

Meteorológiai és klimatológiai megfigyelések kapcsolatban az Alföld fásításának kérdésével

Irta: dr. Cholnoky Jenő, egyet. tanár. *)

Fölvetődött az a kérdés, hogy az Alföld fásításával kapcsolatosan sűrű meteorológiai állomáshálózatot állítsunk föl, amely állomások azokat a meteorológiai és klimatológiai elemeket regisztrálnák, amelyek az erdősítés és fásítás szempontjából különösen érdekesek és tanulságosak.

Mindenekelőtt a kérdést kell tisztáznunk. Ugy látszik, hogy itt két különböző szempont jön figyelembe.

1. A részletesebben, a mainál sűrűbb hálózattal tanulmányozott meteorológiai és klimatológiai elemek közt vannak-e olyanok, amelyeknek részletesebb és alaposabb megismerése valamiféle utmutatást nyújt aziránt, hogy milyen módszerrel kell folytatnunk a fásítást és erdősítést. Van-e például kilátás arra, hogy ilyen behatóbb tanulmányozások alapján jobban meg tudjuk válogatni az ültetendő fánemeket, vagy azoknak kezelését? Van-e pl. arra remény, hogy klímakülönbségeket fogunk kimutathatni a homokos és a szikes területek közt, vagy finom észlelések tudnak-e kimutatni különbséget a folyó-partján és a folyótól távolabb?

2. A kérdés másik oldala abban áll, hogy vajjon az előrehaladó erdősítés és fásítás okoz-e lényeges, kimutatható éghajlatváltozást? Mert hisz minduntalan felmerül az az állítás, hogy az erdők nedvesebbé teszik az éghajlatot, több esőt okoznak, esetleg az eső hullásának módját változtatják meg, például gyakran hallani azt az állítást, hogy fátlan vidéken inkább zivataros esők alakjában hull le a csapadék, erdős vidéken kevesebb a zivatar és több a csendes eső. Az erdőknek a talajra ható átalakítását egyelőre természetesen teljesen figyelmen kívül kell hagynunk, mert most csak meteorológiai, ill. klimatológiai elemekkel van dolgunk.

Mindenekelőtt vizsgáljuk meg az első kérdést.

Az Alföld éghajlatát elég behatóan ismerjük. Róna Zsigmond kitűnő kézikönyve összefoglalóan, monografikus tanul-

*) Előadta az O. E. E.-ben m. é. december hó 12-én.

mányok és a meteorológiai Évkönyvek részletesebben ismer-
tetik az Alföld éghajlatát s minden esetre tudunk róla annyit,
amennyi az erdészet részére bőségesen elegendő. Finomabb
megfigyelések, a szokott meteorológiai állomásokon már csak
oly kevéssel bővítik és igazítják ki tanulmányaink eddigi
eredményeit, hogy azok semmiféle, növénytermesztést illető
kérdést nem vetnek föl. Ezeknek már nincsen gyakorlati ér-
telemben vett befolyása. A talajminőségnek és különösen a
talajviz járásának sokkal lényegesebb befolyása van s ezek
a lokális tényezők igen durván elfedik azoknak a nagyon
finom klimatikus különbségeknek hatásait, amelyeket sűrűbb
észlelő-hálózattal, hosszabb észlelés-sorozatokkal még ki le-
hetne mutatni.

Minden kétséget kizárólag megállapíthatjuk, hogy az
eddigi meteorológiai állomások észleléseit még sűrűbb háló-
zattal, még hosszabb ideig folytatni: elméleti tudományos
szempontból igen hasznos dolog lehet, de az erdészek gyakor-
lati szükségleteire nézve minimális jelentőségűek volnának.

Egészen másként áll a kérdés, ha olyan észleletekre gon-
dolunk, amelyeket eddig a meteorológusok nem kísérték
figyelemmel. Mert sok mindenféle olyan meteorológiai és
klimatológiai tényező van, ami döntő jelentőségű az erdősíté-
sre nézve, de a meteorológiai obszervatóriumokban eddig
nem méltatták figyelemre s nem is teheték.

Az ilyen észleleteknek legnagyobb része azzal a kérdés-
sel áll összefüggésben, amit a második csoportban foglaltunk
össze, t. i. hogy milyen befolyása van az erdősítésnek az
éghajlatra?

De ennek a kérdésnek is két lényegesen különböző oldala
van. Először is az erdőnek igen nevezetes befolyása lehet az
erdő közvetlen környékére és az erdőben levő levegő köze-
pes állapotára. A kérdések első csoportja tehát az *erdő lokális
légköri hatását illeti.*

A kérdés második oldala a beerdősített terület egész lég-
körének klímaváltozására vonatkozik. Az idevonatkozó prob-
lémákat az *erdő klímaváltoztató hatása* nevezet alatt foglal-
hatjuk egybe.

Nézzük először is a lokális légköri hatásokat.

Kétségtelen, hogy az erdőben, a lombok árnyékában a hőmérséklet évi közepes értéke valamivel kisebb lesz, mint a szabadban, mert nyáron a lombok megakadályozzák az erdőtalajának a napsugaraktól történő fölmelegítését, de télen a lombtalan fák csak minimálisan akadályozzák a kisugárzást. Télen tehát az erdőben olyan hideg van, mint künn a szabad mezőn, de nyáron az erdő hűvösebb, mint a mező, tehát az évi középérték valamivel kisebb lesz. Ez nem elhanyagolandó tényemény s az erdő belsejében, a lombok alatt tenyésző kriptogámus növényzetre is minden esetre hatást fog gyakorolni. Fölvetem a kérdést, hogy a talajbontó bacillusok, a talaj kolloidális állapotának előidézői nem nagyon is érzékenyek-e erre a nem is olyan kiesiny hőmérsékletkülönbségre!

Lám, mindjárt találtunk olyan kérdést, amelynek megoldásához mindenekelőtt finom meteorológiai észlelések kel-
lenek.

Az erdőben a levegő hőmérsékletingása mindenesetre lényegesen kisebb, mint a szabad mezőn. Az erdőn nappal hűvösebb, éjjel melegebb van, mint a mezőn, a napi ingadozás tehát kisebb, különösen nyáron, mert ekkor a lombok a kisugárzást és a besugárzást is mérséklék. A hőmérséklet-ingadozásnak ez a mérséklődése mintegy oceanikus jellegűvé teszi a lombok alatt a levegőt s ennek megfelelően természetesen más növény-életteni viszonyokat is kell találnunk. Megint van tehát olyan tényező, amit okvetlenül tanulmányoznunk kell.

Németországban beható tanulmányokat végeztek arra nézve, hogy mennyivel kevesebb eső hull az esőmérőbe a lombok alatt, mint künn a szabadban*). Amennyivel kevesebb az esőmérőbe hulló eső, annyi víz ment le a leveleken, ágakon és törzseken, csurogva a földre. Elég érdekes dolog ez, különösen, ha a különféle fajta lombokat tanulmányoz-

*) Schubert J.: Niederschlag, Verdunstung, Bodenfeuchtigkeit, Schnee-
decke in Waldbeständen und im Freien. Mitteilung der Met. Abteilung
des forstlichen Versuchswesens in Preussen. Meteor. Zeitschr. 1917.
145—153. oldal.

zuk. A tölgyfa lombja mindenesetre másként viselkedik, mint a bükkfáé, vagy a fűzfáé, nyárfáé stb. Nem fontos-e azt tudnunk, hogy melyik fa-fajta az, amelyik legtöbb vizet takarít meg azzal, hogy levelein, ágain és törzsén csurgatja le, tehát legkevesebbet enged a Föld felszínén lefutásra jutni, mert ez elveszett a növényezetre nézve. A takarékos lombok fogják leginkább megakadályozni, hogy az erdő fái között vízfolyások, bevágódások keletkezzenek.

Az erdő belsejében a levegő nedvessége lényegesen nagyobb évi középértéket fog mutatni, mint a szabadban. Hisz ez az erdő moha- és zuzmó-növényzetén is meglátszik. De ebben a tekintetben óriási különbségekre akadhatunk a lombok minősége szerint. Sohasem felejtsem el azt a sivár látványt, amit az északamerikai Rocky-hegység fenyőerdői mutatnak, különösen a Yellowstone Nemzeti Parkban. Olyan szárazság van ezekben a gyérlombu erdőkben, mint akár künn a mezőn. Nem csoda, hogy temérdek az erdőtűz az Unióban. A washingtoni erdőigazgatóság bemondása szerint az Unió területén évenként mintegy 10 millió acre (kb. magyar hold) erdő ég le.

Az erdő belsejében tehát nagyon fontos tanulmányozni-valóink lesznek.

De talán a legfontosabb azt megtudni, hogy miféle változások állnak be az erdő közvetlen közelében, esetleg meddig terjed az erdő hatása a szomszédos területekre. Ezt a tanulmányt okvetetlenül el kell végeznünk.

Az erdő árnyékában, közvetlenül az erdő szélén, kétségtelenül ugyanaz a mérséklő hatás fog jelentkezni, mint az erdő belsejében. A déli és északi, meg a keleti és nyugati oldalak közt azonban igen lényeges különbségek vannak. Abszolút semmiféle olyan tanulmányt nem ismerek, amely megmondaná, hogy van-e különbség a síkföldi erdő északi és déli széle közt. Még florisztikai tanulmányt sem ismerek. Az erdők leginkább hegyek között vannak s ott ezek a különbségek annyiira elmosódnak a lejtőviszonyokkal szemben, hogy nem lehet őket tanulmányozni. Annál érdekesebb az Alföldön. Nem tudom, de az erdészek bizonyosan tudni fogják, hogy merre megy

könnyebben az erdő kiterjesztése a sikon, észak vagy dél felé-e, vagy keletre-e, nyugatra-e? Északon a mi uralkodó, száraz északi szelünk bizonyosan nehézségeket okoz, de az erős beárnyékolás talán előnyös. Dél felé az erős északi szélről jobban védett az erdő széle, de a tűző napsugár talán hátráltatja a növényzetet.

Alföldünknek egyetlen klimatológiai eleme a szél, amely nincsen kellő alapossággal tanulmányozva. A szélregisztrálás igen költséges berendezkedéseket kíván, az észlelő feljegyzései pedig, különösen a szélereősséget illetőleg nem nagyon megbízhatók. Azért az erdősités szempontjából oly annyira fontos szél beható tanulmányozása elsőrendű kötelességünk s minden oldalról, minden módon meg kell vizsgálnunk ezt a tüneményt.

Az erdőtől távolabb, esetleg néhány kilométer távolságban, még mindig hatása lehet az erdőnek, mint szélfogónak. Már pedig a talaj kiszáritásának leghathatósabb tényezője a szél. Tudjuk, hogy a párolgás sebessége a szélesebesség négyzetével arányos, tehát ha a szél nagy területen mérsékelni fogja az erdők, akkor a talaj nyári kiszáradását lényegesen megcsökkentjük s ezzel a hasznos növények fejlődését nagyon előmozdítjuk. Némely utépitő mérnök nem szereti az út mellett a fákat, mert állítólag ezek akadályozzák az út kiszáradását eső után. Igaz, hogy itt a szélesebesség csökkentésén kívül a fák árnyéka is szerepet játszhatik. De ez a kérdés, véleményem szerint, abszolúte nincs tisztázva!

Némelyek az erdőpásztákra haragusznak, hogy a környezetükben lévő földeket bizonyos növények termesztésére alkalmatlanná teszik, különösen a fák árnyéka miatt. Mindenesetre van a dologban valami, de nem lehetne-e némi tanulmányok alapján kitapasztalni, hogy melyik világtáj felé, meddig tart ez a káros hatás és nem lehetne-e találni olyan hasznos növényt, amelynek termesztése ezt a nehézséget áthidalná. Nem lehetetlen pl., hogy akadna olyan takarmánynövény, amelynek éppen ez az árnyékos hely volna a legkedvezőbb. Svédországban az erdők szélén gyakran láttam mogoróbokorsávot, talán éppen ez szolgál átmenetül a szálas erdő és a mező között.

A májusi fagyokról elég szép irodalmunk van. De azért még mindig meglehetősen ellentét van a gazdák és a meteorológusok közt. A meteorológus a levegő hőmérsékletét méri körülbelül 1.5 m. magasan a talaj fölött. Ott a hőmérője az ominózus fagyosszentek idején, éjjel nem száll a zérus fok alá. De a föld felszínén zöldelő palánta csunyán elfagy. Ez azonban a meteorológiai állomás följegyzéseiből semmiképpen sem olvasható ki. Néha a virágzó gyümölcsfák fagnak el, a zöldségnek semmi baja. Máskor fordítva. A virágzó szilvafa reggelre is teljes pompájában virit, de a saláta feketén, petyhüdtlen fekszik a földön.

Mindezt bizony alaposan tanulmányoznunk kell, mert meglehet, hogy éppen az erdő lényegesen belebeszélhet ebbe a vitába s nagyon enyhítheti nagy körzetben a goromba fagyosszentek kártételét. Agrárius ország vagyunk, minden attól függ, hogy jó termésünk lesz-e vagy nem. S ime még az ilyen életbevágó kérdéseket sem tanulmányoztuk kellő alapos-sággal.

Nagyon sokat hánytorgatott kérdés, hogy megváltoztatja-e az erdő az éghajlatot, vagy nem. Némelyek szerint az erdővel borított területen mindig több a csapadék évi összege, mint az erdőtlen területeken. Ez igaz. Csakhogy fordítva van a dolog. T. i. ott van erdő, ahol több a csapadék s ott nincs erdő, ahol kevés a csapadék. Körülbelül a mi éghajlatunk alatt 600 mm. az a csapadékmennyiség, amelyen alul zárt erdőség magától nem keletkezik. 400 mm.-en alul még bozotos, szavannás erdő sem keletkezik, hanem csak füves pusztá, 200 mm.-en alul pedig már sivatag van.

De nincs pontosan eldöntve az a kérdés, hogy megnövekedik-e valamely vidéken a csapadék mennyisége, ha az eddig kopár vidéket beerdősítjük? Viszont megcsökkenik-e valahol a csapadék évi összege, ha az erdőt kipusztítjuk.

Erre nézve a következőt kell megjegyeznünk. A levegőnek mintegy 20 km. magasságu rétege az, amelyben a levegő nedvességének lényeges befolyása van a csapadék képződésére. De vegyünk csak 10 km. magasságot. Ha a föld-

szinten 20 foknak vesszük fel a levegő hőmérsékletét, akkor normális viszonyok közt 10 km. magasságban a hőmérsékletet felvehetjük 50 fokkal alacsonyabbnak, tehát — 30 fokosnak. Ha párateltnak tesszük föl az egész légoszlopot, akkor ebből egy olyan hasábot vágva ki, amelynek alapterülete 1 m², ebben a hasábban körülbelül 90 kilogramm víz van pára alakjában. Egy négyszögkilométerben egy millió négyszögméter van, tehát egy négyszögkilométer fölött lévő levegőoszlopban 90,000.000 kg. víz van!

És ez a levegő még nem is nagyon meleg és még csak páratelt. Ha ez a levegő felmelegszik pl. 30 fokra, akkor, kekszámban, hozzávetőlegesen még 40,000.000 kg. víznek kellene bele jutnia, hogy páratelt legyen. Egy négyszögkilométer területről egy centiméter vízréteg elpárolgásával csak 10,000.000 kg. jut a levegőbe. Könnyű ebből kitalálni, hogy forró, hosszú napokig kell a levegőnek a párolgó vízfelülettel érintkeznie, hogy kellő mennyiségű párárt tudjon felvenni. Már pedig a szárazföldek fölött gyorsan elsuhanó levegőnek erre nincs ideje. A tó vagy folyó fölött nyer ugyan valamelyes párárt, de már a nagyon lassan párolgó növényzettől ugyan hiába várnók, hogy a levegő nedvességét (az egész légoszlopban!) mérhető módon megnövelje.

A tapasztalati tények is világosan mutatják, hogy a szárazföldi vizeknek a csapadék mennyiségére minimális hatása van. A Balaton fölött pd. a nyugati szél egyike a leguralkodóbb szeleknek. Így tehát különösen a tó keleti végén, Kenese vidékén kellene bővebb csapadékot találnunk, ha a Balaton lényegesen megnövelné a levegő páratartalmát. De Kenese környéke nem hogy csapadékosabb lenne a környező területeknél, hanem ellenkezően, még szárazabb!

De még nagyszerűbb példát mutat a Kaspi-tó. Ez az óriási vízfelület valóságos tenger. Nyáron ugyancsak perzselő forrósággal tüz reá a Nap s erős szelek vernek rajta oceáni hullámokat. Minden tünemény megvan tehát, ami a párolgást elősegíti és mégis: környezete félsivatag, sőt éppen a keleti partján, ahol a legerősebb hatást kellene találnunk, ott a legszárazabb, valósággal sivatagos az éghajlat.

Ha ilyen óriási vízfelületnek ugyyszólván semmi hatása sincs a környezet éghajlatára, akkor hogy várhatjuk ezt a lényegesen kevésbé párolgó erdőktől?

A Kaspi-tó déli partján az Elbursz-hegység északi lejtőin elég szép erdők vannak. De ezeknek a szükséges esőt nem a Kaspi-tó párolgása szolgáltatja, hanem az Atlanti-óceán felől erre járó ciklonok, vagy depressziók. Kimutatható*), hogy Kelet-India téli esőt szintén ezek a rendetlenkedő depressziók okozzák s ezek ezen a tájon mennek át Indiába s ahol hegyeket érnek, ott különösen bőven ontják csapadéukat. Csakhogy azt a nedvességet, amely belőlük itt kiesapódik, azt még az Atlanti-óceánon szedték föl, mert bátran kimondhatjuk, hogy a levegőben foglalt pára tulnyomóan nagy többsége a melegégövi tengerekből került a levegőbe.

Mert ott a forró égövi oceánokon, ahol 30° C hőmérsékletet is elér a tenger vize s ahol a passzát, vagy a mérsékelt égöveket jellemző nyugati szél viharerősen kergeti a hullámokat, a rohamosan párolgó vízfelülettel napokon, heteken át érintkezik a gyorsan száguldó levegő.

Van azonban valami más megfontolni való. A mi éghajlatunk alatt is a legtöbb esőt a ciklonoknak, vagy depresszióknak köszönhetjük. A ciklonok a mi féltékenken az óramutató járásával ellenkező értelmű örvénylések. Ez az örvénylés fenn, a felsőbb légrétegekben sokkal gyorsabb, mint lenn a földszinten, mert hisz a földszinten igen erős a surlódás.

Ez a sebességkülönbség az oka annak, hogy az örvénylés közepén fölfelé emelkedik a levegő s ez a fölfelé emelkedés az oka annak, hogy esik az eső. Ezek olyan tények, amelyek teljesen világosan állnak előttiünk s ha a részletekben még fedezhet is fel a tudomány valami új dolgokat, általánosságban teljesen megoldott a kérdés.

Rendkívül érdekes dolog vetődik fel ezzel a tüneményrel. Mondottuk, hogy a depresszióval járó csapadéknak az

*) *K. Knoch*: Die Herkunft der Winterregen in Nordindien. *Peterm. Geogr. Mitt.* 68. évf. 1922. Jan.-Febr.-füzet, 5. oldal.

az oka, hogy felfelé száll benne a levegő. Hisz minden csapadéknak ez az oka. A levegő felfelé való szállásának pedig az az oka, hogy a földszinten az örvénylés kisebb sebességű, mint a magasban. Minél nagyobb ez a sebességkülönbség, annál intenzívsabb a felfelé szállás, annál bővebb tehát a csapadék.*)

A felső légrétegek örvénylésére nem tudunk befolyjni. Valóban égi magasságban vannak azok a fejük fölött. De a Föld felszínén az örvénylés sebességét mérsékelhetjük, ha megnöveljük a surlódást. Már pedig a földfelszínen a surlódás lényegesen megnövekedik a beerdősítéssel. Ez minden kétséget kizárólag így van. Különösen megnövekedik a surlódás, ha az erdő nem teljes, összefüggő, hanem pásztás, aztán az erdőt fasorok, gyümölcsösök, ligetek váltják föl stb.

Ebben az esetben valóban várhatjuk, hogy a depressziókban megnöveljük a felfelé szállás intenzitását és ezzel megnöveljük a lehulló csapadék mennyiségét. Erre még senki sem gondolt. Nem itt a helye annak, hogy rámutassak, hogy a tenger felett járó ciklonból valóban kevesebb eső hull, mint a szárazföld fölött járóból stb. stb. Nincs itt a helye, hogy ezzel a kérdéssel teljesen behatóan foglalkozzunk. De már az itt elmondottak is elegendők ahhoz, hogy belássuk, miszerint ilyen módon csakugyan lehet hatása az erdősítésnek a csapadék megnövelésére.

Nem kötelességünk-e tehát most, amikor az erdősítés megindul, minden lehető figyelemmel tanulmányozni ezt a kérdést? Sokan vannak, akik az erdőknek azt a hatást tulajdonítják, hogy a csapadékot megnövelik. Magyarázatuk az elpárologtatással és a csapadékvíz visszatartásával nem állja meg a helyét. De ime, itt rámutattunk, hogy más okok következtében igenis, az erdő csakugyan megnövelheti a csapadékot. Azért most itt az alkalom ezt az egész emberiségre nézve oly nagy jelentőségű kérdést teljesen tisztázni. Sik vidéken vagyunk, a térszín egyenetlenségei itt minimális befolyásuk. Hegyvidéken ilyen tanulmányt alig lehetne végezni, ha

*) A ciklonok vagy depressziók mechanizmusát l. bővebben *Cholnoky*: A levegő fizikai földrajza. 160. lap. Budapest, 1903 A M. Földr. Int. R.-T. kiadása.

okfejtésünk helyes. De nekünk elsőrangú kötelességünk most ezt a kérdést a legnagyobb gonddal tanulmányozni.

Azért sűrű esőmérő-hálózattal, állandóan a legnagyobb gonddal kell jegyeznünk a csapadékot, hogy utódainkra olyan adatok maradjanak, amelyekből a törvény teljes biztonsággal tisztázható.

Minden ok mellett szól tehát, hogy az erdősítéssel kapcsolatban úgy tudományos, mint gyakorlati szempontból végtelemül fontos a meteorológiai észleletek kibővítése és kimélyítése.

Nem a normális meteorológiai állomások sűrítésére van szükség, hanem egyrészt a csapadékmérő-állomások még az eddiginél is gondosabb kezelésére, másrészt igen részletes szél-tanulmányokra van szükség és végül a lokális légköri változások pontos tanulmányozása elengedhetetlen követelmény. A lombok alatt, az erdő szélén, az erdő árnyékában, az erdő szélárnyékában stb. mindenféle változások jelentkeznek; ezeket mind tanulmányozni és értékesíteni kell. De nem sablónos, egyszerű statisztikázásról van szó, hanem magas nivóju, komoly tanulmányokról, amelyeket a mutatkozó eredmények szerint módosítanunk, bővítenünk, finomítanunk kell. Ide tartozik a májusi fagyok részletes tanulmányozása is.

Az Alföldön működő erdészek közül néhányat igazán alaposan ki kellene képezni meteorológusnak, hogy széles látókörrrel és amellet erdészeti tudással is, teljes fegyverzettel indulhasson harcba az „ismeretlen“ ellen.

Hogy Németország rossz földjein mégis 80%-kal többet tudnak átlagban termelni, mint a mi kitűnő földjeinken, annak tisztán, kizárólag és egyedül az az oka, hogy minden kérdést a legalaposabb tudományos tanulmányokkal vettek vizsgálat alá. Mi ezt mindig elmulasztottuk. Mi mindig a „praktikus“-nak mondott régimódi gazdák fölényes utmutatásait vettük szentírásnak s nem hallgattunk a tudomány szavára. De igaz, nem is voltak igazi, ilyen téren működő tudósaink és tudományos intézeteink olyan számban, hogy azok a közvéleményre befolyást tudtak volna gyakorolni. Ennek most már végét kell szakítanunk s az Alföld erdősítésével kapcsolatban a legkomolyabb tanulmányokat kell végeznünk.