

# METEOROLÓGIAI TÉMAKÖRÖK A NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM ERDŐMÉRNÖKI KARÁN

**Drüszler Áron**

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, 9400 Sopron, Ady Endre u. 5.  
e-mail: a.druszler@emk.nyme.hu

## **A meteorológia oktatás története a Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Karán**

A Nyugat-magyarországi Egyetem 10 karral rendelkező, soproni székhellyel működő állami egyetem, amely Sopron mellett, Szombathelyen, Győrben, Mosonmagyaróváron, illetve Székesfehérváron is működtet karokat. Az Erdőmérnöki Kar jogelődjét, a Bányásztisztképző Iskolát még III. Károly alapította 1735-ben Selmecebányán, amelyet később (1762-ben) Mária Terézia emelt Akadémiai rangra. Magát az Erdészeti Tanintézetet 1808-ban hozták létre. Az első világháború után, 1919-ben az akkor már Állami Bányászati és Erdészeti Főiskola névre hallgató intézményt „ideiglenesen” Sopronba helyezték át, majd 1932-ben (akkor még a Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem részeként) egyetemmé minősítették.

Mivel a légkör az erdők termőhelyének egyik fontos tényezője, ezért hamar felismerték, hogy az erdész szakembernek a légkör sajátosságaira, s a benne végbemenő folyamatokra nézve alapos, valamint tudományosan alátámasztott ismeretekkel kell rendelkeznie. Ennek köszönhető, hogy már a XIX. század első felében elkezdődött a meteorológia önálló tárgyként való oktatása az erdészek számára (Erdészeti klímatan néven). Az oktatás során az egyes légköri jelenségek, hőmérséklet, napfény, elektromosság és a magnetizmus, csapadék és szél ismertetésére került sor, de már ekkor a tananyag része volt a „különböző jellegű klímák” ismertetése és a növények klimatikus igénye is (*Lesenyey, 1959*).

Az éghajlattant (erdészeti meteorológiát) később is mindig a növények termőhelyigényével összefüggésben oktatták, így amikor 1947-ben létrejött a Karon a Termőhelyismerettani Tanszék, akkor az éghajlattant is ennek a tanszéknek az gondozásába került. Mivel az erdőt a korszerű erdőgazdálkodás és fatermesztés is, mint az élő és élettelen tényezők komplex összhatásának eredményét kezeli, ezért a helyes szemlélet kialakítása érdekében mind a mai napig elengedhetetlen, hogy a felsőfokú erdész szakember az erdőkre ható fontosabb környezeti tényezőket (köztük az éghajlatot) alaposan megismerje.

Marton András vezetésével az 1960-as években kezdődtek meg egyetemen a mezoklíma és mikroklima kutatások, amelyek később a tananyagba is beépültek. 1980-as években szintén a tananyag részévé vált a növényfejlődés és az időjárási elemek közötti összefüggések vizsgálata, valamint a klíma jellemzésére használható módszerek bemutatása is (pl. klímajellemzésre alkalmas fafajok ismertetése) (*Varga, 2006*).

1993-ban jelentős változásokat hozott, hogy az Erdőmérnöki Karon megkezdődött a környezetmérnök és vadgazdamérnök képzés is. A meteorológia ismeretanyaga innentől már a környezetvédelemmel kapcsolatos speciális ismereteket is tartalmazta. Vig Péter gondozásában ekkor hozták létre a környezetmérnök hallgatók számára a levegőtisztaságvédelem című tárgyat is, amelynek elsődleges feladata a levegőbe jutó szennyező anyagok forrásainak, transzportfolyamatainak, illetve azok koncentráció mérési módszereinek megismertetése volt. Külön fejezet foglalkozott a szennyező anyagok művi környezetre, illetve a növényzetre gyakorolt hatásaival, valamint az erdők légtisztító szerepével is.

## A meteorológia oktatása napjainkban

Mára az Erdőmérnöki Kar oktatási palettája tovább bővült: jelenleg az erdőmérnök, környezetmérnök, vadgazdamérnök szak mellett környezettudós és természetvédelmi-mérnök képzés is folyik. A meteorológiához kötődő ismeretanyagok oktatását ezeken a szakokon ma a Környezet- és Földtudományi Intézet végzi, a tantárgyi programok vázának kidolgozása Vig Péter nevéhez fűződik. A meteorológiai ismereteket átadó tárgyakat, a hozzájuk tartozó szakokat, óraszámokat, illetve a jelenlegi oktatókat az *1. táblázat* tartalmazza.

*1. táblázat:* Meteorológiai ismereteket tartalmazó tantárgyak listája a Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Karán (2012, nappali képzés). EMO: Erdőmérnök osztatlan, KT: Környezettan, Környezettudós, KM: Környezetmérnök, TM: Természetvédelmi mérnök, VM: Vadgazda Mérnök; \* a klimatológia rész csak a szemeszter feléig tart.

Tárgy neve	Szak	Óraszám	Oktató
Éghajlat	EMO, KT Bsc, KM Bsc	2+1	Drüszler Áron
Klimatológiai módszerek	EMO, KT Msc	2+1	Drüszler Áron
Levegőtisztaság-védelem	KM Bsc, KT Bsc	2+0	Gálos Borbála, Drüszler Áron
Termőhelyismeret-tan (klim. rész*)	TM Bsc, VM Bsc	3+2	Bidló András, Drüszler Áron

## A meteorológiai ismereteket tartalmazó tantárgyak rövid ismertetése

Az alábbiakban sorra vesszük az *1. táblázat*ban felsorolt tantárgyak célkitűzését, valamint röviden ismertetjük azok tantárgyi programját is.

### *Éghajlat*

A légkör általános tulajdonságainak, a légkörben lejátszódó folyamatoknak, a légköri jelenségek és az erdő belső mikroklímájának valamint az antropogén meteorológiai hatásoknak megismertetése a hallgatókkal. Az atmoszférában felfedezhető összefüggések megvilágítása által célunk, a hallgató komplex ökológiai szemléletének kialakulását elősegíteni. Célunk még olyan klimatológiai alapokat nyújtani, amelyekre későbbi tanulmányait tudja építeni a hallgató.

### *A tárgy tematikája:*

#### *Előadás:*

- A légkör összetétele, szerkezete;
- Meteorológiai alapjelenségek (sugárzás, sugárzási egyenleg, a felszín hőháztartása, evapotranszpiráció, felhőképződés és -osztályozás, a csapadék; a légnyomás és a szél);
- A légtömegek és időjárási frontok;

- Az időjárás szélsőségeinek hatása az élőlényekre;
- Éghajlat-osztályozás, a Föld éghajlati képe;
- Magyarország éghajlata;
- Erdészeti klímaosztályozás;
- Az erdő mikroklímája;
- A klímaváltozás, klímaingadozás.

*Gyakorlat:* Meteorológiai mérési módszerek és eszközök, alapvető adatkezelési módszerek.

### *Klimatológiai módszerek*

Az általános meteorológiai, (éghajlattan) ismeretekre alapozva a tárgy oktatásának célja olyan ismeretek közlése, amelyek segítségével a hallgató megnyugtató biztonsággal átlátja a klimatikus rendszer működését, mind globális, mind térségi, mind pedig lokális léptékben. Ezzel olyan tudás birtokába juthat, amely a fafajpolitika, térségfejlesztés, tájrehabilitáció, élőhelyfejlesztés- és fenntartás számára nélkülözhetetlen.

### *Előadás:*

- A klimatológia-fogalom keletkezése és a jelen értelmezése, a klimatikus rendszer elemeinek áttekintő tanulmányozása;
- Az éghajlati elemek tér- időbeli változásainak bemutatása;
- A hőháztartási és vízháztartási tényezők változatosságának feltárása, okainak megvilágítása, a kétféle mérleg összefüggéseinek, az energia- és víz globális transzport folyamatainak ismertetése;
- A szoláris, a leíró és a genetikus éghajlat-osztályozási rendszerek részletes ismertetésére;
- A Föld éghajlati képe;
- Paleoklimatológiai áttekintés bolygónk éghajlatáról;
- A földi klimatikus rendszer változásainak természetes és antropogén okai;
- Terepklimatológia (orográfiai helyzet, lejtőklíma stb.);
- A városok klimatikus sajátosságainak megismerése, a kedvezőtlen jelenségek kiküszöbölésének, mérséklésének lehetőségei;
- Mikroklimatológiai ismeretek (különböző felszín-típusok sugárzás-, hő- és vízháztartásának sajátosságai).

*Gyakorlat:* A különböző klímajellemző módszerek ismertetése, egy kiválasztott térségre irányuló alkalmazása, mikroklimatikus folyamatok megismerése, jellemzőinek ábrázolása kapott adatok alapján.

### *Levegőtisztaság-védelem*

A környezetmérnök, környezettanós hallgatók az általános meteorológiai ismereteikre alapozva megismerhetik a levegőbe jutó fontosabb szennyezőanyagok forrásait, nyelőit, a légkörben eltöltött tartózkodási idejüket, a levegőben lejátszódó transzport-folyamatokat és koncentráció-változásokat. Összefoglaló áttekintést ad a levegő szennyezettségi állapotának mérési módszereiről, az immisszió csökkentésének lehetőségeiről. Nagyobb hangsúlyt fektet a légszennyezőanyagok élőlényekre és művi környezetünkre gyakorolt hatásainak megismertetésére, különös figyelmet szentelve az erdők légszennyezéstől elszenvedett károsodásaira, valamint a levegő tisztításában betöltött szerepére. Ezáltal az ember környezetével szemben elvárt felelősségének kialakítását kívánjuk elérni, valamint, hogy

hallgatóink képessé váljanak a levegőgazdálkodás legkedvezőbb módszereinek felelős kiválasztására.

*A tárgy tematikája:*

*Előadás:*

- Az ember szerepe a levegőkörnyezet alakításában; A levegő védelmét tárgyaló fontosabb konferenciák;
- A légkör szerkezete, tulajdonságai, természetes összetétele; a planetáris határréteg;
- A légkör kialakulása, a légköri nyomanyagok forrásai és nyelői;
- A légköri aeroszol, a klimatikus rendszerben betöltött szerepe (természetes és antropogén klímaalakító tényezőként);
- A sztratoszférikus és troposzférikus ózon, koncentrációváltozásai és annak okai;
- A nitrogén-, kén-, és szénvegyületek körforgalma, e vegyületek szerepe az éghajlat alakításában, illetve az éghajlatváltozás hatása e vegyületek körforgására;
- A levegőtisztaság, szennyezettség fogalma. Immisszió, emisszió, transzmisszió; Légszennyező anyagok csoportosítása, főbb források; Légszennyezési határértékek;
- A levegőtisztaság vizsgálati módszerei; A legfontosabb műszeres mérési módszerek; A levegőtisztaság minősítése;
- A légszennyező anyagok növényzetre gyakorolt hatása, alkalmazkodóképesség és az ezeket meghatározó tulajdonságok; A védekezés és a kezelés lehetőségei;
- A légszennyező anyagok emberi egészségre és művi környezetre gyakorolt hatása; A védekezés és a kezelés lehetőségei;
- Magyarország és az EU levegőtisztasági állapota; Főbb emisszióforrások, emissziótendenciák a XX. században; A XXI. századi üvegházgáz kibocsátási forgatókönyvek; Globális felmelegedés: érvek és ellenérvek;
- Az emisszió csökkentésének módszerei (ipari lehetőségek, politikai intézkedések); A növényzet légtisztító szerepe.

*Termőhelyismeret-tan*

A tantárgy alapvető célja, hogy a légkör általános tulajdonságaival, a légkörben lejátszódó folyamatokkal, a légköri jelenségekkel és az erdő belső mikroklímájával valamint az antropogén meteorológiai hatásokkal, a legfontosabb talajképző folyamatokkal, a talajok kialakulását meghatározó környezeti tényezőkkel, a talajok fizikai és kémiai sajátágaival, valamint a talajok osztályozásának alapjaival megismerkedjenek a hallgatók. Az atmoszférában és a talajbéli folyamatokban felfedezhető összefüggések megvilágítása által kiemelt cél, hogy a hallgatók komplexen tudják értékelni a termőhelyi tényezőket.

*A tárgy tematikája:*

*Előadás:*

- A légkör összetétele, szerkezete;
- Meteorológiai alapjelenségek (sugárzás, sugárzási egyenleg, a felszín hőháztartása, evapotranszspiráció, felhőképződés és –osztályozás, a csapadék, a légnyomás és a szél);
- A klimatikus rendszer;
- A légtömegek és időjárási frontok;
- Az időjárás szélsőségeinek hatása az élőlényekre;
- Magyarország éghajlata, éghajlatosztályozások;
- A klímaváltozás összefüggései;

- Talaj fogalma, talajképző tényezők;
- A talaj szerves anyagai és élővilága;
- Talajok kémiai tulajdonsága, talajkolloidok;
- Talajok fizikai tulajdonságai;
- Talajok osztályozásának alapelvei, talajok osztályozása.

*Gyakorlat:* Meteorológiai mérési módszerek és eszközök, alapvető adatkezelési módszerek. Laboratóriumi talajvizsgálatok bemutatása, az eredmények értékelésének gyakorlása. Terepi talajszelvény leírások és termőhelyfeltárás.

### **Meteorológiához kapcsolódó fontosabb kutatási területek az Erdőmérnöki Karon**

Az Erdőmérnöki Karon a meteorológiával összefüggő kutatások középpontja a Környezet- és Földtudományi Intézet (KFI), s azon belül is elsősorban a Mátyás Csaba akadémikus által koordinált projektek keretein belül folynak az éghajlatváltozás hatásainak elemzésével és azok mérséklésével foglalkozó kutatások. E vizsgálatok közös kiindulópontja, hogy a klímaváltozás következtében a szárazsági erdőhatáron a fafajok elterjedésének (és a termesztésének) limitáló faktora a szélsőséges időjárási körülmények lesznek. A mérsékeltövi ökoszisztémák elterjedési területét, növekedését, produkcióját és egészségi állapotát elsősorban a nyári aszályosság erősödése érintheti.

Az Intézetben zajló kutatások tehát egyrészt azt kívánják feltérképezni, hogy az egyes fafajok milyen klímatolerenciával rendelkeznek, és ennek következtében miként változhat majd a jövőbeni elterjedésük és produkciójuk, másrészt pedig arra keresik a választ, hogy a felszínborításban a már múltban megfigyelt változások, illetve a jövőben várható tendenciák miként hathatnak vissza a regionális éghajlat alakulására, illetve a meteorológiai, hidrológiai folyamatokra. A folyamatok összetettsége megkívánja a mérések és megfigyelések mellett, a vizsgált jelenségek modellezését is.

A közelmúltban lezárt (meteorológiával kapcsolatos) kutatási projektek a KFI-ben:

- Éghajlati bizonytalanság és a hazai erdőtakaró fenyegetettsége (NKFP 3/B0012/2002; 2003–2007);
- Klimatikus változások hatása a bükkös állományok biológiai stabilitására (GVOP – 3.2.1 - 2004 – 04 – 0327/3.0; 2004–2009);
- Stratégiák és technológiák az erdei ökoszisztémák és az erdőgazdálkodás klímaváltozáshoz alkalmazkodásának javítására (NKFP 6-0047/2005, 2006–2010);
- Erdő- és mezőgazdálkodás, valamint a megújuló energiaforrás technológiák és a klímaváltozás (TÁMOP 4.2.2-08/1-2008-0020, 2009–2011)

A KFI mára jelentős múlttal rendelkezik az erdei mikroklíma mérés területén, hiszen több mikrometeorológiai mérőpontot is üzemeltet az ország területén (pl. Sopron, ill. Fiad). Ezek a helyeken elsősorban a kiválasztott erdőállományok hő- és vízháztartását vizsgáljuk az egészségi állapottal összefüggésben. A felállított mérőtornyokon az állomány különböző szintjeiben folyamatosan végzünk hőmérséklet, páratartalom, szélsebesség méréseket, nyomon követjük a sugárzásviszonyok alakulását a különböző hullámhosszúságú tartományokon (rövidhullám, hosszúhullám, PAR), s emellett a csapadék és talajnedvesség mérésével is foglalkozunk.

Az infrastrukturális háttér karbantartásának és fejlesztésének lehetőségét mindig az aktuális elnyert projektek teremtik meg, a közbeszerzési eljárások lezárása után (remélhetőleg már az idén) rendelkezni fogunk eddy-kovariancia mérésekhez szükséges műszerekkel, valamint hőkamerával is. Ezekről az új műszerekről az reméljük, hogy használatuk révén még pontosabb képet kaphatunk az erdők hő- és vízháztartásáról a változó klimatikus körülmények között.

A síkvidéki erdők vízháztartásra (talajvíz-készletekre) gyakorolt hatásainak tisztázásával a KFI-ben külön vizsgálat foglalkozott. *Móricz et al.* (2011) nyírségi mérési és modellezési eredményeikre alapozva megállapították, hogy egy síkvidéki talajvíz-függő tölgyes evapotranszspirációja közel 30%-kal volt nagyobb a közeli parlagterületen számított értéknél. Kiszámították, hogy a talajvízfogyasztás aránya a transzspirációhoz képest különösen a száraz periódusokban magas. Ezek az eredmények elsősorban az alföldi erdősítések hidrológiai hatásainak megismeréséhez járultak hozzá.

Mivel a XXI. századra vonatkozó éghajlati modellbecslések alapján az erdők klimatikus feltételeinek gyors változása várható, ezért éghajlati, valamint egészségügyi kitermelési adatokra alapozva Intézetünkben vizsgálatok folytak a bükk várható hazai elterjedése és a klímaváltozás összefüggéseinek feltárására is. Megállapításra került, hogy az alsó (szárazsági) erdőhatár közelében található bükkösökben már 4 egymást követő száraz év is elegendő tömeges mortalitás kialakulásához (*Rasztovits et al.*, 2012). Az Intézetben hasonló kutatások folynak a tölgyre vonatkozóan is, amelyekben már figyelembe kívánjuk venni a regionális éghajlati modell-előrejelzésekben rejlő bizonytalanságokat is.

Együttműködésben a hamburgi Max Planck Intézettel *Gálos et al.* (2011, 2012) a REMO regionális klímamodell segítségével vizsgálták az erdő–klíma kölcsönhatást a XXI. századra vonatkozóan hazai, illetve európai léptékben is. Megállapítása szerint az erdősítés az evapotranszspiráció kismértékű növekedését, valamint a felszín közeli hőmérséklet csekély mértékű csökkenését okozhatja, míg az erdőterületek esetleges csökkenése ellentétes hatást fejthetne ki. Azonban nem csak a jövőre feltételezett, hanem a múltban valóságosan megtörtént hazai felszínborítás-változások meteorológiai hatásaira vonatkozóan is születtek eredmények (*Drüszler et al.*, 2011a, 2011b). Ezek révén kiderült, hogy a XX. századi átalakulások elsősorban a városok közelében okoztak (akár 1 °C-ot meghaladó) hőmérséklet-emelkedést. Az Országos Meteorológiai Szolgálattal együttműködésben végzett vizsgálatok kimutatták, hogy a lezajlott felszínborítás-változások bizonyos időjárási helyzetekben hatással lehetnek akár a konvektív csapadék területi eloszlására is.

Új kutatási irány az Intézetben az egyes fafajok szárazságtűrő képességének vizsgálata mesterséges aszály előidézésével (vízviasztartás talajtakarás segítségével). A kísérletek során a mintaterületek helyszínén intenzív terepi méréseket kívánunk végezni: az alap meteorológiai állapotjelzők (mint pl.: hőmérséklet, relatív nedvesség, szél, csapadék, sugárzás) mellett, részletes térbeli felbontású talajnedvesség és talajhőmérséklet mérések is rendelkezésre állnak majd. A kiválasztott fákon folyamatos nedvaramlás, illetve törzskerület mérés is lesz, így várakozásaink szerint sikerül pontosabban feltárni az egyes fafajok évi növedéke és az időjárási feltételek (főként aszályok) közötti összefüggéseket, valamint a fafajok klímateroleranciáját.

## Hivatkozások

*Drüszler, Á., Vig, P., Csirmaz, K.*, 2011a: Impacts of Hungarian Land Cover Changes on the Regional Climate during the 20<sup>th</sup> Century. XXV<sup>th</sup> Conference of the Danubian Countries, Budapest, Hungary, 16–17 June 2011.

- Drüszler, Á., Vig, P., Csirmaz, K.*, 2011b: Effects of Historical Land Cover Changes on the Precipitation Distribution in Hungary. *Riscuri Si Catastrofe (Risks and Disasters)*, ISSN: 15845273; I/2011: 99–112.
- Gálos, B., Jacob, D.* 2012: Regional-scale assessment of the climatic role of forests under future climate conditions. In: Liu G. (szerk.) *Greenhouse Gases - Emission, Measurement and Management* Rijeka: InTech, 2012. 295–314, ISBN:979-953-307-224-0
- Gálos, B., Jacob, D., Mátyás, Cs.*, 2011: Effects of simulated forest cover change on projected climate change - a case study of Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 7: 49–62.
- Lesenyei, F.*, 1959: A Selmecebányai Erdészeti Tanintézet története (1808-1846). *Erdészettudományi Közlemények* 1958. 2. sz. melléklete
- Móricz, N., Mátyás, Cs., Berki, I., Rasztoivits, E., Vekerdy, Z., Gribovszki Z.*, 2012: Comparative Water Balance Study of Forest and Fallow Plots. *Journal of Biogeosciences and Forestry* (megjelenés alatt)
- Rasztoivits, E., Móricz, N., Berki, I., Pötzelsberger, E., Mátyás Cs.*, 2012: Evaluating the performance of stochastic distribution models for European beech at low-elevation xeric limits. *Időjárás* 116: (3) p. (megjelenés alatt)
- Varga, Zs.*, 2007: A Termőhelyismerettani Tanszék története. NYME FMK, Szakdolgozat