

# A Duna 2018. évi rendkívüli kisvizeinek vízjárási jellemzői és hidrológiai statisztikai vizsgálata a Vámosszabadi - Esztergom közötti szakaszon

2019.03.27.

ÉDUVIZIG

Gyüre Balázs – Bőr Ferenc – Kerék Gábor



## Tartalomjegyzék

Előszó .....	1
Meteorológiai előzmények .....	1
Mért vízszintek és vízhozamok vizsgálat Duna-szakaszon, 2018. augusztus-október .....	2
Vízállások hidrológiai vizsgálata .....	4
Vízhozamok hidrológiai vizsgálata .....	7
Konklúziók .....	11
Mellékletek.....	12

## Előszó

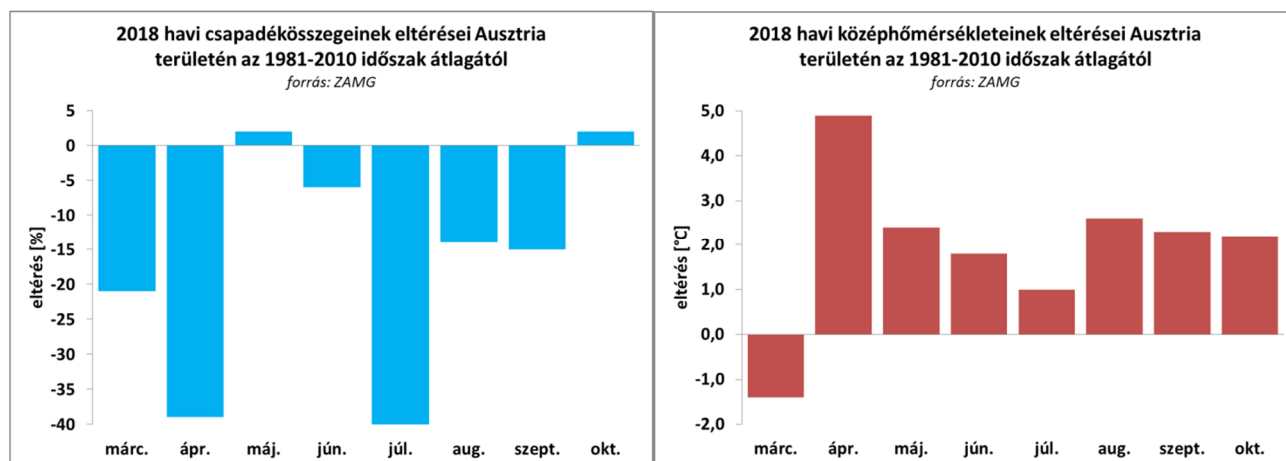
2018. augusztus – októberi időszakában rendkívül alacsony vízállások alakultak ki a Duna magyarországi szakaszán, több helyen alulmúlva a korábbi legkisebb (LKV) értékeket. Az alacsony vízállások mellé a legtöbb helyen ugyancsak szélsőségesen alacsony vízhozam is társult. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) gondozásában elkészült és 2019. január 9-én bemutatásra került a fenti hidrológiai események előzetes elemzése [Sziebert J.: *A Duna 2018-évi kisvízeinek kiértékelése – Igazgatói értekezlet, Budapest*].

Jelen tanulmányban az ÉDUVIZIG kezelésében lévő Duna-szakasz vízrajzi állomásain mért adatok egyszerű statisztikai vizsgálatával foglalkoztunk. A kapott eredmények értékelésénél figyelembe vettük a Duna medrének az elmúlt évtizedekben bekövetkező változásait és annak hatását a folyó vízjárására.

## Meteorológiai előzmények

Az Osztrák Központi Meteorológiai és Geodinamikai Intézet (ZAMG) által publikált havi éghajlati kiértékelések segítségével az Ausztria területén kialakult csapadék- és hőmérsékleti viszonyokon keresztül megbecsülhetjük a Duna lefolyásképződés szempontjából fontos vízgyűjtő területének időjárását.

2018. márciustól októberig az Alpok északi oldalán (és valószínűleg a Duna felsőbb szakaszának vízgyűjtőjén is) szinte folyamatos és jelentős volt a csapadékhiány (az 1981-2010 időszak átlagához képest), a havi középhőmérsékletek pedig ezeken a területeken jelentősen meghaladták az átlagos értékeket. A havi csapadékösszegek és középhőmérsékletek Ausztria teljes területére (nem a vízgyűjtőre) számított területi átlagainak eltérései a fenti sokéves átlagtól az alábbi ábrákon láthatók.



A csapadék tekintetében látható, hogy csak május-júniusban, illetve októberben hullott az átlagot megközelítő, vagy elérő mennyiség, egyébként jelentős csapadékhiány volt jellemző. A havi középhőmérsékletek áprilistól kezdve folyamatosan és lényegesen meghaladták a szokásos értékeket. Az elmaradó csapadék és a magas középhőmérsékletek miatti fokozott párolgási veszteség hatására a Duna vízgyűjtő területén a fenti hónapok felszíni vízbevétele is jelentősen lecsökkent, amely a folyó vízjárásában is megmutatkozott.

## Mért vízszintek és vízhozamok vizsgálat Duna-szakaszon, 2018. augusztus-október

Az Igazgatóságunk területén lévő vízrajzi állomásokon a Duna havi középvízhozama 2018. márciustól kezdve rendre alatta maradt a sokéves (1981-2010) átlagértékeknek. Januárban két kisebb árhullám hatására átlag feletti, majd februárban átmenetileg még átlag körüli vízhozam érkezett a folyón. A kisvízes állapot nyár végére, majd október végére ismét olyannyira rendkívülivé vált, hogy a magyarországi szakaszon a vízállás és vízhozam több helyen alulmúlta a korábbi legkisebb (LKV és LKQ) értékeket.

Az ÉDUVIZIG területén az alábbi vízrajzi állomásokon alakultak ki új szélsőértékek:

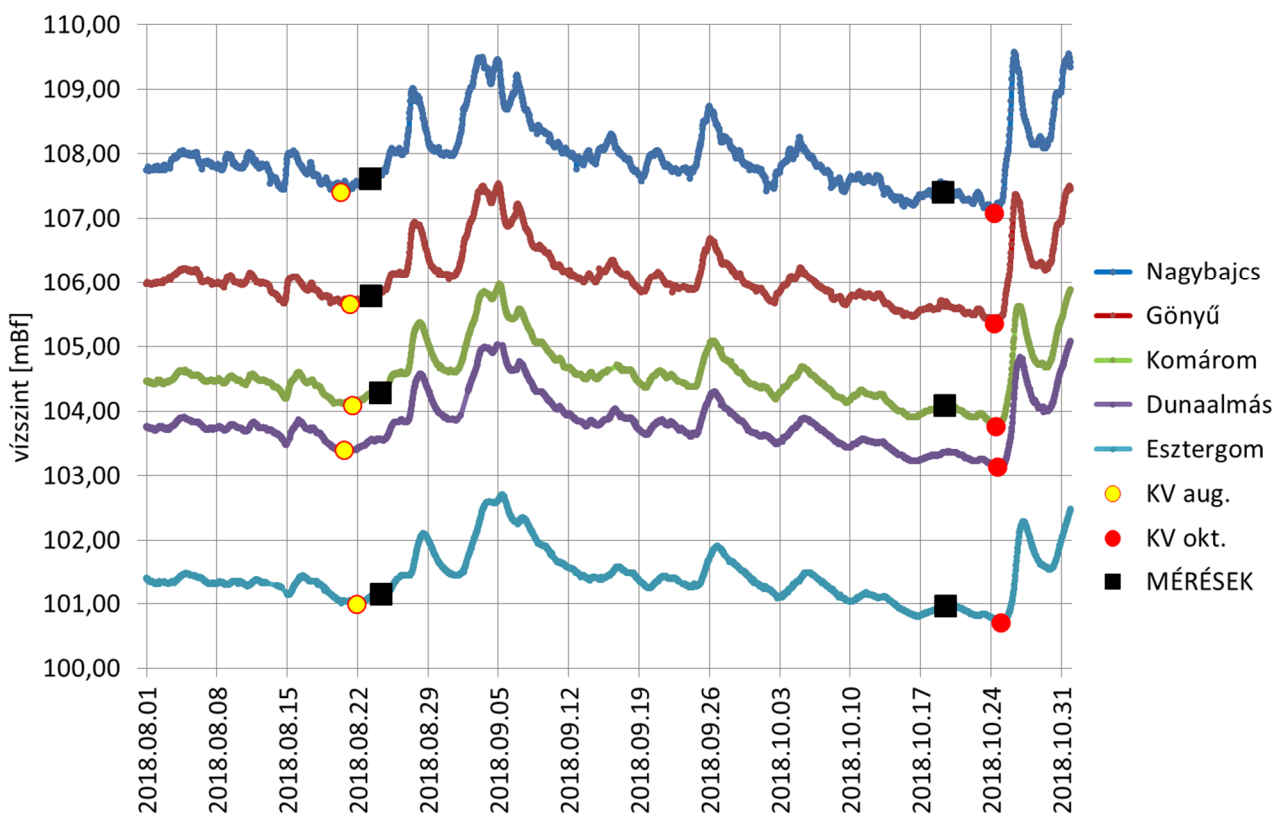
állomás	fkm	nullpont [mBf]	régi LKV dátuma	régi LKV [cm]	új LKV dátuma	új LKV [cm]	régi LKQ éve	régi LKQ [m <sup>3</sup> /s]	2018. okt. KQ dátuma	2018. okt. KQ [m <sup>3</sup> /s]
Vámosszabadi	1805,600	108,40	2011.11.30	-73	2018.10.24	-106	2006	669	2018.10.24	650
Nagybajcs	1801,000	107,40	1992.10.26	-31 *	2018.10.24	-32				
Gönyű	1790,610	106,04	1992.10.26	-93	-	-	-	-	-	
Komárom	1768,300	103,88	2016.01.01	18	2018.10.24	-12	1938	595	2018.10.24	735
Dunaalmás	1751,800	103,12	1909.01.04	0	2018.10.24	1 **	1985	802	2018.10.24	773
Esztergom	1718,500	100,92	2003.08.30	-2	2018.10.25	-21				

\* Nagybajcs állomás esetében a régi LKV értéket a természetes vízjárás figyelembe vételével állapítottuk meg, más források ettől eltérő adatot is tartalmazhatnak!

\*\* Dunaalmásnál a 2018. októberi alacsony vízállás miatt a regisztráló szonda szárazra került, az adatok regressziós összefüggés segítségével lettek becsülve

Megjegyezzük továbbá, hogy a „rég LKQ” adatoknál állomásonként különböző hosszúságú idősorok 2018 előtti abszolút minimumait tüntettük fel, emiatt a 2018. októberi minimumok nem minden esetben múlják alul a korábbi szélsőértéket.

Az ÉDUVIZIG területére eső Duna-szakasz mentén augusztustól októberig az alábbi módon alakultak a vízszintek:



Az ábrán feltüntettük az augusztusi és októberi szélsőértékek helyét, valamint a vízhozam mérések eredményeit is.

Igazgatóságunk Vízhozammérő Szakcsoportja az augusztusi és októberi kisvízes időszakban egyaránt végzett méréseket, amelyek eredményeit az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

Mérési szelvény	augusztus 23.			augusztus 24.			október 19.		
	H(cm)	Q(m3/s)	időpont	H(cm)	Q(m3/s)	időpont	H(cm)	Q(m3/s)	időpont
<b>Duna</b>									
Vámosszabadi	-53	<b>846,9</b>	8:05	-	-	-	-65	<b>747</b>	8:47
Gönyű	-27	<b>907.7</b>	9:07	-	-	-	-	-	-
Komárom	-	-	-	39	<b>911</b>	7:39	20	<b>765</b>	11:25
Lábatlan	-	-	-	112	<b>985</b>	9:25	-	-	-
Esztergom	-	-	-	21	<b>994</b>	10:41	3	<b>896</b>	13:19
<b>Vág</b>									
Komárno	-	-	-	-	<b>85,2</b>	8:03	-	<b>2.10</b>	11:12
<b>Mosoni-Duna</b>									
Bácsa	11	<b>55,58</b>	11:11	-	-	-	-5	<b>50,50</b>	9:40
<b>HTVP Barkási-Duna</b>									
Denkpáli ágvéglezárás felvíz (A-15 felvíz)	-	-	-	-	-	-	11956	<b>6,35</b>	7:38

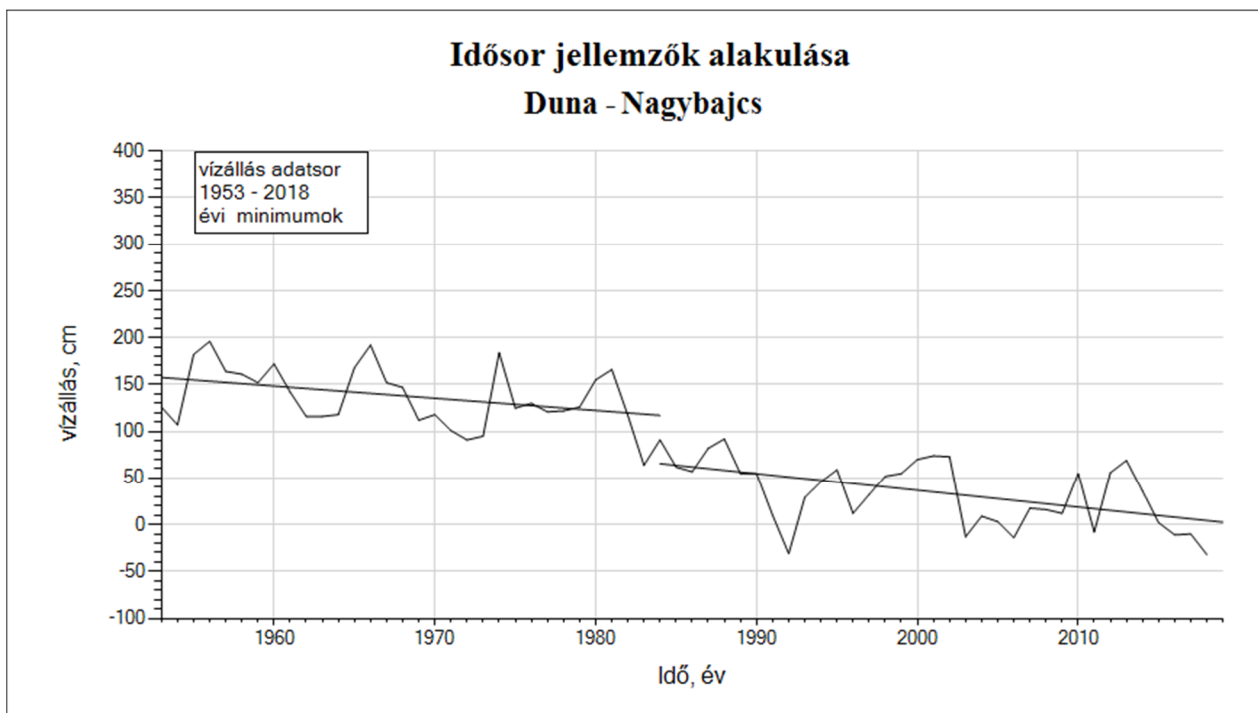
A mérési körülményekről, feltételekről elmondható, hogy az előrejelzések figyelembe vételével a vízhozam méréseket a permanens állapotokhoz közelebb lehetne végrehajtani. A tavalyi októberi eseményeknél a kisvízszint rögzítésének és a vele egyidejű vízhozam mérések alkalmasabb ideje október 24-én állt elő.

Felvethető továbbá, hogy a mérések közbeni vízállás változás hatásaként, a vízhozam mérések eredményei nagyobb szórással jellemezhetők. A komáromi mérési eredmény például alacsonyabb a vártnál, mert a gönyűi vízmércén mérve egy völgyelés volt tapasztalható, ami esés-sebesség csökkenést idézett elő.

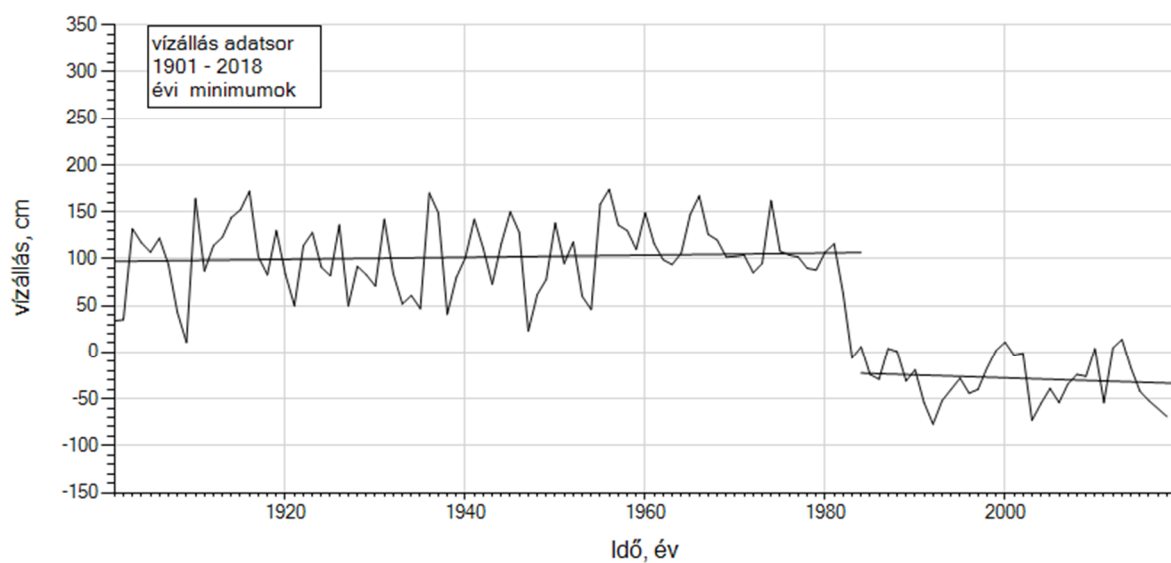
Az Igazgatóságon rendelkezésre álló hosszúidejű adatsorok segítségével meghatározhatjuk az egyes vízrajzi állomásokon kialakult kisvízszintek és –hozamok statisztikai tulajdonságait. Az alábbi ábrákon a vízállás és vízhozam idősorok éves minimumain végzett trendvizsgálatok eredményei láthatók:

## Vízállások hidrológiai vizsgálata

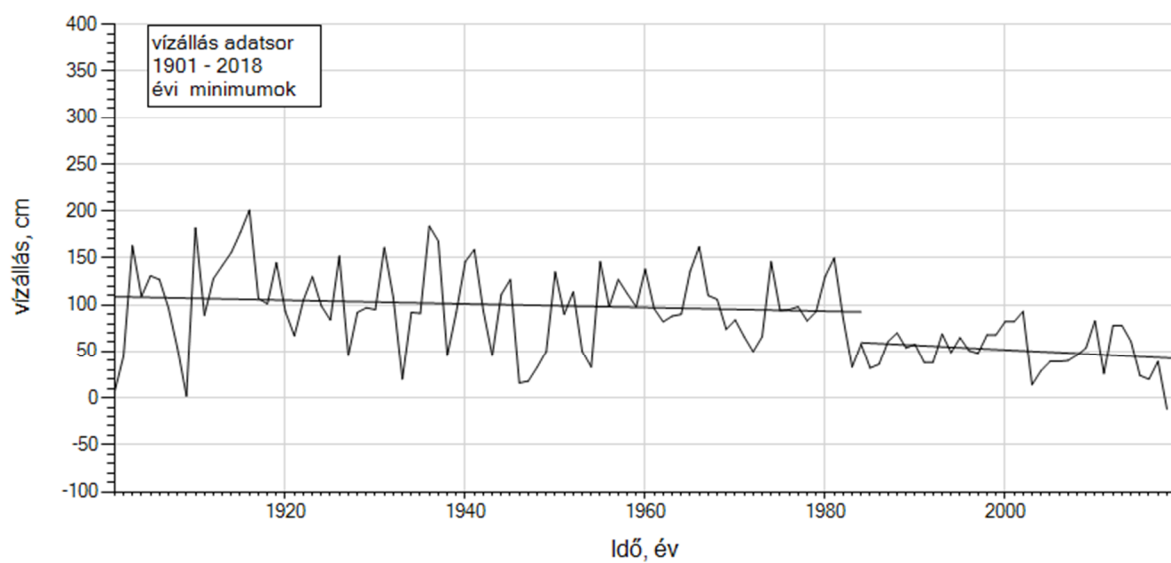
Elsőként megvizsgáltuk az érintett Duna-szakasz vízmércéin rendelkezésre álló vízállás-idősorok évi minimumainak trendváltozásait, melyek a következő ábrákon láthatók.

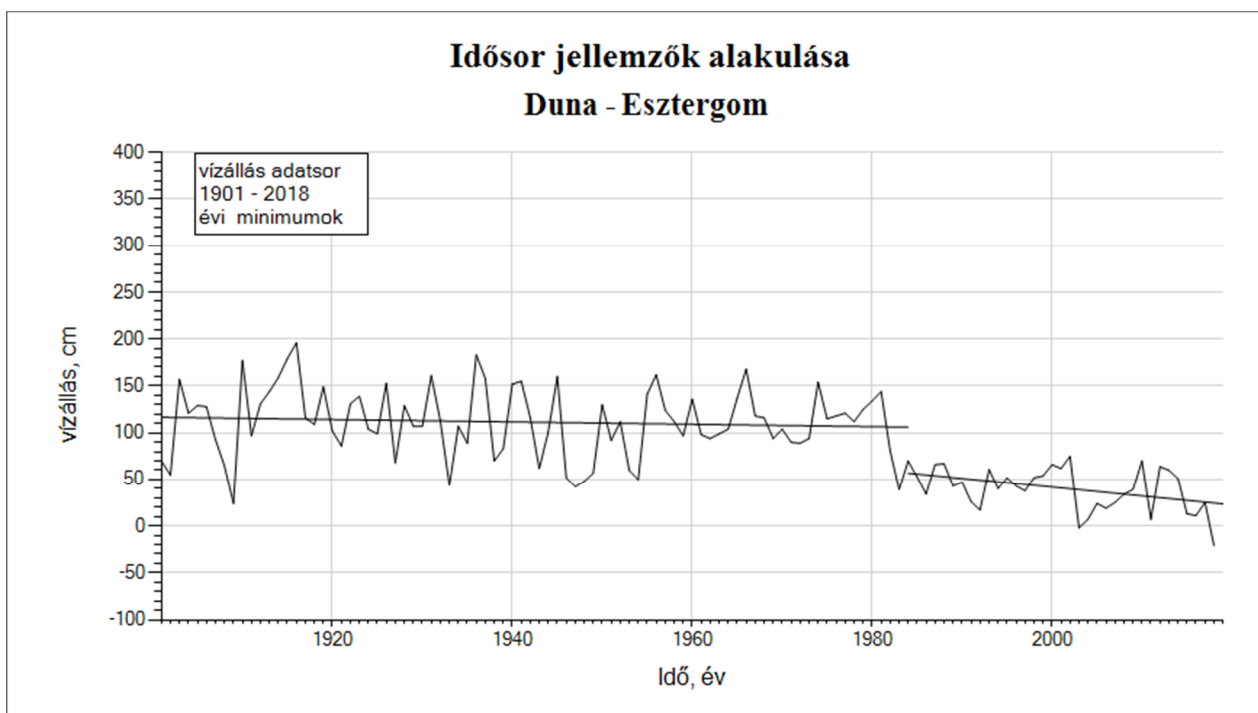
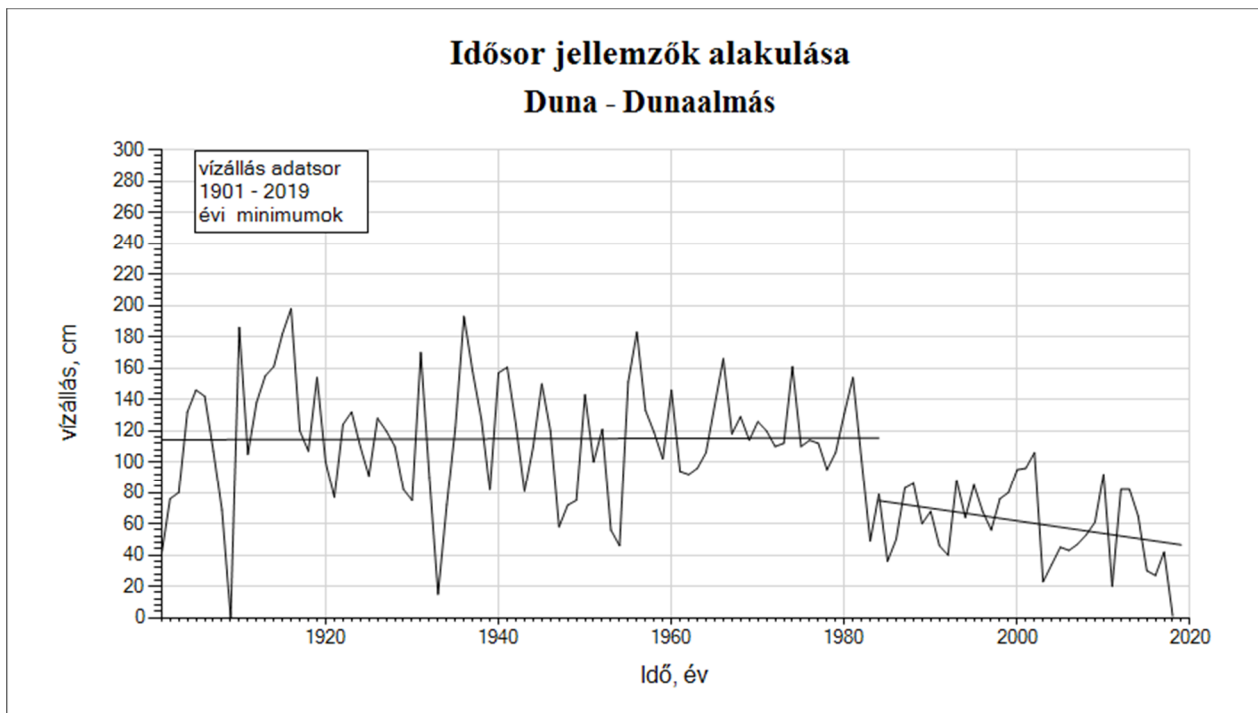


### Idősor jellemzők alakulása Duna - Gönyű



### Idősor jellemzők alakulása Duna - Komárom2





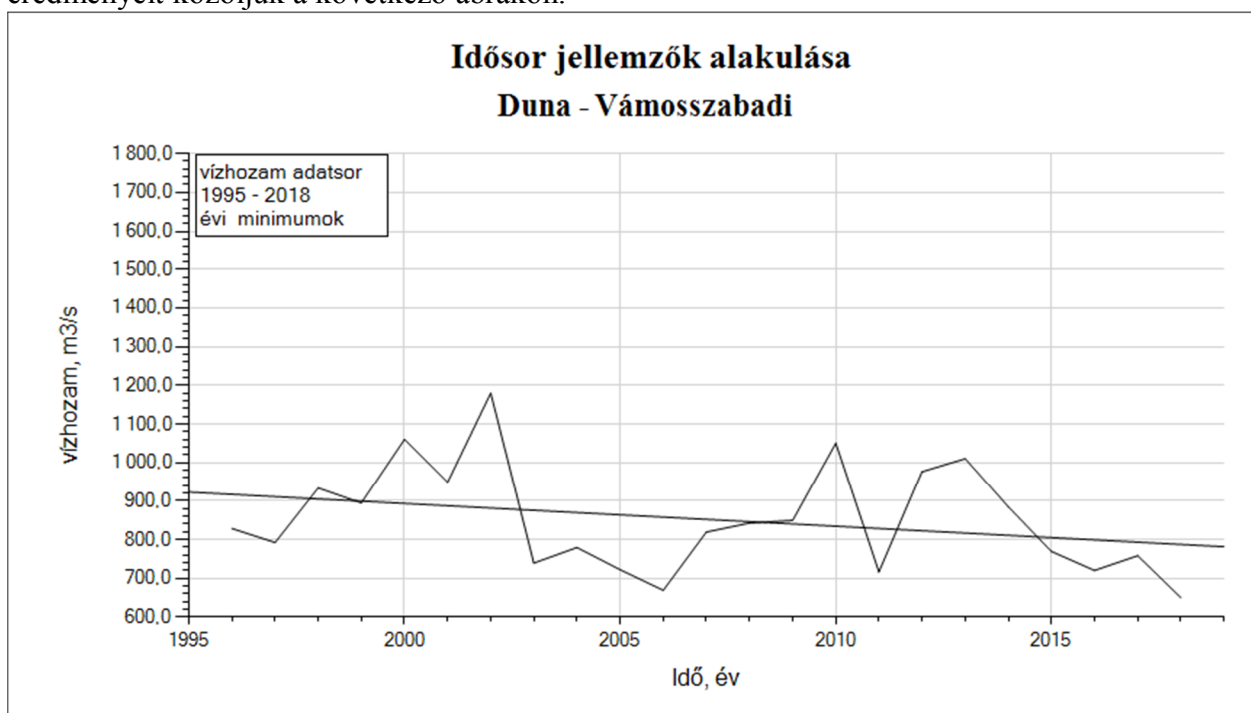
A hosszúidejű adatsoroknál ábrázolt szakaszolt trendvonalak jól szemléltetik a Duna medrének 1980-as évek első felében bekövetkező jelentős változásait, és azok hatását a vízjárásra. Emiatt a teljes idősorok semmiképpen nem tekinthetők statisztikailag homogénnek. Az eloszlásfüggvény vizsgálatok a teljes idősorok esetében a jobb illeszkedés ellenére sem adnának megbízható becsléseket a 2018-as kisvizek viselkedésére, ezért a vízállások eloszlásvizsgálatától eltekintettünk. Az alábbi táblázatban az egyes állomások vízállás minimumaira illesztett lineáris trendek átlagos értékeit foglaltuk össze:

állomás	teljes időszak	átlagos trend [cm/év]	időszak 1	átlagos trend [cm/év]	időszak 2	átlagos trend [cm/év]
Nagybajcs	1953-2018	-2,8	1953-1983	-1,3	1984-2018	-1,8
Gönyű	1901-2018	-1,3	1901-1983	0,1	1984-2018	-0,3
Komárom	1901-2018	-0,6	1901-1983	-0,2	1984-2018	-0,5
Dunaalmás	1901-2018	-0,6	1901-1983	0,0	1984-2018	-0,8
Esztergom	1901-2018	-0,8	1901-1983	-0,1	1984-2018	-1,0

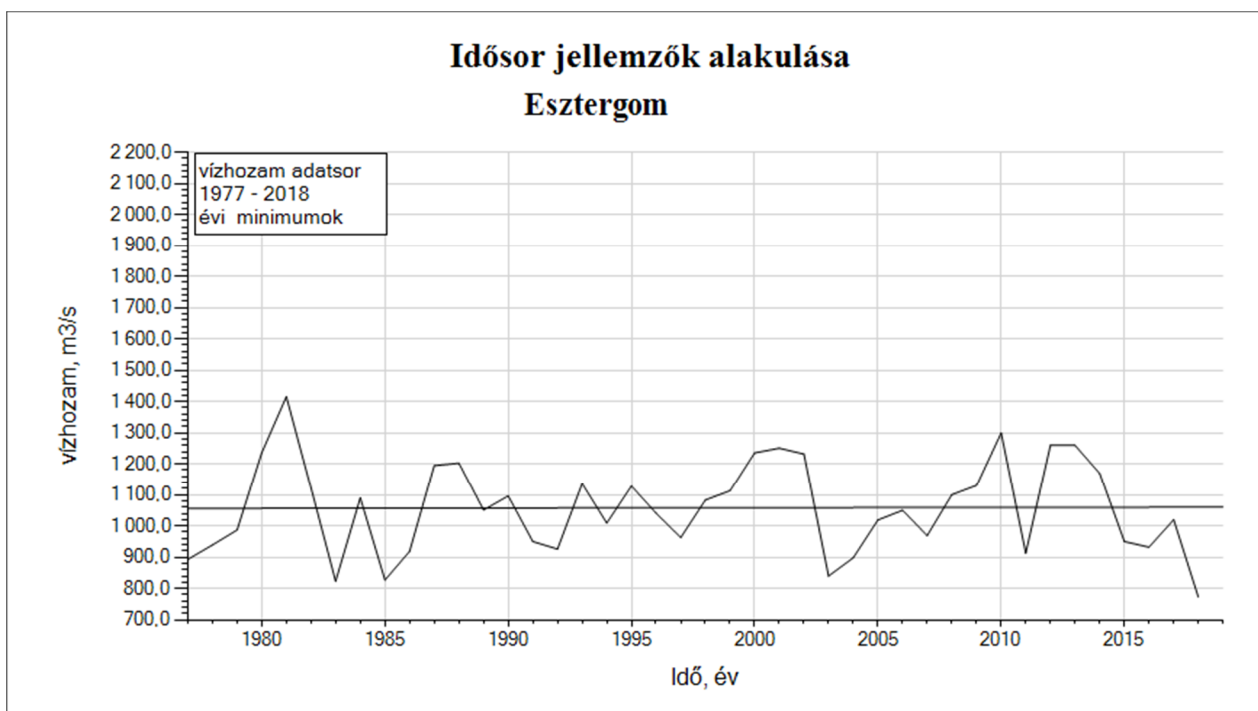
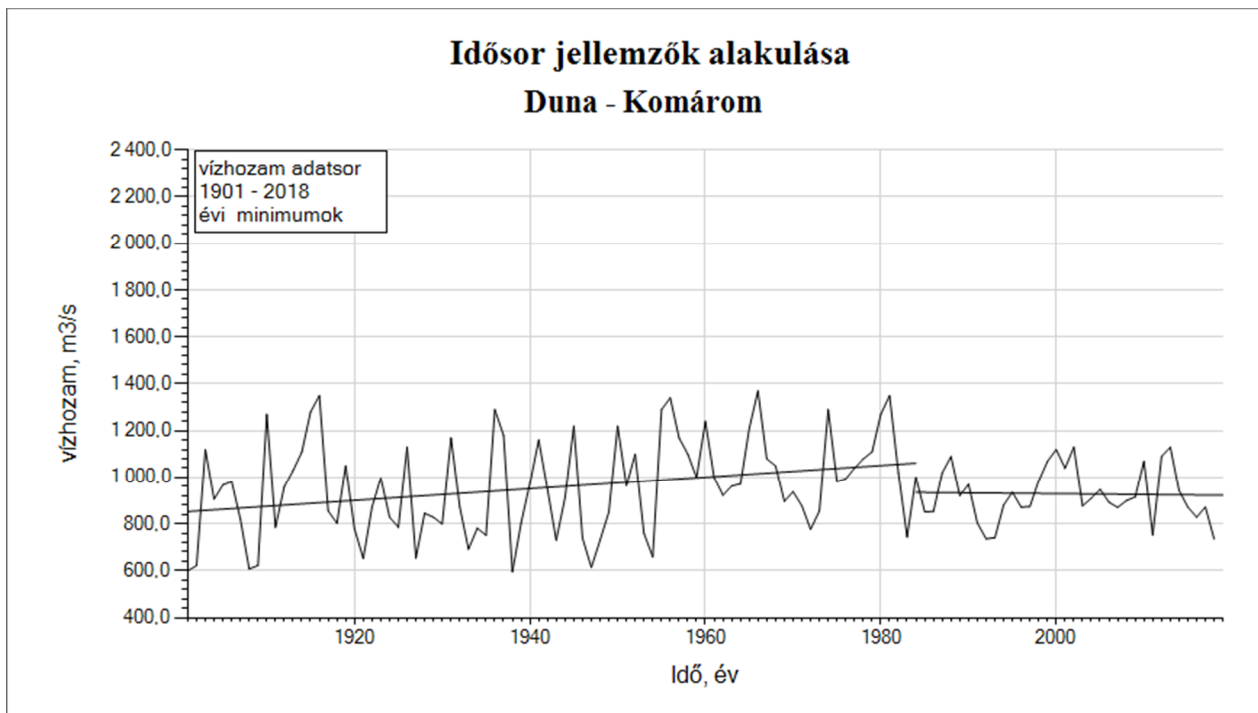
A dunai vízállások éves minimumai a teljes időszakra Nagybajcstól Esztergomig csökkenő tendenciát mutatnak, de ennek mértéke csak Igazgatóságunk felső szakaszán számottevő. Az 1980-as éveket megelőzően nem mutatható ki érdemi időbeli változás az éves minimumok értékeit illetően (a nagybajcsi idősor lényegesen rövidebb a többinél). A fenti táblázat utolsó oszlopa alapján a legutóbbi 34 évben Nagybajcs és Esztergom térségében tapasztalható határozott csökkenés.

## Vízhozamok hidrológiai vizsgálata

A vízhozam-statisztikával rendelkező állomások éves vízhozam-minimumainak trendvizsgálati eredményeit közöljük a következő ábrákon.







A vízhozamok éves minimumait tekintve csak Komárom esetében rendelkezünk elég hosszú adatsorral ahhoz, hogy a trendvizsgálatban kimutatható legyen az 1980-as évek változásainak hatása. Itt egy enyhén emelkedő trend szűnik meg, valamint az értékek szórása is közel megfelelődik ( $D_{1901-2018} = 187 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $D_{1901-1983} = 211 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $D_{1984-2018} = 114 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Nagybajcs (Vámoszabadi) térségében a rövid adatsor határozott csökkenést mutat, de ez éppen az adatsor rövidege miatt mégsem tekinthető jelentősnek.

Az esztergomi adatok az 1970-es évek végétől nem mutatnak időbeli változást a kisvízhozamok értékeinek alakulásában.

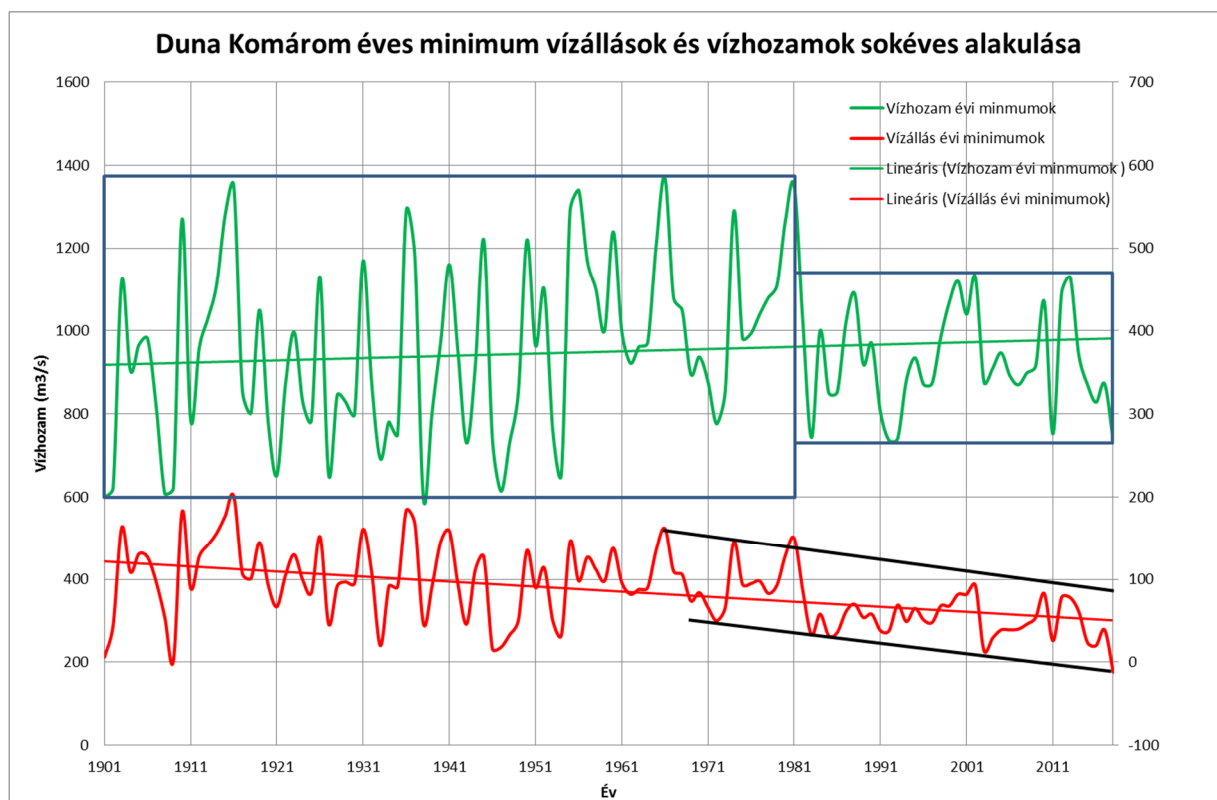
A következő táblázatban összegyűjtöttük a trendek átlagos értékeit:

állomás	teljes időszak	átlagos trend [m <sup>3</sup> /s/év]	időszak 1	átlagos trend [m <sup>3</sup> /s/év]	időszak 2	átlagos trend [m <sup>3</sup> /s/év]
Vámosszabadi	1995-2018	-6	-	-	-	-
Komárom	1901-2018	1	1901-1983	3	1984-2018	0
Esztergom	1977-2018	0	-	-	-	-

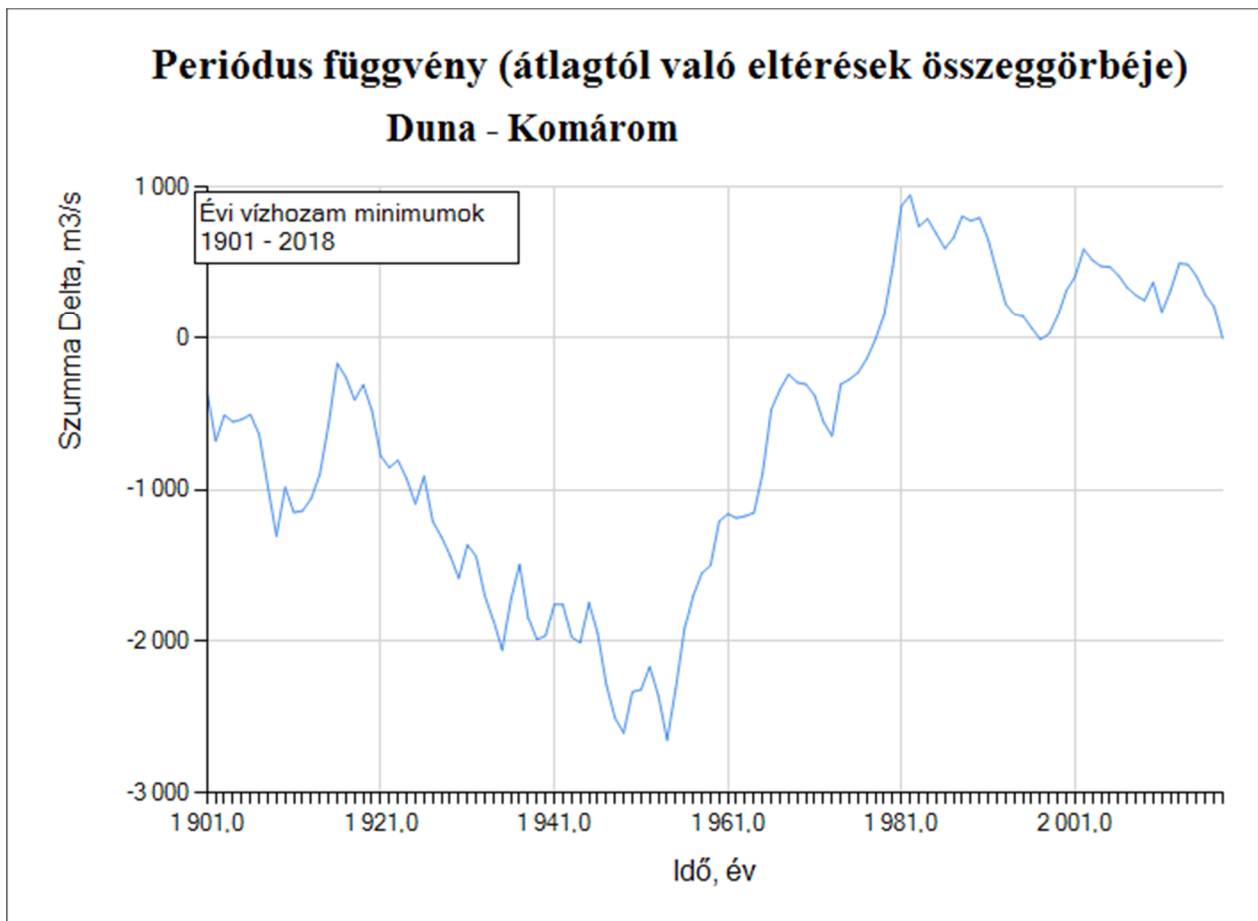
A trendvizsgálatokból összességében az látszik, hogy a vízállások éves minimumai egy kimutatható, csökkenő tendenciát követnek, míg a vízhozamok esetében ilyen csak a rövid nagybajcsi (vámosszabadi) adatsornál tapasztalhatunk. Ezek együttesen alátámasztják a Duna medrének ismert süllyedési, beagyazódási folyamatát. Ennek mértéke Gönyű térségében és az alsóbb (igazgatósági) szakaszokon a legjelentősebb.

Az alábbi ábrán kívánjuk bemutatni a Duna-Komárom vízmérce szelvényében megfigyelt évi minimum adatok hosszú idejű változását. A vízállás adatsor láthatóan a 60-as évek óta markáns változáson megy keresztül, és egy „trendcsatornába” kényszerül (piros vonal). Az egyre gyakoribb szélsőséges kisvizek (akár LKV) is erre a csökkenő trendre vezethető vissza.

A vízhozamok adatsorát szemlélve a vízállásváltozástól eltérő folyamatról beszélhetünk. A 80-as évektől a kis vízhozamok – valószínűleg a Duna felső szakaszán létesült tározók hatására – egy a korábbinál szűkebb tartományban szóródnak (lásd fentebb), a trendcsatorna vízszintes és változás nélküli (zöld vonal).



A komáromi vízhozam-minimumok esetében előállítottuk a hosszúidejű adatsor periódusfüggvényét is, amely jól tükrözi a trendeknek megfelelő változásokat.



Az éves vízhozam minimumok eloszlásfüggvény vizsgálatát is elvégeztük. A vízállás adatok esetében ezt az idősorokban tapasztalt erős inhomogenitás miatt mellőztük. A vízhozam adatsorok 1984 utáni leválasztásával már homogénnek tekinthető mintákat kaptunk, noha a minták mérete (elemszáma) meglehetősen kicsi. Az eredmények alapján megbecsültük az egyes vízrajzi állomásokon 2018 októberében bekövetkezett KQ értékek bekövetkezésének valószínűségét, azok átlagos visszatérési idejét.

A vízhozamok éves minimumainak empirikus eloszlásai és az összességében legjobban illeszkedő három elméleti eloszlásfüggvény alapján becsült 2018. októberi KQ visszatérési időket az alábbi táblázatban közöljük:

	<b>Nagybajcs</b> 1995-2018	<b>Komárom</b> 1984-2018	<b>Esztergom</b> 1984-2018
Log-Pearson 3	30 év	28 év	49 év
Pearson 3	30 év	26 év	43 év
GEV	25 év	30 év	42 év
empirikus	46 év	70 év	68 év

Megjegyezzük, hogy az OVF által az Esztergom alatti Duna-szakaszra elvégzett vizsgálatok eredményeit nem tartjuk elfogadhatónak, miszerint egy több helyen új LKV-t okozó kisvízi esemény ilyen magas előfordulási valószínűségű vízhozammal párosuljon. Ennek az ellentmondásnak a legfőbb oka az adatsorokban felfedezhető és korábban már említett inhomogenitás.

Az 1984 utáni komáromi adatokat, vagy a többi állomás rövidebb idősorát vizsgálva azt kapjuk, hogy a 2018. októberi KQ visszatérési idők inkább 25-50 év, de az empirikus eloszlást figyelembe véve 45-70 év közötti tartományban jellemezhetők. A nagyobb visszatérési idők az alsóbb állomásokra érvényesek.

## **Konklúziók**

A fent elvégzett alapvető statisztikai vizsgálatok alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

1. A Duna medrét érintő természetes változások és mesterséges beavatkozások miatt a rendelkezésünkre álló  $\approx 100$  éves hosszúságú vízállás és vízhozam idősoraink statisztikailag nem tekinthetők homogénnek.
2. A vizsgálat alá vont időintervallumra vonatkozó eddigi téziseink megdőlni látszanak. Lehetséges, hogy az 1980-tól a mai napig tartó időszak vízhozam adatsora, mint elsődleges változó vizsgálata, a kisvizek vizsgálata szempontjából is reálisabbnak látszik.
3. A legutóbbi, közel 40 év adatait használva többnyire homogén idősorhoz jutunk, azonban éves szélsőértékek vizsgálatánál a statisztikai minta meglehetősen kicsi lesz, ami jelentősen ronthatja az egyszerű trend- és eloszlásfüggvény vizsgálatok eredményeit, megbízhatóságát.
4. A fenti vizsgálatok adott vízrajzi állomásokon rendre eltérő átlagos visszatérési időket állapítottak meg a 2018. októberi KV és KQ értékekre. A trendvizsgálatokkal kiegészülve ennek magyarázatát a Duna jelenleg is megfigyelhető mederváltozásai okozzák, amelyek a Gönyű alatti szakaszon a legjelentősebbek.

## **Mellékletek**

A vízhozam-idősorok függetlenség, homogenitás, és eloszlásvizsgálati eredményei

## Nagybajcs (Vámosszabadi) vízhozam 1995-2018

Függetlenség vizsgálat (Wald-Wolfowitz próba)

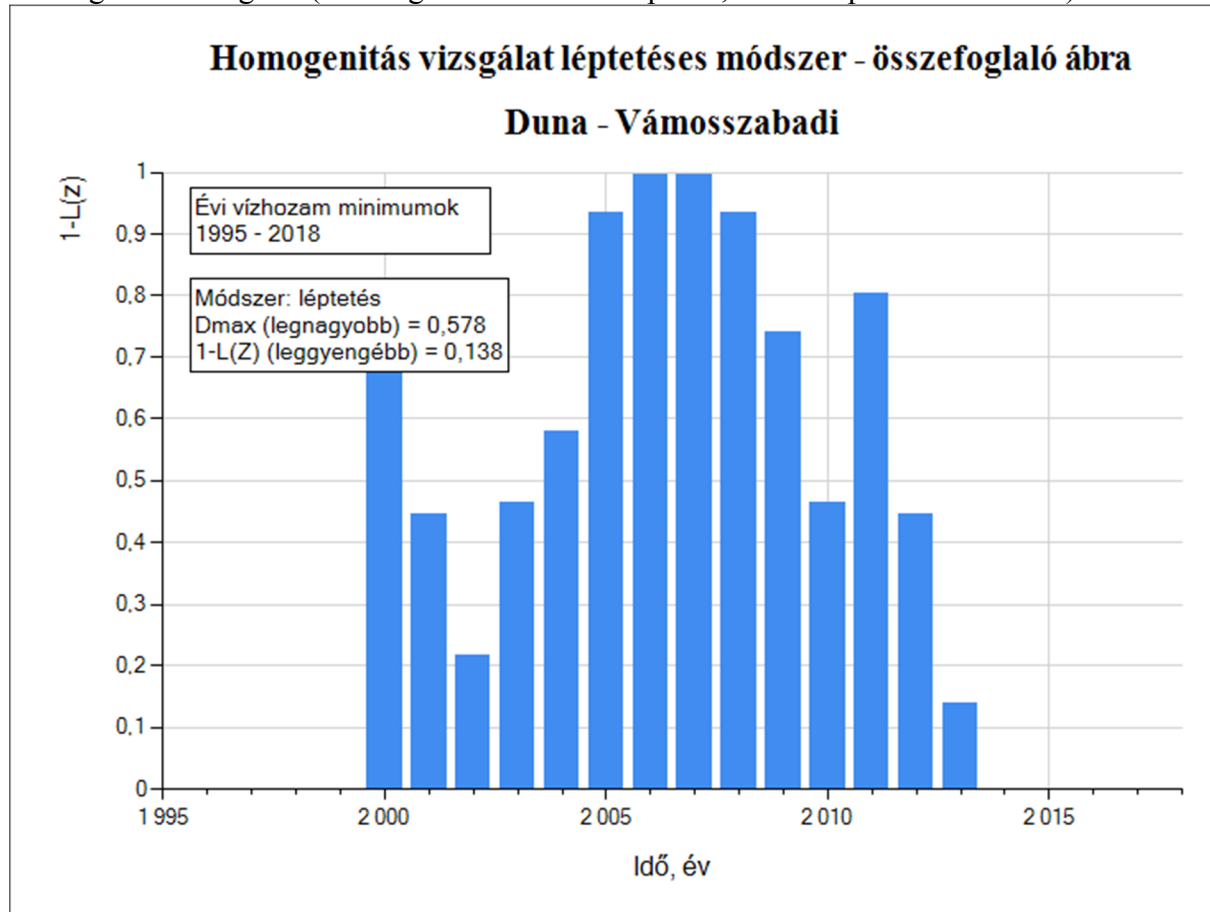
Értékelés:

A függetlenséget jellemző valószínűség,  $P = 0,165$

Tehát, az adott, 30 és 70 %-os szignifikancia határok

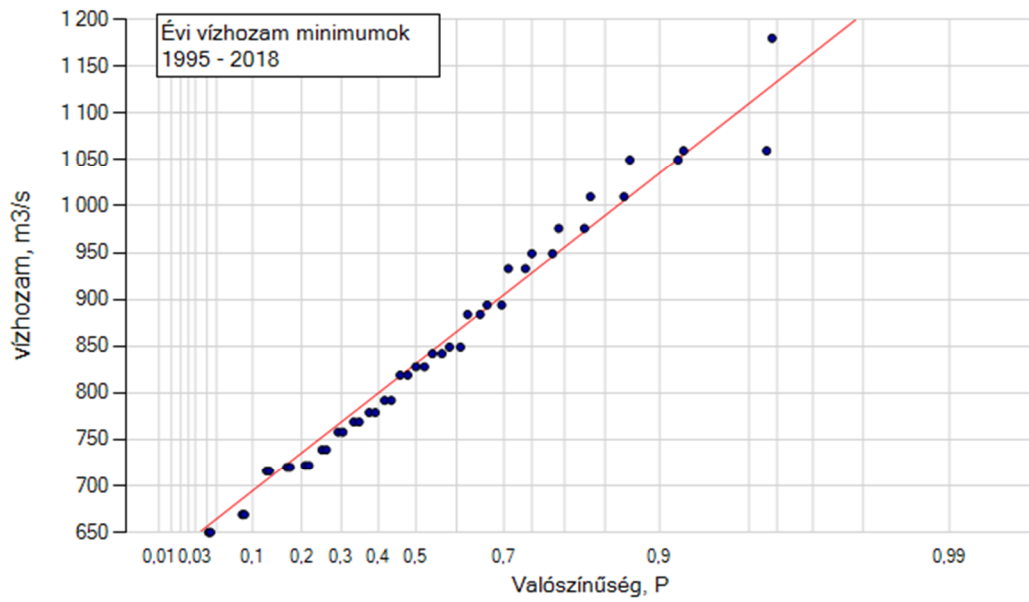
figyelembe vételével az adatsor függetlennek nem tekinthető.

Homogenitás vizsgálat (Kolmogorov – Szmirnov próba, 5 éves léptetéses módszer)

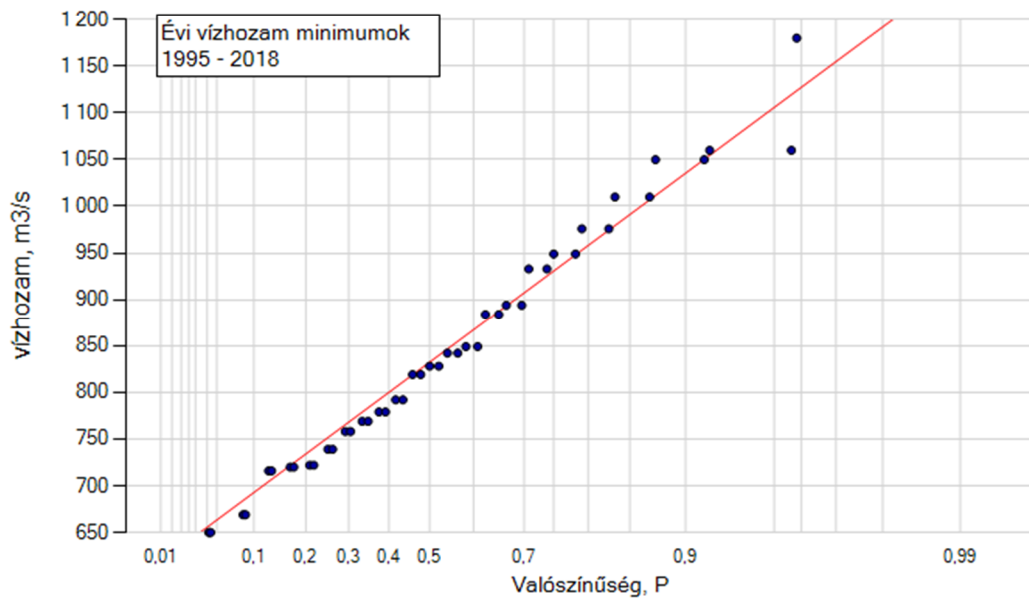


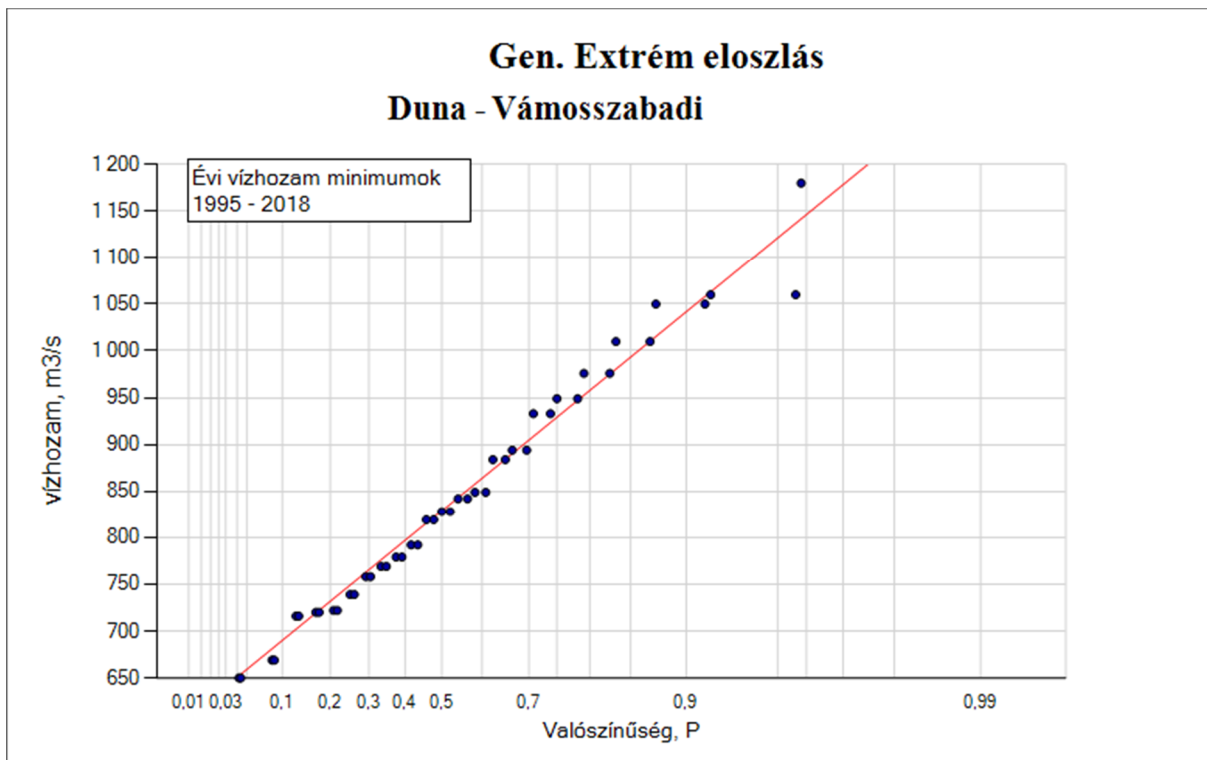
Eloszlásfüggvény vizsgálat, grafikus illeszkedés

### Log-Pearson 3 eloszlás Duna - Vámosszabadi



### Pearson 3 eloszlás Duna - Vámosszabadi





#### Komárom vízhozam 1984-2018

Függetlenség vizsgálat (Wald-Wolfowitz próba)

Értékelés:

A függetlenséget jellemző valószínűség,  $P = 0,051$

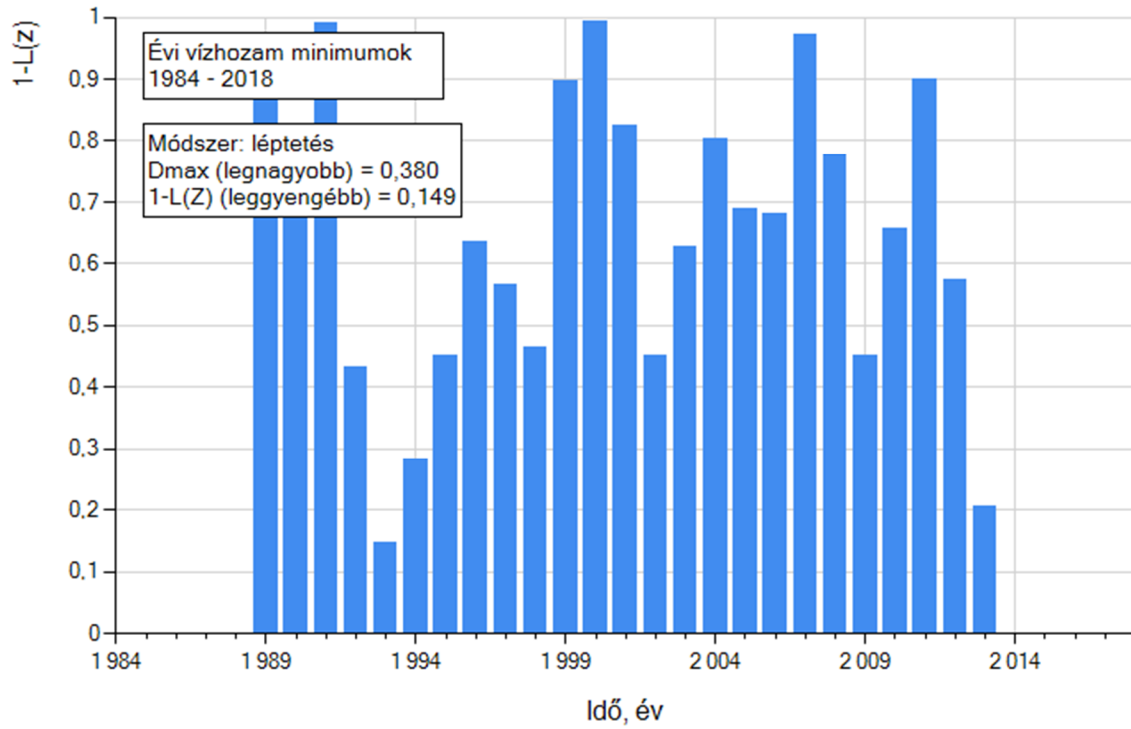
Tehát, az adott, 30 és 70 %-os szignifikancia határok figyelembe vételével az adatsor függetlennek nem tekinthető.

Homogenitás vizsgálat (Kolmogorov – Szmirnov próba, 5 éves léptetési módszer)



## Homogenitás vizsgálat léptetési módszer - összefoglaló ábra

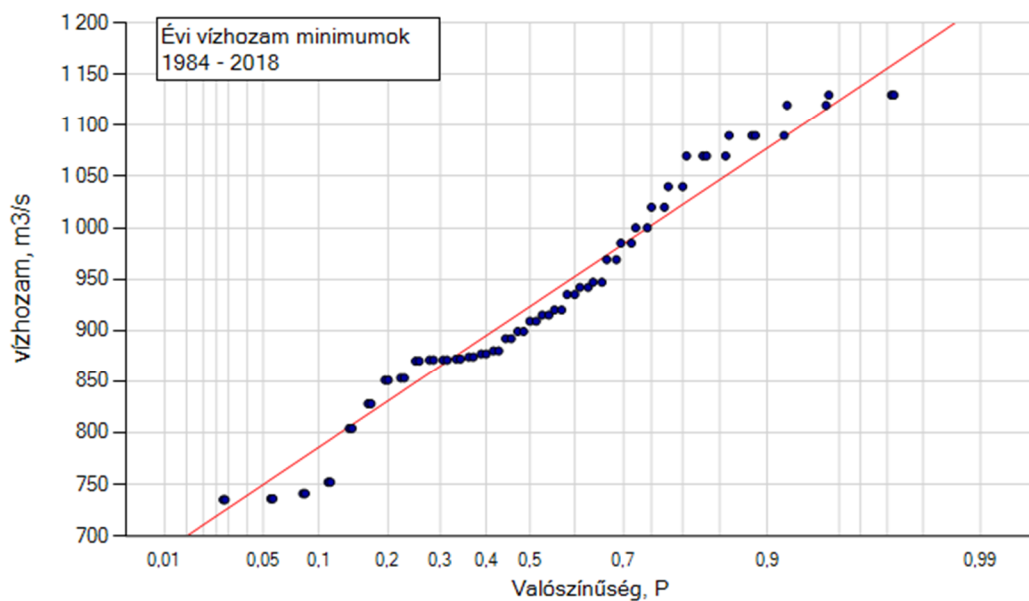
### Duna - Komárom



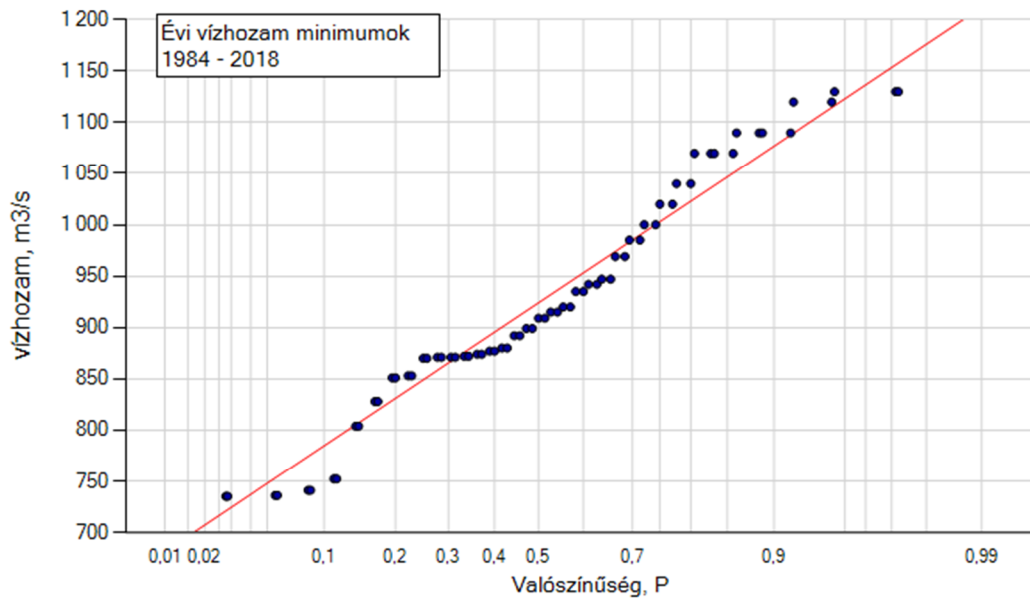
Eloszlásfüggvény vizsgálat, grafikus illeszkedés

## Log-Pearson 3 eloszlás

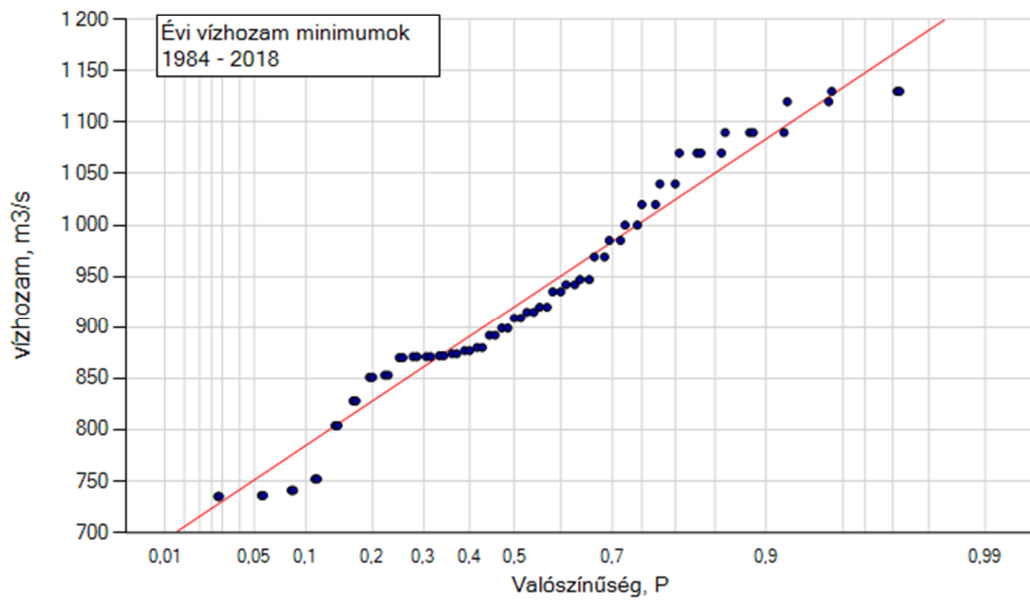
### Duna - Komárom



### Pearson 3 eloszlás Duna - Komárom



### Gen. Extrém eloszlás Duna - Komárom



### Esztergom vízhozam 1984-2018

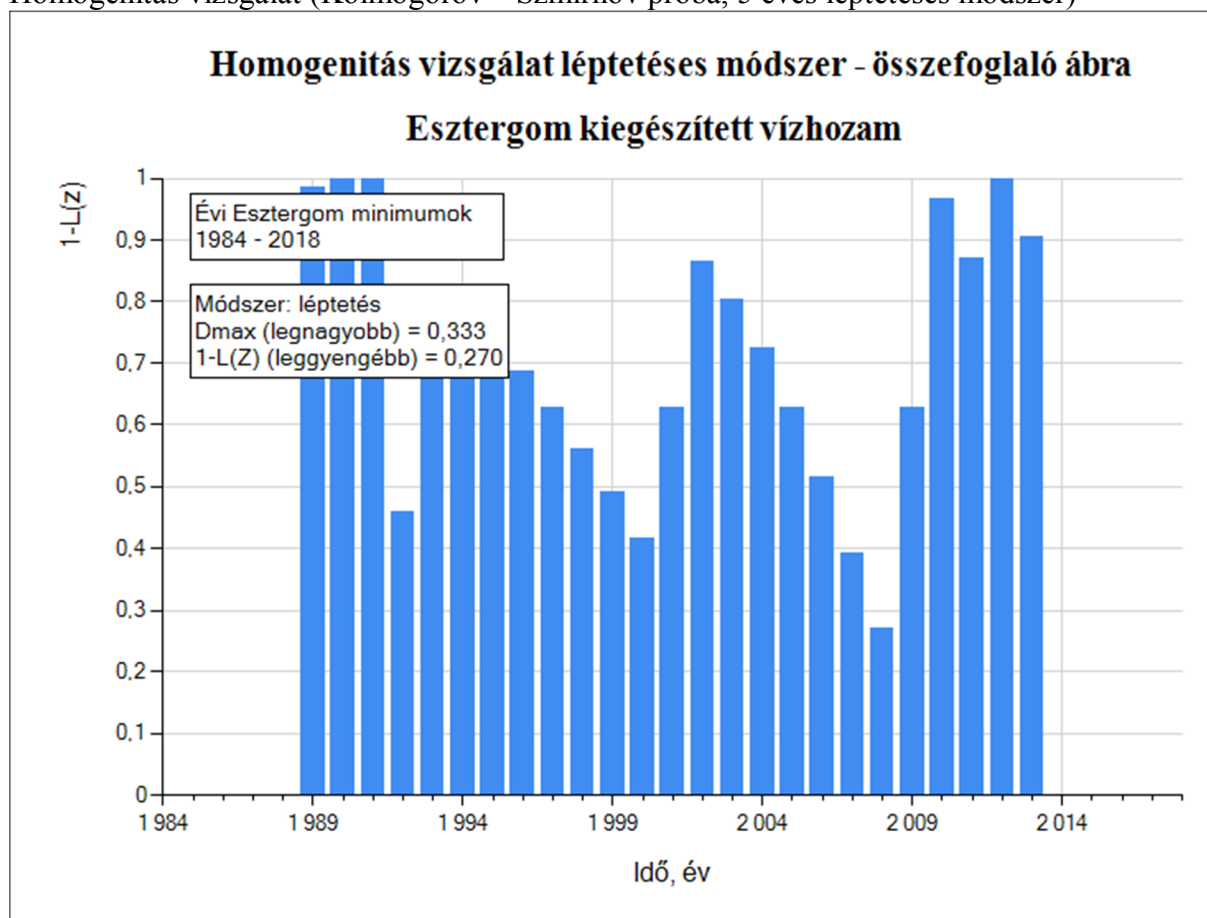
Függetlenség vizsgálat (Wald-Wolfowitz próba)

Értékelés:

A függetlenséget jellemző valószínűség,  $P = 0,291$

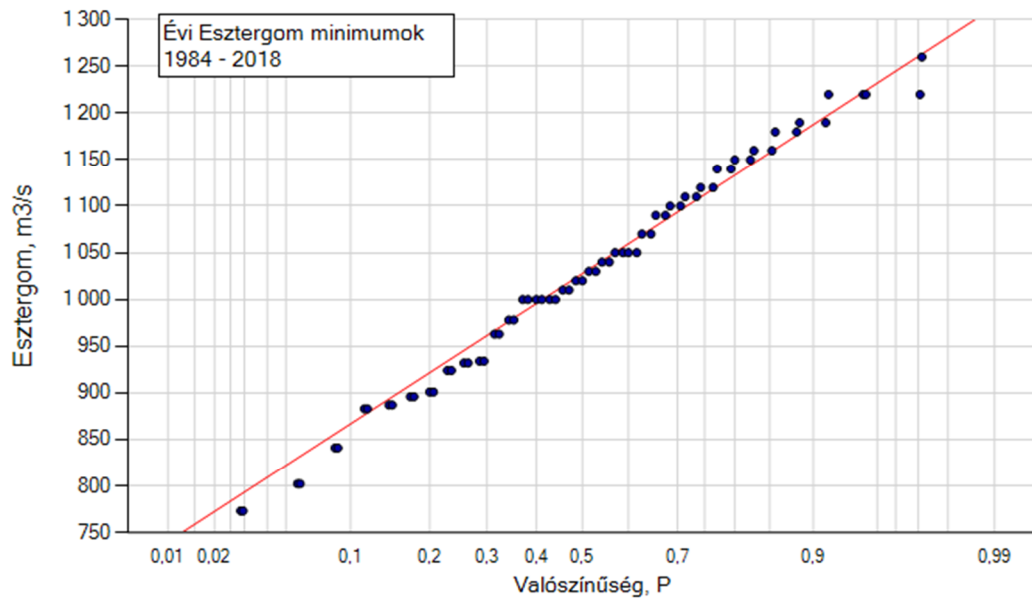
Tehát, az adott, 30 és 70 %-os szignifikancia határok figyelembe vételével az adatsor függetlennek nem tekinthető.

Homogenitás vizsgálat (Kolmogorov – Szmirnov próba, 5 éves léptetési módszer)

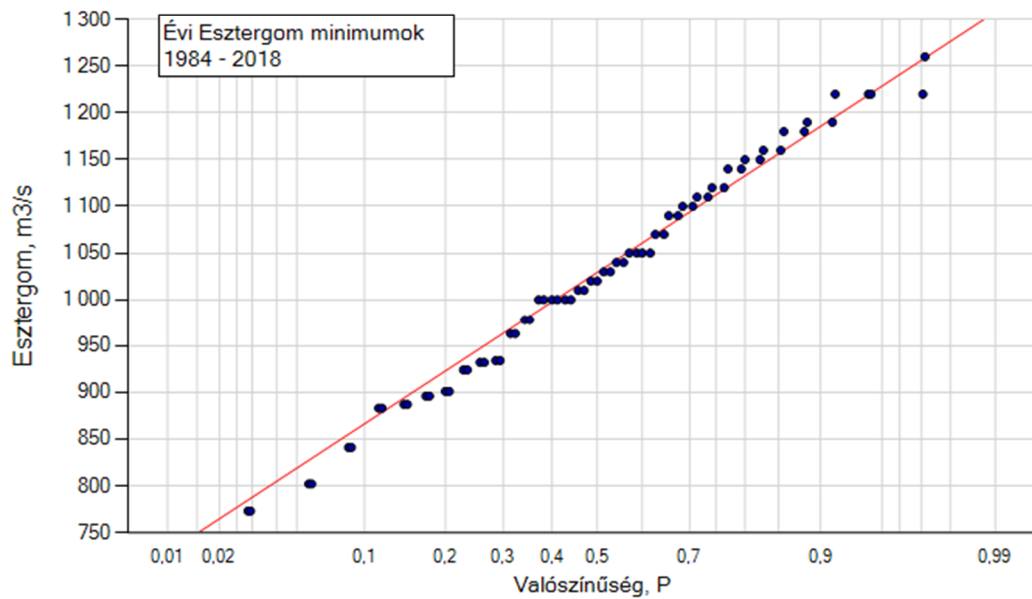


Eloszlásfüggvény vizsgálat, grafikus illeszkedés

### Log-Pearson 3 eloszlás Esztergom kiegészített vízhozam



### Pearson 3 eloszlás Esztergom kiegészített vízhozam



## Gen. Extrém eloszlás Esztergom kiegészített vízhozam

