

IDŐJÁRÁS

59. ÉVFOLYAM 2. SZÁM. 1955. MÁRCIUS — ÁPRILIS

Dési Frigyes:

A meteorológiai kutatás időszerű kérdései

Összefoglalás: Hazánk felszabadulásának 10. évfordulója és az 1955. évi magyar—szovjet barátsági hónap alkalmából a Magyar Meteorológiai Társaság ünnepi ülésorozatot rendezett. Ennek bevezetéseként tartott alábbi előadásában a szerző felméri az elmúlt 10 esztendő eredményeit s az elkövetkező 5 év távlatában vázolja a magyar meteorológia megoldandó feladatait.

★

Актуальные вопросы метеорологических исследований. По случаю 10. годовщины освобождения нашей родины, и месяца венгерской-советской дружбы в 1955 году. Венгерское Метеорологическое Общество устраивало ряд торжественных заседаний. В нижеследующем докладе, прочитанном на первом заседании, автор обмержает результаты прошлых 10 лет и очерчивает — в перспективе следующих 5 лет — решимые задачи венгерской метеорологии.

★

Questions actuelles de la recherche météorologique. A l'occasion du dixième anniversaire de la libération du pays et dans le cadre du mois d'amitié soviéto-hongroise, la Société Météorologique Hongroise a organisé une série de conférences de commémoration. L'auteur donne, dans la première de ces conférences, une analyse des résultats obtenus pendant les derniers dix ans, ainsi qu'une perspective des problèmes qui sont à résoudre au cours des 5 ans prochains.

★

Felszabadulásunk óta tíz esztendő telt el. Azóta kétségkívül nagyot fejlődött az időjárás tudománya, a meteorológia. Népünk, pártunk és kormányunk bőkezű támogatása lehetővé tette számunkra azt, hogy olyan anyagi és erkölcsi feltételek között műveljük tudományunkat, amilyenekre — felszabadulásunk előtt — még a vérbő álmodozók sem gondolhattak.

Ellegendő, ha emlékezetünkbe idézünk néhány önmagáért beszélő tényt: az Országos Meteorológiai Intézet újjávarázsolt épületét, amelyben tágas elhelyezés biztosítja dolgozóink zavartalan munkáját, mert elérhettük azt is, hogy központi épületünkben már évek óta más intézmény nem foglal helyet.

A közelmúlthban megteremtettük Prága és Budapest között a távgépíró-összeköttetést. Ily módon jelentős lépéssel haladtunk előre híradástechnikánk nemzetközi viszonylatban is figyelemre méltó korszerűsítése terén, mert e távgépíró-vonal a Német Demokratikus Köztársaság hidrometeorológiai

központjával, Potsdammal is szoros kapcsolatot létesít. Ehelyütt is köszönetünket fejezzük ki *J. Zitek* elvtársnak, a Csehszlovák Demokratikus Köztársaság hidrometeorológiai szolgálata igazgatójának ez ügyben kifejtett, anyagi áldozatot vállaló, lelkes kezdeményezéséért és támogatásáért.

Műszer dolgában kielégítő a helyzet, s Lőrinci Observatóriumunk — most már valóban mondhatjuk — elkészült, parkja és útjai rendben vannak. Martonvásárott az agrometeorológiai, Vácrátóton a mikroklimatológiai kutatások — reméljük — még ebben az esztendőben meg fognak indulni. Siófokon és Tihanyban mód van arra, hogy viharjelző szolgálatunkat és a Balaton éghajlatának kutatását kedvezőbb körülmények között fejlesszük tovább. Egyetemi meteorológiai tanszékeinken — a mikroklimatológiai és agrometeorológiai kutatások területén — már évek óta derekas munka folyik.

És emlékezhetünk még egyebekről: sikeres nemzetközi kongresszusainkról, szélesedő nemzetközi kapcsolatainkról, Akadémiai Meteorológiai Főbizottságunk aktív munkájáról, egyetemi oktatásunk gondjairól és örömeiről, középiskadereink továbbképzéséről és jó eredményt mutató középiskolai tanulmányairól... Ámde még így sem lenne teljes a felsorolás, még sok mindenről eshetnének szó. Azt hiszem azonban, már e rövid vázlat is meggyőz bennünket arról, hogy szabad életünk tíz esztendejének eredményei a jövőben még fokozottabb felelősségvállalást, alaposabb munkát követelnek meg tőlünk, a meteorológia művelőitől. Csakis így lehetünk népünk, pártunk és kormányunk bizalmára méltó építői szocialista hazánknak. Vajon milyen tartalommal kell megtöltenünk, és milyen formába kell öntenünk tudományunk időszerű és jövőbeli feladatait? E kérdésre nyilvánvalóan csak akkor adhatunk lelkiismeretes választ, ha folyó tudományos munkánkról őszinte számadást készítünk, ha tárgyilagos mértékkel értékeljük eredményeink és módszereink szintjét, ha biztosítani tudjuk a valóban kollektív tudományos együttműködés szervezeti formáit.

Ma már senki nem vonja kétségbe azt az egyszerű tényt, hogy a népgazdaság, a mezőgazdaság fejlesztése szempontjából legfontosabb problémák megoldásához kell elsősorban segítséget nyújtanunk. Ha ezt tesszük, megnyílik számunkra népi demokráciánk minden olyan anyagi és erkölcsi erőforrása, amely egyuttal széles perspektívát nyit a szorosabb értelemben vett tudományos kutatómunkánk számára is, elméleti és gyakorlati vonatkozásban egyaránt. Vajon a kora tavaszi és késő őszi fagyhelyzetek, az aszály, a nagycsapadékot adó időjárású folyamatok elemzése nyomán — hogy csak e néhány kérdést említsük — nem merülnek-e fel olyan problémák, amelyeknek megoldása komoly elméleti tudást igényel? Vajon e hatalmas és szinte kimeríthetetlen témakörökben nem találhatja-e meg mindenki az egyéni adottságainak is legjobban megfelelő kutatási területét? A válasz nem kétséges: a tudományos kutatás széleskörű szabadságát legteljesebb mértékben éppen a népgazdaság szempontjából legdöntőbb problémákkal való foglalkozás biztosítja.

Ebből az alapelvből indult ki az Országos Meteorológiai Intézet, amikor tudományos kutatásainak programját megtervezte. Így például *dinamikus meteorológiai, aerológiai-színóptikai kutatásának* tengelyébe állította a nagycsapadékoknak és hosszabb csapadékos időszakoknak, aszályoknak, fagykároknak és káros szélviharoknak a tanulmányozását, különös tekintettel e folyamatoknak a Kárpát-medencében mutatkozó sajátosságaira. S mert szem előtt tartjuk a sokoldalú elemzés követelményét, az említett problémák megoldását csak akkor remélhetjük, ha a talajközeli légáramlásra, nedvességi

és termikus advekcíóra, a konvektív mozgások sebességi nagyságrendjére, a cirkulációs és örvénylési viszonyokra, egyensúlyi és energetikai problémákra vonatkozó vizsgálatainkat részletekbe menő, konkrét szinoptikus helyzeteket felölölő elemzésekre alapozzuk és a legnagyobb gondossággal elvégezzük, s ha az analízis mellett képesek vagyunk arra is, hogy az advektív-dinamikus elemzés elveinek alkalmazásával a makroszinoptikus folyamatok egészének fizikai lényegét megértsük, fejlődésüknek további menetét előre jelezzük. Az analízisnek és szintézisnek e logikailag szükségszerű egymásra utaltsága követendő módszerünknek egyik legdöntőbb ismérvét alkotja. De ismételten és nyomatékosan hangsúlyozzuk, hogy e szemléletmódunk csakis abban az esetben lehet valóban termékeny, ha azt a Kárpát-medencét és hazánkat jellemző, konkrét, a népgazdasági, mezőgazdasági érdekeket szolgáló időjárás helyzetek tanulmányozására vonatkoztatjuk.

Erre annál is inkább szükség van, mert a hazánkat jellemző időjárás helyzetek konkrét analízise hiányában csak pusztá szándék marad a szinoptikus és klimatológus között hön óhajtott és sokat emlegetett, gyümölesöző együttműködés. Arról van itt szó, hogy tekintélyes számú és alaposan feldolgozott szinoptikus helyzeteket kell a szinoptikusnak a klimatológus rendelkezésére bocsátania, ha tőle éghajlatunk sajátosságainak térbeli, fizikai-földrajzi, dinamikus okainak feltárását várja. Amíg szinoptikusaink a szinoptikus talajtérkép röghöz kötött szemléletétől nem tudnak megszabadulni, addig a klimatológusok is kénytelenek a földfelszínen megrekedni. A múltban közzétett légtömeg-naptárok — tiszteletreméltó jó szándékuk ellenére — ebből a szempontból is korszerűtlenekek minősíthetők, s a már előbb említett okok miatt arra is szükség van, hogy a jövőben napvilágot látó aerológiai-szinoptikai tárgyú tanulmányok sohase mellőzzék konkrét időjárás helyzetek elemzését.

A vázolt cél elérése érdekében természetesen tökéletesítenünk kell az időjárás helyzetek háromdimenziós analízisét. Nem vonjuk kétségbe, hogy a prognosztizőr mindennapos munkájában a szinoptikus talajtérkép igen fontos segédeszközt jelent, azonban vitathatatlanul tökéletesebb az időjárás folyamatokról alkotott képe, ha pontosan kidolgozott topográfiák és még egyéb aerológiai metszetek is rendelkezésére állanak. Ezen a ponton arra is rá kell mutatnunk, hogy az operatív munkát végző szinoptikus semmiképp nem nélkülözheti az aerológiai-szinoptikai módszer elméleti és gyakorlati elveinek alapos ismeretét, de a kutatást végző szinoptikus is csak akkor végez teljes munkát, ha egy részterületen elért eredményét az operatív munkában is hasznosítani tudja. Azt hisszük, ez az álláspont megóv bennünket attól a veszélytől, hogy az inkább gyakorlati szakember az elmélettől és az inkább elméleti szakember a gyakorlattól elszakadjon.

Ha körülbelül ilyen formában, ilyen tartalommal és ebben a szellemben alakítjuk ki az aerológiai-szinoptikai kutatómunkát, akkor már nem tűnnek fel előttünk öncélú színezettel az olyasféle problémák, amelyekkel a közelmúltban több-kevesebb eredménnyel foglalkoztunk. Így például a nyomás-áthelyeződés problémája szoros összefüggésben van a szélprognózis vizsgálatával, a cirkulációs szolenoidok kérdése a frontfelületekkel kapcsolatos folyamatokkal stb. Természetesen e speciális problémák szerves és széleskörű összefüggését csak akkor láthatjuk világosan, ha egy pillanatra sem mondunk le aerológiai-szinoptikai módszerünk sokoldalúságáról, ha egy-egy tényező jelentőségét valamennyi tényező kölcsönhatásának, a közös módszertani elvek konkrét, de mégis nagyvonalú szemszögéből nézzük. Csakis ez a szemléletmód óvhat meg bennünket módszertanilag torz kilengésektől, olyan

gondolkodásmódtól, amely arra irányul, hogy például egyetlenegy tényező, egyetlenegy állapotjelző változásából vezesse le egy sokszorososan bonyolult időjárás folyamatot okát (páranyomás-változás és zivatar-tevékenység stb.). Bizunk abban, hogy ebben az esztendőben a referátumokat követő viták a látókört és közös nyelvet biztosító módszertani alapelvek maradéktalan tisztázását eredményezik majd. Erre a reményre annál is inkább okunk van, mert szinoptikusaink többsége *Kibel* elméletének, *Pogoszjan* és *Tabarovszkij* aerológiai-szinoptikai eljárásának elvi alapján áll, mert a Kárpát-medence, hazánk időjárás viszonyaira való alkalmazásában mind elméleti, mind pedig gyakorlati vonatkozásban kimeríthetetlennek tetsző lehetőségeket lát. Természetesen vitatkozhatunk másféle elképzelésekről is, de az alábbi feltételekhez — véleményünk szerint — okvetlenül ragaszkodnunk kell: elméleti vonatkozásban nem nélkülözhetjük a matematikai-fizikai exaktságot, s az aerológiai-szinoptikai eljárások szempontjából a módszeres következetességet, a fő elvek világosságát, a részletek sokoldalúságát egybefoglaló szinopszist.

Az eddigiek még távolról sem merítik ki mindazt, amit az aerológiai-szinoptikai kutatás időszerű kérdéseiről mondhatunk. Elmélkedhetnénk a Kárpát-medence szélstruktúrája tüzetes felderítésének hasznáról, a *Kibel*-féle elmélet továbbfejlesztésének csábító lehetőségeiről, ha az eddig elhanyagolt talajközeli légáramlás és nedvességi advekcio elméleti és az aerológiai-szinoptikai gyakorlati eljárásainak számbavételét is napirendre tűzzük. De még más területeken is szeretnénk egy-két gondolatot felvetni és éppen ezért elégedjünk meg azzal, amit a dinamikus meteorológiai, szinoptikai és aerológiai kutatások időszerű problémáival kapcsolatban eddig mondtunk.

A *távprognosztika* fejlődése csak az aerológiai-szinoptika fejlődésével szoros összefüggésben képzelhető el. Azért volt szükség a már néhány hónap óta használt cirkumpoláris térképek bevezetésére, hogy a makroszinoptikus folyamatok nagyobb tér- és időmértékkel is követhetők legyenek. A távprognosztika módszerében csak akkor várhatunk javulást, ha a háromdimenziós analízis számára egyre nagyobb teret biztosítunk, ha ismerjük az adott földrajzi körülmények között lezajló szinoptikus folyamatok menetének jellegzetességeit. Nyilvánvaló, hogy a nagy területeken hosszú idő alatt végbemenő folyamatok törvényszerűségeit, amelyek a távprognosztika módszerének alapját alkotják, csak akkor tudjuk egyre jobban megismerni, ha a földközeli és magassági szinoptikus térképek segítségével, s a légköri cirkuláció tökéletesebb megismerése révén a természetes szinoptikus időszak meghatározása is pontosabbá válik. Itt lényegében arról van szó, hogy a természetes szinoptikus időszak alatt megmaradnak a fő termobárikus mezők, s amíg ezek megmaradnak, addig a meghatározott irányban mozognak a talaj felszínénél a nyomási képződmények, s a bárikus mező-központok földrajzi eloszlása is megmarad a természetes szinoptikus körzet területén. Ebből az értelmezési módból következik, hogy természetes szinoptikus körzeten olyan jelentős nagyságú területet értünk, amelyen adott jellegű szinoptikus folyamatok napokon át, bizonyos típusú időszakok pedig hosszabb időn át uralkodnak.

Azt hisszük, fölösleges e kérdést tovább részleteznünk, nem szükséges már az sem, hogy a természetes szinoptikus körzetek elkülönülésének okát adjuk, mert ha valaki egyetértett velünk az aerológiai-szinoptikai kutatás problémáiról mondottakkal, akkor látnia kell azt a következetes elvi kapcsolatot is, amely a rövid-, közép- és hosszúlejáratú prognosztika között fennáll: természetesen egy pillanatra sem állítjuk azt, hogy a rövid- és a hosszútávú

prognosztika módszerei adekvátak, erről nyilvánvalóan szó sem lehet, azonban az előzőkből okvetlenül következik, hogy a prognosztikának egyik ága sem kerülheti meg a prognosztika alapvető állapotjelzőinek fizikailag világosan meghatározott és jól mérhető együttesét, a deformálódó termobárikus mezőt, s az abban végbemenő mozgásokat. Aerológiai-szinoptikai kutatásunk ebben az irányban halad, s a távprognosztika számára csak akkor nyújthat segédkezet, ha — a vázolt módon — egyetértünk az alapelvekben. Ehelyütt a kozmikus tényezők vizsgálatára építő távprognosztikai módszerekről nem kívánunk bírálatot mondani, mint ahogyan egyéb elképzelésekről sem, mert e néhány módszertani megjegyzésünkkel elsősorban azokra a tényekre akarunk rámutatni, amelyek a meteorológia egyes ágai között — dinamikus meteorológia, aerológia, szinoptika, klimatológia és távprognosztika — megteremthetik az együttműködés még konkrétebb és még világosabb alapját.

E sok-sok megoldásra váró feladathól a *repülési meteorológia* is bőven meríthet. Így például nem nélkülözhetők a repülőgépes felszállások, mert az alsó troposzféra légállapotának tüzetesebb tanulmányozását a felhőfizikai kutatás, a termikus konvekció, orografikus emelőselek és függélyes sebességek mérése kívánja. A látástávolságok és ködképződés vizsgálata szintén elsősorban repülési meteorológiai probléma, a légiforgalom meteorológiai biztosításának követelménye, s a veszély-jelentő szolgálat tudományos alapjának elmélyítése sem utolsósorban megoldandó feladat.

A Lőrinci Obszervatóriumban megindult *ionoszféra- és légköri elektromosság-mérések*, valamint a *sugárzásmérések* sem haszon nélkül valók. Még korai lenne eredményeikről véleményt mondanunk, de a már folyó munkáktól is komoly eredményeket várunk. Az ionoszféra-méréseknek főként arra kell irányulniok, hogy az ionoszféra változásainak (magasság, sűrűség) az időjárással való kapcsolatát vizsgálja, különös tekintettel az alacsonyabban fekvő rétegekre (B, C). A légköri elektromosság (feszültségesés, vezetőképesség) vizsgálata feltételezhetően — a zivatarok irány- és helyszerinti meghatározásán kívül — biológiai és egészségügyi következtetésekre is támpontot nyújthat. A rendszeres napsugárzásmérések lehetővé teszik a sugárzási adatok klimatológiai feldolgozását, s ha kiterjesztjük azokat a talaj hőháztartásának és orvosmeteorológiai kérdéseknek vizsgálatára: felmerül a rövid- és hosszuhullámú sugárzások, a fény és világosság mérésének szükségessége is.

Ezek után a *klimatológiai kutatás* feladatait kell körvonaloznunk. E munka egyik legdöntőbb részét Magyarország éghajlati atlaszának elkészítése alkotja. Évtizedeket felölelő hiányt pótolunk, ha 1955-ben kiadásra kerül atlaszunk.

A klimatológiai kutatómunka is szorosan kapcsolódik központi témáinkhoz, azonban a csapadékos és aszályos időszakok, fagykarak és szélviszonyok éghajlati vonatkozásai vizsgálatának szigorú összhangban kell állania a szinoptikus kutatásokkal. S ha klimatológusaink valóban a dinamikus éghajlat-tan módszerét fogják kutatómunkájukban alkalmazni: egyúttal megbecsülhetetlen segítséget nyújtanak szinoptikusainknak, különösen akkor, ha a bevezetendő gépi adatfeldolgozásokat kiterjesztik a szinoptikus helyzetek statisztikai feldolgozására is. A legteljesebb mértékben csak helyeselhetjük azt a törekvést, hogy a komplex-klimatológia munkamódszerének bevezetése is napirenden van. S amennyire megbecsüljük a klasszikus klimatológia területén a statisztikai matematika és valószínűségszámítás immáron klasszikussá vált fogalmainak használatát, éppoly örömmel üdvözlünk minden olyan kezdeményezést, amely a legmodernebb statisztikai matematika és valószínűségszámítás módszereit alkalmazza az éghajlatkutatás területén.

Igen helyes volt a múltban — és helyénvaló a jelenben is — az a törekvés, amely az éghajlati adatok feldolgozásait elsősorban a mezőgazdaság igényeinek szolgálatába állította. Ezt a munkát a jövőben még fokozottabb mértékben kell folytatnunk, de meg kell vetnünk *agrometeorológiai kutatásaink* bázisát is. Ha megteremtjük az agrártudományok keretében folyó kutatásokkal a szoros együttműködés konkrét feltételeit, célunkat el fogjuk érni. Eddigi eredményeink még szerények, de perspektívánk biztató. Martonvásárott leraktuk egy agrometeorológiai intézet alapjait, s ha a jövőben a nagyobb agrártudományi kutatóintézetekkel kapcsolatot létesítünk, széles és termékeny talajon állva művelhetjük az agrometeorológiát. A közelebb fekvő, konkrétebb célok is világosan állanak előttünk: agrometeorológiai kutatásaink a tájtermelés, talajművelés, növénytermesztési módok, növényyszociológia, növénynevelés, növénybiológia, terméseredményekben mutatkozó különbségek, kártevők elleni védekezés, állategészségügy meteorológiai vonatkozásainak kimunkálására irányulnak.

Befejezésül a *mikroklimatológiai kutatások* legfőbb problémáit szeretném érinteni. E mérések és vizsgálatok haszná elsősorban agrometeorológiai és egészségügyi vonatkozású. A külföldi tapasztalatok is arról győznek meg bennünket, hogy a mikroklimatikus mérések — a kitűzött feladatok sajátosságainak megfelelően — gondosan felépített mérési módszereket igényelnek, s nem egy esetben vetnek fel műszer-konstrukcióra irányuló kívánalmakat. Mindebből az következik, hogy műszer-konstrukciós kutatásokra is kell gondolnunk, meg kell vetnünk annak alapját és fejlődésének további feltételeit, ha valóban tudományos igényű munkát akarunk végezni.

Körülbelül így vázolhatjuk a hazai meteorológiai kutatás időszerű feladatait. Nem kétséges, hogy terveink megvalósítása közben számos anyagi, személyi és szervezési nehézség bukkan majd fel. Erre számítunk, s ez nem is lehet másként. Azt se feledjük, hogy az elkövetkezendő 5 esztendő távlatában festettünk képet az időszerű és jövőben megoldandó feladatainkról. Talán azt is sikerült megértetnünk, hogy eredményes munkánk egyik legdöntőbb feltétele a valóban elvtársi és kollektív együttműködés, a részlet-problémák megoldásában éppúgy, mint az átfogó módszertani elveket kikristályosító vitáinkban. Tiszteljük — a haladó nemzeti hagyományaink nevében — elődeink értékes munkáját, tanuljunk tőlük, de értsük meg azt, hogy most érkezünk el fejlődésünk azon korszakához, amikor valóban nagyot és maradandót alkothatunk. Ennek azonban — amint már említettük — döntő feltétele a jól szervezett kollektív munka, s azok számára, akik a kollektív munkában egyéniségük értékének elhalványodását gyanítják, „vigasztalásul” csak azt válaszolhatjuk, hogy egyéni teljesítményük valódi értéke, ha az valóban *érték*, a kollektív munkában fog valamennyiünk számára a legmeggyőzőbb formában kibontakozni.

Nem kétséges, hogy talán merésznek tűnő terveink és feladataink gerincét népgazdaságunk következő ötéves tervében meg fogjuk valósítani. Népünk, pártunk és kormányunk, amely a múltban számos tanújelét adta a tudományos kutatómunka megbecsülésének, a jövőben is meg fogja adni azt az anyagi és erkölcsi támogatást, amely terveink megvalósításához szükséges. Biztos vagyok abban, hogy néhány év múlva, amikor ismét időszerű és jövőbeli feladatainkról kell számadást készítenünk, büszkén állapíthatjuk meg: „élni tudtunk a szabadságunkkal”, s kutatásaink terén olyan munkát végeztünk, amely felszabadított népünk és szocialista hazánk további fel-emelkedését szolgálta.

Mándy György:

Ökológiai felvételezési módszerek és újabb kutatási eredmények

Összefoglalás: Az irodalom tanúsága szerint az ökológiai kérdések tanulmányozásának eddig négy féle módszere ismeretes: a) ökológiai sorok, b) fenológia, c) fitometria és d) a földrajzi vetések módszere. E módszerek nem teszik lehetővé, hogy termesztett növényeink tenyészidő alatti igényeit a fejlődés különböző állapotaiban pontosan felderítsük, csak következtetéseket engednek meg ilyen irányban. A szerző egy új, általa „szakasos növekedésütem-mérés”-nek nevezett ökológiai felvételezési módszert dolgozott ki. Lényege az, hogy a fajták vagy kezelések sorozatát hetenként, esetleg kéthetenként állítják be, azok növényein rendszeresen mérik a hosszanti növekedés változásait és az azonos időszakok (hetek) növekedés-többleteit fejlődési sorozatban vetik össze. Az új módszer főleg a mezőgazdasági növények ökológiai igényeinek tanulmányozását teszi lehetővé.

*

Методы экологических съемок и новые результаты исследований. По свидетельству литературы до сих пор известны 4 метода исследования экологических вопросов: a) экологические серии; б) фенология; в) фитометрия; г) метод географических посевов. Эти методы не делают возможным точное разъяснение потребностей наших возделываемых растений за вегетационный период в разных стадиях развития, они позволяют только заключения в этом направлении. Автор выработал новый метод экологической съемки, который он назвал «периодичным измерением темпа роста». По принципу этого метода серии пород или обходов вставляются недельно или двухнедельно, на растениях регулярно измеряются изменения вольного рашения и избытки роста тождественных периодов (неделей) сравниваются в серии развития. Новый метод способствует главным образом исследованию экологических потребностей сельскохозяйственных растений.

*

Ökologische Aufnahme-Methoden und neuere Ergebnisse. Nach der Literatur sind beim Studium der ökologischen Probleme bis jetzt vier Methoden bekannt: a) die Methode der ökologischen Reihen, b) die Methode der phänologischen Beobachtungen, c) die phytometrische Methode und d) das vergleichende Studium von Pflanzenbeständen in geographisch verschiedenen Lagen. Diese Methoden geben keine Möglichkeit für die präzise Erläuterung der Ansprüche unserer Kulturpflanzen während der verschiedenen Zustände ihrer Entwickelung, sie gestatten nur einige Folgerungen zu ziehen. Vom Verfasser wurde eine neue, von ihm „periodische Wachstumsgeschwindigkeit-Messung” genannte ökologische Aufnahme-Methode ausgearbeitet. Der wesentliche Inhalt der Methode: die Reihen der Sorten oder der Behandlungen wurden wöchentlich oder zweiwöchentlich angestellt und die Verlängerungszunahmen bei gleichen Zeiträumen (Wochen) wurden in Reihen verglichen. Die neue Methode erlaubt vorzüglich die Untersuchung der ökologischen Ansprüche der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.

*

Termesztett növényeink teljesítőképessége szempontjából nagyon fontos, hogy viszonyosságukat a környezeti tényezőkhöz úgy tudjuk megállapítani, hogy az adatokból igényükre következtetni lehessen. Termesztett növényeink igényeinek ismerete kezünkbe adja jobb agrotechnikájuk kidolgozását s ezáltal őket nagyobb termésre tudjuk rábírn. A környezeti tényezők hatásának tanulmányozása azonban nemcsak ebből a szempontból fontos, hanem azért is, hogy a növények szakasos fejlődésének további törvényszerűségeit is megismerjük. Sok ismeretünk van a fejlődés korábbi stádiumairól, sikerült felderíteni a fontos hő- és fényszakasz számos kérdését, azonban különösen

a tenyésző (vegetatív) időszakról még igen kevés ismeretünk van, éppen ökológiai szempontból.

A mezőgazdaság, hogy természetett növényeink termőképességét fokozza, sokféle eljárást alkalmaz. Igyekszik a feltételek kedvező mennyiségét biztosítani a talaj megfelelő és okszerű megművelésével, a talaj táplálóanyag-mennyiségének fokozásával, az időjárástól független vízellátással, fejlődésüket és növekedésüket befolyásoló rendszabályokkal, a kártevők elleni védekezéssel, a fajtáknak megfelelő természetési hely megválasztásával és nem utolsósorban a nagyobb teljesítőképességű fajták előállításával. Eleddig minden beavatkozások hatását a termésmennyiséggel és a fenofázisok lemerésével állapította meg, azonban nem volt mód arra, hogy a hatásokat menetükben regisztrálja s ne szoruljon rá a végső eredményekből való visszakövetkeztetésre. Kétségtelen, hogy gyakorlati szempontból az a fontos, hogy a fajta az adott körülmények között mennyit terem és a termésnek milyen a minősége, de ha valóban arra vagyunk kíváncsiak, hogy az alkalmazott agrotechnikai beavatkozások alkalmazásuk után közvetlenül milyen visszahatást váltottak ki a növényekből, akkor ezt az aratás után a termés mennyiségéből és minőségéből csak bizonytalan visszakövetkeztetéssel lehet megállapítani. Hasonló a helyzet, ha valamely természetési hely hatását akarjuk rögzíteni, vagy ha a fajták ökológiai jellemvonásait kívánjuk meghatározni. Kétségtelen, ha egy bizonyos természetési helyen az összehasonlító vizsgálat alkalmával az egyik fajta a többi szignifikánsan felülmúló terméseredményt mutat, megállapítható, hogy ez a fajta sokkal megfelelőbb, mint a többiek, *de nem ismerjük azokat a visszahatásokat, amelyeket a fajta a tenyészidő alatt kifejtett és így nincsen tudomásunk arról, hogy az egyes fejlődési szakaszokban pl. miért feleltek meg igényeinek a környezeti hatások.* Fontos azonban azt is tudnunk, hogy a többi fajtának miért nem voltak megfelelők ezek a hatások. Mindezekre nem ad feleletet a végső eredmény ismerete, legfeljebb következtetésekre enged lehetőséget, amelyek azonban nem mindig lehetnek megnyugtatók.

Termesztett növényeink tenyészidejük alatt a környezeti tényezők különböző erősségű hatásai alatt fejlődnek. E hatások között a leggyorsabban változó az időjárás hatásai. Az időjárás szeszélyesnek látszó ingadozása sok esetben a legérzékenyebben érinti növényeinket, de amint tudjuk, kihatással van a természetési hely egyéb körülményeire is. Az időjárás változásai hol kedvezők, hol kedvezőtlenek a növényekre és hatásuk a tenyészidő különböző szakaszaiban különbözőképpen érvényesül. *Maximov* [1] erről a következőket írja: „Az egyes növények bizonyos tényező iránt mutatózó szükséglete a csírázástól kezdve a magérésig tartó életük folyamán nem egyforma, a különböző időszakokban változó. Például a kenyérgabonák őszi fajtáinak különösen a fejlődésük kezdetén sokkal alacsonyabb hőmérsékletre van szükségük, mint fejlődésük végén”.

Az időjárás kedvező körülményei elősegítik a növények fejlődését, a kedvezőtlenek különböző mértékben hátráltatják. Ha a tenyészidő alatt minden időszakban kedvezők volnának a körülmények, akkor a növények fejlődése és növekedése a legnagyobb intenzitású lenne s így tenyészidejük a legkedvezőbb alakulású lenne, minden valószínűség szerint a legrövidebb is volna. Az időjárás kedvezőtlen körülményei azonban visszavetik a növényeket fejlődésükben és növekedésükben, ezáltal az egyes szakaszokat megnyújtják s így meghosszabbítják a tenyészidőt. A gyors fejlődés és gyors növekedés kétségtelenül gyakorlatilag igen fontos. A gyorsan fejlődő növények elkerülik a kedvezőtlen időszakokat, „kinőnek a kártevők foga alól” s termésük is megfelelő lesz. Különösen fontos ez a hosszú tenyészidejű növényeknél.

Célszerűnek látszott tehát, hogy a környezeti tényezők hatását a tenyészidő alakulásával mérjük le és az egyes fejlődési jelenségek, alakotani jelek megjelenése alapján regisztráljuk. Így alakult ki a *fenológiai módszer*, amely nemcsak a tenyészidő teljes hosszúságát vette alapul a tényező hatásának kimutatására, hanem a tenyészidő egyes feltűnőbb jelenségeinek bekövetkezését, tartamát és befejeződésének időpontját is felvételezőnek jelölte meg. A tenyészidőt így fel lehetett bontani rövidebb, hosszabb időszakokra, az ún. *fenofázisokra* s ezeknek hosszúsága mutatta meg a tényezők kedvező vagy nem kedvező voltát. A kedvezőtlen körülményeket a megnyúlt fenofázisok jellemezték, míg a kedvezőket a rövid tenyészidő szakaszok. A fenológiai módszer aránylag jó módszernek bizonyult az ökológiai hatások regisztrálására, különösen vadontermő növényeink esetében, azonban a módszernek gyenge pontjai is vannak. A fejlődési jelenségek nem sűrűn elosztottan mutatkoznak a tenyészidő alatt s egyes fenofázisok igen hosszúak, mások nagyon rövidek és így nem is hasonlíthatók össze, egymással. Olyan növényeknél, amelyeknél a fejlődési jelenségek sűrűbben jelentkeznek, pl. gabonafélék, pázsitfűvek stb., jobban megközelíthetjük a környezeti tényezők hatását, de vannak szép számmal növényeink, amelyeknél biztos jelenségként a virágzás kezdetét, esetleg a bimbósodás kezdetét lehet megállapítani, az addig eltelt időszakról azonban már nincsen olyan biztos adatunk. Próbálkozások voltak olyan irányban, hogy a levelek számának megjelölésével határoljanak el időszakokat a keléstől a bimbósodásig (virágzásig) terjedő hosszú fenofázisban, azonban közismert, hogy ennek a meghatározása milyen nehéz. Egy ún. 3 vagy 5 leveles állapotban levő növényen már fejletlenebb formában ott vannak a többi levelek is, legalábbis azok egy része, s azt sem lehet tudni, hogy a jelenség meghatározása a levelek milyen fejlettségi állapotától függ. Már jobban meghatározható a bimbósodás vagy virágzás kezdete, mert feltűnő a szaporodó szervek megjelenése vagy a virágok felnyílása. Azonban itt is nehézséggel számolhat a megfigyelő, ha egy növényállománnyal áll szemben vagy egy virágzat virágainak felnyílását felvételezi. Egy növényállományban, pl. egy búzatablában az egyes növények virágzása nem egy időben történik. Eltérő a virágzás kezdete egy búzánövényen belül is, ha a főhajtás virágzásának kezdetét figyeljük meg vagy a mellékajtások kalászáinak virágzásáról van szó. Még nehezebb ennek a meghatározása olyan pázsitfűveknél, amelyeknek jelentéktelen apró virágai vannak és alig feltűnő a kalászkák felnyílása, illetőleg a portokok megjelenése. A pontos meghatározásokat itt bizony sok körülmény akadályozza. Szokásos egyes vizsgálatoknál feltüntetni a %-os virágzásokat is, pl. 5%-os, 50%-os, 75%-os stb. virágzás-kezdeteket. Csak azok tudják megmondani, akik ilyen felvételeket végeztek, milyen nagy nehézségekkel és milyen kompromisszumokkal kell számolni a felvételezőnek. Hogyan állapítható meg pl. az árpa virágzásának kezdete pontosan, amikor tudjuk, hogy már a virágzás a „hasban” levő kalászokban megkezdődik. A kérdést bonyolultabbá teszi az is, hogy a szaporodó fejlődés megindulásának időpontjából még nem következtethetünk teljes biztonsággal az ezt megelőző tenyésző (vegetatív) időszak fenofázisára, illetőleg az ez időszak alatt érvényesült környezeti hatásokra. *Maximov* [1] szerint „nem szabad azt gondolnunk, hogy új morfológiai jellegek megjelenése mindig az új szakaszba való átmenet eredménye”. A virágzás késése még nem jelenti azt, hogy a tenyésző időszak kedvezőtlen körülmények között folyt le, mert pl. a virágzás közvetlen bekövetkezése előtt kialakult kedvezőtlen időjárás elodáztatja a virágzás megindulását, holott előtte a tenyésző időszakban megfelelő körülmények érvényesülhettek. Erről azonban a növény szempontjából nincsen adatunk.

Szokásos az egyes fenofázisokat *hőösszegekkel* jellemezni. A hőösszeg természetett növényeink vitatható ökológiai adata. Termesztett növényeinket a legritkább esetben vetjük vagy ültetjük abban az időpontban, amikor a körülmények a legkorábban ezt megengedhetők mutatják. Több-kevesebb késések mindig vannak. Így a számított hőösszegek mindig nagyobb értékeket mutatnak, mint amennyi a növény feltételeinek a valóságban megfelel. Más azonban a helyzet a vadontermő vagy a többéves természetett növényeknél. Itt a fenológiai jelenségek több éven át szabadon jelentkezhetnek, mert minden évben a fejlődés megindulása a legkorábban kedvező környezeti tényezők hatása alatt történik. Nem kielégítő képet nyújtanak a hőösszegek akkor, ha a napi hőmérsékletek jelentékenyebben nagyobbak, mint a növény illető fejlődési állapotának kedvező hőmérséklet.

Nem kell azonban a fentiek alapján azt gondolnunk, hogy a fenológiai módszer ökológiai szempontból nem megfelelő. A *fenológiai jelenségek a kutató számára elég sokat mondanak*, de éppen azt nem mondják meg, amire a gyakorlat is kíváncsi a természetett növények ökológiája tekintetében. Nem egészen helyes tehát *Berényi* [2] azon megállapítása a fenológiai adatokkal kapcsolatban, hogy „csak ilyen adatok birtokában tudjuk az egyes gazdasági növényeknek az időjárás elemektől való függését megállapítani és a velük szemben támasztott *éghajlati igényeket* meghatározni”. Mint majd később

látni fogjuk, sokkal determinálabb jelenségek vannak a növény életében, mint a fenológiai jelenségek és ezek valóban megmutatják az éghajlati tényezők iránti igényeket.

Ökológiai szempontból a fenológiai módszernek egy fejlettebb formája az, ha ugyanazon a termesztési helyen *szakaszos vetésekkel vagy ültetésekkel* állítjuk be a megvizsgálandó fajok vagy fajták növényeit. Különösen tanulságos ez akkor, ha a kísérleti vetéseket vagy ültetéseket tavasszal olyan korán kezdjük el, amint az csak lehetséges és addig folytatjuk, amíg arra lehetőség van. Annál jobb, minél sűrűbben következnek a szakaszok egymásra. Hazánkban ilyen vizsgálatokat a többféle gazdasági növényvel sokan (*Beke, Kiss, Rajháthy, Bajai, Sedlmayr, Kurnik* stb.) végeztek és így kísérletük meg a fajták ökológiai viselkedését, szakaszos fejlődését stb. meghatározni. Kora tavasz-tól szakaszosan vetett növények fokozatosan mind melegebb és melegebb körülmények közé kerülnek, egyben mind jobban és jobban kitettek a szárazabb körülményeknek. A *szakaszos fenológiai spektrum* már lényegesen többet mond számunkra a növények ökológiai igényéről, de mindig csak nagyobb periódusok napokkal lemért adatait kapjuk meg.

Mint a fenológiai módszer, a többi ökológiai módszerek is csak a tényezők *komplex hatását* regisztrálják. Ez végeredményben helyes, mert a természetben a tényezők sohasem egyedül, hanem együttesen érvényesülnek. Lehet ugyan megfelelő klíma-berendezések segítségével az egyes tényezők hatását különböző erősségekben és minőségben tanulmányozni, azonban ezek a berendezések eléggé költségesek és nem biztos, hogy a valóságnak megfelelő eredményt adnak. Megállapíthatjuk, hogy a hőmérséklet tekintetében mi a legkedvezőbb a növény számára, de mindez mit ér, ha hiányzik a kielégítő mennyiségű víz és táplálékanyag vagy más fontos, nélkülözhetetlen tényező. A klíma-berendezésekkel végzett vizsgálatok, annak ellenére, hogy mesterséges viszonyokat és erősen sarkított körülményeket határoznak meg, nagyon tanulságosak és az ilyen vizsgálatokból sok következtetést lehet levonni. Szükséges azonban, hogy a tényezők minél nagyobb skálájával és kombinációikkal végezzük vizsgálatainkat.

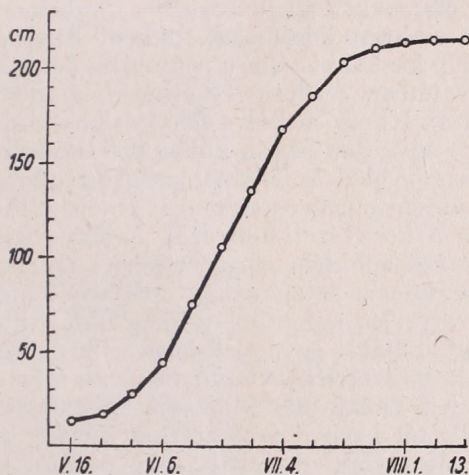
Éppen azért, mert a klímakamrás vizsgálatok költségesek és körülményesek, a növények ökológiájának kérdéseit kutatók oly módszerekhez folyamodtak, amelyek természetes körülmények között is lehetővé teszik egy-egy uralkodóan fontos tényező hatásának tanulmányozását. E módszereket jól összefoglalva ismerteti *Sennyikov* [3]. Röviden összefoglalva *Sennyikov* négyféle módszert ismertet: 1. ökológiai sorok módszerét, 2. a fenológiai módszert, 3. a fitometria módszerét és 4. a földrajzi vetések módszerét.

Az *ökológiai sorok módszerének* az a lényege, hogy vizsgálatainkat olyan termőhelyek (természeti helyek) sorozatában végezzük, amelyek valamelyik környezeti tényező fokozatos erősödését vagy gyengülését mutatják. A módszer *Keller* [3] dolgozta ki s azóta az ökológia egyik legfontosabb módszere. *Sennyikov* jó példának hozza fel a domblejtőt, amelyben a talajnedvesség, mint ökológiai tényező, a lejtőn felfelé haladva fokozatosan csökken. *Sennyikov* rámutat azonban arra is, hogy a módszer olykor téves következtetéseket is eredményezhet, mert a vizsgált egyes tényezőkön kívül a természetben más tényezők is érvényesülnek s azok módosítják az egyes tényező hatását. A hibákat ki lehet küszöbölni azzal, ha laboratóriumi (mesterséges) viszonyok között is meggyőződünk a hatás valódi értéke felől s az itt kapott eredmények alapján helyesen bíráljuk meg eredményeinket, vagy pedig másféle termőhelyek hasonló adataival vetjük össze azokat.

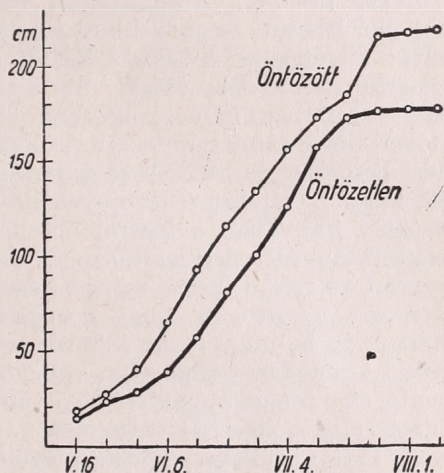
Az ökológia időbeli törvényszerűségeinek tanulmányozására a *fenológiai módszer* a legalkalmasabb. E kérdésről már a megelőző részben szövegtünk. *Sennyikov* szerint az agrometeorológiának ez a legfontosabb módszere. Szerinte „az agrometeorológiai megfigyelés nem más, mint a természetett szántóföldi növények fenológiai megfigyelése annak tisztázására, hogy a termesztett növények növekedésének menete és fejlődése hogyan függ az adott körzetben az időjárási viszonyoktól”. Az egyes fejlődési jelenségek kezdete és vége között eltelt időszakot *fenofázisnak* nevezzük s a fenofázisok egymásutánja a *fenológiai spektrumot* adja. *Sennyikov* megjegyzi, hogy „a fenofázisok időpontjának feljegyzése csak abban az esetben nyer ökológiai értelmet, ha összekötjük az ökológiai tényezők rendszerével, elsősorban a hőmérséklet és nedvesség alakulásával”. A fenológiai megfigyeléseket kiszélesíteni lehet azzal is, ha az észlelési időpontokban a növény által termelt tömeg nagyságát és minőségét is meghatározzuk, valamint az élettani folyamatok intenzitásában megmutatkozó különbségeket stb. Ez utóbbi azonban már átvezet az ökológiai növényélettan területére.

Az ökológia igen hasznos módszere a *fitometria módszere*. Míg a fenológiai módszer csak a fejlődési jelenségek időpontjában regisztrálja a feltűnőbb változásokat, addig a fitometria *rendszeres mérésekkel* állapítja meg a hatásokat oly módon, hogy magát a növényt használja fel mérő műszerül. A fitometria felvetelezi a növekedés periódusonkénti változásait, rögzíti az alkatban, a növény magatartásában stb. megmutatkozó

különbségeket a tenyésztő folyamán. A fitometria módszerét alkalmazhatjuk a szabadban természetes viszonyok között vagy tenyészedények felhasználásával, illetőleg mesterséges viszonyok között, üvegházban, klímaházban. A fitometria leggyakrabban használt eljárása az, hogy rendszeresen ismétlődő időpontokban megmérjük a növények fő-tengelyének hosszúságát (magasságát) és a kapott adatokat grafikusán ábrázoljuk. Ilyenkor kapjuk a hosszanti növekedés *szigma-görbéjét* (1. ábra). Ha a különböző kezeléseket, termőhelyeket vagy termesztési helyeket összehasonlítjuk egymással, akkor a hatások intenzitására adatokat kaphatunk. Minél kedvezőbbek a növekedés alatti környezeti hatások, a szigma-görbe annál meredekebb, minél több kedvezőtlen tényező érvényesül, a szigma-görbe annál elnyújtottabb, elsimulóbb lesz (2. ábra). Hasonló szigma-görbét kapunk akkor is, ha az egyes szervek, pl. levelek stb. számának, vagy a növény tömegének, egyes tartalmi részei mennyiségének gyarapodását fel-



1. ábra. A növekedés szigma-görbéje. A Pettendi Arany-özön kukoricafajta növekedésének üteme Budatétényben, 1951. évben. Wolff Vilmos adatai alapján.



2. ábra. A környezeti tényezők hatása ugyanazon kukoricafajta (Pettendi Arany-özön) növekedés-görbéjével szemléltetve öntözött és nem öntözött viszonyok között. A vízszintes tengely a felvételi időpontokat, a függőleges a növénymagasságot mutatja. A meredekebben futó görbe gyorsabb növekedést mutat. Budatétény, 1949. Wolff Vilmos adatai alapján.

vételezzük stb. A növekedés szigma-görbéje éppen azért, mert a tényezők, különösen az időjárás tényezői, meglehetősen ingadoznak, ritkán lesz szabályos, egyenes görbe, hanem kisebb-nagyobb hullámzást fog mutatni. Egyenes görbét általában akkor kapunk, ha mesterségesen állandó feltételeket biztosítunk. A növekedés szigma-görbéjének ingadozását matematikai számításokkal, a Robertson-féle képlet segítségével kiküszöbölhetjük:

$$\log \frac{x}{A-x} = K(t-t_1).$$

Itt x a t idő alatt elért nagyságot, A a végleges nagyságot, t a növekedés teljes tartamának fél idejét és K az empirikus állandót jelenti. Az így korrigált adatok a környezeti tényezők hatásának értékeit erősen letompítják, amiért, valamint a hosszadalmas számítások miatt is, ökológiai analízisre nem egészen megfelelők. Hazánkban a Robertson-féle képlettel ilyen vonatkozásban Hauser (1953) végzett vizsgálatokat [4].

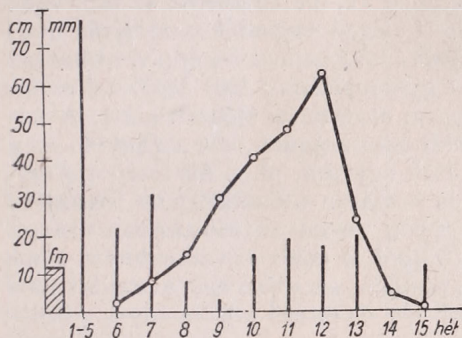
Sennyikov által említett 4. felvételi módszer: a földrajzi vetések módszere. Ennek lényege az, hogy egy nagyobb területen több helyen vetnek el faj-, vagy fajtasorokat és azt morfológiai, élettani vagy biokémiai szempontból elemzik. Az adatok a környezeti tényezők hatásával vetik össze.

Az említett ökológiai felvételezési módszereken kívül más módszert nem találtam a rendelkezésemre álló irodalomban. Nem említettem azokat a módszereket, amelyeket az ökológiai növényélettan használ fel, hogy regisztrálja a környezeti tényezőknek a növények életfolyamataira gyakorolt hatását, de ezek szigorúbban véve nem is tartoznak az ökológia módszerei közé.

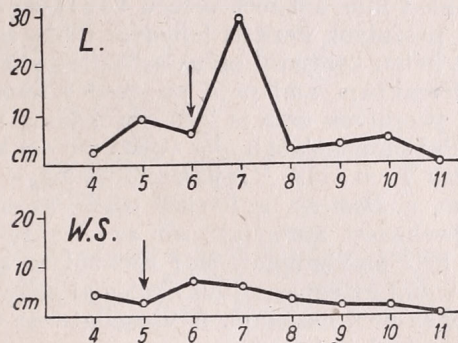
Az ismertetett módszerek, jóllehet többféle oldalról közelítik meg a környezeti tényezők hatásának kérdéseit, nem adnak biztos feleletet éppen a kisebb fejlődési szakaszok problémáira. Ez a kérdés különösebben fontos akkor, ha — mint említettem — természetett növényeink igényeit *részleteiben* kívánjuk megismerni, vagy ha a szakaszos fejlődés kérdéseit tovább kívánjuk tanulmányozni vagy éppen bizonyos kezelések, beavatkozások közvetlen hatásait kívánjuk megállapítani. Évek óta sokat foglalkoztatott a probléma, miként lehetne megközelíteni az előbb említett kérdéseket, miként lehetne olyan felvételezési módszert találni, amely kezünkbe adná a pontosabb adatok megszerzésének lehetőségét. Tanulmányaimban kezdetben a fitometria módszerével próbáltam megközelíteni a kérdést. Itt elsősorban a főhajtás hosszanti növekedését tanulmányoztam különböző növényfajoknál, különböző természetési helyeken és különböző évjáratokban. Abból az elgondolásból indultam ki, hogy — miután a növények növekedése, tengelyes szervezet lévén, a fő-tengely irányában a legerőteljesebb — a környezeti tényezők hatása ezzel mutatható ki a legélesebben. A méréseket többféle megfontolásból nem a pentád és dekád üteme szerint végeztük, hanem hetenként. A heti mérésekre nemcsak az bírt rá, hogy munkaszervezési szempontból megfelelőbb volt, hanem az is, hogy ez az időszak már az időjárás egyes jellegzetesebb periódusát is magába foglalhatja, valamint, hogy a növény visszahatásának folyamata elég lassú. A pentád még túl rövid, a dekád már túl hosszú időszaknak bizonyult. A keléstől számított 2—3 héttől kezdve rendszeresen mértük a hosszanti növekedés értékét, természetesen előre elkészített fix pontról a fő-tengely csúcsáig, és a kapott adatok variációs statisztikai feldolgozása után, az értékelést elvégeztük.

Eltérően a fitometria szokásos módszerétől, ez értékeléshez nem a tényleges értékeket használtuk fel, hanem az egyes értékek különbségeit számítottuk ki, vagyis nem az időszakonkénti magasságot, hanem a *növekedés-többleteket* vettük figyelembe. Több mint száz évvel ezelőtt *Sachs* már tanulmányozta a növekedés időszakonkénti többleteinek változását a tenyészidő alatt és elsőnek ő rögzítette le a „növekedés nagy periódusa” élettani törvényét. Eszerint minden tengelyes növényi szerv időszakonkénti növekedés-értékei a kezdeti időponttól kezdve egy bizonyos ideig fokozatosan növekvő értékek, majd eléri a növekedés maximumát és utána ugyancsak fokozatosan csökkennek (3. ábra). Grafikusan ábrázolva: a „nagy periódus” görbéje, a Gauss-féle hibagörbéhez hasonlóan, felfelé ívelő, majd tetőző és utána lehajló, ún. differenciál-görbe. Vizsgálataim szerint a „nagy periódus” görbéje a környezeti tényezők hatása alatt sokféleképpen változó lehet. Ha a tenyészidő alatt minden időszakban a legkedvezőbbek a környezeti hatások, akkor a görbe igen meredeken emelkedik, nagy értékkel tetőződik és meredeken zuhan le. Ha a környezeti tényezők egyenletesen kedvezőtlenebbek, a görbe magassága kisebb lesz és a felmenő, illetve leszálló ág elnyújtott, menedékesebb lesz. Ha pedig az egyes időszakokban változatosan kedvező és nem kedvező körülmények érvényesülnek, a görbe szaggatott, többcsúcsú lesz (4. ábra). A tényezők érvényesülése szerint a növekedés maximuma hol előbb, hol később következik be. Az egyes heti értékek alakulásából, valamint a heti maximum bekövetkezéséből természetett növényeink ökológiai

igényeire igen sokat következtethetünk s ez értékek számszerűen fejezik ki a tényezők hatását. Vegyünk számos ilyen irányú kísérleteimből mindjárt egy példát. 1954. évben Vácrátóton 9 paszulyfaját állítottunk be ökológiai felvételezés céljaira, hogy az egyes fajták viselkedését tanulmányozzuk. A kísérleti tér *talaja* szürkésfekete homok, a feltalaj kötöttségi száma 46,0, pH vízben 8,1, összes humusz 4,88%, a CaCO₃- tartalma 6% (mélyebb szín-



3. ábra. A hosszanti növekedés aránylag szabályos differenciál-görbéje. Készült az „F” Mezőhegyesi kukorica felvételi adatai alapján, Bánkúton, 1954. évben mért adatok felhasználásával. A függőleges tengelyen a növekedés mértéke cm-ben, a felvétel megindulásakor mért (fm) növénymagasság (vonalkázott oszlop) cm-ben, valamint az eső mennyisége mm-ben, a vízszintes tengelyen a felvételi hetek vannak feltüntetve a vetéstől számított sorszámozásban (6 = V. 26—VI. 4). A függőleges vékony vonalak a csapadék nagyságát mutatják. Eredeti.



4. ábra. A hosszanti növekedés szaggatott differenciál-görbéi. Két paszulyfajta görbéje: L = Libamáj és W. S. = Wachs Superba. A vízszintes tengelyen a felvétel hetei (vetéstől számítva), a függőleges tengelyen a növekedéstöbblet cm-ben. A nyilak a környezet hatására megnyilvánuló visszaeséseket mutatják. Eredeti.

tekben kb. háromszor akkora). A vetés VI. 4-én, 9 ismétlésben, fészkenként 40 x 40 cm-es kötésbe történt. A fajták parcelláinak elosztása latin-négyzet-módszer szerint történt. A hosszanti növekedés hetenkénti értékei a következők voltak :

Fajta neve	VI. 28— VII. 5.	VII. 5—12	VII. 12—19	VII. 19—26	VII. 26— VIII. 2.	VIII. 2—9	VIII. 9—16
Libamáj	3,1	9,8	8,4	30,2	3,2 v	3,5	4,7
Domina	1,2	6,6	8,4	7,2	0,5 v	1,3	0,7
Fürjbab	6,4	7,9	6,7	10,3	1,2 v	2,1	0,0
Brittle Wachs	2,3	1,5	8,1	3,9	1,0 v	2,7	0,2
Frühe Wachs	3,2	2,8	5,0	3,1 v	1,0	1,0	1,3
Párizsi vásár	1,3	1,7	9,2	2,5 v	0,4	1,7	0,8
Wachs Superba	4,4	2,7	7,3	6,4 v	2,3	1,8	2,0
Saxa	4,5	3,3	5,3	3,1 v	0,0	2,4	1,4
Aranyeső	6,3	5,8	4,0 v	2,6	0,2	1,6	1,7
Hőmérséklet, C° ...	20,8	20,0	17,8	17,0	19,3	22,3	24,8
Csapadék, mm	0	0	15,0	0	6,0	0	8,0

Megjegyzés : VI. 2—28-ig terjedő időszak alatt 54,0 mm csapadék hullott. Jelzés : v = azon a héten a virágzás megkezdődött. A kiemelt számok a heti maximumokat jelentik. Az időjárás adatai közül csak a legfontosabbakat közöljük, tájékoztatás céljából. Az adatok m %-a 3 alatti érték.

A táblázat világosan megmutatja, hogy egyes paszulyfajták a csapadék mennyisége iránt igen érzékenyek. Ha az első két számoszlopot megnézzük, akkor látható, hogy egyes fajták növekedéstöbblete az előző héthez képest visszaesett (*Brittle Wachs, Frühe Wachs, Wachs Superba, Saxa*), pedig ebben a növekedési időszakban éppen fordítva kellene lennie. Ha megnézzük az időjárás adatokat, látható, hogy eléggé nagy hőmérsékleti adatok vannak és csapadék a két hét alatt nem hullott, sőt a legutolsó csapadék VI. 19-én csak 1 mm, azt megelőzően VI. 11-én 5 mm és VI. 3—10 között 47 mm volt. A paszulyok kezdeti fejlődése tehát egyheti eléggé csapadékos időjárás után öt héten keresztül aránylag *száraz viszonyok között* zajlott le, éppen abban az időszakban, amikor a növekedés ütemes gyorsulásának kell bekövetkeznie. A paszulyok nem is igen növekedtek nagyon ezalatt az időszak alatt. A felvétel időpontjában alig voltak 10 cm körüli magasságúak, sőt a *Domina* még csak 7 cm volt. A fajták között mégis voltak egyesek, pl. a *Libamáj*, a *Fürj-bab*, a *Domina*, a *Párizsi vásár*, amelyek a száraz időszakban is fokozatos növekedést mutattak, sőt az *Aranyeső* éppen ebben az időszakban érte el a heti maximumot. Már ezekből az adatokból is több következtetést lehet levonni az egyes fajták ökológiai igényét illetően, azonban egy vizsgálat még ehhez nem elegendő. A vizsgálatokat többször és eltérő körülmények között meg kell ismételni.

Megkíséreltem a kérdés megközelítését úgy, hogy ugyanabban az évben a fajtasorozatokat több természeti helyen állítottam be, tehát kombináltam a fitometria módszerét a földrajzi vetések módszerével (a fajtakísérleti állomásokon burgonyával és kukoricával). Ez már sokkal megnyugtatóbb adatokat eredményezett, de még mindig nem volt kielégítő, mert ha az időjárás hatásokat kívánjuk tanulmányozni, ahogyan a talaj szempontjából aránylag egyező körülményeket kell biztosítani. A talaj különbözősége és így eltérő hatása ugyanazokat a hibalehetőségeket nyújtja, mint amit *Keller* lejtő módszerével szemben felhoztak. Másképpen érvényesülnek az időjárás hatásai különböző természeti helyeken, ha a talajok eltérő adottságúak és tulajdonságúak. Így nem tudjuk kikapcsolni a zavaró tényezőket. A kérdést azonban mégis sikerült megoldani és ezt *Zsolt János* munkatársam ötletének köszönhetem. Az egész módszert a szakaszos vetéssel kell kombinálni és akkor ugyanazon természeti helyen a tenyészidő különböző szakaszaiban lehet ugyanannál a fajtánál ugyanazt az időjárás hatást tanulmányozni. A szakaszos vetés vagy ültetés ugyanis biztosítja azt, hogy egy rövid időszak (egy hét) időjárása ugyanazon fajta növényeit különböző fejlődési állapotban éri s így maga a növény mutatja meg növekedésének mértékével, hogy kedvező volt-e számára abban a fejlődési időszakban az időjárás vagy éppen kedvezőtlen volt. Mint a paszuly példáján láttuk, a növények érzékenyek a kedvezőtlen hatásokra. Ha a felvételeket elvégezzük az egyes szakaszos vetéseken, illetve ültetvényeken, akkor a kapott értékekkel tulajdonképpen „feltérképeztük” ugyanannak a fejlettségi állapotnak ökológiai reakciómódját.

Az elmondottak alapján a módszerem lényege a következő:

Amilyen korán csak lehetséges, a kezelések vagy fajták sorozatát beállítjuk az ökológiai kísérletbe. A beállítás *latinégyzet-módszer* szerint történik, nem sok, de annyi növény számmal, hogy a variációs statisztikai kiértékelés megnyugtatóan elvégezhető legyen. Az első korai beállítást folyamatosan hetenként vagy kéthetenként megismételjük és addig folytatjuk, amíg az időjárás azt lehetővé teszi. Különösen érdekesek lesznek a koratavaszi és nyáreleji, nyárközépi beállítások, mert akkor eléggé szélsőséges hőmérsékleti és vízellátottsági viszonyok érvényesülhetnek. A sorozatok ismétlésein a *keléstől*

számított legfeljebb két héttől kezdve a méréseket rendszeresen elvégezzük, majd a középértékeket kiszámoljuk és egybevetjük az időjárásai vagy kezelési adatokkal. Így számértékekkel lerögzíthetjük a növények visszahatásának módját a környezeti tényezők hatásával szemben. Ha a megfelelő fejlődési állapotokat összehasonlítjuk, a visszahatások ökológiai sorát kapjuk meg, amelyből könnyen megállapítható a fajtának arra az állapotra vonatkoztatható igénye. Az adatok számrajzos ábrázolásban (5. ábra) megadják a fajta vagy kezelés „ökológiai térképét”.

		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Időjárásai tényezők	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	8	7	6	5	4	3	2	1		
	7	6	5	4	3	2	1			
	6	5	4	3	2	1				
	5	4	3	2	1					
	4	3	2	1						
	3	2	1							
	2	1								
	1									

5. ábra. Az új ökológiai felvételezési módszer ún. „ökológiai térképe”. A számok a felvételi heteket jelentik, a nyilak a felvétel folytatását. Magyarázat a szövegben. Eredeti.

A fentebb ismertetett új ökológiai felvételezési módszert még nem volt módomban kipróbálni. A folyó évi kutatások feladata lesz használhatóságának beigazolása. Annyi azonban már előre látható, hogy ezzel a módszerrel alaposan tanulmányozhatjuk az időjárásai tényezők hatását természetű növényeinkre, a fajták ökológiai különbségeit, az agrotechnikai kutatások oly kérdéseit, amelyek a növény visszahatását kívánják felmérni valamely kezelés alkalmazásakor, az öntözés kérdéseit stb. Ma még szinte pontosan fel sem mérhető, hogy a módszernek milyen más alkalmazási lehetőségei lehetnek, de az eddig felsoroltak is bőségesen elegendők.

IRODALOM.

- [1] Maximov, N. A.: Növényélettan rövid tankönyve. 8. kiad. Áll. Mg. Könyvk. Moszkva. 1948. — Magyar ford.: Tankönyvkiadó. Budapest, 1951.
- [2] Aujezsky L.—Berényi D.—Béll B.: Mezőgazdasági meteorológia. Akadémiai kiadó. Budapest, 1951.
- [3] Sennyikov A. P.: A növények ökológiája. Moszkva, 1950. — Magyar ford.: Akadémiai Kiadó. Budapest, 1953.
- [4] Hauser J.: A termőhely természeti adottságainak befolyása néhány hazai dohányfajta növekedésének menetére. Dohánykutató Intézet Évkönyve. 1951—52. pp. 5—17. Élelmiszerip. és Begyűjt. Könyv- és Lapkiadó. Budapest, 1953.
- [5] Weaver J. E.—Clements F. E.: Plant ecology. 2. ed. McGraw—Hill Book Co. New-York és London, 1938.

Felhívás a Meteorológiai Társaság Tagjaihoz!

A Társaság fejlődése érdekében kérjük Tagjainkat, hogy havi tagdíjaikat pontosan egyenlítsék ki. A postautalványon történő befizetéseket a Társaság címére (Budapest, II., Kitalbel Pál-u. 1.), a csekkfizetéseket pedig a Társaság tagdíjbefizetési számlájára (Magyar Meteorológiai Társaság tagdíjbefizetési számla, Budapest, 61,764) kérjük.

A havi tagdíj összege rendes tagoknak 2.— forint, ifjúsági tagoknak 1.— forint.

Egyben felkérjük Tagjainkat arra is, hogy az IDŐJÁRÁS és a társasági meghívók zavartalan szétküldése érdekében esetleges címváltozásukat Társaságunkkal idejekorán közöljék.

TITKÁRSÁG

Péczely György:

A hőmérséklet és a felhőzet együttes gyakoriságának vizsgálata

Összefoglalás : A közlemény a hőmérséklet és felhőzet napi közepeinek együttes gyakoriságát tanulmányozza hónapról hónapra Budapest 1901—1950 közötti megfigyelési sorozata alapján. A hőmérséklet és felhőzet értékei alapján 10 típust állapít meg, s azok évi menetét vizsgálja. Bemutatja ezen típusok összefüggését az uralkodó makroszinoptikus helyzettel, s megállapítja, hogy a típusok szinoptikailag nem tekinthetők homogénnek.

*

Исследование совместной повторяемости температуры и облачности. Статья исследует совместную повторяемость суточных средних значений температуры и облачности с месяца на месяц на основе рядов наблюдений 1901—1950 г. Будапешта. На основе значений температуры и облачности определяет 10 типов и исследует их годовой ход. Представляет связь этих типов с одновременным макросиноптическим положением и устанавливает, что эти типы нельзя считать синоптически однородными.

*

Étude simultanée des fréquences de la température et de la nébulosité. On s'occupe à l'aide des observations exécutées pendant la période 1901—1950, des fréquences mensuelles des valeurs diurnes de la température et de la nébulosité à Budapest. On est amené à distinguer dix types différentes et une analyse de la marche annuelle est déterminée pour chacun de ces types. La correspondance des ces types avec les situations macrosynoptiques est examinée ; on constate que les types ne sont pas, du point de vue synoptique homogènes.

*

Az időjárás a meteorológiai elemek összességének bonyolult függvénye, amelynek klimatológiai vizsgálata eddig jórészt csak e függvény egyes változóinak vizsgálatára szorítkozott. Így az egyes elemek napi, évi, valamint térbeli változásairól, átlagos, szélső és gyakorisági értékeiről ma már kielégítő ismereteink vannak, azonban ezek az analitikus jellegű feldolgozások önmagukban még nem tekinthetők az időjárás kielégítő klimatológiai vizsgálatának. A természet nem egyes meteorológiai elemértékeket produkál, hanem azok komplex összességét : az időjárást, ezért a részek ismerete után itt van az ideje annak, hogy az elemek komplex összességét állítsuk a klimatológiai kutatások előterébe. Az elemegyüttesek vizsgálata azonban eléggé bonyolult és hosszadalmas munka. Éppen ezért eddigi csekélyszámú hazai elemegyüttes vizsgálataink csupán csak bizonyos értékközökön belül tanulmányozták a felvett elemeket (pl. a fülledtség, légköri aszály kritériumát) s ezért azok még nem tekinthetők teljes komplex vizsgálatoknak.

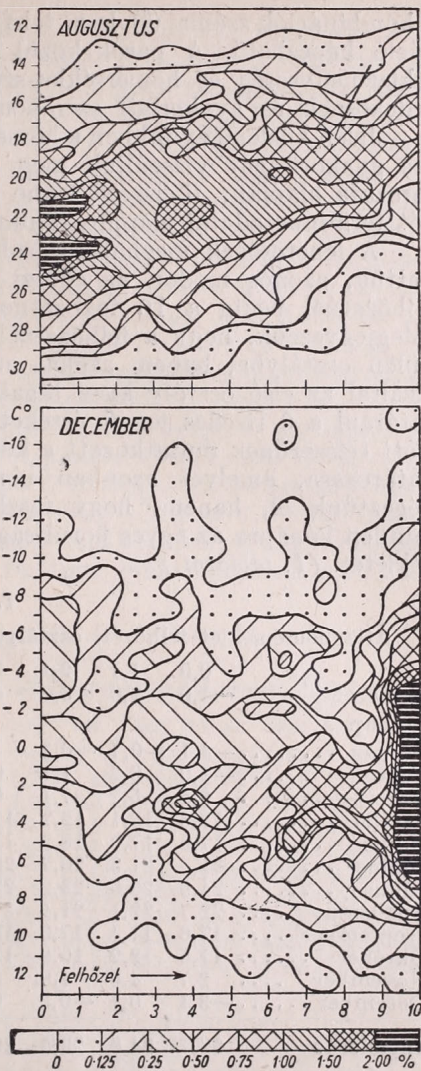
A komplex vizsgálatok megkezdésekor több probléma merül fel a kutató előtt. 1. Mely elemek komplex együttesét vizsgáljuk. 2. Hány lehetőséget vegyünk figyelembe a kiválasztott elemek komplex vizsgálatánál. 3. Lesznek-e bizonyos nagyobb valószínűséggel fellépő lehetőségek, melyek mintegy „kvantum”-szerűen felépítik valamely hely éghajlatát, avagy az egyes lehetőségek valószínűsége között folytonos átmenet áll fenn. 4. Ha elkülönülnek nagyobb valószínűséggel fellépő lehetőségek, azok szinoptikailag homogén vagy heterogén összetételűek-e?

A vizsgálandó elemek kiválasztásában több szempontot kell figyelembe vennünk aszerint, hogy eredményeinket milyen célra akarjuk hasznosítani.

Általában a hőmérséklet, felhőzet, sugárzás, szél, nedvesség és csapadék együttes vizsgálata minden felmerülő gyakorlati problémára kielégítő feleletet ad, dinamikus klimatológiai vizsgálatoknál azonban a légnyomást sem hagyhatjuk figyelmen kívül. Természetes azonban, hogy e hét elem komplex vizsgálatánál nem valósítható meg minden egyes lehetőség figyelembevétele, ugyanis az összes lehetőségek száma, amint arról könnyen meggyőződhetünk, 7 elem esetén rendkívül nagy. Ha az egyes elemeknél m számú osztályközt veszünk fel és n elemünk van, $N = m^n$ lehetőség adódna. Ha elemenként csupán 10 osztályközt veszünk is fel, jelen esetben 10^7 számú lehetőség adódnék. Nyilvánvaló, hogy azoknak majdnem a teljes egésze irreális lehetőség, hiszen, ha pl. ötvenéves adattal dolgozunk napi egy adat alapján, minden hónapra kereken 1500 lehetőség adódnék, mint felső határ, abban a nem túl valószínű esetben, ha minden egyes együttes egymástól különböző lehetőség volna.

Ebből következik, hogy több elem komplex vizsgálatánál minden egyes elemet egyszerre nem vehetünk figyelembe, hanem esetenként más és más elemcsoportok jellemző értékeit tanulmányozzuk. Pl. a nyári szép időre jellemző az átlagosnál kissé magasabb hőmérséklet és a kisebbmértvű nappali felhőképződés csapadék nélkül. Ennek a gyakran fellépő időjárási típusnak az elemek együttesével történő meghatározásához tehát elég a hőmérséklet, felhőzet és csapadék meghatározott értékeinek együttes előfordulását vizsgálni. Ezzel szemben a téli hónapokban fellépő zord időjárást az alacsony hőmérséklet és erős szél együttes előfordulása jelzi. Látható tehát, hogy az egyes időjárási típusok megállapításához nincsen szükség az összes meteorológiai elem értékeinek figyelembevételéhez, az elemek között feunálló kapcsolat ugyanis a jellemző elemek kiválasztása esetén is többé-kevésbé biztosítja a többi elem közvetett figyelembevételét. Pl. az első példánk esetén jogosan feltételezhetjük, hogy a nedvesség nem lesz túl magas, erősebb szélre sem számíthatunk s a napfénytartam várható értékét is közelítőleg meghatározhatjuk.

Az ilyen természetű komplex kutatások megkezdése előtt célszerű azonban — éppen az egyes elemek egymásközötti összefüggésének a felderítése végett — az említett elemeket páronként összekapcsolni és együttes gyakoriságuk összes lehetőségét megvizsgálni. Páronként csoportosítva n elemet,



a kombinációk száma ($\binom{7}{2}$) lesz, tehát 7 elem esetén 21 másodosztályú kombináció képezhető. A párok közül különösen a hőmérséklet-felhőzet, hőmérséklet-nedvesség és hőmérséklet-szélsébség elempárok vizsgálata ígérkezik érdekesnek és gyakorlati szempontból hasznosnak.

Jelen közleményünkben a hőmérséklet és felhőzet napi közepeinek együttes gyakoriságát vizsgáljuk meg Budapest ötvenéves (1901—50.) észlelési sorozata alapján. (Célszerű lenne az együttes gyakoriságokat még legalább két terminus adatai alapján tanulmányozni.)

A lehetőségek meghatározásához a hőmérsékleti osztályokat fokenként vettük, azonos módon az eddigi tanulmányoknál használt beosztáshoz, a felhőzetnél pedig a 10 fokozatnak megfelelően 10 osztályt használtunk. (Megjegyezzük, hogy a felhőzetnél a 0,0 és 10,0 értékeket nem vettük fel külön osztályba, hanem azokat az első, illetve tizedik osztályba soroltuk. Ezáltal az első osztály kissé tágabb lett, tekintve, hogy az osztályok felső határául a 0 tizedes jegyű értéket választottuk.) A vizsgálat megkezdése előtt célszerűnek mutatkozott a két elem egymásközötti kapcsolatának meghatározása, amelyet azonban nem a korrelációs tényező kiszámításával végeztünk el, hanem, hogy részletesebb képet nyerjünk, meghatároztuk minden hónapra az egyes borultsági osztályokba sorolt napok átlagos hőmérsékletét. (I. táblázat.)

I. táblázat.

Átlaghőmérséklet felhőzeti osztályok szerint. (Budapest 1901—50.)

Felhőzet Hónap	0,0	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	Havi
	-1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	közép
Január	-4,1	-0,7	-0,3	-1,4	0,3	0,2	0,3	-0,4	0,1	-0,6	-0,8
Február	-1,0	0,2	1,1	0,4	1,6	1,8	1,2	2,4	2,4	1,0	1,1
Március	6,4	5,7	7,1	6,2	7,0	6,6	6,4	6,5	7,0	5,0	6,2
Április	12,6	12,1	12,2	12,0	12,2	11,4	10,7	11,4	11,1	9,5	11,4
Május	17,9	17,9	18,2	17,5	17,3	16,8	16,4	16,3	15,6	13,8	16,8
Június	21,5	21,3	20,7	20,7	20,1	19,8	19,2	19,1	18,5	16,6	19,9
Július	24,6	23,5	23,2	22,3	21,6	21,7	20,4	21,2	19,7	18,6	21,9
Augusztus	22,7	22,1	21,4	21,6	20,7	20,8	19,8	19,8	19,3	18,7	21,1
Szeptember	17,6	17,4	17,3	18,0	17,2	16,9	15,7	16,8	15,8	14,4	16,9
Október	11,5	12,2	10,9	12,0	12,2	11,0	11,5	11,3	11,3	9,8	11,2
November	2,7	4,0	4,8	5,4	5,7	6,3	5,5	6,2	6,7	5,1	5,3
December	-3,1	0,1	-0,3	0,1	2,0	1,7	1,5	2,2	2,6	1,4	1,3
Ingadozás	28,7	24,2	23,5	23,7	21,3	21,5	20,1	21,6	19,8	19,3	22,7

A sugárzásmódosító hatásnak megfelelően a 0,0—1,0 borultsági fokozathoz tartozó hőmérsékleti értékek jellegzetes sugárzási helyzetet tüntetnek fel, amennyiben a besugárzási évszakban a hőmérsékletek magasabbak, a kisugárzási évszakban pedig alacsonyabbak az átlagosnál. Csupán október csekély pozitív eltérése nem áll összhangban e hónap kisugárzási jellegével, ennek oka valószínűleg advekciós hatásokban keresendő. A lényegileg még kevés felhőzetű 3 következő fokozatnál az összefüggés már korántsem olyan tiszta. Érdekes, hogy a 3,1—4,0 felhőzeti fokozat hőmérsékleti értékei közelebb állanak a tiszta sugárzási típushoz, mint a közbeeső két fokozaté. *Négyes fokozatnál nagyobb borultság esetén már a sugárzásgátló hatás jelentkezik, amennyiben a hőmérsékleti értékek a kisugárzási évszakban magasabbak és a besugárzási évszakban az átlagosnál alacsonyabbak.*

Főként a 6,1—7,0, 7,1—8,0 és 8,1—9,0 felhőzeti fokozathoz tartozó hőmérsékleti értékek tipikusak. A legborultabb fokozathoz tartozó hőmérsék-

leti értékek ezzel szemben majdnem állandóan átlag alattiak, csupán decemberben és januárban mutatnak jelentéktelen hőtöbbletet. Mint későbbiekben látni fogjuk, ennek oka abban keresendő, hogy téli anticiklonális helyzeteinkben gyakran lép fel kisugárzási kód, ami miatt a borultság 10-es fokozatú, viszont a hőmérséklet alacsony. Ezért a 8,1—9,0 borultsági fokozat értékei jobban reprezentálják a sugárzásgátló hatást, főként a téli hónapokban. Ezek után lássuk a két elem együttesének gyakorisági eloszlását. Minden hónapra meghatároztuk százalékokban az egyes lehetőségek bekövetkezésének valószínűségét. Az idevonatkozó táblázatokat helyszűke miatt nem közöljük, csupán a legderültebb augusztus és a leghorultabb december hónapok táblázatainak eredményét ábrázoljuk izoplétákkal, mert így azok könnyen áttekinthetőek. Az együttes gyakoriságok táblázatából állítottuk össze a *II. táblázatunkat*, mely azt tünteti fel, hogy az egyes hónapokban milyen gyakorisággal jelentkeztek a hőmérsékleti és felhőzeti sajátosságuk alapján elnevezett különböző típusok. A típusok megállapításánál egyik szempont a hőmérséklet volt: az egyes eseteket átlag alatti és feletti hőmérsékletű csoportokba soroltuk. A felhőzet szerint a két csoportot további 5 csoportra osztottuk (derült = 0,0—2,0, gyengén felhős = 2,1—4,0, közepesen felhős = 4,1—6,0, erősen felhős = 6,1—8,0 és borús = 8,1—10,0 felhőzeti napi közepek esetén.) Összesen tehát 10 típusba soroltuk az adatokat és e 10 típus gyakoriságának évi menét vizsgáljuk.

II. táblázat.

A hőmérséklet és felhőzet együttes értékeinek típusai (Gyakoriság %-ban.)

	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.
Derült hideg	7,22	8,22	7,93	6,30	6,24	5,61	5,26	9,07	12,75	8,49	7,40	3,95
Derült meleg	3,66	4,96	10,34	8,58	9,97	11,21	17,53	20,23	16,15	11,51	3,70	1,95
Gyengén f. hideg..	4,43	6,13	6,15	7,34	7,64	7,61	9,47	9,68	7,14	7,22	4,66	5,10
Gyengén f. meleg	5,26	7,36	6,79	8,31	12,12	13,21	14,59	13,02	11,46	7,98	5,94	4,20
Köz. felh. hideg..	4,58	5,23	7,24	10,62	10,24	12,55	11,61	10,20	8,58	6,87	4,66	4,00
Köz. felh. meleg..	7,35	8,18	9,66	10,08	12,81	12,01	11,66	9,50	10,12	9,63	6,34	6,70
Erősen felh. hideg	6,13	7,29	9,07	12,91	11,43	12,37	12,94	11,04	8,47	7,86	7,40	6,00
Erősen felh. meleg	12,10	10,98	10,24	8,05	9,11	8,30	7,03	5,46	6,73	9,44	10,90	11,41
Borús hideg	17,44	18,15	18,02	19,52	15,79	14,19	10,56	9,70	14,00	18,57	21,22	23,38
Borús meleg	31,83	23,63	14,56	8,28	4,65	2,95	1,35	2,10	4,60	12,43	27,78	33,31

A *derült hideg* típus szeptemberben a leggyakoribb, másodlagos maximum jelentkezik február-márciusban. A típus nyilván anticiklonális légállapottal kapcsolódik, mely a téli másodmaximumra magyarázatot ad. Ugyanis téli anticiklonális helyzeteinknél gyakori lévén, a kisugárzási felhőzet, ez szerepet játszik abban, hogy a típus maximuma nem valamelyik téli hónapra esik. A szeptemberi maximum oka abban keresendő, hogy ebben a hónapban a leggyakoribb a közép-európai anticiklonális helyzetek gyakorisága *Hess és Brezowsky* szerint, s valószínű, hogy a hónap második felének hosszabbodó éjszakái már kedveznek az erősebb lehűléseknek. Természetesen a havi átlag adatokból már bővebb következtetést nem vonhatunk le, de valószínű, hogy ugyanolyan anticiklonális helyzet a sugárzási mérleg szempontjából átmeneti jellegű szeptemberben egyaránt előidézhethet derült meleg és derült hideg időjárást is, mégha el is tekintünk itt az advekción erős szerepétől.

A *derült meleg* típus augusztusban a leggyakoribb. A sugárzási viszonyoknak megfelelően júliusra várnánk a legnagyobb gyakoriságát, azonban az augusztusi maximumhoz hozzájárulhat az, hogy ebben a hónapban gyengül a függőleges irányú hőmérsékleti gradiens, mivel a magasabb szintekben

általában az augusztus a legmelegebb hónap. Ennek következtében mérséklődik a labilitás, s az anticiklonális helyzetekben fellépő konvektív zivatarok valószínűsége is. A márciusi másodmaximum szintén ennek a hónapnak a sugárzási mérleg szerint átmeneti jellegével magyarázható.

A *gyengén felhős hideg* típus aránylag csekély évi menetet mutat, a sugárzási viszonyokkal ellentétes téli minimuma és nyári maximuma valószínűleg csak szinoptikus úton volna megmagyarázható.

A *gyengén felhős meleg* típus jellegzetesen a nyári félév sajátossága és a cumulus-os nyári szép idő képviselője. A télen is fellépő kisebb gyakoriság eredete még kétséges, bár valószínűnek tarthatjuk, hogy olyan napokból ered, midőn éjszakai ködképződés miatt a reggeli terminus felhőzete 10-es volt, s erősebb lehülés nem lépett fel, nappal viszont kiderült és a hőmérséklet magasabbra emelkedhetett. (A 10, 0, 0 felhőzeti terminus értékek közepe 3,3, tehát gyengén felhős.)

A *közepesen felhős hideg* típusnál feltűnő a koranyári maximum, s feltételezhetően a nyári monszun gyakori hidegfrontátvonulásos napjaival áll kapcsolatban.

A *közepesen felhős meleg* típus májusi maximuma az ebben a hónapban elég gyakori konvektív felhőzetű napokból eredhet.

Az *erősen felhős hideg* típus nyáreleji nagyobb gyakorisága a monszunhoz kapcsolódhat. Érdekes az erős áprilisi gyakoriság, amelynek magyarázatát vizsgálataink nem adják meg.

Az *erősen felhős meleg* típus nyári kisebb és téli nagyobb gyakorisága sugárzási okokkal egyszerűen magyarázható.

A *borús hideg* és *borús meleg* típusok évi járása ugyanazt a képet mutatja, mely a borús meleg típusnál még is felel a sugárzástgátló hatásnak, a borús hideg típusnál jelentkező téli maximum viszont az előbbieken vázolt szinoptikus helyzetnek lehet a következménye. (Anticiklonos helyzetek kisugárzási felhőzete.)

Általában láthatjuk, hogy kisebb zavaró tényezőktől eltekintve, a felhőzet sugárzástmódosító hatása az a döntő tényező, mely az egyes típusok évi menetét szabályozza. Ahol ettől jelentékenyebb eltérés mutatkozik, ott érdemes lenne az eltérések okát szinoptikus úton megvizsgálni. A típusok sokkal jobban visszatükröznek bizonyos éghajlati jellemvonásokat, mint az elemenkénti vizsgálat és az általa meghatározott számértékek jobban megközelítik a valóságot. Pl. a gyengén felhős meleg típus júliusra meghatározott bizonyos számértékű gyakorisága egy valóságban fellépő időjárás gyakoriságát adja meg, míg ha a hőmérséklet gyakorisági eloszlásának ismeretében bizonyos hőmérsékleti értékek gyakoriságát adjuk meg, az a valóságban még igen sokféle időjárást tartalmazhat.

Végül az utolsó kérdésre adjunk választ, a fellépő típusok szinoptikailag heterogén, avagy homogén összetételűek-e? Tájékozódás céljából a januári és júliusi típusokat vizsgáltuk meg az uralkodó makroszinoptikus helyzet szerint. Nem terjeszkedhettünk ki az összes (*Hess és Brezowsky* által meghatározott) makroszinoptikus helyzetre, hanem csupán a nagyobb gyakoriságúakat vettük figyelembe. Megállapítottuk, hogy a fentiekben leírt hőmérsékleti és felhőzeti típusú napok hány %-ában uralkodott egy adott makroszinoptikus típus. Januárból a *Wa* (anticiklonális nyugati irányítás), *Wz* (ciklonális nyugati irányítás), *NWz* (ciklonális északnyugati irányítás), *HFa* (anticiklonális Skandinávia fölött) és *HM* (Közép-Európa fölött anticiklon) típusokat, júliusból pedig a *Wa*, *Wz*, *NWa* (anticiklonális északnyugati irányítás),

NWz, *NF* (északkeleti irányítás) és *HM* típusokat vizsgáltuk. Eredményeinket a *III. táblázatban* adjuk. Megállapíthatjuk, hogy valami nagy egyöntetűség nem tapasztalható a típusokat illetően. Egyik típus sem domináns jellegű teljes határozottsággal, bár kétségtelen, hogy egyes típusok nagyobb gyakorisággal tűnnek ki. Pl. januárban a derült hideg típus mintegy 40%-ban *HFa* és *HM* makroszinoptikus helyzetekhez kapcsol, ugyanúgy a közepesen felhős hideg típusnál e két helyzet gyakorisága közel 50%. Januárban azonban az eseteknek fele különböző, általunk nem vizsgált típusokra oszlik széjjel. Júliusban az arány valamivel kedvezőbbnek tekinthető, mert 1/3 rész az, ami több kisebb gyakoriságú helyzet között oszlik meg. Megjegyezzük azonban, hogy a *Hess* és *Brezowsky* által közölt adatgyűjtemény nálunk csak bizonyos fenntartással fogadható el, mert a tipizálás alapjául a Nyugat-

III. táblázat.

A hőmérséklet és felhőzet együttes gyakoriságának típusai és az uralkodó időjárási helyzet kapcsolata (%-ban).

	Január						Július						
	Wa	Wz	NWz	HFa	HM	Egyéb	Wa	Wz	NWa	NWz	NE	HM	Egyéb
Derült hideg	3,3	3,3	2,5	14,8	24,6	51,5	18,5	13,6	13,6	3,7	0,0	18,5	32,1
Derült meleg	7,1	12,4	8,9	1,8	28,3	41,5	14,1	12,6	7,1	3,3	3,3	23,0	34,6
Gyengén f. hideg..	5,8	4,3	0,0	15,9	23,2	50,8	4,1	20,6	15,0	7,5	8,2	10,2	34,4
Gyengén f. meleg	14,7	23,3	6,2	1,1	14,7	40,0	9,3	26,4	4,5	4,9	6,7	12,5	35,7
Köz. felh. hideg..	2,8	5,7	2,8	18,4	31,1	39,2	5,0	17,8	11,1	7,2	11,1	10,0	37,8
Köz. felh. meleg..	16,7	18,4	6,2	3,5	14,0	41,2	6,6	18,2	8,2	7,2	7,7	12,6	39,5
Erősen felh. hideg	5,3	7,4	1,0	16,8	11,6	57,9	6,5	17,5	12,0	11,5	9,5	4,5	38,5
Erősen felh. meleg	5,3	28,0	7,0	3,5	6,4	49,8	5,5	11,0	6,4	7,3	8,3	4,6	56,9
Borús hideg	8,9	7,4	0,4	12,2	20,8	50,3	4,3	19,5	15,2	6,7	6,1	3,6	44,6
Borús meleg	5,3	13,5	6,1	3,4	6,7	65,0	19,0	33,4	14,2	0,0	9,5	4,8	19,1

Európában beálló szinoptikus változások szolgálták. Ez tükröződik vissza pl. adatainkban a júliusi derült meleg típusnál aránylag nagyobb gyakorisággal jelentkező *Wz* helyzetnél. Nyugat-Európában ugyanis már bekövetkezhetett ez a makroszinoptikus helyzet, míg nálunk még anticiklonális időjárás uralkodik. Igen célszerű lenne ennek az értékes adatgyűjteménynek a kikorrigálása hazai viszonyainkhoz.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a hőmérséklet és felhőzet nagyobb gyakorisággal fellépő együttes értékei szinoptikai helyzetek szerint nem tekinthetők homogénnek, noha bizonyos helyzetek nagyobb gyakorisága az egyes típusoknál felismerhető. Valószínűleg ha több elem komplex együttesét vizsgálnánk, az egyes típusok szorosabban tömörülnének valamelyik makroszinoptikai helyzet köré.

Vizsgálataink befejezésekor ismét csak hangsúlyoznunk kell, hogy az időjárás tér- és időbeli klimatológiai vizsgálata csakis az elem párok és elemkomplexumok beható tanulmányozása révén lehetséges.

IRODALOM :

P. Hess, H. Brezowsky: Katalog der Grosswetterlagen Europas. Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US Zone, Nr. 33. Bad Kissingen, 1952.

Kísérlet természetes felszínek párolgásának meghatározására

Összefoglalás: A szerző ismerteti a párolgás meghatározásának legújabb módszereit, továbbá azok kipróbálását az erdőhátpusztai mikroklímakutató állomáson (I. rész). A II. részben a legpontosabbnak tartott módszer segítségével speciális agrometeorológiai feladattal: különbözőképpen megművelt talajok párolgásának meghatározásával kísérletezik.

★

Попытка определения испарения естественных поверхностей. Во первой части доклада автор излагает новейшие методы определения испарения и опытное применение их на микроклиматической станции Erdőhátpusztá. Во второй части работы с помощью метода, считанного самым лучшим, испытывает решать специальную агрометеорологическую задачу, именно определение испарения почв, обработанных разным образом.

★

Une tentative de déterminer l'évaporation des surfaces naturelles. Dans la Partie I., on trouve une discussion des méthodes modernes de la détermination de la quantité de l'évaporation, ainsi que quelques résultats obtenus par ces méthodes à la station microclimatologique d'Erdőhátpusztá. Dans la Partie II., on donne des applications à un problème agrométéorologique spéciale, celui de trouver les différences dans l'évaporation des sols sur lesquels on a pratiqué des méthodes de cultivation différentes.

★

W. Schmidt 1931-ben írja: „A párolgásmérés a meteorológiának a legtöbb gondot okozó gyermeke”. Azóta csaknem negyedszázad múlt el, a meteorológia óriásit fejlődött, számtalan kísérlet történt a párolgás pontos meghatározására, mégis azt kell mondanunk, hogy a párolgásmérés gyakorlatilag mindmáig megoldatlan. Az elpárolgás az egyetlen olyan elem, amelynek mérésére elfogadható pontosságú műszerünk ma még nincsen, bár sokféle párolgásmérő ismeretes a meteorológiai gyakorlatban. Ezek közül azonban egyik sem ad hű képet arról, hogy *magában a természetben milyen mértékű párolgás* megy végbe. A probléma pedig igen égető: a tömeges párolgásméréseknek nemcsak az agrometeorológia, mikroklimatológia és hidrológia szempontjából van jelentősége, hanem a prognózisban is jelentőségre tenne szert a légtömegek transzformációjának megítéléséhez.

Miután több évtized sikertelen kísérlete azt bizonyította, hogy a párolgás meghatározása párolgásmérő műszerekkel kielégítő pontossággal egyelőre megoldhatatlan, a kutatók más utakat kerestek. Közvetett úton számítással határozzák meg a párolgást; hőháztartási, vízháztartási egyenletekből, illetőleg a vízpára turbulens diffúziójából.

Jelen dolgozatnak az a célja, hogy röviden összefoglalja a párolgásmeghatározás legmodernebb módszereit: az említett „közvetett utakat” (I. rész) és bemutasson a legpontosabbnak tartott *Thornthwaite—Holzman*-módszerrel egy kísérletet, különbözőképpen megművelt talajok párolgásának meghatározására (II. rész).

I.

Mielőtt a közvetett párolgást meghatározó módszereket áttekintenénk, mégis csak kell — ha vázlatosan is — foglalkoznunk a párolgásmérő műszerekkel. Régóta használatos a mérleges talaj-párolgásmérő (lysimeter). Pontosságát illetően azonban eltérőek a vélemények a szakirodalomban. Több lysiméter egymás közelében is külön-

bőző értéket mutat, mert a talaj nedvességtartalma is talajfoltonként változó. Ha a lysimétert több napon át használjuk, figyelembe kell venni a csapadékot, az elfolyást és a szivárgást. Azon évszakban, amikor a szivárgás és elfolyás mértéke a csapadékhoz képest csekély, a párolgás valamely időközben :

$$V' = N - \Delta w'$$

ahol a V' a lysiméterből elpárolgott víz mm-ben, N a mérési időszak csapadéka mm-ben; $\Delta w'$ a talajnedvesség megváltozása a mérési időszak kezdetétől a végéig ugyancsak csapadék mm-ben. A párolgásmérő környezetében ugyanezen időszakra a valóságban a párolgás értéke :

$$V = N - \Delta w$$

ahol a Δw most is a nedvességtartalom megváltozását jelenti, de nemcsak abban a viszonylag kicsiny méretű edénykében, hanem abban a teljes mélységű rétegben, ahol az aktív vízforgalom végbemegy. A lysiméterrel mért párolgási érték hibája :

$$\frac{V - V'}{V} = \frac{\Delta w - \Delta w'}{N - \Delta w}$$

Budüko [1] véleménye szerint a lysiméter akkor ad megbízható eredményeket, ha a talaj elég nedves és a növényzetnek nincs fejlett gyökérendszere.

A meteorológiai állomáshálózatban a legelterjedtebb a Wild-féle párolgásmérő, amely a szabad vízfelszín párolgását van hivatva mérni. *Berkes Zoltán* [2] a magyarországi Wild-műszerek szelektált adataiból izo-vonalakat rajzolt, ugyanakkor a vízháztartásból is kiszámította hazánk párolgásvizonyainak területi eloszlását. A két eredmény nem fedte egymást. A Wild-műszer értékeiből nyert adatok alapján az Alföld párolgatót többet, míg a vízháztartás számításaiból az derült ki, hogy a Dunántúl felszíne párolgatót jobban. Ez a látszólagos ellentmondás azonban magyarázható volt. Ismeretes, hogy a Wild-műszer egy olyan állandó vízutánpótlással ellátott edényke párolgatót mér, amely elsősorban a telítési hiány iránt mutat érzékenységet, másodsorban a szélességtől is függ. A viszonylag szélesdedes Kárpát-medencében a telítési hiány iránti érzékenység kerül előtérbe. Ennek értéke az Alföldön nagyobb, mint a Dunántúlon. Ez a magyarázata az említett ellentétnek, ami egyben rávilágít a Wild-műszer használhatatlanságára is, ha a talajfelszín párolgását kívánjuk ismerni. *Bacsó* [3] kísérletet tett arra, hogy valamely éghajlati állomáson észlelt hőmérsékleti, relatív nedvességi, légnyomás és szél-adatokból elfogadható pontossággal meg lehessen határozni azt, hogy mennyi víz párolgna el a Wild-műszerről valamely állomáson. Elgondolásának az volt az alapja, hogy igen szoros kapcsolatot talált több éghajlati állomás esetében is a Wild-műszer értékei és az említett elemek között. Ezen az alapon állította fel vonatkozási egyenletét, amelynek segítségével a Wild-műszerről való elpárolgást meg lehet határozni hőmérsékleti, relatív nedvességi és párahiány adatokból, anélkül, hogy ott egyáltalán Wild-műszer lenne felállítva. (Sajnos, vonatkozási egyenletéből a szél hatását égvélőre kihagyta.)

Azonban hiába nyerünk tömeges párolgási adatokat akár ténylegesen a Wild-műszerről leolvasott vagy az említett módon kiszámított értékekben, ezzel még nagyon távol állunk a párolgás valóságos meghatározásától. Először is a Wild-műszer csak a szabad vízfelszín párolgását mutatná és nem mond semmit a sokkal fontosabb és területileg is nagyobb talajfelszín párolgásáról, főleg, ha az még növényzettel is van borítva. Másodsorban magának a szabad vízfelszínnek a párolgását sem tudja a Wild-műszer helyesen mutatni, amint erre *Ubell Károly* [4] munkája rávilágít, aki a kecskeméti kísérleti telepen végzett ilyenfajta méréseket. Ugyanis egészen másként viselkedik egy több km²-es és több méter mélységű vízfelület, mint a párolgásmérő edényekben elhelyezett, néhány mm mélységű kis kiterjedésű vízfelület. Ez teljesen a környezet hatása alatt áll, a párolgást befolyásoló tényezők az edények elhelyezésétől függenek és maguk az edénykéik is zavarólag hatnak.

A többi párolgásmérő műszerral többé-kevésbé hasonló eredménytelenségre jutunk. A mikroklimatológusnak és természetesen a klimatológusnak, agrometeorológusnak hidrológusnak is más utakat kell keresnie.

A növénytakaróval is fedett természetes talajfelszín párolgásának meghatározása [5] történhetik: A) műszeres megfigyelésekkel (itt nem közvetlen párolgásmérő műszerekről van szó) és B) klimatológiai számításokkal. A műszeres részhez háromféle mérési módszer tartozik:

1. *A hőháztartás mérésének módszere*; ez az energiamegmaradás törvényén alapul. A földfelszín végtelen vékony geometriai felületnek tekintjük, amelynek tömege nincs, tehát hőmennyiséget nem vehet fel. Emiatt a kapott hőt valamelyik hőleadási módon azonnal leadja. Így a felszínre érkező hőmennyiségek összege egyenlő az onnan távozó

hőmennyiségek összegével. Ezt az összefüggést a talajfelszín hőháztartási alapegyenletének nevezzük, képletben :

$$Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0,$$

ahol az egyes hőátadási módok a következők : Q_0 a sugárzási, Q_1 a talaj elvezetési, Q_2 a levegő elvezetési és Q_3 a víz halmazállapot változásával kapcsolatos hőforgalmi tényező. A Q_0 meghatározható bármely sugárzásmérő műszerrel, ha ugyanakkor az albedót is ismerjük és az effektív kisugárzást is megmértük ; akár az Albrecht-féle sugárzás egyenleg-mérővel, akár az Albrecht-féle tapasztalati képletből számítottuk ki a talajfelszín hőmérsékletéből, a talajközeli tér párányomásából és a felhőzetből.

A Q_1 talaj elvezetési tényező könnyebben, de ugyanakkor kevésbé pontosan meghatározható meg talajhőmérőkkel a hőkapacitás ismeretében. Külföldön elektromos hőmérőkkel pontosabban határozzák meg. A Q_2 tényezőt Albrecht-féle hőforgalom mérővel közvetlenül is meg lehet mérni.

Hátra van még a Q_3 és a Q_0 meghatározása. Még egy egyenletre van tehát szükségünk, hogy a két ismeretlent meg tudjuk határozni. Ezt *W. Schmidt* közli :

$$\frac{Q_1}{Q_0} = a \frac{dt}{de} \quad \left(a \approx \frac{1}{2} \right)$$

Vagyis bármely két szintben mért hőmérsékleti különbséget el kell osztanunk az ugyanazon a szintekben mért párányomás különbség kétszeresével.

Hőháztartás-számításunk végeredményeként megkapjuk a Q_0 értékeit. Azt a hőmennyiséget, amely cm^2 -ként meghatározott idő alatt x g víz elpárolgatására használdott fel, illetőleg azt a hőmennyiséget, amely x g víz kondenzálódásakor szabadult fel. A rejtett hővel való osztás után nyerjük az elpárolgó, illetőleg kondenzálódó víz mennyiségét. Célszerű ezt csapadék mm-ben kifejezni, hogy a párologást szembeállíthassuk a csapadékkal. A hőháztartás mérésével szélszemes időben érdemes próbálkozni és viszonylag nagy területű homogén felszín fölött, mert különben egy nehezen meghatározható advektációs tényező is szerephez jut, amely a nyert eredményeket kérdésessé teszi. A nyert eredmények olyan mértékben lesznek pontosak, amilyen pontosan végezzük a részlelméréseket (pl. hőmérsékleti és nedvességi gradiensek pontos állapítása).

2. A párologás meghatározása a talaj vízháztartásának módszerével viszonylag egyszerű. A párologás értékét nyerjük a csapadékból és a talaj víztartalom változásából a következő képlet segítségével :

$$V = N - (\Sigma W_1 - \Sigma W_2) + W_0$$

Ahol N jelenti a mérési időszak csapadékát ; ΣW_1 a talaj összvíz-tartalmát az időszak kezdetén ; ΣW_2 ugyanazt az időszak végén és W_0 a lefelé elszivárgott vizet. Ennél a módszernél a talaj víztartalom meghatározása a probléma. Ez történhet talajminta vétel által, amelyet azután laboratóriumban kiszáritanak. Elegendő a felső 1 m vastag réteg összvíz-tartalom változását meghatározni. Kiegészítésként kell még talajmintát venni a 2 m-es szintből is, hogy így el tudjuk választani egymástól a felfelé elpárolgó és lefelé szivárgó vizet. A talajminta vétel mellett van egy gyorsabb és célravezetőbb megoldás is a víztartalom változás meghatározására. Ez Albrecht-féle víztartalom mérő segítségével történik. Ez azon alapszik, hogy elektromosan megmérjük a talajszelvény hővezető képességét, amely hőkapacitásától és víztartalmától függ. Sajnos, a talaj hővezető képessége és víztartalma között nem egyértelmű az összefüggés. Ugyanolyan víztartalom mellett kiszáradó tendencia esetén más lesz a hővezető képesség, mint növekvő talajnedvesség esetén. *Albrecht* [6] újabb elektromos műszerei, amelyek a talaj hőkapacitását mérik, már kifogástalanul meghatározzák a talaj víztartalmát.

Ezzel a módszerrel eddig még nemigen végeztek párologásmeghatározást. Egészen rövid idő alatt elpárolgott vízmennyiség meghatározására nem alkalmas, de jó szolgálatokat fog tenni más eljárások, más módszerek ellenőrzésében, kiegészítésében.

3. A vizgős turbulens diffúzióján alapuló módszer *Thorntwaite* és *Holzman* nevéhez fűződik [7]. Eljárásuknak az a lényege, hogy a levegő vízgőztartalmát két egymás feletti szintben mérik, ugyanakkor ugyanezekben a szintekben mérik a szélszemeset is. Ezekből az adatokból számítás útján meg lehet határozni, hogy a tapasztalt vízgőzáramlás fenntartásához a talajon milyen mértékű elpárolgásnak kellett végbemennie. Ez a módszer igen alkalmas pontos párologás meghatározására, ha sikerül a két szint közötti nedvesség- és szélszemeskülönbséget, valamint a kiindulási h_0 magasságot pontosan megmérni. Egyaránt alkalmazható vízfelszín, kopár talajfelszín és növényzettel borított felszín esetében, rövidebb és hosszabb időszakokra, attól függően, hogy milyen pontosan tudjuk a két szintben való nedvesség és szélszemes regisztrálást megoldani. Ezzel a módszerrel egyébként a II. részben még részletesen foglalkozunk.

A fenti módszerek értékét is a gyakorlat dönti el. *Budüko* [8] közöl egy összehasonlító táblázatot a különböző módszerekkel egyazon helyen, ugyanabban az időben mért párolgási értékekből.

Párolgás nagysága (mm-ben) Arlingtonban 1939-ben :

	Hőhártartási módszer	Diffúziós módszer	Vízhártartási módszer
Nyár	330	350	—
Év	670	600	650

Mint látjuk, az adatok eléggé összetartók. Ez a tény azokat igazolja, akik a párolgásmeghatározás ezen közvetett útjain járnak.

Ezen módszerek kikísérletezésére és a hazai használatba való bevezetésére az erdőhátpusztai mikroklímakutató állomáson 1954 szeptember első hetében derült, anti-ciklonális időjárás mellett párolgásmeghatározást végeztünk a három módszerrel egyidejűleg. Sajnos, a Thornthwait—Holzman-féle módszerrel végzett kísérletünk nem adott összehasonlításra alkalmas adatokat, mivel jelenlegi műszerállományunkkal nem tudtuk kielégítően elvégezni a több szintben való pontos szélesség regisztrálást egy teljes héten át. Ismételjük, hogy sajnos, mert ezt a módszert tartjuk a legpontosabbnak (pontos észlelések esetén) és ezzel végeztünk alkalmoszerű méréseket különbözőképpen megművelt talajok felett, amint arról a II. részben szó lesz.

A hőhártartásból és vízhártartásból nyert összehasonlító adataink a következők :

1. Hőhártartási módszerrel :

Az erdőhátpusztai állomás talajfelszíne

IX. 1.	IX. 2.	IX. 3.	IX. 4.	IX. 5.	IX. 6.	Σ IX. 1—XI. 6	
103.000	69.48	67.31	81.48	59.56	87.86	468.29	gcal/cm ² fordított az elpárolgotatásra
Ez 1,7	1,2	1,2	1,4	1,0	1,5	8.0	mm vizet jelent

2. Vízhártartási módszerrel :

Erdőháti talaj öszsvíz tartalma

ΣW_1 IX. 1.	ΣW_2 IX. 6.	$\Sigma W_1 - \Sigma W_2$
183 mm	174 mm	9 mm

Mivel a fenti időszakban csapadék nem volt és a 2 m-es szintből vett talajminta alapján lefelé való szivárgás sem volt, így 9 mm víz párolgott el egy hét alatt a vízhártartási módszer szerint. A két végeredmény kielégítő megegyezést mutat. Összehasonlításként érdemes megnézni a Wild-műszer adatát ugyanerre az időszakra : IX. 1—IX. 6-ig házikóban 20,9 mm-t ; szabad felállításban pedig 36,2 mm elpárolgást mutatott. Ismeretes, hogy a Wild-műszerről sokkal több víz párolgott el, mint a száraz talajról, viszont a nedves talaj képes több vizet is párolgotatni, mint a Wild-műszer. Az egész mérési időszakban végig száraz talajállapot volt.

B) A párolgásmeghatározási módszerek teljességének kedvéért megemlítjük, hogy hosszabb időszakok és nagyobb területek párolgásviszonyait meg lehet ismerni havi középértékekben klimatológiai számítások révén. Albrecht két ilyen módszert közöl.

1. *Hőhártartási módszer.* Egyrészt a már ismertetett módszert hosszabb időszakra is lehet alkalmazni, másrészt közöl egy olyan egyenletet, amelynek segítségével a párolgást olyan állomásokra is meg lehet határozni, amelyekről ismeretes a talajfelszíni hőmérséklet, relatív nedvesség és páranomás havi középértéke. Ekkor :

$$V = \frac{b \cdot f(v)}{60} (E_B \cdot a - e_1)$$

V jelenti a párolgást mm/hónapban ; $b \cdot f(v) \approx 1000 \sqrt{v}$, ahol v a közepes szélesség a talajközi térben ; E_B a talajfelszín havi középhőmérsékletéhez tartozó telítettségi gőznyomás ; a egy sajátos — Albrecht-től bevezetett — vízzel fedettség faktor, amely $a = f(R)$ függvénye a talajközeli tér relatív nedvességének ($0,3 \leq a \leq 1$). Így pl. 86% r. n. esetén a értéke 0,8. (Helyesebb ennél valamivel nagyobb értéket használni : 0,9.) Végül e_1 a levegő havi középhőmérsékletéhez tartozó páranomás.

A hőhártartás egyenlete ilyenkor :

$$Q_s - Q_r = [a(\delta_B - \delta_L) + (E_B \cdot a - e_1)] \cdot b \cdot f(v) \left[\frac{\text{gcal} \cdot \text{cm}^{-2}}{\text{hónap}} \right]$$

ahol „ a ” jelenti a már ismertetett állandót : $a \approx 1/2$, pontosabban 0,492 ; δ_B a talajhőmérséklet, δ_L a levegő hőmérséklet havi középértékét.

2. A természetes talaj párolgásának kiszámítása a *vízháztartásból* viszonylag egyszerűbb. Csupán a havi csapadék és telítettségi hiány adatokra van szükség. Képletben n -dik hónap párolgása :

$$V_n = \frac{N_n + 0,005 \cdot V' \cdot \Sigma W_{n-1}}{1 + \frac{\Sigma W_{max} - \Sigma W_{n-1}}{1,36 \cdot V'_n}}$$

ahol N_n jelenti az n -dik hónap csapadékösszegét ; $V' = 16 (E_1 - e_1)$ a lehetséges párolgást ; ΣW_{max} a vízkapacitást. ΣW_{max} értékére 100 mm-t vezetett be Albrecht, mintegy olyan középértéket, amely megközelítőleg érvényes minden talajfajtára. ΣW_n jelenti a talaj öszsvíz tartalmát. Ehhez azonban nem szükséges mindig meghatározni a talaj víztartalmát, elég egy hónapra, azután bármely rákövetkező hónapra a következő módon lehet meghatározni :

$$\Sigma W_n = N_n + \Sigma W_{n-1} - V_n$$

A párolgást meghatározni nagyobb területre és hosszabb időszakra a vízháztartás másfajta komponenseiből is lehet. Berkes [9] a Kárpát-medence vízháztartás vizsgálatához a csapadék mellett az elfolyást vette figyelembe. (Az az elfolyó víztöbbletet, amely Orsovánál mutatkozik Dévényhez képest.)

Legközelebbi feladatunknak tekintjük tájékozódást szerezni az utóbbi két módszerrel hazánk hő- és víz háztartás viszonyairól. Véleményünk szerint ugyanis a hő- és víz háztartás azok az objektumai a komplex éghajlat kutatásnak, amelyekben az egyes elemeket „elemegyüttesenként”, összefüggésükben lehet vizsgálni.

II.

Thorntwaite—Holzman [7] a vízgőz turbulens diffúziójából határozzák meg a természetes felszínekről elpárolgó víz mennyiségét. Módszerük röviden a következő. Meghatározzák a talajközeli térben két szintben végzett mérésből a nedvesség gradienst (dq/dz) és három szintben végzett szélsőbességből a kicserélődési együttható értékét (A). Ekkor a párolgás

$$V = - A \frac{dq}{dz}$$

Feltételezve, hogy a talajközeli térben univerzális kicserélődési együttható szerint cserélődik ki a mozgásmennyiség és nedvesség, a mozgásmennyiség átvitelből levezetett Ertel—Prandtl-féle „ A ” értékét használták fel.

$$A = \frac{\rho k_0^2 z (\bar{u}_2 - \bar{u}_1)}{\ln \frac{z_2}{z_1}}$$

ahol ρ a levegő sűrűsége [g/cm^3], k_0 a Kármán-féle univerzális turbulencia állandó (0,38), \bar{u}_1 és \bar{u}_2 a z_1 és z_2 szintek átlagos szélsőbessége [cm/sec]. A értékét behelyettesítve a párolgás egyenletébe :

$$V = - \frac{\rho k_0^2 z (\bar{u}_2 - \bar{u}_1)}{\ln \frac{z_2}{z_1}} \cdot \frac{dq}{dz}$$

ahol $\frac{dq}{dz}$ a fajlagos nedvesség gradiense [$q = g/g$]. Innen

$$\frac{dq}{dz} = - \frac{V \cdot \ln \frac{z_2}{z_1}}{\rho k_0^2 z (\bar{u}_2 - \bar{u}_1)}$$

Egyenletünket integrálva és V -re kifejezve :

$$V = \frac{\varrho k_0^2 (q_1 - q_2) (\bar{u}_2 - \bar{u}_1)}{\left(\ln \frac{z_2}{z_1}\right)^2} \quad [CGS]$$

Az esetben, ha a szélességmérés szintjei nem azonosak a nedvességmérés szintjeivel :

$$V = \frac{\varrho k_0^2 (q_1 - q_2) (\bar{u}_2 - \bar{u}_1)}{\ln \frac{z_{q_2}}{z_{q_1}} \cdot \ln \frac{z_{\bar{u}_2}}{z_{\bar{u}_1}}}$$

A párolgásmeghatározásnak ezt az egyenletét adta meg Thornthwaite — Holzman, amely csak adiabatikus légkör esetében érvényes. Ezt a formulát gyakorlatilag jobban használható alakra hoztuk, s ebben ϱ helyébe P/RT -t, q helyébe a párányomást $q = 0,622 e/P$ helyettesítettük, és e formulában a párolgást mm/órában nyerjük :

$$V_{\text{mm}} = \frac{7305,5 \cdot k_0^2 (e_1 - e_2) (u_2 - u_1)}{(273,16 + t) \cdot \left(\ln \frac{z_2}{z_1}\right)^2}$$

Képletünkben „ e ” a párányomás Hg mm-ben, „ u ” a szélesség km/ó, „ t ” a hőmérséklet C^0 -ban. Ehhez az egyenlethez a következők szükségesek :

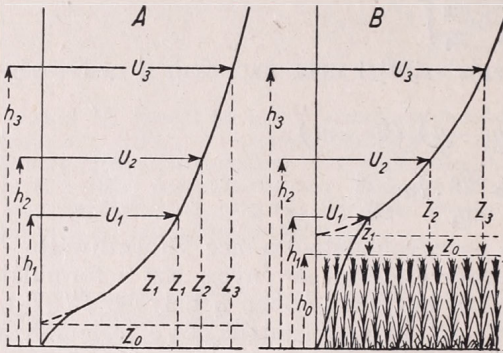
1. Két szintben mért párányomás különbsége. Mérése történhet olyan termoelemmel, amelynél az egyik forrasztási pontot nedves muszlinnal vonják be és így mérnek pszihrométereskülönbséget. Ebből azután pszihrométer-tábla segítségével megkapjuk a párányomást. Jól használható az Assmann aspirációs pszihrométer is, ha gondosan végezzük az észlelést. Elfogadható értéket ad, ha kb. 5 percig járattjuk a műszert és több leolvasás középértékét vesszük. A két mérési szintnek a felszíntől való távolságát úgy választjuk meg, hogy már beleessék abba a rétegbe, ahol a nedvesség függőleges eloszlása éppúgy, mint a szélességé, már logaritmikus. A felszín fölötti esekély magasságban, az érdességi réteg felső határától kezdve már a legtöbb elem (hőmérséklet, nedvesség, szél) eloszlása a logaritmusgörbét mutatja. Ha az $(e_1 - e_2)$ különbsége negatív — száraz típus esetén —, a párázállítás lefelé irányul és az ilyenkor kapott V érték nem az elpárolgott, hanem a lecsapódott víz mennyiségét jelenti.

2. Szükséges továbbá két szintben mért szélességnek (km/óra) a különbsége. A mérési szintek kiválasztásának követelményei azonosak a nedvesség mérésénél említettekkel. Leghelyesebb, ha ugyanazokban a szintekben mérjük a szelet, mint ahol a párányomást. A szélesség több szintben való mérését és regisztrálását kitűnő felszereléssel jól oldották meg a Szovjetunióban. Nekünk be kellett érniük forgókanalas kézi szélmérőkkel. Felesleges munkától és bosszankodástól menekül meg a terepen mozgó meteorológus, ha minden mérés előtt ezeket a meglehetősen megbízhatatlan szélmérőket összekalibrálja. Egy bizonyos h_0 kiindulási magasság meghatározásához szükséges még egy harmadik szintben való szélességmérés is.

3. A t C^0 hőmérsékletnek vegyük a két szintben Assmannal mért száraz hőmérsékletek középértékét.

4. Hátra van még a z_2/z_1 hányados meghatározása. A z ugyanis nem közvetlenül a talajszinttől való magasságot jelenti, hanem egy h_0 kiindulási felszíntől való távolságot. A mellékelt ábra ezt jól szemlélteti.

A h_0 kiindulási szintet legtöbbször nem lehet olyan közvetlenül megtalálni, mint pl. hófelszín esetén, ezért a logaritmikus eloszlás ismeretében három szint szélességéből extrapolálással kell meghatározni. Az ábrából leolvashatóan:



$$h_3 - h_0 = Z_3$$

$$h_2 - h_0 = Z_2$$

$$h_1 - h_0 = Z_1$$

A logaritmikus eloszlásból a szélesség és magasság kapcsolata:

$$h - h_0 = Z_0 \cdot b^u$$

ahol a szélesség 0-vá válik egy bizonyos véges Z_0 távolságra a párologtató felszín felett. Mindkét oldal logaritmusát véve kapjuk

$$\ln(h - h_0) = \ln Z_0 + u \ln b$$

A fenti értékeket ebbe behelyettesítve:

$$\ln(h_3 - h_0) = \ln Z_0 + u_3 \ln b$$

$$\ln(h_2 - h_0) = \ln Z_0 + u_2 \ln b$$

$$\ln(h_1 - h_0) = \ln Z_0 + u_1 \ln b$$

Kivonva:

$$\begin{aligned} \ln(h_3 - h_0) - \ln(h_1 - h_0) &= (u_3 - u_1) \ln b \\ \ln(h_2 - h_0) - \ln(h_1 - h_0) &= (u_2 - u_1) \ln b \end{aligned}$$

Elosztva:

$$\frac{u_3 - u_1}{u_2 - u_1} = \frac{\ln \frac{h_3 - h_0}{h_1 - h_0}}{\ln \frac{h_2 - h_0}{h_1 - h_0}}$$

Ezt a végső formulát közölte Thornthwaite—Holzmann a h értékek kiszámítására. Mivel innen h_0 -t igen nehéz kifejezni, ezen úgy segítettek, hogy h_0 -nak különböző értékeket adván, táblázatot állítottak össze a baloldali hányados számára. Mérési szintjeiket pedig rögzítették: $h_3 = 16$ láb, $h_2 = 8$ láb és $h_1 = 4$ láb. Ez a táblázat tehát csak akkor hasznos h_0 kiolvasására, ha a szélesség mérése mindig ezeken a rögzített szinteken történik. Erre pedig nincs mindig mód, különösen alkalmoszerű agrometeorológiai mérések-nél, amikor a növényállomány fejlettségétől függően kell megválasztanunk a mérési szinteket. Ezekhez az új szintekhez pedig új táblázat összeállítása-enne szükséges. Ez igen nehézkessé tenné a munkát. Ezért szükségesnek lát-tuk h_0 -ra jó megközelítéssel megoldani a fenti egyenletet, amely így is írható:

$$\ln \left(1 + \frac{h_3 - h_1}{h_1 - h_0} \right) = \frac{u_3 - u_1}{u_2 - u_1} \ln \left(1 + \frac{h_2 - h_1}{h_1 - h_0} \right) \quad (h_0 < h_1 < h_2 < h_3)$$

Legyen rövidség kedvéért:

$$\frac{1}{h_1 - h_0} = \xi, \quad h_3 - h_1 = \alpha, \quad h_2 - h_1 = \beta \quad \text{és} \quad \frac{u_3 - u_1}{u_2 - u_1} = M$$

(ezek a mérésekből adottak), akkor a

$$(*) \ln(1 + \alpha \xi) = M \ln(1 + \beta \xi)$$

ξ -ben transzcendens egyenletet kell megoldanunk. Ez történhetik grafi-

kusan vagy számítással: sorfejtést alkalmazva. Így ha a megfelelő logaritmus-mentes egyenletet tekintenénk $1 + \alpha \xi = (1 + \beta \xi)^M$ kínálkoznék a jobb oldal binomiális sorba fejtése.

$$\text{Célravezetőbb a } \ln x = 2 \left[\frac{x-1}{x+1} + \frac{1}{3} \left(\frac{x-1}{x+1} \right)^3 + \frac{1}{5} \left(\frac{x-1}{x+1} \right)^5 + \dots \right]$$

sor alkalmazása. Így (*)-ból:

$$(**) \frac{\alpha \xi}{\alpha \xi + 2} + \frac{1}{3} \left(\frac{\alpha \xi}{\alpha \xi + 2} \right)^3 + \dots = M \left[\frac{\beta \xi}{\beta \xi + 2} + \frac{1}{3} \left(\frac{\beta \xi}{\beta \xi + 2} \right)^3 + \dots \right]$$

és innen közelítőleg:

$$\frac{\alpha \xi}{\alpha \xi + 2} \approx M \frac{\beta \xi}{\beta \xi + 2}; \quad \frac{\alpha \xi + 2}{\alpha} \approx \frac{1}{M} \frac{\beta \xi + 2}{\beta}; \quad \xi + \frac{2}{\alpha} \approx \frac{1}{M} \xi + \frac{2}{M \beta};$$

$$\left(\frac{1}{M} - 1 \right) \xi = 2 \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{M} \cdot \frac{1}{\beta} \right); \quad \xi = 2 \frac{\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{M \beta}}{\frac{1}{M} - 1}$$

Figyelembe véve ξ , α , β , M jelentését nyerjük:

$$\frac{1}{h_1 - h_0} \approx \frac{2}{u_2 - u_3} \left(\frac{u_3 - u_1}{h_3 - h_1} - \frac{u_2 - u_1}{h_2 - h_1} \right)$$

honnan h_0 könnyen kiszámítható. A közelítés — mint a (**) alatti sorok vizsgálata mutatja — különösen jó, ha a $h_1 - h_0$, $h_2 - h_1$, $h_3 - h_2$ szintkülönbségek közelítőleg egyenlők vagy ha $h_3 - h_1 \approx h_1 - h_0$.

* * *

Ezzel a részletesen ismertetett módszerrel 1954 októberében néhány kiszállás alkalmával párolgásméréseket végeztünk a MTA erdőhátpusztai Kísérleti Gazdaságában különbözőképpen megművelt talajok felett. Első ízben október 5-én végeztünk méréseket de. 11 órától du. 2 óráig helyi időben, két szomszédos parcellán. Az egyikben ikersoros búzatarló volt, amelyről a búzát július első felében kombájn aratta. Ezt azért kell megemlíteni, mert így elég magasan maradt a tarló. Emiatt h_0 szint 10 cm-re volt a talaj fölött. A másik parcella „előléte” a következő: július közepén aratták róla a búzát, rá pár napra nyári 15 cm-es szántást kapott fogasolással és hengerezéssel. A mérés előtti napokban ismét fogasolták, ezt követte a vetőgép, amely ledneket vetett zöld trágyának, az őszi szántás alá. Itt tehát egy frissen fogasolt és bevetett parcella párolgását hasonlíthattuk össze egy tarlón hagyott parcella párolgásával:

1954. október 5. (Helyi időben 11–14h-ig)

	11–12	12–13	13–14	Jegyzet
Ikersoros búzatarló				
<i>Felső szint</i> ($Z_2 = 190$ cm)				
hőmérséklet C°	15,1	15,3	14,7	<i>Ikersoros búzatarló (őszi).</i>
gőznyomás mm	8,15	7,8	7,8	
szél km/ó	18,7	18,9	18,7	
<i>Alsó szint</i> ($Z_1 = 30$ cm)				
hőmérséklet C°	16,0	15,8	15,0	<i>Július első felében aratták kombájjal.</i>
gőznyomás mm	8,5	8,25	8,05	
szél km/ó	10,5	10,6	10,5	
<i>Különbség</i>				
gőznyomás mm	0,35	0,45	0,25	
szél km/ó	8,2	8,3	8,2	
<i>Párolgás</i> mm	0,26	0,34	0,18	

Friss vetés	11—12	12—13	12—14	Jegyzet
<i>Felső szint (Z₂ = 200 cm)</i>				
hőmérséklet C°	14,9	15,0	14,6	Búzáat arattak róla júl. 20-án.
gőznyomás mm	8,2	7,95	7,95	Július 26-án szántás (15 cm), fogasolás, hengerezés. Szept. 3—4-én fogasolás, lednek zöldtrágyának vetve.
szél km/ó	19,8	17,9	21,2	Majd őszi szántást kap és tavasszal árpa kerül bele.
<i>Alsó szint (Z₁ = 40 cm)</i>				
hőmérséklet C°	15,1	15,0	14,5	
gőznyomás mm	9,0	8,5	8,4	
szél km/ó	15,6	12,0	15,4	
<i>Különbség</i>				
gőznyomás mm	0,8	0,55	0,45	
szél km/ó	4,2	5,9	5,8	
<i>Párolgás</i> mm	0,49	0,47	0,38	
Felhőzet, szél	7/10 Ci.fil. WNW.	9/10 Cs. Cu. cong. WNW.	10/10 Cs. Cu. cong. WNW.	

Sajnos, külső körülmények rövidebbre szabták a mérési időt, de már ezalatt a három óra alatt is különbséget találtunk a két szomszédos parcella között. A búzatarló 0,8 mm-t párologtatott 3 óra alatt, míg a friss vetésű parcella 1,3 mm-t. Már ily rövid idő alatt is kézzelfoghatóan megmutatkozott, hogy a talajműveléstől egy év óta háborítatlan talaj — az előző évi őszi búzának a tarlója — jobban megőrzi a nedvességet.

Egy következő alkalommal egy frissen szántott (20 cm mélyen) és fogasolt parcella párolgását hasonlítottuk össze egy olyan szomszédos parcellával, amely nyári sekély szántást (12—14 cm) és hengerezést kapott. A frissen szántott talaj 3 óra alatt 1,1 mm-t párologtatott, szemben a régen szántott és még ugyanakkor meghengerezett talaj 0,4 mm-ével. Ezek az értékek valamivel kisebbek, mint az előző mérésnél, de előbbre haladtunk az őszben és így a telítettségi hiány, amely a párolgás legfőbb serkentője, egyre csökkent. Ennél a mérésünkön is élesen megmutatkozott a frissen bolygatott, eléggé mélyen szántott talaj erősebb párolgatlása.

Még jobban előrehaladván az őszbe (október 14), olyan parcellák párolgásának összehasonlítását kíséreltük meg elvégezni, mint amilyeneknek a hőgazdálkodását Kreybig Lajos ismertette. Alkalmunk nyílt három egymás mellett fekvő szántott, hengerezett és tárcsázott talaj párolgásának megmérésére. Olyan időtájt került erre sor, amikor már igen kicsinyértékekkel kellett találkozunk, mert még délben is 1-es erősségű párárt írtak az észlelők a közeli meteorológiai állomáson, és a Wild-műszer is házikóban egész napon át mindössze 1 mm párolgást mutatott. Valamivel hosszabb időt sikerült a mérésekre fordítanunk de. 11 órától du. 4 óráig. Mindhárom parcella élet-története megegyezett augusztus elejéig: a tavaszi lent július végén vágták le, utána mindhárom parcella tárcsázást és hengerezést kapott. Ezután tért el az egyes parcellák megművelése, amint a jegyzet rovatban az itt következő táblázatban látható.

Párolgásmérés hengerezett, szántott és tárcsázott talaj felett. 1954. október 14.

TÁRCSÁZOTT	11—12	12—13	13—14	14—15	15—16	Jegyzet
<i>Felső szint (Z₂ = 200 cm)</i>						
hőmérséklet C°	14,9	15,8	15,9	15,9	15,4	Aug. 18-án tárcsázás, fogasolás,
gőznyomás mm	7,3	7,35	7,25	7,3	7,75	hengerezés, okt.
szél km/ó	5,1	5,9	5,2	5,9	6,2	7-én tárcsázás.

	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	Jegyzet
<i>Alsó szint</i> ($Z_1 = 40$ cm)						
hőmérséklet.....	15,1	15,9	16,5	16,7	15,7	
gőznyomás mm.....	7,4	7,45	7,55	7,7	7,9	
szél km/ó.....	4,7	4,9	4,5	5,1	4,9	
<i>Különbség</i>						
gőznyomás mm.....	0,1	0,1	0,3	0,4	0,15	
szél km/ó.....	0,4	1,0	0,7	0,8	1,3	
<i>Párolgás</i> mm.....	0,005	0,014	0,030	0,046	0,028	

SZÁNTOTT

<i>Felső szint</i> ($Z_2 = 200$ cm)						
hőmérséklet C°.....	14,6	15,1	15,5	15,9	15,4	Aug. 18-án tárcsázást, fogasztást, hengerezést lást, hengerezésn kapott. Ezután repcével vetették be zöldtrágyának, ezt okt. 13-án 20 cm mélyen szántották, okt. 14-én, a mérés napján fogaszták.
gőznyomás mm.....	7,1	7,0	7,2	7,35	7,65	
szél km/ó.....	5,5	5,8	4,9	5,6	6,8	
<i>Alsó szint</i> ($Z_1 = 40$ cm)						
hőmérséklet C°.....	15,0	16,1	16,7	16,7	15,5	Aug. 18-án szántást, fogasztást, hengerezést, kapott, szept. 20-án fogasztást, hengerezést.
gőznyomás mm.....	7,65	7,65	7,8	7,75	7,85	
szél km/ó.....	4,3	4,4	3,9	4,4	3,8	
<i>Különbség</i>						
gőznyomás mm.....	0,55	0,65	0,6	0,4	0,2	
szél C°.....	1,2	1,4	1,0	1,2	3,0	
<i>Párolgás</i> mm.....	0,096	0,132	0,086	0,069	0,087	

HENGEREZETT

<i>Felső szint</i> ($Z_2 = 200$ cm)						
hőmérséklet C°.....	14,6	15,4	16,0	16,1	15,3	Aug. 18-án szántást, fogasztást, hengerezést, kapott, szept. 20-án fogasztást, hengerezést.
gőznyomás mm.....	7,25	7,35	7,50	7,65	7,8	
szél km/ó.....	5,3	5,7	4,9	5,7	6,3	
<i>Alsó szint</i> ($Z_1 = 40$ cm)						
hőmérséklet C°.....	15,1	16,1	16,5	16,5	15,5	Aug. 18-án szántást, fogasztást, hengerezést, kapott, szept. 20-án fogasztást, hengerezést.
gőznyomás mm.....	7,35	7,4	7,55	7,75	8,0	
szél km/ó.....	4,6	4,6	4,0	4,9	5,0	
<i>Különbség</i>						
gőznyomás mm.....	0,1	0,05	0,05	0,1	0,2	
szél km/ó.....	0,7	1,1	0,9	0,8	1,3	
<i>Párolgás</i> mm.....	0,010	0,008	0,006	0,011	0,037	
Borultság és szélirány.....	0 = ¹ S	0 = ¹ SSE	0 = ¹ SSE	2 C° = ⁰ Ac 2 SSE	4 C° = ⁰ Ac 4 SSE	

Az ötórás időtartam alatt a szántott talaj 0,5 mm-t, a tárcsázott 0,1 mm-t és a hengerezett talaj mindössze 0,07 mm vizet párologtatott.

$$0,07 : 0,1 : 0,5 = 1 : 1,4 : 7,0$$

A két szélső esetet nézve a szántott talaj hétszer annyit párologtatott, mint a hengerezett!

Ismeretes, hogy a légkör nem ér véget a talaj felszínén, hanem zeg-zugos légréteg formájában mélyen behatol a talajba. Ez a földalatti levegő szoros kapcsolatot tart a külső légkörrel, annak csapadék-, nedvességi, hőmérsékleti és szélviszonyaival. Ugyanakkor közvetlen kapcsolata van a talajjal is. Éppen ezért sajátos fizikai folyamatok mennek végbe a légkörnek ebben a földalatti részében, amelyeket a talajművelési eljárások nagymértékben befolyásolnak.

Csekély számú és rövid ideig tartó méréseinkből meg lehet állapítani, hogy általában a lazítóhatású talajművelési eljárások (szántás, tárcsázás, kapálás) megnövelik a párologtató magának a fellazított rétegnek, mivel ebben a rétegben a talajművelés révén egyrészt megnövedekett a párologtató

felszín nagysága, másrészt a szél számára légjárhatóbbá lett a fellazított talajréteg. Ugyanakkor a fellazított réteg rosszabb hővezetőképességű lesz, ezért a mélyebb rétegek számára hőszigetelő és nedvességmegőrző hatású. A talajt tömörítő eljárás, mint pl. a hengerezés, nagymértékben mérsékli az elpárolgó vízvesztéséget.

Az egyes művelési eljárások párolgást fokozó vagy csökkentő hatásáról mennyiségi összefüggést általános érvényességgel ily csekélyszámú mérésből még nem lehet levonni. A közölt adatok akkor és ott valószínűleg megfeleltek a tényleges állapotnak, azonban semmiképpen sem jelentik a talajművelések párolgásra gyakorolt hatásának számszerű megoldását, amely továbbra is nyílt probléma. Hiszen annyi mindentől függenek a különböző parcellákon észlelt elpárolgási különbségek. Egyet-kettőt említve csupán: a parcellák közti párolgatótási különbség bizonyára függ az utolsó csapadéktól való időbeli távolságtól; az egyes talajok pillanatnyi víztartalmától; továbbá attól is, hogy milyen régen történt az a bizonyos talajművelési munka stb., stb. Sokkal összetettebb és bonyolultabb dolog a talajművelések párolgási vizsgálata, minthogy ily egyszerű és rövid úton megközelíthető lenne. Itt csupán a legjobbnak tartott párolgási módszer *kipróbálásáról* volt szó. Éppen ezért tervbe vettük méréseink szélesebb körben való megismétlését tavasszal, amikor nagyfokú a páraéhség és van az őszi-téli csapadékból elegendő vízutánpótlás is. Ilyenkor sokkal nagyobb értékű elpárolgással fogunk találkozni és a különbözőképpen megművelt talajok párolgási adatai élesebben fognak különbözni. A tavasszal megméréndő párolgásadatokat szándékunkban van egybevetni az egyes parcelláknak a vízkapacitásukhoz viszonyított pillanatnyi nedvességtartalmával és a méréseket huzamosabb ideig végezni. Ezt őszi méréseinknél felszerelési hiány miatt el kellett hagynunk.

Régóta zajlik agrárkörökben a vita a különböző talajművelési módok hívei között. Ezekben a vitákban az egyes művelési módok mellett vagy ellen gyakran fel szokták hozni azok párolgást csökkentő vagy növelő hatását, elfogadható pontosságú párolgásmérésekkel való alátámasztás nélkül. A cikk támpontot igyekezett nyújtani helyes párolgásmérések végrehajtásához és némi tájékoztatást a talajművelések párolgási hatásairól.

IRODALOM:

- [1] Будыко : Методы определения испарения Мет. и. Гидр. 1952. 9.
- [2] *Berkes Zoltán*: Szabad vízfelületek és a talaj párolgásának viszonya. (Időjárás 1949.)
- [3] *Bacsó Nándor*: A szabad vízfelszín párolgása. (Időjárás 1950.)
- [4] *Ubell Károly*: A szabad vízfelület párolgása. (Vizgazd. Tud. Kut. Int. kiadványa 1952.)
- [5] *F. Albrecht*: Die Methoden zur Bestimmung der Verdunstung d. Natürlichen Erdoberfläche. (Archiv. f. Met. Geoph. u. Biokl. Serie B. BII.)
- [6] *F. Albrecht*: Die Weiterentwicklung der Messtechnik des Wassergehalts des Bodens auf thermischer Grundlage. (Archiv f. Met. Geoph. u. Biokl. Serie B. BI.)
- [7] *C. W. Thornthwaite—B. Holzman*: Measurement of Evaporation From Land and Water Surfaces. (Technical Bulletin No. 817.)
- [8] Будыко: Испарение в естественных условиях. Ленинград 1948.
- [9] *Berkes Zoltán*: A Kárpát-medence vízháztartása. (Időjárás 1946.)
- [10] *Dési Frigyes*: A szabad felállítási Wild-féle párolgásmérőről. (Időjárás 1941.)
- [11] *Szabados András*: A földalatti harmat képződése és jelentősége. (Időjárás 1949.)
- [12] *Bavel—Wilson*: Evapotranspiration Estimates as Criteria for Determining Time of Irrigation. (Agricultural Engineering New-York 1952.)

Valkó Péter:

Tengerszinti redukió grafikus módszerrel

Összefoglalás: A légnyomás tengerszintre való átszámítása a szinoptikus gyakorlatban a $D = \beta (P/T)h'$ képlet alapján történik. Az egyenletet egy ξ segédváltozó bevezetésével két, egyenként három változót tartalmazó egyenletre bontjuk: $DT = \xi$; és $\xi = \beta \cdot P \cdot h'$. Az első egyenletet diagrammon, a másodikat nomogrammon előállítva és a két ábrát egyesítve összetett nomogrammot nyerünk a redukiós mennyiség meghatározására.

★

Графический метод приведения давления к уровню моря. Приведение давления воздуха к уровню моря делается в синоптической практике на основе уравнения $D = \beta (P/T) h'$. Введением вспомогательной переменной ξ это уравнение можно разложить на два уравнения, каждое из них содержащее 3 переменной: $DT = \xi$; $\beta P \cdot h'$. Представляя первое уравнение диаграммой, а второе номограммой и соединяя два рисунка, получаем комплексную номограмму для определения приводной величины.

★

Méthode graphique de la réduction de la pression au niveau de la mer. Selon la pratique du service synoptique, on détermine la valeur de la pression, réduite au niveau de la mer, par la formule $D = \beta (P/T)h'$. En introduisant un paramètre auxiliaire ξ , on a obtenu deux relations contenant trois variables: $DT = \xi$ et $\xi = \beta P \cdot h'$. On donne, pour la première équation, un diagramme et, pour la seconde, un nomogramme. En réunissant les deux figures, on a un nomogramme complexe fournissant la quantité de réduction.

★

A szinoptikus gyakorlatban a légnyomás tengerszintre való átszámítása a

$$D = \beta \frac{P}{T} h' \quad (1)$$

gyakorlati formula alapján történhetik, ahol D jelenti a redukiós mennyiséget higany mm-ben, P az állomáson mért légnyomást (a nehézségi és műszerállandóval ellátott barométerállást) higany mm-ben, T az állomás hőmérsékletét K^0 -ban, h' a tengerszinti hőmérsékletet átlagos hőmérsékleti gradiens mellett figyelembevevő javított magasságot méterben, β pedig konstans érték. Közlebebről $h' = h (1 + h/2 \cdot 10^4)$ és $\beta = Mg/R = 3,42^0/100$ m, ahol M a száraz levegő molekulatömege = 28,96 gr, g a nehézségi gyorsulás = 980,62 cm/sec² a tengerszinten és a 45^o-os földrajzi szélességen, R pedig az egyetemes gázállandó = 8,313 · 10⁷ erg/Mol. fok. (A formula részletes levezetése és értékelése megtalálható dr. Berkes Zoltán: „Tengerszinti redukió, logaritmuszámítás nélkül” című dolgozatában. *Időjárás* 1947. X–XII.)

Az állomásokon táblázatok állnak az észlelők rendelkezésére, amelyek megadják a $\beta \cdot P/T$ és a nedvességet is figyelembevevő $\beta \cdot P/T_0$ értékeket a számításba jövő P és T tartományokban, ezeket kell az állomás némileg növelt magasságával (gyakorlatban $h + h/200\%$ -kal) megszorozni, hogy a D redukiós mennyiségeket kiszámítva a $P_0 = P + D$ tengerszintre redukált nyomásértékeket megkapjuk. A redukiós egyenlet tehát három változótól, P , T és h' -től függően egy negyedeknek, D -nek a változását adja meg. Ha ezt az egyenletet grafikusán akarjuk előállítani, a szokásos diagramm-ábrázolásmódot el kell vetnünk, miután diagrammon legfeljebb három változó közötti összefüggést ábrázolhatunk oly módon, hogy a koordinátatengelyekre egy-egy változót felmérve a harmadik, mint paraméter, a koordinátasíkokban görbesereget állít elő. Háromnál több változó esetén nomogram, illetve összetett diagramm-nomogram készíthető.

Előbb azonban az egyenleten kis finomítást végezhetünk. A nedvességet a $T_0 = T (1 + 0,378 \cdot e/p)$ virtuális hőmérséklet bevezetésével vesszük figyelembe. A hazai viszonyokat tekintve a képletbe a következő átlagértékeket helyettesíthetjük: $e = 7,5$ mm hg, $p = 750$ mm hg. Ezekkel az értékekkel egyenletünk az alábbi alakot ölti:

$$D = \beta \frac{P}{T_v} h' = \beta \frac{P}{T \left(1 + 0,378 \frac{e}{p}\right)} h'$$

e és p értékét behelyettesítve:

$$D = \frac{3,42}{100} \cdot \frac{P}{T \left(1 + 0,378 \frac{7,5}{750}\right)} h'$$

A műveleteket elvégezve:

$$D = \frac{3,42}{100} \cdot \frac{P}{1,004 T} h;$$

a konstansokat összefogva nyerjük a végső formát:

$$D = \beta' \frac{P}{T} h' \quad 2)$$

$$\text{ahol } \beta' = \frac{3,42}{100} \cdot \frac{1}{1,004} = 0,03406 \simeq 0,0341$$

Feladatunk tehát, hogy a 2) egyenletet grafikusán előállítsuk. Mindenekelőtt szem előtt kell tartanunk, hogy a megoldás kielégítően pontos leolvasást tegyen lehetővé. Az egyenlet az egyszerűsítések és alakítgatások miatt már eddig is kissé pontatlan, a maximális hiba azonban szélesőséges hőmérsékletek és magas párányomás esetén 0,2 mm-en belül marad, ha az állomás magassága a 300 métert nem haladja meg. Ez a pontosság a szinoptikus térképek céljaira megfelelő. Ha a leolvasás 0,1 mm pontossággal keresztülvihető, valamint, ha a 2) képlet alapján számított érték és a nomogrammból kivett érték között legfeljebb 0,1 mm az eltérés, akkor — szélsőséges esetekben is — a nomogramm a gyakorlatban jól használható. Ezeket figyelembe véve, valamint hogy a nomogramm könnyen és gyorsan legyen kezelhető, célszerű az egyesített diagram-nomogramm ábrázolásmódot választanunk. Ehhez felhasználható az alább ismertetendő egyszerű nomogramm-fajta:

Ha két vagy több egyenes vonal egymással párhuzamosan fut, vagy egymást különböző szögek alatt metszi, mindig felállíthatunk olyan egyenleteket, amelyek ezeknek az egyeneseknek az egymáshoz viszonyított geometriai elhelyezkedését leírják. Ezek az egyenletek trigonometriai összefüggéseket, a háromszög hasonlósági tételeit, vagy más geometriai tételeket tartalmaznak. Ha már most az egyenesekre skálabeosztást mérünk fel, akkor ezek az egyenletek az egyes skálabeosztások (különböző egyenesekre felvitt skálabeosztások) közti összefüggéseket is leírják.

Tekintsük a következő konkrét esetet: két egymással párhuzamosan futó, de egymással ellentétes irányban növekvő egyenesvonalú skálát egy harmadik egyenesvonalú skála átszel (1. ábra).

Itt az egymással párhuzamos U és V skálavonalakat a W skálavonal metszi. A nyílak a skálák pozitív irányait jelzik. Az U skálavonalra valamely u változó mennyiség értékeit mérjük fel úgy, hogy a beosztás θ pontja A -ba essék. Hasonlóképpen készítjük el a másik két egyenesen a v és a w változók skálabeosztásait; a v változó θ pontja a B ponttal essék egybe, a w skálabeosztást az u skálával azonos kezdőponttól mérjük. Az $\overline{AB} = a$ távolság állandó.

Mármost három pont, például a P , Q és R pontok akkor és csak akkor fekszenek egyazon összekötő egyenesen, ha fennáll a következő összefüggés:

$$\overline{AP} : \overline{BQ} = \overline{AR} : \overline{BR}, \quad 3)$$

vagy

$$u : v = w : (a - w). \quad 3a)$$

Ha tehát valamely u , v és w változó mennyiségekre igaz a

$$\frac{w}{a - w} = \frac{u}{v}$$

egyenlet, akkor elegendő ezek közül kettőnek a helyzetét a skálákon rögzíteni, a harmadik az összekötő egyenesre esik.

Ilyen geometriai elrendezéssel tehát nomogramm készíthető minden olyan matematikai összefüggés számára, amely az

$$f_3(\gamma) = \frac{f_1(a)}{f_2(\beta)} \quad (4)$$

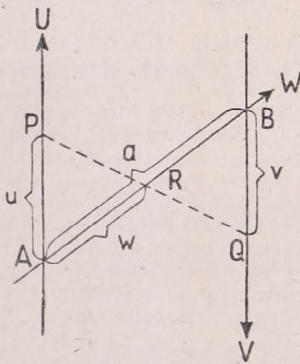
alakra hozható. Itt a görög betűk az egyes változó mennyiségeket jelentik, az f betűk pedig kifejezik, hogy a változónak milyen függvényéről van szó (hatvány-, logaritmus-, reciprok- stb. függvények). Az esetleg előforduló konstansok semmi nehézséget nem okoznak, mert egyetlen konstansba összefoghatók és ez a skálákat egymáshoz viszonyítva megfelelően eltolja, de az elvi elrendezésen nem változtat.

Térjünk most vissza a 2) egyenlethez. Ezt a négy változót tartalmazó egyenletet egy ζ segédváltozó bevezetésével két, egyenként három változót tartalmazó egyenletre bonthatjuk az alábbi módon:

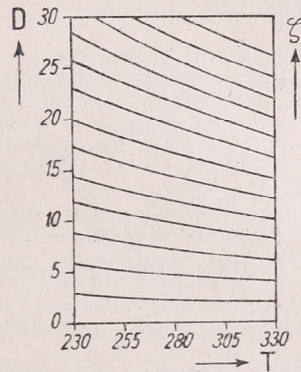
$$DT = \zeta \quad (5)$$

$$\zeta = \beta' Ph' \quad (6)$$

Az 5) egyenletet diagrammon könnyen előállíthatjuk. Ha abszcisszának a T hőmérsékletet, ordinátának a D redukciós mennyiséget választjuk, a $DT = \zeta = \text{konstans}$ hiper-



1. ábra. A $\frac{w}{a-w} = \frac{u}{v}$ kulesegyenletű nomogramm szerkesztésének elve.



2. ábra. A $DT = \zeta$ egyenlet grafikus ábrázolása.

bolák a diagramm síkjában görbesereget alkotnak. (2. ábra). Logaritmus skálabeosztásnál egyenessereg áll elő, ami bár megkönnyítené a szerkesztést, de megnehezítené a leolvasást a tizedek miatt.

Ezek a $\zeta = \text{konstans}$ segédvonalak a $T = 330^\circ$ -nál emelkedő ordinátára mintegy automatikusan egy a nyíl irányában növekvő ζ skálát mérnek fel. Ehhez a ζ skálához a fent ismertetett nomogramm-elv alapján a $\zeta = \beta' Ph'$ egyenletnek megfelelően a P és a h' skálavonalakat geometriailag elrendezhetjük (3. ábra).

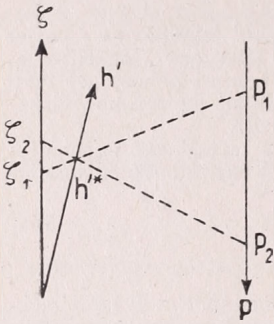
Ebben az esetben w -nek h' , u -nak ζ , v -nek $\beta' P$ felel meg. A nomogramm tehát a

$$\frac{h'}{a-h'} = \frac{\zeta}{\beta' P}$$

egyenleten épül fel. Az a itt is konstans, értéke csak a két párhuzamos skála egymástól mért távolságától függ.

A következőket kell meggondolnunk: a) Ha $\zeta = \text{konstans}$ és h' nő, akkor P -nek csökkennie kell és megfordítva, ha P nő, h' -nek kell csökkennie. Ebből következik, hogy a három skála közül csak kettő futhat egyirányban, a harmadiknak ellenkező irányban kell növekednie. b) Ha a P skálavonalat a ζ skálavonallal párhuzamosan, de ellenkező irányban futtatjuk, akkor a h' skálavonal el kettőt metszi. c) A h' skálavonal nulla pontja a $\zeta = \beta' Ph'$ összefüggés értelmében bármilyen P értéknél a ζ skála 0 pontjával kell, hogy egybeesék. (Egyben rajta van a $D = 0$ egyenes is, hiszen 0 magasságnál a redukciós mennyiség is 0. [4. ábra.] A skálák másfajta elrendezése nem is lehetséges, mert a P skála 0 pontja természetszerűleg nem kerülhet rá a skálavonalra.)

Ezután a h' skálavonalnak még egy pontját kell rögzítenünk, hogy e pont és a $\zeta = h' = 0$ ponton át a h' skála vonalat átfektethessük. Ezt a második pontot a következőképpen találjuk meg: kiválasztunk egy P_1 és ζ_1 értékpárt, ezeket egyenes vonallal kötjük össze és a 6) képlet alapján meghatározzuk az értékpárhoz tartozó h'' magasságot. Következő lépésként kiszámítjuk, hogy egy másik (P_1 -től lehetőleg távoli) P_2 értékhez milyen ζ_2 szolgáltatja ugyanezt a h'' értéket. ($\zeta_2 > \zeta_1$; $P_2 > P_1$). P_2 -t ζ_2 -vel összekötve ez az egyenes az előbbivel metszést alkot. A metszéspont-hoz a szóbanforgó h'' érték tartozik és ezen, valamint a $\zeta = 0$ ponton keresztül egyenest fektetve kijelöltük a h' skálavonal futását (3. ábra).



3. ábra. A h' skálavonal szerkesztése.

$$h' = 200 \left(1 + \frac{200}{2.10^4} \right) = 202,00 \text{ m}$$

Érték helyére kerül. A skálabeosztás a 6) formula szerint történik. Keressük tehát azokat a ζ_1, ζ_2, \dots értékeket, amelyek bizonyos kiválasztott P^* nyomás esetén kiadják az egyes h magasságokat (helyesebben az ezeknél valamivel nagyobb h' magasságokat). A szerkesztést megkönnyíti az alábbi táblázat, amely $P^* = 750$ mm esetén kiadja azokat a ζ értékeket (helyesebben azokat a $D = \zeta/330$ számokat), amelyekhez az egyes magassági értékek tartoznak. A táblázatban nem szükséges az egyes ζ értékeket megadni, mivel ezek minket úgysem érdekelnek, elég azt tudni, hogy a keresett ζ értékek milyen D érték mellett futnak be a $T = 330^\circ$ -os ordinátára. Az egyes D értékek tehát $\zeta/330$ -cal azonosak a $DT = \zeta$ egyenlet értelmében. Ha ezeket a ζ értékeket P^* -al összekötjük, a megfelelő h (helyesebben h') magasságok helyét kijelöltük a magassági skálán. A táblázatban a h magasságok 10 méterenként szerepelnek, az ezekhez tartozó h' javított magasságok egy tizedes (10 cm) pontossággal, a megfelelő $D = \zeta/330$ értékek pedig két tizedes (század mm) pontossággal vannak feltüntetve:

$P^* = 750$ mm nyomás esetén összetartozó h (h') és D értékek táblázata:

h	h'	D	h	h'	D	h	h'	D
10	10,0	0,78	110	110,6	8,57	210	212,2	16,48
20	20,0	1,55	120	120,7	9,36	220	222,4	17,26
30	30,0	2,36	130	130,8	10,13	230	232,6	18,07
40	40,1	3,12	140	141,0	10,91	240	242,9	18,96
50	50,1	3,89	150	151,1	11,71	250	253,1	19,61
60	60,2	4,66	160	161,3	12,50	260	263,4	20,40
70	70,2	5,44	170	171,4	13,30	270	273,6	21,21
80	80,3	6,21	180	181,6	14,08	280	283,9	22,00
90	90,4	7,02	190	191,8	14,85	290	294,2	22,80
100	100,5	7,79	200	202,0	15,66	300	304,5	23,61

A szerkesztéseket elvégezve és a skálabeosztásokat elkészítve, előáll a 4. ábrán látható végleges nomogram. Az abszolút hőmérsékleti skála helyett a hőmérséklet itt már Celsius fokokban szerepel a $T = 273 + t$ összefüggésnek megfelelően. A vázlat alapján már könnyen készíthető nomogram gyakorlati célokra. Célszerű a következő méreteket választani:

$1^\circ \text{C} \sim 2 \text{ cm}$,

1 mm $\sim 2 \text{ cm}$ (a D skálán),

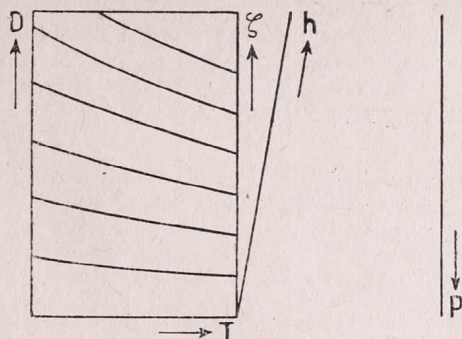
10 mm $\sim 2 \text{ cm}$ (a P skálán),

ζ és P skálák egymástól mért távolsága: 20 cm.

A ζ görbék ajánlatos kb. olyan sűrűn lerajzolni, mint az adiabatákat szokás az adiabata lapokon. Az így elkészített nomogrammon szembevetünk a D skála nyújtottsága, ami a pontos leolvást van hivatva lehetővé tenni. A görbék lapos futásukkal tisztán ki-vehető metszéspontot alkotnak a $T = \text{konstans}$ ordinátákkal. A ζ görbék sűrűsége

megkönnyíti a leolvasást, egyben elég ritka ahhoz, hogy egy szomszédos görbére ne tévedjünk. A h' skála kis szög alatt hajlik a ζ skálához, így a vonalzó esetleges nem megfelelően pontos tartásából származó hiba már eleve korlátozott.

Ezek után a redukciónak a következőképpen történik: az állomáson leolvasott és a megfelelő korrekciókkal ellátott barométerállást a P skálán leolvassuk. Ezt a skála-beosztást vonalzó segítségével a h' skála megfelelő magasságbeosztásával összekötjük és ezt az egyenes vonalat egészen a $t = 57^\circ C$ ($= 330^\circ K$) ordinátáig követjük. Innen az ebbe a pontba befutó ζ görbén (vagy a ζ görbék között ezekkel párhuzamosan) az állomáson uralkodó hőmérséklet-értékig haladunk. Ennek a pontnak a helyzetét a D skálán olvassuk le. A leolvasott D értéket P -hez hozzáadva megkapjuk a keresett P_0 tengerszinti légnyomást.



4. ábra. Az egyesített nomogramm váza.

Berényi Dénes :

Hozzászólás a hosszabb sorozatok normál eloszlásának vizsgálatához

Péczy György [1] igen figyelemreméltó dolgozatban vizsgálta legutóbb a hosszabb hőmérsékleti sorozatok eloszlásának kérdését. Erre a célra az északi félteke 37 állomásának adatait használta fel és a kiszámított értékekből bizonyos általános következtetéseket vezetett le. Az általa alkalmazott módszerhez, valamint a feldolgozás eredményével kapcsolatos elvi kérdésekhez szeretnék megjegyzéseket fűzni.

Péczy elgondolása a következő volt: a vizsgált 37 állomás 60 esztendeje évi közép-hőmérsékletének megállapította egy 12-es osztású táblázat alapján a gyakoriság értékeit és a gyakoriságokat %-okban fejezte ki. Majd meghatározta az ideális normálgörbének $-2,5$ -től $+2,5$ szóródásig terjedő értékhatárok között a 12 osztálynak megfelelő értékeit. Ezen ideális, az osztályközöknek megfelelő értékekhez viszonyítva kiszámította az egyes állomások %-ban kifejezett gyakorisági értékeinek átlagos eltéréseit. A normalitás kritériuma tehát a normálgörbétől való átlagos eltérések nagysága.

Helyes-e ez az eljárás? Több szempontból nem!

1. Péczy az általa megadott képlettel:

$$y = 23,4 \cdot e^{-x^2} \quad 1)$$

a 12 osztáspont középső koordinátáinak a nagyságát határozza meg. Itt azonban nem erről van szó. A 12 egyenlő részre beosztott $+2,5 \sigma$ -nyi köz egyes osztályainak nem a középső ordinátájára, hanem az osztályköz összes eseteire van szükségünk. Ezt a megadott képlet segítségével és a normálgörbe területi integráljával kell meghatározunk. Ennek a módja a következő: mivel a középtől $-2,5$ és a $+2,5 \sigma$ -nyi távolságra levő érték a negatív, illetve a pozitív oldalon levő 6 osztály középső ordinátája, nyilvánvaló, hogy ezzel ott az osztályköz még nem ér véget és az a két határordináta, amely között a valószínűségi görbe értékeit meg kell határozunk $(2,5 + 0,227)\sigma$ távolságra esik a 0 ponttól. A két szélső ordináta tehát kerekítéssel a középtértéktől $+2,73\sigma$ -nyi távolságra van. Megfelelő táblázatot használva és 12 osztályt feltételezve, a következő, tizedekre kerekített értékekhez jutunk:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,8	2,3	5,2	9,3	14,5	17,6	17,6	14,5	9,3	5,2	2,3	0,8 = 99,4

Ha az általunk kiszámított értékeket és a *Péczeley* által közölt értékeket összehasonlítjuk, láthatjuk, hogy a kettő között lényeges különbség van.

2. Helyes-e a normál eloszlástól vett *átlagos eltérés* alkalmazása?

Ismeretes, hogy az átlagos eltérés, amit jelöljünk d -vel, normáloszlás esetén, eleget tesz a következő összefüggésnek:

$$\sigma = 1,253 \cdot d. \quad 2)$$

De ez az összefüggés csak magára a *vizsgált sokaságra* vonatkozik, nem áll fenn akkor, ha egy sorozatot *egy tőle független sorozattal hasonlítunk össze*.

Valamely sorozat eloszlásának a normáloszlástól, vagy bármely tetszés szerinti eloszlástól való eltérése szignifikanciájának megállapításához a *Pearson, K.* által kidolgozott χ^2 eloszlást, illetve próbát kell alkalmazni. (Ennek lényegére vonatkozóan részletek találhatóak: *Baur, F.* [2] 237. l.) A χ^2 értéke egy 0-nál nagyobb szám. Az elmélet értelmében, ha ennek értéke 0-val egyenlő, úgy a két sorozat között azonoság áll fenn. A χ^2 értékeire táblázatokat dolgoztak ki, amelyek különböző százalékos értékekkel adják meg a sorozatok közötti eltérés szignifikanciájának valószínűségét. A χ^2 értékének meghatározásánál szerepet játszik még a szabadságfok is. A szabadságfok rendszeren azoknak az osztályközökhöz számától függ, amelyekben a megfigyelési sorozatot beosztottuk. (Egyes táblázatok χ^2/m értékeket tartalmaznak, mint például *Baur, F.* [2] idézett munkájában levő is a 690. lapon.)

A χ^2 értéke is normális eloszlásnak vehető $m \geq 30$ értéknél, a következő képletnek megfelelően:

$$y = y_0 \cdot e^{-\chi^2/2} \chi^{m-1} \quad 3)$$

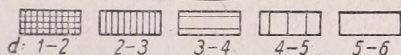
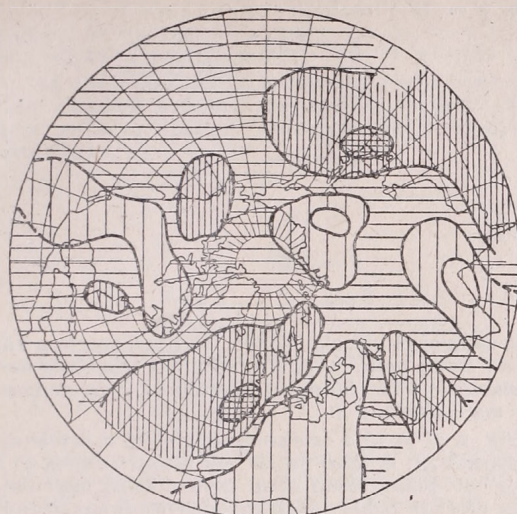
y_0 a normális eloszlás maximális ordinátája, az „ m ” a szabadságfokot jelzi. A képlet többi tagja ismert.

Az általunk számított normálgörbe adataival összehasonlítottuk az *Időjárás* 280. oldalán közölt 1. táblázat adatait. Kiszámítottuk a normáloszlásnak megfelelő d értéket és a χ^2 értékeit, a normáloszláshoz viszonyított szóródási értékeket és a szóródásnak és az átlagos eltérésnek a hányadosait. Ezeket az adatokat 1. táblázatunkban közöljük

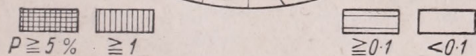
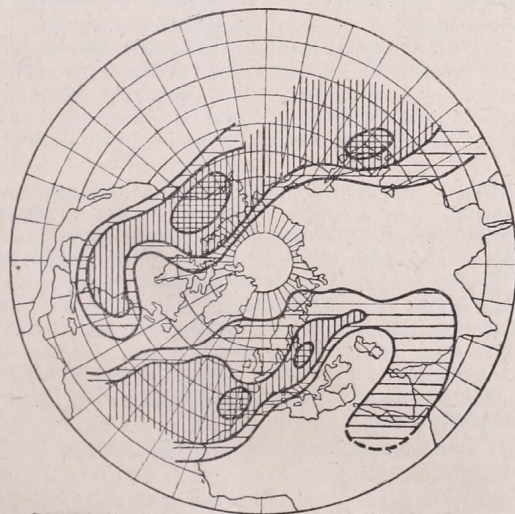
1. táblázat.

	d	σ'	$\frac{\sigma'}{d}$	χ^2		d	σ'	$\frac{\sigma'}{d}$	χ^2
Aden	2,95	4,01	1,36	24,25	Leningrad	2,35	3,11	1,32	19,95
Archangelszk ..	2,78	3,64	1,31	25,37	Lisboa	1,92	2,46	1,29	8,52
Barnaul	3,53	4,58	1,29	58,71	Madras	4,94	5,78	1,17	69,53
Bermuda	3,80	4,63	1,22	28,77	Maxico	4,94	6,31	1,28	48,59
Budapest	2,50	3,48	1,39	13,26	Nashville	3,36	4,19	1,25	32,94
Calcutta	5,66	6,31	1,12	54,80	Novorosszijszk..	4,83	6,52	1,35	83,43
Freetown	4,25	6,40	1,54	80,24	Róma.....	4,98	6,18	1,24	79,71
F. Point	4,20	4,81	1,14	41,57	S. Francisco ..	3,98	5,67	1,42	94,65
Galveston.....	3,20	4,11	1,28	17,78	Spokane	2,74	3,35	1,22	14,76
Gjesvaer	3,26	4,20	1,29	26,78	Stykkisholm ..	2,94	4,37	1,49	23,82
Greenwich.....	2,63	3,19	1,21	24,30	Szverdlovszk..	3,88	4,76	1,22	25,86
Honolulu	3,32	4,84	1,46	23,18	Taskent.....	3,06	3,94	1,29	21,15
Irkuek	3,20	4,40	1,38	47,35	Tokyo	1,62	2,55	1,58	8,50
Ismailia.....	4,18	5,72	1,37	57,49	Valencia	2,96	4,50	1,52	19,14
Ivigut	3,72	5,16	1,39	70,74	Vladivosztok ..	3,07	3,66	1,19	27,65
Jaipur	3,64	4,48	1,23	25,72	Washington	2,32	3,30	1,42	18,45
Jakobshavn	3,48	4,43	1,27	43,76	Winnipeg	4,02	4,77	1,19	27,09
Jakuck	5,32	6,51	1,22	64,62	Zi-Ka-Wei.....	3,38	4,68	1,39	32,81
Köbenhavn	3,22	4,48	1,39	20,33					

A d és a χ^2 értékeit térképen is ábrázoltuk. Az 1. ábra az átlagos eltéréseket mutatja. Természetes, hogy az eltérő számítási módszernek megfelelően a *Péczeley* által közölt térképhez viszonyítva az jelentős különbségeket mutat. Részletesebben csak a χ^2 -tel és annak területi eloszlásával foglalkozunk, amit 2. ábránk szemléltet. A legsötétebb árnyalással ellátott területünkön 5%-os vagy annál nagyobb valószínűsége van annak, hogy az évi középhőmérsékletek normális eloszlásúak. Ha a valószínűségi százalékos értéke 1% vagy 1/10%, akkor egyre kisebb az eshetősége annak, hogy a sorozatokból normális sorozatot választhatunk ki.



1. ábra.



2. ábra.

A legsötétebb vonalkázással négy foltot találunk az északi féltekén; az egyik Portugália (Lisboa), a másik Magyarország (Budapest), ezek képviselik az európaiakat, a harmadik Japán (Tokyo) és a negyedik az észak-amerikai Spokane. Ezek körül terjeszkedik ki azután egy szélesebb terület az 1%-os valószínűségi értékhatárral, amely még bizonyos határokon belül normális eloszlású adatsorozatokkal rendelkezik. A görbék menete természetesen az aránylag kevés adat miatt kevésbé pontosan állapítható meg. Azonban ebből a képből is látható, hogy a normális eloszlás területei az *óceánokról nyúlnak be a szárazföld belsejébe*, nagyjából nyugat-keleti irányba, ami megegyezik ezen a területen a nyugati áramlás folyamában haladó örvények mozgási irányával. Feltűnően és igen határozottan jelentkeznek az elemek eloszlásában a normálistól való *jelentős eltérés* a sarkvidékeken és a szárazföldek belsejében Észak-Afrikában, Ázsiában.

A legkisebb χ^2 érték, amelyet számításainknál találtunk, 8,5 (Tokyo, Lisboa), ez kb. megfelel egy $P = 40\%$ értéknek. Minthogy gyakorlatilag egy $P = 5\%$ -os érték esetén a szóbanforgó elméleti eloszlással még *megegyező eloszlást szokás feltételezni*, a térkép adatainak kijelölésénél alapértékeink: 15,5, 20,1 és 26,1 voltak, amelyek rendre megfeleltek az 5%, 1% és 1/10%-os valószínűségi értékeknek.

Az elméleti sorozattól való átlagos eltérés a d és a χ^2 között van összefüggés. Ez két térképünk összehasonlításából is kitűnik, de még határozottabban nyilvánul meg akkor, ha a d és χ^2 értékek között korrelációt számolunk. A korrelációt mind a 37 állomással elvegezve, annak értéke 0,7596. Ha a sorozatot két részre bontjuk, mégpedig a χ^2 értékeknek megfelelően, az első 18 legalacsonyabb és a 19 legmagasabb értékekre, akkor az első esetben korrelációnk értéke $r = 0,7744$, a második esetben, tehát a nagyobb χ^2 értékek esetében, $r = 0,4720$. A párhuzamosság tehát a két tényező között tetemes. Korrelációnk ezenkívül megfelel az elméleti várakozásnak is, mert hiszen az első csoportban, ahol a legkisebb értékek vannak, a korreláció nagyobb. A korreláció itt megközelíti a 0,8-t, míg a második esetben, ahova a normalitástól legjobban eltérő állomások kerültek, a korreláció értéke lényegesen kisebb. A kiszámított korrelációk értéke minden esetben, a „t” próba alapján vizsgálva, *szignifikánsan eltér a 0-tól*, még a magas χ^2 -tel rendelkező csoport esetén is. A kiszámított korrelációk és szóródások segítségével meghatároztuk az átlagos eltérések és χ^2 közötti lineáris egyenletet is, amelyek a következők:

1. Az összes 37 értékpár alapján $\chi^2 = 15,5$ esetén :

$$\begin{aligned} y &= 2,361 + 0,0305 x & d &= 2,83 \\ x &= -28,47 + 18,88 y \end{aligned}$$

2. A legkisebb χ^2 -ek csoportjában :

$$\begin{aligned} y &= 1,298 + 0,0734 x & d &= 2,44 \\ x &= -2,038 + 7,754 x \end{aligned}$$

3. A legnagyobb χ^2 -ek csoportjában :

$$\begin{aligned} y &= 3,2 + 0,0173 x & d &= 3,47 \\ x &= 1,6 + 12,86 y \end{aligned}$$

az egyenletekben x a χ^2 -eket, y pedig az átlagos eltéréseket jelöli. Ha ilyen szoros a kapcsolatot, akkor miért nem használható a d ? Azért nem, mert a d -nél nincs lehetőség arra, hogy a normális eloszlástól való eltérés mértékét valószínűségi feltevések alapján pontosan meghatározzuk és a kérdést kellőképpen mérlegeljük.

Az egyenletektől jobbra feltüntettük a $\chi^2 = 15,5$ értéknek megfelelő d értékeket. (Minden esetre 2—2 egyenletet számítottunk ki. A felső az „ x ”-ek alapján fejezi ki az „ y ”-t, az alsó az „ y ”-ok alapján az „ x ”-et. Számításainkban csak a felső egyenletet alkalmaztuk. Az alsónál ugyanazt az x értéket behelyettesítve más értékhez jutunk. A két egyenletnek ugyanis csakis azok metszéspontjában van közös értékük, s ez a középérték.) Ebből következik, hogy 3,0 körüli az a d érték, amely mellett még normális eloszlás tételezhető fel. 1. ábránkon tehát a $d = 3,0$ értékhatárig terjedő terület tekintendő olyannak, amelyen értéken alul levő területek évi közepi normális eloszlásúak. Az 1. és 2. ábránk összehasonlítása útján könnyen meggyőződhetünk arról, hogy a χ^2 értéke és d értékei még a fenti megszorítások ellenére sem fedik egymást.

3. A Péczeley által alkalmazott eljárással kapcsolatban a harmadik megjegyzés a gyakorisági táblázatok osztály számára vonatkozik. Az északi féltékéről felhasznált 37 állomás 60 éves sorozatában igen különböző éghajlati területek vannak képviselve, amint az az általa közölt II. táblázat szélső értékeiből is látható. A χ^2 próba értéke attól is függ, hogy a vizsgálat alá vett sokaságot helyesen osztályoztuk-e vagy sem. Magával az osztályozással ugyanis χ^2 értékek is eltolódnak. Minden állomás adatához egyénileg kell megállapítani a megfelelő osztályszámot és ahhoz külön-külön kell a normálgörbét kiszámítani.

A χ^2 értéke nemcsak időben, de területileg is erős szórást mutat. Ennek illusztrálására elkészítettük több magyarországi állomás homogén sorozata alapján az 1881—1940-es időszakról a χ^2 értéket, a Péczeley által alkalmazott 12-es osztályú gyakorisági táblázat és a gyakoriságnak %-okban kifejezett értékei alapján. Az eredmények a következők: Budapest 13,26, Pécs 9,81, Nyíregyháza 11,09, Magyaróvár 24,28. Főként Magyaróvár ugrik ki, míg a többi magyarországi állomás értéke nagyjából egyszinten mozog és mindannyi χ^2 érték az 5% valószínűségi értéket meghaladja, kivéve Magyaróvárt, amely nem éri el a 0,1%-ot sem.

Kis területen belül erős változásokat mutathat a χ^2 értéke. Éppen ezért alaposabb vizsgálat és mérlegelés nélkül kockázatos dolognak tartom, hogy a 37 adat alapján levont következtetést az egész északi féltékére általánosítsuk.

4. A χ^2 függése a sorozat hosszától. Ilyen vonatkozásban Budapest sorozatánál végeztünk vizsgálatokat :

	χ^2
1881—1940	13,26
1871—1930	62,17
1841—1945	18,74
1781—1945	11,45

Az adatokból látható, hogy a vizsgált időszak megnyújtása 1841—1945 között nem járt a χ^2 érték csökkenésével. De nem mondható lényegesen kisebbnek az 1781—1945-ig terjedő 165 esztendő értéke sem. Egyetlen évtizednyi eltolódással pedig 1871—1930 között a χ^2 érték az 1881-től 1940-ig terjedőnek többszörösére emelkedett.

A χ^2 adatoknak a térben és időben való erős szóródása intő figyelmeztető jel arra, hogy a felhasznált sorozatoknál a homogenitásra, az adatok egyenmőségére és egyidejűségére igen gondosan kell ügyelni.

Az eddig felsoroltakon kívül azonban a χ^2 értékeit még a megfigyelési anyag osztályozása, az osztályközök nagysága és az a körülmény, hogy a gyakoriságot %-ban vagy abszolút számokban fejezzük ki, szintén befolyásolhatja.

Az adatoknak megfelelően elkészített normál eloszlást *adjusztált eloszlásnak* hívjuk. Ilyen eloszlást a magyarországi állomásokról készítettünk néhányat, és pedig mind a %-os, mind az abszolút eset gyakorisága alapján. Az eredményt a következő táblázat tartalmazza :

2. táblázat.

		%	χ^2 Abszolút szám
Pécs	1881—1940.....	9,86	5,63
Magyaróvár	1881—1940.....	20,44	12,97
Nyíregyháza	1881—1940.....	14,67	6,22
Budapest	1881—1940.....	12,10	6,91
Budapest	1781—1945.....	6,92	11,98

A két módszer szerint készített χ^2 értékek *nem egyeznek*. A valószínű ok a következő : a 60 éves soroknál a %-os eloszlás alapján számított érték mindig nagyobb, míg Budapest 165 éves sorában végzett számításoknál a helyzet fordított. Ez nyilván azért van, mert a 60 éves sornál az egyes osztályok gyakorisági értékei abszolút értékben kisebb számok, mint a %-os értékek. Így ezeknek a normál eloszlástól számított eltérései is kisebbek. Tehát a χ^2 érték kisebb lesz. A 100 évnél hosszabb sorozat esetében fordított a helyzet. A 60 éves sor vizsgálatánál kétségtelen, hogy a %-os adatok alkalmazásával a χ^2 értékeit *jelentős mértékben túloztuk*. Jogosan tételezhetjük fel, hogy az abszolút esetszámra támaszkodva lényegesen nagyobb területen és nagyobb mértékben fogunk az északi féltekén a *normális eloszlással egyező megfigyelési sorokat találni*.

Annak szemléltetésére, hogy az adjusztált eloszlás és a *Péczeley* által alkalmazott eljárás nyomán milyen különböző %-os értékhez juthatunk, bemutatom Budapest 165 éves soráról %-os alapon készült adatainkat.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3,1	5,2	9,3	14,5	17,6	17,6	14,5	9,3	5,2	3,1	1)
4,8	5,9	9,6	13,8	15,9	15,9	13,8	9,6	5,9	4,8	2)

Az 1) alatti számsor megfelel a már előzőleg közölt sornak, amelyhez minden adatsort hasonlíthatunk. A 2) alatti sor pedig a 165 éves Budapest megfigyelési sor szóródása alapján készített adjusztált sor. A két számsor összehasonlításával nyilvánvaló, hogy a vele számított eltérések és χ^2 -ek is eltérők lesznek.

Ezzel tehát bebizonyítottuk, hogy a normális eloszlástól való eltérés megvizsgálásához *minden megfigyelési sorhoz a sor természetének megfelelő normálgörbét kell szerkeszteni*.

Meg kell emlékeznünk a χ^2 érték egy hiányosságáról is. Addig, míg más statisztikai paramétereknél megadható az illető érték *hibája*, a χ^2 -nél ilyet még nem dolgoztak ki. Ezért ezen érték használhatósági határait empirikus úton kell meghatározni.

A szóródások és az átlagos eltérések egymáshoz való viszonya : minthogy a magyarországi állomásokról mind a sorozatok szóródását, mind azok átlagos eltérését, valamint a felvett normál görbektől való eltérést és azok szóródását is kiszámítottuk, ezeknek adatait a következőkben közöljük :

3. táblázat.

	v	σ	$\frac{\sigma}{v}$	$\frac{\sigma'}{d}$
Magyaróvár	0,567	0,687	1,21	1,40
Nyíregyháza	0,637	0,809	1,27	1,20
Budapest	0,557	0,680	1,22	1,39
Pécs	0,575	0,700	1,22	1,40

A különböző eredetű szóródások és átlagos eltérések megkülönböztetése érdekében v -vel és σ -val jelöltük azokat az értékeket, amelyeket egy-egy sorra, önmagára számítottunk ki, míg a normáloszláshoz viszonyítottan nyert értékeket d -vel, illetve σ' -tel jelöltük.

A sorozaton belül a szóródás és az átlagos eltérés a legtöbb helyen nagyon jól megközelíti az elméletileg megkívánt 1,253-at, a normál eloszláshoz viszonyított átlagos eltérések és szóródások viszonya az előző arányszámtól tetemes mértékben eltér. Ha tehát valamilyen sort a normalitás szempontjából az átlagos eltérés és szóródás viszonya alapján akarunk vizsgálni, *főlösképpen az illető sort egy fölvetett normálsorhoz hasonlítani*, mert ilyen vizsgálatot a sorozattal önmagával is végezhetünk. Még meg kell azonban jegyeznünk azt is, hogy a sorozatra magára vonatkozó ama tétel, hogy a szóródás és az átlagos eltérés hányadosának 1,253-nak kell lennie, vagy azt meg kell közelítenie, a normalitásnak elegendhetetlen, de nem *egyetlen* feltétele. *Ennek a feltételnek a teljesülése még nem jelenti azt, hogy az illető sor normál eloszlású.*

5. Végül rá kell térnünk az elvi kérdésekre is. Régebben azt hitték, hogy a természet folyamatai követik a normális eloszlás törvényét. Az a feltevés pedig, hogy a fizikamérések, megfigyelések *hibái* ugyanezen eloszlásnak megfelelően alakulnak, még tovább tartotta magát. Ma már mindezek a hiedelmek meginogtak. Fizikai mérésekkel kapcsolatban is rájöttek olyan esetekre, amikor a mérési hiba nem követte a „hiba törvényét”, ahogy a normális eloszlást éppen ezen feltevések alapján elnevezték. A hibák eloszlását ugyanis nemcsak a *hiba törvény*, de annak a jelenségnek a természete is szabályozza, amit megfigyelünk vagy megmérünk. Ezzel kapcsolatban Yule-Kendall [4] idézi Poincaré „*Calcul des Probabilités*” című munkájának alábbi kitételét:

„Mindenki hisz a hiba törvényben, a kísérletező azért, mert azt hiszi, hogy az matematikai elmélet, a matematikusok pedig azért, mert azt gondolják, hogy az kísérleti tény”.

A meteorológiából és az éghajlattanból is ismeretes az a tény, hogy *ugyanaz a folyamat*, amely az évi középhőmérsékletekben normális vagy ahhoz közelálló eloszlást hoz létre, egy másik elemben, a felhőzetben, egy attól igen eltérő, ún. „U” alakút juttat érvényre.

Mindezek talán azt jelentenék, hogy a kérdéssel nem érdemes foglalkozni? Távokról sem! Ismeretesek Takácsnak [5] és Rényinek [6] a budapesti napi középhőmérsékletekre vonatkozó vizsgálatai. Az utóbbi dolgozatában közölt ábrákból világosan látható, hogy a napi közepek eloszlásában jelentkező egy vagy két csúcsú gyakorisági görbe éghajlati adottságoktól függ valami, s annak a normál eloszlású keverék sűrűségi függvénynek a paraméterei, amellyel a budapesti sort közelítette, az egyes helyek éghajlati adottságaitól függő értékek.

De vajon pl. a hőmérsékleti évi közepek eloszlása egyszerű egycsúcsú eloszlás-e? Ha a budapesti eloszlást vizsgáljuk, látjuk, hogy nem! Abban is két gyakorisági érték ugrik ki. Egy a 10,5 és egy a 11,5 fok körül. Nyilvánvaló tehát, hogy ennek tökéletes előállítása is csak keverék függvénnyel oldható meg.

A kérdések ma még tisztázatlanok. A nagy összefüggések feltárásához még sok, kisebb területre kiterjedő elemzésre, részletmunkára van szükség!

IRODALOM:

[1] Péczely György: Időjárás, 58, 5. Budapest, 1954.

[2] Baur, F.: Linke's Meteorologisches Taschenbuch. Neue Ausgabe II. Leipzig.

[3] Conrad, V., Pollak, L. W.: Methods in Climatology. Cambridge 1950.

[4] Yule-Kendall: An Introduction to the Theory of Statistics. London 1950.

[5] Takács Lajos: Időjárás, 51 (1947) és 52, (1948).

[6] Rényi Alfréd: M. T. A. III. o. osztályközleményei, II, 1—4. (1952.)

A dolgozattal kapcsolatos számításokat Virágh Sándor önálló tanszéki laboráns és Szabó Bálint tudományos s. munkatárs végezte, a rajzokat Justyák János tudományos s. munkatárs szerkesztette.

Kulin István:

A hazai agrometeorológiai kutatás időszerű kérdései*

Az időjárás és éghajlat, valamint a mezőgazdasági termelés közt levő kölcsönös összefüggések kutatása az agrometeorológiának általános, alapvető feladata. Egyes haladottabb államok tudományos központjaiban végzett agrometeorológiai kutatások minden ország számára nagy jelentőségűek, s előreviszik az agrometeorológiai tudományt, de a kutatási eredményeknek csak egy része tekinthető általános érvényűnek. Ilyenek elsősorban a különböző laboratóriumokban, klímakamrákban, klímaházakban végzett biológiai és fiziológiai vizsgálatok, továbbá a tenyészedeny- és szabadföldi kisparscellás kísérletek egy része. A *szántóföldi mikroklímakutatásokat* illetően a külföldi kísérletek, mint irányt mutató kísérletek, igen hasznosak, de azok *megisméltése* aiól nem mentesítenek. Ezek minden ország és vidék speciális talaj- és éghajlati viszonyai közt megisméltendők. Ugyanúgy a mikroklímatisikus összefüggések kutatása is minden államnak külön feladata, hasonlóképpen az eredmények gyakorlati megvalósítása is.

A hazai agrometeorológiai kutatómunkának még igen sok hiányossága van s ugyancsak számos nehézséget kell még leküzdenünk ahhoz, hogy az *agrometeorológiai kutatás eredményei a gyakorlatban érvényesüljenek* s mezőgazdaságunk problémáinak megoldását a megkívánt mértékben előrevigyék. Ne felejtjük el, hogy a hazai agrometeorológiai kutatás még igen fiatal és szervezetlen.

A hazai agrometeorológiai kutatómunka és ezen keresztül a hazai agrometeorológiai tudomány fejlődésének és az *eredmények gyakorlati alkalmazásának feltételeit* az alábbiakban látom:

1. Jól képzett agrometeorológiai kutatószemélyzet biztosítása.
2. A közép- és felsőfokú agrometeorológusképzés biztosítása, továbbá mezőgazdasági közép- és felsőiskolákban, valamint erdész- és biológus-képzésnél a meteorológiai és külön agrometeorológiai oktatás bevezetése, illetve a jelenlegi oktatás színvonalának emelése.
3. Korszerű agrometeorológiai halózat létesítése, beleértve a növényfenológiai megfigyeléseket is.
4. Az agrometeorológiával kapcsolatos egyéb meteorológiai kutatómunkánk, mint pl. éghajlatkutatás, rövid idejű- és távprognózis-kutatás fejlesztése.
5. Az ország több tájegységén lehetőleg a saját kutatóterülettel is rendelkező agrometeorológiai obszervatóriumok létesítése.
6. A mezőgazdasági tudományos kutatókkal kölcsönös együttműködés létesítése, illetve kimélyítése.
7. Kapcsolat létesítése, illetve kimélyítése a mezőgazdasági irányítás operatív szerveivel.
8. Az agrometeorológiai kutatás (makro-, mezo- és mikroklímakutatás) módszereinek kidolgozása és lehető egységesítése.
9. A gyakorlati alkalmazási módszerek kidolgozása.
10. A kutató műszerekkel kapcsolatos kérdések tisztázása, a műszerek tökéletesítése, új műszerek szerkesztése.
11. Kutatóműszerek biztosítása, részben a hazai ipar útján.
12. Az ország különböző részein, különféle intézményekben folyó, agrometeorológiai kutatómunkák egybehangolása.
13. A Meteorológiai Intézet megfigyelőhálózatába nem tartozó, mezőgazdasági célú makroklímakutató állomások egységes irányítása.
14. A makroklímakutatás több évtizedes eredményeinek a mezőgazdaság igényeinek megfelelő feldolgozása, az adatgyűjtési és feldolgozási módszerek tökéletesítése.

Az agrometeorológiai kutatással kapcsolatos folyó évi tervek részben a *korszerű kutatás feltételeinek biztosítását* szolgálják, részben pedig mezőgazdaságunk fejlesztését előíró kormányprogramunk figyelembe vételével megindítandó különböző kutatásokat tartalmaznak.

Új feladataink a következőkben foglalhatók össze: a) **Agrometeorológiai oktatás.** Hazánkban az agrometeorológus-képzés a múlthoz képest az utóbbi két évben nagy fejlődést mutat, de még mindig erősen alatta van a kívánalmaknak. A mezőgazdasági középiskolák, akadémiák és egyetemek tantervében a meteorológiai és agrometeorológiai oktatás vagy egyáltalán nem szerepel, vagy nagyon hiányos.

b) **Az agrometeorológiai kutatási módszerek kidolgozása és lehető egységesítése, a kutatóműszerekkel kapcsolatos kérdések rendezése.** Az agrometeorológiai kutatásnak, különösen a mikroklímakutatásnak nincsenek olyan pontosan kidolgozott egységes módszerei, mint a makroklímakutatásnak. A mikroklímakutatásnak igen sokféle célja ilyen pontosan körülírt, egységes módszerek kidolgozását nem is teszi lehetővé, de nem

* Részletek az Orsz. Meteorológiai Intézet Tudományos Tanácsának 1955. február 1-én tartott ülésén elhangzott előadásból.

zárja ki, sőt éppen az szükségessé teszi bizonyos elvi szempontok lerögzítését és rugalmasan kezelhető kutatási módszerek kidolgozását. Hasonlóképpen a műszerek használatánál is szükséges bizonyos határozott szempontok lerögzítése, s a mikroklímakutatás céljainak megfelelő új műszerek szerkesztése.

c) **Különböző helyeken folyó agrometeorológiai kutatómunkák koordinálása.** Hazánkban jelenleg számos helyen folyik agrometeorológiai kutatás, így főleg a debreceni és szegedi egyetemen, továbbá a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetemen, a soproni Erlészeti Főiskola különböző tanszékein és intézeteiben, továbbá a Meteorológiai Intézet agrometeorológiai osztálya vezetésével és ezenkívül számos mezőgazdasági tudományos kutatóintézetben. A kutatásokat különböző képzettségű szakemberek különböző célok érdekében, egymástól függetlenül, különböző műszerekkel és módszerekkel végzik. Az egyes kutatóknak a különböző kutató-központokban végzett kutatásokról és azok eredményeiről általában csak hiányos értesüléseik vannak.

Nyilván senki előtt sem lehet kétséges, hogy ez a kérdés mielőbbi rendezést kíván. A kutatások tárgya, célja, módszerei és műszerei tekintetében a kutatók közt közös megállapodásra van szükség, ezenkívül az eredményeknek egymással való közlése s ezzel kapcsolatos tapasztalatsere is nagyon elősegítené az agrometeorológiai kutatás ügyét.

d) **A Meteorológiai Intézethez nem tartozó makroklímakutató állomások egységes irányítása.** Hazánk területén idők folyamán különböző intézmények és érdekeltségek létesítettek saját céljaira a Meteorológiai Intézettől független megfigyelő hálózatot. Ilyen volt legutóbb a vízügyi és az erdészeti csapadékmegfigyelő hálózat. Mindkét hálózat irányítói a Meteorológiai Intézettel szoros kapcsolatban állottak, mégis az egységes irányítás végett szükségesnek látszott mindkét hálózatnak a hivatalos csapadékmérő hálózatba való beolvasztása, ami tavaly meg is történt.

E két hálózaton kívül a Földművelésügyi Minisztérium egyes osztályai különböző célok érdekében meteorológiai megfigyelő hálózatot létesítettek és tartanak fenn. A legtöbb ilyen állomás csapadékmérőn kívül hőmérőkkel és egyéb műszerekkel is fel van szerelve. Felfogásom szerint az említett és azokhoz hasonló megfigyelő hálózatok szabályos és eredményes működését a Meteorológiai Intézet közvetett irányításával kellene és lehetne biztosítani, meteorológiában képzett s az Intézettel szoros kapcsolatba tartó meteorológus vagy agrometeorológus szakembereken keresztül. Ezzel kapcsolatban a Meteorológiai Intézetre háruló feladat volna különböző állomás-típusok tervének kidolgozása is.

e) **A makroklíma adatainak a mezőgazdaság igényeinek megfelelő feldolgozása.** Több ízben rámutattam arra, hogy a tervszerű termelésre áttért mezőgazdaságnak az átlagértékeken kívül a jövő időjárásának a lehetőségeire és valószínűségeire is rámutató különböző gyakorisági és valószínűségi számértékekre is szüksége van. Az elmúlt években a csapadékkal és hőmérséklettel kapcsolatban az ország egész területére kiterjedő adatfeldolgozásokat végeztünk, ezek nagy része meg is jelent. A hőmérsékleti feldolgozásoknál főleg többféle, korai és kései növény termelése kockázatának tisztázása céljából, továbbá a fagy elleni védelem támogatása érdekében főleg a későtavaszi és korafélti fagyok gyakoriságának és valószínűségének megállapítására fektettük a súlyt. Ezt a feldolgozást a folyó évben is folytatni kívánjuk.

Már az ősz folyamán megkezdtük Martonvásár és vidéke éghajlati viszonyainak táblázatos és grafikus feldolgozását. Ezzel a haladottabb makroklíma adatfeldolgozási módszereknek a gyakorlati alkalmazását kívánjuk Martonvásáron elősegíteni.

A makroklímakutatás adatainak a mezőgazdasági termelésben való eredményes felhasználását nagymértékben elősegítené a komplex kutatási és adatfeldolgozási módszer bevezetése, aminek egyik fontos feltétele a gépi adatfeldolgozás.

f) **Mezőgazdasági tudományos kutatókkal kölcsönös együttműködés létesítése és ki-mélyítése.** Egyelőre kivihetetlen az, hogy a Meteorológiai Intézet saját kezelésű nagyobb agrometeorológiai kutatóterülettel rendelkezzen. De kutatásai nagy részénél meg ebben az esetben sem mellőzhetné a különböző tájegységeken működő mezőgazdasági kutatókkal való szoros együttműködést. Ugyanúgy agrometeorológiai vonatkozású kutatásoknál a mezőgazdasági tudományos kutatók sem nélkülözhetik szakképzett meteorológusok és agrometeorológusok segítségét.

A Meteorológiai Intézet agrometeorológiai osztálya az elmúlt években több kutatóval eredményes együttműködést létesített. Az ilyen szórványos és sok technikai és egyéb nehézséggel járó kapcsolatok azonban csak kezdeti kiindulásnak tekinthetők. Tartós és szoros kapcsolat s valóban gyümölcsöző kölcsönös együttműködés ügyét azzal segíthetnénk elő legjobban, ha a Meteorológiai Intézet az ország különböző tájegységein működő mezőgazdasági kutató- és kísérleti intézmények területén agrometeorológiai kutatóállomásokat vagy obszervatóriumokat létesítene. A Meteorológiai Intézet terbe is vette több ilyen kutatóállomás és obszervatórium létesítését, s terv szerint a marton-

vásári obszervatórium a folyó évben meg is kezdő működését. Ezenkívül a következő öt éves terv folyamán még 6 kutatóállomást, kisebb obszervatóriumot létesítünk.

g) **A martonvásári obszervatórium kutatási terve.** Martonvásáron főleg mezőgazdasági gyakorlati célú kutatásokat szándékozunk megkezdeni. Kutatási témák:

1. *Mikroklimatikus terepfelmérések.* A növényi életre ható különféle tényezők, nevezetesen a meteorológiai tényezők, a talaj, a domborzat, az élő környezet, köztük főképpen az ember a növényzettel és egymással igen bonyolult kölcsönhatásban állanak. A mezőgazdasági termelés szempontjából különösen fontos a meteorológiai tényezők és a talaj közt levő kölcsönhatás tanulmányozása.

A kőzetek ellenállása és termőtalajjá alakulása különböző meteorológiai tényezők, így a levegő összetétele, hő, víz és szél hatására ment végbe, s ugyanezen tényezők ma s állandóan hatnak a talajra, annak fizikai szerkezetére, kémiai és biológiai sajátosságaira, s az eróziós folyamatok is ezen tényezők hatására jönnek létre. Természetesen a talaj is visszahat az időjárásra és éghajlatra.

Nyilvánvaló, hogy az agrometeorológiai kutatások alapvető kérdése a talaj hő- és vízgazdálkodásának tanulmányozása. A talaj hő- és vízgazdálkodásában végbemenő folyamatok ismerete nélkül a kutató a talaj feletti légtér és a növényállomány meteorológiai viszonyait csak regisztrálja, de annak okait nem érti meg s mégkevésbé képes mikroklímában megfelelő változásokat előidézni. Tehát vizsgálatait csak egyszerű leíró jellegűek lesznek.

Mikroklímakutatásunk első feladata ezért az ún. mikroklimatikus terepfelvétel azaz egy bizonyos területen belül a meglévő természetes adottságok, vagyis a talajösszetétel és a talaj-felszín finomabb és durvább alakulása következtében a talaj hő- és vízgazdálkodásában, továbbá a talajfelszín kisugárzásában jelentkező különbségek vizsgálata. Ebbe a feladatkörbe tartozik tehát a talaj összetételétől függő, ún. talajtani fagyzugok és a felszíni alakulás következtében létrejövő ún. domborzati fagyzugok tanulmányozása. Ezekhez a kutatásokhoz a műszeres vizsgálatokon kívül a harmat- és dérmegfigyelések, s növényfenológiai megfigyelések is jól felhasználhatók.

2. *Különböző talajművelő eljárások hatása a talaj hő- és vízgazdálkodására.* Ebbe a témakörbe tartozó néhány feladat: lazító- és tömítőeljárások, aratás után különböző időpontokban és módon végzett tarlóhántás, a fordítással együttjáró és fordítás nélküli talajművelő eljárások hatása a talaj hő- és vízgazdálkodására, a talajharmatképződés tanulmányozása.

3. *Különböző növényállományok és növénytermelési eljárások agrometeorológiai vizsgálata.* Különféle növényfajok és fajták igen eltérő állományklímát alakítanak ki s ennek visszahatásaként megváltoznak a talaj meteorológiai viszonyai is. Lekerülésük után a különböző növények a talajt tápanyag és vízkészlet, továbbá szerkezet szempontjából igen különböző állapotban hagyják vissza s a talaj tápanyaggazdálkodása szempontjából igen fontos tarló- és gyökérmaradványok mennyisége és minősége is igen különböző. Ezek korhadását s a növénytermelésre legmegfelelőbb beéredett talajállapot kialakulását a talajnak a növényállomány szerint erősen módosuló meteorológiai viszonyai szabályozzák. Ezért tervbe vettük az agrometeorológiai vizsgálatokat arra is kiterjeszteni, hogy különféle növényállományok milyen módon befolyásolják a talajban végbemenő fentemlített folyamatokat.

Különféle növénytermelő eljárásokkal, így pl. a vetéssorok irányának szabályozásával, ún. sorirányítással, továbbá a vetőmagmennyiség változtatásával, keresztsoros vetéssel stb. egyazon növényállomány sűrűségét is szabályozhatjuk. Ezáltal a növényállomány fény-, hő-, légnedvesség- és szélviszonyait nagymértékben befolyásolhatjuk. Ez kihat a talaj hő- és vízgazdálkodására is.

A növényállományklíma szabályozásával különféle gombabetegségek és rovar-kártevők, valamint a gyomnövények életfeltételei kedvező vagy kedvezőtlen irányban megváltoztathatók. Ezért minden ilyen természetű kísérletnél pontos mikroklíma-vizsgálatok szükségesek. A vizsgálatokat a talaj hő- és vízgazdálkodásának tanulmányozására is ki kell terjeszteni.

4. *Különféle egyéb feladatok.* A mezőgazdasági termelés szempontjából fontos kutatási feladatok fentiekén kívül a növényi életfejlődésben jelentkező különféle zavarok (pl. terméselrűgás) agrometeorológiai vizsgálata, a vetésidő talajhőmérséklet alapján való, nem eléggé tisztázott kérdésének vizsgálata, a hótakaró alatti hőmérsékleti viszonyok tanulmányozása, a talajmenti inverziós légréteg sugárzási és hőviszonyait befolyásoló különféle eljárások, vagyis a későtavaszi és koraőszi fagyveszély ellen küzdő eljárások hatásának vizsgálata és azok tökéletesítése, különféle talajtakaró eljárásoknak a talaj hő- és vízgazdálkodására gyakorolt hatása tanulmányozása.

A felsorolt kutatások megkezdése nagyon szükséges és időszerű, s az adott lehetőségekhez képest törekszünk azokat megindítani.

A METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG ÜGYEI

ELŐADÓ ÜLÉS 1955. FEBRUÁR 11-ÉN. *Dr. Mándy György*, a MTA Botanikai Kutatóintézetének (Vácrátót) osztályvezetője „*Ökológiai felbontási módszerek és újabb eredmények*” címmel igen nagy érdeklődés mellett tartott előadást, amelyet lapunk jelen számában teljes egészében közlünk. Az előadást követő vitában *dr. Bacsó Nándor* a megfigyelt elemek és észlelések számának növelését, *Kulin István* a kísérleti növények belső tulajdonságainak figyelembe vételét, *dr. Bell Béla* a növényfejlődés üteméhez szabott megfigyelést és szükség esetén a hosszanti növekedés helyett a tömeg-mérés lehetőségét vetette fel. *Dr. Berkes Zoltán* a módszer egzakt voltát üdvözölte, *Papp László* erdészeti alkalmazásának lehetőségeit vizsgálta. *Dr. Hajósy Ferenc* a módszer helyessége mellett az időjárási tényezők elválasztásának nem teljesen megnyugtató voltára, *dr. Kakas József* viszont az aránylag könnyen megszereshető makroklimaadatokkal való operálás előnyeire mutatott rá. *Dr. Fekete Zoltán* a talajnedvesség-mérés, *Hauser János*, *dr. Ligeti László*, *dr. Ujvárosi Miklós* egy-egy ökológiai részlet megvilágításával járultak az előadást követő vita sikeressé és színvonalassá tételéhez.

ÜNNEPI ÜLÉSSOROZAT FELSZABADULÁSUNK 10. ÉVFORDULÓJA ÉS AZ 1955. ÉVI MAGYAR-SZOVJET BARÁTSÁGI HÓNAP ALKALMÁBÓL. Az első ülésen, 1955. március 2-án *dr. Kéri Menyhért* főtítkár az ünnepi megnyitóban a Magyar Meteorológiai Társaság 30 éves történetét az elmúlt 10 év eredményei tükrében vizsgálva megállapította, hogy minden lehetőség megvan arra, hogy a Társaság negyedik évtizedében az eddigieknél is nagyobb eredményeket, még gyorsabb fejlődést érjen el. *Dr. Dési Frigyes* egyetemi tanár, társelnök „*A meteorológiai kutatás időszerű kérdései*” című előadásában a magyar meteorológia eredményeinek konkrét megjelölésével bizonyította, hogy ha a magyar meteorológusok munkájukkal a népet, népi demokráciánk célkitűzéseit támogatják, akkor megnyílnak előttük a népi demokrácia anyagi forrásai, támogatása is. *Dr. Sandelhauser Miklós*, *dr. Aujeszky László*, *dr. Bell Béla*, *dr. Péter János*, *dr. Dobosi Zoltán* és *dr. Bacsó Nándor* szólaltak fel az előadást követő diskusszió során.

1955. március 16-án volt az ünnepi ülésorozat második előadása, amelyet *dr. Fekete Zoltán* egyetemi tanár, elnök tartott „*A csapadékvizonyok hatása a talaj vízgazdálkodásán keresztül a növényi életre*” címmel. A rendkívül érdekes témával kapcsolatban olyan — tekintélyes részében saját — kutatási eredményeket mutatott be, amelyek a csapadékvizonyok hatásáról kialakult eddigi ismereteinkkel ellentétesek, és meggyőzően bizonyította azt, hogy ezek az új ismeretek a gyakorlatban is helytállóknak bizonyulnak. *Kulin István* agrometeorológiai szakosztály-elnökön kívül, aki az ünnepi megnyitót is tartotta, *dr. Schönfeld Sándor*, *dr. Berkes Zoltán*, *Szilágyi Tibor*, *dr. Bell Béla*, *dr. Hajósy Ferenc*, *Vámossy Jenő* és *dr. Bacsó Nándor* szóltak hozzá az igen értékes előadáshoz.

Az ünnepi sorozat utolsó, március 30-i ülésén *Horváth László*, a MÁV Pályaaik. Vizsgáló Intézetének kutatója adott elő „*Meteorológiai változások befolyása a közlekedő ember idegtevékenységére*” címmel. Az orvosmeteorológia egy új kutatási területét s egyben mindjárt annak olyan jelentős eredményeit ismertette, amelyek a közlekedési balesetek megelőzésében éppen ott nyújtanak segítséget, ahol eddig beavatkozásra még lehetőség nem volt. A nagy tetszéssel fogadott előadáshoz *dr. Aujeszky László*, *dr. Sandelhauser Miklós*, *dr. Berkes Zoltán*, *dr. Záhonyi Aladár*, *dr. Kovács Loránt*, *dr. Kérdő István*, *dr. Péter János* és *dr. Schulhof Ödön* — aki egyben a szakosztály eddigi munkáját ismertető ünnepi megnyitót is tartotta — fűztek megjegyzéseket.

VÁLASZTMÁNYI ÜLÉS 1955. MÁRCIUS 30-ÁN. *Dr. Kakas József* titkár ismertette a szegedi vándorgyűlés előkészítő munkálatainak állását s javasolta, hogy bízta meg a választmány *dr. Szabó Emilné* tagtársat az előkészítés további, főleg adminisztratív teendőinek ellátásával. A jelentést és a javaslatot a választmány egyhangúlag elfogadta. Felkérte a választmány a jelölő- és érembizottságokat, hogy az április 29-i választmányi ülésre a közgyűlés elé terjesztendő javaslatokat készítse el. A tagnyilvántartás és a tagdíjfizetések sikeres rendezése és szorgalmazása terén elért eredményekért *Porohymai Irén* adminisztrátort és *Szakács Györgyné* pénztárost dícséretben részesítette a választmány. A Társaság tagjai közé felvette: *dr. Arnóti Tibor*, *Endrődi Gabriella*, *dr. Láng Sándor*, *dr. Ludvig József*, *Pék Gyula*, *Pintér László*, *Simon József* budapesti és *Varga Ferenc* szombathelyi lakosokat.

IRODALOM

AUJESZKY LÁSZLÓ és DÉSI FRIGYES: **Természetes és mesterséges eső.** Orsz. Meteorológiai Intézet Kis Népszerű Kiadványa, 5. szám. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1954. 96 (A/5) oldal, 32 ábrával.

Annyit hallottunk az utóbbi évek során a mesterséges esőről, és olyan sok avatatlantollforgatótól származó színes beszámolót olvashattunk róla, hogy valóban hézagpótlónak kell neveznünk az előttünk fekvő kis füzetet, amelyben a meteorológia két kiemelkedő művelője ad felvilágosítást ebben a valóban közérdekű kérdésben.

Mivel fizikai kérdéstről van szó, a szerzők — egészen magától értetődően — a *természetes esőképződés* folyamatának ismertetéséből indulnak ki, hogy ezzel további tárgyalásaik alapját kellően megvegyék. Kezdi az aerológiai kutatás eszközeivel és módszereivel, majd felhőfizikai előismereteket adnak, végigvezetnek a természetes eső képződésének folyamatain, végül pedig a különleges csapadékjelenségek leírásával zárják könyvecskéjük első részét.

A második részben megismerkedünk a *mesterséges esőkeltés* elvi alapjaival és különböző módszereivel: a száraz-jég módszerrel, az ezüstjodid alkalmazásával, a vízcseppek és a nedvszívó anyagok (klórkalcium és kéntrioxid), illetve sóldalt kihintésével történő felhőátalakítással, amely utóbbiak alkalmazásával a szovjet kutatók léptek teljesen új, a nyugati kísérletektől elvi alapjában különböző útra.

A könyvecske utolsó fejezete a *gyakorlati alkalmazás* kérdéseivel és a mesterséges esőkeltés értékelésével foglalkozik. Ugyanitt olvashatunk a kísérleti meteorológia tudományos jelentőségéről és a légiközlekedésben a felhő-, illetve ködösztátás terén elért eredményekről.

A könyvecske mindvégig érdekes és — a fenti tartalmi vázlatból kitűnik — kis terjedelme ellenére is kimerítő feleletet ad a címével kapcsolatban felmerülő valamennyi kérdésre. Fogalmazása világos, nyelvezete általában magyaros, de kár, hogy a szerzők nem kerestek jó magyar kifejezést a „nukleálás”-ra, amely még a bántó „túlnukleál”, sőt „megnukleál” változatban is előfordul.

A tudomány népszerűsítésének nehéz feladatát sikerrel oldották meg a szerzők. Habár a „népszerű” ezuttal nem jelent — s talán nem is jelenthetett — könnyű olvasmányt, dicséernünk kell az Országos Meteorológiai Intézetet, illetve az Akadémiai Kiadót a mindenki részére könnyen hozzáférhető alakban megjelentetett, külsőleg is tetszetős kiadványért.

Dr. Lászlóffy Woldemár.

Magyarország Hidrológiai Atlasza. I. sorozat. Folyóink vízgyűjtője. **A Mosoni Dunaág.** Szerkeszti a Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet. Budapest, 1954. 27h (A/4) old. 16 térképmelléklet.

Magyarország Hidrológiai Atlasza I. sorozatának most megjelent kötetével ismét egy nagy vízgyűjtőterület vízfolyási viszonyait ismerjük meg tüzetesebben. A Mosoni Dunaág vízgyűjtőterülete 18.000 km², ennek mintegy kétharmada esik határainkon belül, így most már az ország területének mintegy felét ismerteti a sorozat. A negyedik kötet az eddigiekhez hasonló rendszerben közli a folyók mederszakaszainak hosszát, esését és vízgyűjtőterület kiterjedését. Ennek a résznek kiállításában azonban sokkal esinosabb, mint az előzőké. Újítás a Sajó-kötettel szemben, hogy a folyóknak a határon túl eső szakaszainak viszonyait is teljes részletességgel ismerteti. Itt egy kis következtetésesség, hogy egyes folyók nevére magyar és német formában egyaránt közli (Lajta, Lapincs), másokét (Rába, Répce) csak magyarul. A területen már több, mint száz esztendeje folytat a vízepítési munkák, ezért itt-ott igen bonyolult vízhálózat jött létre, amelyet az atlasz most könnyen áttekinthetővé tesz. Kár, hogy az erdőborítás térképe nem terjed ki Ausztriára, mivel épp ide esik a folyók legfelsőbb szakasza, ahol a legnagyobb jelentősége van az erdőségeknek. Az is megkönnyítené a tájékozódást, ha a térképeken legalább a legjelentősebb helyeket feltüntetnék. Bár egyes helyek ki vannak jelölve, de pl. az 1 : 400 000-es lapon nem szerepel Sopron (ellenben rajta van Celdömölk és Ajka), viszont a vízgyűjtőterület átnézeti térképén megtaláljuk Hegyeshalmot és Fürstenfeldet, de nincs kijelölve Szombathely és Pápa. Sopron városa pedig az 1 : 100 000 léptékű térképen nem megfelelő helyen van rajzolva. A kötetet, mint az előzőket, a hidrometeorológiai megfigyeléssorozatok grafikus ábrázolása és az irodalom felsorolása egészíti ki. A mű értékes adatokat közöl a vízimérnökök részére és ha a tud-

2

kiadó

másunk szerint jelenleg munka alatt levő további két kötet megjelenik, hazánk lefolyási viszonyai az ország területének legnagyobb részén ismeretek lesznek számunkra.

Dr. Hajósy Ferenc

PINTÉR LÁSZLÓ: A búza országos terméseredményének előrejelzése (termésbecslés) meteorológiai tényezők alapján. *Statistikai Szemle*, Budapest 1955., XXXIII. évf. 2. (febr.) szám, 157–169. oldal.

A szerző dolgozatában a különböző időjárási elemek és a búza terméseredménye közötti összefüggést vizsgálja abból a célból, hogy az időjárási elemek ismeretében a búza terméseredményét előrejelezhessük. A számításokat 1920–1940-ig eltelt 21 éves időszakra vonatkozóan végezte el, először Pest megye területére, mivel a búza országos termésátlagával ezen terület termésátlaga mutatta a legjobb összefüggést. Egyszeres korrelációs módszerrel számította ki a 30 cm mélységben mért talajhőmérséklet, a lég-hőmérséklet, napfénytartam, csapadék és relatív nedvesség havi középértékei, illetve havi összegei és a búza terméseredménye közötti összefüggéseket. Továbbiakban már a többszörös korrelációs számításokat csak ott hajtotta végre, ahol az előző eredmény kielégítő volt (R nagyobb $0,20$ -nál). Kiszámította, hogy az időjárási elemek változása milyen termésátlag változást von maga után. A búza számított és tényleges termésátlagait bemutatató grafikonon a két érték igen jó párhuzamosságot mutat. A számított és a valóságos terméseredmények még közelebb kerülnek a pentád-értékek alapján történt vizsgálatoknál. Pest megye termésátlagából azután a szerző az így megállapított összefüggések alapján kiszámította az országos termésátlagot. A számított értékek ebben az esetben is jól megközelítik a valóságos értékeket. A szerző munkája igen értékes, mivel a különböző időjárási elemek és a búza terméseredménye között jó összefüggéseket sikerült megállapítania. Az általa alkalmazott módszer eredményessége a vizsgálatnak egyéb növényekre való kiterjesztésénél is sikerrel biztat. *Szakály József*

P. BEELITZ: Aeologisch-synoptische an den Radiosonden-Aufstiegen im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. (A Német Demokratikus Köztársaságban végzett rádiószonda felszállások aerológiai-szinoptikai kritikája.) *Abhandlungen des Meteorologischen und Hydrologischen Dienstes der DDR.* Nr. 17. Akademie-Verlag Berlin, 1953. 39 (A/4) old. 6 ábra, 16 táblázat.

A második világháború alatt és az azt követő években az aerológiai állomáshálózat nagyon kibővült. Világszerte új rádiószondatípusok jelentek meg. Az egyes típusok által szolgáltatott mérési eredmények különbözősége arra indította a szerzőt, hogy az eltéréseket alaposan megvizsgálja. Az értekezés első részében a felszállási eredményeket hasonlítja össze, a második részben pedig a mérőműszerek hibáit tárgyalja.

Ismerteti *G. Kohl* és *J. Bartsch* erre vonatkozó kritikai tanulmányait, amelyek szerint az NDK szondái a többinél melegebb értékeket adtak. Az eltérés még az 500 mb-os szinten is kimutatható (pozitív), ezért a magassági térképeken a különböző országok értékeit összehasonlította. Ehhez elsősorban a potsdami 500/1000 RT térképeit használta fel. Négy német állomás: Greiswald, Wernigerode, Dresden és Lindenberg összesített eredményei évi középben azt mutatták, hogy az esetek 46%-ában az eltérés pozitív, 20%-ában negatív, a megmaradó 34%-ában pedig változó volt. Kiszámítva a bad-kissingeni és hamburgi magassági térképektől való eltéréseket, majdnem megegyező értékeket kapott. A pozitív eltérés fennállását az bizonyítja, hogy az éjjeli és nappali felszállások különbsége összesített értékben mindössze 0,2 gpm, tehát a melegtöbbletért a sugárzást nem lehet okolni.

Payerneben (Svájc) 1950 májusában hatféle rádiószondával végeztek egyidejű méréseket. Az NDK szondáira itt is pozitív eltérés adódott, de kisebb, mint *Bartsch*-nál. Azt találta, hogy az ingadozások nagysága nem haladta meg a más rádiószondával mért értékeket.

A szerző felteszi a kérdést, mi az oka annak, hogy az NDK szondái melegebb értékeket adnak? Részletesen végigvezet minden lehetséges hibaforráson. Leírja az egyes műszerek anyagát és készítési módját, azután a kalibrálás kérdéseivel foglalkozik. Rámutat arra, hogy a magassággal növekvő torlónyomás hatását eddig nem vették figyelembe, noha az NDK szondáinál 15–17 km-en ez jelentős mérési hibákat okoz. Sugárzásvédő cső és a ventilációt elősegítő fűvóka e hibát nagymértékben csökkentheti. Kellemetlen hibaforrás a felszállás alkalmával a sugárzásvédő cső alatt megfagyó eső és hó. Ez 7 fokos hibát is okozhat. A Vidi-doboz tehetetlensége helyes hitelesítéssel és előkészítéssel (utókalibrálással) vehető számításba. A hőmérséklet hatását nehéz kiküszöbölni. Ennek elhanyagolása volt a szerző szerint az 1950-es felszállások hibáinak oka. Kísérletileg megállapított korrekcióval ez is kiküszöbölhető.

Czelnai L. Rudolf — Németh Tivadar

W. E. K. MIDDLETON és A. F. SPILHAUS : **Meteorological Instruments**. 3. átd. kiadás. Toronto (University Press 1953. 286 o. 192 ábra.

Middleton első munkája a meteorológiai műszerekről 1941-ben jelent meg. Az elmúlt évek folyamán a könyvet többször újra kiadták, átdolgozták. A harmadik, átdolgozott kiadás 1953-ban jelent meg igen kevés változással a régi anyagban, de mintegy 50 oldal terjedelmű új anyaggal, amelynek elkészítésében Spilhaus is részt vett.

Ez az új anyag, amint az várható is, főleg a magassági megfigyelések műszereivel foglalkozik. Új fejezet a rádióelektromos módszerek segítségével és a radarral végzett magassági szemlések műszereinek ismertetése. Jelentősen bővült a rádiószonda és a repülőgépes felszállások műszereinek ismertetése is. Ugyancsak új fejezet számol be a mozgó és automatikus meteorológiai állomásokról, ennek egyik alfejezete a „tökéletes meteorológiai műszerről” felfedi a jövő lehetőségeit : olyan rendszert ismertet, amelyben az adatszolgáltatás az észlelés pillanatától az előrejelzés megállapításáig automatikusan történik elektronikus számológéppel. A könyv felvilágosít még a termisztorok, a hidrogengenerátorok, az ellenőrizhető magasságú szabad ballonok, a légköri paraziták megfigyelésére készült műszerek és az aktinográfok használatáról.

Mivel a szerzőknek egyetlen könyvben kell letárgyalniok a hatalmas területet felölelő meteorológiai műszereket, az anyag elég szigorú kiválasztására kényszerültek. Bizonyos területek specialistáit tehát nem mindenben elégíthették ki. Így például számos kutató örömmel fogadna egy fejezetet a látástávolság mérésére használt műszerekről. Hasonló hiányossága a könyvnek, hogy legnagyobbbrészt csak angol, kanadai, illetve amerikai eredetű műszereket ismertet, figyelmen kívül hagyva az európai műszeripar világszerte elismert kitűnő konstrukcióit.

A szerzőknek így is sikerült kiegyensúlyozott könyvet létrehozniok és a 3. átdolgozott kiadás kétségkívül igen nagy szolgálatot nyújt a hivatásos meteorológusoknak, valamint azoknak a kutatóknak, akik érdeklődéssel tanulmányozzák a meteorológia mérőműszereit és módszereit.

Békeffy Józsefné

GERHARD HENTSCHEL : **Physiologisch wirksame Phasen bei meteorologischen Vorgängen in der Troposphäre**. (A troposzférikus folyamatok fiziológiailag hatásos frázisai.) Akademie-Verlag, Berlin, 1954. 32 (A/4) oldal, 7 ábra.

A szerző tanulmányában a különböző időjárási helyzetek fiziológiai hatását tárgyalja. Vizsgálatai kiterjedtek a Harz-hegység főn szeleire is. A tanulmány alapjául szolgáló megfigyeléseket a 234 m magasan fekvő wernigerodei tüdőszanatóriumban végezték el, melynek betegei — betegségük miatt — nagyon érzékenyek az időjárási behatások iránt.

A megfigyelések módszere a következő volt : 332 napig tartó vizsgálati időszak minden félórájában — reggel 7 órától 22 óráig — végzett megfigyeléseket osztályozták a talajszél, felhőviszonyok, hőmérsékleti gradiens és magassági szél szerint. Ezek a meteorológiai adatok a troposzféra dinamikájáról adtak felvilágosítást. Az időjárási megfigyelésekkel párhuzamosan pedig megfigyelték és feljegyezték a kiválasztott személyek kedélyállapotát, jó vagy rossz közérzetét. Hangsúlyozza a szerző, hogy az ilyen módon nyert adatokból nem lehet matematikai alapon statisztikát készíteni, hiszen a betegek között akadt érzékenyebb és kevésbé érzékeny idegrendszerű.

A kellemes és kellemetlen testi és lelki állapotot kiváltó meteorológiai tényezőket a következőkben foglalja össze a szerző :

Kellemetlen közérzetet elsősorban a magas troposzférikus jégmagvacskák szintjével létrejött cseremozgás okoz, hasonlóképpen a rétegfelhőzet és erősen lökéses talajszél. A meteorológiai folyamatok által keltett szervezeti zavarokat illetően megállapítja, hogy ezek annál tovább tartanak, minél kisebb lehetőség van a cseremozgás megszüntetésére.

Különösen kellemes közérzetet tapasztalt derült időben, amikor száraz-adiabatikus gradiens mellett, főnirányból fújó magassági szelet észlelt. Eredményesnek mutatkoztak a felhőmegfigyelések : a betegeknek jó volt a közérzetük, amikor a magasabb gomolyfelhők feloszlottak, tehát a felszálló mozgás megakadályozta a kicserélődést. Ugyanezt a jelenséget rétegfelhőnél is tapasztalták.

A leszűrt eredmények nagy részét 2—3-szorosan igazolt adatok támasztják alá.

A tanulmány módszertanilag igen értékes. Szerencsésen használja fel a statisztikai bizonyítás módszereit, de bátran nyúl statisztikailag kiszámíthatatlan jelenségekhez akkor, ha helyes eredmények leszűrésére ez látszik célravezetőnek.

Hasonló vizsgálatok megkezdése hazánkban is fontos lenne, hogy fokozott figyelmet fordíthassunk az egymásután létesülő gyógyintézetek, szanatóriumok, üdülők számbajöhető területeinek sajátos meteorológiai viszonyaira.

Dr. Szabóné Papp Éva

A. SZ. ZVERJEV : **Tumanü i jih preds kazanyie** (A ködök és előrejelzésük). Hidrometizdat, Leningrád 1954., 74 old.

Ez a nagyon értékes kis monográfia két főrészből áll: az első a ködök fizikai és szinoptikai leírásával foglalkozik, a második pedig a ködprognózis kérdésével.

Egy vezető paragrafus megadja a ködnek a szabatos definícióját, a ködök erős ségi skáláját, a ködelemek nagyságára, a térfogategységben levő ködelemek számára és a ködök folyékony víztartalmára vonatkozó korszerű adatokat. A következő pont a ködkeletkezés jölmert fizikai feltételeit ismerteti. Három további pontban a ködképződés szinoptikai feltételeinek világos tárgyalása következik (sugárzási ködök, advektív ködök, és a köd egyéb fajtái). Ezután a köd szétoszlásának szinoptikája és a ködök osztályozása következik. Az első főrész végén még egy rövid befejező pont található, amely a »ködképződés szinoptikai feltételei« címet viseli; ez a korábbiakban már részletesen kifejtett szinoptikai feltételek rövid összefoglalását nyújtja.

A könyv második felét alkotó prognosztikai rész egy rövid bevezetésben foglalkozik a ködprognosztika általános módszereivel, azután pedig részletesen ismerteti azokat a különféle jól bevált grafikonokat, amelyek az éjszakai lehülés számszerű előrejelzését és a ködprognózt szolgálik. A grafikonok jelentékeny része magának a szerzőnek korábbi értekezéseiből származik. Az összes grafikonok jó reprodukcióban jelennek meg a könyvben.

A könyv fogalmazási módja egyszerű, igen világos és a közepes nyelvtudású olvasó számára is könnyen követhető. Viszont meglehetősen sok meteorológiai ismeret tétel-lez fel. Jóllehet a könyv a »Naučno-popularnaja Biblioteka« sorozatban jelent meg, éppen úgy felsőfokú szakképzettséget kíván meg olvasójától, mint ugyanennek a sorozatnak a megelőző kötetei, amelyeket folyóiratunkban már ismertettünk.

Dr. Aujeszky László

M. ČADEŽ : **Über einige Einflüsse orografischer Hindernisse auf die Luftbewegung** (Orográfiai akadályok befolyása a légmozgásokra). Archiv für Meteorologie 1954, 6. szám, 3—4. füzet, 403—416 lap. Springer-Verlag Wien, 1954.

Figyelemre méltó értekezés jelent meg az *Archiv für Meteorologie* 1954 áprilisi számában. Szerzője M. Čadež, jugoszláv meteorológus, a jugoszláv meteorológiai szolgálat aerológusa. A Kárpát-medence szélviszonyai szempontjából is sok érdekes megállapítást tartalmazó tanulmány bevezetesként vázolja, hogy az időjárás kialakulását a különböző orográfiai akadályok milyen erősen befolyásolják. Az ilyen természetes akadályok, hegygerincek, hosszan elnyúló hegyláncok közismerten levegő-felhalmozódást és gyorsulást is okozhatnak.

A tanulmány közelebről megvizsgál néhány olyan folyamatot, mely összefüggésben áll az orográfiai akadályokon át történő légáramlással.

Derült éjszakákon az erős kisugárzás következtében lehűlő hideg levegő a völgyeket és medencéket megtölti, itt hideg légtavak képződnek, azok télen napokon keresztül is megmaradhatnak, s többé-kevésbé éles határfelületet képeznek a felettük levő viszonylag meleg levegővel. Számítások útján megállapítja a szerző, hogy a horizontális légnyomási gradiens irányában legnagyobb a hideg légtömeg határfelületének hajlása, és hogy a hideg légtömeg ott fekszik a legmagasabban, ahol a légnyomás a legalacsonyabb. Ennek oka az, hogy a hideg levegő dinamikus szempontból passzív.

Ha a hideg levegő felett a legnagyobb hajlás irányában horizontális légnyomási gradiens áll fenn, akkor a meleg levegőben geosztrófikus szelek fújnak, a gradiens normális irányában. Közvetlenül a határfelület felett horizontális szeleket találunk a kis súrlódás következtében, megközelítően a gradiens normális irányában.

A viszonylag mozdulatlan hideg levegőnek az alsó határán a földfelszínen és annak közelében többnyire konvergens áramlások lépnek fel, ezért ezt a konvergencia határának is nevezhetjük.

Az időjárás kialakulásában nagy jelentősége van annak a légáramlásnak, mely a konvergencia határán irányul a hideg légtömeg felé. A konvergencia naponkénti megerősödése a konvergencia határán oka lehet azoknak a pusztító viharoknak, amelyek nyári délutánokon a Nagyalföldön — a szerző *Pannóniai Alföldnek* nevezi — gyakran fellépnek. Ilyen napokon a magasban déli szél fúj, miközben a Nagyalföldet sarkvidéki tengeri levegő borítja. A nap folyamán az alsó légréteg úgy fölmelegedhet, hogy a felső trópusi levegő potenciálisan hidegebb lesz, ami könnyen a légtömegek csere-mozgásához, s ezzel a felső levegő torlódásához, vagyis erős *Cu* és *Cb* képződéshez vezet. Az ekkor felszabaduló nagymennyiségű párolgási hő teljes mértékben megmagyarázza a fellépő erős szeleket.

A magasabb hegyeknek speciális szelek vannak, mint pl. a fön és a bóra. A bóra hideg bukó szél, amely felett mindig potenciálisan melegebb levegő található. A hideg

levegő keresztül özönlik a hegyen, s a szélvédett oldalon, azonos gradienssel, meleg fön helyett, viszonylag hideg szél fúj. Sebessége a nehézségi erő hatására megerősödik.

A Dinári Alpok mögött, valamint a Nagyalföldtől délre fekvő hegységek mögött gyakran egész nagy területen fejlődik ki fön, mégpedig akkor, ha valamely atlanti depresszió hatására Belgrádban meleg kossava, az adriai part hosszában pedig SE szél fúj.

A szeles és szélvédett oldalak közti hőmérsékletkülönbségre a következő példát hozza fel a szerző: 1952 augusztusában erős fönös időszakban Versecen és Negotinban hőmérséklet sorozatot mértek; a szélnek kitett és szélvédett oldal között 12–13° különbség mutatkozott. E nagy különbséget csak úgy magyarázhatjuk meg, ha feltételezzük, hogy a hegység két oldalán különböző légtömegek foglalnak helyet. A luv oldalon felhalmozódott a hideg levegő; a fölötte felsikló, s a lee oldalra átkerült meleg levegő a fönhatás következtében tovább melegedett.

A tanulmány — minthogy a Nagyalföld déli részének légáramlási és hőmérsékleti viszonyaihoz nyújt érdekes adalékokat — különös figyelmet érdemel részünkről is, mert egyrészt a Kárpát-medence éghajlatának különleges struktúrájára mutat rá, másrészt a medence belsejében lejátszódó időjárási folyamatok dinamikus szemléletét segíti elő.

Dr. Szabóné Papp Éva

TEICH, MARTIN: Wetterkunde für den Segelflieger. Zentralvorstand der Gesellschaft für Sport und Technik. Halle, 1953. 134 (A/4) lap.

A repülés és meteorológia kapcsolatának fontosságát még a nem-szakember előtt sem kell bővebben bizonygatnunk, és különösen azt nem, hogy a vitorlázó repülőnek van elsősorban meteorológiai ismeretekre szüksége.

A repülési meteorológia írójának főként az okoz gondot, hogy a meteorológiai alapfogalmakat megfelelő mértéktartással tárgyalja: ne merüljön el a felesleges részletekben, de nyújtson annyit, amennyi a repülőgépezető számára — a repülésre leginkább ható időjárási folyamatok megértése és értékelése szempontjából — okvetlenül szükséges. Ezt az elvi szempontot követi Teich, amikor a légkör egyensúlyi helyzeteinek, azok hőmérsékleti feltételeinek tárgyalását állítja könyvének tengelyébe, jól tudván azt, hogy ezen az úton a légkör erőforrásainak gyakorlatias magyarázatához is eljut. Ez abban a fejezetben tapasztalható leginkább, amelyben a vitorlázó repülés szempontjából döntően fontos függélyes mozgásokról van szó, ahol a teljesítményrepülés meteorológiai alapjának ismertetését találjuk. Hasonlóképp jól sikerültek a repülést veszélyeztető időjárási folyamatok elemzését tartalmazó fejezetek s az időjárási elmagyarázó szövegek nemkülönben. Dícséret illeti a szerzőt egyszerű, világos és szellemes ábráiért, eredeti fényképfelvételeiért.

Haszonnal forgathatja Teich könyvét nemcsak a vitorlázó repülő, hanem a meteorológus is. A legeredményesebb repüléseket mindenekelőtt a földfelszínen kell végrehajtanunk olyan értelemben, hogy minden mozzanatot átgondolunk, előkészítünk: ennek a helyes didaktikai elvnek a megvalósításához nyújt kitűnő segédeszközt Teich könyve.

Dr. Dési Frigyes

H. P. POGOSZJÁN: A planetáris frontálzónák évszakos változásai (Szezonjije izmenenyija planyetarnih zon). *Meteorologija i Hidrologija*, 1954. 4. szám 15–22. old. Leningrád.

A tanulmány a planetáris frontálzónák termobárikus mezejének strukturális sajátosságait, a zóna kialakulásának és fejlődésének körülményeit vizsgálja. Négy hőmérsékleti ellentét térképet mutat be, amelyek a legnagyobb vízszintes hőmérsékleti gradiensnek földrajzi eloszlását ábrázolják, mind az északi, mind a déli félgömbön a különböző évszakokban. Ezek megmutatják a legnagyobb hőmérsékleti ellentétek zónáinak elhelyezkedését és ezen zónák hóáramlás előidézte strukturális sajátosságait.

Az északi félgömbön a legnagyobb hőmérsékleti ellentétek zónáival egybeesik a ciklonok és anticiklonok, valamint az erős szelek gyakorisága. Az erős szelek gyakorisága a hőmérsékleti ellentétek gyöngülésének arányában téltől nyárig csökken, nyártól télég pedig növekszik. A déli félgömbön mind a hőmérsékleti ellentétek értéke, mind a velük kapcsolatos ciklon- és anticiklontevékenység intenzitása jelentéktelen évszakos ingadozásokat mutat.

A vizsgálatok eredményéből kétségtelenül megállapítható a légköri folyamatok és a nagyobb hőmérsékleti ellentétek közötti összefüggés.

Békeffy Józsefne

Emlékezés Fraunhoffer Lajosra, születésének 90. évfordulóján

Konkoly-Thege Miklós, a Meteorológiai Intézet második, csillagász igazgatója körül a múlt század 90-es éveiben csoportosult régi meteorológus gárda immár a múlté. Az úttörők és az Intézet tudományos működését szélesebben megalapozó elődeink utolsó tagja az 1947. dec. 17-én elhunyt *Fraunhoffer* Lajossal kidőlt. A mai kor meteorológusa már el sem tudja képzelni azt, hogy egy időben — igaz ugyan, hogy annak már több mint hat évtizede — az Intézetben csak öten dolgoztak. Öten látták el a budai obszervatóriumban (a Várhegy alatti Lovas úton, az ún. Hofhauser-féle villában) a meteorológiai és földmágnességi észleléseket, és dolgozták fel a vidéki hálózat megfigyeléseit. Később naponta már prognózist is adtak ki, a huzalos távirón elkészve és gyéren beérkező adatokból; a külföldi időjárás táviratok néha csak du. 2—3 órára „futottak be”, „kapuzás után” és akárhányszor adatok hiányában a várható időjárás kiadása el is maradt, vagy ha közölték is — amint a rossz nyelvek mondták —, az olyan dodonai jóslat volt, amibe bárki, bármit bele-magyarázhatott.

1890-ben lett *Konkoly* az Intézet igazgatója. Ekkor itt találta már *Kurländert-Rónát* és *Fraunhoffert*, de *Kurländer* igazgatót rövidesen nyugdíjazták is. *Konkoly* ténykedése forradalmi átalakulást jelentett az Intézet életében. Az elhanyagolt állapotban levő Intézet újjászervezésekor a költségvetésileg engedélyezett állásokra 1891 júniusában *Anderkó* Aurél és *Héjas* Endre, 1892-ben *Steiner* Lajos, *Raum* Oszkár, *Neubauer* Aladár és *Keller* Károly, 1894-ben *Marczell* György, *Kronich* Lénárd, és végül 1895-ben *Tolnay* Lajos és *Karvázy* Zsigmond került. 1897-ben *Héjas* Endre szerkesztésében és kiadásában megindult „*Az Időjárás*”, az első magyar nyelvű meteorológus szaklap. Ennek a nagy erővel, mintegy viharosan utat törő intézeti fejlődési korszaknak egyik oszlopos tagja volt *Fraunhoffer* Lajos. A kötelességteljesítés és az emberi jószág megtestesülése, *Rónával* együtt a legpuritánabb ember, akit valaha ismertem. Ennél a tulajdonságánál csak egy volt szembeötlőbb: végtelen szerénysége.

90 évvel ezelőtt, 1865. január 9-én született *Fraunhoffer* Lajos, németajkú szülők gyermekeként a Torontál megyei Kiskomlóson. Csak középiskolás korában, „cseregereként”, a szegedi gimnáziumba kerülve tanult meg magyarul. Ennek ellenére végig kitűnő tanuló volt Szegeden éppúgy, mint Nagybecskerekén. Már gyermekkorában is bámulatos emlékezőtehetségét jellemzi a következő eset: 1878 körül az egyik nyáron valamilyen népösszeírás volt Kiskomlóson. A falu felnőtt lakossága a földeken dolgozott, de a gyermek *Fraunhoffer* az egész utca lakosainak személyi adatait bemondotta az összeírónak. Mikor atyja kérdezte, hogyan tudta az adatokat megjegyezni, csodálkozva felelte: „Hogyan lehet elfelejteni valamit, amit az ember egyszer hall?” Családjában mindenkiről tudta, mikor született, a hét melyik napjára esett az a nap, s milyen idő volt akkor. Ezt a rendkívüli emlékezőtehetségét meteorológus kollegái is gyakran megcsodálták.

Egyetemi tanulmányai során, 1883-tól 1887-ig, a budapesti egyetemen a matematika-fizika szak mellett még a filozófia szakot is elvégezte. Fizikai ismereteit a világhírű *Eötvös* Loránd és *Fröhlich* Izidor előadásaiból mélyítette. Kedvenc tárgya mégis inkább a filozófia volt. Később sem szűnt meg vonzalma a filozófia iránt, erről tanúskodik egy német folyóiratban megjelent két ismeretelméleti cikke, sőt 1901-ben alapítóként részt vett a Magyar Filozófiai Társaság létrehozásában is, és annak élete végéig szorgalmas látogatója volt.

1889 őszén tért haza Németországból, ahol a berlini és leipzigai egyetemen két évet töltött, főként meteorológiai és természetfilozófiai tanulmányokkal, de irtózva a nyilvános szerepléstől, egyetemi abszolutóriummal a kezében, nem jelentkezett a mintagimnáziumban a tanári gyakorlóévre. Inkább — *Róna* Zsigmond biztatására — 1889. november 25-én az akkor még nagyon szerény keretek között működő Meteorológiai és Földmágnességi Központi Intézet kötelékébe lépett kalkulátorként. Amikor a nagy befolyású, és rendkívüli szervezőképességű *Konkoly-Thege* Miklós igazgatása alatt az Intézet

rohamos fejlődésnek indult, szolgálatának ötödik évében, 1894. február 2-án *Fraunhoffer* már adjunktus lett. Ez, az abban az időben magasnak számító és jól fizetett állás, viszonylag gondtalan életet biztosított neki, jóformán kora ifjúságától kezdve. *Konkoly* működése európai szintre emelte az Intézetet és amikor *Konkoly* 1911-ben nyugdíjba ment, a Magyar Tudományos Akadémia a szervezeti szabályzatnak megfelelően megtéve javaslatát a földművelésügyi miniszternek, *Róna* Zsigmond mögött *Fraunhoffer* Lajost jelölte második helyen az igazgatói állásra. Az akkori szokásnak megfelelően, az első helyen jelölt kapta meg a kinevezést, *Fraunhoffert* pedig 1912. május 9-én igazgatóvá nevezték ki. Rendkívül szorgalmas és lelkiismeretes tisztviselőt ért ez a megbízás. Már addig is nagy odaadással vezette a klimatológiai osztályt s az akkori nehéz költségvetési bilincsek mellett ugyancsak sikeresen fejlesztette az állomáshálózatot.

Aligazgatóként is megtartotta a Klíma-osztály vezetését, ennél fogva keveset könnyített az igazgató vállaira neheződő terheken, amit a meteorológiában akkoriban beállott gyors fejlődés magával hozott. Nem tudott íveitől megválni, és inkább beállt oda segíteni, ahol komoly munkatorlódást látott. Ezért találjuk számos ombrometriai jelentésen is az ő jellegzetesen reszkető kézírását.

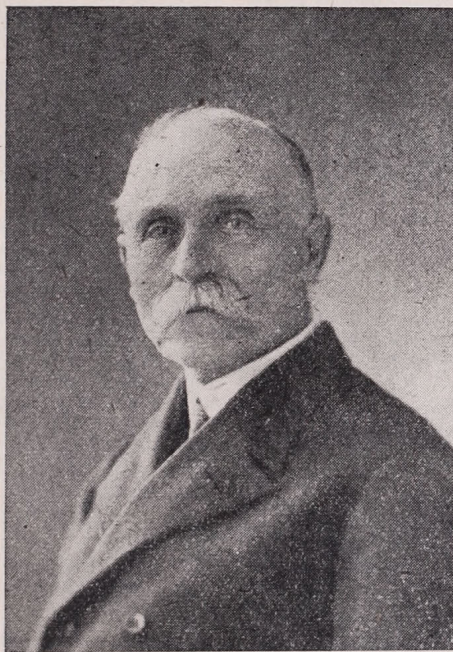
Osztályvezető korában bizonyos munkateljesítmény-maximumot állított fel. Aki azt elvégezte, távozhatott vagy foglalkozhatott, amivel akart. Ilyen munkateljesítmény volt például 12 kis állomás teljes feldolgozása, reggel fél 9 és du. 2 óra között. *Steiner* Lajossal és *Tolnay* Lajossal kuriózumból nem egyszer megcsináltuk ezt. Nem szabad elfelejtenünk, hogy abban az időben az Intézetben még nem volt számoló-, de még összeadó gép sem.

Irodalmi működése nem volt nagy, de mégis több kisebb, és 2–3 nagyobb cikket írt az „*Időjárás*”-ba is. (Ezeknek bibliográfiája az „*Időjárás*” 1947. évf. 61–62. lapján jelent meg.) Bámulatos emlékezőtehetségével bármely rendkívüli időjárási esemény „példátlan” voltát azonnal megállapította — fejből — s az éghajlati táblázatok adatai mindenkor igazolták is állítását. Legtöbb tanulmánya „*páratlan*” és „*rendkívüli*” időjárási esetekről szól. Fáradhatatlan buzgalommal vezette 1871-től fogva minden egyes nap-tári napnak budapesti észleléseit. Ezek a táblázatok később alapjaivá váltak az 50, majd a 75 évi napi középértékek kiszámításának, s így azok Budapest éghajlati megismerésének legértékesebb adatai.

Éghajlati irodalmi működését egy bírálattal kezdette 1898-ban. *Fényi* Gyulának, a Nap fizikája kiváló kutatójának, a Kalocsán végzett felhőzet- és napsütés-megfigyelések eredményeiről írott cikket boncolgatta. Már itt rámutatott arra, hogy a becslés útján megállapított elemek — ilyen a felhőzet is — értékeinek homogenitását különbségek számításával feltétlenül ellenőrizniünk kell, különösen akkor, ha az

észlelők gyakran változnak. Kimutatta, hogy *Fényi* tanulmányában a nyolc évre terjedő napsütési adatok homogének, míg a felhőzet-becslések ahomogének voltak és innen keletkeztek a tanulmány egyes ellentmondásai.

A következő ismertetése *Hegyfok* Kabosnak a MTA által kiadott nagy felhőzeti munkájával foglalkozott. Ennek a munkának ismertetésekor írja, hogy egy másik időjárási elemet (= a hőmérséklet) tárgyaló munkának keletkezésekor meggyőződött arról, hogy az eredeti megfigyelési ívekbe való betekintés nélkül „alig lehet régebbi megfigyeléseket feldolgozni”. Igen behatóan foglalkozott *Hegyfok* mun-



Fraunhoffer Lajos

1865. január 9.—1927. december 11.

kájával, rámutatva néhány tévedésére — inkább a gyarló anyagból adódó hamis eredményekre —, de elismeri a munka nagy jelentőségét az akkor még fiatal és igazán gyér meteorológiai irodalmunkban. *Hegyfoky* erre a bírálatra nem felelt.

Nagyobb vita keletkezett azonban 1907-ben, amikor *Hegyfoky* megírta „Az első járása Magyarországon” című tanulmányát. (Földr. Közl. XXXIV. 10.) A bírálat módszertani szempontból fölülte tanulságos és rámutat az 1870. év előtti adatok megbízhatatlanságára, pedig akkor még az általam később megállapított „beszivárgási hiba” sem volt ismeretes, az pedig ugyancsak nagy hibaforrás régi adatainkban. Miután az nem mindenütt egyforma, kétségtelenül nagy befolyású a levont következtetésekre. Erre a bírálatra *Hegyfoky* válaszolt, erősen védte a maga igazát, de *Fraunhofer* újból elemezte az 1853. és 1854. évek csapadékadait és kimutatta, hogy *Hegyfoky* módszertani szempontból hibát követett el. S erre már újabb válasz nem következett. Ennek a tudományos vitának a részleteire nem térek ki, de minden tudományos munka bírálatából keletkezett vagy más természetű tudományos vitának az elolvassását a fiatal nemzedéknek figyelmébe ajánlom, mert azok mindig szerfölött tanulságosak.

Fraunhofer sohasem kereste a vitát, de ha arra kényszerült, teljességgel helytállott. Mély természetfilozófiai képzettségével és nagy matematikai tudásával a dolgoknak mindig meglátta a lényegét. Am vitatkozásaiban mindenkor a legszelidebb volt és nem ragadtatta el magát. Irodalmi működéséből megállapítható, hogy a szélsőségek megőrkítése mellett a hőmérséklet, légnyomás és felhőzet 30-40 évi sorainak összeállításával is foglalkozott. Részletesebb megvilágításukat azonban két kiváló társszerzőjére, *Rónára* és *Tolnayra* bízta. Mindhárom értekezése ma már inkább csak történelmi jelentőségű, de az alapvető értekezésekhez tartoznak. A magyar meteorológiai irodalom klasszikus dolgozatai.

Szándékosan hagytam utoljára annak a nagyszabású munkának a megemléését, amelyet a magyar klimatológiai irodalom atyámaival, *Róna* Zsigmonddal írt. Ez „Magyarország hőmérsékleti viszonyai”. Ott voltam ennek a félévszázad előtt megjelent munkának a megszületésénél. A mai meteorológus nemzedéknek nincs, de nem is lehet fogalma arról, milyen nagy, szinte legyőzhetetlen nehézségekbe ütközött e mű megírása. A Kárpát-medence hőmérsékleti viszonyainak feldolgozása csak hangyaszorgalommal és nagy türelemmel volt végrehajtható. Min-

den egyes hőmérő felállítást külön behatóan kellett tanulmányozni s mérlegelni: mikor, mettől meddig érhetette nap-sütés, mikor változott az ún. ablakfelállítás stb., a hosszú sorozatok mennyiben tekinthetők egyöntetűeknek. A sok nehézséggel járó megállapításokból leszűrődött többek között az a meggyőződés, hogy a jövőben „— amidőn majd éghajlati vizsgálatoknál nagyobb pontosság elérésére törekedünk — a megfigyelőhálózat súlypontját a városok kívüli szabadon fekvő felállításokra kell helyezni”. Ennek a munkának létrejötte hozta magával végre 1910 után, hogy az Intézet fokozatosan áttért az ún. angolházikós hőmérőfelállításokra. Igaz ugyan, hogy emiatt más szempontból nagy áldozatot kellett hoznunk: az ambiciózus, szívvel és lélekkel műkedvelő meteorológusok majdnem mind a városok, községek, belterületén laktak, s így tanárok, tanítók, gyógyszerészek stb. fokozatosan kiestek az észlelők sorából.

A. *Róna*—*Fraunhofer*-féle hőmérsékleti tanulmány a legszebb magyar meteorológiai munka. Nemcsak módszertanilag, hanem a hazai meteorológiai szolgálat és hálózat története szempontjából is klasszikus forrásmunka marad. Így pl. Budapest, Nagyszében vagy akár Szeged hosszú sorozatának homogénné tételéről írottak fölülte tanulságosak. Ebben a munkában az apró részletmunkák zömét mind *Fraunhofer* végezte el, de a mű egybefoglalásához már *Róna* nagy áttekinthetősége és koncepciója kellett. Érthető, hogy ezt a művet a hazai és külföldi kritika is nagy elismeréssel fogadta, mert különösen a szomszéd államok számára volt nagy jelentőségű, amint azt *Hann* és *Trabert* is kiemelte.

Nem volna teljes a kép, ha nem említeném meg, hogy *Fraunhofer* közel három évtizeden át szerkesztette és rendezte sajtó alá a Meteorológiai Intézet Évkönyveit, valamint a budapesti havi jelentéseket, amelyek később Magyarország időjárás havi jelentéseivé alakultak át. Az Évkönyvek 1906. évi XXXVI. kötetében is jelent meg tanulmánya: „A csapadék 30 évi (1876—1905) havi és évi középértékei”.

Fraunhofer Lajos munkálkodása éppen aprólékossága és pártját ritkító precizitása folytán az Intézetre nézve igen nagy jelentőségű volt. Amikor teljes szolgálati idejének lejártával saját kérelmére 1926. december 11-én végleg nyugalomba helyezték, egválttal igazgatói címmel tűntették ki. Ezek után azonban még két évtizeden át napenként bejárt az Intézetbe. A két elválaszthatatlanul hú barát, *Róna* Zsigmond és *Fraunhofer* Lajos a

régi igazgatói szobában szinte haláluk napjáig együtt dolgozott. Tisztán tudományyszeretből, semmiféle — ismételten felkínált — anyagi ellenszolgáltatást el nem fogadva. *Róna* 1941-ben bekövetkezett halála után *Fraunhoffer* egyedül folytatta, úgyszólván halála napjáig a budapesti éghajlati táblázatok további kiegészítését. Mindig szívesen segített, adott

tanácsot a fiatal nemzedéknek és sokévtizedes tapasztalatainak tárházából igen sokat meríthettünk.

Amidőn 83. évének küszöbén, 1947. december 11-én távozott az élők sorából, szép emléket hagyott maga után. Az Intézet értékes tagja dőlt ki vele és sokan átértézték a jóindulatú, hűséges barát elvesztését.

Réthly Antal

A METEOROLÓGIAI VILÁGSZERVEZET II. KONGRESSZUSA. A Meteorológiai Világszervezet tagállamainak küldöttei 1955. április 14-én a 4 hétre tervezett II. kongresszusra gyűltek össze Genfben. A II. Kongresszus fontosságban igen sok szempontból felülmúlja az 1951-ben Párisban tartott I. kongresszust. Az I. kongresszus és az azóta eltelt évek tapasztalatai alapján különleges szüksége mutatkozott a Kongresszus igen részletes előkészítésének, hogy a Világszervezet megfelelően az eljövendő években tőle várt követelményeknek.

Ennek érdekében — többek között — a Világszervezet hivatalos lapja, a *Bulletin de l'OMM*, 1955. januári száma összefoglalja az elmúlt négy év tapasztalatait ismerteti a meteorológia újabb fejlődését és a jövő munkatervét.

1951-ben, az I. Kongresszus idején a Meteorológiai Világszervezetnek, az Egyesült Nemzetek különleges intézményeként, még kevés közvetlen tapasztalata volt új felelősségét illetően. Az I. Kongresszus csak körvonalaiiban látta azokat a feladatokat, amelyeket a jelen gyors fejlődésű világában az alkalmazott meteorológiának egészen új szerepével kapcsolatban teljesítenie kell. Ennek megfelelően igen óvatos volt a munkaterv felállításában és a személyzet létszámának, valamint az anyagi alapoknak a meghatározásában.

A Világszervezetnek most közel négyéves tapasztalata van. Hivatala, területi egyesületei, technikai bizottságai és titkársága az elmúlt évek során megállták a helyüket és már ismerik azokat az előnyöket, amelyek a program bizonyos alkalmasságából származhatnak és amelyek még ismeretlenek voltak 1951-ben.

A Világszervezet munkacsoportjainak, technikai bizottságainak és egyéb alkotó szerveinek beszámolóí hű képét adják annak a hatalmas teljesítménynek, amelyet számos technikai szakember legnagyobb részben önkéntes munkája hozott létre. A Meteorológiai Világszervezet közreműködése igen nagy segítséget nyújthat világszerte a nemzeti repülésnek, a

tengeri hajózásnak, mezőgazdaságnak és számos más emberi tevékenységnek. E feladatainak azonban még jobban meg tudna felelni, ha a tagállamok sorából nem hiányoznának a Kínai és a Mongol Népköztársaság, a népi demokratikus Korea s a Német Demokratikus Köztársaság. Márpedig még közvetlenül a II. kongresszus előtt is a Világszervezet titkársága azon gondolkodik, egyáltalán meghívja-e ezeket az államokat a kongresszusra. Nem kétséges, hogy a Meteorológiai Világszervezet alapokmányának semmibevevésével távlatartott ezen népi demokráciák bekapcsolása megsokszorozná a Világszervezet munkaerejét, s a meteorológia egyre növekvő számú problémáinak megoldását megkönnyítené.

Számos példa bizonyítja, hogy a meteorológia lehetőségei és felelőssége sokkal kiterjedtebb 1954-ben, mint volt 1951-ben. Az időelőrejelzés számszerű módszerekkel — nevezetesen elektronikus számológépek segítségével —, jöllehet még csak kísérleti állapotban van, új távlatokat nyit és olyan változtatásokra enged következtetni, amelyek a szinoptikus meteorológia technikájában korszakalkotók lesznek és az időelőrejelzések valószerű javulását hozzák magukkal. A numerikus előrejelzés jövője az egész világon végzett megfigyelések összegyűjtésétől függ. Az óceáni meteorológiai állomások jelenlegi rendszere igen költséges ahhoz, hogy az összes óceánokra kiterjeszthessék; az aerológiai felszállások jelen módszere szintén költséges és elégtelen. Jöllehet a Meteorológiai Világszervezetnek nem kell vagy talán nem is lehet vállalkoznia e problémák megoldására, a Szervezet működési keretén belül mégis többet kellene tennie, mint ahogy ez jelenleg módjában áll, hogy megkönnyítse a jelentések cseréjét, ösztönözze a nemzeti meteorológiai szolgálatok haladását és kutatómunkáját, bátorítást és támogatást nyújtva a legtöbbet ígérő kutató terveknek.

Az időjárás és az éghajlat számos problémát vet fel a vízienergiák hasznosításával, a természetes erővel, az emberek egészségével és jólétével és más gazdasági

és szociális feltételekkel kapcsolatban. Ezeknek a problémáknak bizonyos része a világ különböző specializált intézményeihez vagy kutató intézeteihez tartozik. A Meteorológiai Világszervezetnek, mint a világ meteorológusai főszervezetének, meg kellene határozni azokat a feladatokat, amelyek a meteorológia és a nagy világproblémák közötti kapcsolatok alapvető területén ráhárulnak.

Az ipari emanáció a légszennyeződéssel kapcsolatban szintén komoly problémát képvisel, amely közvetlenül érinti a meteorológiát; hasonlóképpen a még ismeretlen lehetőségek az időjárás mesterséges befolyásolására legalább helyileg, ha nagymértékben nem is valószínűsíthető meg. Az időjárás „kormányzása” a gyakorlatban már régen megvalósult, habár csekély mértékben, a talajközeli rétegek inverzió alatti részének mesterséges melegítésével, olyan vidékeken, ahol a gyümölcsfáknak a fagy ellen való megvédéséhez a fűtés rentábilis. Még megállapításra vár, hogy milyen más módok vannak az időjárás kedvező befolyásolására, és hogy azok alkalmazása mely vidékeken lehetséges. A Meteorológiai Világszervezet sokat tehetne ezeknek a területeknek a kutatása és értékesítése terén, ha ismertetné a lehetőségeket, azokat elfogadhatná és támogatást nyerne számukra.

A legtöbb országban a rendelkezésre álló eszközök nagyobb arányú program keresztülvitelére elégtelenek. Jellemző tény a meteorológusok tartózkodó magatartása a technikai igények terén. Szükségből a legminimálisabb eszközökkel gyakorolják hivatásukat távolról sem kielégítő támpont és adat birtokában, ami a többi exakt tudományhoz képest jóval az észszerű szint alatt van. Sok, szerfölött szükséges szinoptikai megfigyelés és aerológiai felszállás anyagi lehetőségeik határán túl van, ennek következtében a meteorológusok hozzászóltak, hogy képességük legjavát nyújtják a rendelkezésükre álló elégtelen eszközök mellett. Talán ez szab határt elképzeléseiknek és kevésbé kitarthatókká teszi őket a hálózatot és a műszereket érintő kéréseikben, pedig e kérések teljesítése nagymértékben biztosítaná a lakosság jólétét és biztonságát növelő lényeges meteorológiai segítséget.

A Meteorológiai Világszervezet lapja a *Bulletin de l'OMM* és az időszakonként megjelenő *Notes techniques* számos időszzerű cikket tartalmaztak az alkalmazott meteorológiával kapcsolatban. A II. kongresszus feladata lesz, hogy megvizsgálja ezeknek a kiadványoknak az értékét és megállapítsa, hogy a programnak ezt a részét bővíteni vagy módosítani kell-e, hogy a lehető legjobb eredményt adják.

Az utóbbi évek folyamán számos ország

alkotott terveket a vízienergia kihasználására. A Világszervezet feladata lenne, hogy a népi demokráciákban, nevezetesen a Szovjetunióban, Népi Kínában és a Német Demokratikus Köztársaságban e téren elért hatalmas eredményeket alapul véve alkossa meg hidrológiai munkatervét és a népi demokráciák sikerei nyomán mentesítse többi tagállamait a fölösleges erőfeszítésektől.

Azok a meteorológiai szolgálatok, amelyek részt vesznek a nemzetközi geofizikai év programjában, a II. kongresszus napirendjén szereplő rokonkérdések vitái alkalmával felvilágosítást kaphatnak a munkaterv fő jellegzetességeire vonatkozóan és megerősíthetik részvételi terveiket.

A Meteorológiai Világszervezetnek területi és technikai bizottságai is vannak. Ezeknek a bizottságoknak a létjogosultságát igen nyomós okok támogatják. A problémák nagy része területi tevékenységre korlátozottan könnyebben megoldható, mint világviszonylatban. Ugyancsak nyomós okok szólnak amellett, hogy a Világszövetség technikai és tudományos munkájának nagy része olyan szakértők kezében legyen, akik a világ minden részéből jöttek a technikai bizottságok állományába. Az elmúlt négy év tapasztalata azt mutatja, hogy a világiügylek menete igen gyors ritmussal vett fel, ennek következtében az alapszerveknek egyre több nehézséggel kell megbirkóznunk, ha csak a Világszervezet valamilyen módon nem nyújt segítséget mind anyagi, mind személyzetrel való ellátás terén. Több technikai bizottság kérte már megbízatásának módosítását. A II. kongresszus feladata lesz határozni affelől, hogy ténylegesen kívánatos-e az alapszerveknek ez az újjászervezése vagy jobb lesz kettő vagy négy évet várni a III. kongresszus összejöveteléig. Időközben a Világszervezet orvosolhatná a legerősebb hiányokat, ha a II. Kongresszus valamelyes hitel és segéd-személyzet nyújtásával megadná a módot arra, hogy a területi és technikai bizottságok úgy végezzék munkájukat, ahogy ezt tőlük várják.

Az I. kongresszus óta végzett munkák nagy változatosságától és jó eredményeitől lelkesítve a Világszervezetnek most alkalma van még kimerítőbb munkatervet alkotni, amely teljes mértékben megfelel annak, amit a világ a meteorológia tudományától és alkalmazásától vár. Ez az alkalom azonban csak akkor ragadható meg, ha a Kongresszus tisztában van a lehetőségekkel és az alapszerveknek megadja a módot arra, hogy gazdaságos és gyakorlati módon végezhesék munkájukat.

Ekeffy Józsefné

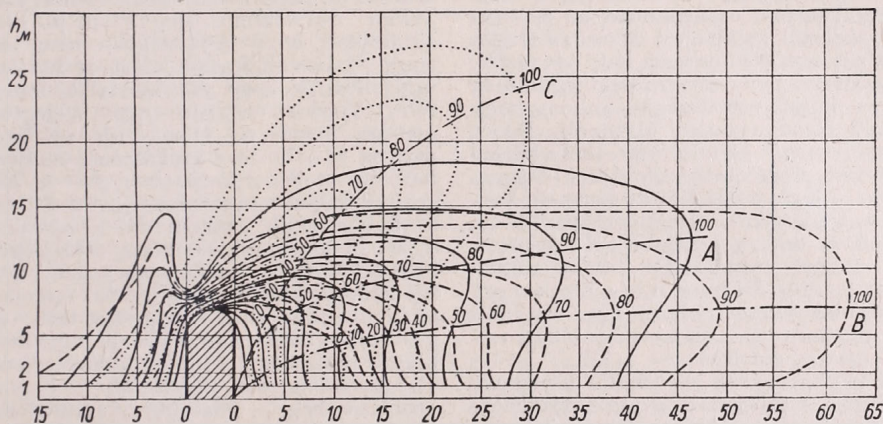
AZ ERDŐÜLTETVÉNYEK SZÉLVÉDŐ HATÁSZÓNÁJÁNAK VÁLTOZÁSA.

Az erdősáv szélvédő hatászónája nemcsak az erdő magasságától, struktúrájától függ, hanem a légkör földközeli rétegének hőmérsékleti rétegződésétől, valamint az adott szélsébségi viszonyoktól is. Az erdő szélvédettségi kiterjedése nem állandó, hanem az idő múlásával szakadatlanul változik. Az erre vonatkozó megfigyelési kísérletezéseket a SZU-ban végezték az 1948—52-es években, a *Vlagyimír-i* (nyikolajevi körzet) kutatóintézetben. Az eredményekről pedig *Szmaljko* akadémiai levelező számolt be. (*Izvestija Akadémii Nauk SZSZSZR. Szerija Geograficeszkaja* 1954. évf. I. sz. jan.—febr. 51—53 old.).

Megállapítást nyert, hogy az erdősáv szélvédő hatászónáinak struktúrája (át-

A harmadik esetben a szélvédő hatás zónájának horizontális megrövidülése és vertikális növekedése következik be. Ez esetben labilis hőmérsékleti rétegződésről beszélünk. A szélvédettségi horizontális kiterjedése 1 m-es magasságban az erdőmagasság 18-szoros, 20 m-es magasságban pedig 30-szorosára nő a távolság. A szélgyöngítő hatás ez esetben 25—30 m a vertikális irányban.

A legnagyobb relatív szélsébség-csökkenés az erdősáv mögött közvetlenül következik be a földfelület közelében. A sávtól távolodva pedig a magasság, melyben a szélsébség csökken, fokozatosan nő. Ha az azonos szélsébségsökkenésnek az erdőtől legtávolabbi pontjait összekötjük, megkapjuk a szélsébségsökkenés tengelyét. Ez a tengely egyidejűleg az erdősáv mögött képződő légörvények moz-



fújhatóságtól mentes erdő esetén) módosul a légkör földközeli rétegének különböző hőmérsékleti állapotától. Más helyzet adódik *izotermia* esetén, más az *inverzió* esetén és más a *labilis vertikális gradiens* folyamatában.

Míg az első esetben a szélvédelem a vízszintes síkon 1—2 m-es magasságban az erdősáv magasságának 40-szeres távolságáig, 12 m-es magasságban pedig 47-szeres távolságig helyezkedik el. A függőleges irányú szélgyöngítő hatás pedig mintegy 18 m-es magasságig érezhető. Ez esetben *közömbös hőmérsékleti rétegződésről* beszélhetünk és a szélvédettségi átlagos zónáját kapjuk meg.

A második esetben pedig 1 m-es magasságban 55-szörös távolság, 6—8 méteres magasságban 63-szörös távolság észlelhető, a szélgyöngítő hatás pedig 14 m-es magasságig érvényesül a vertikálison. Itt *labilis hőmérsékleti állapot* folyamata áll be, a szélgyöngítő hatás magassága csökken, a szélvédő hatás hossza pedig nő.

gáspályája is. A pálya meredeksége nő a hőmérsékleti gradiens növekedésével és fordítva, csökken az inverzió és szélsébség erősödésekor.

A szélvédettségi hatászónáját az erdősáv magasságaiban kifejezve az ábra tünteti fel.

Az „A” tengelyhez tartozó megszakítottan izo-vonal esetén izotermia állapot, „B” tengelyhez tartozó szaggatott izo-vonal esetén inverziós állapot, „C” tengelyhez tartozó pontozott izo-vonal esetén pedig labilis vertikális gradiens folyamat következik be.

A tengelyeken feltüntetett értékszámok a nyílt terület szélsébségéhez viszonyított százalékos értékek. Egységalapnak egy nyílt füves sztyep szélerősségi viszonyait vették, amit százszázaléknak adtak meg.

Ez a tanulmány magyarázatul szolgál azoknak a kutatóknak, akik ellentmondó eredményeket kaptak az erdősávok szélvédő hatászónájának megállapításában.

Andó Mihály

HIREK AZ IONOSZFÉRÁBÓL. Az ionoszférakutatás bevezetésével ma már arra is van lehetőségünk, hogy a legfelsőbb légkörben lejátszódó időjárási eseményekről is adjunk tájékoztatást. Egyelőre csak a felső légkör elektromos állapotát tudjuk vizsgálni, de ebből már levonható némi következtetés egyéb légköri elemekre is. Amikor az ionoszférában sűrűsödnek a rétegekben az ionok és az elektronok, fel-tétlenül hőhatásokra is kell gondolnunk, ebből pedig arra kell következtetnünk, hogy az esetleges hőhatások nyoma bizonyos idő múlva a troposzférában is érezhető lesz. Itt már aztán ez a hatás sokféle változást hozhat létre. Egyelőre még csak vizsgálatokról lehet szó és nem szabad arra gondolnunk, hogy kialakult véleményünk lehet a hatások mennyiségi és minőségi fokát illetően, de még csak arra sem, hogy tényleg fennállanak-e a felső légkörből (értem ezalatt most az 50 km-nél magasabb légréteget) érkező, a troposzférában lezajló időjárásra ható tényezők. Mindenesetre van valószínűségük, de még hosszas kutatás szükséges ahhoz, hogy valamit bizonyossággal állítsunk. Eddig eredményes volt az a kutatás, mely a felső légrétegek elektromos rétegeinek magassága és a légnyomás között keresett korrelációs tényezőket. Általában azonban az ionoszférát csak a legújabb időben nézik meteorológus szemüveggel, ilyen szemüveget tettünk fel most mi is, amikor ezt a kutatást komolyabban, egy nagyobb készülék üzembehelyezésével valóban európai nivóra emeltük.

Mindaddig, amíg elegendő anyagunk nem lesz a komoly korrelációs kutatáshoz, igyekeznünk egyes odafenn lezajló jelenségeket hírül adni és így módot nyújtani arra, hogy a meteorológusok gondolkodhassanak, milyen összefüggéseket lehetne találni a felső légkörben lezajló jelenségek és a folyó időjárás között.

Érdekes megemlíteni, hogy január folyamán többször megfigyelhettük, a kb. 120 km magasságban levő „E” réteg nem összefüggő, szinte esőfelhőszerű réteget alkotott, mint aminőt pl. a felette levő F₂ réteg általában, hanem darabokra szagatva, szórtan (sporadikusan) jelentkezett. Ennek több következménye lehet. Hullámterjedési szempontból azért érdekes, mert ezek az apró felhődarabok eléggé sűrűek és rövidebb hullámokat is visszavernek, mint aminőket ez a réteg általában szokott. Így fordulhat elő pl., hogy az ultrarövid, tehát néhányméteres hullámok esetleg ezer kilométeres, sőt hosszabb utat is megtehetnek. Ennek ezenkívül még az a jelentősége is lehet, hogy az ilyen alkalmakkor erősebb a Nap ultraibolya-sugárzása, hiszen a sűrűbb felhődarabokat minden valószínűség szerint ez hozza létre.

Ilyen rétegeket tapasztaltunk pl. január 2-án, 5-én és 9-én.

Azt is észrevettük, hogy az F₂ rétegről sokszoros visszaverődéseket kapunk. Ezalatt azt kell értenünk, hogy az általunk felküldött hullám az illető réteg és a föld között ide-oda többször is verődik. Ez a jelenség is jellemző a troposzférára is, mert tapasztalatunk szerint a troposzféra levegőjének eredete, tisztasága, továbbá még a földfelszín állapota is hozzájárul ahhoz, hogy a visszaverődések száma változzék. Többszörös visszaverődéseket kaptunk pl. január 3-án, 6-án, 7-én, 8-án, 10-én.

Január 12-e után megszűnt az ionoszféra „normális” állapota. A visszajött jelek sokszor szerteszét szóródtak az alsóbb rétegeken, egyáltalában még az F- rétegről jövő jelek is nagy nyugtalanságot áruáltak el. Arra kellett gondolnunk, hogy „vihár” dúl odafenn. Megtörtént pl. 11-én 17 órakor, hogy egyáltalában nem kaptunk visszaverődéseket. Ezt a rádiósok úgy jellemzik, hogy „kilyukadt” az ionoszféra. Tudjuk azonban, hogy a legtöbb esetben éppen az ellenkezője az igaz; nagyon is sok, de a szokásosnál nagyobb ion van a rétegekben, melyeket a Nap korpuszkuláris sugárzása juttatott légkörünkbe, ezek „zárják el” a hullámok útját. Érdekes, hogy amikor már nálunk bekövetkezett az emlékezetes januári zivatar és más különleges időjárási esemény, az ionoszféra már megnyugodott, sőt többszörös visszaverődések azt mutatták, hogy a normálisnál is jobb hullámterjedési viszonyok vannak. Figyelembe kell tehát vennünk, hogy a felső légkör rendelkezései megelőzték a troposzféra időjárási kilengéseit.

F. E.

A LÉGKÖRI ÓZON ÉS A ZIVATAROK KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS. A franciaországi val-joyeux-i kutatóállomáson 1953 október óta önműködőkészülék jegyzi fel a talajközeli levegőréteg ózonkoncentrációját. A műszer segítségével kutatják azokat az okokat, amelyek ezen koncentrációt befolyásolják. Az ózonkoncentráció egyébként időben igen erős változásokat mutatott. A változások gyakran szabálytalanok. A nyert értékek 0 és $7,3 \times 10^8$ nagyság között ingadoznak. (A koncentráció térfogategységre vonatkoztatva értendő.) A leggyakrabban előforduló érték $0,6 \times 10^8$ -tól $2,0 \times 10^8$ között változott. Az ózonmegfigyeléssel párhuzamosan regisztrálták a szél sebességét és irányát is.

Ugyanazon állomáson 1954. május 21 óta működik egy másik önjelzőkészülék, amely az elektromos légköri kisüléseket jegyzi fel. Ezt a készüléket a Laboratoire National de Radioelectricité készítette és

a műszer az elektromos légköri kísérleteket hosszú (30 km-es) rádióhullámok közvetítésével jegyzi fel. A két készülék adatainak összehasonlítása lehetővé tette, hogy az ozonkoncentráció változása és a légköri elektromos kísérletek, illetve a zivatarok közötti összefüggést megvizsgálják. A vizsgálat eredményét *Arlette Vassy* (Comtes Rendus Tome 239, No. 20, 15 November 1954, 1309—11) nyomán közöljük.

Ismeretes az a Dobson által először észlelt tény, hogy a zivatarok alatt az atmoszférikus ozon mennyisége jelentősen megnövekszik. Dobson mérései a megfigyelőhely feletti egész atmoszférára vonatkoznak. A jelenségek közötti összefüggés megállapítása nehézségekbe ütközik, mivel a zivatarok következtében beálló ózonnövekedés az egész légkörben oszlik el, és ebből az ozon talajmenti mennyiségi növekedése nehezen választható külön.

A kérdés általános érvényű vizsgálatához felhasználták a Francia Nemzeti Meteorológiai Intézet napi időjárásjelentését, amelynek segítségével a megfigyelőhely körüli 800 km-es körzetben megvizsgálták azokat a napokat, amikor az időjárás térkép zivatarokat jelzett. Ezeket az adatokat összehasonlították a légköri kísérleteket jelző készülék adataival s megállapították, hogy az önjelzőkészülék az esetek 50%-át regisztrálta. A regisztrálásal a zivatarnak a megfigyelőhelytől való távolsága nem jelentkezett tisztán. Természetesen a műszer érzékenysége korlátozta a regisztrált zivatarok számát. Ha viszont az ozonkoncentrációt regisztráló készülék adataival összehasonlították az időjárás jelentésben jelentkezett zivataros napok számát, azt találták, hogy az esetek 82%-ában a zivatar kitörése előtt az ozonkoncentráció erőteljesen megnövekedett. Az adatok egybevetéséből kitűnt, hogy az ózonnövekedés a légköri kísérleteket megelőzően 3 óra 30 perccel előbb jelentkezett. Ezt az adatot 30 zivataros időszak alapján állapították meg. Ha a villámlás okozta kísérletek sorozatosan jelentkeztek, időpontul az első villámlást vették alapul. A teljesség kedvéért megemlítjük azt is, hogy a kísérlet számláló műszer villámlást jelzett néhány esetben akkor is, amikor az időjárás térkép zivatarról nem tudott. Ez főleg akkor fordult elő, ha zivatar fellépte nem esett egybe a meteorológiai megfigyelések időpontjával, azaz a 18 és 6 óra világidővel, amely időpontról a térképek készültek. Megállapítható volt azonban, hogy ezek a kísérletek akkor következtek be, amikor az állomás környéke fölött hideg front vonult át. Ilyen esetekben szintén tapasztalható volt a kísérleteket megelőzően 3 órával az ozonkoncentráció mennyiségi növekedése.

Felvetődik a következő kérdés: ha az ozonmennyiség növekvését a villámlás okozza, a két jelenség közötti időkülönbségnek mi az oka? Ez megmagyarázható lenne azzal, hogy az ozonkoncentráció már akkor növekszik, amikor a cumulonimbus, melyben a villámlás létrejön, még a fejlődés állapotában van. Ennek a feltevésnek az igazolása azonban nehézségbe ütközik, mivel az ozon növekedése a távoli zivataroknál is tapasztalható. Ha ugyanis az ozonképződés oka a zivatarfelhő elektromos állapotának köszönhető, nehezen érthető meg, hogy annak hatása miképpen érezhető több mint 100 km távolságban is. Ezzel kapcsolatban két lehetőséget kell mérlegelnünk: 1. az ózont a zivatarfelhő képződésével kapcsolatban leszálló áramlás szállítja messzire, vagy pedig 2. az ozon ott helyben keletkezik, azon erőteljes elektromos mező hatására, ami a rossz időjárás idején vagy a zivatarok kiterjedése alkalmával a megfigyelőhelyen uralkodik. Ahhoz, hogy a két feltevés közül választani tudjunk, még bizonyos tények ismerete szükséges. Ténylegesen mindössze azt tudjuk, hogy a zivatarfelhőkkel kapcsolatban egy leszálló áramlás lép föl, amely a felhőt megelőzi, amelynek hatása azonban a zivatarfelhőtől csak néhány km-nyi távolságra terjed ki. Az ózonnövekedés tehát nagy távolságban levő zivatarfelhőnél ezzel nem magyarázható meg. Vagyis az ózont nem szállíthatja a zivatarfelhővel kapcsolatban kialakult leszálló áramlás a magasból az alacsonyabb rétegekbe. Érdekes jelenség, hogy a téli zivatarokat a talajmenti rétegben nem kíséri az ozonkoncentráció megnövekedése.

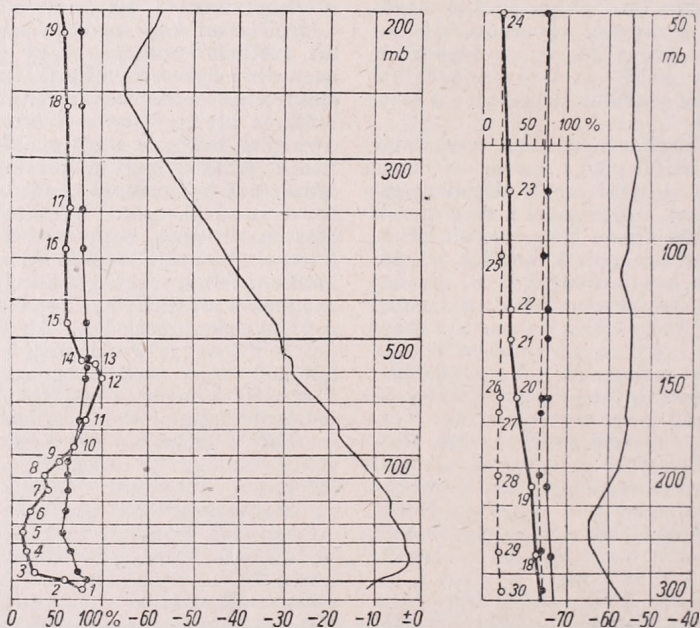
Ismeretes, hogy egyes külföldi kutatók az emberi szervezet időérzékenységevel kapcsolatos jelenségeket az ozonkoncentráció változásával hozták kapcsolatba. Bár ezt többen megcáfolták, a zivatarokkal kapcsolatban fellépő jelenségek máris arra utalnak, hogy itt bizonyos összefüggés mégis van oly értelemben, hogy a zivatarokkal, frontbetörésekkel párhuzamosan olyan folyamatok lépnek fel az atmoszférában, amelyek az ozonkoncentráció mellett az emberi szervezet bizonyos reakcióit is kiváltják. Utalni kell ezzel összefüggésben *E. Flach* kutatásaira, aki a zivatarokkal, gomolyfelhők képződésével kapcsolatos leszálló áramlással a reumatikus jelenségeket hozta kapcsolatba, ez előtt már mintegy 15 esztendővel. Érdekes jelenség az ozonkoncentrációval kapcsolatban, annak a zivatar előtt az első villámlást megelőzően mintegy 3 órával való fellépte, ami magyarázatul szolgál azokra az esetekre, amikor a front hatás a front átvonulását megelőzően vált ki káros folyamatokat az élő szervezetből.

Berényi Dénes

RÁDIÓSZONDÁK TÖKÉLETESITETT HIGROMÉTEREI. 1950-ben Payerne városában a Meteorológiai Világszervezet kísérleti aerológiai bizottságának irányítása mellett összehasonlították a különböző típusú rádiószondákat. Az összehasonlítás folyamán több rádiószonda bizonyos szempontokból kiválónak bizonyult. Jóllehet ezek a műszerek még messze vannak attól, hogy tökéletesek legyenek, a nyomást és a hőmérsékletet illetően igen hasznos adatokat szolgáltatottak. Ezzel szemben a nedvesség-regisztrálások annyira rosszak voltak, hogy az adatok felhasználása lehetetlenné vált. Különösen fennállott ez, ami-

már 1953-ban a Torontó-i üléseken kihangsúlyozta a késés káros befolyását a mérések szemléltető jellegére és felhívta a meteorológiai szolgálatokat, hogy bátorítsák az ilyen irányú kutatásokat. *W. Schulze* módszere, amelyet *E. Frankenberg* kivitelezett hengerelt hajszálakat használva, jelentősen csökkentette a késést. Ez a módszer Németországban kívül még nem annyira ismeretes, mint ahogy azt megérdemelné.

Svédországban 1954 januárjában kezdtek el a kísérleteket hengerelt hajszállal, az eredményeket *L. Raab* ismertette. A mellékelt ábra, amely *Raab* cikkéből van



Stockholm — Bromma-i rádiószonda-felszállás 1954. január 27-én kettős higrométerrel. Jobboldalon a hőmérséklet, baloldalon a nedvességek görbéi (vastag vonal = hengerelt hajszál, vékony vonal = normális hajszál). A szaggatott vonalak a leszálló ágat jelzik.

kor normális hajszálakat használtak nedvesség-elemként, de még az aranyverőhártya vagy az elektromos ellenállás elemei sem jelezték helyesen a nedvességváltozást alacsony hőmérsékleteken. Kétségtelen, hogy jó nedvesség-megfigyelések elengedhetetlenül szükségesek a jegesedés, a záporok vagy zivatarjelenségek, a csapadékmennyiség előrejelzésére, valamint a szinoptikus és dinamikus meteorológiában a légtömegekkel és a levegő függőleges áthelyeződésével kapcsolatos kutatásoknál.

Számos helyen folynak kísérletek pontos higrométer előállítására. A Műszerek és Megfigyelési Módszerek Bizottsága (CIMO)

véve, egy rádiószonda-felszállás diagramját mutatja, normális és hengerelt hajszállal egyidejűleg regisztrált adatokat ábrázolva. A hengerelt hajszál fölénye szembeütő. 550 mb-on a kis inverzió szintjében (-28° C) a normális hajszálak nedvességnövekedést mutatnak a magasság növekedésével, ami normálisnak mondható egy meleg front mentén felszálló levegőben, ugyanakkor a hengerelt hajszálak nedvességcsökkenést mutatnak, ami azt jelenti, hogy zsugorodási inverzióról van szó. Ez a szint felett a normális hajszálak már nem mutatnak nedvességváltozást, míg a hengerelt hajszálak még a sztratoszférában is csökkenést mutat-

nak. Ez az eset nyilvánvaló bizonyítéka annak, hogy a normális hajszálak igen téves fogalmat nyújtanak a légköri folyamatról.

1954 júliusa óta Svédországban minden rádiószonda-felszállásnál hengerelt hajszálakat használnak és rövid időn belül az összes skandináv országok is hengerelt hajszálakat alkalmaznak majd. Kíváncsinos lenne, hogy azokban az országokban, ahol a rádiószondás felszállásokban még normális hajszállal mérik a nedvességet — mint például nálunk is —, késelem nélkül próbálják ki a hengerelt hajszálakat; ez az igen egyszerű változtatás mind a nedvességmérések, mind pedig a belőle vonható következtetések nagyfokú javulását eredményezi.

Békeffy Józsefné

ÚJRENDSZERŰ SZÉLIRÓ KÉSZÜ-

LÉK. A Meteorológiai Kongresszuson a lengyel küldött, *Teodor Kopcewicz* az univerzális anemográfának két új modelljét ismertette. A készülékek részletes leírása megjelent az *Acta Geophysica Polonica* 1953. évi I. kötetének 1. számában, mint az Állami Hidrológiai és Meteorológiai Intézet legionowoi aerológiai obszervatóriumának közleménye. Az új készülékek lényegükben a Fuess-rendszerű, illetőleg az Aedie—Munroo-rendszerű felfogó-szerkezettel rendelkeznek, azonban az írókészülékekkel való összeköttetés rudazat helyett elektromos úton történik. A felfogó-szerkezet tengelyén ugyanis kisméretű, háromfázisú váltóáramú generátor nyert elhelyezést, amely vezetékek útján kapcsolódik az írószerkezet hasonló felépítésű váltóáramú motorjához. Ezeket a kis villamos motor-rendszereket *selsyn*-nek nevezik. Ezzel a megoldással kiküszöbölik a hosszú rudazat tehetetlenségét és így az írószerkezet gyorsabban és pontosabban regisztrálhatja a széllelkéseket. A műszerek 1,5 m/mp-től 40 m/mp értékig terjedő szélsőbességek feljegyzésére alkalmasak, feloldó képességük a széllelkésekre vonatkozóan 10—15 mp, vagyis 15 mp-nél kevesebb ideig tartó széllelkést a készülékek már nem képesek torzítás nélkül feljegyezni. Egyetlen hátránya az új rendszernek, hogy működtetéséhez 55 voltos váltóáram szükséges és így áramzavarok esetén feljegyzései kimaradnak.

Berkes Zoltán

MIKROKLIMAKUTATÁSOK A TISZAZUGBAN. Valamely terület mikroklímatis felmérésének eredménye jelentős irányelveket nyújt a mezőgazdasági termelés szakszerűsítésében. A Szegei Tudományegyetem Éghajlattani Intézete az 1953-as év augusztus 7—11. között műszeres mik-

roklimatológiai vizsgálatokat végzett a Tiszazugban, Tiszaug település határában.

A kutatási eredményekről *Benedek Éva* tanársegéd számolt be a Földrajzi Értesítő 1954. szeptember 3. évfolyam, 3-as füzet, 544—553. oldalon. A megvizsgált terület, ahol 7 mikroklímakutató állomás volt felállítva, olyan jellegű, mint a Tisza keleti oldalán levő parti homokszegélyek egésze.

A terület igen változatos szinti kiterjedésben, talajösszetételben s morfológiai alkatban. Talajösszetétel szempontjából a tájegység három jellegzetes talajtípusával találkozunk; az újholocén artéri réti talaj, öntés és a magasabb szintet képző homoktalajjal. A terület szintdifferenciája a legmélyebb talajterfészinttől mintegy 11,23 méter. Ez a különböző adottság más és más mikroklimatológiai jellegzeteséget mutat.

A dolgozat beszámol a szintdifferenciákból adódó mikroklímatis különbségekről; a léghőmérséklet minimumának és maximumának, a harmat- és ködképződésnek, valamint a relatív nedvességnek időben eltérő, különböző és más jelleggel bíró voltára. Pl. a légréteg minimumának időpontja a szintkülönbségekből adódóan a szubsztrátumtól azonos magasságban felállított hőmérők esetében félórás különbséget mutatott 52 méteres távolságon belül a 20—23 fokos homokeljtőn.

A hőmérsékleti észlelések negyedóránként történtek a légnedvesség, párolgás, talajhőmérsékleti észlelések pedig óránként, éjjel és nappal.

A szintkülönbségek természetesen egymagukban nem meghatározói az adott állapotoknak. Ehhez még hozzájárulnak a talajkülönbségek, azoknak égtáji fekvése és a rajta levő növényzetek mikroklíma-alakító hatása.

Andó Mihály

A MOUGIN-CSAPADÉKGYŪJTŐ KI-ÜRÍTÉSE. A Meteorológiai Intézet észlelőkertjében elhelyezett Mougin-csapadékgyűjtőt három év után, 1955. február 9-én újból kiürítettük. A csapadékgyűjtőben talált csapadék mennyisége 1952. január 2-től 1955. február 9-ig 1978,0 mm-t tett ki. Ugyanezen idő alatt 1/50-es csapadékmérővel naponként mért adatokból számított csapadékösszeg 1986,8 mm volt. Az eltérés a 3 évi csapadék-adatok között tehát csak 8,8 mm, százalékban kifejezve mindössze 0,4%, ami jelentéktelen eltérés.

A csapadékgyűjtőt 1955. február 24-én töltöttük fel újra. A feltöltéshez 1:1 arányban vízben oldott klórkalciumból 4 litert és 1 liter vazelinolajat használtunk fel.

Vasvári Oszkár

ÚJABB KISÉRLETEK MESTERSÉGES ESŐ ELŐÁLLÍTÁSÁRA KELET-AFRIKÁBAN. A: »Nature« utóbbi évfolyamaiban D. A. Davies^{1, 2, 4} a Kelet-afrikai Meteorológiai Szolgálat vezetője beszámolt az 1951 óta folyó kísérletekről, amelyeket ott mesterséges eső előállítására végeztek. Hasonló kísérletek másutt is folynak, az afrikai kísérleteknek érdekessége az, hogy ott egy új elméletet alkalmaztak és egy új kísérletezési eljárást dolgoztak ki.

Az első kísérleteket ezüst-jodiddal végezték, amelyet azonban az eddigi kísérletektől eltérően nem repülőgépről szórta a megfelelő felhőkre felülről, hanem a nukleáló anyagot hidrogénnel töltött ballonnal kötötték és azt alulról juttatták a felhőbe. Ebben áll a Kelet-Afrikában kidolgozott módszer lényege. (Felhők nukleálására a ballon eljárásnál még más módszer is ismeretes, ahol azt a talajról hajtják végre. Ilyen eljárást ismertetett Irving Langmuir³, leírása szerint a talajon elhelyezett generátor állította elő a felhők nukleálásához szükséges ezüst-jodidot, 300 gr.-ot.) Az új elmélet, amit alkalmaztak, F. H. Ludlam² elmélete. Ennek lényege az, hogy mesterséges eső állítható elő higroszkópos részecskével olyan jól fejlett gomoly felhőkben, amelyek még nem jutottak fel a fagyponthoz alatti nivåóba. A feltevés szerint ilyen részecskéknél a felhőbe való bevitelük abban, a környezetnél nagyobb cseppeket hoz létre. Ezek esési sebessége nagyobb lévén a környezetükben levő felhőelemeknél, ütközés útján növekedni fognak. Maximális nagyságukat elérvén szétesnek, de a szétesett részecskéik is nagyobbak lesznek környezetük cseppjeinél. Így láncreakció indul meg és ennek eredményeként eső keletkezik.

A trópusok vidékén, amint azt már egyéb kutatók is megállapították, a csapadék többnyire olyan felhőkből hull, amelyek nem terjednek a fagyponthoz alatti szintig és így ezeken a vidékeken nagyobb lehetőség nyílik az új módszerrel való kísérletezésre, minthogyha a felhők stimulálására ezüst-jodidot alkalmaznának, ami tudvalevőleg csak akkor hatásos, ha olyan felhőben alkalmazzák, amely felső részében a hőmérséklet több fokkal a fagyponthoz alatti van.

A Kelet-Afrikában alkalmazott hatóanyag 90%-ban közönséges tengeri sóból és 10%-ban kalciumkloridból állott, súlyszázalékban kifejezve. A keveréket 5 μ -tól 100 μ -ig terjedő átmérőjű részecskékre őrölik. Az anyagot egy kis bádoggal dobozba helyezik, mely 15 g.-ot tartalmaz. A nukleáló anyag szétszórását a dobozba helyezett 1,5 g.-nyi löpor hajtja végre, amelyet megfelelő hosszúságú gyújtó-

zsinórral robbantanak fel. A robbantást úgy időzítik, hogy az a felhő alapja közelében következzen be. A szélviszonyokat és a felhők magasságát pilot-ballonnal ellenőrzik. Az alkalmazott ballonok felhajtó ereje 180 méter/min. körül mozog. Az eljárás a repülőgépes kísérletekhez képest rendkívül olcsó.

Ludlam fölvetése szerint a 20 μ körüli átmérőjű anyag fejti ki a legeredményesebb esőkeltési hatást. A labilis tengeri légtömegekben a természeti adottságok útján a tenger habjából származó sók szolgáltatják ezeket az anyagokat. Ez a magyarázata annak, hogy a tengeri tömegek kolloidálisan labilisak. Szárazföldi tömegekben ilyen hatóanyagok nincsenek és így ezek kolloidálisan stabilabb szerkezetűek. Éppen ezért záporok ezekben csak a jégfázis elérése után keletkeznek. Ahhoz, hogy zápor keletkezzen, valamely felhőnek bizonyos minimális vastagságot kell elérnie. Az elméleti számítások 1, 1,5–2 km-nyi vastagságot követelnek meg. Ez a vastagság azonban függ a felhőben levő emelőmozgás sebességétől; ha ez nagyobb, vastagabb felhőre van szükség, de viszont fordított viszonyban van a felhő alapjának hőmérsékletével, valamint a felhőcseppek kondenzációs magjának a nagyságával. Ha a felhő alapjának hőmérséklete 0 fok alatt van, akkor a felhőben az emelkedő cseppek szétesése nem következik be és a megfigyelések szerint az ilyen felhőkben *elektromos kisülés nem jön létre*. A legkedvezőbbek a feltételek a nukleálásra, ha a felhő alapjának hőmérséklete 8 fok fölött van. Magasra nyúló zivatarfelhőkben, amelyek alapjának hőmérséklete a fagyponthoz alatti van, a teteje azonban a fagyponthoz alatti zónába nyúlik, mind a kétféle csapadékképződésre megvan a lehetőség, az alsórészen a cseppek összeütközése, a felsőrészen pedig a jég részecskéik növekedése útján.

A kelet-afrikai kísérleteket 1953-ban a Dél-Kenyában fekvő Amboseliben és 1954-ben a tanganyikai Dodomában hajtották végre. 1953-ban 25 napon, 1954-ben 36 napon folytattak kísérletet. Több ízben a ballonok célt tévesztettek és nem hatoltak a felhőbe. Csapadékképződést sok esetben észleltek. Több esetben azonban a nukleált felhők feloszlottak, vagy a már folyamatban levő csapadékképződés a beavatkozás folytán megszűnt. Végeredményben megállapítható, hogy a felhők nukleálása mesterséges csapadék előállításához vezetett. Az esetek többségében azonban a keletkezett eső általában véve gyenge vagy nagyon gyenge volt. Több esetben pedig a mesterséges beavatkozás a nukleált felhő közvetlen közelében a csapadékképző folyamatok csökkentesében nyilvánult meg.

A kísérletek lehetőséget nyújtottak arra, hogy az elméleti föltevéseket vizsgálat alá vegyék. Ez a csapadékképződés megindulását illetően az elmélettel egyező eredményhez vezetett (a csapadékképződés a töltet felrobbanásától számítva átlag 20–26 perc múlva indult meg), más vonalon azonban az elmélettel ellentétes eredményre jutottak.

A föltevések szerint, ha a nukleáló anyag átmérőjét csökkentik, az esőképződés kezdete kitolódik. Éppen ezért a további kísérleteknél a higroszkópos nukleáló anyag átmérőjét 20μ -ra óhajtják redukálni, és ezzel a felhő alapja közelében 50μ átmérőjű cseppeket kívánnak létrehozni. Remélik, hogy ezzel jobb eredményeket érnek el, mivel az eddigi kísérleteknél nukleáló anyag átmérője $50-75\mu$ -ig terjedt és a kezdeti cseppek átmérője 100μ volt. Föltételezik, hogy az így kezelt eső kiadósabb lesz, hogyha a csapadékképződés az eddiginél hosszabb idő után indul majd meg.

A kísérlet abból a szempontból is figyelemre méltó, minthogy hasonló a mi viszonyaink között is végrehajthatók.

Irodalom: 1. Davies, D. A., *Nature*, 167, 614 (1951). — 2. Davies, D. A., *Nature*, 169, 1001 (1951). — 3. Ludlam, F. H., *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 77, 302 (1951). — 4. Davies, D. A., *Nature*, 174, 256 (1954). — 5. Langmuir, I., *Science*, 112, 35 (1950).

Berényi Dénes

**ERDŐSÁVOK A VASÚTI PÁLYÁTES-
TEK HÓFUVÁS ELLENI VÉDELEMÉRE.**
Szórványos hazai megfigyelések s a külföldi, főleg szovjet szakirodalom idevágó közlése a MÁV pécsi üzletigaz-gatóságának irányítóit arra a haladó elhatározásra bírták, hogy egy munkabizottság feladatává teszik ennek a kérdésnek kísérleti úton való megoldását. A kísérletek első eredményeiről — amelyek igen biztatók — *Sebők László* MÁV főmérnök (erdész), a munkabizottság vezetője egy brosúrában tájékoztatta a nyilvánosságot.

A kísérletek céljaira olyan vasútvonal-szakaszokat választottak ki, ahol már rendelkezésre áll a természetes úton kialakult vagy ültetett erdősáv. Ezeket az Erdészeti Tud. Intézet kutatási eredményei alapján áttört, ún. „aszúros” szerkezetűvé alakították, továbbá a sáv fájának magasságát ritkítással, visszanyeséssel úgy szabályozták, hogy az a pályatestre merőleges irányú metszetben kettős hullámvonalat adjon: két szélén bokrokkal és alacsony fákkel kezdődik, fokozatosan magasodva a sáv első és harmadik negyedében éri el a legnagyobb magasságot, a közepén pedig teknőszerűen bémélyed.

A tervszerű telepítéseknél ezt az összetételt a különböző magasságú fajajok célszerű kiválasztásával fogják elérni.

A kísérleti idő alatt az így átalakított erdősáv, amely eredeti állapotában is már bizonyos fokú védelmet nyújtott a vasútvonalnak, tökéletesen mentesítette azt a hófúvástól. A hó az erdősávban rakódott le, annak főleg a teknőszerűen kimélyített részében.

Nem elhanyagolható szempont az sem, hogy egy ilyen erdősáv létesítésének költségei a hasonló céllal épült védőművek költségeinek (beton-, deszka-, sánckészítés, földtöltés stb.) kb. a tizedét érik el csupán. Az előnyök közé tartozik az is, hogy egészségügyi szempontból is, a táj esztétikai alakítása tekintetében is kedvezőbb az erdősáv, mint az eddigi hóvédőművek. Hátránya, hogy a pályatest mentén szélesebb területet foglal el mint azok. Bizonyos azonban, hogy fenti előnyei, és évek múltán fahozadék, ezt a hátrányt kiegyenlíti.

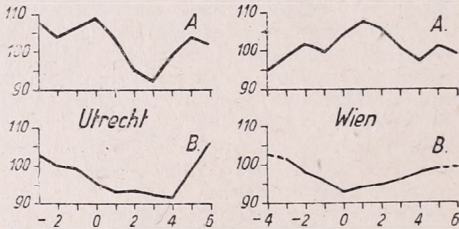
Érdeklődve várjuk az ország egyéb, itt-ott nehezen fájtható területein, ezeknek a kísérleteknek a további eredményeit!

Kéri Menyhért

**EURÓPA CSAPADÉKMENNYISÉGÉ-
NEK INGADOZÁSA ÉS A NAPTEVÉ-
KENYSÉG.** A meteorológiában igen sok vizsgálat történt már a naptévékenység és az időjárás elemek összefüggésének felderítése céljából. Főképpen a 27 napos kváziperiódussal és a 11 éves napfoltciklussal párhuzamos ingadozások kimutatása a kutatás tárgya. Régebben azonban csak egy-egy állomás adatait dolgozták fel, s a különböző állomások adatainak összehasonlítása sokszor ellentétes eredményre vezetett; ebből az összefüggés irrealitására következtettek. Hiányosak voltak a régebbi vizsgálatok, abból a szempontból is, hogy a hosszabb periódusokat elhanyagolták.

Nagyobb jelentőségűek azok a feldolgozások, amelyek nagyobb területen — pl. egész Európában — beálló változásokkal foglalkoznak. Ilyen kutatásokat a csapadékeloszlás ingadozására vonatkozólag először *Hellmann*, majd később *Hanzlik* végzett. Legújabban *Krivsky* dolgozta fel Európa csapadékmennyiségének ingadozását a naptévékenység ún. Hale-féle periódusán belül. Amint ugyanis ismeretes, a napfoltok mágneses térrel rendelkeznek. A napfoltok mágnességének előjele azonban 22–23 éves ciklussal cserélődik. Ez a Hale-periódus. A Hale-periódus mindig két napfoltciklust foglal magában. A periódus első ciklusát páratlan, a másodikikat páros ciklusnak nevezük.

Krivsky 32 európai állomás 70 évi csapadéksorozatát dolgozta fel. Összehasonlította a különböző állomásokon a Hale-periódus páratlan és páros ciklusai alatt a csapadék mennyiségének változását. A 35 páros és 35 páratlan év adatait közepelte és az így nyert adatokat grafikusán felrajzolta. Eredménye igen érdekes. Elsősorban azt tapasztalta, hogy nem minden megfigyelő helyen viselkedik egyformán a páratlan és páros ciklus járása. Egyes helyeken, mint pl. Utrechtben a csapadékmennyiség ingadozása mindkét cikluson belül egyforma (1. ábra).

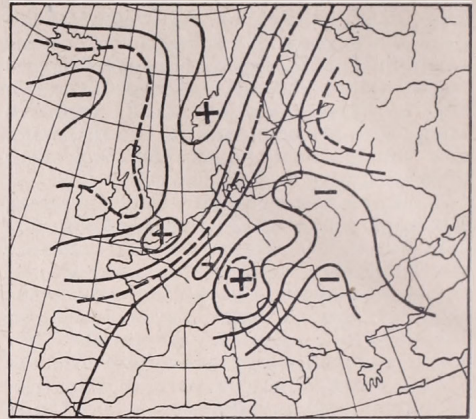


1. ábra.

2. ábra.

A függőleges tengelyen a csapadékmennyiség százaléka van felírva, a vízszintes tengelyen a ciklus időtartama. 0 a napfolt-maximum éve. Az A görbe a páratlan, a B görbe a páros ciklus alatti menetet tünteti fel.) Ezek az állomásokon mind a páratlan, mind a páros ciklusok folyamán a csapadékmennyiség a napfolt-maximum előtt 1–3 évvel a legnagyobb és 3–4 évvel utána a legkisebb. Ezzel szemben más helyeken, pl. Bécsben a két Hale-perióduson belüli ciklus járása ellentétes. Páratlan ciklusokban a csapadék-maximum a napfoltoké után következik be, a legkevesebb csapadék napfoltminimumkor hullik. A páros ciklusok alatt a helyzet fordított (2. ábra).

Krivsky kiszámította a Hale-perióduson belüli páratlan és páros ciklusok közt fennálló korrelációt. Ahol mindkét ciklus párhuzamos volt, ott az „r” korrelációs koefficiens +, míg ellentétes meneteknél „r” –. Az így nyert korrelációs koefficienseket térképre rajzolta és az egyenlő korrelációval rendelkező pontokat összekötötte. Igen érdekes görbéket nyert,



3. ábra.

mert végeredményben a térkép (3. ábra) azt mutatja, hogy hol egyező és hol ellentétes a páratlan és páros ciklusok menete. A térképen a szaggatott görbe a korrelációs koefficiensek minimumát jelöli, a kihúzott görbék az „r” növekvését mutatják $r = \pm 0,2$ egységekben.

Mint a térképen látható, az atlanti térségben a korreláció negatív; a két cikluson belül a menet ellentétes. Közép- és Észak-, valamint Délnyugat-Európában a korreláció pozitív, itt a két görbe párhuzamos. Hasonló a helyzet Északnyugat-Európában is.

Látható, hogy a kontinentális éghajlatú és északi területeken a két ciklus egyöntetű, míg azokon a részeken, ahol a Golf-áram és a Földközi-tenger hatása érvényesül, a Hale-periódus első szakaszában a csapadékingadozás a második szakasszal ellentétes. E jelenség valószínűleg a ciklon-anticiklon gyakoriság függvénye. A jelenség végső oka még nem tisztázott.

Végeredményben arra is feleletet kaptunk, hogy miért nem vezettek sokszor eredményre azok a vizsgálatok, amelyek a csapadékingadozás és a 11 éves napciklus párhuzamát keresték: a két egymást követő 11 éves ciklus egymás hatását sokhelyen kompenzálta.

íj. Bartha Lajos