

A klímaváltozás hatásai a talajvízállások süllyedésére illetve a Felső-tisza kis-vízállásokra

Fehér Andrea
FETIVIZIG

KIVONAT

Igazgatóságunkon a Vízirajzi és Adattári Osztály adattári referenseként minden hónapban összeállítom a Havi Vízirajzi Tájékoztatót, immár tizenkét éve. Ez egy rövid beszámoló az elmúlt hónapról, amely a csapadék, léghőmérséklet, folyóink mederteltsége, vízhozama, talajvíz, tározók feltöltöttségi adatain keresztül mutatja meg a sokéves adatokhoz viszonyított havi értékek változását. Készítek éves beszámolókat, tanulmányokat, amelyekben évek óta kimutatom a klímaelemek változását. legszembetűnőbb közülük a léghőmérsékletek pozitív anomáliája volt a sokéves értékekhez viszonyítva, de a hőségnapok számának drasztikus megsokszorozódása (napi maximum $\geq 30^{\circ}\text{C}$) talán a számunkra legkedveltebb mutató.

Dolgozatom elején az éghajlatváltozás lehetséges okait szeretném feltárni, röviden megjelölöm azokat a tényezőket, amelyek nyomán a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság vízirajzi adataiban aggasztó mértékű változások mutatkoztak meg már az ezredfordulótól kezdődően.

A klímaváltozás három fő okra vezethető vissza:

- az éghajlat folytonos, lassú változása
- természeti külső tényezők
- antropogén jellegű hatások

Az általános klímaváltozás bemutatása után kizárólagosan a Vízirajzi és Adattári Osztály adatain keresztül kísértem végig a légköri felmelegedést az ezredfordulótól napjainkig, a hatását a talajvízszintek csökkenésére öblözetenként, majd a Tiszán és a Szamoson a középvizek és kisvízszintek csökkenését is ábrázoltam. Végül röviden felsoroltam Igazgatóságunk intézkedéseit az aszályhelyzetben.

Kulcsszavak: Felső-Tisza, klímaváltozás, aszály, éghajlatváltozás, aszályindex

BEVEZETÉS

Az éghajlat változása globális méretű természetes folyamat, amelyet a klímamodellek futtatásával igazoltak. Nem térek ki az El-Niño jelenségre, mivel jelenléte elsősorban a kis földrajzi szélességi körök mentén érzékelhető. Minket leginkább az Európa éghajlatát befolyásoló Észak-Atlanti Oszcilláció érint, amely az azori anticiklon és az izlandi ciklon légnyomásainak különbsége. Mikor nagy a légnyomáskülönbség, az erős nyugati áramlás hűvös nyarat és enyhe telet hoz, átlag feletti csapadékokkal.

A természeti külső tényezők: a napsugárzás, a napállandó ingadozása, a vulkánkitörések elsődleges hatásaként a felszínre érkező rövidhullámú sugárzás gyengülése miatt a felszín közelében csökken a hőmérséklet, míg a sztratoszférában emelkedik.¹

A Nyíregyházán megrendezésre került idei Víz világnapi rendezvény szakmai egyik előadásában dr. Bartholy Judit professzor asszony, a Magyar Tudományos Akadémia doktora az éghajlatváltozás fő felelősének az embert jelölte meg.

A globális felmelegedés legfontosabb oka az üvegház hatású gázok nagymértékű kibocsájtása, amelyhez társul az erdőirtás, a mezőgazdasági földhasználat illetve az állattenyésztés (legfőképpen a szarvasmarha).²

A helyzet súlyosságát felismerve az EU és valamennyi tagállama aláírta és megerősítette a Párizsi Megállapodást. Az uniós országok megállapodtak abban, hogy az EU-t 2050-re az első klímasemleges gazdasággá és társadalommá formálják.

A megállapodásban előírtaknak megfelelően az EU 2020 vége előtt benyújtotta hosszú távú kibocsátás-csökkentési stratégiáját, és vállalta, hogy az uniós kibocsátásokat 2030-ra az 1990-es szinthez képest legalább 55%-kal csökkenti.

Mi a Párizsi Megállapodás?

Az éghajlatváltozás olyan globális méretű probléma, amely ellen a világ összes országának egymással együttműködve kell küzdenie. Ezért a világ vezetői 2015-ben új célokat fogadtak el az éghajlatváltozás elleni küzdelem terén.

A Párizsi Megállapodás a globális felmelegedés korlátozására irányuló cselekvési tervet tartalmaz. Ennek főbb elemei a következők:

- hosszú távú célkitűzés – a kormányok abban állapodtak meg, hogy a globális éves átlaghőmérséklet emelkedését az iparosodást megelőző szinthez képest jóval 2 °C alatt tartják, és erőfeszítéseket tesznek annak érdekében, hogy az emelkedés mindössze 1,5 °C legyen
- hozzájárulások – a párizsi konferencia előtt és alatt a részt vevő országok a kibocsátásuk csökkentését célzó átfogó nemzeti éghajlat-politikai cselekvési tervet (ún. nemzetileg meghatározott hozzájárulást (NDC)) terjesztettek elő
- ambíció – a kormányok vállalták, hogy öt évenként közzéteszik cselekvési terveiket, és minden egyes tervben egyre ambiciózusabb célokat tűznek ki
- átláthatóság – az átláthatóság és a felügyelet jegyében az országok vállalták, hogy tájékoztatják egymást és a nyilvánosságot arról, hogy miként halad a kitűzött célok elérése
- szolidaritás – az EU tagállamai és más fejlett országok továbbra is hozzájárulnak majd az éghajlatváltozás elleni küzdelem finanszírozásához a fejlődő országokban, mind a kibocsátások csökkentése, mind pedig az éghajlatváltozás hatásaival való megbirkózás-hoz szükséges reziliencia kialakítása érdekében³

Miután bemutattam a klímaváltozás főbb okait, valamint a légköri felmelegedés ellen meghozott globális méretű intézkedési terveket, kövessük nyomon, hogy a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi

¹ Éghajlatváltozás okai - Éghajlatváltozás - met.hu

² A klímaváltozás okai: milyen hatással van a globális felmelegedés a földi időjárásra? (penzcentrum.hu)

³ Az éghajlatváltozásról szóló Párizsi Megállapodás - Consilium (europa.eu)

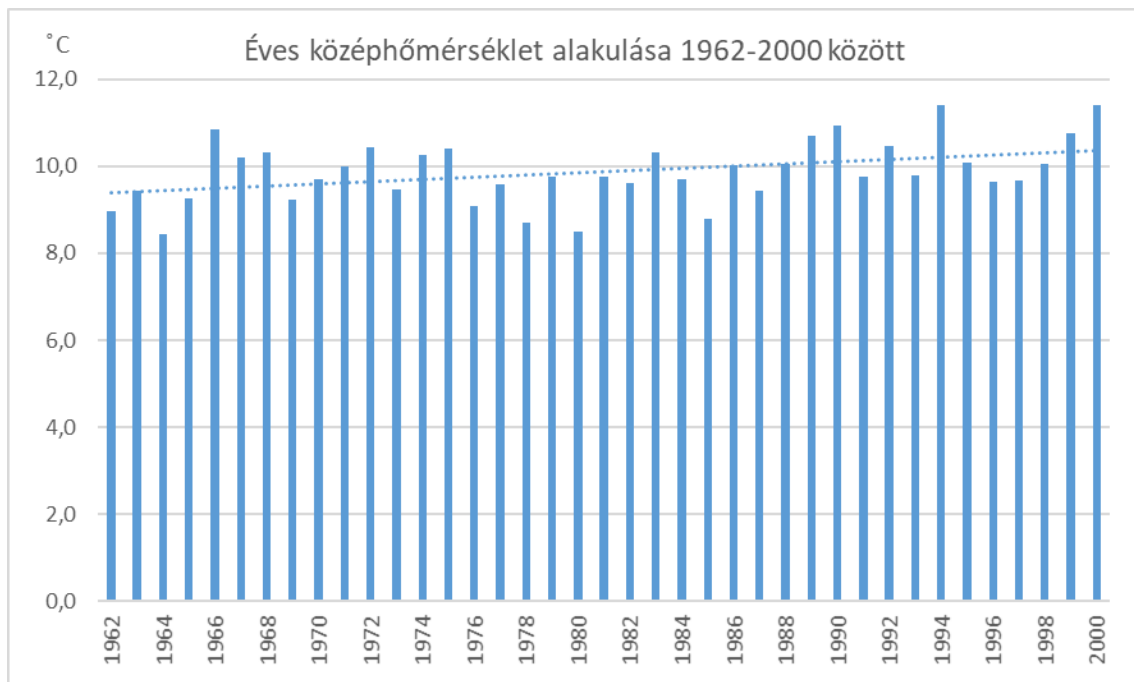
Igazgatóság illetékességi területén a hidrometeorológiai elemek változásán keresztül miként ment végbe az éghajlatváltozás az ezredforduló óta.

Tapasztaltunk rendkívüli hó-felhalmozódást, nagy mennyiségű és nagyon kevés csapadékot, illetve nagy hőmérsékleti anomáliákat is. Voltak évek, mikor tavasszal a hóolvadás és a heves esőzések következtében árvíz ellen kellett védekeznünk, a nyárelőn pedig a lokálisan kialakuló viharok okoztak problémákat. Nyár végén és ősszel az utóbbi években száraz és meleg időszakokat tudhattunk magunk mögött, melynek következtében folyóinkon kisvízi állapotok uralkodtak. Az aszályos időszakok miatt több csatorna medre kiszáradt, illetve a talajvízállások is jelentősen csökkentek, folyóinkon új LKV szinteket rögzítettünk.

LÉGHŐMÉRSÉKLET

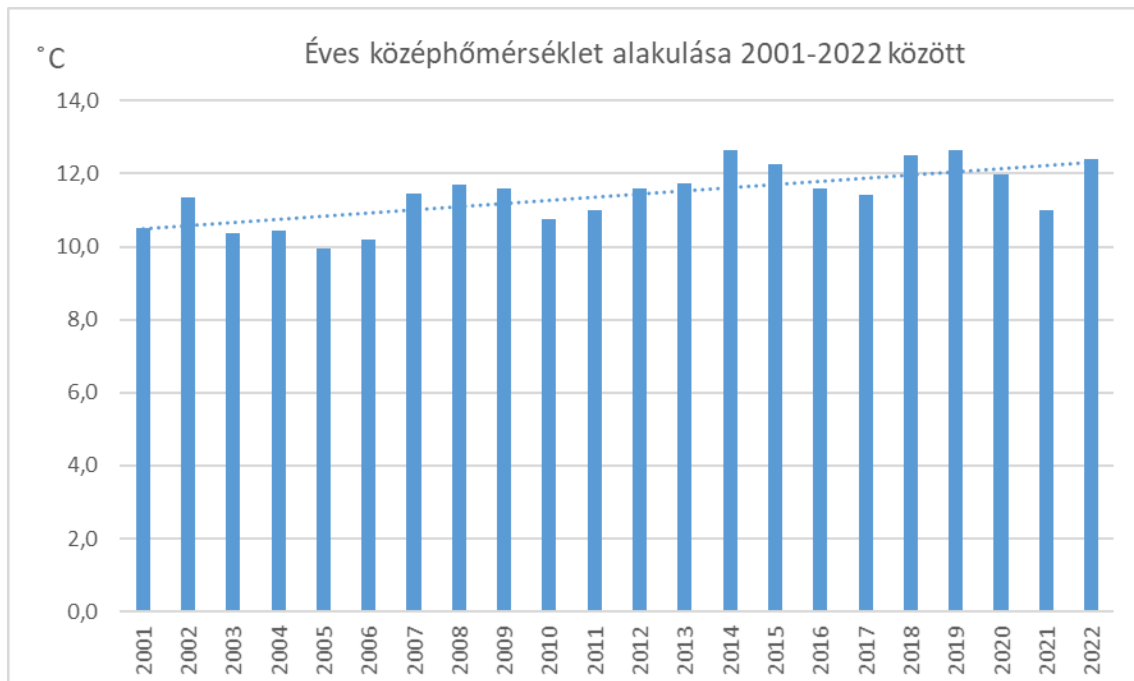
A léghőmérséklet a levegő hőállapotát kifejező fizikai alapmennyiség, egysége °C.

A FETIVIZIG területén 1962 óta mérünk léghőmérsékletet. Az alábbi diagram az észlelés kezdetétől az ezredfordulóig mutatja az éves átlagos léghőmérsékletek alakulását. Már ebben az időintervallumban, a harmadik ipari forradalom (1918-1990) idején is kimutatható a lassú felmelegedés, a trendvonal szerint 1 °C -os volt a változás. Ebben az időintervallumban 9,9 °C volt a sokéves átlagos hőmérséklet, amely másfél fokkal alacsonyabb a 2001-től napjainkig mért átlagtól (11,4 °C).



Jelenleg a negyedik ipari forradalom idejét éljük, amit az IoT, Dolgok Internete (Internet of Things) korának is neveznek. Az IoT a hálózatba kapcsolódó (okos) eszközök valamilyen fokon automatizált „okosrendszerét” jelenti. A dolgozatom elején feltárt okok miatt az alábbi diagramon leolvasható drasztikusnak mondható felmelegedés következett be az ezredforduló után. Két évtized alatt közel 2 °C-ot emelkedett az átlagos középhőmérséklet. Az is szembetű-

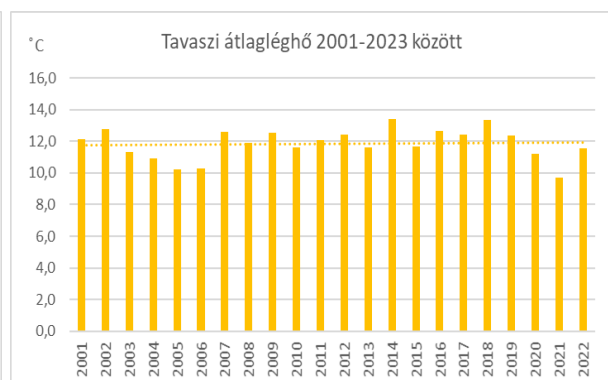
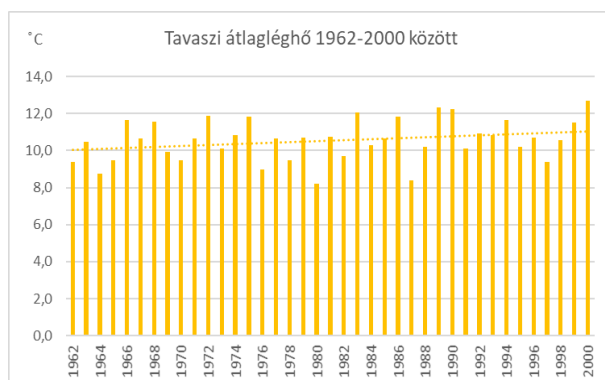
nik a két diagramot vizsgálva, hogy a korábbi periódusban 12 °C fölé egyik évben sem emelkedett az éves középhőmérséklet értéke. Az utóbbi húsz évben öt alkalommal volt az éves középhőmérséklet 12°C felett.



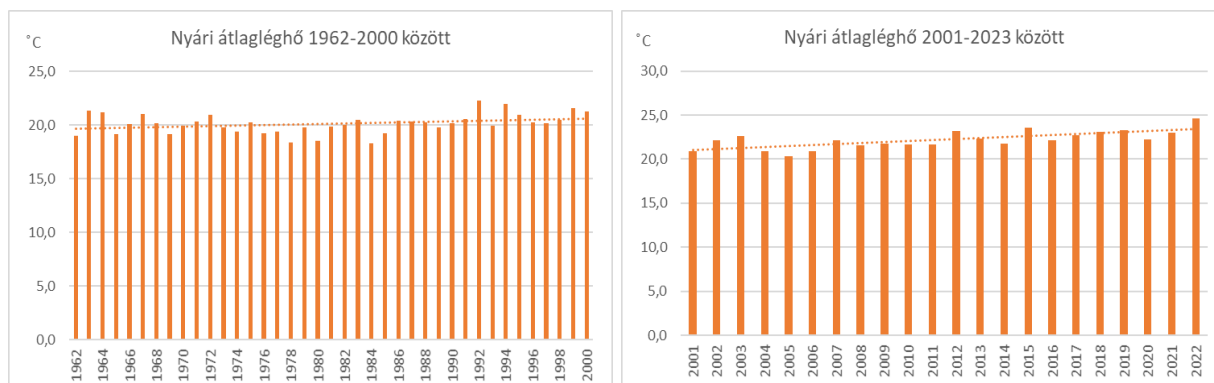
Az ezredforduló után nem volt olyan év, amikor az átlagos léghőmérséklet az addigi sokéves átlag, a 9,9 °C-os korábbi átlag alá esett volna. A legmelegebb év a 2019-es volt 12,7 °C-kal, aztán következett a 2014-es 12,6 °C-kal, majd a 2010-es 12,5 °C-kal, a 2022-es év 12,4 °C-kal, a 2015-ös év az ötödik legmelegebb év lett az észlelések kezdete óta 12,3 °C-kal. A felsorolt léghőmérsékleti értékek 1-1 tizeddel vannak lemaradva az előttük lévőhöz viszonyítva.

Éves viszonylatban tehát a fent megjelölt mértékű volt a hőmérsékleti anomália, de érdemes évszakok szerint is megvizsgálni az eltéréseket.

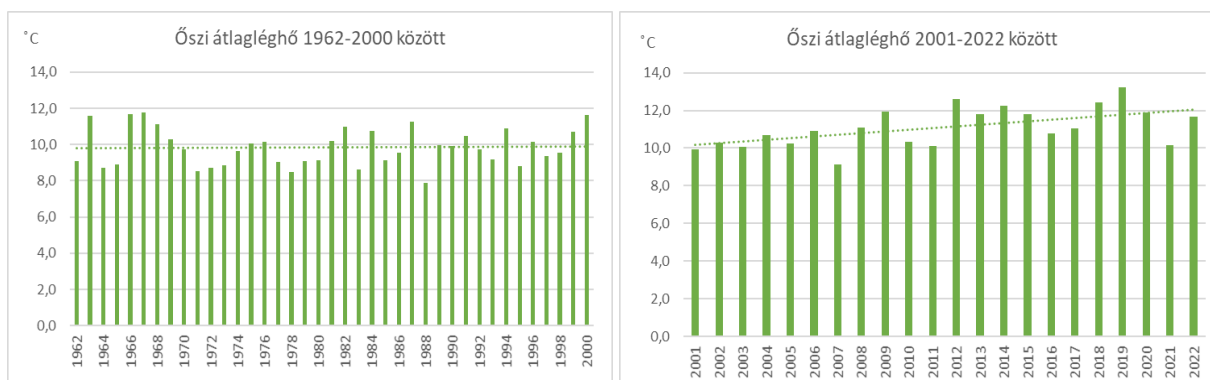
Tavasszal a sokéves diagram 1962-től 2022-ig átlagosan 2 °C-os felmelegedést mutat. Ha külön vizsgáljuk a 2001 előtti időszakot, 10,6 °C-os átlagos léghő 11,8 °C-ra melegedett az utóbbi két évtizedben, ez 1,2 °C-os pozitív anomáliát tükröz. Az ezredforduló után a trendvonal nem emelkedett, a 12 °C-os érték körül mozgott, az utóbbi évek közül 2021-ben volt csak 10 °C alatt.



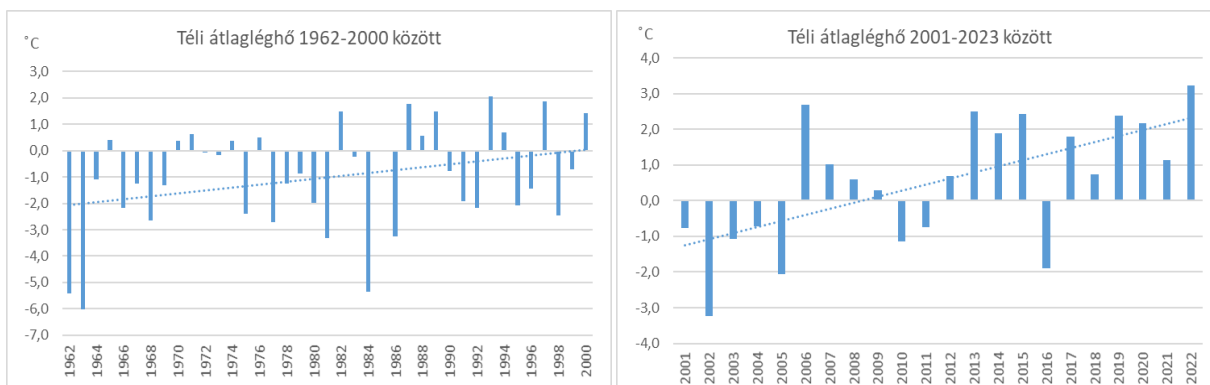
Nyáron a sokéves diagram 1962-től 2022-ig átlagosan 3 °C-os felmelegedést mutat. Ha külön vizsgáljuk a 2001 előtti időszakot, 20,1 °C-os átlagos léghő 22,2 °C-re melegedett az utóbbi két évtizedben, ez 2,1 °C-os pozitív anomáliát tükröz. A tavaszi diagram trendvonalához viszonyítva erőteljes az utóbbi két évtized nyári átlaglégőire fektetett trendvonal. Jó látszik, hogy nyaranta egyre melegebb van, itt a közel 3 °C-os emelkedés leolvasható.



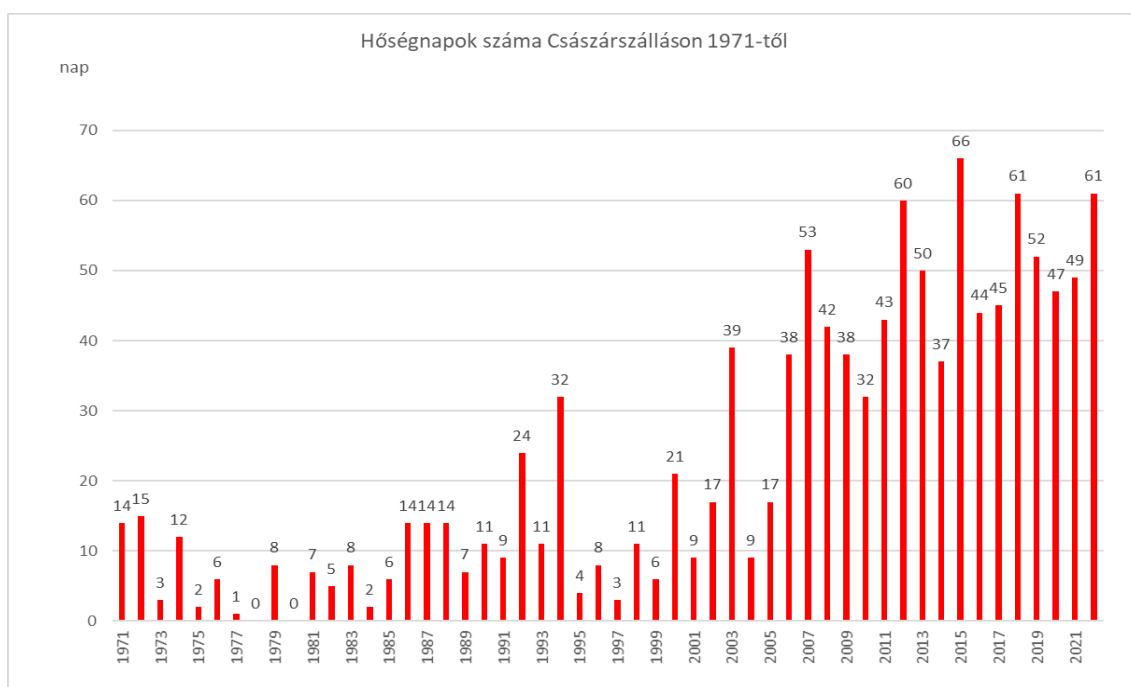
Ősszel a sokéves diagram 1962-től 2022-ig átlagosan 2 °C-os felmelegedést prezentál. Ha külön vizsgáljuk a 2001 előtti időszakot, 9,8 °C-os átlagos léghő 11,1 °C-re melegedett az utóbbi két évtizedben, ez 1,3 °C-os pozitív anomáliát tükröz. A drasztikus két fokot emelkedő trendvonal az utóbbi húsz évben látványosan mutatkozik.



Télen a sokéves diagram 1962-től 2022-ig átlagosan 3 °C-os felmelegedést mutat. Ha külön vizsgáljuk a 2001 előtti időszakot, -1 °C-os átlagos léghő 0,5 °C-re melegedett az utóbbi két évtizedben, ez 1,5 °C-os pozitív anomáliát tükröz. Az utóbbi két évtized átlagos léghőmérsékleteit ábrázoló diagram meglepő eredményt hozott. Tehát a tél is „melegsik”. Ez majd dolgozatomban később a hóvastagság változásánál is igazolódik.



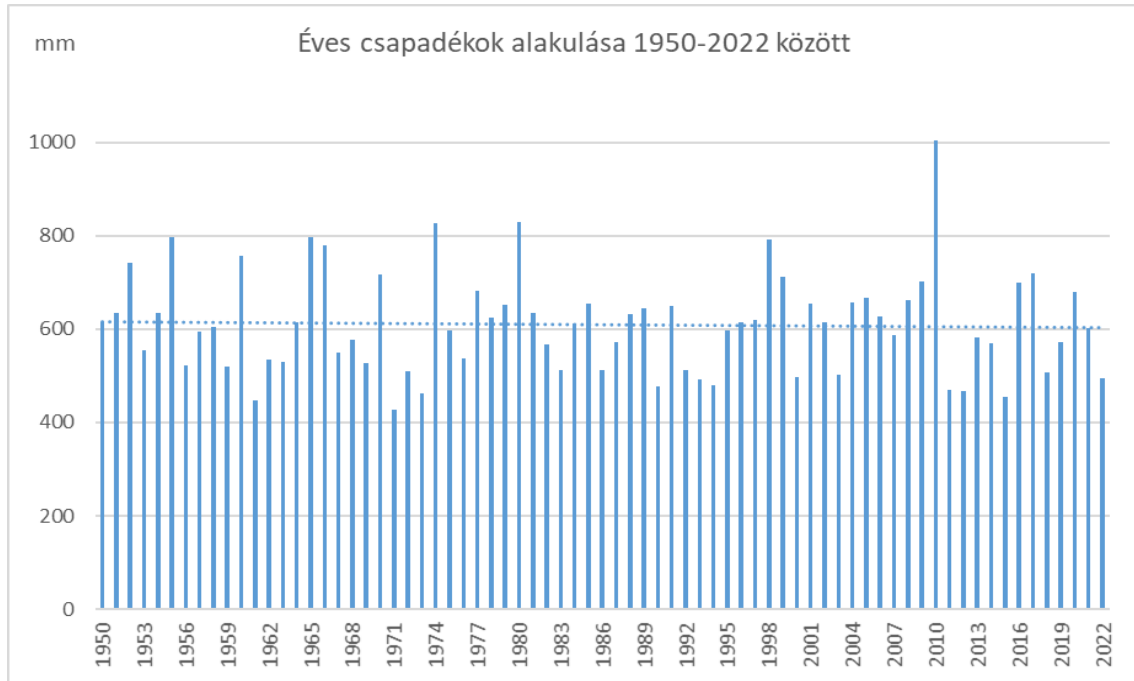
Császárszállás állomásunk adatai alapján az utóbbi két évtizedben ugrásszerűen megnőtt a hőségnapok száma 1971 és 2000 között átlagban 9 hőségnapot (napi maximum $\geq 30^\circ\text{C}$) regisztráltunk, ez az érték 2001-2022 között az átlag 41 napra nőtt. A következő diagram a hőségnapok éves számának drasztikus növekedését mutatja az észlelés kezdetétől napjainkig. 2006 óta minden évben 30 napnál is több hőségnapot regisztráltunk. Sőt, az utóbbi évtizedben négy évben is előfordult, hogy 60, vagy annál több napon volt 30 fok felett a napi maximum, ez már két hónapnak felel meg. Ez is a klímaváltozás egyértelmű fokmérője.



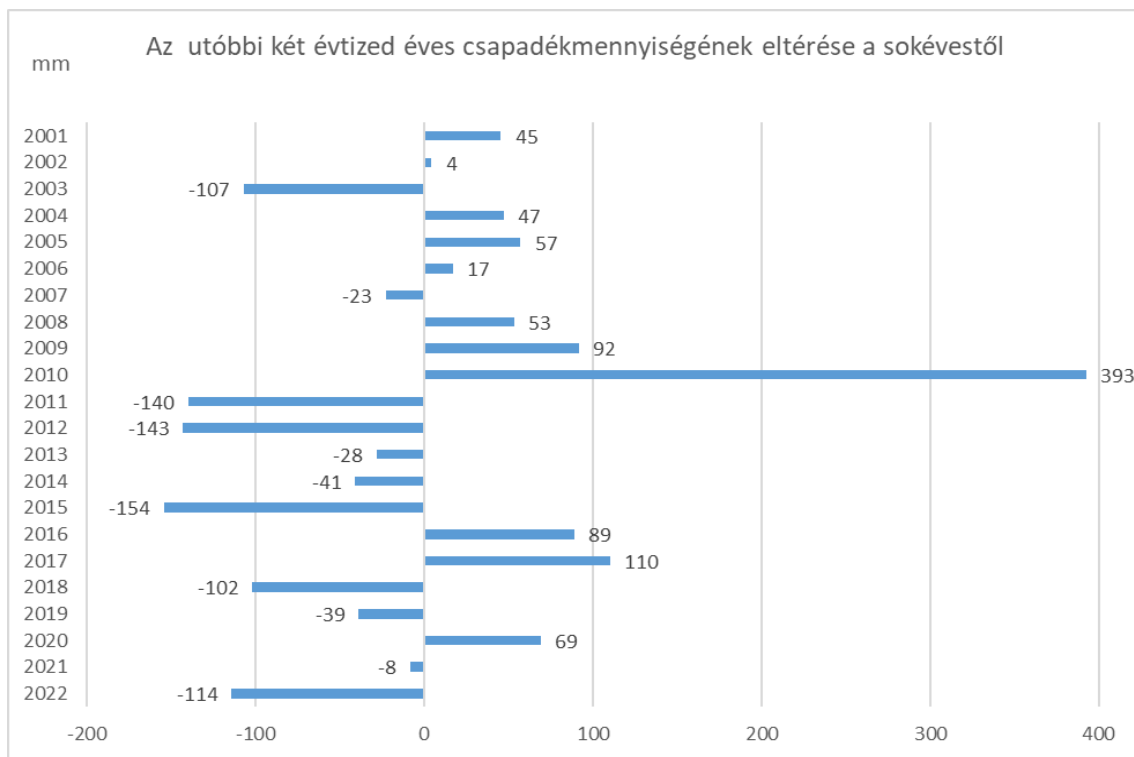
CSAPADÉK

A csapadék időbeli és térbeli eloszlásában trendszerűséget nem tudunk felfedezni. Vannak évek, időszakok mikor az éves mennyiség nem éri el a sokéves átlagot (610 mm), aztán fordul a kocka és a csapadéktöbblet árhullámok formájában vonul le a vízgyűjtőnkön. Ezért is nagy az árvízi előrejelző rendszer fontossága, a Felső-Tiszán szó szerint mindenre fel kell készülni. A gyorsan levonuló villám árvizekre éppúgy, mint a 2022-ben megmutatkozó kritikus aszályra. Hogy a csapadékeloszlás változatosságát bemutassam, készítettem néhány diagramot.

Az első diagram a területi éves csapadékmennyiségeket mutatja be trendvonalal. Minimális csökkenő tendenciát lehet felfedezni, de inkább a változékonyság, ami szembetűnik. A 70 év során mértünk nagyon kevés csapadékot 1971-ben (427 mm-t), vagy nagyon sokat 2010-ben (1003 mm-t).



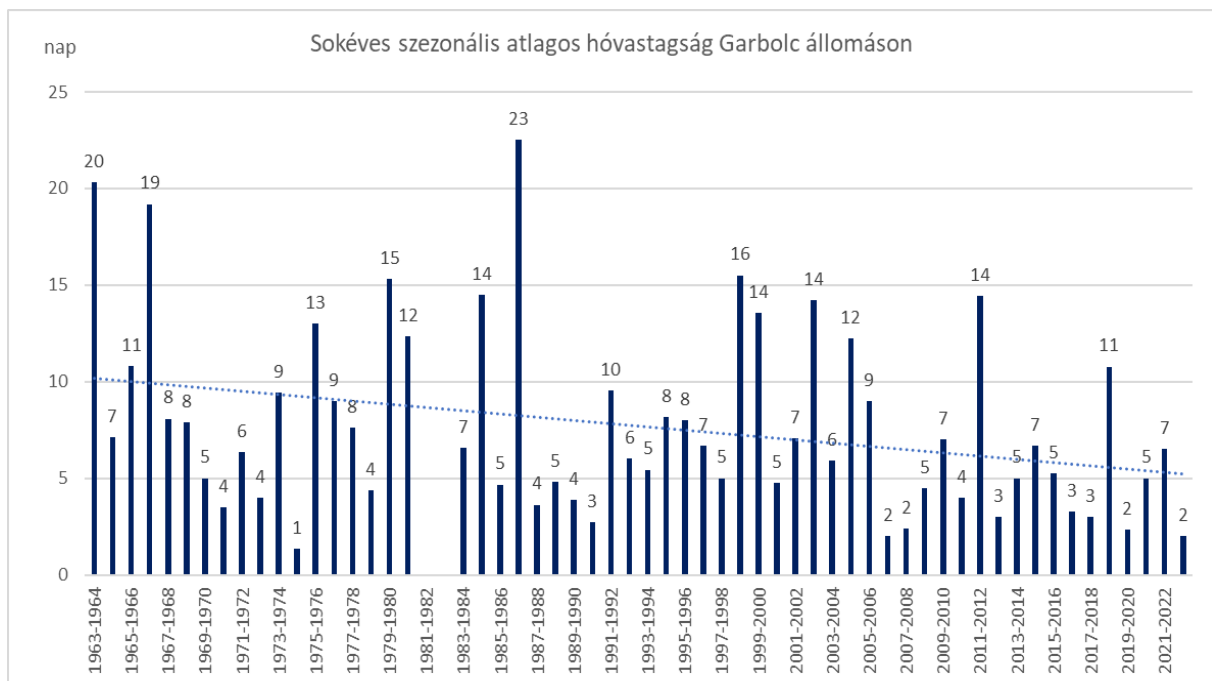
A következő diagram az éves csapadékmennyiség anomáliáit tükrözi a sokéves átlaghoz viszonyítva. Érdekes, hogy mi év végén mindig meghatározzuk, hogy csapadékban gazdag



vagy szegény év volt, de most a 20 évet ha összesítjük 77 mm-t kapunk, tehát az átlag jó. Ha kivesszük a számításból a 2010-es rendkívül csapadékos évet, a mérleg rögtön negatív irányba billen és -316 mm-t mutat, ami egy csapadékszegény év összegéhez közelít. Nem is ez mutatja a klímaváltozást, hanem az időbeli és térbeli változékonyság. Jellemző az utóbbi években, hogy csapadék nagy része záporok, zivatarok formájában hull, sokkal hosszabb a csapadékmentes napok száma, két kiadós esőzés között sokszor hetek telnek el.

HÓVASTAGSÁG

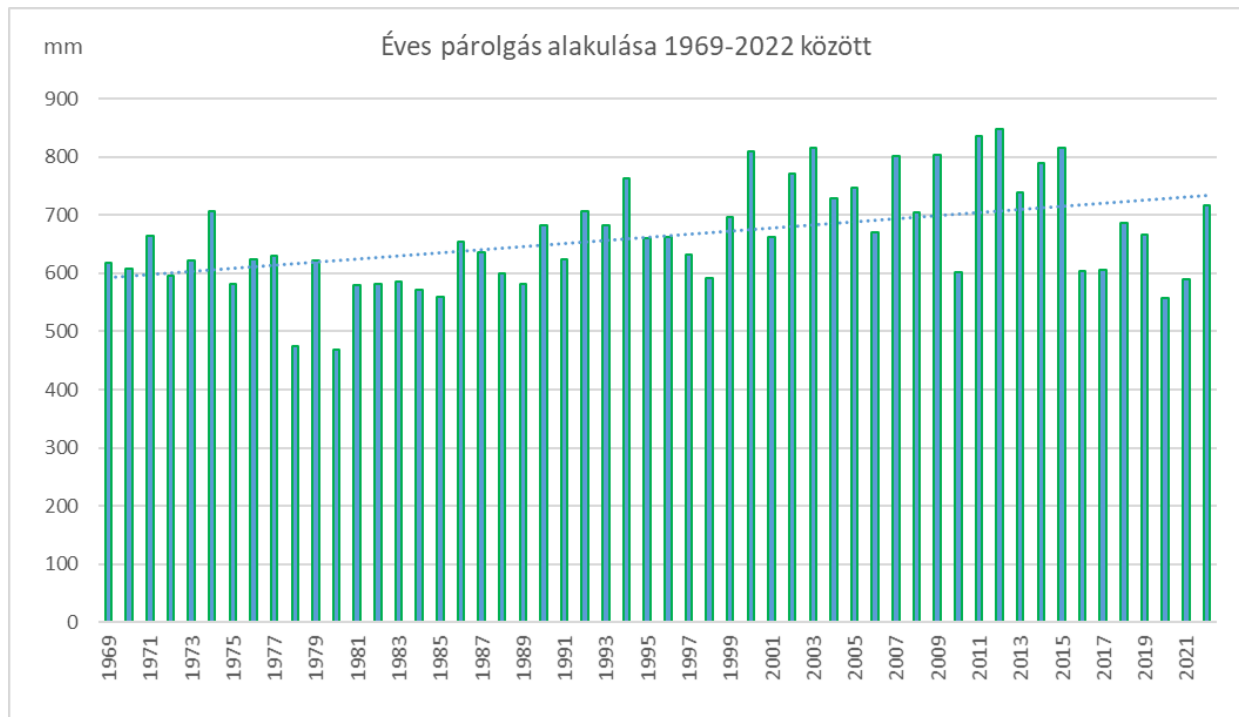
A légköri felmelegedés az évszakok közül télen a legerősebb. Ezt tükrözik a sokéves hóadataink is. A sokéves szezonális átlagos hóvastagságokat az ezredforduló előtt és után átlagoljuk, 9 cm illetve 6 cm az eredmény. Az értékek a mért hóvastagságok átlagai, a hómentes szezonokkal, hónapokkal nem számoltam. Az utóbbi két évtizedben csökkent a hótakarós napok száma is. Garbolc állomásra azért esett a választásom, mert folytonos adatsorral rendelkezik, a változás az adatokban jól nyomon követhető. Mértünk nagyobb hóvastagságokat is a területen, például 1999 februárjában Szabolcsveresmarton 82 cm-t, de ez is az ezredforduló előtt történt.



PÁROLGÁS

A párolgás mérése a területünkön három műszerkertben történik. Ezek közül Vámosoroszi állomáson, az év vegetatív periódusában (IV-X. hónapban) „A”-típusú mérőkádban történik a párolgás mérése. A területre jellemző párolgás adatokat az állomás 1969- 2022 közötti adatsora alapján határozzuk meg. A mért értékek a szabad vízfelület párolgását jelölik állandó víz jelenlétében.

Az alábbi diagram jól mutatja a légköri felmelegedés következtében bekövetkezett párolgás emelkedésének a mértékét. Számszerűen: az ezredforduló előtt 627 mm volt az éves párolgás a tenyészidőszakban, utána 716 mm.

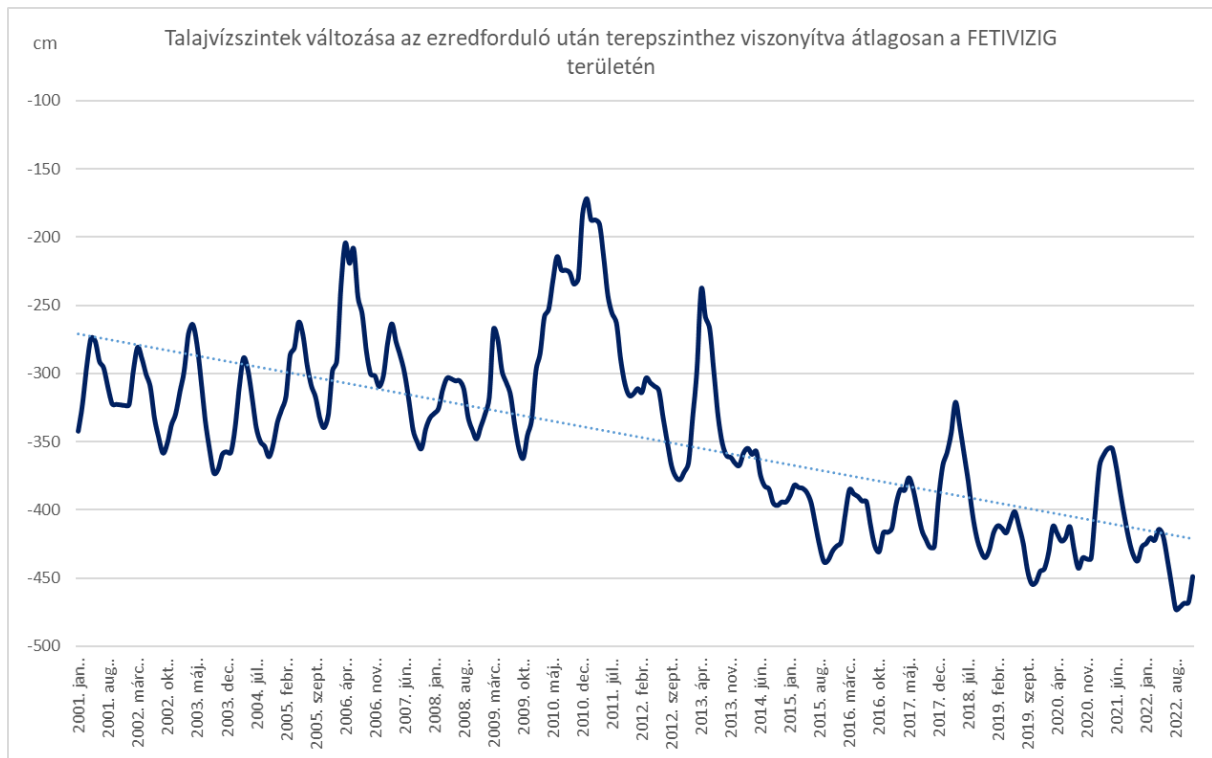


TALAJVÍZ

Területünkön évek óta gondot jelent a talajvízszint süllyedése. Ez a folyamat az elmúlt 30 évben szinte folyamatos volt. Ezt a recessziót valamelyest enyhítették a belvizes helyzetek, azonban a már-már szokásosnak mondható nyár eleji csapadékszegény időjárás miatt vízutánpótlás hiányában minden évben folytatódott a talajvízszint süllyedése. Érdekes ezen elgondolkozni, az utóbbi évekre ha visszatekintünk nagy hófelhalmozódás nem volt a FETIVIZIG területén, így nem volt biztosítva az a lehetőség, hogy a hó lassú olvadásával a víz beszívárogjon tavasszal a kiolvadt talajrétegbe. Volt néhány árvíz, de akkor is inkább a Kárpátok magasabb területein regisztráltak nagy csapadékot. Azok a területi nyári záporok, amikor 100 mm közeli párórás csapadék leesik pontszerűen a területen, nem segít a kialakult helyzetben. Hiába „van meg” év végén a sokévi átlagos csapadék mennyisége, ha rendszertelen a csapadékhullás.

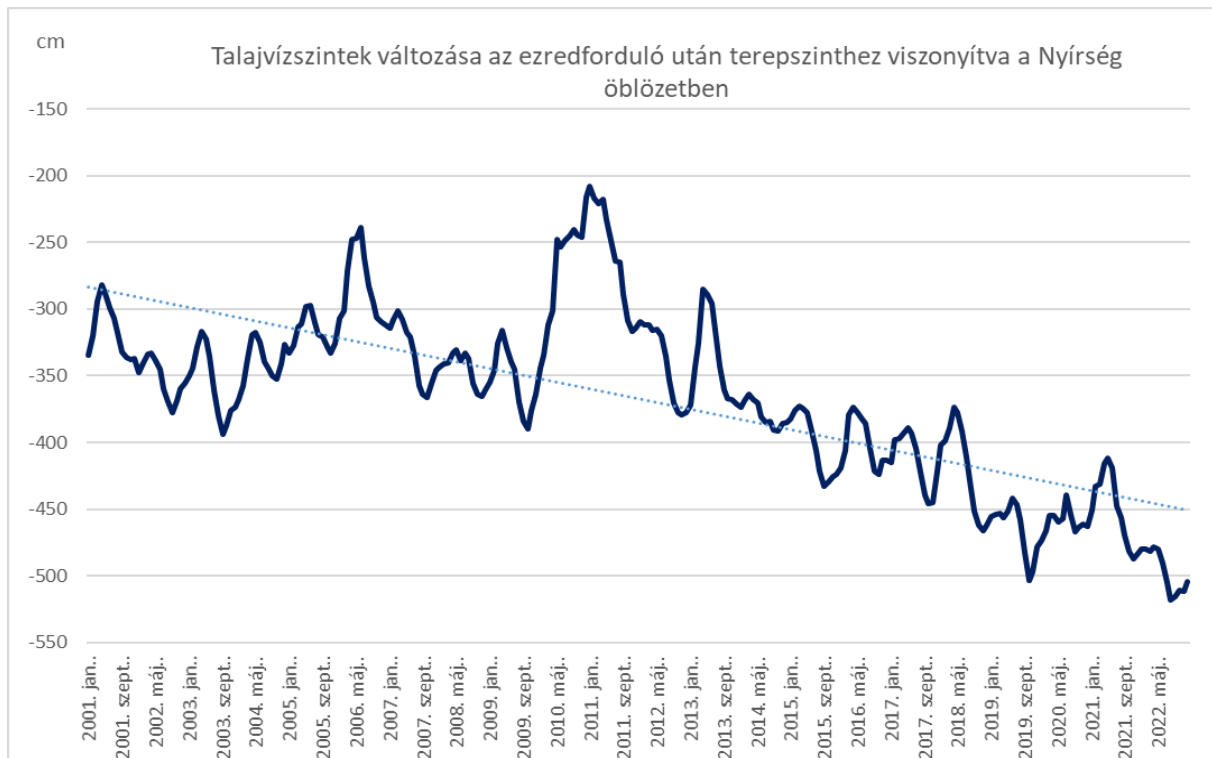
A következő ábráról leolvasható, hogy az utóbbi 20 évben közel 1,5 métert süllyedtek átlagban a talajvízszintek az Igazgatóság működési területén. Jelenleg 441 cm-en van a terepszint alatt. Legmélyebben a Felsőszabolcs öblözetben, átlagosan 515 cm-en, legmagasabban a Tisza-Szamosköz öblözetben, átlagosan 365 cm-en. A Nyírségben 496 cm-en, a Kelet-Nyír öblözetben 413 cm-en, az Ecsedi-Láp öblözetben 399 cm-en illetve a Beregben 376 cm-en van a talajvíz a terepszint alatt. A talajtelítettség 2022. december végére átlagosan 17%-os volt, ami 21 téli-tettségi százalékkal alacsonyabb az időszakra jellemző sokéves átlagnál. Ezek területi átlagok, a 60 regisztrálóval rendelkező talajkútjaink adatai.

Tekintsük át öblözetenként a talajvízszintek alakulását az ezredforduló után.



Nyírségi öblözet

Az éghajlatváltozás következtében fellépő fokozott aszályhajlam miatt a Nyírség a kiemelten sérülékeny területek közé tartozik. Az elmúlt 20 évben a trendvonal szerint több mint 1,5 m-t

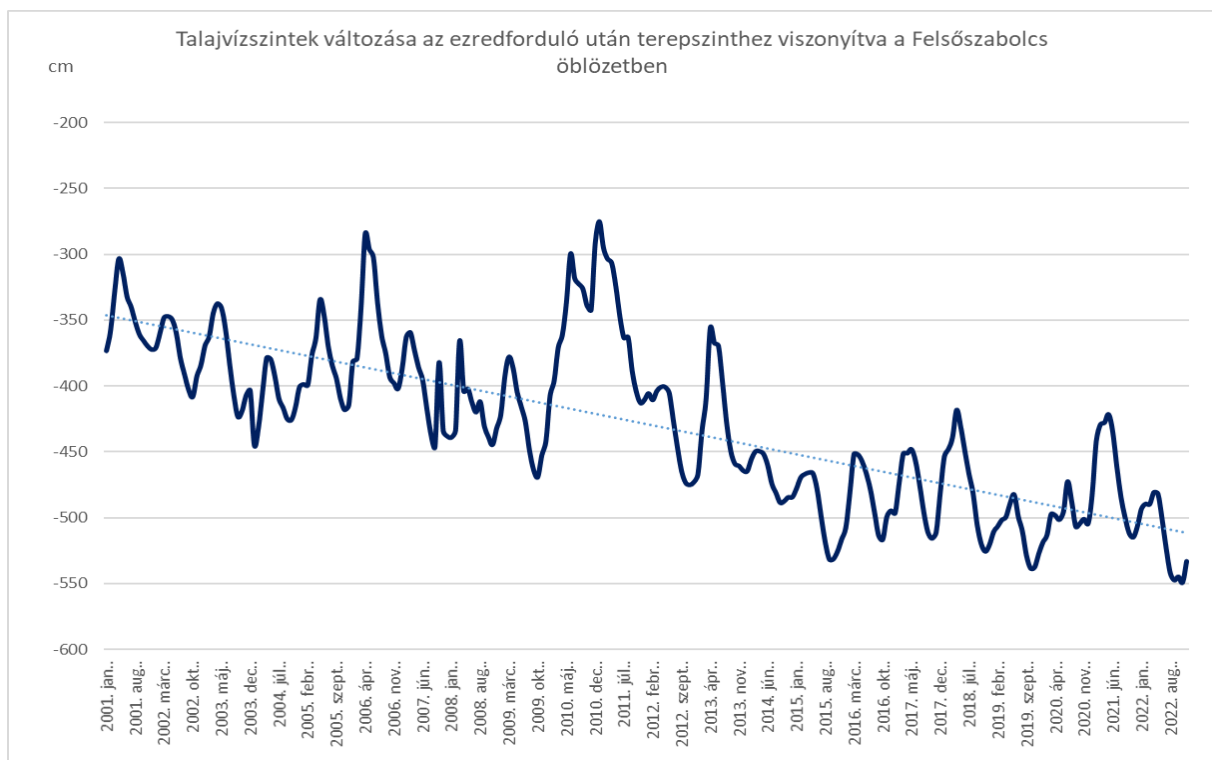


süllyedt a talajvíz szintje. Ezt havi területi átlagok alapján határoztuk meg, de vannak talajkutak, ahol ennél nagyobb süllyedés is kimutatható. A diagramon jól kirajzolódik ismét a tavaszi hóolvadás, a nagyobb csapadékok során megemelkedett talajvízszint. A klímaváltozás hatására kialakult szélsőséges időjárás nyomai láthatók.

A meredeken süllyedő talajvízszint megállítására alapvető törekvés, hogy a mezőgazdasági víz-igények elsősorban felszíni vízkészletekből kerüljenek kiadagolásra.

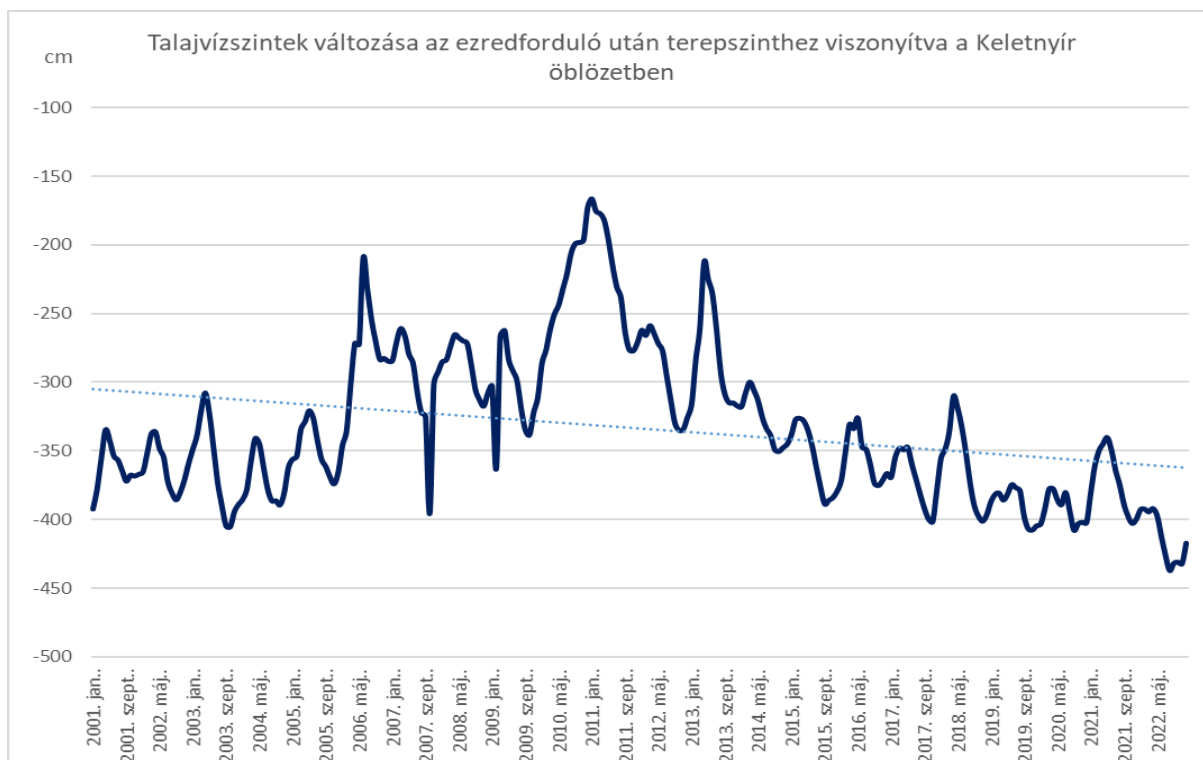
Felső-Szabolcs öblözet

Az ezredforduló utáni átlagos vízállások a Nyírséghez hasonlóan 1,5 m-es süllyedést mutatnak, bár ez a két öblözet talajtípus tekintetében eltér egymástól. A Felsőszabolcsban gyakrabban van belvíz elleni védekezés, de mióta aszály jelentéseket készítünk, azt is megfigyeltük, hogy ebben az aszályvédelmi körzetben jelenik meg leghamarabb a rendkívüli aszály.



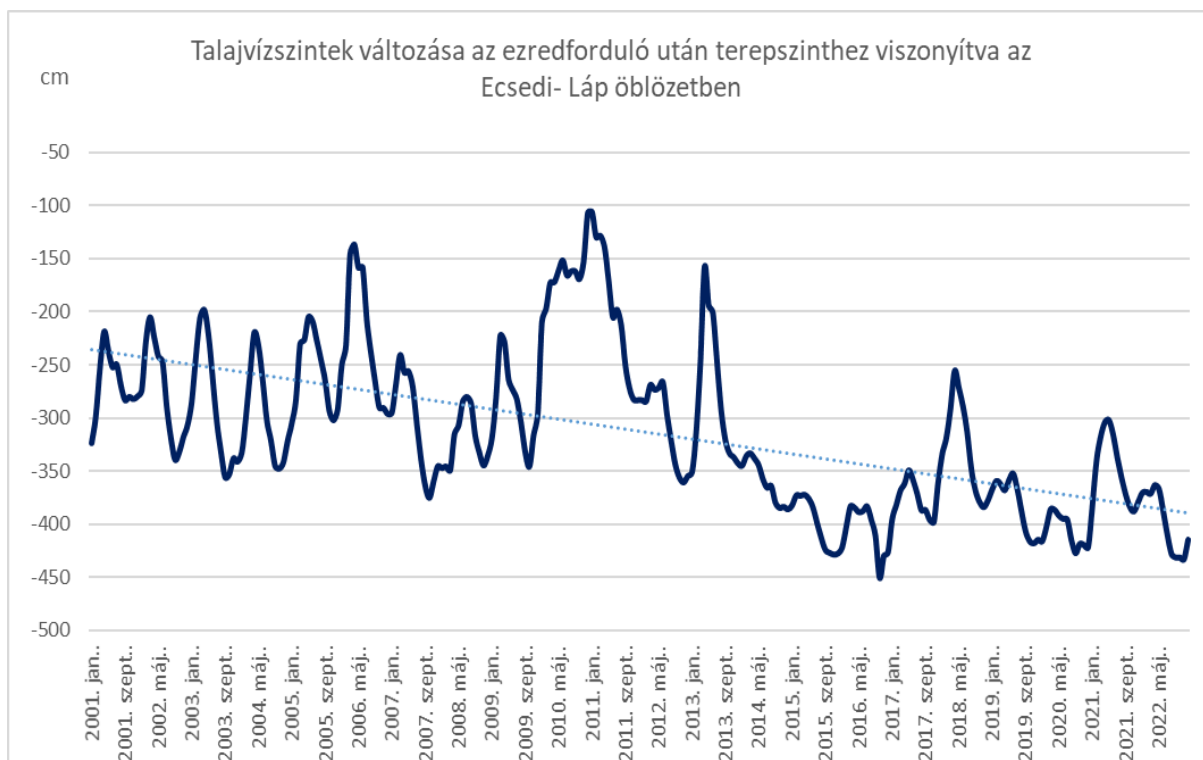
A Keletnyír öblözet

Az egyedüli a 6 öblözet közül, ahol kisebb, megközelítőleg 70 cm-es átlagos talajvízszint csökkenést mutattunk ki. Ezt a Kraszna közelségével magyarázom, továbbá, hogy mivel kisebb öblözetről van szó, kevesebb a talajkutak száma (a távmérésítés is csökkentette az adatsorok hosszát), egy - egy Kraszna közeli talajkút elviheti a tendencia irányát. A grafikonon szembe-tűnik az utóbbi néhány évben az erőteljes átlagos talajvízszint csökkenés.



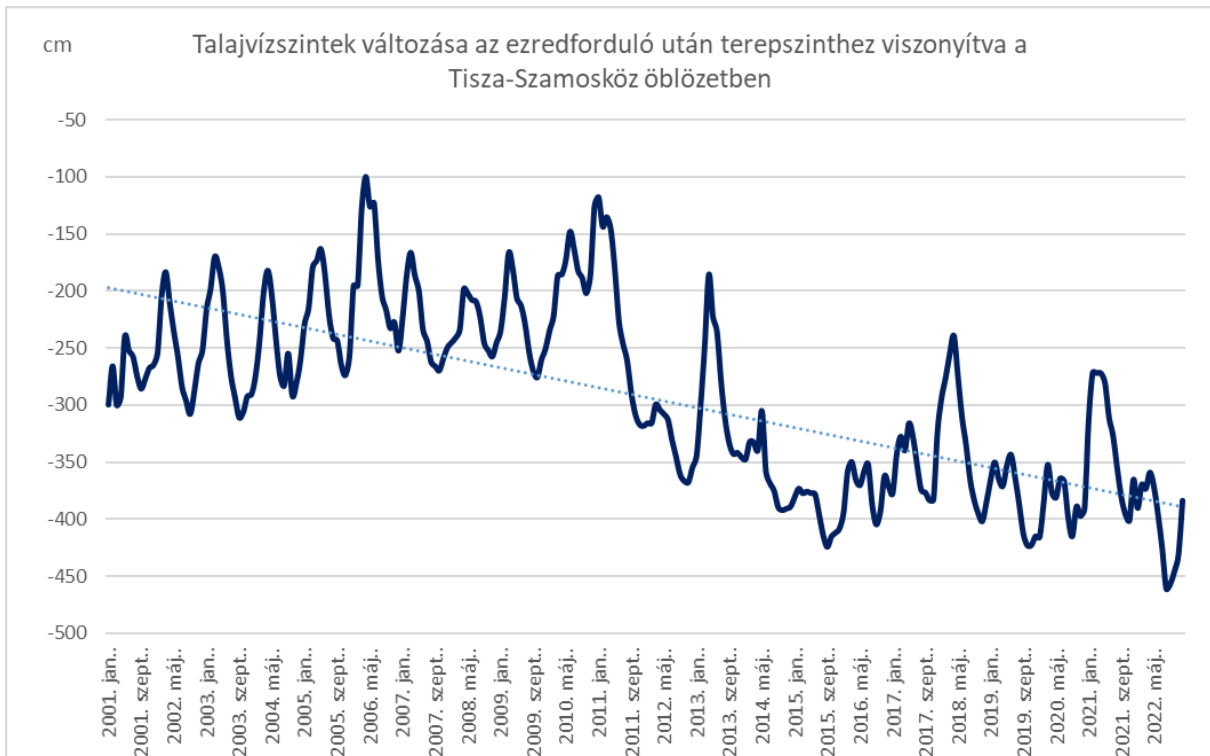
Ecsedi láp öblület

Szintén tükrözi a csökkenő tendenciát, de itt a talaj adottságok hatására hamarabb beszivárog a talajvíz. A talajvízszint süllyedés itt is másfél méter.



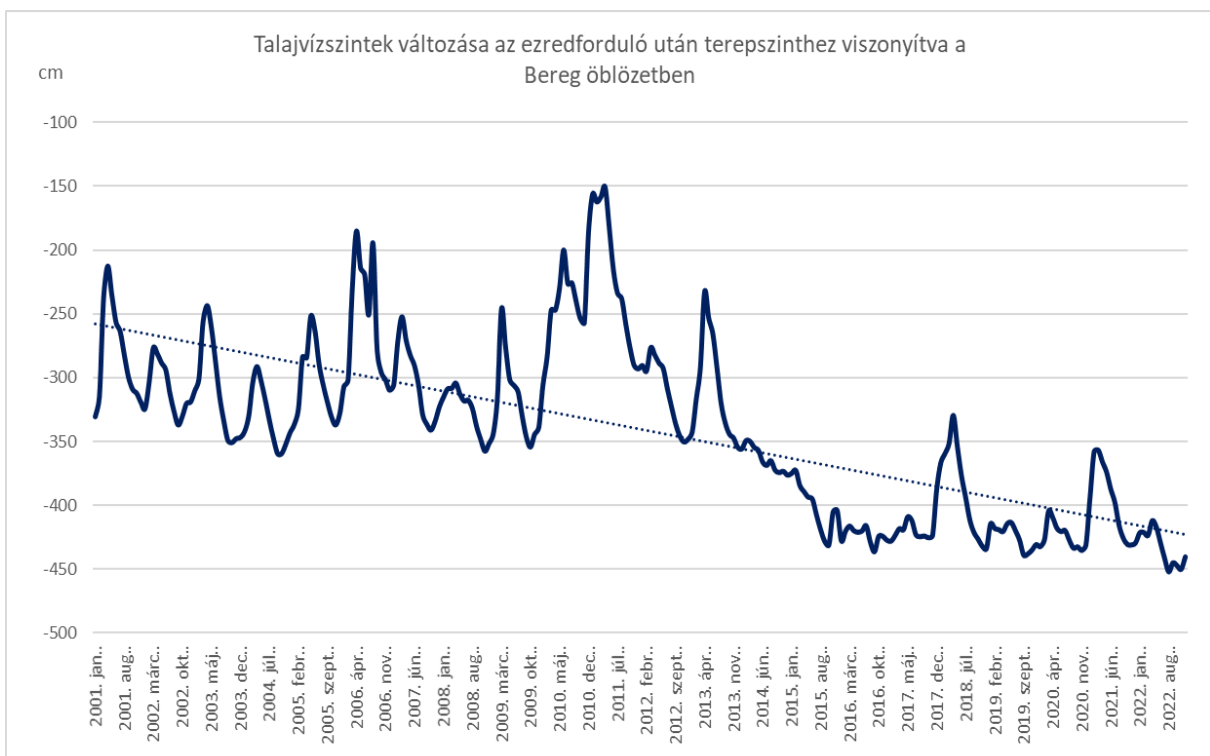
Tisza-Szamosköz öblözet

Itt is érződik a folyók közelsége, de a talajtípus is kedvezően hat a vízszintek emelkedésére a területen. A talajvízjárás esetén megfigyelhető, hogy hevesebben jár, nagyobb amplitúdókat ír le, hirtelen emelkedik és aztán hirtelen esik vissza. 20 év alatt a trendvonal közel kétméteres süllyedést mutat.



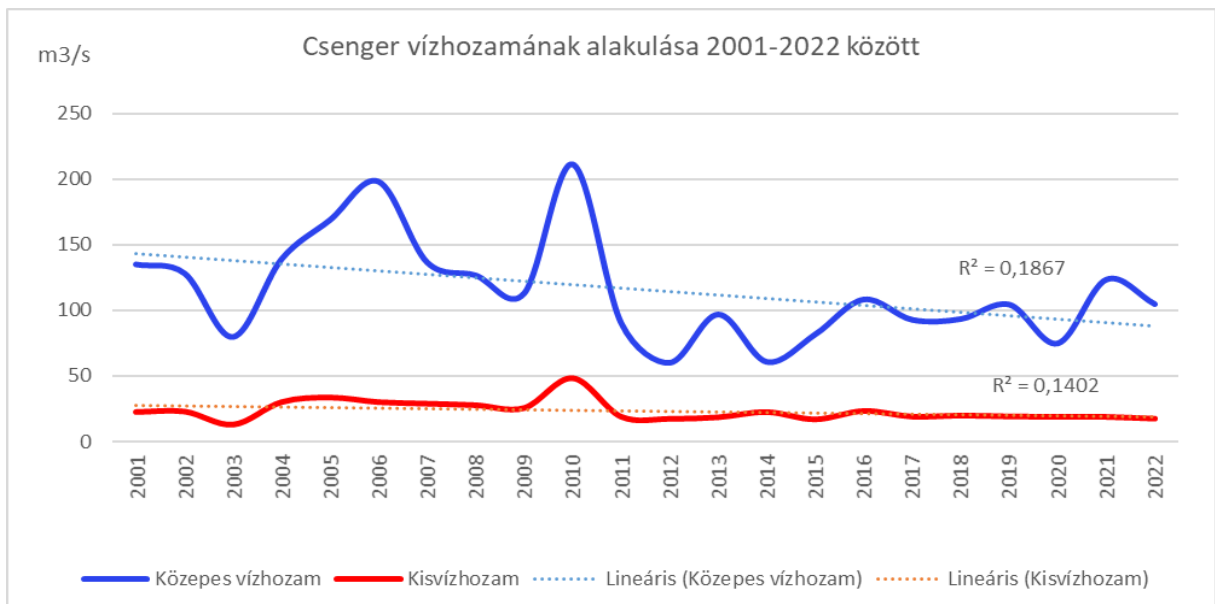
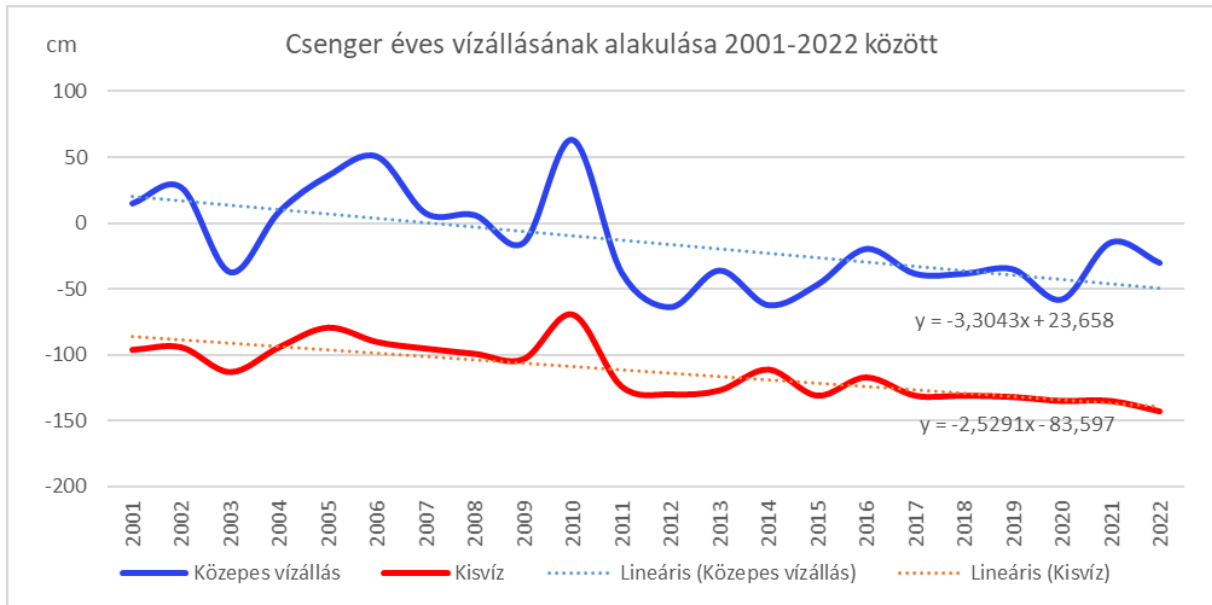
Beregi öblözet

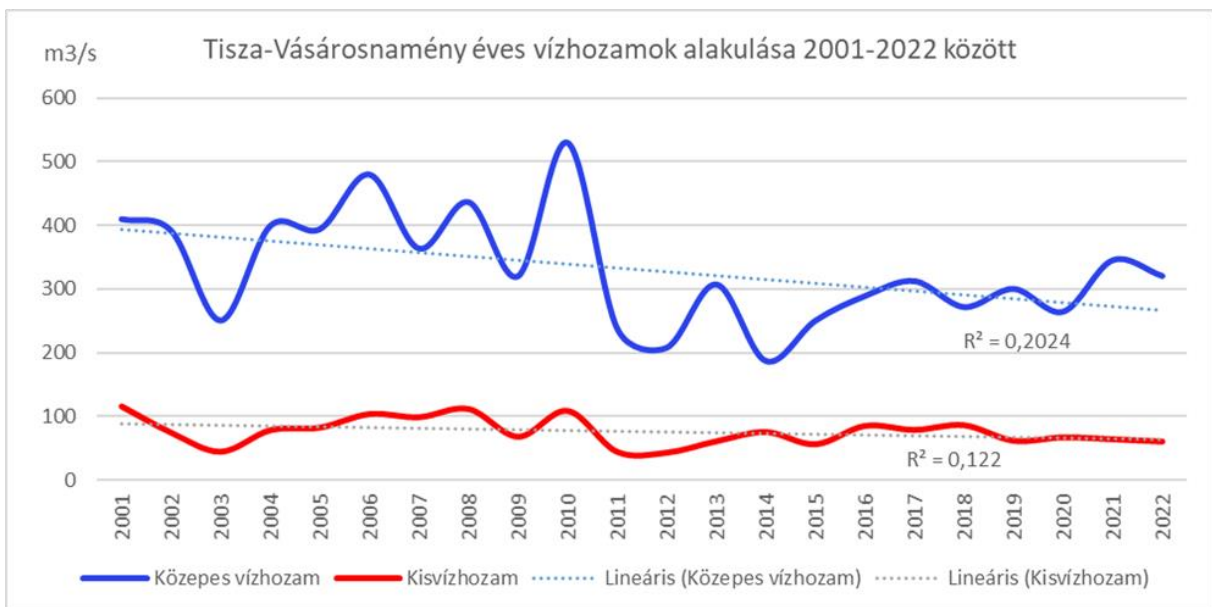
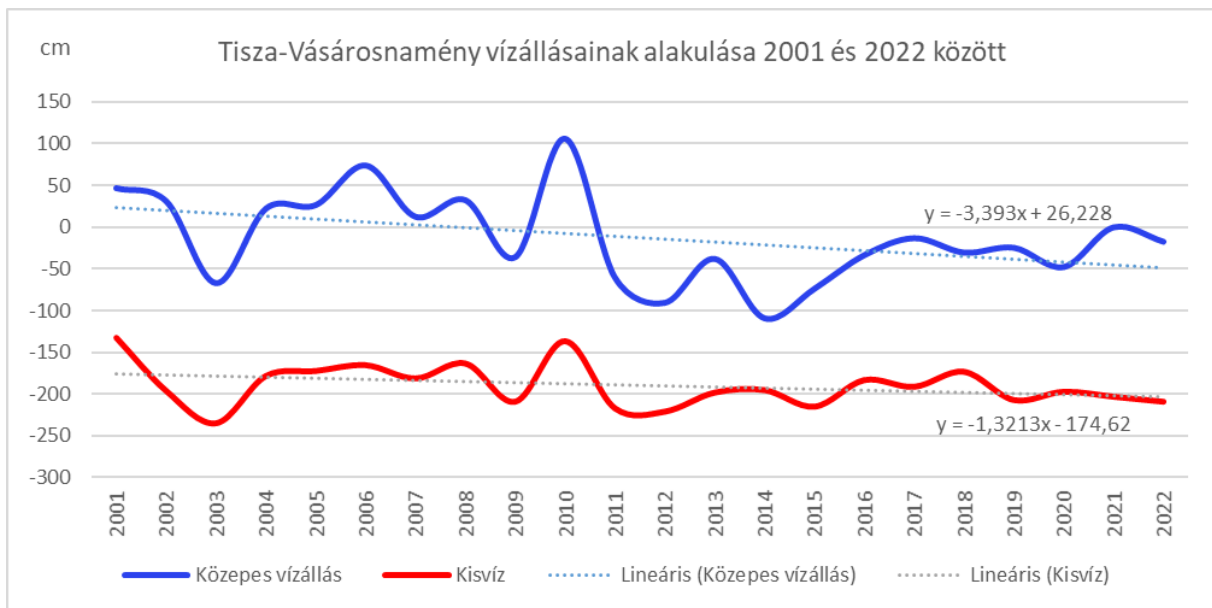
Másfél méteres talajvízszint csökkenést mutattunk ki az alábbi diagram szerint.



KISVIZEK

A következő ábráról leolvasható, hogy a középvízállás 2001-től megközelítőleg 70 cm-t süllyedt, de az éves középvízhozamok is csökkentek. 2022. július 23-án 11 cm-rel megdőlt a 2019-es LKV. Megtörtént a kisvízszint rögzítés: az új LKV -143 cm.





BEAVATKOZÁSOK

Igazgatóságunk kiemelten fontos feladatként kezeli az aszály elleni védekezést:

- Meglévő létesítményekkel, ideiglenes mederelzárásokkal csatornák medrében illetve belvíztározókban igyekszünk vizet visszatartani,
- Gravitációsan, illetve szivattyúzással az év bármely szakában törekszünk a vízpótlásra,
- Fejlesztéseket viszünk véghez a helyzet javításához (öntözési stratégia).

Reméljük, hogy a párizsi megállapodással 2030-ra elérjük, hogy az átlagos léghőmérséklet emelkedés mindössze 1,5 °C legyen. Akkor talán van esély rá, hogy a hidrometeorológiai elemek mért értékeinek tartományai visszaálljanak a „normális” kerékvágásba és gyermekeinkre, unokáinkra élhetőbb bolygót hagyjunk.