

Die räumliche Entwicklung unserer Fakultät. Von Prof. F. Modrovich.

Im Zusammenhange mit den in den letzten 3 Jahren erfolgten Gebietsvermehrungen Ungars — die vorwiegend bewaldete Landesteile heimgebracht haben — stieg die Zahl der Hörer auf der in Sopron wirkenden Fakultät für Bergbau und Forstwirtschaft der Kön. Ung. Palatin Josef Universität für Technische und Wirtschaftswissenschaften (Budapest) in erheblichem Masse.

Die Gesichtspunkte eines zeitgemässen Unterrichts sowie soziale Belange fordern baldmöglichst entsprechende Neubauten; diesbezüglich dient Verf. mit einer weitblickenden Planung.

Les agrandissements de notre Faculté. Par le Prof. F. Modrovich.

L'accroissement constant du nombre des étudiants à la Faculté des Mines et Forêts (installée à Sopron) de l'Université des Sciences Techniques et Economiques exigeait des bâtiments nouveaux et modernes. L'Auteur en fait connaître les plans.

Expansion of the Faculty for Mining and Forestry. By Prof. F. Modrovich.

The progressive increase of the number of students at the Faculty for Mining and Forestry at Sopron requires new modern buildings, the plan of which is given by the author.

Az erdőségek esőkeltő hatása az újabb meteorológia megvilágításában.

Írta: **Dr. Aujeszky László**

egyetemi m. tanár, m. kir. főmeteorológus.

Mióta a történelmi Magyarország erdőségeiben legdúsabb és egyúttal esőben is leggazdagabb északkeleti tájai Szent István birodalmába viszatértek, azóta a nagyközönségnek is szembeszökő módon van alkalma tapasztalni azt az éles éghajlati ellentétet, amely az északkeleti erdőségek és a Nagy Alföld rónái közt mutatkozik. Ez a körülmény alkalmasint újabb táplálékot fog nyújtani annak a régi és szakkörökben már régóta megcáfolt hiedelemnek, amely az erdőségeknek az éghajlattal való szoros kapcsolatát okozatlag megfordított irányban, helytelenül szokta felfogni.

Ismeretes, hogy a Természet egyik legnagyobb és legszébb alkotása, az erdőség, benső kapcsolatban van az éghajlati tényezőkkel, elsősorban a kellő mennyiségű csapadékkal. Ahol elegendő eső nincs, ott a növényi életnek ez a legnagyobb alakja nem elégítheti ki a maga jelentékeny tápanyagszükségletét. Az erdészeti meteorológiának ez az alaptétele csak a földkerekség néhány különleges fekvésű pontján, a sivatagi oázisokban veszíti el a szó szerinti érvényességét, mert ott szerencsés földtani körülmények gondoskodnak arról, hogy az eső teljes hiánya ellenére is az altalajban jelentékeny vízbőség álljon rendelkezésre. Ezt a vizet távoli vidékek esőjének odaszivárgó víztömegei, vagy régi

földtani korszakok esőzésének a talajban felhalmozódott maradványai (ú. n. fosszilis víztömegek) szolgáltatják.

Ezek után egészen természetes, hogy Földünk összes nagyobb erdőségei olyan területeken foglalnak helyet, ahol a csapadékmennyiség jelentékeny. Számszerű határértéket azonban az egész földkerekségre érvényes módon nem lehet az erdők csapadékigénye számára felállítani, mert az erdő vízszükséglete az éghajlat más lényeges tényezőivel (elsősorban a hőmérséklettel és a széljárással) is szoros kapcsolatban van. Meleg és szeles éghajlatban a növényzet vízigénye általában nagyobb, mint hidegebb és szelidebb légmozgású területeken. Ezenkívül a különféle állományok vízszükséglete is jelentékeny eltéréseket mutat. Mindazonáltal érvényes marad az a tétel, hogy a legpompásabb erdőségek általában a nagy esőgazdagságú területeket borítják el. Hazánkban is *Szántó István* szavai szerint „az éghajlatilag legkedvezőtlenebb területek a legerdőtlenebbek.¹

Ehhez az egészen nyilvánvaló igazsághoz a nagyközönség sokszor téves magyarázatot szokott fűzni. A tényleg fennálló okozati kapcsolatot sokan különös gondolatmenettel megfordíthatónak tekintették és hangoztani kezdték, hogy az erdőben azért több az eső, mert az erdő jelenléte okozza az esőbőség helyi megnövekedését. Elfeledkeztek tehát arról, hogy az erdő jelenlétének már feltétele az esősebb éghajlat. Elfeledkeztek arról is, hogy gazdasági és természeti okok miatt az erdőségek ma elsősorban a hegyes vidékeken találhatók, vagyis olyan helyen, ahol közismert módon akkor is több az eső, ha a hegység pl. talajtani okok miatt egészen kopár jellegű.

A tétel azonban egyáltalában nem megfordítható. Igaz, hogy az esős éghajlat okozatilag közreműködik az erdőségek kialakulásában. *De nem igaz, hogy az erdő jelenléte oka lehessen az esőmennyiség nagymértékű gyarapodásának.*

Az erdészeti meteorológusok ezt a kérdést kellő alaposággal vizsgálták meg. Kutatásaik az erdő nagy esőfokozó hatásáról szóló hiedelmet, mint ismeretes, teljesen alaptalannak mutatták.

Ezek a mindenképpen meggyőző erejű vizsgálatok két, egymástól független vágányon haladtak. Az egyik kutatási irány az erdőben magában hulló csapadéknak a mennyiségét mérte meg. A másik kutatási irány az erdőnek azokkal a magasabb légrétegekkel való kapcsolatát fürkészte ki, amelyekben az eső képződése lejátszódik.

Az erdei csapadékmérések valóban mutatnak esőtöbbletet, ha olyan szomszédos helyekkel hasonlítjuk őket össze, amelyeken

¹ *Szántó István*: „Erdőtenyészet, éghajlat és lecsapolás a Kárpátok medencéjében az Alföldre való tekintettel.“ (Budapest, 1940., 27. old.)

eredetileg sem volt erdő, vagy olyan helyekkel, amelyek mélyebben vagy éppen a hegységek esőárnyékos oldalán fekszenek. Itt azonban nyilvánvaló, hogy az *esőhiány miatt nincs erdő és nem az erdőhiány miatt kevés az eső*. Ellenben semmiféle támasztékot nem nyújtottak a csapadékmérések arra a feltevésre, hogy az erdő jelenléte szóra-érdemesen fokozhatná és pusztulása csökkenthetné a lehulló csapadék mennyiségét. A kérdésnek ezzel a részével nem szükséges tehát tovább foglalkoznunk, annál kevésbbé, mert Réthly,² Vági³ és mások beható közleményei a tényállást kellően tisztázták, sőt Ijjász⁴ Ervin az erdők talajviszonyairól szóló nagy művében még csak megemlíteni sem tartja már szükségesnek azt, hogy az erdőségeknek régebben nagyfokú közvetlen esőgyarapító hatást is tulajdonítottak, bár ez a hatás, ha csakugyan megvolna, a talajvízviszonyokba is mélyen beavatkoznék.

De nemcsak az észlelési adatok helyes értelmezése ingatta meg az erdő nagy esőfokozó hatásáról szóló hiedelmet. Még tartatatlanabbá válik ez a feltevés akkor, ha felvetjük azt a sokkal mélyebbre vezető kérdést, hogy az erdő egyáltalában miféle fizikai hatások révén fejthetne ki hatást azokra a légrétegekre, ahol az eső keletkezik.

A meteorológia ezen a téren az utóbbi esztendőkből nagy haladást tett és mindenekelőtt bebizonyította azt, hogy az *esőképződés folyamata jóval magasabb légrétegekben játszódik le*, mint azt sokan gondolni szokták. Az esőképződés szintje általában 2000—4000 m közti magasságban (meleg időben magasabban, hidegben alacsonyabban) fekszik és ez már egymagában is megnehezíti azt, hogy földi tényezők, ha nem nagyon erőteljes módon működnek, az esőképződés arányaiba beleszólást kaphassanak.

Az eső keletkezésének a szükséges feltételeit egy régebbi közleményemben már ismertettem.⁵ Fejtegetéseimből kitűnt, hogy az eső nem egyszerűen a levegőben lévő vízpára némi „összesűrűsödéséből” jön létre, — mint sokan még ma is hiszik — hanem mindenekelőtt *óridási arányú emelkedő légmozgás szükséges ahhoz, hogy a légnemű halmazállapotú vízpára kicsapódása révén parányi lebegő vízcseppecskékből álló felhő, később pedig szabad szemmel is meglátható és lehulló cseppekből álló eső képződhessen.*

Nagyarányú emelkedő mozgás nélkül sem felhő, sem eső nem jöhet létre még olyan helyeken sem, ahol vízpára nagy bőség-

² Dr. Réthly Antal: „Az Alföld csapadékvizonyai.” (Újabb tanulmányok az öntözésről. Budapest, 1933., 32. old.)

³ Vági István: „A meteorológia és éghajlattan elemei.” (Sopron, 1929.)

⁴ Ijjász Ervin: „Grundwasser und Baumvegetation, unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der Ungarischen Tiefebene.” (Sopron, 1938.)

⁵ Erdészeti Lapok, 78, 1—16., 1939.

ben van jelen. Pl. a tengerpartokon is óriási sivatagok terpeszkednek minden olyan helyen, ahol a felszálló légmozgás képződésének nincsenek meg a feltételei. Az erdőség jelenléte azonban ennek a nélkülözhetetlen emelkedő légmozgásnak a keletkezését egymagában nem tudja létrehozni vagy szóra-érdemes mértékben támogatni, mert a levegő helyi okokból való emelkedéséhez elsősorban az alsó légrétegek erőteljes felmelegedése szükséges, ami kopár terepen sokkal inkább megvan, mint az erdőség felett. Hogy az erdőkben mégis elég gyakran van eső, az annak köszönhető, hogy az erdőségek mindenkor olyan vidéken fekszenek, amelyeken elég gyakran lépnek fel ú. n. *időjárás frontok*;⁶ ezek a szükséges emelkedő légmozgást még hideg talaj felett is biztosítani tudják. Az időjárás front ugyanis olyan légköri határfelület, amely mentén két ellentétes sajátságú légtömeg egymásba ütközik és az összeütközés következtében erőteljes emelkedő légmozgás keletkezik. A részletekre nem terjeszkedhetek ki, hanem utalok idézett közleményem fejtegetéseire.

Kitűnt továbbá az is, hogy az eső keletkezéséhez a nagyarányú felszálló légmozgás sokkal lényegesebb, mint az, hogy a levegőben néhány százalékkal több vagy kevesebb-e a viszonylagos páratartalom. Ugyanis emelkedés közben a viszonylagos légnedvesség rohamosan növekedik: 25%-os páratartalmú (vagyis szinte sivatagian száraz!) levegő 1000 méternyi emelkedéskor már 50%-os és 2000 méteres emelkedéskor már párával telített állapotba kerül! Éppen azért egészen mellékessé válik az esőképződés lehetősége szempontjából az az első pillanatra lényegesnek látszó körülmény, hogy az erdő nagy párolgó felületei aránylag nedvessé teszik a levegőt. Ez a megnövekedett légnedvesség még nem lehet *közvetlen forrása*⁷ az erdei esőnek, mert bebizonyult, hogy a levegőbe jutó vízpára csak ott és csak akkor fog esőt szolgáltatni, amidőn az illető levegő erőteljes emelkedő mozgásba kezd. Ez pedig a levegő bonyolult bolyongásai folyamán esetleg csak több ezer kilométer távolságban az illető erdőtől, napokkal később következik be. Az erdőben elpárolgó sok nedvességnek tehát szerep jut ugyan a földkerekség esőinek a kialakulásában, de túlságos egyszerűsítés volna azt képzelni, hogy ez a légnedvesség éppen az erdős vidéken fog esőcseppekké tömörülve ismét földet érni.

⁶ L. a legutóbb idézett dolgozatot.

⁷ A teljesség kedvéért megemlítjük, hogy a sok vízpára jelenléte bizonyos különleges esetekben *fokozhatja a levegő emelkedési hajlamát*, nevezetesen olyankor, ha a levegő már amúgyis nagyon meleg. Ekkor a felhőképződés arányai megnövekedhetnek, de a sok vízpára jelenléte ilyenkor sem közvetlenül, hanem bonyolult közvetett úton, az ú. n. *feltételes labilitás* révén érvényesül, amelynek a részleteivel nem foglalkozhatunk. (L. erről *Az időjárás*, 36. évf., 48—52. old., 1932.)

Nem szándékom az idézett dolgozatomban elmondottakat most ismét előhozni. A továbbiakban csak a kérdés olyan újabb részleteit kívánom ismertetni, amelyeket értekezésem megjelenése óta tártak fel a meteorológiai vizsgálatok. Mióta ugyanis a földkereségnek úgyszólván minden országában rendszeres kutatórepülő-állomások létesültek, amelyek naponta több ízben is 4000—5000 m magasságig végeznek tudományos felszállásokat, azóta sok új és lényeges mozzanatot tudunk meg a felhők belső világáról.

Ezek a legújabb légkörtani felfedezések még inkább meggyőznek bennünket arról, hogy az eső keletkezésének nagy magasságokban lejátszódó folyamatába a földi erdőségek jelenléte közvetlenül alig avatkozhatik bele.

Kiderült az az érdekes tény, hogy a felhőkben az úgynevezett *túlhűlés* jelensége olyan arányokban lép fel, mint sehol más hol a természetben. A felhők túlnyomó része ugyanis jóval 0 fokon aluli hőmérsékleten van, de ennek ellenére is apró vízcseppecskékből áll. *A felhőcseppek még —20 fokos hidegben is meg szokták tartani folyékony halmazállapotukat.* Csak a nagyon hideg lég rétegekben találunk olyan felhőket, amelyek nem cseppekből, hanem parányi jégkristálykákból állanak.

Mindennapos megfigyelés mármost az, hogy a felhők legnagyobb részéből egyáltalában nem hull ki csapadék, még akkor sem, ha nagyon sűrű és ijesztő benyomást keltő felhőtömegekkel van dolgunk. Ma tudjuk, hogy ennek mi a magyarázata. A túlhűlt felhőcseppecskék annyira kicsinyek, hogy esési sebességük egészen elenyésző.⁸ Napokig, sőt olykor hetekig tartana, amíg egy normális nagyságú felhőcseppecske a felhőből a földre hullana le; közben azonban a felhőalatti térben úgyis elpárolog. Régebben is tudták ezt és az eső keletkezését azzal magyarázták, hogy a felhőt alkotó mikroszkópi kicsinységű esőcseppek talán valami okból száz-ezerszámra egyesülhetnek és ezzel elérik a leesésükhöz szükséges nagyságot. Ma tudjuk, hogy ez a jelenség csak egészen szerény mértékben játszódhatik le. A kis felhőcseppecskék t. i. egymástól túlmessze vannak ahhoz, hogy gyorsan összefolyhassanak, mozgékonyosságuk pedig nem olyan nagy, mint az úgynevezett valódi kolloidszuspenzióké, amelyeken az összefolyás (koaguláció) folyamata csakugyan szóra-érdemes arányokban megy végbe.

⁸ Tizedmilliméternél kisebb sugarú vízcseppek esési sebességét nyugvó levegőben az ú. n. Stokes-féle lehullási képlet szolgáltatja:

$$V = 1.26 \cdot R^2 \cdot 10^6$$

(V a sebesség cm/mp egységben, R a csepp sugara). A felhőcseppek átlagos sugara $R = 10^{-3}$ cm, a lehullási sebességük tehát $V = 1.26$ cm/mp. Ezzel a sebességgel a cseppecske egy nap alatt csak kb. 1000 méterrel jutna lejjebb és 4 nap volna szükséges ahhoz, hogy egy 4 km magasán fekvő esőfelhőből a földre érkezzen.

Csak a legutóbbi évek kutatásai bizonyították be, hogy az eső egyáltalában nem a kis túlhűlt cseppecskék összefolyásából keletkezik, hanem egészen más módon. A túlhűlt felhőkből mindaddig nem tud csapadék kiesni, amíg a felhőben csakis túlhűlt cseppecskék vannak jelen. Minden felhő csak abban a pillanatban válik csapadékszolgáltató forrássá, amikor a kétféle halmazállapotú részek (mikroszkópi cseppek és mikroszkópi kristálykák) együtt vannak benne jelen. Ez azonban, mint említettem, csak igen nagy hidegben következik be.

A felhők eszerint csak akkor adhatnak esőt, amikor már olyan nagy magasságig felhatoltak, hogy nem csupán túlhűlt cseppek, hanem jégkristálykák is vannak a felhő anyagában. Az eső keletkezésének tehát egy olyan követelménye is fellép, amely első hallásra talán kissé meglepő: az esőképződéshez először jégkristályoknak kell a felhőben lenniök!

Még érdekesebb, hogy az esőkeletkezés eleinte nem is vízcseppeknek, hanem jégdaraboknak a felhőből való kihullásával indul meg. Ugyanis a jégkristályok a felhőben gyorsan növekednek⁹ és csakis ezek a megnövekedett jégkristálykák elég nagyok és súlyosak ahhoz, hogy a felhőt kiesés révén elhagyhassák. A kis túlhűlt cseppecskék odafent bebörtönözve maradnak a felhőben.

Ami tehát a felhők magas részeiből kiesni kezd, az sohasem eső, hanem szilárd csapadék: jégdarabkákból álló daraesés vagy havazás. A jégdarabkák leesés közben melegebb rétegbe jutnak és ott elolvadnak. Utólag alakulnak csak át esőcseppekké. Egyébként ez a magyarázata annak, hogy a magashegységben még nyáron is csak a völgyek kapnak esőt, a magaslati területeken ugyanakkor havazik. Az eső és hó képződése tehát nem két külön folyamat, hanem a valóságban először mindig csak szilárd csapadék keletkezik. Az eső csak *átalakulási termék*, mert a szilárd csapadék a melegebb alsó légrétegekben teljes egészében cseppekké olvad.

Az esőképződésnek ez a teljesebb képe tehát megmutatja, mennyivel bonyolultabb az egész folyamat, mint aminőnek azok

⁹ Ennek a fizikai magyarázata a következő. Már $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklettől lefelé elég jelentékeny különbség van a vízcseppek és a jégfelületek elpárolgási hajlama között. A jég is párolog ugyan, de lassabban, mert pl. $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on a vízpára telítési nyomása a folyékony vízfelületre nézve 2,14 higany-mm, ellenben a jégre nézve csak 1,94 higany-mm. Ennek az a különös következménye van, hogy a hidegebb felhőkben lévő vízpára a vízcseppekre nézve sokszor alig telített állapotú, a jégre nézve azonban ugyanakkor lényegesen túltelített. Más szóval: a cseppeket és jégkristálykákat együtt tartalmazó felhőben a cseppek könnyen elpárolognak, a jégkristálykákon ellenben rohamos kicsapódás játszódik le. A jégzemek tehát megnövekednek, a túlhűlt cseppek viszont kisebbednek. A jelenlevő vízanyag ú. n. „átpárolgás“ révén a jégdarabok rohamos növekedésére fordítódik.

