



Szőlészeti klímaindexek alakulása a múlt század elejétől a Soproni borvidék területén

Bokros Kinga és Lakatos Mónika

Országos Meteorológiai Szolgálat, bokros.k@met.hu

DOI:10.56474/legkor.2023.4.1

A Kőszegen rendezett 13. Szőlő és Klíma konferencián bemutatott anyag átdolgozása ez a tanulmány, melynek célja, hogy megvizsgáljuk a Soproni borvidék szőlészeti klímaindexének változásait az elmúlt évszázad során, különös tekintettel az éghajlatváltozás hatásaira. A módszer bármely hazai borvidékre átültethető. A Soproni borvidékre azért esett a választásunk, mert a Kőszeg környéki dűlők ehhez a borvidékhez tartoznak. A vizsgált időszak az 1901 és 2022 közötti periódus, ami lehetővé teszi számunkra, hogy hosszú távú változásokat azonosítsunk az éghajlatban, s hogy mélyebben megértsük a szőlőtermesztésre kifejtett klímahatásokat, ezáltal jobban felkészülhessünk az esetleges kihívásokra.

Evolution of viticultural climate indices from the beginning of the last century in the area of the Sopron wine region

This paper is a revision of the paper presented at the 13th Grapes and Climate Conference organized in Kőszeg. The aim is to examine the changes in the viticultural climate indices of the Sopron wine region over the last century, with particular reference to the effects of climate change. This methodology can be universally applied to any domestic wine-producing region. The choice of the Sopron wine region to be the focus area of this study is based on the fact that the vineyards surrounding Kőszeg are situated within this wine region. The study period spans from 1901 to 2022, enabling us to identify long-term climate changes and acquire a deeper comprehension of their impacts on viticulture. Such insights will better equip us to prepare for possible challenges.

Bevezetés

Az éghajlatváltozás hatásai számos területet érintenek, beleértve a mezőgazdaságot, így a szőlőtermesztést, borászatot is. Mint hagyományosan fontos szőlőtermesztő ország, Magyarország sem maradhat ki ebből a folyamatból, ezen ágazat is egyre inkább ki van téve az éghajlatváltozás kihívásainak. Ebben az írásban a huszonegy magyarországi borvidék közül azért esett a Soproni borvidékre

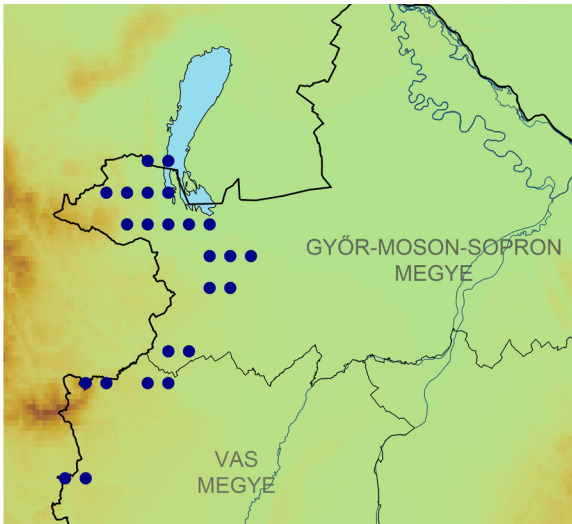
a választásunk, mert a Kőszeg környéki dűlők ennek a borvidéknek képezik a részét. A konferencia helyszín, Kőszeg városa és a „Szőlő Jövésnek Könyve” lelkiismeretes és következetes múltbeli és jelen illusztrátorai előtt szeretnénk ezzel az írással tisztelegni.

A jelen tanulmány célja, hogy feltárja a Soproni borvidék szőlészeti klímaindexének változásait az elmúlt évszázad során, különös tekintettel az éghajlatváltozás

hatásaira. A vizsgált időszak az 1901 és 2022 közötti időszak, ami lehetővé teszi számunkra, hogy hosszú távú változásokat azonosítsunk az éghajlatban, s hogy mélyebben megértsük a szőlőtermesztésre kifejlesztett klímahatásokat, ezáltal jobban felkészülhünk az esetleges kihívásokra.

Adatok és módszerek

A szőlészeti indexek számításához a MASH módszerrel homogenizált (Szentimrey, 1999, 2008) és MISH szoftverrel interpolált (Szentimrey és Bihari, 2007) minimum, maximum és átlaghőmérsékleti adatokat, valamint napi csapadékösszeget használtuk fel 1901 és 2022 között. A Soproni borvidék területére eső, illetve az azt leginkább jellemző 24 rácspontot egy sűrű, szabályos, $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ felbontású, egész országot lefedő rácshálózatról választottuk le. A kiválasztott terület az 1. ábrán szerepel. Az 1901 és 2022 között végbement változások elemzése során lineáris trendmodellt alkalmaztunk, a trend szignifikanciájára vonatkozó hipotézisvizsgálatot t-próbával végeztük $\alpha=0,05$ szignifikancia szinten.



1. ábra. A Soproni borvidékre eső rácspontok.

Számításaink két időszakra vonatkoznak, a téli nyugalmi időszakra, mely november 1. és március 10. közé tehető, valamint az április 1. és szeptember 30. közti időszakot tekintettük tenész-, vagy vegetációs időszaknak.

A szőlő növekedését, fejlődését az éghajlat, s annak változása megannyi módon befolyásolja. Bizonyos éghajlati körülmények kedveznek a peronoszpóra megjelenésének, terjedésének (Kozma, 2002), a téli nyugalmi időszakban bekövetkező extrém hideg,

vagy a nyári túlzott meleg egyaránt kedvezőtlenül hat a növény fejlődésére. A tavaszi fagyok vizsgálata is különösen fontos a szőlészet szempontjából, ellenben az átlaghőmérsékletek növekedésével a vegetációs időszak hosszabbá vált, mely kedvez a termés növekedésének, érésének (Szenteleki et al., 2012). Tanulmányunkban ezért több indexet sorra veszünk a Soproni borvidék éghajlati jellemzéséhez, vizsgálva a különböző faktorokat, veszélyeket, valamint az éghajlat változásának pozitív és negatív hozadékait. A továbbiakban ezen mutatókat tekintjük át.

Vizsgált indexek

A téli nyugalmi időszakban bekövetkező erős fagyok jelentős kárt okozhatnak a növényi sejtekben. A fagyra érzékenyebb fajták a -17°C alatti hőmérsékleten, míg fagytűrő társaiknál -21°C alatt kezdődik el a károsodás. Így megvizsgáltuk ezen küszöbértépek éves számát az egyes pontokban, azaz amikor a napi minimumhőmérséklet kisebb, mint -17°C , és -21°C alatti (Mesterházy, 2013; Dunkel és Kozma, 1981).

A tavasz beköszöntével, a vegetációs időszakban ezeknél jóval magasabb hőmérsékleten, -1°C fok alatt is sérülhet a növény, különösen az újonnan fakadt rügyek (Oláh, 1979; Mesterházy, 2013), de a kedvezőtlenül magas, 35°C feletti napi maximumhőmérséklet is károsíthatja a leveleket, illetve a termést, perzselődéssel.

A Huglin-heliotermális index (HI) – ahogy a neve is utal rá – a vegetációs időszak hőmérsékleti viszonyai és a szélességi kör alapján megadja, hogy az adott területen lehetséges-e a szőlőtermesztés, teljesülnek-e az éghajlati feltételek, továbbá megadja, mely szőlőfajok termesztésére alkalmas a régió (Huglin, 1978).

$$HI = k \sum_{04.01.}^{09.30.} \frac{(T_{\text{átl}} - 10^\circ\text{C}) + (T_{\text{max}} - 10^\circ\text{C})}{2},$$

ahol k a vizsgált terület szélességi körének függvénye szerint változik, Magyarországon, a Soproni borvidék szélességén ez az érték 1.05, $T_{\text{átl}}$ és T_{max} a napi átlag és maximumhőmérséklet. A fenti egyenlettel kapott eredményeket és szőlőfajtákat az 1. táblázat szerint soroljuk be. Ez alapján megkülönböztetünk hűvösebb klímát, mérsékelt és mérsékeltlen meleg, és melegebb éghajlatot kedvelő szőlőfajtákat.

A különböző szőlőfajok eltérő hőigényét az effektív hőösszeggel, a teljes vegetációs időszak napi átlaghőmérsékleteinek összegzésével kapott mérőszámmal is kifejezhetjük, vagy az ehhez hasonló, aktív hőösszeggel, mely a napi átlaghőmérsékleti értékek 10°C feletti

Huglin-index [°C]	Fajta
2300-2400	Aramon
2200-2300	Carignan
2100-2200	Cinsaut, Grenache, Syrah
2000-2100	Ugni blanc
1900-2000	Chenin blanc, Olaszrizling, Merlot, Sémillon, Cabernet Sauvignon, Zweigelt
1800-1900	Cabernet franc, Kékfrankos
1700-1800	Chardonnay, Rajnai rizling, Szilváni, Sauvignon blanc, Pinot noir, Zöld veltelini
1600-1700	Pinot blanc, Tramini, Gamay, Szürkebarát
1500-1600	Rizlingszilváni
1400-1500	Irsai Olivér

1. táblázat. Huglin-heliotermális index kategóriái és az azokhoz rendelt termeléshez ajánlott szőlőfajták (Huglin, 1987). (Vörösborok piros színnel jelölve, a Soproni borvidék legfontosabb, legelterjedtebb borait vastagon szedett, dőlt betű jelöli).

részét összegzi a vegetációs időszakra. Ez alapján a nagyon korai érésű szőlőfajtáknak évente 690–850 °C aktív hőösszegre van szükségük, ezen felül korai (850–1150 °C), közepes érésű (1150–1350 °C), illetve kései érésű (>1350 °C) szőlőfajokat különböztetünk meg (Kozma, 2002). Magyarország éghajlata az igen korai, korai, valamint a közepes érésű szőlőfajoknak kedvez (Rakonczás, 2014).

A hőmérséklet alakulásához hasonlóan fontos a régió csapadékviszonyainak, csapadékindexeinek vizsgálata, úgymint a csapadékos napok száma, amikor a napi csapadékösszeg a 0,1 mm-t eléri, illetve meghaladja. Vizsgáltuk továbbá a vegetációs időszak leghosszabb száraz periódusainak (egymást követő 1 mm-nél kisebb csapadéku napok) éves változását.

Eredmények

Az extrém hidegek a téli nyugalmi időszakban ronszolhatják a növényi sejteket, így a sérült, kifagyott szőlőtőkén nem terem egészséges, jó minőségű szőlő. A -17 és -21 °C-os küszöbátlépéseket évenként összegezve néhány kiemelkedő évet találunk csupán, a legtöbb hidegindexet számláló tél 1928–29 volt, amikor

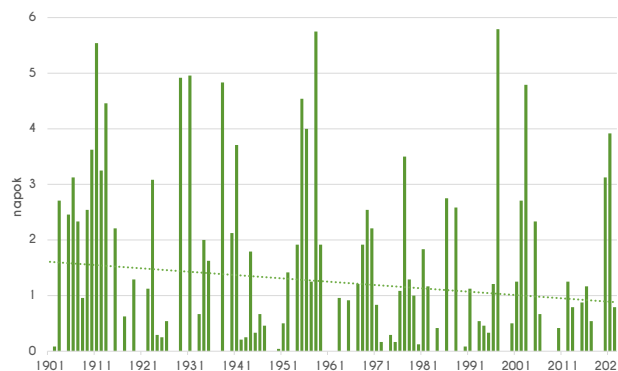
Időszak	Átlagos küszöbnap [nap]
1928-1929	12,2
1955-1956	7,3
1962-1963	6,3
1946-1947	6
1939-1940	5,2
1941-1942	5

2. táblázat. A legtöbb -17 °C alatti minimumhőmérsékletű napot számláló év küszöbnapjainak területi átlaga a Soproni borvidéken.

a vizsgált pontokban 7 nap esetén fordult elő -21 °C fok alatti minimumhőmérséklet, és 13 nap alkalmával csökkent -17 °C alá. Ekkor, 1929-ben a korabeli feljegyzések szerint sok szőlőtöke kifagyott (Bariska és Szövényi, 2022). A 2. táblázat listázza a legtöbb -17 °C alatti minimumhőmérsékletű napok éves számának területi átlagát a Soproni borvidéken.

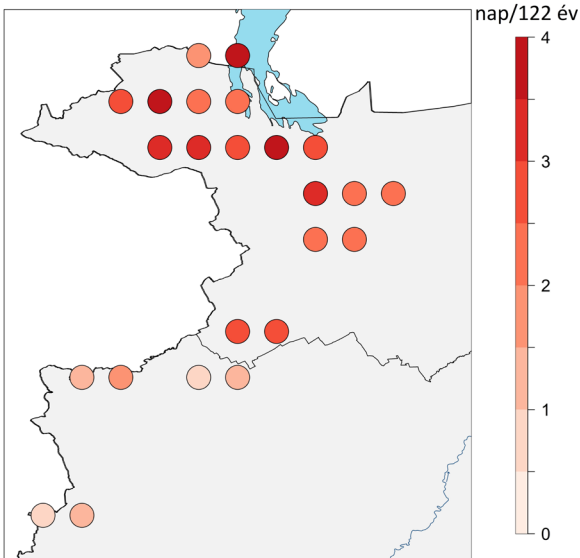
A két vizsgált hidegindex hosszú távú alakulását tekintve nem tapasztalható statisztikailag szignifikáns változás a kis esetszámoknak köszönhetően, csupán kismértékű csökkenés jellemzi a rácsponti adatsorokat. Utoljára a 2005/06-os téli időszakban fordult elő -17 °C alatti minimumhőmérséklet a Soproni borvidéken, míg -21 °C alá az 1986/87-es tél óta nem süllyedt a hőmérséklet a térségben.

A téli fagy mellett a tavaszi hidegek is veszélyt jelenthetnek a növény friss hajtásaira, így ennek vizsgálatához sorra vettük az áprilisi, -1 °C alatti minimumhőmérsékletű napok számát. A legtöbb ilyen nap 1997 áprilisában fordult elő, amikor a borvidéket reprezentáló 24 rácspontban átlagosan 5,8 napon



2. ábra. A -1 °C-nál alacsonyabb minimumhőmérsékletű napok számának változása áprilisban 1901 és 2022 között a lineáris trendvonalal (nincs szignifikáns trend $\alpha = 0,05$ szinten).

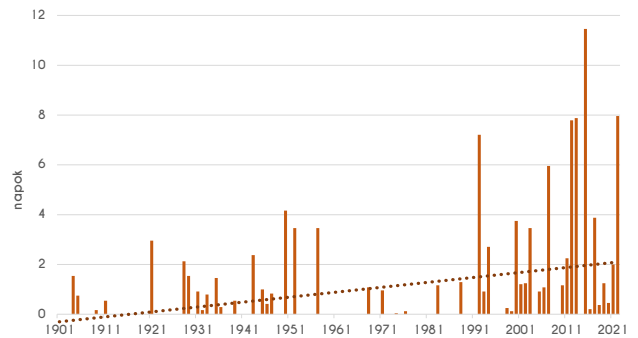
süllyedt $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá a hőmérséklet, ám több küszöbátlépés történt 1911-ben is, s a kifejezetten zord, 1929-es tél után az év áprilisa is hidegebb volt a megszokottnál, átlagosan 5 napon fordult elő $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti minimumhőmérséklet. Az elmúlt évekből 2021 emelhető ki, amikor átlagosan 3,9 napra volt jellemző $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti minimum. A tavaszi fagyindex hosszú távú alakulását tekintve nem tapasztalható statisztikailag szignifikáns változás, csupán kismértékű csökkenés mutatkozik (2. ábra).



3. ábra. Forró napok évi számának 122 éves változása a Soproni borvidék rácspontjaiban (minden pontban szignifikáns változás $\alpha = 0,05$ szinten).

A fagykárokon túl a vegetációs időszak kedvezőtlenül meleg időjárása is okozhat mezőgazdasági károkat. Azokat a napokat, amikor a napi maximumhőmérséklet eléri, illetve meghaladja a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ -t, forró napnak nevezzük. Ezek a napok jelentősen megterhelik a szőlőt, mert ilyenkor perzselődhetnek a levelek, s maga a termés is, mely jelentős terménykiesést okozhat, ugyanis ilyenkor leáll az új hajtások növekedése (Balling, 2019). A forró napok éves számában pozitív, statisztikailag jelentősnek tekinthető változást vehetünk észre, a kiválasztott rácspontokban $+0,5$ és $+4$ nap között változott éves számuk 1901 óta (3. ábra), az alacsonyabban fekvő területeken nagyobb ütemben növekszik a forró napok éves száma, míg a magasabban fekvő pontokban kisebb mértékű növekedés vehető észre. A területen átlagosan mintegy 2,4 napos pozitív, szignifikáns trend mutatkozik (4. ábra).

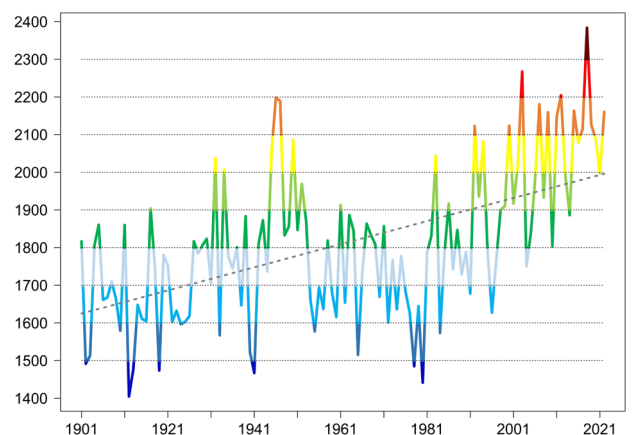
A legtöbb küszöbátlépés 2015-ben fordult elő, amikor egyes rácspontokban 18 nap alkalmával haladta meg a napi maximumhőmérséklet a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, valamint



4. ábra. Forró napok száma a Soproni borvidéken 1901 és 2022 között, a vizsgált 24 rácspont átlagában.

területi átlagban 11,5 nap esetén haladta meg a küszöböt ez a mutató. Jól látható, hogy míg a 20. században mindössze 1 évben (1992) volt 5 napnál több a küszöbátlépések területi átlaga, addig a 2000 és 2022 között már 5 év esetén (2007, 2012, 2013, 2015 és 2022-ben) fordult elő a borvidéken 5 napot meghaladó forró nap (4. ábra).

Az éghajlat melegedése a Soproni borvidék térségében is megfigyelhető. A Péczely-féle éghajlati körzetek (1979) közül az 1961-1990-es átlag szerint még hűvös – mérsékelt hűvös és nedves – mérsékelt nedves, helyenként mérsékelt száraz volt az éghajlat, addig a legújabb klímanormál (1991–2020) adataival számolva jelentősen eltolódtak ezek az éghajlati körzetek, s megjelentek a meleg – mérsékelt meleg és mérsékelt száraz éghajlati körzetek is a mérsékelt nedves körzetek mellett [1]. A klimatológiai körzetek változása a szőlőtermesztésre is hatással van. Az 5. ábra szemlélteti a Huglin-index Soproni borvidékre



5. ábra. A Huglin-heliotermális index alakulása 1901 és 2022 között a Soproni borvidék 24 rácsponti átlagai szerint a lineáris trendvonallal (statisztikailag szignifikáns $\alpha = 0,05$ szinten).

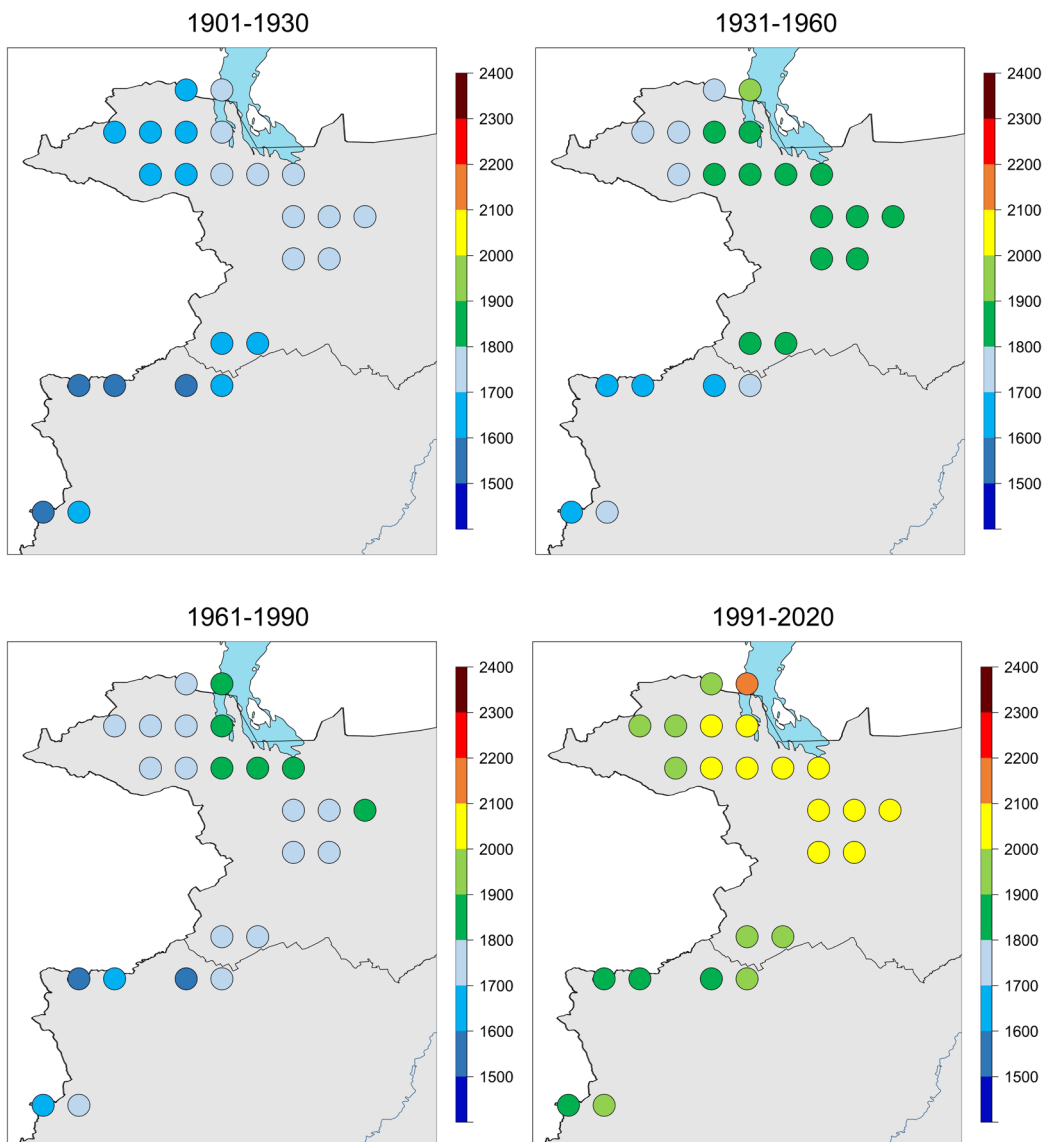
vonatkozó 24 rácsponti átlagának 122 éves alakulását, melyen az 1. táblázat színei jelölik az egyes Huglin-indexhez tartozó kategóriákat. Jól látszik, hogy nagymértékben nőtt a Huglin-index értékek éves összege, 122 év alatt mintegy 371 °C-kal.

Az elmúlt 122 évben a 30 éves klímanormálok átlagait a 3. táblázat tartalmazza.

A 6. ábrán továbbá a 30 éves átlagok rácsponti értékei jelennek meg, mely a Soproni borvidék egyes területeinek eltérő mikroklimája alapján kategorizálja a Huglin-index értékeit az 1. táblázat színekódjai szerint

Időszak	Huglin- index
1901-1930	1677,0
1931-1960	1805,3
1961-1990	1742,5
1991-2020	1998,9

3. táblázat. Huglin-index 30 éves átlagai a Soproni borvidéket reprezentáló rácspontok átlagában.



6. ábra. Huglin-heliotermális index a Soproni borvidék rácspontjain különböző normálidőszakokban.

az egyes klímanormálok átlagában (1901–1930, 1931–1960, 1961–1990 és 1991–2020). Jól megfigyelhető, hogy a 20. század elején a fehér boroknak kedvezett leginkább a borvidék éghajlata, azóta egyre nagyobb teret nyer a vörösborok szőlőinek kedvező éghajlat. Szembetűnő továbbá a borvidék magasabban, illetve nyugatabbra fekvő pontjain a hűvösebb éghajlat hatása, ezeken a területeken ugyanis alacsonyabb Huglin-index értékek kategóriái jelennek meg, s ez igaz mind a 4 vizsgált normálidőszakra. Ezzel szemben a Fertő-tó hatásai is érvényesülnek, a tavi hatások miatt a mikroklíma sokkal kiegyenlítettebb, alacsonyabb fekvésének köszönhetően melegebb az éghajlata, s magasabb Huglin-index kategóriák jelennek meg a környékén.

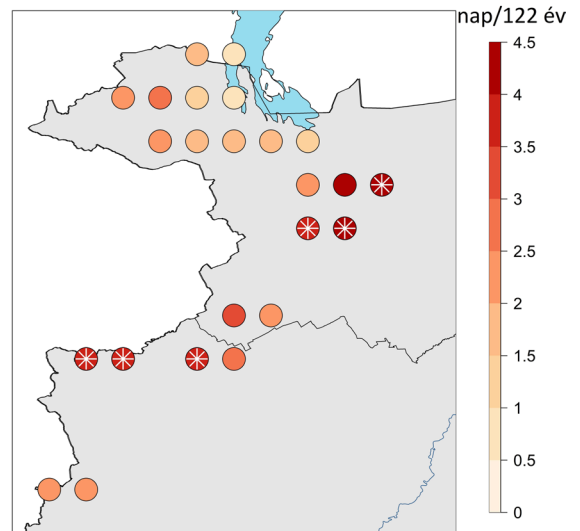
Az emelkedő hőmérsékleti trendek pozitív hozadéka lehet a vegetációs időszak hosszának növekedése, valamint a tenyészidőszak magasabb hőösszegei, ugyanis a gyümölcscukor- és savtartalma nagyban függ a vegetációs időszak hőösszegétől. A 4. táblázat az utóbbi mutató 30 éves átlagait (1991–2020) és 122 éves változásait szemlélteti. A legmagasabb hőösszeg júliusban mutatkozik, s a legerőteljesebb növekedés a nyári hónapok közül júniusra jellemző, melyet az augusztusi effektív hőösszeg változása követ.

	Vegetációs időszak	április	május	június	július	augusztus	szepember
1991–2020 átlag [°C]	3179,30	336,10	482,00	580,80	657,10	647,00	476,30
változás [°C/122 év]	312,20	55,50	30,80	66,20	56,50	65,10	38,20

4. táblázat. Effektív hőösszeg átlagai és változása [°C/122 év] 1901 és 2022 között a teljes vegetációs időszakban és az egyes hónapokban.

A csapadék alakulása is jelentős szereppel bír a mezőgazdaságban, szőlészetben. A Soproni borvidéket a környező hegységek légtömegeket emelő hatásának köszönhetően, valamint elhelyezkedéséből adódóan eléri a tengeri eredetű nedvesebb légtömegek, így a vizsgált terület csapadékkal bőségesen ellátott régió. A térség évi átlagos csapadékösszege 650–800 mm közé esik, így az ország egyik legcsapadékosabb tájának tekinthető [2].

Az elmúlt 122 évben azonban nem csak országos átlagban, de a vizsgált borvidéken is csökkenő csapadéktendenciát figyelhetünk meg. Tanulmányunkban sorra vettük az egyes évek vegetációs időszakának leghosszabb száraz periódusait, azon egymást követő napok maximális számát, amikor a napi csapadékösszeg 1 mm alatt alakult. A leghosszabb ilyen időszak



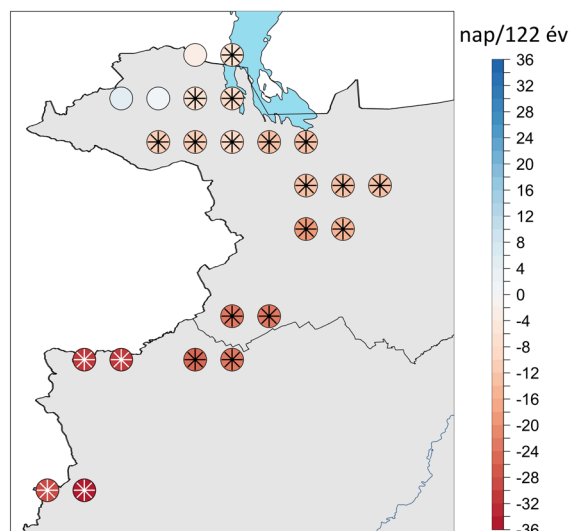
7. ábra. A vegetációs időszak leghosszabb száraz periódusainak (napi $r < 1 \text{ mm}$) éves változása, a statisztikailag szignifikáns változást (*) jelöli $\alpha = 0,05$ szinten.

1965-ben fordult elő, amikor a Soproni borvidéket reprezentáló egyes rácspontokban 33–35 napon át nem hullott 1 mm-nél nagyobb mennyiségű napi csapadék. A 7. ábra szemlélteti a leghosszabb száraz időszakok éves változását. Pozitív, a hosszabbodás irányába mutató szignifikáns trend a vizsgált rácspontok negyedét jellemzi, főképp a magasabb tengerszint feletti magasságú területeket, míg kis mértékben nőtt csupán a Fertő-tó környéki területeken. A területi átlagot tekintve elmondható, hogy az elmúlt 122 év alatt 2,5 nappal nőtt a leghosszabb száraz időszakok hossza a borvidéken, a legkiemelkedőbb változás az egyes rácspontokban a +4 nap/122 évet is meghaladta.

Míg a száraz periódusok hosszában növekvő tendencia mutatkozott, a vegetációs időszak csapadékos napjainak számában (napi csapadékösszeg $\leq 0,1 \text{ mm}$) egyértelmű negatív trend látszik a Soproni borvidék területén (8. ábra). A terület túlnyomó részén statisztikailag szignifikáns csökkenésről beszélhetünk, mely csökkenés észak felől dél felé egyre markánsabb, a vizsgált terület legdélebbi pontjaiban a 35 nap/122 éves változás volt a legnagyobb. A változás területi átlaga -15 nap/122 év.

Összefoglalás

Az Országos Meteorológiai Szolgálat éghajlati adatbázisában tárolt, homogenizált, sűrű rácstra interpolált éghajlati idősorok megfelelő alapot biztosítanak a hazai borvidékeken a különböző szőlészeti klímaindexek vizsgálatára. Összességében elmondható, hogy



8. ábra. Csapadékos napok (napi csapadékösszeg $\leq 0,1$ mm) változása a Soproni borvidéken 1901–2022 között, a statisztikailag szignifikáns változást (*) jelöli $\alpha = 0,05$ szinten.

a Soproni borvidéken a szőlőtermesztés szempontjából hidegindexnek tekinthető indikátorok változása nem volt jelentős az elmúlt évszázad során, ahogy a tavaszi fagy sem mutat statisztikailag szignifikáns változást, csupán kismértékű csökkenést.

A forró napok számában ellenben az egész Soproni borvidék térségében jelentős növekedést tapasztalhattunk, átlagosan 2,4 nap/122 év a változás mértéke, de egyes pontokban 4 napos növekedés is bekövetkezett 1901 óta.

A Huglin-heliotermális index és az effektív hőösszeg változásai mind arra utalnak, hogy míg a múlt század elején inkább a fehérborok szőlőinek kedvezett az éghajlat, addig mára inkább a vörösboroknak kedvező hőösszeg és Huglin-index kategóriák rajzolódtak ki.

Szembevetve a régió változatos mikroklímája: míg a borvidék legnyugatibb és magasabban fekvő területein hűvösebb égővnek megfelelő szőlőt javasolja termeszteni a Huglin-index, addig az alacsonyabban fekvő tájakon, a Fertő-tó környékén a magasabb hőigényű szőlőfajoknak kedvez az éghajlat.

A szőlő növény mélyre nyúló gyökerei miatt, valamint a Soproni borvidék csapadékos klímájára nem jellemző az aszályveszélyes állapot, ám a régió néhány pontjában jelentősen csökkent a csapadékos napok száma, s növekvő tendenciát mutat a száraz periódusok hosszának változása.

Irodalom

Balling P., 2019: Egyes éghajlati tényezők viszonyai 2014–2019 között, ezek lehetséges hatásai a szőlő érésére, *Szőlő-Levél* 10(10) 4–13.

Bariska I. és Szövényi Zs., 2022: Szőlőjövés – Nemzeti érték – Kőszeg könyve és ünnepe, Szőlőföld kiadó.

Dunkel, Z. és Kozma, F., 1981: A szőlő téli kritikus hőmérsékleti értékeinek területi eloszlása és gyakorisága Magyarországon. *Léggör* 26 (2) 13–15.

Kozma, P., 2002: A szőlő és termesztése I. Akadémiai Kiadó

Mesterházy, I., 2013: A magyarországi szőlőtermesztés éghajlati adottságainak várható változása, (Témavezető: Dr. Mészáros Róbert és Dr. Pongrácz Rita, ELTE Meteorológiai Tanszék), Diplomamunka: Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajz-Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék

Oláh, L., 1979: Szőlészek zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó, 38–42.

Péczely Gy. 1979: Éghajlatlan. – Tankönyvkiadó, Budapest, 238–284.

Huglin P., 1978: Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermique d'un milieu viti-cole. C. R. Académie d'Agriculture (Acad. Agric.), 1117–1126.

Rakonczás N., 2014: Szőlőtermesztés. Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Kertészettudományi Intézet, Debreceni Egyetemi Kiadó

Szenteleki K., Gaál M., Mézes Z., Szabó Z., Zanathy G., Bisztray Gy., és Ladányi M., 2012: Termésbiztonsági elemzések a Közép-magyarországi régióban a klímaváltozás tükrében. A szőlő-, a csereesznye-, és a meggytermelés helyzete és jövőképe. In: Fenntartható fejlődés, élhető régió, élhető települési táj 1. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, pp. 173–203.

Szentimrey T., 1999: Multiple Analysis of Series for Homogenization (MASH). In: Proceedings of the Second Seminar for Homogenization of Surface Climatological Data, Budapest, Hungary. WMO, WCDMP (41), 27–46.

Szentimrey T., 2008: Development of MASH homogenization procedure for daily data, Proceedings of the Fifth Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases, Budapest, 2006; WCDMP-No. 71, WMO/TD (1493), 123–130.

Szentimrey T. and Bihari Z., 2007: Mathematical background of the spatial interpolation methods and the software MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis). In: Proceedings from the Conference on Spatial Interpolation in Climatology and Meteorology, Budapest, Hungary, 2004, COST Action 719, COST Office, 17–27.

[1] https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/eghajlati_korzetek_valtozasa/

[2] https://met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/