}$. A mérés kivitelezését nehezítette és az eredményeket befolyásolta az, hogy a magas vízállás hatására a híd mellett közel 350 m hosszúságú útátfolyás alakult ki.



7. ábra. (ÉKÖVIZIG[10])

Hídvégardói vízmérce

A vízmérceállomást 1981-ben létesítették Hidvégardóinál a közúti híd közelében lévő gátórház mellett.

A szelvényben 1976 óta végeznek rendszeres vízhozammérést. Az elvégzett mérések száma mára meghaladja a 400-at, azonban a szelvény nagyvizek mérésére nem alkalmas. 2010-ig a legnagyobb mért vízhozam $53,7 \text{ m}^3/\text{s}$ volt.

A Hidvégardóinál található közúti híd nem alkalmas nagyvízi mérések elvégzésére, ezért a szlovák fél engedélyével a nagyvízi méréseket a Bódva Hostovce-i (Bódvavendégi) szelvényében szokták elvégezni. A mérés előtt és után a hídvégardói vízmércén, mint segédvízmércén vízalás leolvasásokat végeznek, mely alapján a mért vízhozam a hídvégardói szelvényre is értelmezhető.

Hídvégardói állomáson 2010.05.17-én LNV-t meghaladó, 305 cm-es vízállással következett be a tetőzés. A korábbi, 291 cm értékű LNV a 2010 áprilisában levonult árhullám során alakult ki. A jelenlegi árhullám ezt most 14 cm-rel haladta meg.

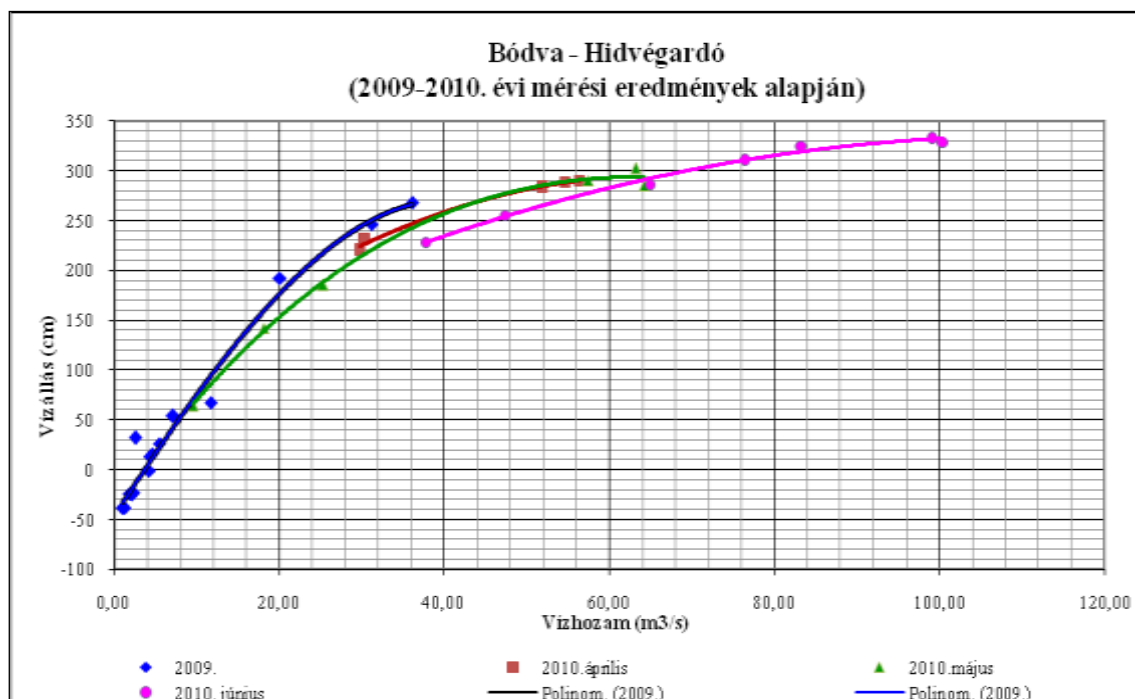
Tetőzés közeli vízhozam mérésére áradó ágban 302 cm-es vízállásnál ($63,2 \text{ m}^3/\text{s}$), illetve apadó ágban 304 cm-es vízállásnál ($64,2 \text{ m}^3/\text{s}$) került sor. A 305 cm-es tetőző vízálláshoz tartozó becsült vízhozam kb. $65 \text{ m}^3/\text{s}$.

A vízfolyáson több árhullám vonult le június hónapban, amelyek a szelvényben két tetőzést (mindkét alkalommal LNV fölötti magasságú vízállással) eredményeztek. A korábbi (2010. májusban) észlelt LNV 305 cm volt. A vízfolyás árhullámainak tetőzésére 2010.06.03-án 325 cm-rel, majd 2010.06.04-05-én 333 cm-rel került sor.

A 333 cm-es (LNV-t meghaladó) tetőző vízálláshoz tartozó becsült vízhozam $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Az árhullámok medealakító hatása Hidvégardói térségében a grafikonon feltüntetett különböző görbék elhelyezkedéséből jól látható. A kiindulási alap ebben az esetben az 2009. évi méréseken alapuló Q-H görbe volt, majd ezt követően ábrázolásra és megkülönböztetésre kerültek a 2010. áprilisban, 2010. májusban és 2010. júniusban elvégzett mérések eredményei.

A 2010. áprilisi és májusi árhullám levonulása ugyanolyannak tekinthető az eredmények szempontjából. A 2009. évi mérésekhez képest mind kisvízi, mind nagyvízi vízállás tartományban jelentős vízszállítóképesség növekedés tapasztalható. A változás 250 cm-es vízállásnál 17 m³/s vízhozam növekedést eredményezett. Ugyanez tapasztalható a 250 cm-es vízállás fölötti tartományokban is.



8. ábra. (ÉKÖVIZIG[10])

Jósva-pataki vízmérce (Szín)

Az állomás a Jósva-pataknak a 27. számú út közúti hídja alatti szelvényében található. Az állomáson vízállásregisztráló műszer üzemel. Rendszeres leolvasás nincs. A vízhozammérést sokáig szüneteltették.

A 2010. évi árvíznél ismét végeztek vízhozamméréseket. A rekord vízállás a mérőhíd épségét veszélyeztette.

A regisztráló adatai alapján a vízfolyás 2010.06.02-án 140 cm-es, 2010.06.04-én 150 cm-es vízállással tetőzött. A vízhozammérési eredmények alapján szerkesztett Q-H görbe alapján a 150 cm-es tetőző vízálláshoz tartozó becsült vízhozam kb. 12 m³/s.

A korábbi LNV értéke 126 cm, tehát az állomáson LNV meghaladás történt.

A Jósva-patak és a Ménes-patak együttesen 15-17 m³/s mennyiségű vizet szállított a Bódvába. Az adatsor alapján a magas, 120-150 cm közötti vízállás tartós volt, így a vízfolyások jelentős vízmennyiséggel járultak hozzá a Bódva árhullámához.

Rakaca-pataki vízmérce (Meszes)

A Rakacai észlelőhálózat részeként a Rakaca-patakon több állomás is található. Az elmúlt 10-15 évben az észlelőhálózat állomásai folyamatosan leépültek, az észlelés több állomáson is megszűnt (észlelő miatt vagy az állomás állapotának leromlása miatt).

A Meszes településnél lévő állomás szintén a Rakacai észlelőhálózat része. 1963-ban építették a Rakacai-tározó beruházásának a részeként. Állapota az elmúlt 10-15 évben jelentősen leromlott.

Vízhozammérést az állomás kiépítését követően rendszeresen végeztek a szelvényben. A 2010. évi árvíznél a Rakaca-patak szerepe jelentős volt. A nagy érkező vízhozam miatt Meszes

településen elöntések keletkeztek, melyek a mérést nehezítették. Ennek ellenére az árhullámok során több mérést is végeztek.

A vízfolyás tetőzése a szelvényben 2010.05.17-én az éjszakai-hajnali órákban következett be LNV-t megközelítő, 317 cm-es vízállással (a tetőzés időpontjában észlelés nem történt, ezért pontos adat nem áll rendelkezésünkre, a vízállásiró regisztrátumainak feldolgozása és értékelése még folyamatban van). Az állomáson eddig észlelt legnagyobb vízállás 330 cm.

A tetőzést követően a vízfolyás gyorsan apadásnak indult, így a tetőzés napjának délutánján már csak apadó ágban 302 cm-es vízállásnál tudták a mérést elvégezni.

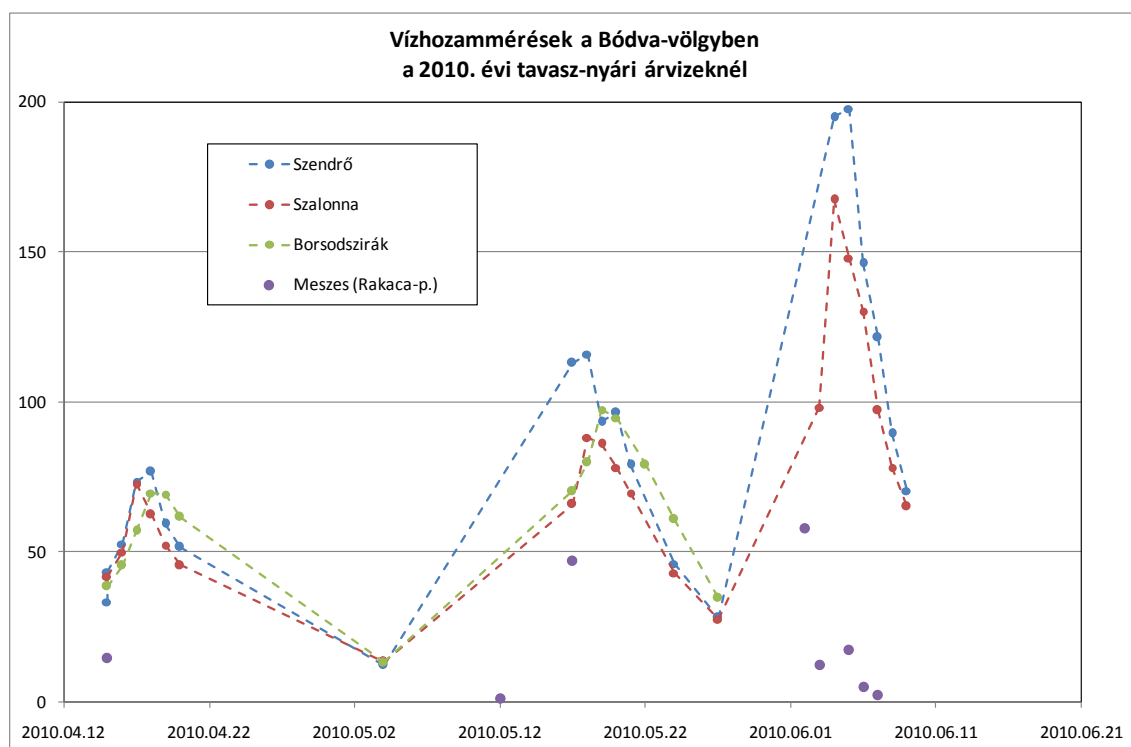
A mérésekből szerkesztett (még nem hiteles) Q-H görbe alapján a becsült tetőző vízálláshoz tartozó vízmennyiség $64 \text{ m}^3/\text{s}$ -ra becsülhető.

A vízgyűjtőre hullott csapadékok június elején is hirtelen és gyors árhullámokat váltottak ki a Rakaca-patakon. A vízfolyás tetőzése Meszesnél 2010.06.02-án következett be 335 cm-es vízállással. A korábbi LNV 330 cm volt, tehát az állomáson LNV meghaladás történt.

Vízhozamméréseket áradó és apadó ágban is végeztek. Tetőzés közelében a mérőhely megközelítése az útlezárások és a faluban bekövetkezett elöntések miatt nem volt lehetséges.

A mérések alapján szerkesztett, Q-H görbe alapján a tetőző vízálláshoz tartozó becsült vízhozam kb. $70 \text{ m}^3/\text{s}$.

Az 1999. évben érvényes Q-H görbe és a jelenlegi mérési adatok összehasonlítása alapján a meder vízszállító képessége a 200 cm-es vízállástartomány fölött jelentős mértékben csökkent.



9. ábra. Vízmérések a Bódva-völgyében

Az adatok hidrológiai-statisztikai elemzése

A meder, illetve a meder vízszállításának változása miatt egy, a Bódvához hasonló kisvízfolyáson a vízállások hidrológiai-statisztikai elemzéséből nem sok információ nyerhető. Tovább rontják a vízállások közvetlen felhasználásának lehetőségét az esetleges vízmérce-áthelyezések, illetve a vízmércék körüli meder időszakos kitisztításai, rendezései.

Hosszabb vízfolyásszakaszokra érvényes értékeket csak a vízhozam adatok feldolgozásából remélhetünk. Amennyiben egy vízmérceállomásnál rendszeresen végeznek vízhozammérést (lehetőleg a kis és nagyvizes tartományban egyaránt), illetve a vízállás-vízhozam összefüggést

gondosan és rendszeresen megállapítják, a vízhozam adatok feldolgozása megbízható és jellemző eredményeket szolgáltat.

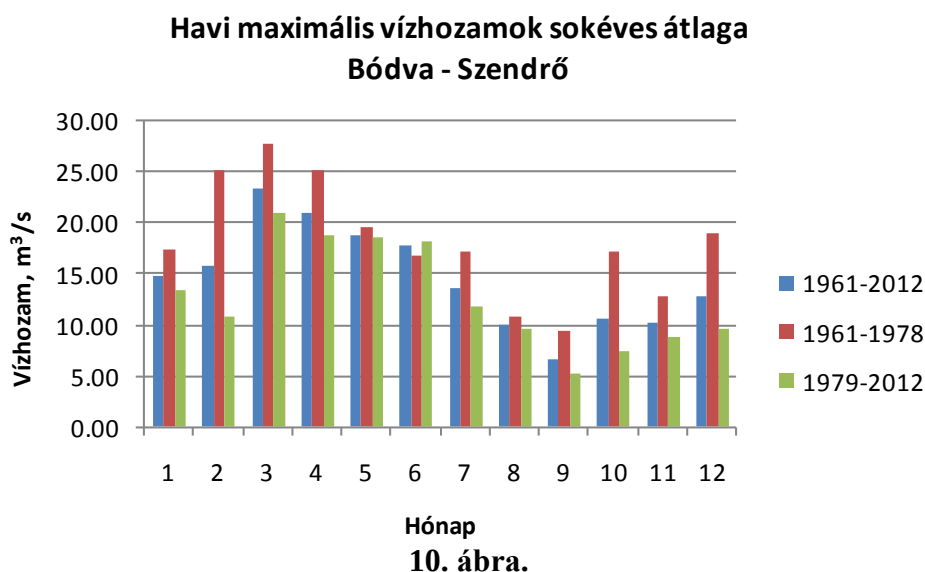
Célul tűztük ki, hogy elkészítjük a magyar Bódva szakaszának a nagyvízi hidrológiai hossz-szelvényét. Az Észak-magyarországi vízügyi Igazgatóság rendelkezésünkre bocsátotta a Meszes 1999-2012, Hidvégardói 1984-2012, Szalonna 1963-2012, Szendrő 1961-2012, Borsodszirák 1984-2012 évek feldolgozott vízhozamainak havi maximális értékeit, amit a hidrológiai-statisztikai vizsgálatainkban felhasználtunk.

A vízmérceállomások elhelyezkedése, a vízhozammérési körülmények, illetve az adatsorok rendelkezésre állása alapján a legmegbízhatóbbnak a szendrői és a szalonnai adatsorokat tartottuk. A hidvégardói és a borsodsziraki adatsorokat (elsősorban a nagyvízi mérések nehézségei, illetve hiánya miatt) óvatosabban kezeltük. A meszesi adatokat csak arányosításra használtuk.

A hidrológiai hossz-szelvény szerkesztésénél az árhullám ellapulásából adódó vízhozamcsökkenést csak a Szendrő alatti szakaszon vettük figyelembe.

Az adatok feldolgozásakor azonnal szembeötlő volt az egyöntetűség hiánya.

Már az 1984. évi hidrológiai tanulmány⁵ szerzői is megemlítették, hogy az 1960-as, 70-es években épült tározók feltételezhetően megváltoztatták a Bódva nagyvízi vízjárását, mely az addig rendelkezésre álló adatsorokból is kitűnt. A 2005-ben készített árvízvédelmi tanulmány szerzői pedig részletesen foglalkoztak ezzel a jelenséggel, amit az alábbi ábrán szemléltetünk [6]:



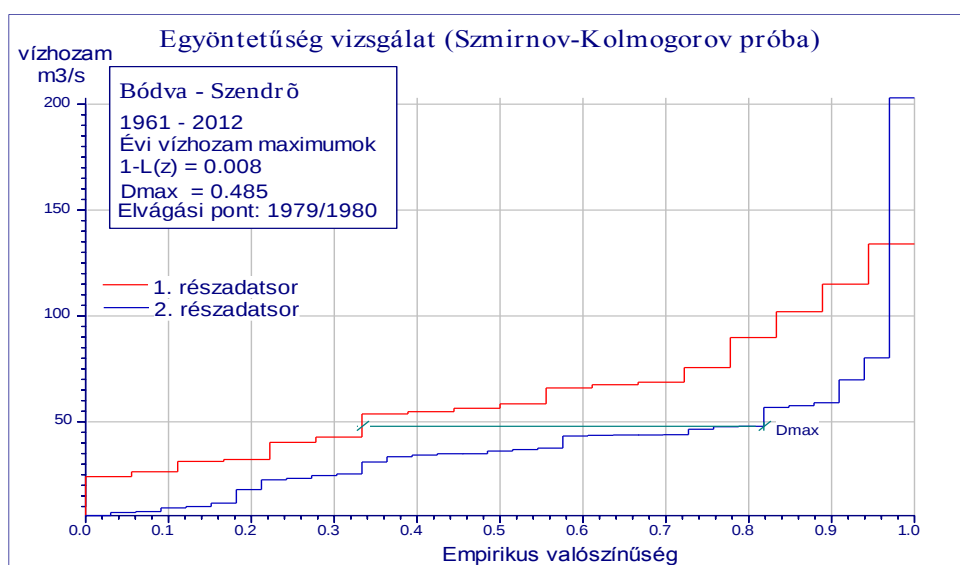
A Bódva nagyvízi vízjárására korábban jellemző volt a kora tavaszi (hóolvadásból származó) és a késő őszi árvizek gyakorisága, mely a tározók kiépítését követően jelentősen csökkent. A Bukovec II. és a Rakacai-tározó a vízfolyáshoz képest igen komoly tározótérfogattal rendelkezik. A tározókat alapvetően vízpótlási céllal építették. Az alapcélnak megfelelően az üzemeltetők (az előírt minimálisan továbbengedendő vízhozamon túl) a lefolyó vizeket a tározókban visszatartják. Különösen igaz ez a nyárvégi, kora őszi száraz időszakot követő hónapokra, illetve a tavasz elejét illetően, mikor a tározó veszteségeit igyekeznek visszapótolni. Ennek megfelelően megfigyelhető őszi végén és február-áprilisi időszakban a kicsi és közepes árhullámok gyakoriságának a csökkenése.

Ki kell emelnünk azonban egyfelől, hogy a három nagy tározó csak két mellékágon van, és a vízgyűjtő területnek csak egy részét fedi le. A tározók a vízgyűjtő hevesebb lefolyású részeiről gyűjtik a vizet, de a Bukovec I-II. csak a Rakaca-patakig tartó vízgyűjtő 5 %-át, a három tározó pedig Szendrőig a vízgyűjtő 20 %-át fedi le. Igazán nagy árhullámok pedig akkor alakulnak ki

a magyarországi szakaszon, ha szinte az összes mellékvízfolyáson egy időben (beleértve a hazaiakat is) jelentős árhullám érkezik.

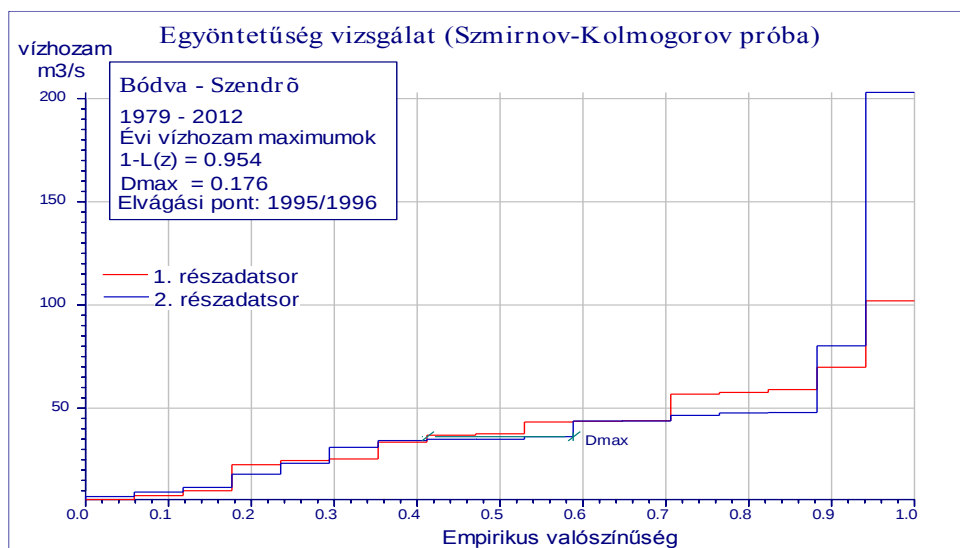
Másfelől azt is látni kell, hogy az alapvetően vízpótlási céllal épített tározók árhullámcsillapítása korlátozott. Amennyiben egy tározó nagyon leürült, akkor egy kisebb árhullámot akár teljesen be is tud fogadni, hogy az alvízi kisvízhozam akár meg se növekszik. Ellenben, ha a telt tározóba érkezik egy rendkívüli árhullám, akkor a tározó árhullámcsillapítása arányaiban már sokkal kevésbé jelentős. (Természetesen minden tározónál a legfontosabb cél a tározó biztonságos üzeme, ami a telt tározóra érkező árhullámnak a biztonságos (és esetleg gyors, kevésbé visszatartott) levezetését jelenti.)

Az alábbi ábra a szendrői vízmérce éves legnagyobb vízhozamainak egyöntetűségvizsgálatához készült. A teljes rendelkezésre álló adatsort 1979-től kettéosztottuk, és a két (1961-79 és 1980-2012 közötti) részadatsort gyakoriság-eloszlását ábrázoltuk. Jól látszik, hogy a 2010. évi kiugró értéktől eltekintve a maximális vízhozamértékek minden tartományban csökkentek.



11. ábra. Egyöntetűség vizsgálat

A Kolmogorov-Szmirnov próba szerint az adatsort egyöntetűsége nagymértékben javul, ha az 1979 előtti adatokat kihagyjuk az adatsorból.



12. ábra.

Teljesen hasonló eredményre vezet a szalonnai adatsor vizsgálata is. (A hidvégardói és a borsodsziráki adatsorok esetében a tesztet nem volt értelme elvégezni az adatsorok rövidege miatt.)

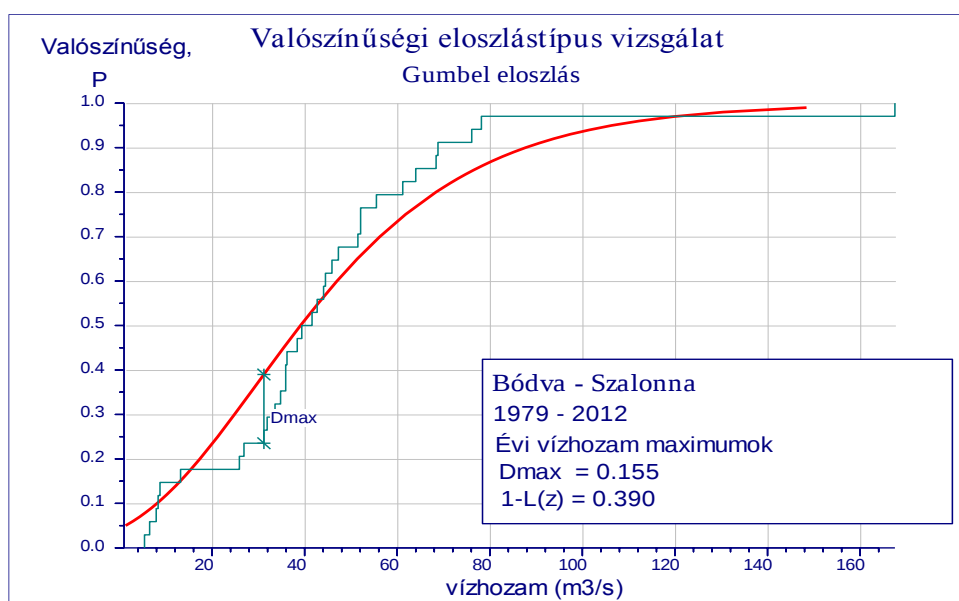
Az előző ábrákból érzékelhető a 2010. évi árhullám kiemelkedő volta is. A szendrői szelvényben a júniusban mért legnagyobb vízhozam ~30 %-kal haladta meg az elmúlt 50 évben a QH-görbékéből számított maximumot. A szendrői (és a szalonnai) mércék esetén a statisztikai vizsgálatok nélkül is feltételezhető volt, hogy a 2010. évi árhullám visszatérési ideje a 100 évesnél jóval ritkább volt.

A visszatérési idők (meg-nem-haladási valószínűségek) számításához az adatsorokra elméleti eloszlásfüggvényt próbáltunk illeszteni. A 2010. évi érték kiugró volta miatt azonban két dilemmába ütköztünk:

- Amennyiben az 1979 előtti adatokat a vizsgálatból elhagyjuk, az adatok számának csökkenésével a 2010. évi kiugró érték a paraméterbecslést eltorzítja.
- Amennyiben a 2010. évi értékeket kihagyjuk, úgy egy körültekintően kimért, közelmúltban bekövetkezett árvizet hagyunk figyelmen kívül.

További problémát jelentett, hogy az elméletileg általunk jónak tartott, Gumbel-eloszlás nem illeszkedett meggyőzően. Az 1979-2012 évi adatokra a szendrői és a szalonnai mércék esetén az általunk próbált egyetlen eloszlásfüggvény (normál, log-normál, Frechet, gamma, pearson 3) sem illeszkedett megfelelően. Amennyiben a 2010. évi értékeket elhagytuk több függvény illeszkedése is megfelelővé vált (köztük a Gumbelé is), ezért végül a Gumbel-eloszlás alkalmazása mellett döntöttünk.

Az alábbi ábra mutatja a Gumbel-eloszlás illeszkedését a szalonnai adatsorra:



13. ábra.

A korábban megfogalmazott dilemmáink miatt a szendrői és szalonnai adatsorok esetén három változatban számítottuk az illeszkedő Gumbel-eloszlásfüggvényt, melynek paramétereit és eredményeit az alábbi táblázatban foglaltuk össze.

A paramétereket a Gumbel-eloszlás alábbi alakja alapján lehet értelmezni:

$$F(X) = P(Q_{max} < X) = e^{-e^{-A(X+B)}}$$

	Szalonnai vízmérce			Szendrői vízmérce		
	1967-2012	1967-2009	1979-2012	1961-2012	1961-2009	1979-2012
A	0.054	0.041	0.039	0.424	0.034	0.032
B	-33.626	-32.114	-29.649	-32.891	-32.210	-25.382
Illeszkedés valószínűsége	0.578	0.658	0.390	0.490	0.962	0.230
Q_{10%}	87	76	88	99	86	95
Q_{3%}	117	99	120	136	115	134
Q_{1%}	144	120	148	168	141	168

5. táblázat.

Az 5. táblázatból látható, hogy sokkal nagyobb változást okoz a Gumbel-eloszlásfüggvény felső tartományban számított értékeiben a 2010. évi árvíz figyelmen kívül hagyása, mint az 1979 előtti adatok kizárása.

A hidvégardói és a borsodsziráki vízmércék esetén, az adatsorok rövidege miatt a fenti dilemmák nem álltak elő. A kapott paramétereket és eredményeket a 6. táblázatban foglaltuk össze.

	Hidvégardói vízmérce	Borsodsziráki vízmérce
	1984-2012	1984-2011
A	0.059	0.044
B	-15.945	-24.271
Illeszkedés valószínűsége	0.304	0.553
Q_{10%}	54	75
Q_{3%}	75	103
Q_{1%}	93	128

6. táblázat

A hidrológiai-statisztikai vizsgálat eredményei a vízgyűjtő, a vízfolyás és a vízmérce-állomás, mérőhelyek sajátosságait tükrözi. Az adatok egyöntetűsége a vízhozamok esetében is általánosságban kétséges. Ennek oka a lefolyási viszonyok változásában, a mederváltozásokban, mesterséges beavatkozásokban, és az észlelési, vízhozammérési körülményekben is kereshető; az egyes tényezők súlyának megállapítása reménytelen vállalkozásnak tűnik.

A vizsgálataink alapján további tervezési paraméternek a következő értékeket javasoljuk:

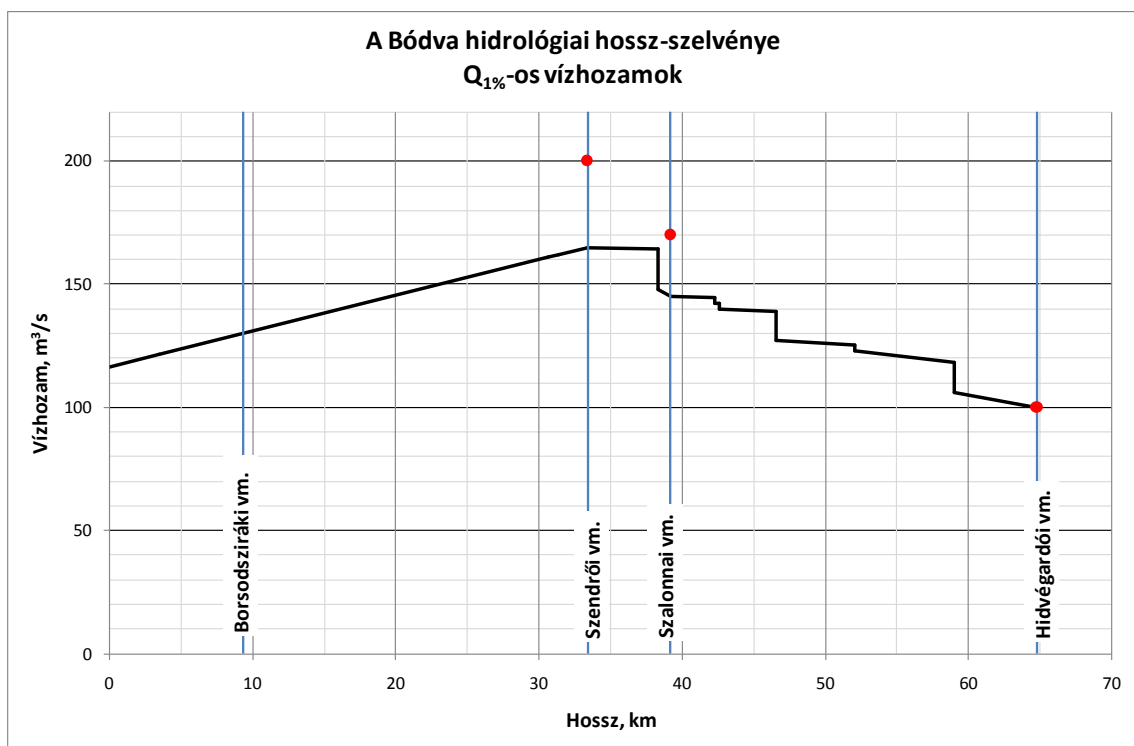
	Hidvégardói vízmérce	Szalonnai vízmérce	Szendrői vízmérce	Borsodsziráki vízmérce
Q_{1%} (m³/s)	100	145	165	130

7. táblázat

A 2010. évi árvíz statisztikai értékelése

A 13. ábrán feltüntettük a hidrológiai-statisztikai vizsgálataink eredményeként javasolt 1 %-os valószínűségű (100 éves visszatérési idejű) árvízhozamokat, és a 2010. júniusi tetőzésnél mért értékeket (piros korong).

A hossz-szelvény készítésénél feltételeztük, hogy Hidvégardói alatt a mellékvízfolyások a vízgyűjtő területük gyökével arányosan növelik az 1 %-os árvízhozamot Szendrőig. Szendrő alatt pedig az ellapulás egyenletes a torkolatig. (Valójában az ellapulás inkább a Rakaca-patak torkolata alatt kezdődik, és biztosan változó mértékű, a völgyfenék szélességétől függően. Feltételezhető, hogy a Rakaca-patak alatti vízfolyások egy rendkívüli árvizet már nem befolyásolnak számottevően, és az ellapulás mértékét hidrodinamikai vizsgálatokkal lehetne pontosítani.)



14. ábra.

Az ábrából látható, hogy 2010 júniusában egy körülbelül 100 éves visszatérési idejű árhullám érkezett a határra, mely a hazai mellékvízfolyások vízszállítás miatt hazai területen (főleg Szalonna-Szendrő térségében) már jóval nagyobb, 100 évesnél sokkal ritkább árhullámmá alakult.

A Szalonnánál mért 170 m³/s-os vízhozam az 1979-2012 évi adatok alapján illesztett Gumbel-eloszlásfüggvény alapján 213 éves, a Szendrőnél mért 200 m³/s pedig 251 éves visszatérési idejű árvízhozamnak felel meg.

ÖSSZEFOGLALÁS

2010-ben rekord mennyiségű csapadék hullott Magyarországon. Az átlagos csapadék 959 mm volt, ami több mint 130 mm-rel haladja meg az addigi rekordot, az 1940. évi 824 mm-es éves mennyiséget. A legextrémebb hónap a május volt, amikor a normál esőmennyiség közel háromszorosa hullott le, de a június is sokkal csapadékosabb volt az átlagnál.

A májusi és júniusi rekord mennyiségű csapadék miatt a hazai kisvízfolyásokon és nagyobb folyóinkon is, országszerte áradások következtek be. A Sajó, a Bódva és a Hernád együttes áradása kritikus árvízi állapotot eredményezett Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, ahol összesen 170 településen védekeztek. Borsod-Abaúj-Zemplén megye teljes közigazgatási területére árvízi vészhelyzetet kellett hirdetni két ízben, májusban és júniusban is.

A Borsod-Abaúj-Zemplén megyei vízfolyásaink között súlyos áradások voltak a Bódva-folyón is. Májusban és júniusban is rekord magasságú vízállások alakultak ki a vízfolyás teljes magyarországi szakaszán és a Bódva menti települések többsége elöntés alá került.

A 2010. évi bódvai árvizeknél az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság munkatársai kiterjedt és gondos vízrajzi méréseket végeztek a magyar vízgyűjtőn, mely alapján a lejátszódott hidrológiai folyamatok nyomon követhetők, és elemezhetők.

Összegyűjtöttük az elmúlt évtizedekben a magyarországi vízgyűjtőn végzett vízrajzi méréseket, hidrológiai-statisztikai vizsgálatokat végeztünk, és javaslatot tettünk a Magyarországon a belterületek védelmére általánosan mértékadónak tekintett 1 %-os valószínűségű (100 éves visszatérési idejű) nagy vízhozam Bódva menti értékeire.

A statisztikai vizsgálataink szerint 2010 júniusában a magyar határra egy megközelítőleg 100 éves visszatérési idejű árhullám érkezett, ami a magyarországi mellékvízfolyások vízszállítása miatt az alsóbb szakaszokon (a magyar szakasz nagyobb részén) már 200 évesnél ritkább árvízzé növekedett.

A Bódva árvízi vízjárását a mellékvízfolyásokon lévő nagyobb tározók számottevően befolyásolják. A 2010. évi árvizeknél bekövetkezett események még feltételezhetően mind a magyar, mind a szlovák oldalon rekonstruálhatóak. A tározók adatainak részletes elemzése (a vízfolyások mentén végzett vízrajzi mérésekkel kiegészítve) hozzásegíthetne a víztározók árvízi szerepének tisztázásához.

További kutatást érdemelne az árhullámoknak a Bódva alsó (Rakaca-patak alatti) szakaszán tapasztalható ellapulása. A 2010. évi árvizeknél mért adatok az árhullám hidrodinamikai modellezéséhez jó alapot szolgáltatnak.

A CIKK A TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-0001 KRITIKUS INFRASTRUKTÚRA VÉDELMI KUTATÁSOK PROJEKT TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.

Felhasznált irodalom

- [1] Országos Meteorológiai Szolgálat-
http://www.met.hu/pages/2010_rovid_osszefoglaloja_20110110.php
- [2] Vidékfejlesztési Minisztérium ár- és belvízkárok enyhítése érdekében tett lépései
<http://www.fvm.hu/main.php?folderID=2290&articleID=16015&ctag=articlelist&iid=1>
- [3] VITUKI: Vízrajzi atlasz sorozat 13. Sajó, Budapest, 1972.
- [4] VITUKI: Magyarország hidrológiai atlasza, I. folyóink vízgyűjtője, 2. Sajó, Budapest, 1953
- [5] VGI: Magyarország vizeinek műszaki-hidrológiai jellemzése, A Felső-Tisza jobb parti vízrendszere, Budapest, 1984.
- [6] Körics Euroconsulting Kft. - EuroRaptor Kft.: A Bódva-völgye árvízvédelmi programja 2005.
- [7] Babolcsai György: Egy különleges tél,
http://owwww.met.hu/pages/Egy_kulonleges_tel_20100811.php
- [8] Ujváry Katalin: A „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok csapadékszinoptikai közelítése és előrejelezhetősége, Légtér 55. évf. 2010. 4. szám.
- [9] Kugler Zsófia: A borsodi árvizek az úrből, Geodézia és Kartográfia 2010 / 9 (62. évf.)
- [10] ÉKÖVIZIG: Hidrológiai és hidrometeorológiai értékelés Az ÉKÖVIZIG működési területén található vízfolyásokon 2010. májusban és júniusban levonult árhullámokról, Miskolc, 2010.