

## ERDÉSZETI KLÍMAKÖZPONT KIALAKÍTÁSÁNAK SZÜKSÉGESSÉGE ÉS LÉPÉSEI

Borovics Attila<sup>1</sup>, Illés Gábor<sup>1</sup>, Juhász János<sup>1</sup>, Móricz Norbert<sup>1</sup>, Rasztovits Ervin<sup>1</sup>, Nimmerfroh-Pletscher Beáta<sup>2</sup>, Ungváry Ferenc<sup>2</sup>, Pintér Tamás<sup>3</sup>, Pödör Zoltán<sup>3</sup> és Jereb László<sup>4</sup>

<sup>1</sup>NAIK Erdészeti Tudományos Intézet

<sup>2</sup>NETvisor Zrt.

<sup>3</sup>Soe-SKK, Informatikai és Gazdasági Intézet

<sup>4</sup>BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar

### BEVEZETÉS

Az erdészeti klímakutatás és a hozzá kapcsolódó ökológiai folyamatok kutatása, megismerése és modellezése teremti meg az alapot arra, hogy képesek legyünk előre jelezni a megváltozott klíma erdőállományokra gyakorolt hatását, illetve az egyes erdőállományok létesítésének, megszüntetésének visszahatását a klímára.

Az erdészeti meteorológiai mérések célja a klimatikus változások helyi sajátosságainak megismerése az egyes erdőterületek közelében. Ez olyan felbontásban, pontosságban, helyszíneken és olyan paramétereket mérve történik, hogy az így előálló adatforrás lehetőséget teremtsen a termőhely konkrét változásainak nyomon követésére és a jövőbeni termőhely előrejelzésére. Az Országos Meteorológiai Szolgálat által végzett mérések sok esetben azért nem elégségesek, mert az erdészeti szempontból meghatározó környezetben végzett kiegészítő méréseink – pl. talajnedvesség, globálsugárzás, párologtatás –, közvetlenül nem származtathatók a legjobb esetben is több 10 km-es távolságban végzett meteorológiai mérések adataiból, erre a célra konkrét helyi mérések szükségesek.

A XXI. században az élet minden területére, az ipartól kezdve egészen az erdészetig, a digitalizálódás, a különböző szenzorok által gyűjtött adatokon alapuló integrált, legalább részben automatizált és optimalizált mérési adatfeldolgozási folyamatok kialakítása jellemző. Ma már lehetőség nyílik arra, hogy nagy mennyiségű, olcsó szenzor tömeges kihelyezésével, vagy célirányos, adott helyeken történő adatgyűjtések eredményeként rendkívül sok adathoz online, digitális formában is hozzáférjünk, miközben az eszközök akár egymással is folyamatosan kommunikálva képesek anagy frekvenciájú adatgyűjtésre és továbbításra. Az összegyűjtött, adatok Big Data alapú feldolgozását és elemzését felhasználva hozhatunk megalapozott döntéseket, illetve végezhetünk előrejelzéseket. Utóbbi az erdészet területén kiemelt fontosságú kérdés, hiszen a jelenben kell olyan fontos döntéseket meghoznunk, melyek hatása csak több évtized múlva lesz valóban mérhető, érzékelhető. A jelen erdőtelepítései és felújításainak tervezéséhez alapvető például a klímaváltozás több éves, akár több évtizedes hatásának előrejelzése. A problémakör fontos része az adatok összegyűjtésén kívül azok biztonságos tárolása és hatékony informatikai feldolgozása részben hagyományos matematikai, statisztikai, részben pedig modern adatbányászati eszközökkel.

A mikroklíma mérőállomások hálózatából és az azokat összekapcsoló, kiértékelő online szolgáltató felületből álló rendszert tekintjük egy korszerű (virtuális) klímaközpont infrastruktúrájának.

## MÉRŐÁLLOMÁSOK HÁLÓZATÁNAK KIÉPÍTÉSE



*Egy tipikus mikroklíma mérőállomás kiépítés a NAIK ERTI Bajti kísérleti csemetekertjében  
Az állomások hálózatba kapcsolása új alapokra helyezi az erdészeti célú meteorológiai adatgyűjtést  
és segíti a helyi döntések meghozatalát*

A mikroklíma mérőállomások sokasága által szolgáltatott adatok képesek az elméleti modellek validációjára, a helyi döntéseket megalapozó adatforrások biztosítására. A NAIK Erdészeti Tudományos Intézet jelenleg 17 állomás üzemeltetését látja el, és további jelentős számú hasonló állomás erdőgazdálkodói kiépítése várható a közeljövőben. A Klímaközpont ezek integrációjával országos lefedettségű adatállományt képes kialakítani, kezelni és értékelni. A nagy pontosságú adatokat szolgáltató állomások között elhelyezett további nagyszámú szenzoros méréssel szándékozunk az adatsűrűséget növelni.

## TEREPI MÉRÉSEKET SZOLGÁLÓ ON-LINE RENDSZER KIALAKÍTÁSÁNAK CÉLJA

A mikroklíma mérőállomások felügyeletét, kezelését és értékelését egy online rendszer (<https://erti.netvisor.hu/Erti.html>) teszi teljessé. A rendszer azzal a céllal készült, hogy a NAIK ERTI tulajdonában lévő mérőállomások adatait összegyűjtse, eltárolja, valamint az adatok erdészeti célú értékelését is elvégezze, majd az így nyert eredmények vizualizációját is megkönnyítse. A kialakított informatikai háttér ugyanakkor az üzemeltetést is megkönnyíti, hiszen például automatikus hibajelentést küld abban az esetben, ha egy-egy szenzor meghibásodott. A rendszerhez további felhasználók is csatlakozhatnak, így növelve az erdőben mért napi szintű mikroklíma adatok sűrűségét. Ez a helyi döntések lehetősége és azonnali beavatkozások szükségessége miatt közös érdeke az eddig elkülönített üzemeltetésben résztvevőknek.

## TEREPI MÉRÉSEK KEZELÉSÉT ÉS ÉRTÉKELÉSÉT SEGÍTŐ ON-LINE RENDSZERBE ÉRKEZŐ ÉS SZÁRMAZTATOTT ADATOK

Az egyes mérőállomásokról jelenleg — normál esetben — 10 perces időközönként érkeznek adatok. Ugyanakkor előfordulnak olyan esetek, hogy

- valamelyik mérés nem érkezik meg egy adott időben (elveszik),
- valamelyik mérést a rendszer rövid időn belül többször is elküldi, vagy
- meghibásodott szenzortól az előre definiált hibajelzéssel érkezik adat,
- nem hihető érték érkezik be egy szenzortól.

A rendszer ezeket az eseteket detektálja, a tényt rögzíti a tárolás során, és a megfelelő felületeken jelzi is. A beérkező adatokat a fentiek alapján az alábbi típusokba sorolja a rendszer:

- *helyes adat*: időben beérkezett és vélhetően helyes mérési adat,
- *duplikátum*: korábbival azonos vagy közel azonos időbélyeggel érkezett felesleges adat,
- *hiányzó adat*: az adott időpontban nem érkezett be mérési adat, pedig kellett volna,
- *hibás mérési adat*: érkezett be mérési adat, de az konvencionálisan hibás (-999.9),
- *nem hihető mérési adat*: érkezett be mérési adat, azaz nem elvi hibás, de vélhetően nem jó (pl. 78°C), jelenleg ezt előre megadott konstans értékek segítségével definiáljuk (pl. az irány nem lehet 360°-nál nagyobb, vagy a hőmérséklet -50 °C-nál kisebb). A későbbiekben ezek a határok finomíthatóak, vagy előállításuk legalább részben automatizálható lehet.

A fontosabb méréseket az áttekinthetőség kedvéért az alábbi méréscsoportokba soroltuk:

- hőmérséklet (5 komponens)
  - 2 méteres léghőmérséklet
  - 4 különböző mélységben a talajhőmérsékletek
- páratartalom (5 komponens)
  - relatív páratartalom
  - 4 különböző szinten a talajnedvesség
- csapadék (1 komponens)
  - mm-ben mért csapadékmennyiség
- szél (3 komponens)
  - átlagos irány
  - szélesség
  - lökés sebessége
- napsütés (2 komponens)
  - maximum
  - átlag

A rendszer a beérkezett adatokból az alábbi erdészetben érdekes napi, heti, havi és éves aggregált adatokat állítja elő:

- 2 méter magasságban mért levegő hőmérséklet minimuma, maximuma és átlaga.
- csapadékmennyiség, csapadékintenzitás (intenzív csapadékmennyiség) és a napsugárzás időtartamának összege,
- a többi mérés átlaga.

Ezen kívül a beérkező és az aggregált adatokból további tetszés szerinti számú erdészeti indexeket állíthatunk elő.

## AZ ON LINE KEZELŐFELÜLET FŐBB JELLEMZŐI

A felhasználói felület kialakításánál fontos szempont, hogy egyszerű, könnyen áttekinthető megjelenítést nyújtson az erdészeti szakemberek számára. A felületen a menüsor segítségével lehet navigálni az egyes oldalak között. Mivel ezek elférnek egy-egy képernyőn, így nincs szükség a képernyő görgetésére.

A felületet alapvetően öt elemre bontottuk:

- *Felügyeleti információk*: a beérkező adatokról adnak általános képet, azoknak az I. fejezetben definiált csoport elemszámait megadva,
- *Állomás jellemzők*: az egyes állomásokról adnak részletesebb adatokat az 5 kialakított nagyobb adatscsoportnak megfelelően (hőmérséklet, csapadék, páratartalom, szél és napsugárzás) az előző kettő, illetve az adott napra vonatkozóan,
- *Erdészeti paraméterek*: az egyes állomásokra lekérhetőek a definiált meteorológiai és erdészeti indexek,
- *Lekérdezés/állomás*: egy adott állomásra az 5 adatscsoport adatai kérhetőek le tetszőleges időintervallumban,
- *Lekérdezés/mérés*: egy adott szenzorra minden állomás adatsora kérhető le tetszőleges időintervallumra.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A termőhely, mint időben változó tényező legérzékenyebb klímfüggő paramétereinek helyszíni vizsgálata céljából és a klímamodellek értékelése érdekében szükség van erdei körülmények közötti mikroklíma adatokra. Ebből a célból került kialakításra egy olyan mérőhálózat és a kapcsolódó informatikai infrastruktúra, amely alkalmas a valós időben és nagy mennyiségben érkező – az erdészeti ágazat számára fontos – meteorológiai adatok és az azokból levezethető klímparaméterek fogadására, tárolására és megjelenítésére. A kialakított rendszerhez tetszőleges számú új mikroklíma mérőállomás kapcsolható a jövőben, ezzel is növelve az általa nyújtott szolgáltatás gazdasági jelentőségét és minőségét. A mérőhálózat reményeink szerint hozzájárul ahhoz, hogy a jövőben az erdőállományokat érintő döntések jó minőségű adatokra alapozva, elsősorban helyi tapasztalatok felhasználásával szülessenek.