

A CSAPADÉK VÁLTOZATOSSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

Manninger Miklós

NAIK Erdészeti Tudományos Intézet

Kivonat

A csapadék térbeli változatosságának kérdése elsősorban a nem helyben mért adatok felhasználásakor merül fel, míg az időbeli változatosság megismerése a prognosztizált változások értelmezéséhez nyújt alapot. A kiválasztott, legalább 100 éves adatsorok értékelését a havi mellett hidrológiai év bontásban, illetve a Járó-féle vízforgalmi időszakoknak megfelelően is elvégeztem, és az elemzéseket a meteorológusok által referencia időszakként kezelt 30 éves periódusokra is kiterjesztettem. A statisztikai mutatók közül elsősorban a variációs együttható (CV) változását mutatom be. Megállapítottam, hogy a rövidebb időszakok (1-3 hónap) átlaga nem jó jellemzője az adatsornak, mert a CV lényegesen meghaladja a 30%-ot, míg a hosszabb időszakra vonatkozó átlag megbízhatóbbá válik. A 30 éves referencia időszakok vízforgalmi időszakokra vonatkozó CV-értékei az idővel általában inkább csökkennek, azaz az időszaki csapadék mennyisége általánosságban nem vált szélsőségesebbé. Még az időszaki csapadék változatossága is olyan mértékű, hogy az átlagtól való $\pm 20\%$ -os eltérés is az interkvartilis terjedelemben esik, tehát az ilyen léptékű változás sem nevezhető szélsőségesnek.

Kulcsszavak: csapadék, térbeli és időbeli változatosság, variációs együttható (CV), interkvartilis terjedelem.

INVESTIGATION OF THE VARIATION OF PRECIPITATION

Abstract

The issue of the spatial variation of precipitation can be important in case of using non-locally measured data, while the knowledge about the variation in time is necessary for the interpretation of the predicted changes. At least 100-year-long data series were selected and analysed according to different time window (from monthly over the different water cycle periods to hydrological year). The 30 year reference periods used by climatologists were also taken into account. From the statistical evaluation the results connected with the variation coefficient (CV) are shown primarily. The author stated that the mean of the shorter periods (1-3 months) is not a good parameter ($CV \gg 30\%$), while the mean for longer period is more reliable. Generally, the CV of the water cycle periods of the 30-year-reference periods decreases as time goes on. It means that the amount of precipitation hasn't become more extreme. Even the variation of water cycle periods is so large that $\pm 20\%$ deviation from mean is still in the interquartile range, thus this kind of change in precipitation cannot be named as extreme.

Keywords: precipitation, variation in time and space, variation coefficient (CV), interquartile range.

BEVEZETÉS

A vizsgálat az ERTI és a Nebih Erdészeti Igazgatósága által 2012-ben kidolgozott éghajlat-változási monitoring koncepcióban felsorolt elemzési feladatok közé tartozott. Az elemzések a koncepció részletesebb megalapozását szolgálták, s mivel többségükben a meteorológiai tényezők, köztük elsősorban a csapadék, és más erdészeti jellemzők (egészségi állapot, károsítás, növedék, stb.) összefüggéseit vizsgálták, indokoltá vált a csapadék természetének alaposabb megismerése is.

A csapadék változatossága térben és időben egyaránt megjelenik. A térbeli változatosság kérdése elsősorban a nem helyben mért adatok felhasználásakor merül fel. Az időbeli változatosság megismerése a prognosztizált változások értelmezéséhez, a következmények reális súlyának megítéléséhez nyújt alapot.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A hosszú távú adatsorok szükségessége miatt a vizsgálatot elsősorban az OMSZ és a vízügy adataiból előállított adatsorokon lehetett elvégezni. A legalább 100 éves időszakot felölelő adatsorokat a nyilvánosan elérhető adatforrások (Hajósy et al. 1975, Vízrajzi évkönyvek, Időjárási havijelentések) felhasználásával, illetve az Országos Vízügyi Főigazgatóság 2007–2012 közötti időszakra vonatkozó adatközlése alapján állítottam elő. A források jellegeből adódóan az előállított adatbázis havi adatokat tartalmaz.

A mérőállomások közül azokat használtam fel, melyeknek adatai legalább 1901-től (1900-tól) rendelkezésre állnak, illetve ahol az állomások történeti leírása, valamint az állomások nyilvántartási adatai szerint mérést befolyásoló áthelyezés nem történt. A Hajósy–Kakas–Kéri által jelzett, a mérőeszközökkel összefüggő mérési hiba szerint az adatokat javítottam. A főleg a világháborúk miatt elmaradt méréseknél a szerzők által a környező állomások adataiból interpolált hiánypótlást elfogadtam.

A fenti feltételeknek eleget tevő állomások száma erősen korlátozott és – érdekes módon – elsősorban a kisebb településekhez köthetőek, míg a nagyobb városok (pl. Debrecen, Szeged) szintén hosszú, olykor az 1870-es évekig visszanyúló adatsorai többnyire többször áthelyezett mérőállomásokról származnak. Az előállított 33 adatsor (30 teljes + 3, pár évvel rövidebb) a 10 kevésbé homogén nagyvárosi adatsorral kiegészítve, ha nem is egyenletesen, de lefedi az országot.

1. táblázat: A vizsgálatban felhasznált állomások listája erdőgazdasági tájak szerint, szürke háttérrel kiemelve a legkevésbé változóakat.

Table 1: List of stations grouped by forest regions, the most reliable ones are highlighted.

erdőgazdasági táj	mérőhely	tszfm	földrajzi		kezdő	záró
		m	szélesség	hosszúság	év	
I Nagyalföld						
1. Szatmár-Beregi-síkság	Vásárosnamény	114	48,133	22,313	1900	2012
2. Bodrogköz-Rétköz	Tiszabercel	102	48,167	21,669	1901	2012
3. Nyírség	Debrecen	133	47,484	21,635	1900	2012
3. Nyírség	Téglás	144	47,717	21,687	1901	2012
7. Nagykunság	Túrkeve	87	47,105	20,734	1900	2012
10. Alsó-Tiszai-ártér	Szeged	79	46,258	20,085	1900	2012
12. Duna-Tisza közí hátság	Ásotthalom	117	46,197	19,786	1900	2012
12. Duna-Tisza közí hátság	Soltvadkert	116	46,595	19,348	1901	2012
15. Mezőföld	Tengelic	120	46,532	18,722	1901	2012
II. Északi-középhegység						
17. Eperjes-Tokaji-hegyvidék	Tarcal	115	48,147	21,332	1901	2012
20. Heves-Borsodi-dombság	Bélapátfalva	318	48,054	20,349	1901	2012
20. Heves-Borsodi-dombság	Sáta	276	48,180	20,406	1901	2012
21. Bükk	Bogács	186	47,899	20,532	1901	2012
21. Bükk	Kisgyőr	173	47,987	20,669	1900	2012
22. Mátra	Ecséd	157	47,735	19,781	1901	2012
23. Gödöllői-dombság	Gödöllő	221	47,602	19,380	1900	2012
24. Cserhát-vidék	Terény	204	47,953	19,449	1901	1999
24. Cserhát-vidék	Tolmács	196	47,936	19,114	1900	2012
25. Börzsöny	Nógrád	236	47,900	19,047	1900	2012
III. Dunántúli-középhegység						
27. Pilis-Budai-hegység	Páty	194	47,513	18,848	1901	2012
29. Vértes	Csákvár	185	47,404	18,464	1901	2012
30. Dunazugí-medencék és Velence-vidék	Szár	201	47,485	18,517	1901	2012
31. Vértes- és Bakonyalja	Ravaszd	131	47,515	17,773	1901	2012
32. Magas-Bakony	Bakonybél	267	47,253	17,726	1900	2012
32. Magas-Bakony	Városlőd	294	47,154	17,650	1900	2012
35. Balaton-felvidék	Balatonalmádi	110	47,032	18,021	1901	2001
IV. Kisalföld						
37. Győr-Tatai-teraszvidék	Ács	120	47,715	18,035	1900	2012
38. Szigetköz-Rábaköz	Beled	133	47,470	17,110	1901	2012
38. Szigetköz-Rábaköz	Győr	119	47,684	17,622	1901	2012
38. Szigetköz-Rábaköz	Mosonmagyaróvár	122	47,886	17,269	1900	2012
39. Fertő-Hanság-medence	Kapuvár	118	47,684	16,996	1900	2012
40. Marcal-medence	Kerta	140	47,166	17,267	1901	2012

erdőgazdasági táj	mérőhely	tszfm	földrajzi		kezdő	záró
		m	szélesség	hosszúság	év	
V. Nyugat-Dunántúl						
42. Soproni-dombság	Sopron	230	47,722	16,648	1900	2012
45. Sopron-Vasi-síkság	Szombathely	227	47,200	16,645	1900	2012
46. Kemeneshát	Csehimindszent	175	47,053	16,954	1901	2012
47. Őrség	Kercaszomor	238	46,789	16,362	1901	2012
47. Őrség	Szentgotthárd	221	46,913	16,303	1900	2012
VI. Dél-Dunántúl						
49. Balatoni-medence	Tapolca	125	46,881	17,447	1901	2012
50. Külső-Somogy	Tab	177	46,735	18,014	1901	2012
51. Belső-Somogy	Curgó	147	46,264	17,102	1901	2012
52. Kelet-Zalai-dombság	Nagykanizsa	138	46,459	16,964	1900	2012
54. Tolnai-dombság	Szálla	168	46,280	18,632	1900	2012
55. Mecsek	Pécsvárad	259	46,171	18,413	1901	2006

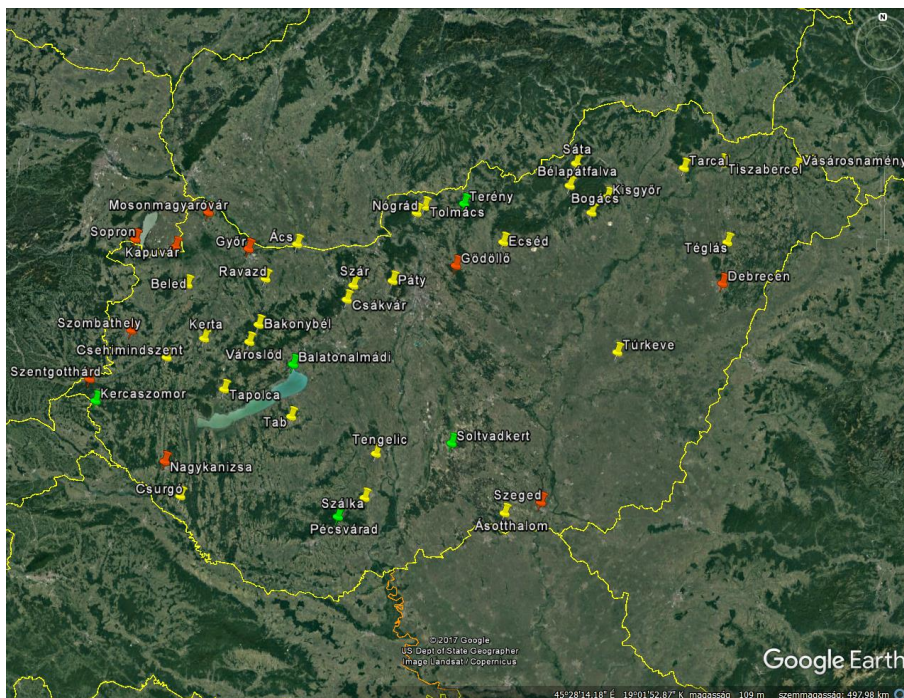
A mérőállomások telepítéskori céljukból adódóan elsősorban települések, illetve mezőgazdasági területek közelében létesültek, tehát kevés az erdőterületet jellemző mérőállomás. Ez a mérőállomások tengerszint feletti magasságában is megjelenik, mert csak egy mérőállomás fekszik 300 m felett (Bélapátfalva, 318 m). Mindezek ellenére úgy vélem, hogy a kiválasztott mérőállomások alkalmasak lehetnek az erdőgazdasági nagytájak csapadékváltozatosságának bemutatására is, és ezért ennek megfelelően csoportosítottam őket (1. táblázat). A térképen (1. ábra) a nagyvárosi állomásokat narancssárgával, a rövidebb adatsorú vagy kevésbé megbízható mérőhelyeket zölddel jelöltem.

A térbeli és időbeli változatosságot az előbbieken említett adatsorok összeállítása után statisztikai mutatókkal jellemeztem. A változatosság vizsgálatának legkisebb időegysége – a gyakorlatot és az adatok hozzáférhetőségét szem előtt tartva – a hónap.

Az időbeli változatosság jellemzésére a mérőhelyek legalább 100 éves adatsorát felhasználva az alábbi statisztikai mutatókat alkalmaztam mérőhelyenként:

- havi minimum
- alsó kvartilis
- havi átlag és medián
- felső kvartilis
- havi maximum
- interkvartilis terjedelem: az a tartomány, amibe az adatok 50%-a tartozik
- variációs együttható (CV): az adatok szórása az átlaghoz viszonyítva, %-ban,

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$



1. ábra: A csapadékmérő állomások elhelyezkedése.
Figure 1: Location of the stations.

A többi szóródási mutatóval szemben a variációs együttható vagy másképpen a relatív szórás a következő előnyökkel rendelkezik:

- elvonatkoztat a mértékegységektől,
- elvonatkoztat a nagyságrendi viszonyoktól,
- segítségével megállapítható az átlag "jósága", tehát az hogy az átlag mennyire tipikus, mennyire áll közel az átlagolandó adatsorhoz.

Szász és Tőkei (1997) szerint a csapadék változékonyságának legmegfelelőbb mutatója a variációs együttható. Dunkel et al. (1991) a variációs együtthatót alkalmazták a hazai agrometeorológiai állomáshálózat racionális sűrűségének meghatározására. Előnyei miatt a csapadékvizonyok jellemzésére napjainkban is használják (Deka et al. 2013, Machiwal et al. 2017), de más szakterületen is alkalmazzák (Webb et al. 2017).

A CV kategóriáinak statisztikai értékelése (Huzsvai 2011):

- ha 10% alatti, akkor az adatsor állandó (homogén), tehát az adatok egymáshoz és a belőlük kiszámított átlaghoz közel állnak,
- ha 10-20% közötti, akkor közepesen változékonny,
- ha 20-30%, akkor erősen változékonny,
- ha 30% feletti, akkor szélsőséges változékonyságú adatsorról beszélünk, ahol az átlag már nem jellemzi jól az adatsort.



Az értékelést a havi mellett az erdő életfolyamataihoz illeszkedő hidrológiai év bontásban, illetve a Járó-féle (1989) vízforgalmi időszakoknak (XI–IV. hónap: tárolási, V–VII. hónap: fő vízfelhasználási, VIII–X. hónap: fenntartási) megfelelően is elvégeztem. Az elemzéseket a meteorológusok által referencia időszakként kezelt 30 éves periódusokra is kiterjesztettem, s a periódusokat 1941-től kezdődően 10 éves lépésközökben mozgatva a statisztikai mutatók változását is vizsgáltam.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITÁTÁSUK

Az értékelést minden állomásra elvégeztem, de a következő fejezetekben többnyire csak kiragadott példákban mutatom be az összefüggéseket, illetve a statisztikai mutatók közül elsősorban a variációs együtthatót (CV) és az interkvartilis terjedelmet vizsgálom.

Az összesen 43 mérőhelyből előállított adatbázisból kivettem a költöztetések miatt bizonytalan városi és a rövidebb adatsorral rendelkező mérőhelyeket (Balatonalmádi, Terény), de a lefedettség hiányok miatt megtartottam három, a kiválasztási feltételeknek nem teljesen megfelelő mérőállomást (Kercaszomor, Pécsvárad, Soltvadkert). Így összességében 31 mérőhely adatsorait értékeltem.

Variációs együttható (CV)

Havi csapadékadatok

A havi CV-értékek 43–84% között változnak a teljes vizsgált időszakot (1901–2010) tekintve. A legkisebb értékek (lilával kiemelve) április-június hónapokban, a legnagyobbak (zöldek színnel kiemelve) októberben fordulnak elő (2. táblázat).

A 30 éves referencia időszakokban a CV-értékek többé-kevésbé hasonló képet mutatnak, de az időszakok rövidebb hosszából adódóan vannak eltérések. A teljes időszakhoz képest a legnagyobb változást az utolsó 30 éves időszak CV-értékei mutatják (3. táblázat), miközben a havi értékek 36–88% között változnak. A júniusi minimum és az októberi (szep-temberi) maximum még meghatározó, de mind a minimumok, mind a maximumok jobban szóródnak.

Ha a CV kategóriáit vizsgáljuk, akkor megállapítható, hogy a havi csapadékadatok szélsőséges változékonyságú adatsorokat képeznek, vagyis átlaguk nem jó jellemző. Ez mind a 110 éves teljes időszakra, mind az összes 30 éves referencia időszakra érvényes.

2. táblázat: A havi CV-értékek változása a teljes vizsgált időszakban (1901–2010) az erdőgazdasági nagytájak szerint csoportosított mérőállomásokon.

Table 2: The changes of the monthly CV in the whole period (1901–2010), sorted by the forest regions.

1901–2010	tszfm	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Vásárosnamény	114	55	60	72	59	48	54	57	57	64	76	54	52
Tiszabercel	102	66	67	75	55	52	51	55	60	64	77	64	61
Téglás	144	61	66	71	51	56	51	57	59	69	75	60	60
Túrkeve	87	61	65	66	54	61	50	63	69	69	81	67	62
Ásotthalom	117	59	66	64	55	63	58	67	67	74	79	67	60
Soltvadkert	116	61	72	65	53	58	53	64	61	71	75	65	58
Tengelic	120	59	73	61	54	55	51	60	68	69	81	62	58
Tarcal	115	67	66	74	56	55	52	56	65	72	77	64	60
Bélapátfalva	318	70	73	71	51	56	52	60	66	65	82	66	63
Sáta	276	70	67	70	52	55	51	57	66	65	79	63	61
Bogács	186	63	71	69	56	58	53	59	66	71	82	63	63
Kisgyőr	173	72	77	73	56	61	59	63	67	73	84	64	67
Ecséd	157	62	73	67	52	57	63	63	67	70	80	62	57
Tolmács	196	56	64	67	54	56	53	59	69	71	74	59	54
Nógrád	236	55	61	71	52	58	56	57	67	74	78	56	56
Páty	194	51	64	69	51	56	59	64	69	72	77	66	55
Csákvár	185	53	67	64	53	52	60	69	64	69	73	62	54
Szár	201	49	67	70	51	60	67	66	68	69	76	62	53
Ravazd	131	52	68	65	60	61	59	59	62	69	70	60	52
Bakonybél	267	55	65	60	59	65	60	71	67	71	76	60	55
Városlőd	294	53	62	64	54	65	50	65	57	66	73	57	54
Ács	120	52	66	68	57	59	59	62	59	71	72	64	54
Beled	133	56	65	62	60	55	52	54	57	60	66	59	53
Kerta	140	56	66	64	55	53	54	62	59	62	73	60	54
Csehimindszent	175	62	73	63	58	61	49	58	58	64	67	61	53
Kercaszomor	238	71	73	57	56	49	43	54	50	63	67	62	58
Tapolca	125	61	74	67	56	51	55	63	63	63	74	62	57
Tab	177	63	72	64	53	55	54	62	64	64	75	61	54
Csurgó	147	58	65	61	54	54	49	60	62	62	69	61	55
Szálka	168	57	69	63	55	53	56	59	65	70	75	64	55
Pécsvárad*	259	55	65	62	50	57	51	64	64	74	74	65	56

* Pécsvárad adatsorából hiányzik a 2007–2010 közötti időszak

3. táblázat: A havi CV-értékek változása az 1981–2010 közötti 30 éves referencia időszakban az erdőgazdasági nagytájak szerint csoportosított mérőállomásokon.

Table 3: The changes of the monthly CV in the reference period 1981–2010, sorted by the forest regions.

1981–2010	tszfm	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Vásárosnamény	114	48	56	74	54	51	48	62	56	64	66	51	48
Tiszabercel	102	48	63	74	61	58	47	53	62	58	74	55	59
Téglás	144	51	63	65	51	56	56	61	67	66	74	53	59
Túrkeve	87	65	63	61	58	64	43	65	81	64	76	68	61
Ásotthalom	117	64	63	56	57	78	65	65	59	68	73	63	62
Soltvadkert	116	74	67	51	50	66	57	62	66	78	69	60	59
Tengelic	120	68	69	50	55	63	50	54	65	78	71	53	54
Tarcal	115	54	63	71	60	58	45	66	69	60	68	57	56
Bélapátfalva	318	64	68	62	59	67	47	64	63	64	76	59	69
Sáta	276	68	65	63	61	60	48	61	56	65	69	53	72
Bogács	186	61	65	61	60	67	48	65	66	67	79	56	63
Kisgyőr	173	66	67	70	63	63	55	63	70	71	83	53	70
Ecséd	157	71	67	51	58	68	67	76	67	70	67	52	60
Tolmács	196	54	57	58	60	60	46	60	69	74	64	47	61
Nógrád	236	57	58	61	62	71	52	59	70	79	68	46	65
Páty	194	54	65	52	61	70	55	75	68	79	70	46	60
Csákvár	185	60	68	53	62	55	54	67	63	73	73	54	60
Szár	201	53	68	53	59	75	66	70	66	76	68	46	61
Ravazd	131	57	72	59	72	71	55	56	60	75	68	47	56
Bakonybél	267	60	72	58	58	88	52	67	76	79	64	49	61
Városlőd	294	57	66	50	53	76	42	53	55	77	65	46	56
Ács	120	53	71	55	65	70	57	50	53	75	69	49	59
Beled	133	57	73	49	62	51	41	58	56	67	64	49	49
Kerta	140	61	67	56	55	44	41	52	54	63	66	51	54
Csehimindszent	175	65	70	59	50	46	41	52	56	63	68	55	52
Kercaszomor	238	78	66	57	57	42	36	47	52	54	67	57	53
Tapolca	125	65	73	56	57	53	44	52	76	71	65	56	57
Tab	177	74	70	56	60	58	50	58	59	71	69	48	56
Csurgó	147	75	55	52	52	51	45	46	57	58	66	56	56
Szálka	168	66	69	45	51	61	65	50	68	79	68	56	56
Pécsvárad*	259	64	56	43	49	67	55	68	51	82	64	55	62

* Pécsvárad adatsorából hiányzik a 2007–2010 közötti időszak

Vízforgalmi időszakok

Ha a CV értékeit a vízforgalmi időszakok szerint vizsgáljuk, akkor a havi adatsorokhoz képest valamivel kisebb értékeket kapunk, tehát a CV ebben az esetben kevésbé változékonysági mutatóként bizonyul (4. táblázat).

A 4. táblázat CV-értékei jól mutatják, hogy a vizsgált időszak hosszának növekedésével a CV értékei csökkennek. A korábban ismertetett havi értékekhez képest a 3, illetve 6 hónapos időszakok csökkenő CV-értékein keresztül a hidrológiai évre vonatkozóan a teljes időszakra vonatkozóan az értékek már csak 16–24% közöttiek, vagyis a hidrológiai éves adatsorok már a közepesen változékonysági, illetve változékonysági kategóriába esnek.

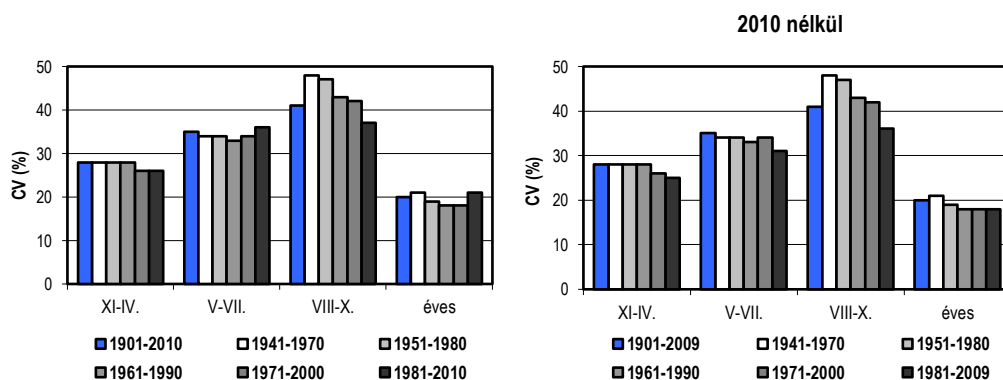
4. táblázat: A vízforgalmi időszakok CV-értékeinek intervallumai a teljes vizsgált időszakokra és a 30 éves referencia időszakokra vonatkozóan.

Table 4: The intervals of CV of water cycle periods in the whole and reference periods.

idősor	vízforgalmi időszakok			
	tárolási	fő vízfelhasználási	fenntartási	hidrológiai év
	6 hónap	3 hónap	3 hónap	12 hónap
1901–2010	25–33	30–42	35–45	16–24
30 éves referencia időszakok	21–35	26–47	28–58	14–27

Referencia időszakok (30 éves időszakok) vizsgálata

A referencia időszakok alkalmasak a CV-értékek időbeli változásának bemutatására, s ezzel a referencia időszakok változékonyságának, esetlegesen szélsőségesebbé válásának vizsgálata is lehetővé válik. Az alábbiakban a referencia időszakokat a vízforgalmi időszakok csapadékeloszlásaival jellemzem (2. ábra).



2-3. ábra: A vízforgalmi időszakok átlagos CV-értékeinek változása a referencia időszakokban (31 mérőállomás, 2010 adataival és nélküle).

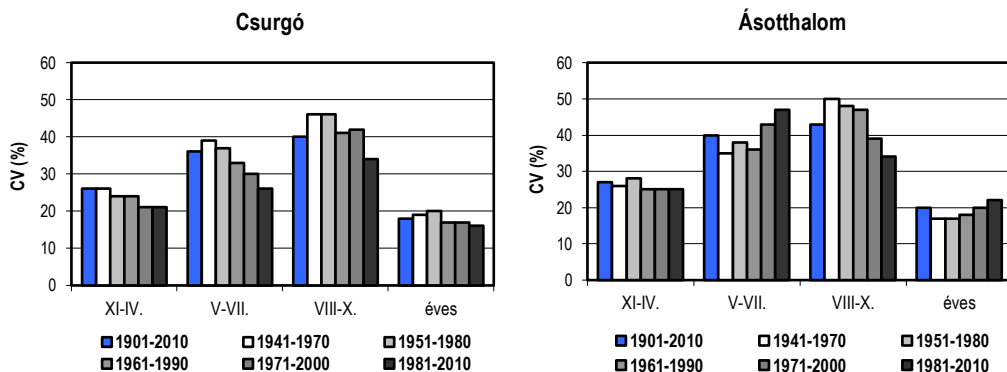
Figure 2-3: Changes of the mean CV of the water cycle periods in the reference periods (31 stations, including and excluding 2010 data).

A 30 éves referencia időszakokon belül a tárolási és a fenntartási időszakban a CV értéke csökkenő tendenciát mutat, míg a hidrológia év esetében az utolsó 30 év (1981–2010) az egyébként csökkenő tendencia megfordulását jelzi.

A fő vízfelhasználási időszakban a 31 mérőállomás esetében az utolsó referencia időszak (1981–2010) átlagos CV-értéke a referencia időszakok között a legnagyobb. Érdekes, hogy ugyanerre az időszakra vonatkozóan a 8 nagyvárosi állomásnál a CV értéke a korábbi referencia időszakokénál kisebb (nincs hozzá ábra).

Meg kell említeni, hogy az utolsó referencia időszak megítélésében a 2010-es év rendkívüli csapadékbősége jelentős szerepet játszik. A változékonyság növekedése felé mutató tendenciák ezzel az egy évvel magyarázhatók, amit a 31 mérőállomás 2010 nélküli adataival szemléltetnek (3. ábra). A 2010-es év sok mérőhelyen sokéves maximumot jelentő csapadéknak kivételével a CV-értékek már minden vízforgalmi időszakban csökkenő tendenciát mutatnak.

A mérőállomások átlaga az országos léptékű folyamatokra mutat rá, amennyiben elfogadjuk, hogy a vizsgált mérőállomások reprezentálják az országot. Az egyedi – lokális – különbségek bemutatására két eltérő adottságú mérőhelyet, az egyik legcsapadékosabb Csurgót (sokéves átlagcsapadék 796 mm) és az egyik legszárazabb Ásotthalmát (sokéves átlagcsapadék 564 mm) választottam ki (4-5. ábra).



4-5. ábra: A vízforgalmi időszakok CV-értékeinek változása a referencia időszakokban Csurgón és Ásotthalmán.

Figure 4-5: Changes of CV of the water cycle periods in the reference periods in Csurgó and Ásotthalmom station.

A két mérőállomáson – hasonlóan az általános összefüggésekhez – a tárolási és a fenntartási időszakban a CV-értékek csökkenő tendenciát mutatnak. A döntő különbség a fő vízfelhasználási időszakban jelentkezik: míg Csurgó esetében a CV-értékek egyértelműen csökkennek az egymást követő referencia időszakokban, addig Ásotthalmán ennek épp az ellenkezője állapítható meg. Mindez a különbség a hidrológiai év adatsoraiban is megjelenik, s rámutat a lokális folyamatok ismeretének jelentőségére.

5. táblázat: A havi átlag %-ában kifejezett alsó kvartilis a teljes vizsgált időszakban (1901–2010) az erdőgazdasági nagytájak szerint csoportosított mérőállomásokon.
 Table 5: The lower quartile expressed in the % of the monthly mean in the whole period (1901–2010), sorted by forest regions.

1901–2010	tszfm	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Vásárosnamény	114	59	53	43	61	65	62	54	57	53	43	54	63
Tiszabercel	102	57	45	43	66	57	62	60	49	53	40	49	59
Téglás	144	56	48	46	57	54	60	58	54	50	44	49	59
Túrkeve	87	51	55	45	57	53	65	54	54	48	36	53	56
Ásotthalom	117	48	53	48	61	54	57	50	55	48	43	45	58
Soltvadkert	116	50	50	48	68	61	68	54	58	53	45	49	56
Tengelic	120	57	49	54	63	60	63	58	55	51	47	50	54
Tarcal	115	54	46	38	62	59	61	54	53	42	39	48	58
Bélapátfalva	318	49	40	38	59	64	62	57	54	50	33	51	58
Sáta	276	45	46	40	63	62	60	56	52	54	39	53	59
Bogács	186	50	48	43	58	56	63	54	49	50	42	53	61
Kisgyőr	173	49	35	42	53	56	62	51	49	55	32	52	51
Ecséd	157	55	44	52	63	62	55	52	56	50	32	54	63
Tolmács	196	65	47	47	54	58	58	53	46	45	36	56	62
Nógrád	236	64	55	44	62	59	54	57	56	42	38	57	56
Páty	194	59	52	51	61	63	54	53	52	43	43	55	66
Csákvár	185	62	49	53	60	66	54	50	56	46	40	56	65
Szár	201	64	51	52	61	60	54	46	48	45	38	56	62
Ravaszd	131	59	47	58	55	55	58	55	57	46	48	59	59
Bakonybél	267	57	52	51	61	56	56	48	56	47	46	62	63
Városlőd	294	57	57	61	62	50	63	50	63	56	49	61	61
Ács	120	59	46	55	53	57	60	57	61	44	44	56	60
Beled	133	50	43	59	57	57	63	62	61	53	46	58	62
Kerta	140	58	50	54	58	65	67	57	62	54	45	58	65
Csehimindszent	175	48	44	55	62	57	67	56	61	49	44	56	58
Kercaszomor	238	54	48	58	57	61	72	62	67	52	49	53	56
Tapolca	125	56	38	50	59	61	64	54	55	53	47	51	59
Tab	177	52	43	46	61	60	61	58	60	54	42	57	57
Csurgó	147	64	53	49	62	63	66	54	52	54	45	54	59
Szálka	168	56	52	53	64	62	60	60	57	45	47	48	58
Pécsvárad*	259	62	54	60	63	58	63	58	57	48	41	53	59

* Pécsvárad adataiból hiányzik a 2007–2010 közötti időszak



6. táblázat: A havi átlag %-ában kifejezett felső kvartilis a teljes vizsgált időszakban (1901–2010) az erdőgazdasági nagytájak szerint csoportosított mérőállomásokon.

Table 6: The upper quartile expressed in the % of the monthly mean in the whole period (1901–2010), sorted by forest regions.

1901–2010	tszfm	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Vásárosnamény	114	125	136	135	124	124	128	133	138	128	145	141	132
Tiszabercel	102	131	140	138	126	134	127	130	133	135	134	138	126
Téglás	144	130	146	141	135	141	131	133	141	133	154	140	127
Túrkeve	87	135	146	146	134	136	130	130	132	131	144	136	133
Ásotthalom	117	140	131	144	126	134	130	127	125	133	140	135	138
Soltvadkert	116	136	142	132	136	129	120	127	140	137	136	134	133
Tengelic	120	127	137	132	132	130	128	133	133	134	134	138	142
Tarcal	115	131	148	140	134	139	135	133	127	137	142	136	130
Bélapátfalva	318	136	155	150	135	121	132	125	137	129	148	143	131
Sáta	276	131	149	146	129	120	132	139	134	131	140	144	123
Bogács	186	130	160	141	139	127	127	145	136	129	150	137	128
Kisgyőr	173	123	144	137	126	128	131	145	130	136	154	141	132
Ecséd	157	138	149	142	137	129	138	137	141	132	144	136	137
Tolmács	196	138	138	137	127	131	135	134	131	130	141	133	129
Nógrád	236	131	138	139	134	141	123	132	139	136	140	140	140
Páty	194	139	144	129	132	129	128	134	127	141	141	134	127
Csákvár	185	126	135	126	138	131	138	126	121	139	138	136	126
Szár	201	137	139	130	133	123	131	134	134	138	137	137	130
Ravaszd	131	137	142	133	143	130	133	130	134	140	139	124	138
Bakonybél	267	131	138	139	136	132	121	130	138	141	130	132	133
Városlőd	294	131	138	129	128	135	135	123	125	137	138	132	125
Ács	120	137	129	139	139	131	129	132	131	140	142	127	129
Beled	133	142	142	133	147	130	127	127	125	121	141	125	134
Kerta	140	136	140	134	129	132	127	136	118	125	141	130	139
Csehimindszent	175	135	140	131	127	135	128	141	126	131	141	134	137
Kercaszomor	238	142	134	132	131	133	130	136	123	132	152	143	136
Tapolca	125	131	147	133	129	132	132	135	131	137	142	140	132
Tab	177	134	140	132	133	130	129	125	129	133	139	136	138
Csurgó	147	129	138	135	131	131	123	126	129	136	144	141	131
Szálka	168	134	137	131	125	134	126	136	128	133	135	132	139
Pécsvárad*	259	131	133	128	138	130	124	128	126	122	133	133	141

* Pécsvárad adatsorából hiányzik a 2007–2010 közötti időszak

Az interkvartilis terjedelem vizsgálata

Az alsó és a felső kvartilist, s így az interkvartilis terjedelmet az átlag százalékos arányában vizsgáltam abból a megfontolásból, hogy az átlagra vonatkozó százalékos prognózistokat viszonyítani tudjuk ehhez a statisztikai mutatóhoz.

Havi csapadékadatok

A teljes időszakot (1901–2010) vizsgálva az alsó kvartilis minimuma a havi csapadékhoz viszonyítva a mérőállomástól függően 32–54% között mozog, míg maximuma 49–72% közötti értéket vesz fel. A mérőállomásokat összesítve az alsó kvartilis a havi csapadék átlagosan 42–61%-a. A CV-értékkel összhangban a legkisebb alsó kvartilis értékek októberben, a legnagyobbak április-június hónapokban jelennek meg (5. táblázat).

A teljes időszakot (1901–2010) vizsgálva a felső kvartilis minimuma a havi csapadékhoz viszonyítva a mérőállomástól függően 118–130% között mozog, míg maximuma 138–160% közötti értéket vesz fel (6. táblázat). A mérőállomásokat összesítve a felső kvartilis a havi csapadék átlagosan 129–141%-a. A CV-érték és a felső kvartilis között az összhang kevésbé látható, mint az alsó kvartilis esetében.

A 31 mérőállomást és az összes hónapot együtt értékelve az alsó kvartilis az átlag 54%-a, míg a felső kvartilis az átlag 134%-a, tehát nagy általánosságban a havi csapadékadatok 50%-a az átlag 54–134%-a közé esik, ami mutatja a csapadék jelentős változatosságát.

Vízforgalmi időszakok

Hosszabb időszakokat vizsgálva – a CV-értékhez hasonlóan – az interkvartilis terjedelem is csökken, azaz az időszak hosszának növekedésével az időszakai csapadékok egyre szűkülő intervallummal fogják közre az átlagot (7. táblázat).

7. táblázat: Az időszakai csapadékok alsó és felső kvartiliseinek az átlag %-ában kifejezett intervallumai a teljes vizsgált időszakra (1901–2010) vonatkozóan.

Table 7: The intervals of the lower and upper quartile of the water cycle periods expressed in the % of the mean in the whole period (1901–2010).

idősor	kvartilis	vízforgalmi időszakok			
		tárolási	fő vízfelhasználási	fenntartási	hidrológiai év
		6 hónap	3 hónap	3 hónap	12 hónap
1901–2010	alsó	75–84	67–79	66–78	82–90
	felső	113–123	116–131	115–134	110–115

A 7. táblázatban megadott intervallumok átlagát nézve megállapítható, hogy a tárolási időszak csapadékának 50%-a az átlag 79–118%-a közé esik. A fő vízfelhasználási időszaknál ugyanez 74–122%, a fenntartási időszakban 72–124%, míg a hidrológiai év esetében

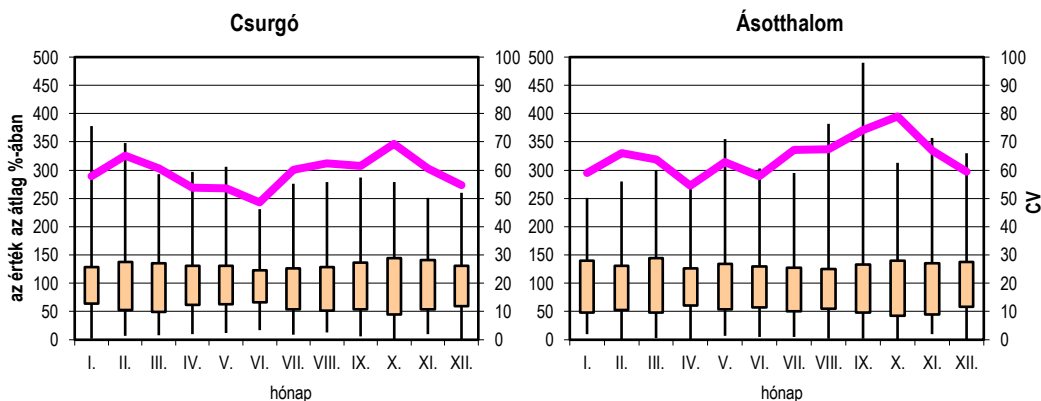
86–113%. Ez nagy általánosságban azt jelenti, hogy a vízforgalmi időszakokban az időszaki átlagtól $\pm 20\%$ -kal eltérő csapadék még az interkvartilis terjedelem része. A hidrológiai évnél ez az intervallum $\pm 15\%$ alá csökken.

A számított statisztikai mutatók megjelenítése

A CV-értéknél már példaként szereplő Csurgó és Ásotthalom mérőállomások havi adataival szemléltetem a számított statisztikai mutatókat. Most is az átlag százalékában kifejezett értékeket használom, hogy az átlagtól való eltérés jobban érzékelhető legyen (6-7. ábra).

Az ábrákon az interkvartilis terjedelem okker színnel jelenik meg. A sáv szélessége mutatja, hogy az adatok 50%-a az átlaghoz képest hol helyezkedik el. A minimumokhoz és a maximumokhoz tartozó értékek jelzik, hogy a csapadék szélsőségekre hajlamos meteorológiai jellemző.

A CV-értékek kétcsúcsú görbét rajzolnak ki a 110 év adatai alapján, vagyis a február és az október csapadéka mutatja a legnagyobb változékonyságot.



6-7. ábra: A számított statisztikai mutatók az átlag %-ában (Csurgó, Ásotthalom, 1901-2010).
Figure 6-7: Statistical parameters expressed in the % of the mean (Csurgó, Ásotthalom, 1901-2010).

ÖSSZEFOGLALÁS

A fejezetekben már említett következtetéseket az alábbiakban lehet összefoglalni:

- A vizsgált időszak hossza és a CV-értéke fordítottan arányos.
 - A rövidebb időszakok (hónap, 3 hónapos vízforgalmi időszakok) átlaga nem jó jellemzője az adatsornak, mert a CV lényegesen meghaladja a 30%-ot.
 - A hosszabb időszakra vonatkozó átlag megbízhatóbbá válik, mert eliminálja a változatosság egy részét.

- A 30 éves referencia időszakok vízforgalmi időszakokra vonatkozó CV-értékei az idővel általában inkább csökkennek (különösen a tárolási és a fenntartási időszakban), azaz a csapadék mennyisége általánosságban nem vált szélsőségesebbé, de ebben jelentős lokális különbségek vannak, illetve lehetnek. A rendkívüli csapadékot hozó 2010-es év hatása rámutat arra, hogy akár egy év is döntően befolyásolhatja az értékelést.
- Még az időszaki csapadék változatossága is olyan mértékű, hogy az átlagtól való $\pm 20\%$ -os eltérés is az interkvartilis terjedelemben esik, tehát az ilyen léptékű változás az adatok 50%-a által meghatározott intervallumon belül marad, ezért szélsőségesnek nem nevezhető.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Deka R.L., Mahanta C., Pathak H., Nath K. K. & Das S. 2013: Trends and fluctuations of rainfall regime in the Brahmaputra and Barak basins of Assam, India. *Theoretical and Applied Climatology* 114(1-2): 61–71. DOI: [10.1007/s00704-012-0820-x](https://doi.org/10.1007/s00704-012-0820-x)
- Dunkel Z., Tiring Cs. & Zárbok Zs. 1991: Agrometeorológiai állomáshálózat racionális sűrűségének meghatározása, *Időjárás* 95(5): 226–236.
- Hajósy F., Kakas J. & Kéri M. 1975: A csapadék havi és évi összegei Magyarországon a mérések kezdetétől 1970-ig. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Huzsvai L. (szerk.) 2011: Statisztika mezőgazdászok részére. SENECA BOOKS, Debrecen.
- Időjárási havijelentések (1971-2012), OMSZ kiadványok, Budapest.
- Járó Z. 1989: Az erdő vízforgalma. *Az Erdő* 33(8): 352–355.
- Machiwal D., Dayal D. & Kumar S. 2017: Long-term rainfall trends and change points in hot and cold arid regions of India, *Hydrological Sciences Journal* 62(7): 1050–1066. DOI: [10.1080/02626667.2017.1303705](https://doi.org/10.1080/02626667.2017.1303705)
- Szász G. & Tőkei L. (szerk.) 1997: Meteorológia mezőgazdák, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, 439–443.
- Vízrajzi évkönyvek (1966-2006), VITUKI kiadványok, Budapest.
- Webb E.E., Heard K., Natali S. M., Bunn A.G., Alexander H.D., Berner L.T. et al. 2017: Variability in above- and belowground carbon stocks in a Siberian larch watershed. *Biogeosciences* 14: 4279–4294. DOI: [10.5194/bg-14-4279-2017](https://doi.org/10.5194/bg-14-4279-2017)

*Érkezett: 2017.március 20.
Közlésre elfogadva: 2017. október 24.*