

Megmértük, ezért ennyi!(?)

A konkrét céllal és megfelelő módszerrel mért klimatológiai adatok hasznosíthatósága az erdészeti gyakorlatban és kutatásban

Dr. Pájer-Gálos Borbála – egyetemi docens, SOE EMK Környezet- és Földtudományi Intézet

Egyre több hazai erdőtársulásban figyelnek meg olyan folyamatokat és károkat, melyek kialakulásához közvetlenül vagy közvetve hozzájárult a hőmérséklet emelkedése, az elérhető vízmennyiség csökkenése, vagy valamely szélsőséges időjárási esemény (hóhullám, fagy, aszály, szélvihar). Ezért az erdészeti gyakorlat és kutatás részéről is megnőtt az igény a jó minőségű meteorológiai adatsorok iránt. A legtöbb esetben azonban szakmailag nem megfelelő módon történik az adatbázis-választás, az adatok feldolgozása, valamint az erdei meteorológiai mérések kivitelezése.

Cikksorozatunk 2. részének célja bemutatni az elérhető főbb meteorológiai adatbázisokat, felhívni a figyelmet az adatgyűjtés szabályaira, hibalehetőségeire, valamint példákat adni a leggyakoribb adatfeldolgozási hibák kiküszöbölésére.

Az erdészeti gyakorlat lokális, erdőrézlet szintű adatokat igényel

Az erdészeti gyakorlatban és kutatásban egyre szélesebb körben használják a műlra és a jelenre vonatkozó időjárási és éghajlati információt. Vannak, akik önálló méréseik alapján vizsgálják az állomány mikroklímáját, a sugárzás hőmérséklet, légnedvesség, szélsébség állományon belüli vertikális profilját és napi menetét, évszak függését (Vig 2004, Manning 2004), vagy a lékek mikroklímáját (Zagyvai et al. 2018).

Megfelelő kapacitások és erőforrások esetén érdemes lenne ezeket a vizsgálatokat kiterjeszteni, a folyamatoknak a helyszín- és állományfüggőségét is elemezni, valamint összehasonlító méréseket végezni a kitettség mikroklíma-módosító hatásának meghatározására. Ezenfelül az egyes erdészeti klímaosztályokat jellemző klimatikus viszonyok szervezett, hosszú távú mérésekkel történő alátámasztása is nélkülözhetetlen lenne ahhoz, hogy az éghajlatváltozás hatásai nyomon követhetők legyenek.

Mások az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) adatai alapján definiálják az erdészeti klímaosztályokat (Járó 1962, Fűbrer 2010), vagy keresnek választ arra a kérdésre, hogy a detektált erdőkárok ok-okozati összefüggésben állnak-e a

szélsőséges időjárási eseményekkel (Janik et al. 2016), valamint, hogy a gyakran visszatérő, vagy egymás utáni években előforduló időjárási szélsőség-kombinációk kiváltanak-e kár-láncot (Csóka et al. 2009, Mátyás et al. 2010).

Az erdészeti gyakorlat adatigénye szinte kivétel nélkül lokális, adott erdőrézletre, fafajra és adott évre, vegetációs időszakra koncentrált. Azonban az adatigénylő erdész általában elégedetlen az adatkínálattal, mivel az OMSZ nem végez erdőben méréseket (főleg nem minden erdőrézletben), a városközeli, sík területen végzett mérések eredményei pedig nem reprezentálják az adott erdőrézlet mikroklímáját vagy időjárását.

A meteorológiai szolgálatok mérési tevékenységének célja nem az állományklíma meghatározása

Hazánkban 1717-ben, Sopronban indultak a műszeres megfigyelések (1. ábra). Kezdetben a meteorológiai méréseket analóg eszközökkel végezték, majd a 90-es évektől megkezdődött a megfigyelő rendszerek automatizálása. Az OMSZ folyamatosan bővülő hálózata közel 300 olyan automata állomást tartalmaz, ahol léghőmérséklet mérése is zajlik, emellett csapadékokat közel 500 hagyományos állomáson mérnek. A légkör állapotának, meteorológiai paramétereinek folyamatos mérése, megfigyelése során összegyűjtött, ellenőrzött adatok alapján történik az aktuális időjárási helyzet megállapítása, az időjárás-előrejelzés és az ország éghajlatának vizsgálata is.

Az OMSZ mérései nem hegyvidéki és erdővel borított helyszíneken folynak, mivel a szigorú szabványok és szabályok szerint az állomásokat egy legalább 10×7 m nagyságú sík, nyílt, homogén, rövid fűfelszínnel borított területre kell telepíteni.

Annak érdekében, hogy a mérések reprezentatívak legyenek (ne csak a mérőpont közvetlen környezetében, hanem annak tágabb körzetében is jellemzőek legyenek), nem lehetnek völgyben és meredek lejtőn, fa, épület, fal közelében, illetve városok belterületén.

A hőmérséklet-, nedvesség- és sugárzásmérő szenzorok 2 m-re a felszín felett találhatóak, a talaj közeli léghőmérséklet a talajfelszín felett 5 cm magasságban mérik. A csapadék mérése 1 m-re a felszín felett, a szélirány és szélsébség mérése 10 m-re a felszín felett történik. A meteorológiai mérőhálózatokhoz tartozó állomások mérési adatsorait folyamatosan ellenőrzik, szűrik a mérési hibákat és különböző korrekciós eljárásokat végeznek (pl. a korszerűbb eszközre váltásból, valamint az állomás helyszínének/környezetének változásából eredő inhomogenitások kiküszöbölésére).

Csak a mérés céljához igazodó, szabályszerű adatgyűjtési módszer és adatminőség eredményez hosszú távon használható adatbázisokat

Amennyiben az erdészeti gyakorlat/kutatás úgy dönt, hogy saját meteorológiai mérésekbe kezd (pl. automata állomással több paraméter együttes mérése, kiválasztott paraméterek mérése, állományon belüli vertikális profil meghatározása; 2–4. ábrák), a következő kérdésekből kiindulva célszerű megkezdni a körültekintő tervezést: Milyen erdészeti gya-



1. ábra. A soproni Kuruc-dombi meteorológiai állomás



2. ábra. Hermes (Soproni-hegyvidék): bagyományos éghajlati állomás

korlati/kutatási kérdés megválaszolására van szükségünk az adatokra? Ehhez milyen meteorológiai paramétereket kell mérni? Hány helyszínen? Milyen időléptékben? Milyen időtartamban? Tehát a *mérés célja* döntően meghatározza a mérések helyszínét, időtartamát, a mérési módszertant, az eszközök minőségével szembeni elvárásokat.

A megfelelő adatminőség és a használható adatbázis előállítása érdekében érdemes megfontolni az alábbiakat:

- Ha egy adott erdőrészlet erdészeti klímabesorolásának vizsgálata a cél, akkor hosszú távú mérésre, legalább 20–30 év adatsorára van szükség, ugyanolyan körülmények között. Az egyetlen ponton végzett, 1-2 hetes, vagy néhány éves kampánymérés messze nem elegendő a terület klímájának meghatározásához, az csak az időjárás éven/évszakon/hónapon belüli vagy évek közti változékonyságáról ad információt.
- Összehasonlító mérések esetén – az összehasonlíthatóság érdekében – reprezentatív helyszínek választásán kívül figyelni kell arra, hogy egyforma szenzorok, azonos elrendezésben (pl. mérési magasságban) kerüljenek kihelyezésre.
- Fokozottan ügyelni kell a mérés céljához alkalmas eszköz megválasztására (mérési tartomány, pontosság), valamint az eszközök megfelelő kalibrálására, karbantartására.
- A szenzorok kihelyezésekor be kell tartani a mérési szabályokat; pl. árnyékoló alkalmazásával elkerülhető, hogy közvetlen sugárzás érje a hőmérséklet- és nedveség érzékelőt. A csapadékmérés eredményét meghamisíthatják a csapadékmérőbe hullott levelek, rovarok.
- A gyűjtött adatok minőségét és az adatgyűjtés folyamatosságát rendszeresen ellenőrizni kell, szükség esetén az erre alkalmas módszerekkel korrigálni. Érdemes tisztában lenni az eszközök korlátaival, a módszerek bizonytalanságával és a mérési körülményekből adódó hibalehetőségekkel – a mért adatokat sem szabad fenntartás nélkül elhinni és elfogadni.

Meteorológiai adattípusok, adatbázisok

A meteorológiai szolgálatok adatai két fő csoportra oszthatók:

1. Meteorológiai állomások adatai
2. Rács-hálózati (raszteres) adatok: Előállításuk célja, hogy olyan helyeken is elérhetőek legyenek adatsorok, ahová nem telepítettek állomást (az éghajlati modellek eredményeinek validálására is ezeket az adatbázisokat alkalmazzák). Az OMSZ 0,1°-os térbeli felbontású, napi lép-

tékű adatbázisát (<http://www.carpatclim-eu.org>) a meteorológiai állomások mérési adatsoraiból homogenizációs, valamint interpolációs eljárásokkal állították elő (Lakatos et al. 2013).

Példák a leggyakoribb adatfeldolgozási hibák kiküszöbölésére

A legelső lépés, az elemzés céljától, tér- és időbeli léptéktől, meteorológiai paraméterigényétől függően a leginkább megfelelő adatbázis kiválasztása (lásd a cikksorozat 1. részét). Ha egyetlen helyszínen vizsgálódunk, és keresünk összefüggést pl. egy szélterés és az adott napok időjárása között, és van a közelben meteorológiai állomás, akkor érdemes a helyszínhez legközelebbi állomás adataival dolgozunk (a domborzati adottságokra ügyelve). Abban az esetben, amikor egy nagyobb terület (pl. Bükk-hegység) éghajlati jellemzésre, tendenciáira, időjárási szélsőségeinek gyakoriságára van szükségünk, akkor a rács-hálózati adatokat ajánlott választani.

A leggyakoribb adatfeldolgozási hibák kiküszöbölése érdekében az alábbiakra kell figyelni:

Ha csak 2010-ig állnak rendelkezésre rácsponti adatok, ne toldjuk meg az idősort egyetlen állomáson mért adatokkal, mert hamis trendet fogunk kapni. Általánosságban is igaz, hogy csak szakértővel való konzultálás után egészítsük ki az egyik adatbázis hiányzó adatait egy másik adatbázisból, egyik állomás adatait a szomszédos állomás adataival (különösen csapadék esetén).

Ha nincs a saját erdőrészletünket reprezentáló adat, ne próbálkozzunk két közeli állomás adatából magunk interpolálni (különösen heterogén domborzati adottságok mellett).

Ha durvának találjuk a rácsponti adatbázis felbontását, saját térinformatikai vagy egyéb interpolálási módszerek alkalmazása előtt konzultáljunk szakértővel. A komplex



3. ábra. A 2019-ben települt Boreas automata állomás a Soproni-hegyvidéken, az István-aknánál

1. táblázat. Az elérhető meteorológiai adatbázisok főbb előnyei és korlátai

		Előnye	Hátránya
Meteorológiai állomások napi adatai	OMSZ állomásadatai	110 év adatsora, felhasználóbarát	Kevés főállomás adatsora hozzáférhető szabadon
	OMSZ Napijelentés kiadvány	Napi idősorok küszöbnappal	Csak elsődleges ellenőrzésen ment át, trendelemzésre nem alkalmas
	NOAA – Globális felszíni meteorológiai mérőhálózat	Hosszú távú idősorok, könnyű kezelhetőség	Kevés magyarországi állomás adatsora elérhető
	GSOD – Globális felszíni mérőhálózat napi összesítő	Hosszú távú idősorok, felhasználóbarát	Kevés magyarországi állomás, sok adathiány
Raszteres napi adatok	CarpatClim	Származtatott indexeket is tartalmaz, nemzetközileg elismert	10×10 km-es felbontás, egyelőre 2010-ig elérhető
	Foresee	2019-ig elérhető	18,5×18,5 km-es felbontás

légkörfizikai, légkördinamikai folyamatok miatt egyrészt speciális módszereket kell alkalmazni, másrészt 2×2 km-es felbontás alatt már minden módszer irreális eredményeket adhat.

Néhány év saját mérési eredményei nem összehasonlíthatók a helyszín 10×10 km-es körzetét reprezentáló 30 éves klímaadatokkal, és belőlük nem vonható le következtetés a megfigyelt klímaváltozásra.

Célszerű megkeresni az elérhető adatbázisokban rejlő lehetőségeket és információt, ami elegendő lehet a kérdéseink megválaszolásához. Például, ha az átlagosnál forróbb napok gyakoriságát szeretnénk megtudni a Keszthelyi-hegységben, használhatjuk Keszthely állomás adatait is, mivel nagy valószínűséggel a hegyvidéken is ugyanazokon a napokon volt a

hőmérséklet a sokéves átlagnál magasabb, mint Keszthely városában.

Az adatbázis-választás és adatfeldolgozás során felmerülő speciális kérdéseinkkel az önálló próbálkozások helyett célszerű nagyobb tapasztalattal rendelkező szakértőhöz fordulni.

Következtetések és javaslatok

Természetesen fontos, hogy legyen elegendő adat – térben és időben megfelelő sűrűséggel –, és hogy hosszú távú idősorokkal rendelkezünk. De ennél sokkal lényegesebb, hogy ne pusztán az adatok gyűjtése legyen a cél, hanem az, hogy a mért adatok széleskörűen használhatók legyenek az erdőkkel kapcsolatos vizsgálataink céljának eléréséhez.

Ez akkor valósulhat meg, ha elemzéseink céljához igazodó helyszíneken, hitelesített eszközökkel és megfelelő módszertannal mérünk. Emellett tisztában kell lennünk a mérési módszerek és a mért adatok korlátaival, bizonytalanságaival, hogy ezeket szakszerűen számszerűsíteni és kezelni tudjuk az elemzésekben.

A reprezentatív erdei helyszíneken, szakszerű módszerekkel végzett meteorológiai és mikroklímamérések – továbbá erdőparaméterekkel együttesen – kiegészítenék és többletinformációval bővítenék az Országos Meteorológiai Szolgálat mérőhálózatának méréseit. Az erdei és az OMSZ-hálózat összehangolásával létrejövő adatbázisok (amire több országban már van példa) az erdészetspecifikus adatigény kielégítését is jobban szolgálnák, valamint hosszú távon hozzájárulnának az éghajlati modellekben az erdőkkel kapcsolatos folyamatok pontosításához és a modelleredmények validálásához.

Köszönetnyilvánítás: A cikk a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/00678/20/4) támogatásával készült.

Hivatkozott szakirodalom

- Csóka Gy. – Koltay A. – Hirka A. – Janik G. 2009. Az aszályosság hatása kocsánytalan tölgyeseink és bükköseink egészségi állapotára. *Klíma-21* füzetek 57: 64–73.
- Führer E. 2010. A fák növekedése és a klíma. „Klíma 21” füzetek 61: 98–107.
- Janik G. – Hirka A. – Koltay A. – Juhász J. – Csóka Gy. 2016. 50 év biotikus kárai a magyar bükkösökben. *Erdészettudományi Közlemények* 6(1): 45–60.
- Járó Z. 1962. Termőhelyi tényezők ismertetése. In: Majer A. (ed): *Erdő- és termőhelytipológiai útmutató*. Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest, 11–68.
- Lakatos M. – Szentimrey T. – Bihari Z. – Szalai S. 2013. Creation of a homogenized climate database for the Carpathian region by applying the MASH procedure and the preliminary analysis of the data. *Időjárás* 117: 143–158.
- Manninger M. 2004. Erdei fák éves és korszaki növekedésmenete és kapcsolódása egyes ökológiai tényezőkhöz. In: Mátyás Cs. – Vig P. (szerk.): *Erdő és klíma IV*. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 151–162.
- Mátyás Cs. – Führer E. – Berki I. – Csóka Gy. – Drüsler Á. – Lakatos F. et al. 2010. Erdők a szárazsági határon. *Klíma-21* füzetek 61: 84–97.
- Vig P. 2004. Egy bükkös vízháztartása. In: Mátyás Cs. – Vig P. (szerk.) *Erdő és klíma IV*. Sopron, 197–208.
- Zagyvai G. – Eredics A. – Csiszár Á. – Korda M. – Lengyel A. – Tiborcz V. – Bartha D. 2018. Lékek növényzetét meghatározó tényezők vizsgálata különös tekintettel a mikroklímára. *Erdészettudományi Közlemények* 8(1): 197–210. ❁



4. ábra. Az 1996-ban, Vig Péter irányításával települt állomány-klímamérő-állomás a Soproni-hegyvidéken, az István-aknánál