

A MAROS KISVÍZI VÍZJÁRÁSÁNAK VÁLTOZÁSA

1. BEVEZETÉS

A kisvíz, a vízfolyásnak az az állapota, amikor szárazság vagy a nagy hideg következtében kicsi a vízhozam, ezért alacsony a vízállás. A hosszan tartó kisvízes időszakok jelentős társadalmi-gazdasági és ökológiai károkat okoznak. A kisvízi jelenségek kezelése a Maroson különös odafigyelést igényel, hiszen országhatárral metszett vízfolyás, így meg kell osztani a rendelkezésre álló vízkészletet. Vízhiányos időszakban nincs megfelelő mennyiségű víz a mederben, így az öntözésre vagy egyéb vízhasználat céljára kivehető víz mennyisége is csökken.

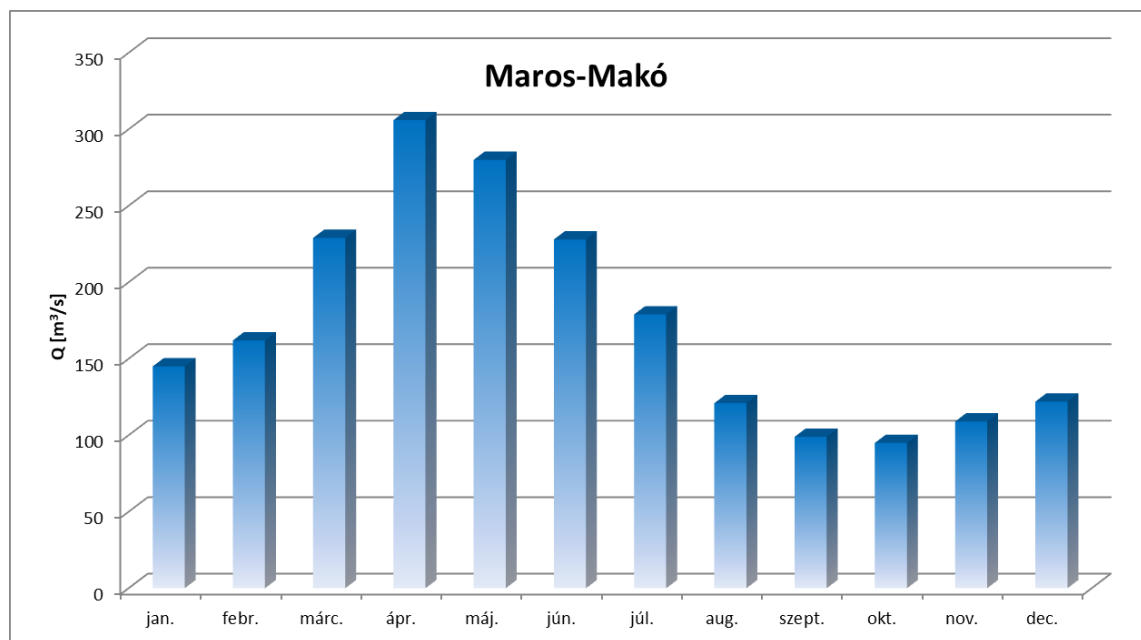
2. A MAROS

A Maros vízgyűjtő területét, vízhozamát és hordalék viszonyait tekintve a Tisza legjelentősebb mellékfolyója. A teljes hossza 749 km, ebből magyarországi szakasza 50 km. A folyó Nagylak alatt lépi át az ország határt és 22 km-en át az államhatárt képezi, majd Tápé alatt a Tisza 177 fkm szelvényébe torkollik. A folyó úgynevezett függő mederben folyik, így medre környezetétől magasabban húzódik. A Maros teljes vízgyűjtője 30332 km², ennek elenyésző része, körülbelül 1600 km² fekszik hazánk területén (KVVM-ATIVIZIG 2010). A Maros magyarországi vízgyűjtője a folyó teljes vízgyűjtőjének mindössze 5%-a, így a vízjárást, és a vízkészletet alapvetően a külföldi területek hidrológiai viszonyai határozzák meg. A folyó hazai szakaszán három felszíni törzs állomás létesült, Nagylak (49,3 fkm), Apátfalva (32,15 fkm) és Makó (24,5 fkm), melyekből Makó vízhozam nyilvántartó szelvény is.

Vízállás jellemzők a makói szelvényben:

- eddig előfordult legkisebb vízállás (LKV): -117 cm (2022.07.21.)
- sokévi átlagos vízállás (KÖV): 47 cm
- eddig előfordult legnagyobb vízállás (LNV): 625 cm (1975. július 10.)

A teljes Maros vízgyűjtő csapadékjárását a júniusi maximumok jellemzik. Ezt összehasonlítva a havi középvízhozamokkal látható, hogy a lefolyás havi átlag értéke a tavaszi hóolvadással egyidejűleg jelentkező esők esetében a legnagyobb, míg a júniusi-júliusi csapadékmaximumoknak csak másodlagos jelentőségük van. A legkisebb vízhozamok az őszi időszakban fordulnak elő (THESIS 1998). A vízhozam szélső értékei között extrém nagy különbség van. Az eddig előfordult legnagyobb vízhozam a valaha volt legkisebb vízhozam több mint száztizenötszöröse.



2. ábra: Sokéves átlagos havi vízhozamok a Maros makói szelvényében (1901-2022)

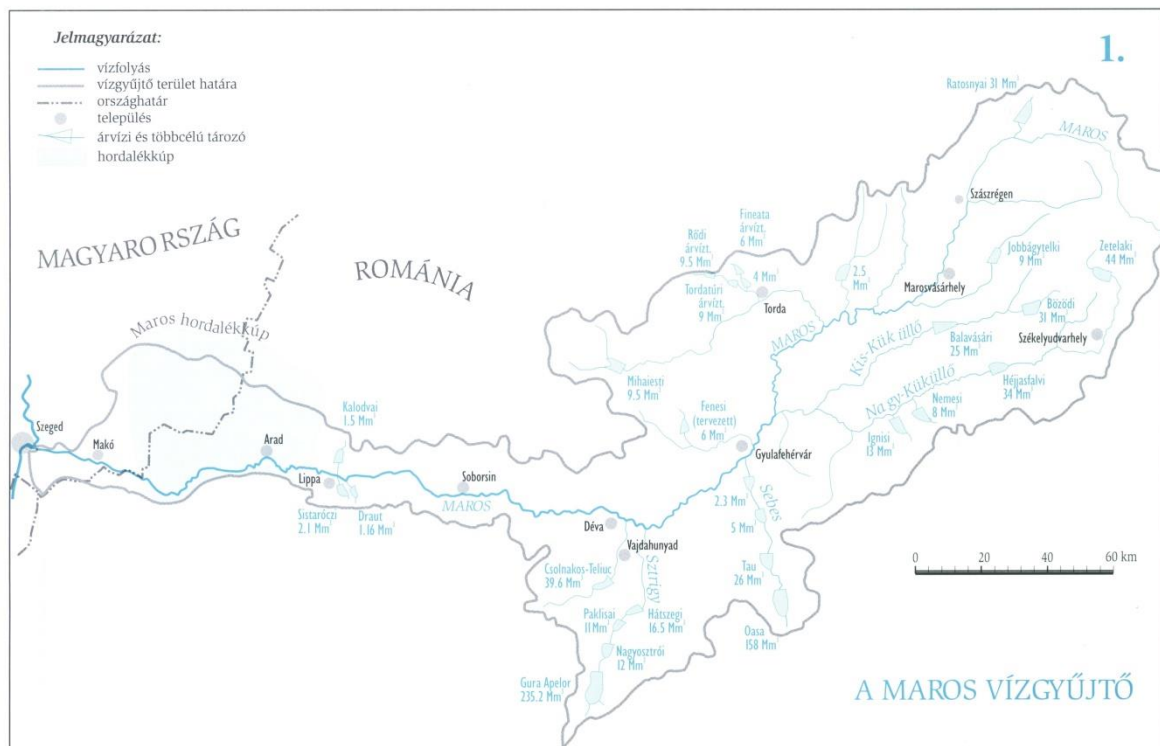
Vízhozam jellemzők a Maros makói szelvényében:

- eddig előfordult legkisebb vízhozam (LKQ): 21,2 m³/s (1905.09.21.)
- sokéves átlagos vízhozam (KÖQ): 173 m³/s
- eddig előfordult legnagyobb vízhozam (LNQ): 2440 m³/s (1970.05.20.)

3. KISVIZEK HELYZETE A MAROSON

A Maros vízjárását, a lefolyás alakulását az éghajlati és domborzati viszonyok mellett egyéb tényezők is alakítják. A kisvízi helyzetek döntően időjárási (meteorológiai szárazság) és hidrológiai (hidrológiai szárazság) okok miatt alakulnak ki, viszont a természetföldrajzi jellemzők mellett az emberi tevékenység is befolyásolhatja azokat (Konecsny 2004). A folyószabályozások után a kisvízi események gyakoriságának növekedése és szintjeinek csökkenése országosan megfigyelhető volt. A szabályozások első számú következménye hogy a megnövelt esésű folyók bevágódtak a medrükbe, így a kisvizek szintjei leszálltak. A kisvízszint csökkenés ellensúlyozásaképp készültek el, a 20. század második felében, a hazai és határon túli vízgazdálkodási célú tározók és vízlépcsők. Ezek hatására azonban a kisvizek időtartama, vízszintje és vízhozama is mesterségesen befolyásolt lett.

Az 1970-es évek végén nagyszámú tározó épült Romániában, a Maros mellékvízfolyásain, melyek képesek megváltoztatni a folyó vízjárását. A több mint 30 létesítmény összetett hatása az egyes árhullámok levonulására és az összegyülekezésre nem ismert. Az eddig elvégzett vizsgálatok során az éves lefolyásra gyakorolt átlagos hatást határozták meg. Hatásuk jellemzően a kisvízi időszakokban mutatkozik, például az évi legkisebb vízhozamok sokéves középértékei mintegy 15 %-kal emelkedtek. A Maros alsó, magyarországi szakaszán a vízjárást a tározók már kisebb mértékben befolyásolják, aminek valószínűsíthető oka, hogy a tározók csak rövid ideig és rövid szakaszon képesek a mellékfolyók vízjárását alakítani.



3. ábra: A Maros vízgyűjtőn létesült tározók és alapadataik (forrás: Maros atlasz)

A kisvízi helyzet értékelésénél figyelembe kell venni tehát, hogy jelenleg a kisvizek antropogén befolyás alatt állnak. A makói szelvény feletti tározók, vízkivételek a 20. század második fele óta nagyban befolyásolják a kisvízhozamokat. Ezért ha a jelen állapotokat szeretnénk feltárni a teljes rendelkezésre álló idősort érdemes részekre bontva is vizsgálni. Az adatsor elvágási pontjának megválasztásánál az alábbi szempontokat vettük figyelembe. A Maros vízgyűjtő területén a vízjárást befolyásoló nagy víztározók döntő részének üzembe helyezése nagyjából 1980 előtt zárult le. A Maros vízjárását tehát 1980-ig csak kisebb mértékben befolyásolták műszaki beavatkozások, a vízjárást így ezelőtt természeteshez közeleink lehet tekinteni. Ezt követően a már meglévő ipari, mezőgazdasági és kommunális vízhasználatok mellé épült ki egy sor nagyobb víztározó a Maros mellékfolyóin, melynek hatására a lefolyás időben jelentősen átrendeződött. A tározók felől naponta többször is érkező, legfeljebb néhány óráig tartó mesterséges árhullámok a Maros kisvízi vízjárását is jelentős mértékben befolyásolják. A külön létre jött árhullámok a mederben gyakran egymásra futnak és ellapulnak, módosítják a Maros teljes alsó szakaszán a kisvizes időszakok jellegét, mennyiségi, gyakorisági és tartóssági jellemzőit. Az ipari és mezőgazdasági vízhasználat is nagyjából erre az időszakra érte el a csúcserkéit. Nőtt tehát a vízkivétel és ez által a szennyvíz bevezetés mértéke is. Így elmondható hogy körülbelül 1980 után változott jelentősen a kisvízi vízjárás antropogén

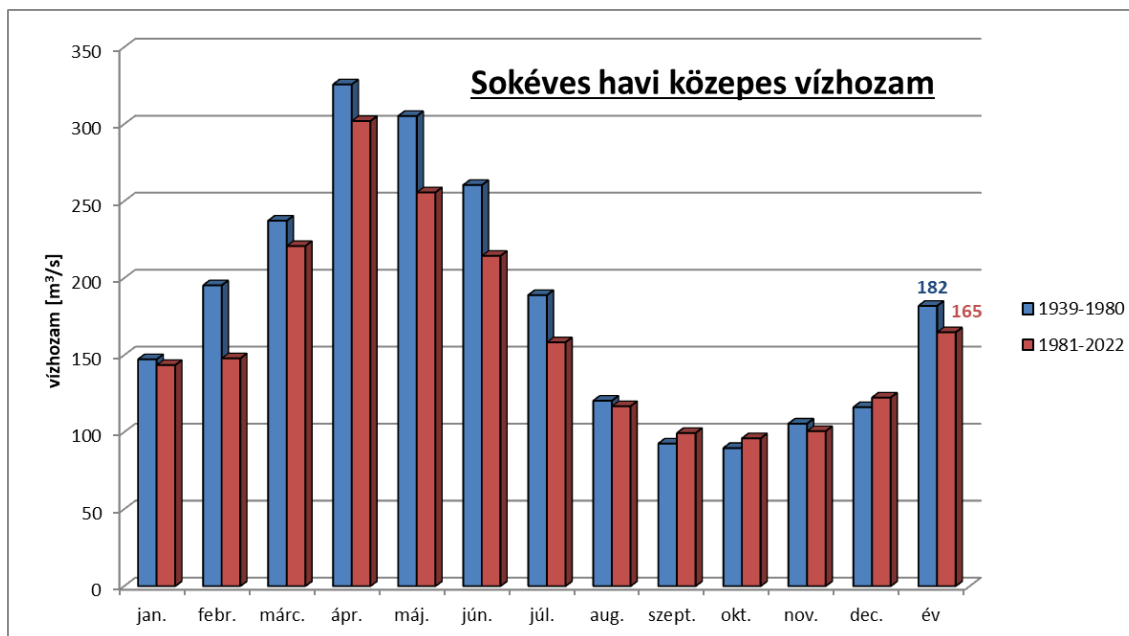
befolyásoltságának mértéke is (Konecsny 2010). Másrészt az éghajlatváltozással kapcsolatos kutatások szerint a jelentős mértékű hőmérsékletnövekedés is körülbelül 1980-as évektől vált jelentőssé (Bartholy et al., 2011). A megnövekedett párolgás és a szélsőségek erősödése pedig pont a kisvízi vízjárásra van legnagyobb hatással.

Ilyen megfontolásból egyes kisvizekre vonatkozó vizsgálatokat a teljes időszak mellett - 1980/1981-es elvágási ponttal - két 42 éves időszakra is elvégezzük (1939-1980 és 1981-2022). 1981 előtt a kisvizek természeteshez közelinek tekinthetők és csak kis mértékben voltak befolyásolva emberi beavatkozások által. 1981-től viszont, amikor a lefolyás éven belüli, sőt sokévi átrendeződése következett be, a befolyásoltság mértéke jelentőssé vált. A részidőszakok összehasonlítása és vizsgálata segíthet feltárni a kisvizek jellegének változását és ezzel együtt értékelni a Maros kisvízi helyzetét.

4. KISVÍZI VIZSGÁLATOK A MAROS MAKÓI SZELVÉNYÉBEN

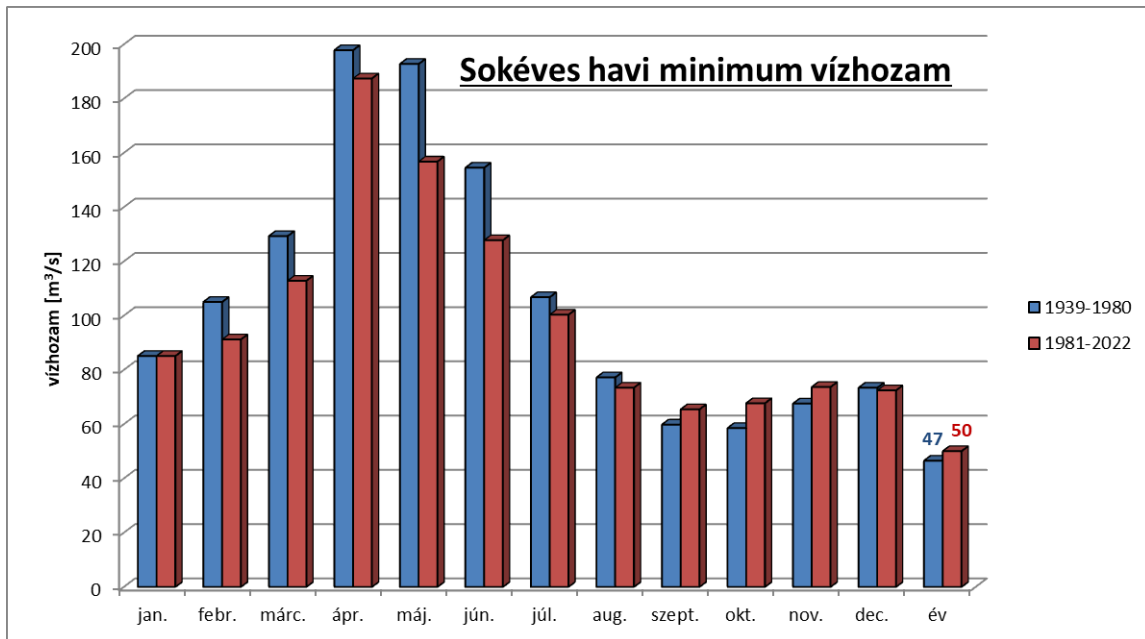
4.1. Havi vízhozam jellemzők összehasonlítása

A rendelkezésre álló vízkészletek szempontjából releváns kis- és közepes havi vízhozamokat vizsgáljuk.



4. ábra: A sokéves közepes havi vízhozamok a Maros makói szelvényében a két vizsgált részidőszakban

A két részidőszak havi közepes vízhozamainak sokéves átlagait összehasonlítva megfigyelhető a lefolyás éven belüli átrendeződése. Némileg nőtt a kis lefolyású hónapok közepes vízhozama (augusztus, szeptember, október, december) és jelentősebben csökkent a nagyobb vízhozamú hónapok lefolyása. Összességében a vizsgált 84 évben 9%-al csökkent az éves közepes lefolyás a makói szelvényben. Ennek a tározók hatása mellett több oka is lehet, mint például a megnövekedett ipari és mezőgazdasági vízhasználat vagy az éghajlat ciklusossága, valamint az 1970-es években jelentkező nagyvizes évek. Ha a teljes rendelkezésre álló 122 éves idősort két egyenlő részre osztva vizsgáljuk, akkor a közepes lefolyás 4%-os növekedésével szembesülünk.



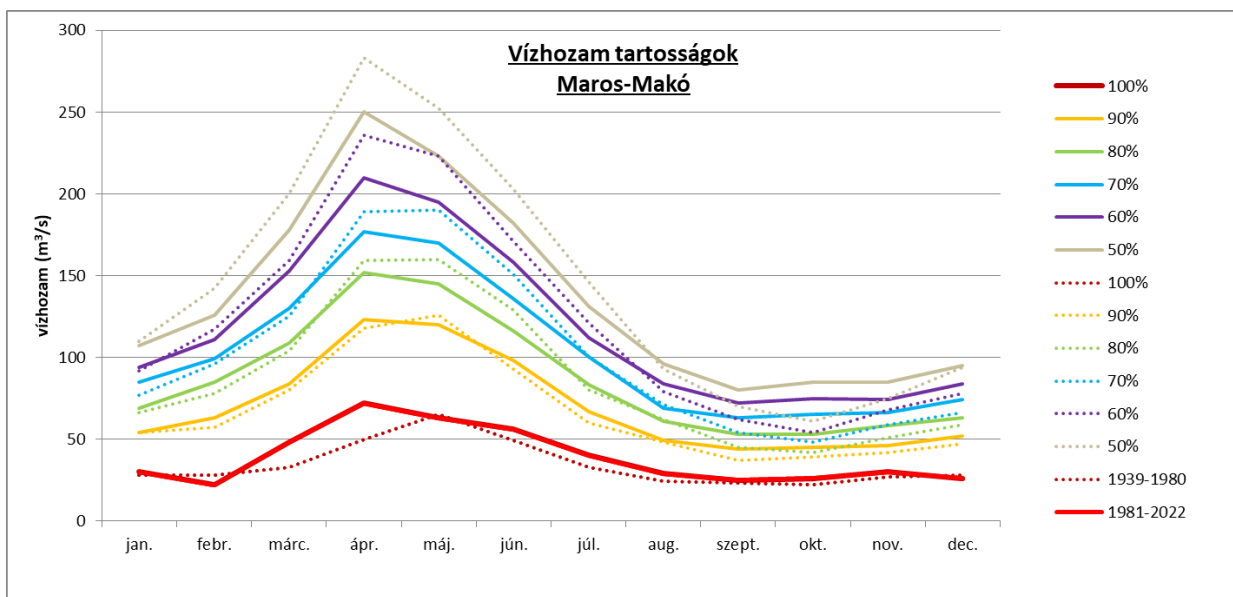
5. ábra: A sokéves havi vízhozam minimumok a Maros makói szelvényében a két vizsgált részidőszakban.

Ha a két részidőszak havi minimum vízhozamainak sokéves átlagait vesszük, akkor hasonló képet kapunk. Egyértelműen nőttek a legkisebb havi vízhozamok (szeptember, október, november) és csökkent a nagyobb vízhozamú hónapok minimum lefolyása. Összességében a vizsgált időszakban 6%-al nőttek a legkisebb évi vízhozamok. Ha a teljes rendelkezésre álló 122 éves idősort két egyenlő részre osztva vizsgáljuk, akkor az éves minimum vízhozamok 11%-al nőttek a második részidőszakban. Ennek lehetséges oka a határvízi szabályozások és a külföldi vízgazdálkodási célú tározók hatása.

4.2. Vízhozam tartósságok vizsgálata

A jellemző 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100% (meghaladási) tartósságú vízhozamokat külön részidőszakokban vizsgálva szintén kimutatható a lefolyás megváltozása, éven belüli átrendeződése. Ahogy nőnek a vízhozamok (ezáltal csökken a tartósságuk) úgy az év egyre nagyobb részében maradnak el az első részidőszakhoz képest. Míg a 90-100%-os tartósságú vízhozamok az év túlnyomó részében nőttek a második vizsgált részidőszakban, az 50%-os tartósságú vízhozamok januártól júliusig elmaradnak az előző időszakhoz képest. A természeteshez közeli vízjárású részidőszak jellemző lefolyásánál nagyobb vízhozam pont fordított logika szerint érkezik. Ahogy nő a vízhozamok tartóssága úgy az év egyre nagyobb részében haladják meg az első részidőszak értékeit. Az 50%-os tartósságú vízhozamok

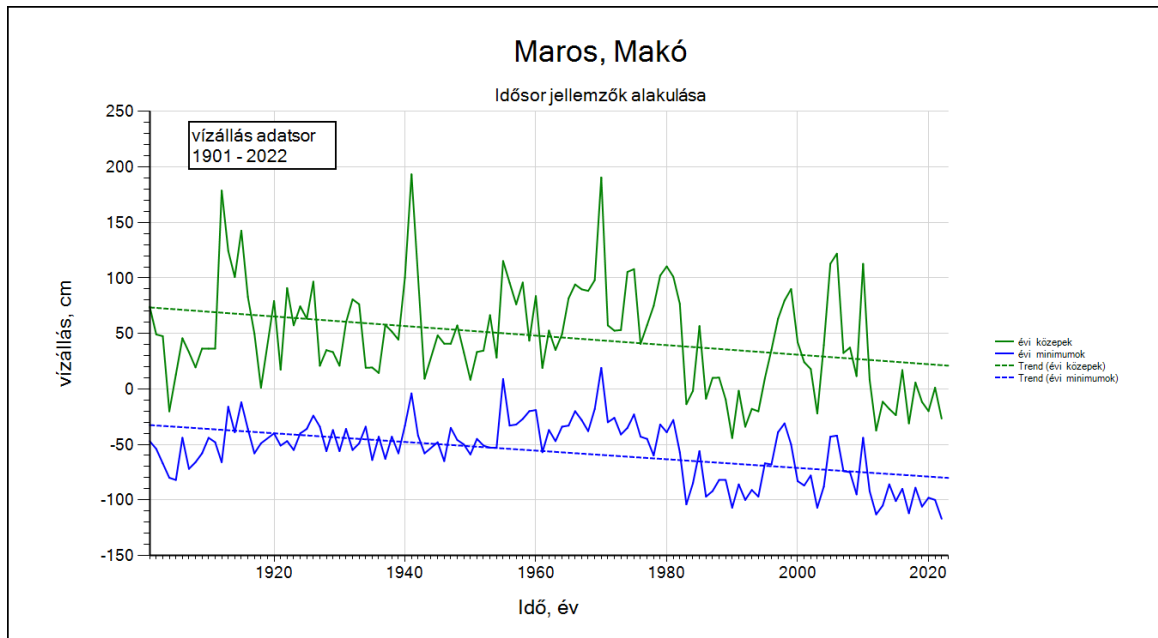
mindössze augusztustól decemberig, a 90%-os tartósságú vízhozamok, majdnem egész évben, júniustól ápriliséig meghaladják az előző részidőszakot. A két részidőszak közötti eltéréseket a 6. ábra szemlélteti. Összességében a nagyobb lefolyású hónapok vízhozam hiánya meghaladja a kisebb lefolyású hónapok vízhozam többletét, ami az előzőekben bemutatott átlagos lefolyás csökkenés is alátámaszt. Az antropogén befolyásolt időszakban tehát hiába lettek nagyobbak a legkisebb vízhozamok, együttesen kevesebb lett a felhasználható vízkészlet, melynek azonban természetes (éghajlati) okai is lehetnek.



6. ábra: Jellemző vízhozam tartósságok a Maros makói szelvényében a vizsgált részidőszakokban (meghaladási)

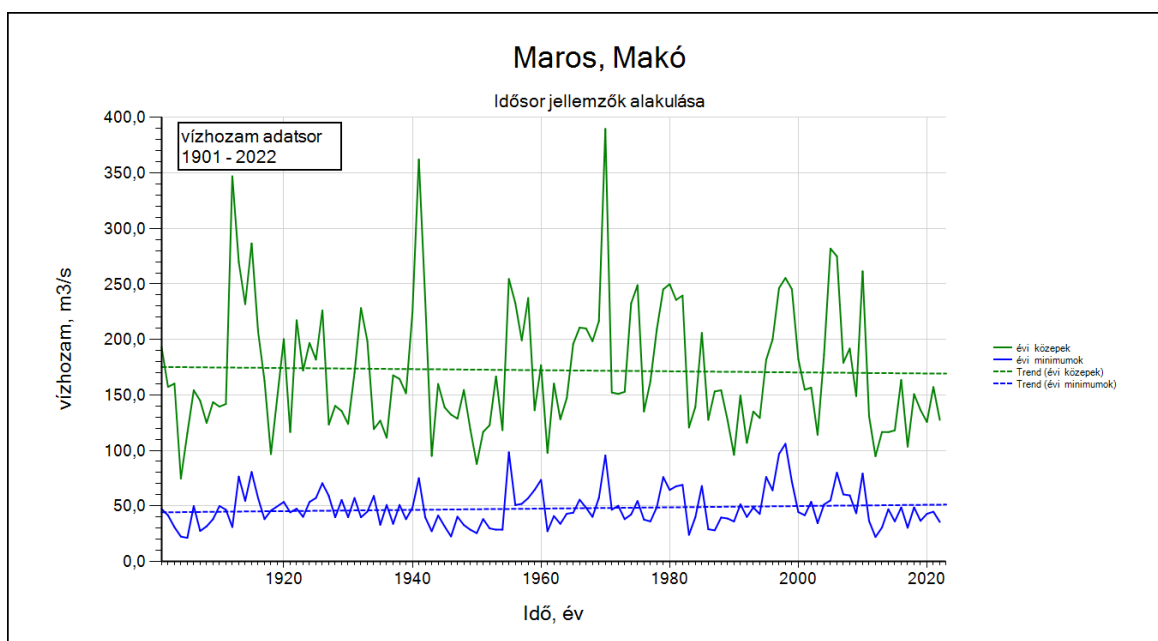
4.3. Trendvizsgálat

A rendelkezésre álló vízkészletek szempontjából releváns éves közép- és kisvízállások és vízhozamok trendjeit vizsgáljuk, a rendelkezésre álló teljes időszakban, az éghajlati ingadozások minél hatékonyabb kiszűrése érdekében.



7. ábra: Az évi közepes és minimum vízálások és trendjei a Maros makói szelvényében

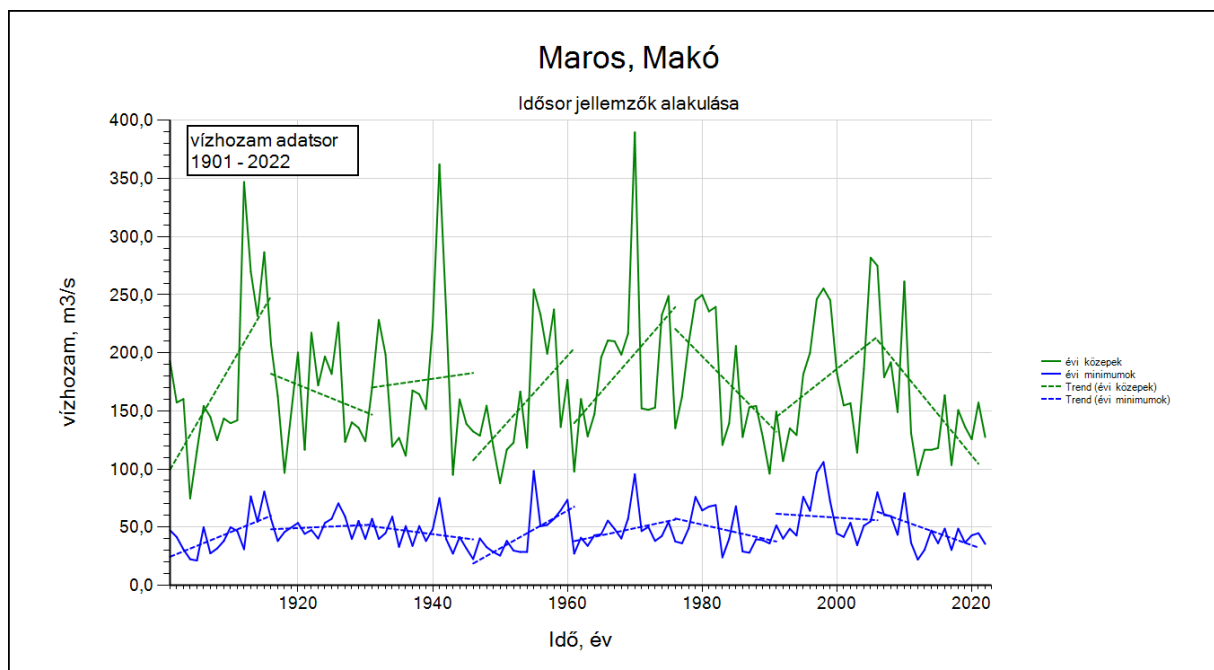
A évi közepes és minimum vízálások egyértelmű csökkenő trendet mutatnak.



7. ábra: Az évi közepes és minimum vízhozamok és trendjei a Maros makói szelvényében

A vízállásokkal ellentétben a közép- és a kisvízhozamok idősorában nincs csökkenő trend, sőt a kisvízhozamok mérsékelten növekvő tendenciát mutatnak (a trendvonal végértéke $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$ -al, 13 %-al magasabb a kezdőértéknél). A kisvízhozamok XX. századi emelkedő tendenciáját már több kutatás is kimutatta más vízfolyásokon is (Bárdossy és Molnár 2002, Konecsny 2010). Ez a változás az éghajlati viszonyok (csapadék, evapotranszpiráció) ingadozásához, valamint a vízgyűjtő és a meder által érintett terület földtani, geomorfológiai, talajtani és növényborítottság jellemzők antropogén és természetes változásához köthető. Bizonyos a romániai vízgyűjtőn épített vízgazdálkodási célú víztározók hatása, mivel ezek a nagyvizes időszakban betározott víz jelentős részét a kisvizes időszakokban engedik le.

A trendfolyamatok részletesebb feltárása érdekében az alábbi ábrán a teljes időszak éves kis- és közép-vízhozamainak idősorára 15 éves periódusokra bontva fektetünk trendvonalakat.



8. ábra: Az évi közepes és minimum vízhozamok és 15 éves trendjeik a Maros makói szelvényében

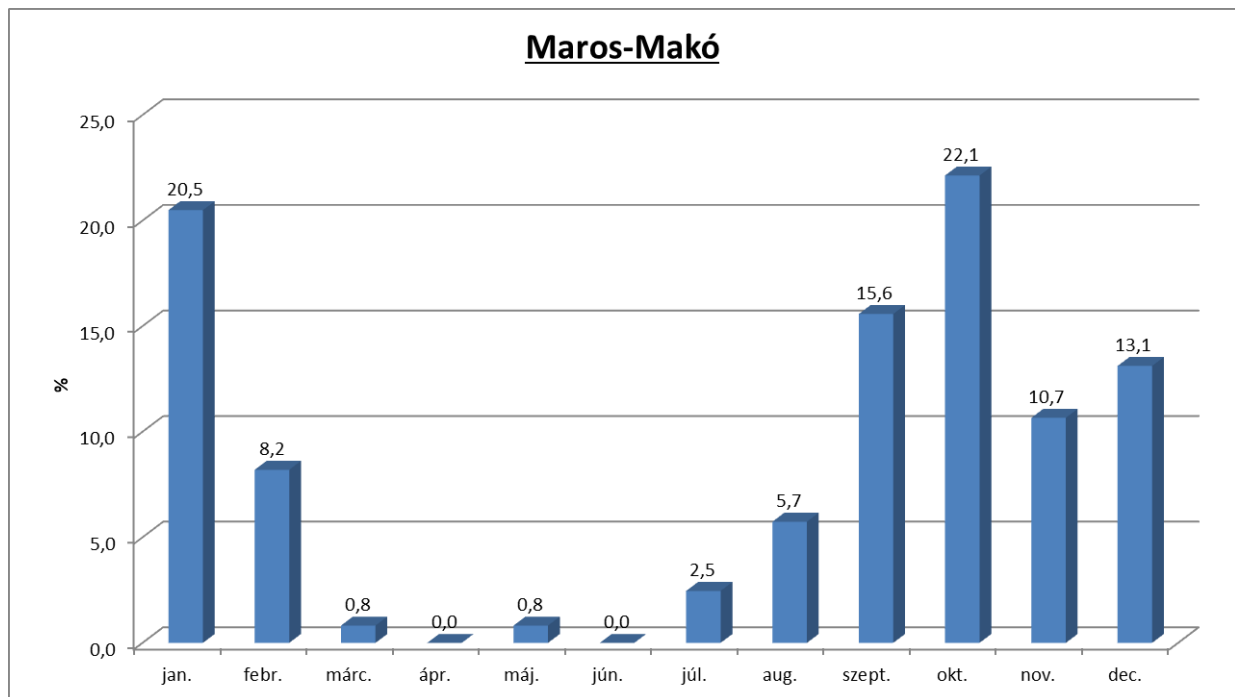
Így látszik például, hogy az 1980 utáni, műszaki beavatkozások által erősebben befolyásolt vízjárású időszakban nem emelkedtek, a 2000-es évektől pedig egyértelműen csökkentek az évi minimális vízhozamok. Ezt az időszak második felének egyre kisebb értékei okozták. Ezt megelőzően a középvízhozamok sorozata határozottan növekvő, a kisvízhozamoké alig változó volt. Ehhez hasonló irányú és nagyságú változások a 122 év alatt többször is követték

egymást, melyek ilyen időtávban nézve kiegyenlítő hatásúak voltak és az éghajlat természetes periodikusságával is magyarázhatóak. Meg kell említeni, hogy a kisvízhozamok 2000-es évektől való csökkenése lehet a fokozott öntözővíz használat és/vagy az éghajlatváltozással párhuzamosan a vízgyűjtő egyes részein kimutatható lokális csapadék csökkenés, és a globális párolgás és hőmérséklet növekedés eredménye is.

Összességében az 1901-2022 közötti időszakban az évi közepes és minimum vízállások csökkentek. Az évi középvízhozamok változása kiegyenlített volt, az évi minimumok trendje mérsékelten növekedett, tehát a vízállások csökkenését nem kísérte hasonló nagyságrendű, a vízhozam évi középértékeiben és minimumaiban mutatkozó csökkenés. Ugyanakkora vízhozamok kisebb vízszállások mellett vonultak le, ami a meder süllyedésére utal. A medersüllyedést az LKV szintek alakulása is alátámasztja. A Maros makói szelvényében 1980 óta ötször született új LKV szint (1983, 1990, 2003, 2012, 2022), LKQ viszont egyszer sem. A makói szelvényben 1905-ben regisztrálták a ma is érvényben lévő legkisebb vízhozamot, amit az elmúlt 40 év LKV-ihez tartozó minimum vízhozam csak kétszer (1983, 2012) tudott megközelíteni. A folyószabályozások mellett a medersüllyedés kialakulásában szerepet játszhatott az elmúlt évtizedekben a folyó makói szakaszán folytatott homokkitermelés, illetve kiváltó ok lehetett a Maros romániai vízgyűjtőjén megépült víztározók hordalék-visszatartó hatása is.

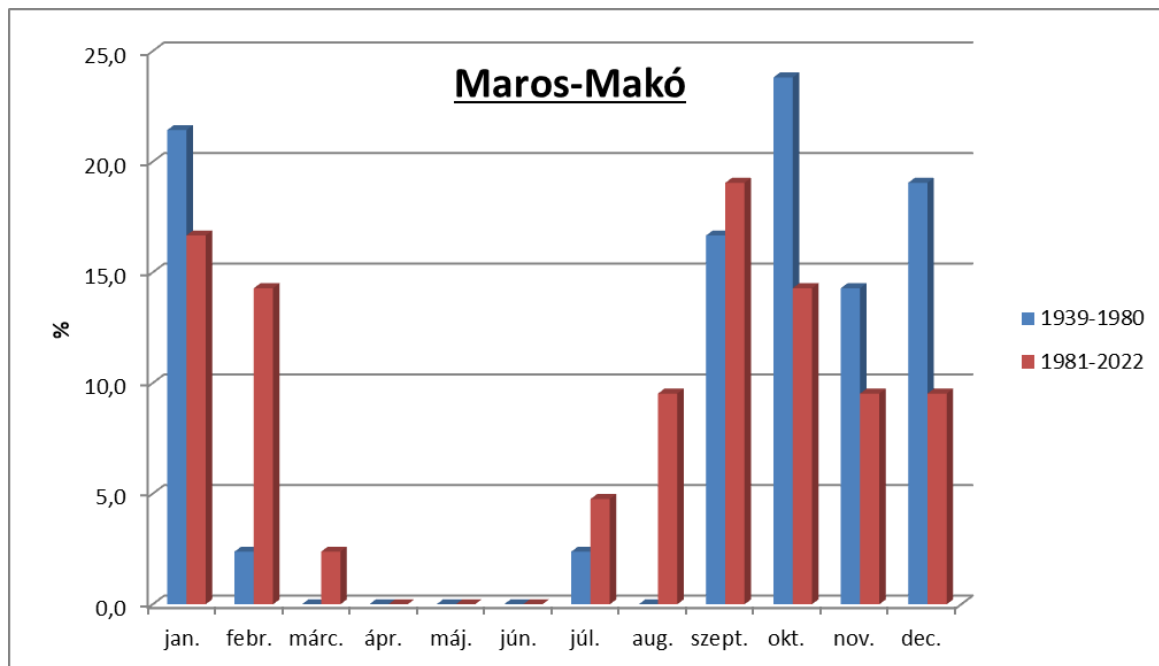
4.4 Kisvízhozamok előfordulása

Egy hidrológiai évet két időszakra, nyári és téli félévre lehet bontani. A makói szelvény téli félévi (nov.- ápr.) vízhozam minimuma $22 \text{ m}^3/\text{s}$ (2012.02), a nyári félévi (máj.-okt.) $21,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (1905.09). Az évi minimális vízhozamok éven belüli gyakoriságát vizsgálva megállapítható, hogy a téli félévben 53,3%-ban, a nyári félévben 46,7%-ban fordultak elő. A legnagyobb havi gyakoriság januárra (20,5%) és októberre (22,1%) tehető. Márciustól júniusig csak elvétve volt éves minimum vízhozam.



9. ábra: Az évi minimum vízhozamok havi gyakorisága 1901-2022 között a Maros makói szelvényében

Külön vizsgálva az 1939-1980-as és az 1981-2022-es részidőszakot észrevehetően átrendeződött az évi kisvízhozamok előfordulása (10. ábra). Csökkentek az október – január közötti időszakra jellemző gyakorisági értékek és nőttek a február és szeptember közötti időszak gyakorisági értékei. A vízjárás éven belüli átrendeződése már régebb óta ismert és a Maroson is megfigyelhető folyamat. A vizsgálat alapján a második részidőszakban csökkent a késő nyári, őszi eleji időszak természetes lefolyásból történő táplálása és/vagy a vízgazdálkodási mérleg egyre inkább negatív irányba fordult. Az évi legkisebb vízhozamok a nyári időszakra tolnak. Ennek fő okai a növekvő vízkivételek és a nagyobb párolgás és elszivárgás is lehetnek (Konecsny 2011).

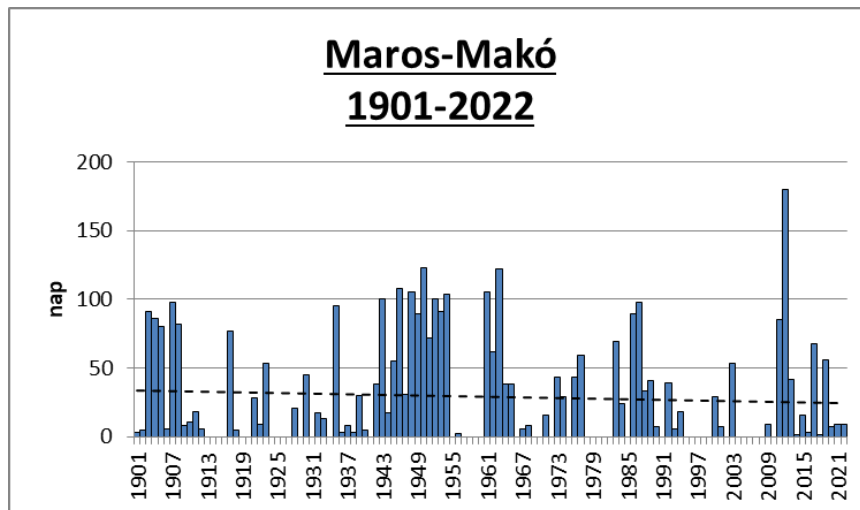


10. ábra. Az évi minimum vízhozamok havi eloszlása a két részidőszakban (1939-1980 és 1981-2022)

A vízhozamot, ami alatt kisvízi időszakról beszélünk, többféleképpen nevezik és értelmezik (kritikus vízhozam, referencia vízhozam, vízhozam küszöbérték). Meghatározására számos módszertan ismert (Kille (1970), Kovács-Domokos (1996)). Jelen tanulmányunkban a 90%-os átlagos tartósságú vízhozammal azonosítjuk ezt a küszöbértéket, ami a Maros makói szelvényében az 1901-2022 referencia időszakot figyelembe véve $51 \text{ m}^3/\text{s}$. A magyar szabályozások szerint a folyók mederben hagyandó vízhozama az augusztusi 80%-os tartósságú vízhozam kétharmada (30/2008. (XII. 31.) KvVm rendelet), ami az előzőleg is alkalmazott referencia időszakot figyelembe véve $42 \text{ m}^3/\text{s}$ -nak adódik Makónál. Ez alapján a meghatározott vízhozam küszöbérték alatt már problémás lehet akár a jelenlegi, de főleg a leendő vízigények kielégítése, hiszen ilyenkor $10 \text{ m}^3/\text{s}$ -nál kevesebb lehet a rendelkezésre álló vízkészlet. Itt kell megjegyezni, hogy gyakorlatilag a vízügyi igazgatóságok határozzák meg az egyes folyószakaszokra a lekötött és a szabadon használható vízkészleteket és ezek tudatában hoznak korlátozó intézkedéseket kisvizek idején. A Maros folyót érintő magyar-román határvízi egyezmény szerint $32,1 \text{ m}^3/\text{s}$ az a vízmennyiség, amit a román fél kötelezően át kell adjon a magyar fél részére, valamint ennek 1,1 szeresénél figyelmeztetést kell kiadni.

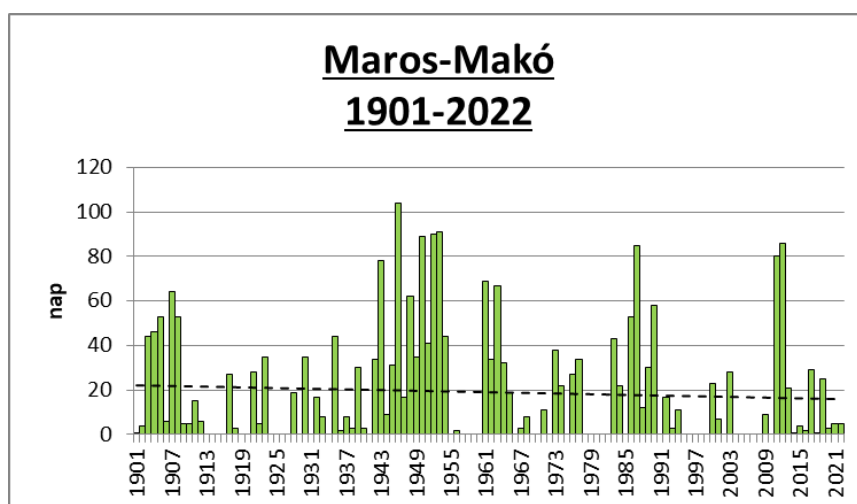
A vizsgált 122 évből összesen 3580 napon fordult elő $51 \text{ m}^3/\text{s}$ -nél kisebb vízhozam, azaz évente átlagosan 29 napig volt kisvizes állapot a folyón (8%). Ha két vizsgált részidőszakot

nézzük, akkor az 1939-1980-ig terjedőben ez évente átlagosan 39 nap (10,7%), az 1981-2022-ig terjedőben pedig 25,5 nap (7%). Évente legfeljebb 180 nap volt küszöbérték alatt (2012). A szelvényben kilenc évben volt 100 napnál több kisvizes nap, melyből nyolc 1980 előtt volt. A küszöbérték alatti napok számából összeállított idősor csökkenő trendet mutat. A kisvizes napok évenkénti száma idővel csökkent.



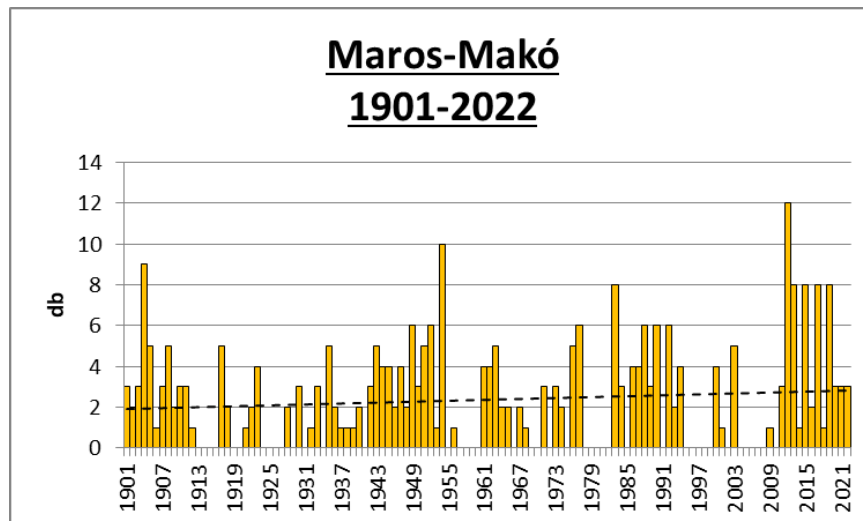
11. ábra: A vízhozam küszöbérték alatti napok évente a Maros makói szelvényében

Évenként a leghosszabb összefüggő kisvizes időszakok hosszának alakulását is elemeztük. A leghosszabb naptári éven belüli összefüggő időszak 104 napos volt 1946-ban. Az elkészített idősoruk csökkenő trendet mutat.



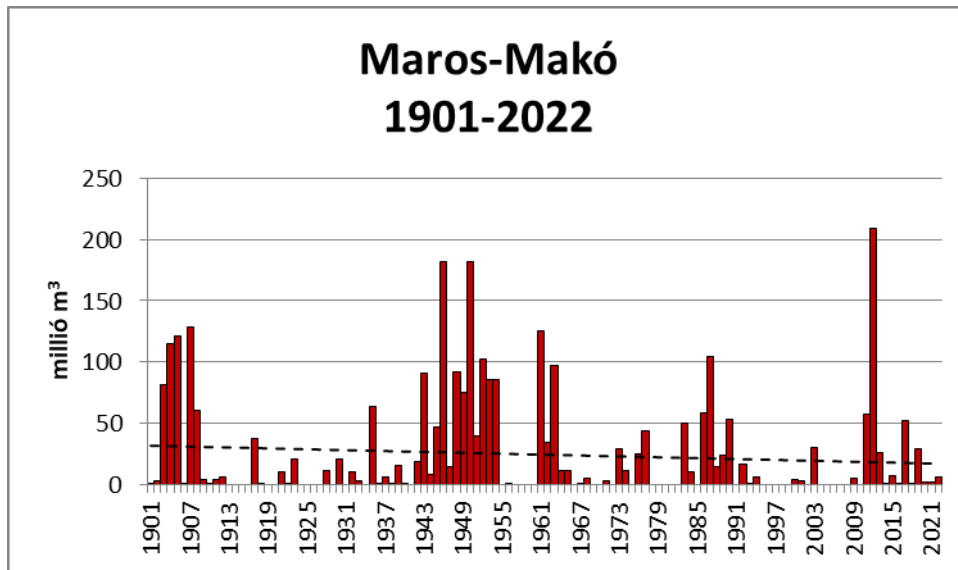
12. ábra: Az éven belüli leghosszabb összefüggő kisvizes időszakok a Maros makói szelvényében

Makónál 1901-2022 között összesen 287 kisvízi időszakot különítettünk el, évente átlagosan 2, maximálisan 12 (2012) volt. A kisvizek időszakok évenkénti száma idővel nőtt, ami azzal magyarázható, hogy a víztározókból, a kisvizes időszakok idején történő vízleeresztések miatt a kisvizes időszakok gyakrabban megszakadnak így idővel csökkent ugyan a kisvizes időszakok hossza, de nőtt a kisvízi időszakok száma.



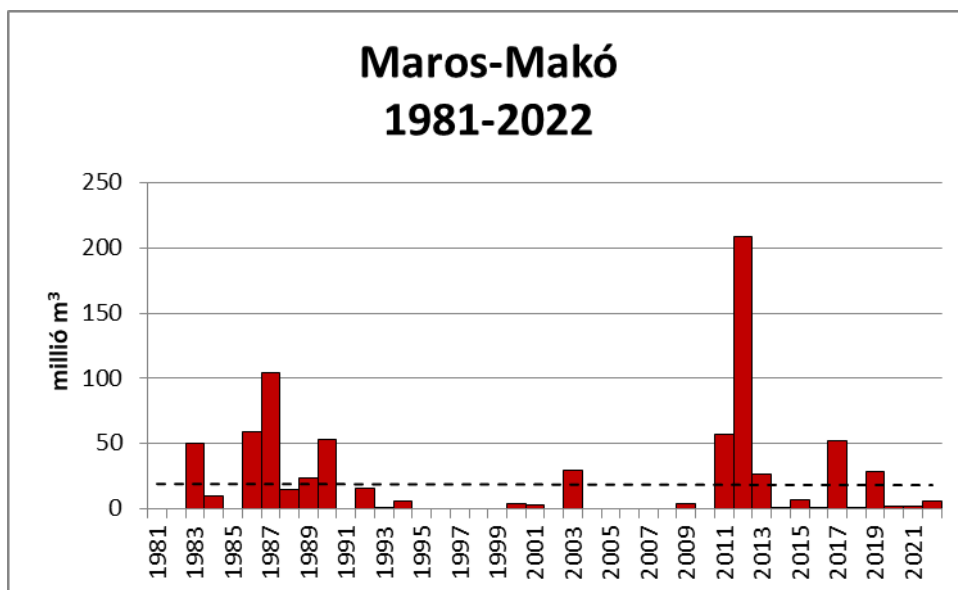
13. ábra. A kisvizes időszakok évenkénti száma

A kisvízi időszakokra számított víztömeghiány arról szolgáltat információt, hogy a kisvizes napokon mennyivel kevesebb a lefolyt víz mennyisége, ahhoz az értékhez viszonyítva, amennyi a vízhozam küszöbértéknek megfelelő vízhozam esetén folyt volna le (Konecsny 2010). A kisvizes időszakokra vonatkozó víztömeghiány számítását külön-külön minden évre elvégeztük. A legnagyobb évi összesített víztömeghiány 209 millió m³, 2012-ben volt. Összehasonlításképpen a Maros makói szelvényében 2012-ben átlagosan lefolyó víz mennyisége 2990 millió m³ volt. Az éves összesített víztömeghiányokból összeállított idősor csökkenő trendet mutat.



14. ábra. A kisvizes napok évi víztömeghiánya a Maros makói szelvényében

Ha külön a második vizsgált részidőszak víztömeghiányait ábrázoljuk, akkor nem látszik a csökkenő tendencia, ami minden bizonnyal az extrém kisvizes 2012-es év magas értékének köszönhető.



15. ábra. A kisvizes napok évi víztömeghiánya az 1981-2022-es részidőszakban a Maros makói szelvényében

5. ÖSSZEGZÉS

A vizsgálatok alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le. A Maros makói szelvényében csökkent a nagyobb lefolyású időszakok vízhozama és nőtt a kisebbeké, ezáltal kiegyenlítettebbé vált a vízjárás. A medersüllyedés miatt csökkentek a kis- és középvízállások, viszont ezt a vízhozamok nem követték, sőt a kisvízhozamok enyhe emelkedő tendenciát mutatnak. Az éves legkisebb vízhozamok előfordulásának maximuma idővel korábbra, októberről szeptemberre tolódott és egyre gyakoribbak a nyár végén jelentkező vízhozam minimumok. Ugyanakkor idővel csökkent a kisvízes napok száma, a kisvízes időszakok hossza és víztömeghiánya, viszont nőtt a kisvízes időszakok évenkénti előfordulása. A Maroson és hasonló folyókon korábban elvégzett vizsgálatokban hasonló eredmények születtek (Konecsny 2010).

Az éghajlatváltozással prognosztizált nyári csapadék csökkenésének, illetve a hőmérséklet és párolgás növekedésének kisvízi lefolyásra, hasznosítható vízkészletekre gyakorolt csökkenő hatása (Nováky 2000, 2010) a vizsgált szakaszon és időszakban nem mutatható ki egyértelműen, jóllehet néhány eredmény nem is zárja ki ezt teljesen (lásd: második részidőszak trendjei és a 2012-es extrém év). Ennek lehetséges oka a 20. század második felében megvalósult emberi beavatkozások vízjárásra gyakorolt jelentős befolyása. A megállapítás az országos viszonyokat is jól tükrözi. A meteorológiai aszályoktól eltérően a kisvízi vízhozamokkal jellemezhető hidrológiai aszályok gyakoriságának növekedése a hazai vízfolyások jelentős részén ma még nem igazolható. Ennek oka egyrészt a felszín alatti vizek befolyásoló hatása, és nagyobb részt az a tény, hogy a hazai vízfolyások kisvizei közel sem természetes állapotúak. A vízkészlet gazdálkodási beavatkozások, mint tározás, átvezetés, felszín alatti vizek bevezetése éppen a kisvizek vízhozamait növelik meg számottevően (Konecsny 2000). Az antropogén hatások azonban ellenkező irányú változásokat is eredményezhetnek. Az öntözés térhódításával megnövekvő vízkivételek és a külföldön megépült nem vízgazdálkodási célú tározók (halászati vagy ipari célú) a kisvízhozamok csökkenését eredményezik. Az efféle tározók kisvizek idején visszatartják a természetes lefolyás egy részét és csökkentik a tározók alatti kisvízhozamokat. Nehéz tehát megítélni, hogy a kisvízjárás trendjeit mekkora mértékben és milyen irányban befolyásolják az emberi beavatkozások, vagy, hogy az éghajlat ciklusossága vagy épp változása okozza azokat.

Össességében a Maros vízgyűjtőjén megvalósult beavatkozások a vízjárást kiegyenlíthetik, hosszabb távon azonban a vízkészletek használatát tekintve jelentősen nőtt a kockázat a folyó hazai szakaszán. A változó éghajlati helyzet is azt prognosztizálja, hogy a jövőben számítani lehet a kisvízhozamok és a vízkészletek csökkenésére, ami új feladatok elé állítja a térség vízgazdálkodását. A kisvízi készletek jelentős csökkenése esetén a folyó menti tározók építésével lehetne elérni, hogy a kora tavaszi lefolyásból és a nyár eleji csapadékból keletkező többlet vizek, felhasználhatók legyenek a nyári csapadék hiányos időszakok vízhiányának mérséklésére.

Irodalom

A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása. Vízgyűjtő-gazdálkodási terv. A 2-21 Maros alegység. KVVM, ATIVZIG 2010.

A Maros vízgyűjtő magyarországi területének vízgyűjtő-gazdálkodási terve, THESIS Mérnökszakértői és Fejlesztési Kft. 1998.

BÁRDOSSY, A., MOLNÁR, Z. (2002): Nagymaros vízmércéje vízállás és vízhozam idősorainak statisztikai vizsgálata. Hidrológiai Közlöny 82. évf., 6. sz.

BARTHOLY J., BOZÓ L., HASZPRA L. (2011): Klímaváltozás – 2011. Klímaszenáriók a Kárpát-medence térségére. MTA-ELTE Meteorológiai Tanszék. Budapest. p. 287.

KILLE, K. (1970), Das Verfahren MoMnQ: ein Beitrag zur Berechnung der mittleren langjährigere Grundwasserneubildung mit Hilfe der monatlichen Niedrigwasserabflüsse. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Sonderheft Hydrogeologie-Hydrochemie, Hannover.

KOVÁCS, GY., DOMOKOS, M. (1996): A kisvízi események jellemzőinek becslése. Vízügyi Közlemények LXXVIII. évf., 4. füzet

KONECSNY, K. (2000): Az országhatáron túli tájatalakítás hatása az Alföld vízviszonyaira. In: Pálfai, I. (szerk.): A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. – A Nagyalföld Alapítvány kötetei 6., Békéscsaba, 27-44.

KONECSNY, K. (2004): A 2003. évi nyári aszály kialakulásának időjárási és hidrológiai okai és vízjárási következményei a Felső-Tisza-vidéken. Vízügyi Közlemények LXXXVI. évf.1-2.

KONECSNY, K. (2010): A kisvizek főbb hidrológiai statisztikai jellemzői a Maros folyó alsó szakaszán. Hidrológiai Közlöny 90. évf., 1. sz.

NOVÁKY, B. (2000): Az éghajlatváltozás vízgazdálkodási hatásai. Vízügyi Közlemények LXXXII évf., 3.-4. füzet

NOVÁKY, B. (2010): Az éghajlatváltozás hatása a kisvízi lefolyásra – Módszertani tanulmány a Zagyva példáján. Absztrakt kötet - ÉLHETŐ VIDÉKÉRT 2010, Környezetgazdálkodási Konf. Siófok. 2010. szept. 22-24.