

# A domborzati kitettség és a növényzet hatása a hőmérséklet és légnedvesség napi menetére

**Stofa Krisztián<sup>1</sup>** – erdőmérnök-hallgató, SOE EMK

**A szakirodalom alapján általánosságban jól ismert, hogy a domborzat és a növényzet mikroklíma-módosító hatással bír (Péczely 1984). Szintén alapigazsággként kezeljük, hogy a hegyek, dombok déli lejtői melegebbek, mint az északiak (Szász et al. 1997, Foken 2008). Azonban alig fellelhető olyan szakirodalom, mely mért adatokkal támasztja alá ezt a hatást. Magyarországon eddig nagyon kevés próbálkozás volt a függőleges hőmérsékleti gradiens mérésére ellentétes kitettségű, erdővel borított domboldalakon (Hargitai 1957, Horánszky 1957, Jakucs 1954, Vig 1995).**

Ezért az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 Agrárerdészet projekt támogatásával megvalósult TDK dolgozatomban a projekt részfeladataihoz igazodóan meteorológiai adatgyűjtést kezdtem egy Sopron környéki dombon. Az így kapott adatsorok kiértékelésétől azt vártam, hogy számszerű információkat szolgáltatson a domborzati kitettség és a növényzet együttes mikroklíma-módosító hatásáról, ezáltal hozzájáruljon az agrárerdei ökoszisztémákban zajló folyamatok jobb megértéséhez is.

## Célkitűzés

Kutatási célkitűzésem az volt, hogy a Sopron közeli Harkai-kúpon végzett mérések segítségével számszerűsítsem, hogy:

- mekkora a déli és az északi lejtő közti hőmérséklet-különbség átlagos napi értéke és átlagos napi menete, valamint
- hogyan befolyásolja a déli és az északi lejtő közti hőmérséklet-különbség napon belüli menetét a növényzet (vegetációs és a nyugalmi időszakban), és a csapadékkal járó frontok betörése.

## Adat és módszer

### A mérések helyszíne

A mérések helyszínéül a Harka község mellett fekvő Harkai-kúpot választottam, mely Soprontól 2 km-re déli irányban, helyezkedik el. A helyszínválasztást indokolja, hogy a kúp közelében távol esik a Soproni-hegységtől, így annak befolyásoló hatásai itt már vélhetően nem, vagy csak kis mértékben mutatkoznak meg, domborzati adottságai pedig lehetővé teszik, hogy a domb tetején és lábánál is alakítsak ki mérési pontokat (1. ábra). A kúp növényzetborítottságának mértéke mindkét oldalon közel azonos, bár az északi és a déli oldali besugárzás közti különbsége a faji összetételben megmutatkozik.

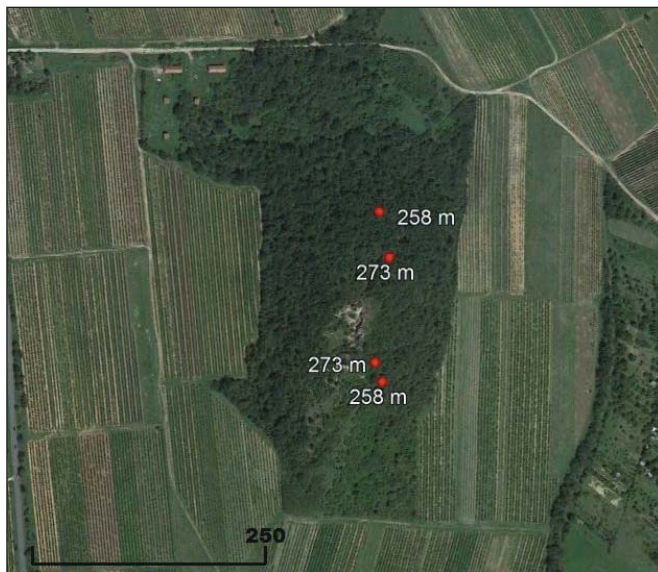
### Méréshez használt eszköz bemutatása

A méréseket Voltcraft DL-121TH típusú USB-s adatgyűjtőkkel végeztem (2. ábra). Ez az eszköz kis mérete, könnyű kezelhetősége miatt optimális volt a méréseim elvégzéséhez. Energiaforrása akár 2-3 hónapon át történő folyamatos adatrögzítést is lehetővé tett.

Az adatok egy egyszerű számítógépes szoftver segítségével akár a helyszínen is kinyerhetők a memóriájából. Kemény műanyag borítása és belső kialakítása révén ellenáll a környezeti hatásoknak (csapadék, szél, por). Hátránya azonban, hogy fekete színe a napsugarakat elnyeli, ezáltal gyorsan felmelegszik és a mérendő levegőhöz képest magasabb hőmérsékleti eredményeket mér.

Annak érdekében, hogy a műszerek ne sérüljenek, továbbá az adatokban olyan kiugró értékek ne szerepeljenek, amiket hirtelen fellépő jelenség (rövid idejű direkt napsütés, erősebb szellőkés, beázás stb.) generál, saját készítésű árnyalókban helyeztem ki az adatgyűjtőket.

Az árnyalók belvilága közvetlen kapcsolatban áll az azokat körülvevő légtömeggel, így a levegő fizikai állapotának változását jól továbbítják a belsejükben helyet foglaló műszerhez. Az árnyalók közös jellemzője, hogy fehér színűek, hogy a lehető legtöbb napsugarat visszaverjék, ezzel elke-



1. ábra. A Harkai-kúp és az adatgyűjtők helyei. Forrás: Google Earth

rülhető a felmelegedésük, továbbá lamellás kialakításúak, hogy a levegő átjárja őket. Így az árnyalók megfelelő elkészítése csökkenti a mérési hibákat.

Az árnyalókat egységesen a fák északi oldalára erősítettem fel (3. ábra). A négyponos rögzítés megakadályozza, hogy egy erős szellőkés elmozdítsa vagy letépje a fáról őket, továbbá lehetővé teszi, hogy bármilyen tetszőlegesen kiválasztott fa törzsén el tudjam helyezni, függetlenül annak dőlésétől.

A rögzítő huzalt apró csavarokra akasztottam fel, amelyeket a fa kérgébe fűrtam, de rövideységük miatt nincs káros következményük a fára nézve. Az adatok helyszíni lementésekor minden alkalommal ellenőrzöm, hogy a csavarok

<sup>1</sup> Az Erdészeti Lapok 2020. évi cikkpályázatának díjazott pályaműve, 2. kategória.)



2. ábra. A Voltcraft DL-121TH típusú adatgyűjtő (Fotó: Stofa Krisztián)

nem lazultak-e ki, és hogy minden rögzítő huzal ugyan olyan feszesen tartsa az árnyalót. Gondoskodni kell továbbá arról, hogy ne költözzön a lamellák közé semmi (például a sűrű szövésű pókháló gátolhatja a szél mozgását, vagy a darazsak, méhek, fészkek fűtése/hűtése befolyásolhatja a mért értékeket).

A szenzorokat az árnyalókkal úgy helyeztem ki, hogy a négy mérési pont minél jobban illeszkedjen a kúp észak–dél irányú tengelyére. Oldalanként két mérési pont került kijelölésre, 258 és 275 méteres tengerszint feletti magasságban (4. ábra). A pontokat többszöri beméréssel, GPS segítségével jelöltem ki. A műszereket a meteorológiai szabványnak megfelelően 2 méter magasra telepítettem.

#### Adatgyűjtés paramétereit, időszakait

2018. április 1. és 2019. szeptember 30. között (két vegetációs és egy nyugalmi időszakban) a műszerek segítségével folyamatosan mértem a hőmérsékletet, a relatív páratartalmat és a harmatpontot. Az adatok egész nap, a beállított 10 perces időközönként, automatikusan kerültek rögzítésre. Az ilyen gyakoriságú mérésekre azért van szükség, hogy az olyan jelenségeket is ki lehessen mutatni, mint például egy front betörése, hirtelen jelentkező nyári zápor, amiket az óránkénti, vagy ennél ritkább mérésekkel nem lehetne regisztrálni. Viszont amennyiben szükséges, az alapadatokból akár 30 perces vagy óránkénti átlagokat is lehet képezni.

A csapadékadatokat az OMSZ Kuruc-dombi meteorológiai állomásáról szereztem be, órás léptékben. A Kuruc-domb csapadékvizonyai nem mutatnak eltérést a Harkai-kúphoz képest (Kiss M. szóbeli közlés).



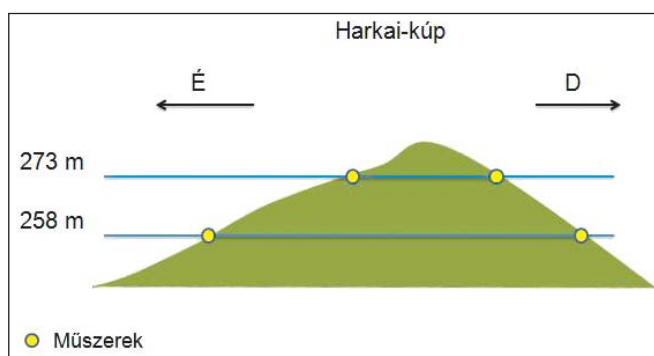
3. ábra. A fa törzsére kihelyezett árnyaló (Fotó: Stofa Krisztián)

A vegetációs időszak kezdetének, végének meghatározásához fenológiai megfigyeléseket is végeztem. A növények életjelenségeiben jelentkező ciklikus változások egész évben történő megfigyelésére és feljegyzésére szolgál a fenológiai napló. Egységesített kódrendszer segítségével feljegyzem, hogy az egyes fenológiai fázisok milyen stádiumban vannak. A megfigyelt tulajdonságok között a lombosodás, virágzás, termésérés, a levelek elszíneződése és a lombhullás szerepel. Az aktuális állapotot szemrevételezéssel állapítom meg, majd a megfelelő kód segítségével rögzítem a naplóban.

#### Eredmények és megvitatásuk

##### A domborzati kitétség hatása a hőmérsékletre

Először a déli és az északi lejtő közti átlagos hőmérséklet-különbséget vizsgáltam a teljes mérési időszakokra, valamint a vegetációs és nyugalmi időszakban. A teljes mérési időszak átlagában a napi átlaghőmérsékletek 0,5 °C-kal voltak magasabbak a déli lejtőn, mint az északon (1. táblázat). Ez

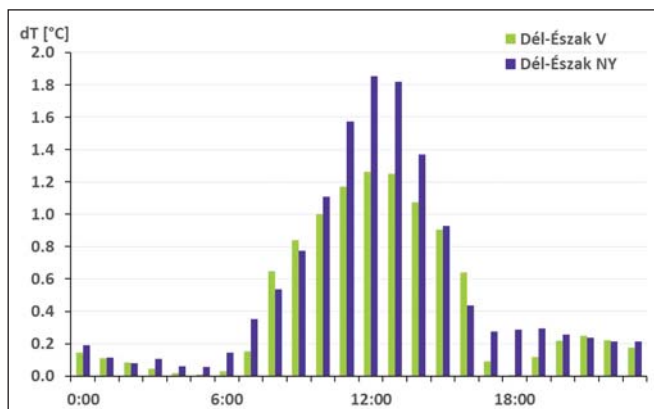


4. ábra. A műszerek kihelyezésének vázlatja

1. táblázat. A déli és az északi lejtő közti átlagos hőmérséklet-különbség

	Napi átlagos hőmérséklet-különbség (déli lejtő – északi lejtő) [°C]	Legnagyobb napi átlagos hőmérséklet-különbség (déli lejtő – északi lejtő) [°C] és időpontja
Teljes mérési időszak	0,5	
Vegetációs időszak	0,4	1,5 (2018. 05. 31.)
Nyugalmi időszak	0,5	2,0 (2019. 01. 17.)

meggyezik az elvárásainkkal, mivel a déli lejtőt nappal több sugárzás (melegítő hatás) éri, mint az északit. A vizsgált két vegetációs időszakban az átlagos különbség 0,1 °C-kal kisebb, mint a nyugalmi időszakban. A legnagyobb napi átlagos hőmérséklet-különbség is a nyugalmi időszakban jelentkezett (2,0 °C; 1. táblázat), és 1,5 °C-nál nagyobb napi átlagos eltéréseket is csak a nyugalmi időszakban tapasztal-



5. ábra. A déli és az északi lejtő közti hőmérséklet-különbség óránkénti bontásban a vegetációs és nyugalmi időszakban



hattunk a déli és északi oldal között. Ennek oka az lehet, hogy a lombzat megjelenése hatására a déli oldal kevésbé melegszik fel nappal, ezért a két oldal hőmérséklet-különbsége is kisebb.

Ezek után megvizsgáltam a hőmérséklet-különbségek napi menetét, órás felbontásban. Nappal a domb két oldala közti hőmérséklet-különbség minden esetben nagyobb, mint éjszaka (5. ábra). A vegetációs és a nyugalmi időszak átlagos óránkénti hőmérséklet-különbségei alátámasztották a fenti feltételezést, a lombzat felmelegedést enyhítő hatása valóban a legmelegebb órákban a legnagyobb (5. ábra).

### Éjjel melegebb az északi oldal?

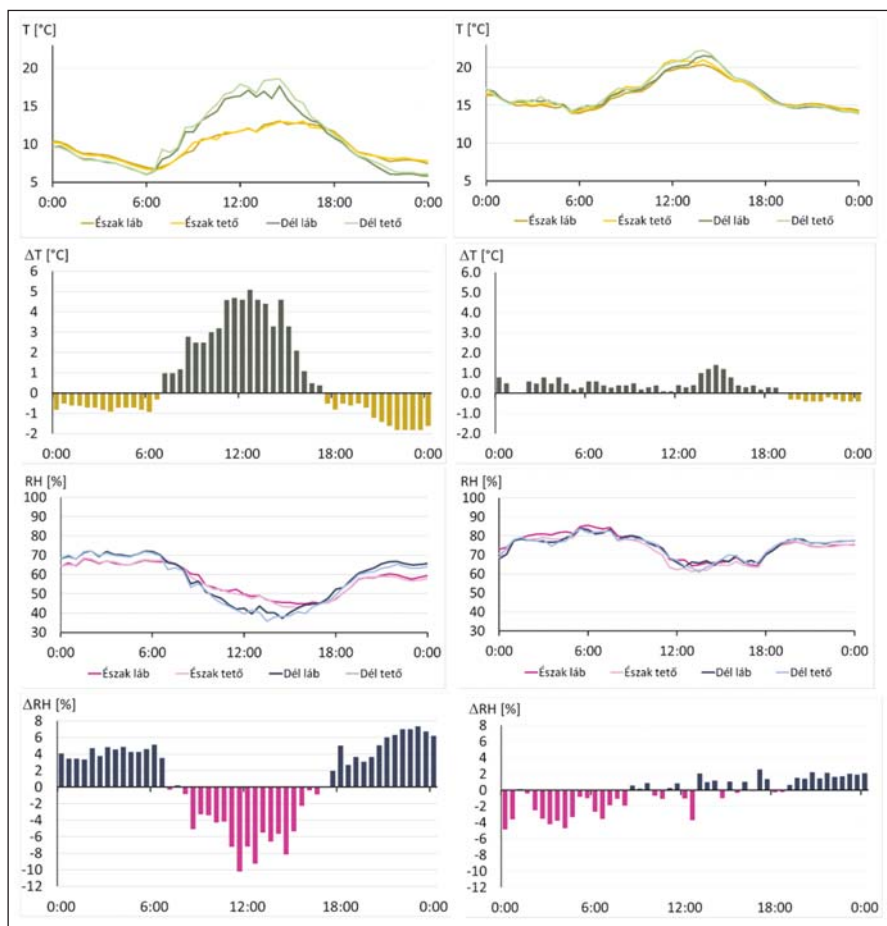
Az év legmelegebb, illetve leghidegebb hónapjának átlagos órás értékei azt mutatták, hogy míg januárban a déli lejtő egész nap melegebb (a hajnali órákban közel ugyanolyan hőmérsékletű), mint az északi, júliusban az éjjeli órákban az északi oldal átlagosan 0,3-0,4 °C-kal is melegebb lehet, mint a déli. A teljes adatsort megvizsgálva azt találtam, hogy többnyire a vegetációs időszakban jellemző ez a jelenség, de a nyugalmi időszakban is számtalan hasonló napi menet fordul elő.

Az eredmény, hogy a vizsgált időszak nem elhanyagolható részében az északi oldal éjjel melegebb, az előzetes várakozásaimtól eltér, ezért a jelenséget egy kiválasztott, jellegzetes, csapadékmentes nap óránkénti hőmérsékletértékein elemeztem. A naplemente és napfelkelte közti időszakban az északi oldal melegebb, de a hőmérséklet-különbség nem haladja meg az 1 °C-ot. Napközben a déli oldal hőmérséklete magasabb, akár 6–7 °C-kal is, mint az északi oldal. Továbbá amíg az oldalak közti hőmérséklet-eltérés nappal erősen változik, addig éjjel a különbség állandó.

A két oldal közti hőmérséklet-kiegyenlítődés a napfelkelte és naplemente idejére tehető. A napfelkelte idejéhez közeledve egyre hűvösebb van a talaj kisugárzásának megszűnésével, majd röviddel a Nap horizont fölé emelkedésével mind az északi mind a déli oldal erőteljes melegedésbe kezd, viszont a déli oldal erőteljesebben melegszik. A hőmérséklet a maximumot lombtalan időszakban 12 óra körül éri el, lombos állapotban kicsivel 13 óra után. Ezt az eltérést a téli és a nyári időszámítás különbsége okozza. A délután folyamán, ahogy a „Nap veszt erejéből”, a déli oldal intenzívebben hűl, mint az északi. Napnyugta idején a két oldal közti hőmérséklet-különbség kiegyenlítődik. Ezután a déli oldal továbbra is gyorsabban hűl, és beáll az éjszakára jellemző kép, miszerint az északi oldal a melegebb.

### A lombzat hatása a déli és az északi lejtő közti hőmérséklet-különbségre

Jellegzetes csapadékmentes és csapadékos napok kiválasztásával vettem össze a lombzat déli és északi lejtő közti hőmérséklet-különbségre gyakorolt hatásának nagyságát (6–7. ábra).



6. ábra. Lombtalan időszak hőmérsékletei, a déli és északi lejtő közti hőmérséklet-különbségei, relatív páratartalmai, valamint a relatív páratartalom különbségei egy jellegzetes csapadékmentes (2018. 04. 06.) napon (bal oldali oszlop ábrái) és egy esős (2018. 04. 16.) napon (jobb oldali oszlop ábrái)

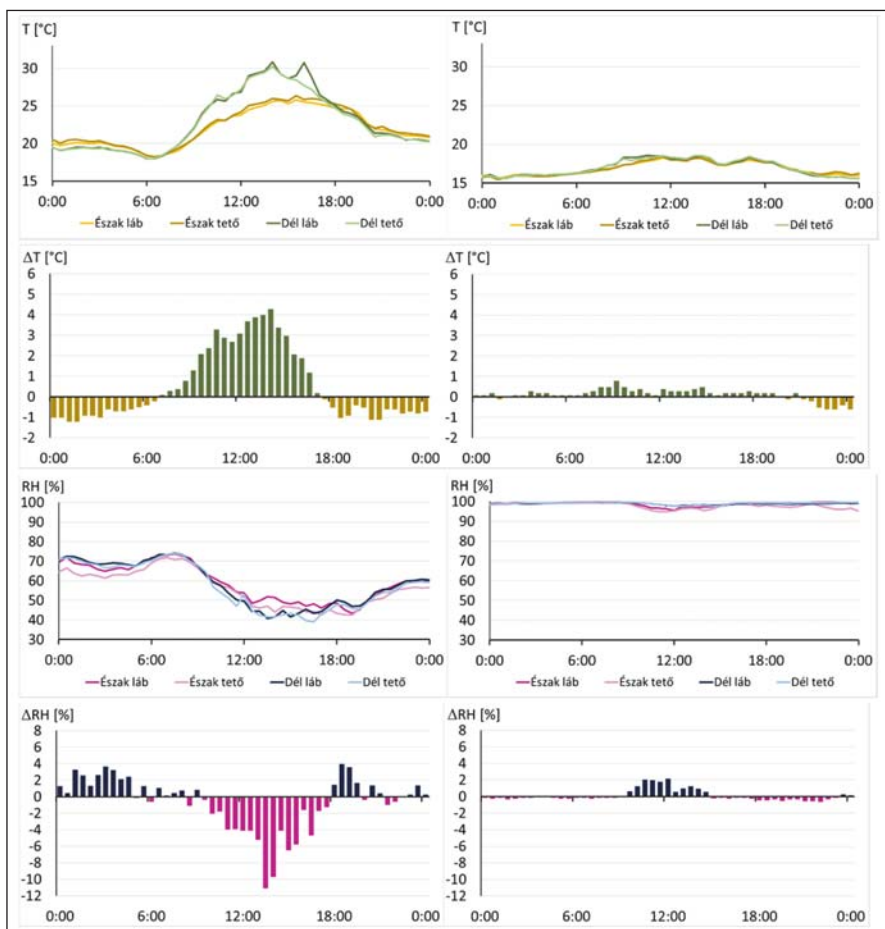
Csapadékos napon lombos és lombtalan állapotban egyaránt a két oldal közti hőmérséklet-különbség kiegyenlítődik, és 1 °C alá csökken a csapadékesemény időtartama alatt (6–7. ábra). A csapadékesemény megjelenésekor a páratartalom megemelkedik, a lombos állapot csapadékos napján a relatív páratartalom elérte a 100 %-ot, és kitettségtől függetlenül a domb mindkét oldalára ez az érték volt jellemző.

### Az eredmények gyakorlati alkalmazása, kitekintés

Kutatásom célja, hogy saját mérések segítségével számszerűsítsem az általánosságban jól ismert, de konkrét adatok alapján kevésbé leírt jelenséget, miszerint egy domb- vagy hegyoldal déli kitettségtől lejtője a sugárzási többlet miatt mennyire képes felmelegedni az északi oldalhoz képest. Ezenfelül vizsgáltam, hogy a déli és az északi lejtő hőmérséklet-különbségét hogyan befolyásolja a lombzat és a csapadékesemény.

Az eredmények az eszközök bizonytalanságából adódóan hibákkal terhelt lehetnek. Ezt azzal igyekeztem csökkenteni, hogy a lejtő két oldalának hőmérséklet-különbségére vontam le következtetéseket, és nem a műszerek által mért abszolút értékekre. Igyekeztem a kiértékelések során olyan kérdéseket megválaszolni, amelyekhez ezeknek az eszközöknek a pontossága megfelel. Tapasztalataim szerint az ilyen jellegű mérésekhez ezek az egyszerűen kezelhető adatgyűjtők alkalmasak és elegendően jó eredményeket adnak.

A fenti főbb megállapítások általánosításához, a folyamatok jobb megértéséhez, megbízhatóbb következtetések le-



7. ábra. Lombos időszak hőmérsékletei, a déli és északi lejtő közti hőmérséklet-különbségei, relatív páratartalmi, valamint a relatív páratartalom különbségei egy jellegzetes csapadégmentes (2018. 08. 15.) napon (bal oldali oszlop ábrái) és egy esős (2018. 09. 04.) napon (jobb oldali oszlop ábrái)

vonásához több helyszínen végzett, hosszabb mérési időszakokra van szükség. Ha más hegységekben, domboságokon is hasonló mérési sorozatok kerülnek rögzítésre, kizárható lesz az, hogy az általam vizsgált jelenség csak a Harkai-kúpra jellemző sajátosság.

Méréseimnek erdészeti gyakorlati jelentősége, hogy megismerjük egy domb- vagy hegyoldal mikroklímatis viszonyait. Ez segítségére lehet az erdészeknek, hogy az adottságokhoz leginkább megfelelő fafajjal erdősíthesse az adott

területet, valamint számszerű információt kaphasson arról, hogy az előre vetített éghajlatváltozás hatására várható gyakoribb hőség és forró nap esetén az északi kitettségű lejtő mennyire tudja tompítani a szélsőséges hőmérsékletek hatásait. Ezenfelül javaslatot tudunk tenni olyan agrárerdészeti rendszerekre is, amelyek mikroklímatis hatásai, az árnyékolásból, páratartalom-növelésből adódó hőmérséklet-mérsékelő hatásai a legkedvezőbbek.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Agrárerdészeti (EFOP-3.6.2-16-2017-00018) projekt támogatásával valósult meg. A cikk a projekt keretében készült TDK dolgozat főbb megállapításait tartalmazza, mely 1. helyezést ért el a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karának 2019-es Kari Tudományos Diákköri Konferenciáján, dr. Pájer-Gálos Borbála egyetemi docens témavezetésével.

### Felhasznált irodalom

- Fokan, T. (2008): Micrometeorology. Springer Verlag, 445 p.
- Hargitai Z. (1943): Mikroklímaviszáglatok a Sátorhegységben Sátoraljaújhely környékén. Acta Geobot. Hung. 5, 290–314.
- Horánszky, A. (1957): Mikroklíma-Messungen am Szentmihály-Berg bei Nagymaros. Ann. Univ. Sc. Budapest de Rol. Eötvös nom., Sect. Biol., 1, 89–131.
- Jakucs, P. (1959): Mikroklímaverhältnise der Flaumeichen Buschwälder in Ungarn. Acta Agronomica Hung. 9, 209–234.
- Péczely Gy. (1984): A Föld éghajlata. Tankönyvkiadó, Budapest. 598 p.
- Szász G. – Tőkei L. (szerk.) (1997): Meteorológia mezőgazdákknak, kertészeknek, erdészeknek, Egyetemi tankönyv. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 722 p.
- Vig P. (1995): Éghajlat. Egyetemi jegyzet. Erdészeti és Faipari Egyetem, 152 p. ✨

## A legszárazabb június volt az idei

**A szokásosnál sokkal hűvösebb és kissé csapadékosabb május után 2021 júniusa országos átlagban 1901 óta a legszárazabb és a harmadik legmelegebb volt.**

A csapadékösszeg országos átlagban 16,1 mm, amivel a legszárazabb júniusnak tekinthető 1901 óta, az előzetes adatok alapján. Eddig az első helyezett 1917 júniusa volt 19,6 milliméterrel. 2021 júniusa az ország egész területén száraz, sőt szélsőségesen száraz hónap volt. A legtöbb helyen a szokásos csapadékmennyiségnek a harmada sem esett le. Különösen az Alföld középső, Somogy megye nyugati, valamint a Dunántúl északi része volt csapadékhiányos. Sokfelé a havi csapadék az átlagos mennyiség 10%-a alatt maradt.

2021 júniusa az extrém szárazság mellett országos viszonylatban a harmadik legmelegebb volt 1901 óta. A hónap középhőmérséklete 21,9 °C, aminél melegebb csak 2003-ban

(22,2 °C) és 2019-ben (22,6 °C) volt. A középhőmérséklet országos viszonylatban mintegy 2,1 Celsius-fokkal az átlag felett alakult. A Dunántúlon jelent meg a nagyobb anomália, ahol az eltérés általában meghaladta a 2,0 fokot, elsősorban a domb- és hegyvidéki területeken a 2,5 fokot is, de az Alföldön is 1,5–2,0 fokkal melegebb volt a szokásosnál.

A középhőmérsékletet tekintve a legmelegebb június 24-én volt. Az országos átlag ekkor elérte a 28,6 Celsius-fokot. A legforróbb nap június 24-e volt. A nyugati országrészen és a hegyvidékeken kívül a maximum-hőmérséklet meghaladta 35 Celsius-fokot. A keleti, délkeleti határ mentén, valamint nagyobb területen a Duna–Tisza-közén 38 foknál is melegebb volt. Helyenként a 39 fokot is meghaladta a hőmérséklet.

A legmagasabb hőmérsékletet, 40,0 Celsius-fokot Fülöp-házán mértük, ami amellet, hogy új országos napi rekord, az adatbázis jelenlegi állapota alapján a legmagasabb júniusi hőmérséklet.

Forrás: **Országos Meteorológiai Szolgálat**